



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ-ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
**ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ**



## ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΕΞΕΔΡΑΣ ΒΑΣΗΣ  
ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ ΤΟΥ  
ΝΟΡΒΗΓΙΚΟΥ ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΑ DNV ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΔΡΑΣΗ  
ΥΠΕΡΑΚΤΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΥ**  
Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός

**ΕΠΙΒΛΕΨΗ:**  
**Μ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ**  
Καθηγήτριας Ε.Μ.Π.

**ΑΘΗΝΑ, Απρίλιος 2014**





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ-ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ**



## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΕΞΕΔΡΑΣ ΒΑΣΗΣ**  
**ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ**  
**ΤΟΥ ΝΟΡΒΗΓΙΚΟΥ ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΑ DNV ΓΙΑ ΤΗΝ**  
**ΕΔΡΑΣΗ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΥ**  
Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός

### **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

ΜΙΧΑΗΛ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ

ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΥΡΑΚΟΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ

Καθηγητής ΕΜΠ  
Επιβλέπων

Καθηγητής ΕΜΠ  
Διευθυντής ΔΔΠΜΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

**ΑΘΗΝΑ, Απρίλιος 2014**



Georgios Agapitos Stefanou  
Graduate Civil Engineer, A.U.TH.  
Member of Technical Chamber of Greece (Reg. No: 122924)

.....

Copyright © Georgios Stefanou, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

No part of these pages, either text or image may be used for any purpose other than personal use. Therefore, reproduction, modification, storage in a retrieval system or retransmission, in any form or by any means, electronic, mechanical or otherwise, for reasons other than personal use, is strictly prohibited without prior written permission.

# Πρόλογος

Το παρόν κείμενο αποτελεί τη διπλωματική μου εργασία στα πλαίσια της φοίτησης μου στο Διατμηματικό-Διαπανεπιστημιακό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ναυτική & Θαλάσσια Τεχνολογία & Επιστήμη», με συντονίζουσα την Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου.

Κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου αποκόμισα χρήσιμες και εξειδικευμένες γνώσεις σε θεματικές ενότητες που αφορούν τις θαλάσσιες κατασκευές. Καθοριστική συμμετοχή στην διαδικασία απόκτησης γνώσεων και εμπειριών, είχαν οι καθηγητές και το επιστημονικό προσωπικό της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών, της Σχολής Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών και της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, που συνέβαλαν στην υλοποίηση των παραδόσεων και των εργαστηριακών ασκήσεων και τους οποίους ευχαριστώ θερμά.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον επιβλέποντα, Καθηγητή ΕΜΠ Μιχαήλ Σακελλαρίου για τη συμβολή, καθοδήγηση και υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα ιδιαίτερος ενδιαφέρον τεχνολογικό αντικείμενο.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ-ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΝΑΥΤΙΚΗ & ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Δράσεις σχεδιασμού σταθερής εξέδρας βάσης βαρύτητας σύμφωνα με τους κανονισμούς του Νορβηγικού Νηογνώμονα DNV για την έδραση υπεράκτιας ανεμογεννήτριας**

Γεώργιος Στεφάνου

Επιβλέπων: Μιχαήλ Σακελλαρίου, Καθηγητής ΕΜΠ

**Περίληψη**

Σε μία περίοδο ανεξέλεγκτης κατανάλωσης ενέργειας, οι ανεμογεννήτριες διαδραματίζουν το δικό τους σημαντικό ρόλο, καθώς η αιολική ενέργεια αποτελεί αναπόσπαστο μέλος της ευρύτερης οικογένειας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η φαινομενικά απλή τους λειτουργία, ωστόσο, έρχεται σε πλήρη αντίθεση με την περίπλοκη φύση των φαινομένων τα οποία συντελούνται από την πρώτη επαφή της μάζας του αέρα με το μηχανισμό των περιστρεφόμενων πτερυγίων μιας τέτοιας κατασκευής. Ακριβώς αυτό το γεγονός δυσχεραίνει σε μεγάλο βαθμό την προσομοίωση των συνθηκών υπό τις οποίες μια ανεμογεννήτρια καλείται, τόσο να παράγει ωφέλιμο έργο, όσο και να ανταπεξέλθει με ασφάλεια σε κάθε είδους φορτίσεις.

Μία υπεράκτια ανεμογεννήτρια καταπονείται από πληθώρα δράσεων. Αυτές διακρίνονται σε μόνιμες δράσεις, μεταβλητές δράσεις, περιβαλλοντικές δράσεις, τυχηματικές δράσεις, επιβαλλόμενες παραμορφώσεις και προένταση. Στις μόνιμες δράσεις περιλαμβάνονται το ίδιο βάρος της κατασκευής στήριξης, το βάρος του έρματος πλήρωσης, τα βάρη του πύργου και της ανεμογεννήτριας, το βάρος της θαλάσσιας βλάστησης καθώς και η υδροστατική πίεση που ασκεί το θαλασσινό νερό στο βυθισμένο τμήμα της κατασκευής. Στις περιβαλλοντικές δράσεις περιλαμβάνονται τα φορτία από τον άνεμο (θεωρώντας την έλικα της ανεμογεννήτριας ακίνητη), οι υδροδυναμικές πιέσεις που οφείλονται στην επίδραση θαλάσσιων κυματισμών και ρευμάτων, τα φορτία πάγου, τα φορτία χιονιού, οι θερμοκρασιακές μεταβολές και οι σεισμικές δράσεις (για κατασκευές που θεμελιώνονται στον πυθμένα της θάλασσας). Στις μεταβλητές δράσεις ανήκουν τα βάρη των ανθρώπων που απαρτίζουν το συνεργείο επιθεώρησης-επισκευής-συντήρησης της ανεμογεννήτριας και τα αεροδυναμικά φορτία που επάγονται σε αυτήν από την περιστροφή της έλικας όταν βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας. Στις τυχηματικές δράσεις ανήκει η πρόσκρουση πλοίου στην κατασκευή στήριξης της ανεμογεννήτριας. Στις επιβαλλόμενες παραμορφώσεις περιλαμβάνονται ο ερπυσμός και η συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η παρουσίαση της διαδικασίας σχεδιασμού της κατασκευής στήριξης μιας υπεράκτιας ανεμογεννήτριας βάσης βαρύτητας σύμφωνα με τους κανονισμούς του Νορβηγικού Νηογνώμονα *Det Norske Veritas*. Αρχικά παρουσιάζονται οι αρχές σχεδιασμού μιας κατασκευής οι οποίες καθορίζουν τις προδιαγραφές που πρέπει να πληροί η εξεταζόμενη κατασκευή. Έτσι τίθενται οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται

προκειμένου να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο επίπεδο ασφάλειας. Ο σχεδιασμός της κατασκευής βασίζεται στην ικανοποίηση των κριτηρίων ορισμένων οριακών καταστάσεων. Αν δεν ικανοποιούνται αυτά τα κριτήρια τότε η κατασκευή δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις σχεδιασμού και ο σχεδιασμός θεωρείται ανεπιτυχής. Υπάρχουν οι εξής κατηγορίες οριακών καταστάσεων: οι οριακές καταστάσεις αστοχίας, οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας, οι οριακές καταστάσεις κόπωσης και οι τυχηματικές οριακές καταστάσεις.

Ο κανονισμός επιβάλλει την χρήση συντελεστών ασφαλείας τόσο στις χαρακτηριστικές τιμές των μεγεθών αντοχής των υλικών όσο και στις χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν οι αντοχές σχεδιασμού και οι δράσεις σχεδιασμού. Οι συντελεστές ασφαλείας στα μεγέθη αντοχής των υλικών χρησιμοποιούνται για να ληφθούν υπόψη αβεβαιότητες στον πειραματικό προσδιορισμό των μηχανικών μεγεθών των υλικών που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά αντοχής τους. Στις χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων εφαρμόζονται συντελεστές ασφαλείας έτσι ώστε να θεωρηθούν οι αβεβαιότητες που προκύπτουν από την προσομοίωση των δράσεων στο μοντέλο της κατασκευής. Έτσι λοιπόν αντιμετωπίζονται αβεβαιότητες που οφείλονται τόσο στην προσομοίωση της κατασκευής όσο και στην προσομοίωση των δράσεων.

### Σύνοψη

Μία ανεμογεννήτρια θα πρέπει να σχεδιάζεται, να διαστασιολογείται και να κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο, εφόσον χρησιμοποιείται και συντηρείται ορθά κατά την διάρκεια της αναμενόμενης διάρκειας ζωής, ώστε να μπορεί να ανθίσταται τα επιβαλλόμενα φορτία εντός ενός προδιαγεγραμμένου επιπέδου ασφάλειας και να διαθέτει σε ικανοποιητικό βαθμό την ανθεκτικότητα και την στιβαρότητά της. Ο υπολογισμός, ή ο συνδυασμός υπολογισμού και δοκιμής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποδειχθεί ότι τα δομικά στοιχεία μιας ανεμογεννήτριας πληρούν το προδιαγεγραμμένο επίπεδο ασφάλειας.

Για ένα δομικό στοιχείο, το προδιαγεγραμμένο επίπεδο ασφάλειας μπορεί να εκφραστεί σε όρους μιας απαίτησης της πιθανότητας αστοχίας και να καθοριστεί στη βάση των λεγόμενων κριτηρίων αποδοχής κινδύνου. Ο τύπος αστοχίας μπορεί να χαρακτηριστεί από τον βαθμό ολκιμότητας και το ποσοστό της εφεδρικής ικανότητας ή της δομικής υπεραντοχής. Η συνέπεια αστοχίας μπορεί να αποτιμηθεί σε όρους των εμπλεκόμενων απωλειών και κοινωνικών συνεπειών. Όσο πιο σοβαρή είναι η συνέπεια και όσο πιο περιορισμένη είναι η εφεδρική ικανότητα, τόσο μικρότερη είναι η αποδεκτή πιθανότητα αστοχίας. Το προδιαγεγραμμένο επίπεδο τυποποιείται σε όρους κατηγοριών ασφάλειας. Μία διάκριση γίνεται μεταξύ χαμηλής, κανονικής και υψηλής κατηγορίας ασφάλειας. Όσο υψηλότερη είναι η κατηγορία ασφάλειας, τόσο αυστηρότερη είναι η απαίτηση για το επίπεδο ασφάλειας, δηλαδή τόσο μικρότερη είναι η αποδεκτή πιθανότητα αστοχίας.

Μία ανεμογεννήτρια εξοπλίζεται με ένα σύστημα ελέγχου και προστασίας, που ορίζει μία περιβάλλουσα πιθανών καταστάσεων σχεδιασμού τις οποίες θα βιώσει η ανεμογεννήτρια. Για να διατηρηθεί η ανεμογεννήτρια εντός αυτής της περιβάλλουσας, αποτελεί μέρος της φιλοσοφίας ασφάλειας ότι το σύστημα προστασίας θα πρέπει να διαθέτει ένα επαρκώς υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας για να καταστήσει την συνδυασμένη πιθανότητα αμελητέα ώστε η αστοχία να συμβεί κατά την διάρκεια ενός ακραίου γεγονότος και το σύστημα προστασίας να εκπληρώσει την αποστολή του. Συνήθως, δομικά μέρη χωρίς υπεραντοχή του συστήματος προστασίας σχεδιάζονται ως εκ τούτου στην υψηλή κατηγορία ασφάλειας.

Το προδιαγεγραμμένο επίπεδο ασφάλειας ή η επιλογή της κατηγορίας ασφάλειας μπορεί να διαφέρει για διαφορετικά μέρη της ανεμογεννήτριας. Ο ρότορας συνήθως σχεδιάζεται τουλάχιστον στην κανονική κατηγορία ασφάλειας. Άλλα κατασκευαστικά μέρη όπως ο πύργος και η θεμελίωση ταξινομούνται σε κατηγορίες ασφάλειας σύμφωνα με τις πιθανές συνέπειες μιας αστοχίας. Δεδομένου ότι η αστοχία της θεμελίωσης θα έχει συνέπειες για τον πύργο και τον ρότορα, καθώς αστοχία του ρότορα ή του πύργου μπορεί να μην έχει απαραίτητα συνέπειες για την θεμελίωση, μια ελκυστική προσέγγιση στην επιλογή των κατηγοριών ασφάλειας για διάφορα κατασκευαστικά μέρη θα μπορούσε



να είναι η απόπειρα της λεγόμενης ικανοτικής αλληλουχίας, μία αλληλουχία αστοχιών στις οποίες η θεμελίωση θα είναι το τελευταίο κατασκευαστικό μέρος που θα αστοχήσει. Αυτή η αλληλουχία βασίζεται σε μία μελέτη σκοπιμότητας των συνεπειών αστοχίας μόνο για την κατασκευή της ανεμογεννήτριας και της θεμελίωσής της. Ωστόσο, συνήθως ο ρότορας σχεδιάζεται για την κατηγορία κανονικής ή υψηλής ασφάλειας, που δεν είναι απαραίτητα σε συμφωνία με την ανωτέρω ικανοτική φιλοσοφία. Οι απαιτήσεις για τον σχεδιασμό του ρότορα μιας ανεμογεννήτριας στην κατηγορία κανονικής ή υψηλής ασφάλειας παράγονται από τους κινδύνους που θέτει ο ρότορας στο περιβάλλον του, όταν ο στρόβιλος υπερλειτουργεί ή όταν ο ρότορας αστοχεί. Σε τέτοια γεγονότα, μπορεί να εκτοξευθούν μέρη του ρότορα σε αποστάσεις μέχρι ένα χιλιόμετρο ή ακόμη μακρύτερα από τη θέση του στρόβιλου.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το επίπεδο ασφάλειας είναι συνήθως το αποτέλεσμα ενός συμβιβασμού με την οικονομία. Ωστόσο, σε όρους υπεράκτιων ανεμογεννητριών είναι αναπόφευκτο οικονομικές πτυχές να γίνουν επικρατέστερες από ότι είναι στις παράκτιες και περισσότερη έμφαση να δίνεται τελικά σε οικονομικούς παράγοντες όταν πρόκειται για ζητήματα ασφάλειας και καθορισμού των αποδεκτών επιπέδων ασφάλειας.

Ο σχεδιασμός οριακής κατάστασης χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί το προδιαγεγραμμένο επίπεδο ασφάλειας. Είναι συνηθισμένο να επιβεβαιωθεί η ασφάλεια μιας ανεμογεννήτριας ως προς τις ακόλουθες οριακές καταστάσεις:

- οριακές καταστάσεις αστοχίας
- οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας
- τυχηματικές οριακές καταστάσεις

Γι αυτόν τον σκοπό, τα φορτία σχεδιασμού παράγονται πολλαπλασιάζοντας τα χαρακτηριστικά φορτία με έναν ή περισσότερους μερικούς συντελεστές ασφάλειας και οι αντοχές σχεδιασμού παράγονται διαιρώντας τις χαρακτηριστικές αντοχές με έναν ή διάφορους άλλους μερικούς συντελεστές ασφάλειας. Οι μερικοί συντελεστές ασφάλειας εφαρμόζονται στα φορτία και τις αντοχές των υλικών για να ληφθούν αβεβαιότητες στις χαρακτηριστικές τιμές. Η επιβεβαίωση της κατασκευαστικής ασφάλειας επιτυγχάνεται διασφαλίζοντας ότι το φορτίο σχεδιασμού, ή ο συνδυασμός μιας ομάδας φορτίων σχεδιασμού, δεν υπερβαίνει την αντοχή σχεδιασμού. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός φορτίων, θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι σύνηθες να συνδυάζεται πάντα ένα ακραίο φορτίο με ένα ή διάφορα «κανονικά» φορτία. Δύο ή διάφορα ακραία φορτία συνήθως δεν συνδυάζονται, εκτός αν έχουν κάποια συσχέτιση.

Τα χαρακτηριστικά φορτία και οι χαρακτηριστικές αντοχές αποτελούν σημαντικές παραμέτρους στην διαδικασία σχεδιασμού. Τα χαρακτηριστικά φορτία για την αποτίμηση της οριακής κατάστασης αστοχίας συνήθως προσδιορίζονται ως τιμές φόρτισης με μία 50-ετή περίοδο επαναφοράς και επομένως συχνά ερμηνεύονται ως το 98% εκατοστημόριο στην κατανομή της ετήσιας μέγιστης φόρτισης. Αυτή η επιλογή δεν συνεπάγεται απαραίτητα ότι θεωρείται μία διάρκεια ζωής σχεδιασμού ακριβώς 50 ετών. Είναι περισσότερο ένα θέμα παράδοσης και ευκολίας. Επίσης δεν θα πρέπει να ληφθεί ως μία 50-ετής εγγύηση εντός της οποίας δεν θα εμφανιστούν αστοχίες. Για αποτίμηση της κόπωσης, χρειάζεται μία διάρκεια ζωής σχεδιασμού και σε αυτό το πλαίσιο είναι περισσότερο σύνηθες να θεωρηθεί μία 20-ετής διάρκεια ζωής σχεδιασμού για ανεμογεννήτριες. Οι χαρακτηριστικές αντοχές συνήθως επιλέγονται ως χαμηλά εκατοστημόρια στις σχετικές κατανομές αντοχών. Οι μερικοί συντελεστές ασφάλειας που εφαρμόζονται στον σχεδιασμό για την πιθανή περισσότερη δυσμενή πραγματοποίηση των φορτίων και των αντοχών από εκείνα που υποτέθηκαν από την επιλογή των χαρακτηριστικών τιμών. Να σημειωθεί σε αυτό το πλαίσιο ότι κάποιοι από τους μερικούς συντελεστές ασφάλειας, που καθορίζονται στα πρότυπα, δεν είναι συντελεστές ασφάλειας με την πραγματική έννοια, αλλά μάλλον μειωτικοί συντελεστές που λαμβάνουν υπόψη επιρροές υποβάθμισης, επιρροές κλίμακας, θερμοκρασιακές επιρροές, κλπ. και που συμβαίνει να εμφανίζονται στις εκφράσεις σχεδιασμού με ακριβώς τον ίδιο τρόπο όπως οι πραγματικοί μερικοί συντελεστές ασφάλειας.

Με την δομική ασφάλεια να είναι ένας μείζων στόχος του σχεδιασμού, είναι σημαντικό να βεβαιωθεί ότι οι χαρακτηριστικές τιμές των ποσοτήτων φόρτισης και υλικού, που έχουν υποτεθεί για

τον σχεδιασμό, έχουν επιτευχθεί στην πράξη. Μη καταστρεπτικές δοκιμές ολοκληρωμένων κατασκευαστικών μερών διαδραματίζουν ένα ρόλο σε αυτό το πλαίσιο και άλλο ο έλεγχος της κατασκευής. Πιστοποιητικά των υλικών επίσης είναι χρήσιμα σε αυτό το πλαίσιο. Γενικά, μπορεί να ειπωθεί ότι η επιθεώρηση είναι ένα σημαντικό μέρος της φιλοσοφίας ασφάλειας. Αν μη τι άλλο, καθώς θα επιτρέψει για επιβεβαίωση των υποθέσεων που έγιναν κατά την διάρκεια του σχεδιασμού και για τη λήψη διορθωτικών μέτρων αν εντοπίζονται αντίθετες συνθήκες κατά την διάρκεια της ζωής λειτουργίας της ανεμογεννήτριας.

Κατά την διάρκεια ζωής μιας κατασκευής, η κατασκευή υπόκειται σε φορτία ή δράσεις. Τα φορτία μπορεί να προκαλούν μία μεταβολή στην συνθήκη ή στην κατάσταση της κατασκευής από μία άνευ βλαβών ή άθικτη κατάσταση σε μία κατάσταση επιδείνωσης, βλάβης ή αστοχίας. Κατασκευαστική δυσλειτουργία μπορεί να εμφανιστεί σε έναν αριθμό μορφών που καλύπτουν όλες τις πιθανότητες αστοχίας που μπορούν να θεωρηθούν για την κατασκευή. Αν και η μετάβαση από μία ανέπαφη κατάσταση σε μία κατάσταση δυσλειτουργίας μπορεί πράγματι να είναι συνεχόμενη, είναι σύνηθες να υποτεθεί ότι όλες οι καταστάσεις ως προς μία συγκεκριμένη μορφή δυσλειτουργίας μπορούν να διαχωριστούν σε δύο ομάδες: 1) καταστάσεις που έχουν αστοχήσει και 2) καταστάσεις που δεν έχουν αστοχήσει ή που είναι ασφαλείς. Το όριο ανάμεσα στις ασφαλείς καταστάσεις και στις καταστάσεις αστοχίας αναφέρεται ως το σύνολο των οριακών καταστάσεων. Η ασφάλεια ή η αξιοπιστία μιας κατασκευής θεωρείται με το πόσο πιθανό είναι η κατασκευή να φτάσει μία οριακή κατάσταση και να εισέλθει σε μία κατάσταση αστοχίας.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι οριακών καταστάσεων. Δύο τύποι είναι κοινοί, οι οριακές καταστάσεις αστοχίας και οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας. Οι οριακές καταστάσεις αστοχίας αντιστοιχούν στην οριακή φέρουσα ικανότητα μιας κατασκευής ή ενός δομικού στοιχείου, π.χ. πλαστική διαρροή, ψαθυρή θραύση, θραύση κόπωσης, αστάθεια, λυγισμός και ανατροπή. Οι οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας συνεπάγονται ότι υπάρχουν παραμορφώσεις καθ' υπέρβαση της ανοχής χωρίς υπέρβαση της φέρουσας ικανότητας. Παραδείγματα είναι οι ρωγμές, η τριβή, η διάβρωση, οι μόνιμες παραμορφώσεις και οι δονήσεις. Η κόπωση μερικές φορές αντιμετωπίζεται ως μία ξεχωριστή οριακή κατάσταση. Άλλοι τύποι οριακών καταστάσεων είναι πιθανοί, π.χ. τυχηματικές οριακές καταστάσεις και προοδευτικές οριακές καταστάσεις.

Ως μέρος της διαδικασίας σχεδιασμού, μία ανεμογεννήτρια πρέπει να αναλυθεί για ποικίλες φορτίσεις που θα βιώσει κατά την διάρκεια της ζωής σχεδιασμού. Ένας αρχικός σκοπός από αυτή την άποψη είναι να επιβεβαιωθεί ότι ο στρόβιλος θα είναι ικανός να αντέξει αυτά τα φορτία με ένα επαρκές περιθώριο ασφάλειας. Αυτή η αποστολή συστηματοποιείται αναλύοντας την ανεμογεννήτρια για έναν αριθμό σχετικών περιπτώσεων φόρτισης.

Οι περιπτώσεις φόρτισης μπορούν να διαμορφωθούν συνδυάζοντας σχετικές καταστάσεις σχεδιασμού για την ανεμογεννήτρια με ποικίλες εξωτερικές συνθήκες. Οι καταστάσεις σχεδιασμού αποτελούνται κυρίως από διάφορες συνθήκες λειτουργίας της ανεμογεννήτριας. Για το μεγαλύτερο μέρος, οι εξωτερικές συνθήκες αποτελούνται από ποικίλες συνθήκες ανέμου ή γεγονότα ανέμου.

Όσον αφορά τις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες, η θεμελίωση είναι μια ολοκληρωμένη κατασκευή στην οποία περιλαμβάνεται μία ξεχωριστή κατασκευή για τη μεταφορά φορτίων από τον πάτο του πύργου της ανεμογεννήτριας διαμέσου του νερού στα εδάφη στήριξης. Επιπρόσθετα των φορτίων από την ανεμογεννήτρια, μια τέτοια κατασκευή θεμελίωσης θα βιώσει φορτία από ρεύμα, κύματα και πάγο οφειλόμενα στην τοποθέτηση της στο θαλάσσιο περιβάλλον. Βασικά υπάρχουν τρία διαφορετικά σχέδια κατασκευών θεμελίωσης για υπεράκτιες ανεμογεννήτριες:

- μονού πυλώνα
- βάσης βαρύτητας
- τριπόδου

Ο μονός πυλώνας είναι κατ' αρχήν ένας κατακόρυφος σωλήνας, οδηγούμενος ή τοποθετούμενος μέσα στο έδαφος όπως οποιοσδήποτε άλλος πάσσαλος, πάνω στον οποίο συναρμολογείται ο πύργος της ανεμογεννήτριας. Η θεμελίωση βάσης βαρύτητας επικάθεται στον πυθμένα της θάλασσας ή σε έναν εκσκαμμένο πυθμένα μέσω του δικού της βάρους και συνήθως κατασκευάζεται από οπλισμένο

σκυρόδεμα. Ο πύργος της ανεμογεννήτριας συναρμολογείται στην κορυφή αυτής της κατασκευής σκυροδέματος. Η θεμελίωση βάσης βαρύτητας μπορεί επίσης να κατασκευαστεί από χάλυβα, περίπτωση στην οποία το απαραίτητο βάρος επιτυγχάνεται τοποθετώντας ένα βαρύ έρμα όπως θρυμματισμένη ολιβίνη στο εσωτερικό των κοιλοτήτων της χαλύβδινης κατασκευής. Η θεμελίωση τριπόδου είναι μία χαλύβδινη πλαισιωτή κατασκευή με τρία πόδια. Ο πύργος της ανεμογεννήτριας συναρμολογείται στην κορυφή του τριπόδου, καθώς κάθε πόδι στηρίζεται είτε από έναν οδηγούμενο πάσσαλο ή από ένα κιβώτιο αναρρόφησης για μεταφορά φορτίων στα εδάφη στήριξης.

Η επιλογή του τύπου της θεμελίωσης είναι πολύ εξαρτώμενη από τις επικρατούσες εδαφικές συνθήκες στην προβλεπόμενη τοποθεσία μιας ανεμογεννήτριας. Μόλις έχει επιλεγεί ένα σχέδιο θεμελίωσης και πρόκειται να διεξαχθεί ένας σχεδιασμός θεμελίωσης, πρέπει να αντιμετωπιστούν τα ακόλουθα γεωτεχνικά θέματα:

- φέρουσα ικανότητα, π.χ. γεωτεχνική ευστάθεια, π.χ. ενάντια σε ολίσθηση και ανατροπή
- υποβάθμιση της αντοχής του εδάφους σε κυκλική φόρτιση
- καθιζήσεις σταθεροποίησης
- διαφορικές καθιζήσεις
- βάσης βαρύτητας

Απαιτήσεις για την ευστάθεια της θεμελίωσης συχνά αποτελούν τους πιο αποφασιστικούς παράγοντες όσον αφορά τον προσδιορισμό της επιφάνειας θεμελίωσης, την ενσωμάτωση της θεμελίωσης και το απαραίτητο βάρος για μία κατασκευή με μία θεμελίωση βάσης βαρύτητας. Είναι επομένως ουσιώδες σε μία βέλτιστη διαδικασία σχεδιασμού να δοθεί υψηλή έμφαση στους υπολογισμούς ευστάθειας της θεμελίωσης.

Η εξέταση της ευστάθειας της θεμελίωσης συχνά επιλύεται από περιοριστικές μεθόδους ισορροπίας, π.χ. διασφαλίζοντας ισορροπία ανάμεσα στις αποσταθεροποιητικές και σταθεροποιητικές δυνάμεις. Όταν χρησιμοποιούνται περιοριστικές μέθοδοι ισορροπίας, θα πρέπει να αναλυθούν διάφορες δοκιμαστικές επιφάνειες αστοχίας προκειμένου να βρεθεί η κρισιμότερη ως προς την ευστάθεια. Ωστόσο, καθώς οι θεμελιώσεις των ανεμογεννητριών έχουν συνήθως σχετικά μικρές επιφάνειες, οι τύποι φέρουσας ικανότητας για εξιδανικευμένες συνθήκες συνήθως θα επαρκούν και θα είναι αποδεκτοί για τον σχεδιασμό.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζεται ο καθορισμός των δράσεων σχεδιασμού που ασκούνται στην κατασκευή στήριξης μιας υπεράκτιας ανεμογεννήτριας βάσης βαρύτητας σύμφωνα με τις διατάξεις του προτύπου DNV-OS-C501 του Νορβηγικού Νηογνώμονα *Det Norske Veritas*. Ο αντισεισμικός σχεδιασμός της κατασκευής στήριξης ακολουθεί τις διατάξεις του διεθνούς προτύπου ISO 19901-2.





NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS  
NATIONAL & KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS  
INTERDEPARTMENTAL-TRANSUNIVERSITY POSTGRADUATE STUDY PROGRAM  
MSc MARINE TECHNOLOGY & SCIENCE

POSTGRADUATE THESIS

**Design loads on the support structure of an offshore gravity-based wind turbine according to the Norwegian Shipping DNV standards**

Georgios Stefanou

Supervisor: Michael Sakellariou, Professor NTUA

**Abstract**

In a period of unbridled energy, wind turbines play their own important role, as well as wind energy is an integral part of the wider family of renewable energy. Their seemingly simple function, however, is in stark contrast to the complex nature of the phenomena which occur from the first contact of the air mass to the mechanism of the rotating blades of such a construction. Just this fact makes it very difficult to simulate the conditions under which a wind turbine is called both to produce power, and to withstand any kind of loads with safety.

An offshore wind turbine is stressed by various actions. These are divided into permanent actions, variable actions, environmental actions, accidental actions, imposed deformations and pretension. On permanent actions are the same weight of the support structure, the weight of the ballast filling, the weights of the tower and the turbine, the weight of marine growth and the hydrostatic pressure of the seawater at the submerged part of the structure. The environmental actions include loads from wind (assuming the turbine propeller stationary), the hydrodynamic pressures due to the influence of sea waves and currents, the ice loads, snow loads, temperature changes and seismic actions (for structures based on the seabed). The variable actions include the weights of people who make up the crew inspection-repair-maintenance and the wind turbine aerodynamic loads induced in it by the rotation of the propeller when in functional mode. On accidental actions belong loads from explosions and collisions of trespassing vessels at support structure of the wind turbine. Imposed deformations include creep and shrinkage of concrete.

The purpose of this thesis is to present the design process of the support structure of an offshore gravity-based wind turbine according to the Norwegian Shipping *Det Norske Veritas* standards. Initially are presented the design principles of a construction which determine the standards that must be met by the reporting structure. This sets the minimum requirements that must be met in order to achieve the desired level of security. The design of the structure is based on the fulfillment of certain limit states criteria. If these criteria are not met then the structure does not comply with the design requirements and design is considered unsuccessful. There are the following limit states categories: the ultimate limit states, the serviceability limit states, the fatigue limit states and the accidental limit states.

The standard requires the use of safety factors both characteristic values of sizes material strength and the characteristic values of actions. Subsequently, the design resistances and design actions are obtained. The safety factors applied in the resistance of materials are used to capture uncertainties in the experimental determination of materials' mechanical properties which determine their strength characteristics. On the characteristic values of actions are applied safety factors so as to regard the uncertainties arising from the simulation of actions in the structural model. So uncertainties due both to simulation of the structure and simulation of actions are considered.

### **Summary**

A wind turbine should be designed, dimensioned and manufactured in such a way that it, if correctly used and maintained over its anticipated service life, can withstand the assumed loads within the prescribed level of safety and possess a sufficient degree of durability and robustness. Calculation, or a combination of calculation and testing, can be used to demonstrate that the structural elements of a wind turbine meet the prescribed level of safety.

The prescribed level of safety for a structural element can be expressed in terms of a requirement for the probability of failure and be determined on the basis of so-called risk acceptance criteria. It depends on the type and consequence of failure. The type of failure can be characterised by the degree of ductility and the amount of reserve capacity or structural redundancy. The consequence of failure can be characterized in terms of the fatalities and societal consequences involved. The more severe the consequence is, and the more limited the reserve capacity is, the smaller is the acceptable failure probability. The prescribed safety is standardised in terms of safety classes. A distinction is made between low, normal and high safety class. The higher the safety class is, the heavier is the requirement for the level of safety, i.e. the smaller is the acceptable failure probability.

A wind turbine is equipped with a control and protection system, which defines an envelope of possible design situations that the wind turbine will experience. To keep the wind turbine within this envelope, it is part of the safety philosophy that the protection system shall possess a sufficiently high level of reliability to render the joint probability negligible that a failure should occur during an extreme event and that the protection system should be unable to fulfill its task. Usually, non-redundant structural parts of the protection system are therefore designed to high safety class.

The prescribed level of safety or the choice of safety class may differ for different parts of the wind turbine. The rotor is usually designed to at least normal safety class. Other structural parts such as tower and foundation are usually assigned to safety classes according to the possible consequences of a failure. Since failure of the foundation will have consequences for the tower and the rotor, while failure of the rotor or the tower may not necessarily have consequences for the foundation, an attractive approach to the choice of safety classes for various structural parts could be to attempt a so-called fail-grace sequence, i.e. a sequence of failures in which the foundation will be the last structural part to fail. This sequence is based on a feasibility study of the consequences of failure for the wind turbine structure and its foundation only. However, usually the rotor is designed to normal or high safety class, which is not necessarily in accordance with the above fail-grace philosophy. Requirements for designing a wind turbine rotor to normal or high safety class derive from the hazards that the rotor poses on its surroundings, when the turbine runs away, or when the rotor fails. In such events, parts of the rotor may be shed in distances up to one kilometer or even farther away from the turbine location.

It should be noted that the level of safety is usually the result of a trade-off with economy. However, in terms of offshore turbines it is inevitable that economical aspects will become more predominant than they are onshore, and that more emphasis will eventually be placed on financial factors when it comes to safety issues and determination of acceptable safety levels.

Limit state design is used to achieve the prescribed level of safety. It is common to verify the safety of a wind turbine with respect to the following limit states:

- ultimate limit state
- serviceability limit state
- accidental limit state

For this purpose, design loads are derived from multiplying characteristic loads by one or more partial safety factors, and design capacities are derived from dividing characteristic capacities by one or several other partial safety factors. Partial safety factors are applied to loads and material strengths to account for uncertainties in the characteristic values. Verification of the structural safety is achieved by ensuring that the design load, or the combination of a set of design loads, does not exceed the design capacity. In case a combination of loads is used, it should be noted that it is common always to combine one extreme load with one or several “normal” loads. Two or several extreme loads are usually not combined, unless they have some correlation.

Characteristic loads and characteristic capacities constitute important parameters in the design process. Characteristic loads for assessment of the ultimate limit state are usually determined as load values with a 50-year recurrence period, and they are therefore often interpreted as the 98% quantile in the distribution of the annual maximum load. This choice does not necessarily imply that a design lifetime of exactly 50 years is considered. It is more a matter of tradition and convenience. Nor should it be taken as a 50-year guarantee within which failures will not occur. For assessment of fatigue, a design lifetime is needed, and in this context it is common to consider a 20-year design lifetime for wind turbines. Characteristic capacities are usually chosen as low quantiles in the associated capacity distributions. The partial safety factors that are applied in the design account for the possible more unfavourable realisation of the loads and capacities than those assumed by the choice of characteristic values. Note in this context that some of the partial safety factors, which are specified in standards, are not safety factors in the true sense, but rather reduction factors which account for degradation effects, scale effects, temperature effects, etc. and which happen to appear in the design expressions in exactly the same manner as true partial safety factors.

With structural safety being a major goal of the design, it is important to make sure that the characteristic values of load and material quantities, which have been assumed for the design, are achieved in practice. Nondestructive testing of completed structural parts plays a role in this context, and control of workmanship another. Material certificates also come in handy in this context. In general, one may say that inspection is an important part of the safety philosophy. Not least, as it will allow for verification of assumptions made during the design and for taking remedial actions if adverse conditions are detected during the service life of the wind turbine.

During the lifetime of a structure, the structure is subjected to loads or actions. The loads may cause a change of the condition or state of the structure from an undamaged or intact state to a state of deterioration, damage, or failure. Structural malfunction can occur in a number of modes covering all failure possibilities that can be imagined for the structure. Although the transition from an intact state to a state of malfunction can indeed be continuous, it is common to assume that all states with respect to a particular mode of malfunction can be divided into two sets: 1) states that have failed, and 2) states that have not failed or are safe. The boundary between the safe states and the failed states is referred to as the set of limit states. The safety or reliability of a structure is concerned with how likely it is that the structure will reach a limit state and enter a state of failure.

There are several types of limit states. Two types are common, ultimate limit states and serviceability limit states. Ultimate limit states correspond to the limit of the load-carrying capacity of a structure or structural component, e.g. plastic yield, brittle fracture, fatigue fracture, instability, buckling, and overturning. Serviceability limit states imply that there are deformations in excess of tolerance without exceeding the load-carrying capacity. Examples are cracks, wear, corrosion, permanent deflections and vibrations. Fatigue is sometimes treated as a separate type of limit state. Other types of limit states are possible, e.g. accidental limit states and progressive limit states.

As part of the design process, a wind turbine must be analysed for the various loads it will experience during its design life. A prime purpose in this respect is to verify that the turbine will be

able to withstand these loads with a sufficient safety margin. This task is systematised by analysing the wind turbine for a number of relevant load cases.

Load cases can be constructed by combining relevant design situations for the wind turbine with various external conditions. The design situations mainly consist of various operational conditions of the wind turbine. For the most part, the external conditions consist of various wind conditions or wind events.

As regards offshore wind turbines, the foundation is a comprehensive structure in that it includes a separate structure to transfer loads from the bottom of the wind turbine tower through the water to the supporting soils. In addition to the loads from the wind turbine, such a foundation structure will experience loads from current, waves and ice owing to its placement in a marine environment. Three basically different foundation structure concepts exist for offshore wind turbines:

- monopile
- gravity base
- tripod

The monopile is in principle a vertical pipe, driven or bored into the soil like any other pile, onto which the wind turbine tower is mounted. The gravity base foundation rests on the sea floor or on an excavated bottom by means of its own weight and is usually constructed from reinforced concrete. The wind turbine tower is mounted on top of this concrete structure. The gravity base foundation can also be constructed from steel in which case the necessary weight is achieved by placing a heavy ballast such as crushed olivine inside the cavities of the steel structure. The tripod foundation is a steel frame structure with three legs. The wind turbine tower is mounted on top of the tripod, while each leg is supported by either a driven pile or a suction bucket for transfer of loads to the supporting soils.

The choice of foundation type is much dependent on the soil conditions prevailing at the planned site of a wind turbine. Once a foundation concept has been selected and a foundation design is to be carried out, the following geotechnical issues need to be addressed:

- bearing capacity, i.e. geotechnical stability, e.g. against sliding and overturning
- degradation of soil strength in cyclic loading
- consolidation settlements
- differential settlements
- scour and erosion

Requirements for foundation stability often constitute the most decisive factors as regards determination of foundation area, foundation embedment and necessary weight for a structure with a gravity-based foundation. It is therefore essential in an optimal design process to give high emphasis to foundation stability calculations.

The question of foundation stability is most commonly solved by limiting equilibrium methods, i.e. by ensuring equilibrium between driving and resisting forces. When using limiting equilibrium methods, several trial failure surfaces will have to be analysed in order to find the most critical one with respect to stability. However, as foundations of wind turbines usually have relatively small areas, bearing capacity formulas for idealised conditions will normally suffice and be acceptable for design.

At the present dissertation, it is studied the determination of the design actions on the support structure of an offshore gravity-based wind turbine according to the provisions of the DNV-OS-C501. The seismic design of the support structures is carried out with accordance to ISO 19901-2.



# Περιεχόμενα

<b>1. Εισαγωγή</b>	1
1.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	1
1.1.1 Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	1
1.1.2 Θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ στην Ελλάδα	3
1.2 Αιολική ενέργεια	5
1.2.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας	5
1.2.2 Η αιολική ενέργεια στην Ευρώπη	7
1.2.2 Η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα και στην Κύπρο	11
1.3 Εκτίμηση αιολικού δυναμικού	13
1.3.1 Θεωρητική εκτίμηση της αιολικής ενέργειας	14
1.3.2 Μέθοδος εκτίμησης μέσου αιολικού δυναμικού	14
1.3.3 Επίδραση της κατανομής Weibull	14
1.3.4 Προσδιορισμός των παραμέτρων A και k	19
<b>2. Ανεμογεννήτριες</b>	20
2.1 Κατηγορίες ανεμογεννητριών	20
2.1.1 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα	21
2.1.2 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα	23
2.1.2.1 Βασικά μέρη ανεμογεννήτριας	24
2.1.2.2 Πύργος	27
2.1.2.3 Θεμελίωση	29
2.2 Υπεράκτιες ανεμογεννήτριες	31
2.2.1 Σταθερές κατασκευές	31
2.2.1.1 Βάσης βαρύτητας	32
2.2.1.2 Μονού πυλώνα	33
2.2.1.3 Τριπλού πυλώνα	34
2.2.1.4 Μεταλλικοί πύργοι	35
2.2.1.5 Τρίποδα	36
2.2.1.6 Με εδράσεις κενού/αναρροφήσεως	36
2.2.2 Πλωτές κατασκευές	37
2.2.2.1 Κατασκευές Spar-Buoy	39
2.2.2.2 Κατασκευές Barge	39
2.2.2.3 Κατασκευές TLP	42
2.3 Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας	43
2.4 Ανεμογεννήτριες σταθερών ή μεταβλητών στροφών	45
2.4.1 Ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών	45
2.4.2 Ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών	46
2.5 Τύποι ελέγχου των πτερυγίων των ανεμογεννητριών	46
2.5.1 Έλεγχος του βήματος του πτερυγίου	47
2.5.2 Έλεγχος παθητικής απώλειας στήριξης	48
2.5.3 Έλεγχος ενεργητικής απώλειας στήριξης	48
2.6 Επαγόμενα αεροδυναμικά φορτία	48
2.6.1 Εισαγωγή	48
2.6.2 Θεωρία ενεργοποιητή δίσκου	50
2.6.2.1 Θεωρία ορμής	51
2.6.2.2 Συντελεστής ισχύος	52
2.6.2.3 Το όριο Betz	52
2.6.2.4 Συντελεστής ώθησης	53

2.6.3	Θεωρία περιστρεφόμενου δίσκου	54
2.6.3.1	Περιστροφή του απορρεύματος	54
2.6.3.2	Θεωρία στροφορμής	54
2.6.3.3	Μέγιστη ισχύς	56
2.6.4	Θεωρία πτερυγίων ρότορα	57
2.6.4.1	Θεωρία στοιχείων πτερυγίου	57
2.6.4.2	Θεωρία ορμής στοιχείων πτερυγίου	58
2.6.4.3	Συντελεστής απωλειών Prandtl	60
2.6.4.4	Διόρθωση Glauert για μεγάλες τιμές του αξονικού επαγωγικού συντελεστή	61
2.6.5	Πορεία υπολογισμών	63
<b>3.</b>	<b>Νορβηγικός Νηογνώμων DNV</b>	64
3.1	Πρότυπα DNV	64
3.2	Πρότυπα άλλων οργανισμών	68
3.2.1	Θαλάσσιες κατασκευές σκυροδέματος	68
3.2.2	Υπεράκτιες ανεμογεννήτριες	69
<b>4.</b>	<b>Πρότυπο DNV-OS-J101</b>	71
4.1	Τμήμα 2	72
4.2	Τμήμα 3	83
4.3	Τμήμα 4	121
4.4	Τμήμα 5	163
4.5	Τμήμα 8	166
4.6	Τμήμα 10	172
4.7	Παράρτημα Z	180
<b>5.</b>	<b>Πρότυπο ISO 19901-2</b>	188
5.1	Σεισμικοί κίνδυνοι	189
5.2	Αρχές και μεθοδολογία αντισεισμικού σχεδιασμού	189
5.2.1	Αρχές σχεδιασμού	189
5.2.2	Διαδικασίες αντισεισμικού σχεδιασμού	190
5.2.2.1	Γενικά	190
5.2.2.2	Σχεδιασμός στο ακραίο επίπεδο σεισμού	190
5.2.2.3	Σχεδιασμός στο ανώμαλο επίπεδο σεισμού	193
5.2.3	Δεδομένα φασματικής επιτάχυνσης	193
5.2.4	Κατηγορία σεισμικού κινδύνου	194
5.2.5	Απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού	195
5.3	Απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης	195
5.3.1	Ταξινόμηση εδάφους και φασματική μορφή	195
5.3.2	Διαδικασία σεισμικής δράσης	200
5.4	Λεπτομερής διαδικασία σεισμικής δράσης	201
5.4.1	Επιτόπου αποτίμηση σεισμικού κινδύνου πεδίου	201
5.4.2	Πιθανολογική ανάλυση σεισμικού κινδύνου	201
5.4.3	Ντετερμινιστική ανάλυση σεισμικού κινδύνου	202
5.4.4	Διαδικασία σεισμικής δράσης	203
5.4.5	Τοπικές αναλύσεις απόκρισης πεδίου	207
5.5	Απαιτήσεις απόδοσης	207
5.5.1	Απόδοση ELE	207
5.5.2	Απόδοση ALE	208
5.A	Παράρτημα A	209
5.A.1	Σκοπός	209
5.A.2	Κανονιστικές αναφορές	209
5.A.3	Όροι και ορισμοί	209

5.A.4 Σύμβολα και συντομογραφίες	209
5.A.5 Κίνδυνοι σεισμού	209
5.A.6 Αρχές και μεθοδολογία αντισεισμικού σχεδιασμού	210
5.A.6.1 Αρχές σχεδιασμού	210
5.A.6.2 Διαδικασίες αντισεισμικού σχεδιασμού	211
5.A.6.2.1 Γενικά	211
5.A.6.2.2 Σχεδιασμός επιπέδου ακραίου σεισμού	211
5.A.6.2.3 Σχεδιασμός επιπέδου ανώμαλου σεισμού	212
5.A.6.3 Δεδομένα φασματικών επιταχύνσεων	212
5.A.6.4 Κατηγορία σεισμικού κινδύνου	212
5.A.6.5 Απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού	213
5.A.7 Απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης	214
5.A.7.1 Ταξινόμηση εδάφους και φασματική μορφή	214
5.A.7.2 Διαδικασία σεισμικής δράσης	215
5.A.8 Λεπτομερής διαδικασία σεισμικής δράσης	216
5.A.8.1 Επιτόπου αποτίμηση σεισμικού κινδύνου	216
5.A.8.2 Πιθανολογική ανάλυση σεισμικού κινδύνου	216
5.A.8.3 Ντετερμινιστική ανάλυση σεισμικού κινδύνου	217
5.A.8.4 Διαδικασία σεισμικής δράσης	217
5.A.8.5 Τοπικές αναλύσεις απόκρισης πεδίου	219
5.A.9 Απαιτήσεις απόδοσης	220
5.B Παράρτημα Β	221
<b>6. Διαδικασία προσδιορισμού δράσεων</b>	234
6.1 Συνεχείς τυχαίες μεταβλητές	234
6.1.1 Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας και αθροιστική συνάρτηση κατανομής	234
6.1.2 Μέση τιμή και τυπική απόκλιση	236
6.1.3 Αντίστροφη συνάρτηση αθροιστικής συνάρτησης κατανομής	236
6.2 Δράση ανέμου	237
6.2.1 Προσδιορισμός της μέσης ταχύτητας $U_{10}$	237
6.2.2 Προσδιορισμός της τυπικής απόκλισης $\sigma_U$	238
6.2.3 Προσδιορισμός της στιγμιαίας ταχύτητας $U$	239
6.3 Δράση κύματος	237
6.3.1 Φάσμα	240
6.3.2 Φασματικές ροπές	240
6.3.3 Παράμετροι φασματικού εύρους	241
6.3.4 Παράμετροι κατανομών ναυτικής ζώνης	241
6.3.5 Προσδιορισμός του σημαντικού ύψους κύματος $H_S$	241
6.3.6 Προσδιορισμός του αυθαίρετου ύψους κύματος $H$	242
6.3.7 Προσδιορισμός περιόδου μηδενισμού-ανοφερούς διασταύρωσης $T_Z$	244
6.3.8 Προσδιορισμός περιόδων $T_P$ και $T_1$	244
6.3.9 Προσδιορισμός περιόδου κυματισμού $T$	245
6.4 Δράση ρεύματος	246
6.3.1 Προσδιορισμός της ταχύτητας ανεμογενούς ρεύματος $v_{wind0}$	246
6.3.2 Προσδιορισμός της ταχύτητας παλιρροϊκού ρεύματος $v_{tide0}$	246
6.5 Βάθος νερού	247
6.6 Σεισμική δράση	247
6.6.1 Φασματικές επιταχύνσεις $S_{a,map}(1,0)$ και $S_{a,map}(0,2)$ και κατηγορία σεισμικής ζώνης πεδίου	247
6.6.2 Επίπεδο έκθεσης και κατηγορία σεισμικού κινδύνου	248
6.6.3 Απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης	248

6.6.3.1 Ταξινόμηση εδάφους	248
6.6.3.2 Συντελεστές $C_a$ και $C_v$	248
6.6.3.3 Φάσμα επιταχύνσεων πεδίου που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 1000 ετών	248
6.6.3.4 Φάσμα επιταχύνσεων ανάμαλου επιπέδου σεισμού που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 1000 ετών	249
6.6.3.5 Φάσμα επιταχύνσεων ακραίου επιπέδου σεισμού που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 1000 ετών	249
<b>Παραρτήματα</b>	250
<b>Παράρτημα Α: Νομοθετικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ</b>	251
Π.Α.1 Εξέλιξη του εθνικού θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου	251
Π.Α.1.1 Το προϊσχύον νομοθετικό πλαίσιο	251
Π.Α.1.1.1 Ο Ν. 3468/2006	252
Π.Α.1.1.2 Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων ΑΠΕ	253
Π.Α.1.2 Εθνικός χωροταξικός σχεδιασμός για τις ΑΠΕ	254
Π.Α.2 Ζητήματα εφαρμογής στην Ελλάδα	255
Π.Α.2.1 Ανασταλτικοί παράγοντες διεύθυνσης των ΑΠΕ	255
Π.Α.2.2 Ο ρόλος του Συμβουλίου Επικρατείας	256
Π.Α.3 Ο εξευρωπαϊσμός του εθνικού θεσμικού πλαισίου για τις ΑΠΕ μέσω του Ν 3851/2010	258
Π.Α.3.1 Στόχοι του Ν 3851/2010	258
Π.Α.3.2 Βασικές ρυθμίσεις του Ν 3851/2010	259
Π.Α.3.2.1 Ως προς την αδειοδοτική διαδικασία	259
Π.Α.3.2.1.1 Η άδεια παραγωγής	259
Π.Α.3.2.1.2 Η περιβαλλοντική αδειοδότηση	259
Π.Α.3.2.1.3 Οι άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας	260
Π.Α.3.2.1.4 Ένταξη και σύνδεση σταθμών ΑΠΕ και ΣΥΘΗΑ στο σύστημα ή το δίκτυο	262
Π.Α.3.2.2 Ως προς την χωροθέτηση έργων ΑΠΕ	262
Π.Α.3.2.2.1 Η περίπτωση των υπεράκτιων αιολικών πάρκων	264
Π.Α.3.2.3 Επιμέρους κανονιστικές ρυθμίσεις προώθησης έργων ΑΠΕ	265
Π.Α.3.2.3.1 Τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ	265
Π.Α.3.2.3.2 Εγγυήσεις προέλευσης	266
Π.Α.3.2.3.3 Συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας	267
Π.Α.3.2.3.4 Εφαρμογές ΑΠΕ στα κτίρια	268
Π.Α.3.2.3.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις	268
Π.Α.4 Πρόσφατες ρυθμίσεις μετά τον Ν 3851/2010	269
Π.Α.4.1 Ο Ν 3889/2010	269
Π.Α.4.2 Ρυθμίσεις για φωτοβολταϊκούς σταθμούς	269
Π.Α.4.3 Ν 4093/2012	271
Π.Α.4.4 Ν 4062/2012	272
Π.Α.5 Πρόσφατες αλλαγές στην περιβαλλοντική νομοθεσία – ο νόμος 4014/2011	272
Π.Α.6 Επικαιροποιημένο νομοθετικό πλαίσιο	273
Π.Α.6.1 Ν 2244/1994 (ΦΕΚ 168/Α'/07.10.1994)	273
Π.Α.6.2 Ν 3468/2006 (ΦΕΚ 129/Α'/27.06.2006)	280
Π.Α.6.3 ΚΥΑ Αριθμ. 49828 (ΦΕΚ 2464/Β'/03.12.2008)	339
<b>Παράρτημα Β: Παραρτήματα Β &amp; Γ Προτύπου DNV-RP-C205</b>	378
<b>Βιβλιογραφία</b>	380

# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

## 1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι κλιματολογικές αλλαγές είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα, περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό στην ιστορία της ανθρωπότητας. Οι κλιματολογικές αλλαγές έχουν προκληθεί άμεσα ή έμμεσα από ανθρώπινες δραστηριότητες και οι επιπτώσεις τους είναι καταστροφικές. Οι άνθρωποι πλέον έχουν αντιληφθεί την σοβαρότητα του προβλήματος και έχουν στραφεί σε άλλες εναλλακτικές μορφές ενέργειας, τις γνωστές στο ευρύτερο κοινό ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Πρόκειται για καθαρές μορφές ενέργειας, πολύ “φιλικές” στο περιβάλλον που δεν αποδεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα, τοξικά, ραδιενεργά απόβλητα και υδρογονάνθρακες, όπως οι υπόλοιπες συμβατικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελούν τις πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, αλλά με την ανακάλυψη μεγάλων κοιτασμάτων πετρελαίου στις αρχές του 20ου αιώνα ο κόσμος αποφάσισε να χρησιμοποιεί συμβατικές πηγές ενέργειας, αντί των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Δύο κρίσιμοι παράγοντες που σήμερα οδήγησαν πάλι την ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι αρχικά οι δύο πετρελαϊκές κρίσεις (του 1973 και 1979-1980) που οδήγησαν τις βιομηχανικές αναπτυγμένες χώρες να αναθεωρήσουν την απόλυτη εξάρτηση τους από τα ορυκτά καύσιμα και δεύτερο οι κλιματολογικές αλλαγές, κυρίως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο τα τελευταία χρόνια έχει προβληματίσει τη διεθνή κοινότητα. Ο ενεργειακός τομέας είναι ο κύριος υπεύθυνος για αυτή τη ρύπανση του περιβάλλοντος, αφού η καύση των ορυκτών-συμβατικών καυσίμων έχουν ως αποτέλεσμα την έκλυση δισεκατομμυρίων τόνων ρύπων που παγιδεύουν σε ένα στρώμα την ηλιακή ακτινοβολία, αυξάνοντας έτσι τη θερμοκρασία της γης συνεπώς και το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Τα τελευταία χρόνια ο άνθρωπος καταναλώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας με αποτέλεσμα την ολοένα αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι μορφές εκμετάλλευσης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο Άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Για πολλές χώρες, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τα εισαγόμενα προϊόντα για την παραγωγή ενέργειας, όπως είναι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, και συμβάλλουν στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού. Παράλληλα συντελούν στην προστασία του περιβάλλοντος.

Για αυτούς τους λόγους σήμερα η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί να ανταποκριθεί σε ένα φιλόδοξο στόχο που έχει θέσει την μείωση των εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα, χρηματοδοτώντας κάθε ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

### 1.1.1 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

- Αιολική Ενέργεια

Η κινητική ενέργεια που παράγεται από την δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια και σε ηλεκτρική ενέργεια.

- Ηλιακή Ενέργεια

Αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τόσο την θερμότητα όσο και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου. Υπάρχουν τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα, τα παθητικά ηλιακά και υβριδικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό κτιρίων, και τα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια.

- Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Εκμεταλλεύεται τις υδατοπτώσεις και τη ροή των υδάτων με κύριο στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή το σχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια.

- Βιομάζα

Είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια σε οργανική ύλη με μια σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης.

- Γεωθερμική Ενέργεια

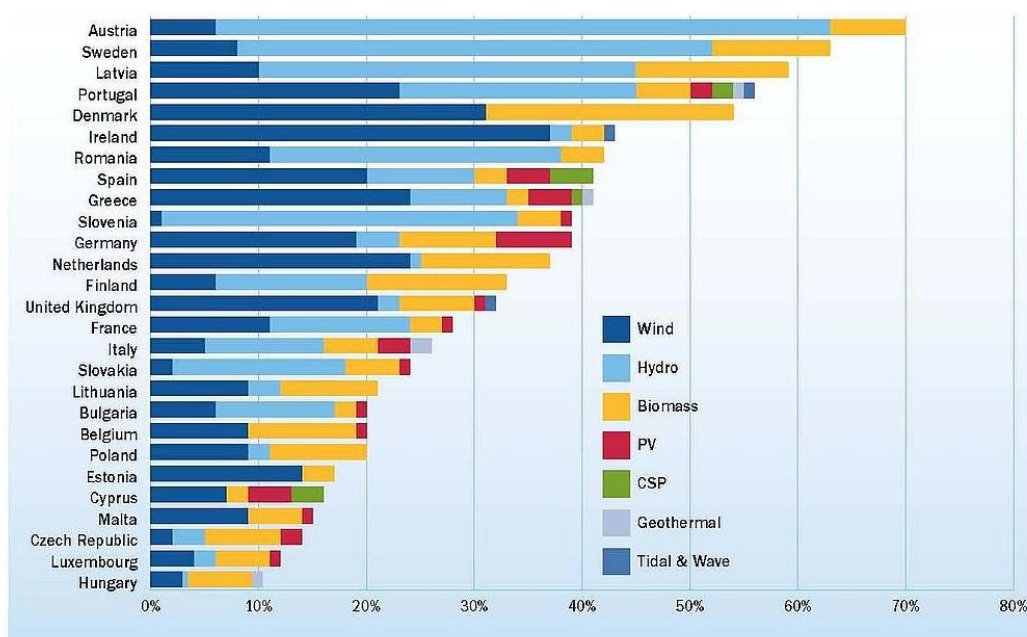
Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού.

- Ενέργεια από την θάλασσα

Χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες: την ενέργεια από παλίρροιες η οποία εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Την ενέργεια από κύματα η οποία προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας. Τέλος τη ν ενέργεια από τους ωκεανούς η οποία εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων (αυτής της μορφής παραγωγής ενέργειας βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας).

Η αξιοποίηση των ΑΠΕ συμβάλει στην ανάσχεση των κλιματικών αλλαγών, όπως επίσης και στην ασφάλεια του ενεργειακού σχεδιασμού, στην οικονομική μεγέθυνση και τη δημιουργία απασχόλησης στην Ευρώπη, χάρη στην αύξηση της παραγωγής και κατανάλωσης της ενέργειας σε τοπικό επίπεδο. Δυστυχώς αν και στην Ευρώπη έχουν αναπτυχθεί αρκετά αυτές οι μορφές ενέργειας, στην Ελλάδα το μερίδιο των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας αγγίζει μόνο το 8%.

FIG 8: RES SHARE OF ELECTRICITY CONSUMPTION PER MEMBER STATE (%)



Εικόνα 1.1: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε χώρα της Ευρώπης προερχόμενη από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας [Πηγή: <http://www.ewea.org>]

### 1.1.2 Θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ στην Ελλάδα

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργεί η καύση του πετρελαίου και του άνθρακα καθώς και η εξάντληση των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων οδήγησε την Ελλάδα όπως και την υπόλοιπη Ευρώπη στην ανάπτυξη έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η απαρχή για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα έγινε με τον Ν.1559/1985, «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 135/1985) κατά τον οποίο δίνεται η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Δήμους ή άλλους εκτός ΔΕΗ Δημόσιους Οργανισμούς, με υποχρέωση την πώλησή της στην ΔΕΗ ή την ιδιοκατανάλωσή της από τον παραγωγό. Η προσπάθεια αυτή δεν απέδωσε, εκτός των άλλων και επειδή η τιμή πώλησης της ενέργειας προς την ΔΕΗ, ήταν πολύ χαμηλή (Γληνού et al.,2006).

Η αφορμή για την ουσιαστική ανάπτυξη των ΑΠΕ στη χώρα μας υπήρξε η αλλαγή στη νομοθεσία των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που οδήγησε στην καθιέρωση του Ν. 2244/1994, «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 168/1994), που βασιζόταν στο προηγούμενο νομοθετικό πλαίσιο, με ορισμένες τροποποιήσεις που ήταν σε θέση να διορθώσουν τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά την εφαρμογή του (Καλδέλλης, 2005), και είχε σκοπό την αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας. Σύμφωνα με τον Ν. 2244/1994, επιτρέπεται η παραγωγή και διάθεση ηλεκτρικής ενέργειας και από ιδιώτες εφόσον χρησιμοποιούνται ΑΠΕ, ενώ επιβάλλεται στη ΔΕΗ η υποχρέωση να αγοράζει την ενέργεια που παράγεται από ανεξάρτητους παραγωγούς. Επίσης, προσφέρονται ιδιαίτερα ελκυστικές και σχετικά σταθερές τιμές στους ανεξάρτητους παραγωγούς από ΑΠΕ που συνδέονται με τα τιμολόγια των καταναλωτών, και το συμβόλαιο αγοράς και διάθεσης της ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι δεκαετούς διάρκειας με δυνατότητα ανανέωσης για άλλα 10 χρόνια ([www.rae.gr](http://www.rae.gr)). Παράλληλα, το κράτος, εφαρμόζοντας σχετικές αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης,

προχώρησε στην επιδότηση του κόστους εγκατάστασης έργων ΑΠΕ, ώστε να καθίστανται οικονομικά βιώσιμα (Γληνού et al., 2006).

Οι ευνοϊκές ρυθμίσεις του Ν. 2244/1994 διατηρήθηκαν στον Ν. 2773/1999, που προβλέπει την απελευθέρωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, δηλ. την λειτουργία της σχετικής αγοράς βάσει κανόνων ελεύθερης αγοράς και ανταγωνισμού. Οι ρυθμίσεις συνίστανται κυρίως στο ότι η τιμή αγοράς της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ είναι ρυθμιζόμενη, δηλαδή δεν τίθεται σε βάση ανταγωνισμού με την προερχόμενη από συμβατικές πηγές, καθώς και ότι η διάθεση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ γίνεται κατά προτεραιότητα. Επίσης προβλέφθηκε για πρώτη φορά η επιβολή τέλους υπέρ των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοικήσεως, το οποίο έχει οριστεί στο 2% των ακαθάριστων εσόδων από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας, που ισοδυναμεί με 10% περίπου των ακαθάριστων εσόδων της εγκαταστάσεως και θεσμοθετείται εκ νέου στο νέο νόμο για τα ΑΠΕ, βάζοντας τέλος στα προβλήματα ακυρότητας που αντιμετώπιζε στο Συμβούλιο της Επικρατείας (Γληνού et al, 2006).

Το μεγάλο επενδυτικό ενδιαφέρον για τις ΑΠΕ οδήγησε στο Ν. 2491/2001 (ΦΕΚ Α' 201/12-09-2001) "Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. "ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ" και άλλες διατάξεις", ενώ μεταξύ των ετών 2002-2005 οι δεσμεύσεις της Ελλάδας προς τις διεθνείς συμβάσεις (όπως το Πρωτόκολλο του Κιότο), η οδηγία 2001/77/ΕΚ καθώς και ο έντονα αναπτυσσόμενος τομέας των ΑΠΕ έδειχναν την ανάγκη για ριζική αναθεώρηση του θεσμικού πλαισίου για τις ΑΠΕ. Ο Ν.3175/2003 (ΦΕΚ Α' 207/29-08-03) "Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις" είχε στόχο την περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ με την εισαγωγή νέων κανονισμών που επιτάχυναν τις διαδικασίες αδειοδότησης οι οποίες παρ' όλα αυτά εξακολουθούν να είναι χρονοβόρες (Kelemenis, 2007).

Η υιοθέτηση της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ, σηματοδότησε την ανάληψη και συμβατικών υποχρεώσεων στην προώθηση των ΑΠΕ. Η οδηγία 2001/77/ΕΚ "Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας" (L283/27.10.2001) προέβλεπε στο παράρτημα της για την Ελλάδα ενδεικτικό στόχο κάλυψης από ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές, περιλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, σε ποσοστό της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2010 ίσο με 20,1% (άρθρο 3 οδηγίας 2001/77/ΕΕ, Φεβρουάριος 2003). Η επίτευξη του φιλόδοξου αυτού στόχου απέτυχε, αφού το 2010 το ποσοστό παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας προερχόμενη από ΑΠΕ δεν υπερέβαινε το 10%. Η μη επίτευξη του στόχου οφείλεται κατά κύριο λόγο στη πολιτική που ακολουθεί το κράτος για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, καθώς και στη νοοτροπία του κοινού έναντι των ΑΠΕ. Επιτυχή παραδείγματα αναφέρονται αυτά της Γερμανίας, Δανίας και Ισπανίας που εφαρμόζουν πολιτικές ιδιαίτερα ευνοϊκές για τις ΑΠΕ ειδικότερα στον τομέα της αιολικής ενέργειας.

Η πιο σημαντική νομοθεσία όσον αφορά τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα περιλαμβάνεται στο Ν. 3468/2006, καθώς και σε μια σειρά υπουργικών αποφάσεων προς εκτέλεση αυτού, που καθορίζουν κατά κύριο λόγο τη διαδικασία χορήγησης αδειών για τις ΑΠΕ και τους όρους που πρέπει να πληρούνται από τους πιθανούς επενδυτές. Επιπλέον, τονίζεται η σημασία του «Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» που εκδίδεται από την απόφαση 49828/2008, η οποία θεσπίζει συγκεκριμένους κανόνες που αφορά την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ, ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή που βρίσκεται το έργο ([www.hscc.gr](http://www.hscc.gr)).

Η οδηγία 2009/28/ΕΚ «Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ» προβλέπει για την Ελλάδα ως ενδεικτικού στόχου κάλυψης μεριδίου ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση το 2020 ίσο με 18%.



## 1.2 Αιολική Ενέργεια

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου η οποία αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Η εκμετάλλευση του υψηλού της δυναμικού, σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών που ενσωματώνεται στις σύγχρονες αποδοτικές ανεμογεννήτριες, έχει τεράστια σημασία για τη βιώσιμη ανάπτυξη, την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή, γιατί αφ' ενός δε ρυπαίνει το περιβάλλον και αφετέρου είναι θεωρητικά ανεξάντλητη.

Τα τελευταία χρόνια οι άνθρωποι έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, ιδιαίτερα μετά από τις διαδοχικές ενεργειακές κρίσεις και τα οξυμένα περιβαλλοντικά προβλήματα. Σήμερα η αιολική ενέργεια από τεχνοοικονομικής άποψης θεωρείται πλέον συμφέρουσα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Για το λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια, όχι μόνο στην Ευρώπη αλλά σε ολόκληρο τον κόσμο γίνονται σοβαρές επενδύσεις στον τομέα της αιολικής ενέργειας τόσο σε δημόσιο, όσο και σε ιδιωτικό επίπεδο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αρκετοί επιστήμονες (κυρίως οικονομολόγοι) έχουν υποστηρίξει ότι η κατάλληλη αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας μπορεί να λύσει το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, ήδη οι ενεργειακές ανάγκες τους καλύπτονται από ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό από την αξιοποίηση της ενέργειας αυτής. Εμπειρογνώμονες του κλάδου αυτού προβλέπουν ότι αν ο ρυθμός ανάπτυξης του κλάδου αυτού συνεχιστεί, μέχρι το 2050 το ένα τρίτο των αναγκών της ηλεκτρικής ενέργειας θα εξαρτάται απλά από το φύσημα του ανέμου.

Τέλος, αν και είναι ευρύτερα αποδεκτό ότι η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει μια καθαρή και οικονομικά συμφέρουσα πηγή ενέργειας, προτού διατυπωθούν τα τελικά συμπεράσματα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα βασικά θετικά και αρνητικά στοιχεία, που συνδέουν την εγκατάσταση ανεμογεννητριών και την αξιοποίηση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού μιας περιοχής.

### 1.2.1 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Αιολικής Ενέργειας

Μερικά από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρέχει η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας παρατίθενται πιο κάτω:

#### Πλεονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας

- Ο άνεμος είναι πρακτικά μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν.
- Η αιολική ενέργεια ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια των χωρών που την εκμεταλλεύονται.
- Η αιολική ενέργεια συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη.
- Η αιολική ενέργεια δεν εμποδίζει τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Περίπου το 99% της γης που φιλοξενεί ένα αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις.
- Η αιολική ενέργεια προστατεύει τον πλανήτη, καθώς αποφεύγονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Κάθε εγκατεστημένο MW αιολικής ενέργειας αποσοβεί την έκλυση 3-3.5 χιλιάδων τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Η λειτουργία ενός τυπικού αιολικού πάρκου, ισχύος 10 MW, προσφέρει ετήσια την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζονται 4,000 οικογένειες.

- Οι ετήσιες εκπομπές απομακρύνονται από την παραγωγή ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια 1 MW αιολικής ενέργειας αντί του 1MW από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που ελευθερώνουν πάνω από 1.500 τόνους διοξειδίου του άνθρακα, 6,5 τόνους διοξειδίου του θείου , 3,2 τόνους οξειδίων του αζώτου και 60 κιλά υδρογόνου σε ένα χρόνο.
- Η αιολική ενέργεια δεν επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον με επικίνδυνους αέριους ρύπους, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια όπως γίνεται με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

### **Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας**

- Η αιολική ενέργεια πρέπει να συναγωνιστεί τις συμβατικές πηγές ενέργειας σε επίπεδο κόστους. Ανάλογα με το πόσο ενεργητική, ως προς τον άνεμο, είναι μια τοποθεσία, το αιολικό πάρκο μπορεί ή δεν μπορεί να είναι ανταγωνιστικό ως προς το κόστος. Παρότι το κόστος της αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί δραματικά τα τελευταία 10 χρόνια, η τεχνολογία απαιτεί μια αρχική επένδυση υψηλότερη από εκείνη των γεννητριών που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα για το αντίστοιχο φορτίο.
- Η ισχυρότερη πρόκληση στη χρησιμοποίηση του ανέμου ως πηγή ενέργειας είναι ότι ο άνεμος είναι περιοδικά διακοπτόμενος και δεν φυσά πάντα όταν ο ηλεκτρισμός απαιτείται και ως αποτέλεσμα δεν μπορούν όλοι οι άνεμοι να τιθασευτούν ώστε να καλυφθούν, τη στιγμή που προκύπτουν, οι ανάγκες σε ηλεκτρισμό.
- Η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί εύκολα. Η αποθήκευση της Αιολικής ενέργειας δύναται να γίνει με μπαταρίες (συσσωρευτές) για μικρά συστήματα, ή μέσω της αντλησιοταμίευσης για μεγάλα συστήματα. Στην αντλησιοταμίευση το νερό αντλείται μεταξύ δύο ταμιευτήρων με υψομετρική διαφορά κατά τις ώρες χαμηλής ζήτησης, ώστε να χρησιμοποιηθούν μέσω υδροηλεκτρικού συστήματος κατά τις ώρες αιχμής.
- Τα κατάλληλα σημεία για αιολικά πάρκα συχνά βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, μακριά από πόλεις όπου χρειάζεται ο ηλεκτρισμός.
- Αν και τα αιολικά πάρκα έχουν σχετικά μικρή επίπτωση στο περιβάλλον σε σύγκριση με άλλες συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, υπάρχει ένας προβληματισμός για τον θόρυβο που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες, για τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, για την αισθητική (οπτική) επίπτωση και για τις προσκρούσεις πουλιών στις ανεμογεννήτριες. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι πολύ ήσυχες και γίνονται όλο και πιο αθόρυβες. Το επίπεδο του ήχου σε απόσταση 40 μέτρων από μία ανεμογεννήτρια είναι 50-60 dB. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που δημιουργούνται είναι σχετικά μικρά και βρίσκονται στο σημείο που είναι εγκατεστημένη η ανεμογεννήτρια σε απόσταση από το έδαφος. Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα έχουν επιλυθεί ή έχουν μειωθεί σε σημαντικό βαθμό μέσω της τεχνολογικής ανάπτυξης ή και της επιλογής κατάλληλων περιοχών για τη δημιουργία αιολικών πάρκων. Κάθε εγκατάσταση αιολικού πάρκου πρέπει να συνοδεύεται από περιβαλλοντική μελέτη που θα εξασφαλίζει την βέλτιστη ενσωμάτωση των ανεμογεννητριών στο τοπίο.

Η βιομηχανία αιολικής ενέργειας έχει εγκαταστήσει πάνω από 41 GW νέας καθαρής και αξιόπιστης αιολικής ενέργειας το 2011, ανεβάζοντας τη συνολική εγκατεστημένη δυναμικότητα παγκοσμίως σε περισσότερες από 238 GW στα τέλη του 2010. Αυτό αντιπροσωπεύει μια αύξηση της τάξης του 21%, με αύξηση του μεγέθους της ετήσιας παγκόσμιας αγοράς λίγο πάνω από 6%. Σήμερα, περίπου 75 χώρες σε όλο τον κόσμο έχουν εμπορικές εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας, με 22 από αυτούς περνούν ήδη το 1 GW επίπεδο.

## 1.2.2 Η αιολική ενέργεια στην Ευρώπη

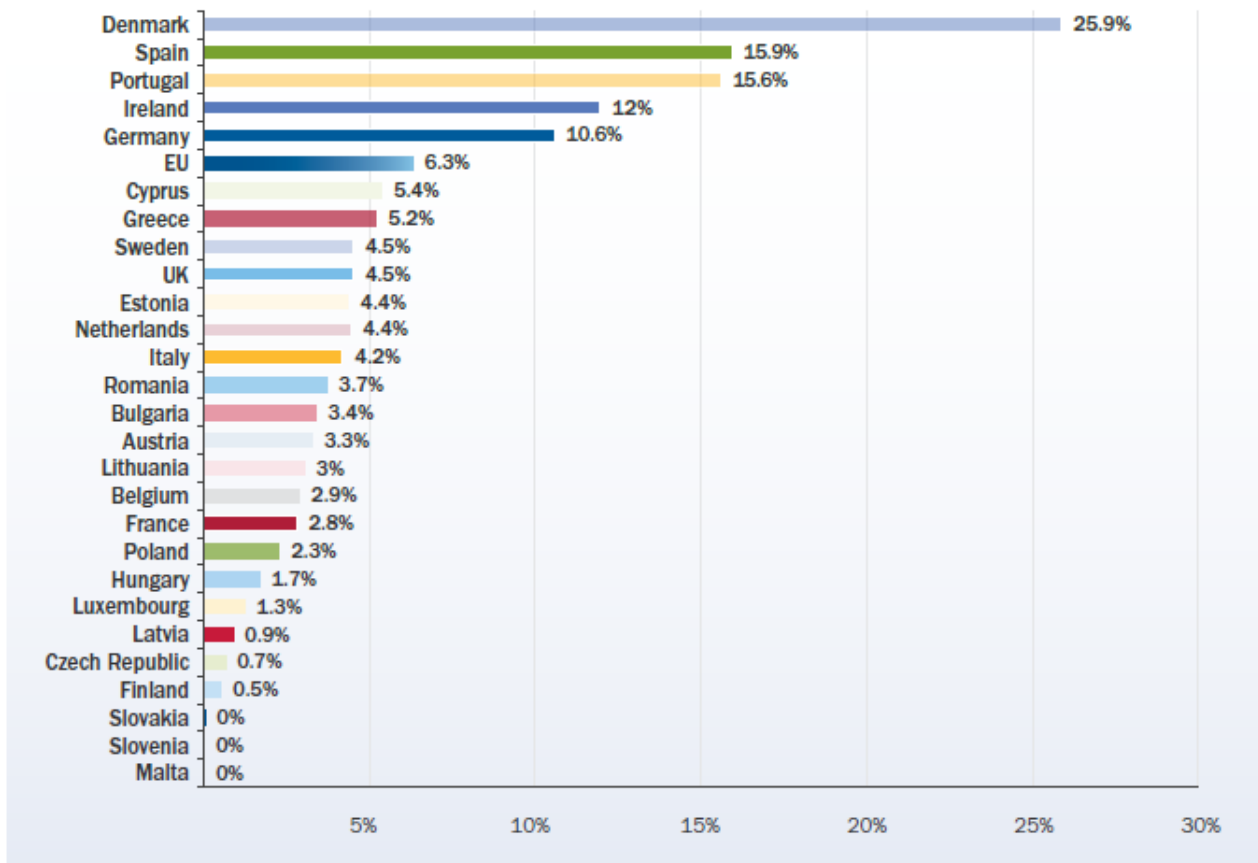
Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργεια είναι μια από τις πιο θετικές εξελίξεις που δημιουργούνται από τη σημερινή καταιγίδα της αβεβαιότητας που εξαπέλυσε ως αποτέλεσμα της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, η κλιματική αλλαγή, την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, την εξάντληση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων και την εξάρτηση από το ξένο ενεργειακό εφοδιασμό.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως δεσμευτικό στόχο το 20% του ενεργειακού της εφοδιασμού να προέρχεται από αιολική ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέχρι το 2020. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτός ο στόχος του 20% της ενέργειας, περισσότερο από το ένα τρίτο της ευρωπαϊκής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με την αιολική ενέργεια αναμένεται να προσφέρει ένα ποσοστό 14 με 18% της ενέργειας.

Μερικά από τα πολλά οφέλη που σχετίζονται με την αιολική ενέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η οικονομική ανάπτυξη και δημιουργία θέσεων εργασίας. Το 2010, οι επενδύσεις σε νέα αιολικά πάρκα στην Ευρώπη έφθασε τα 13 δισεκατομμύρια ευρώ, συμπεριλαμβανομένων των 2,6 δισεκατομμυρίων σε υπεράκτια πάρκα. Το 2010, πάνω από το 40% όλων των νέων εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που είναι εγκατεστημένα στην Ευρώπη ήταν από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η αιολική ενέργεια μόνο αντιπροσώπευε το 17%. Περίπου 190.000 άνθρωποι στην Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν για την αιολική ενέργεια για την απασχόληση το 2010. Η βιομηχανία αιολικής ενέργειας θα μπορούσε να δημιουργήσει έως και 271.000 νέες θέσεις εργασίας στην ΕΕ μέχρι το 2020.

Δεύτερο όφελος είναι ο καθαρισμός του περιβάλλοντος. Το 84 GW της αιολικής ενέργειας εγκατασταθεί στα τέλη του 2010 στην ΕΕ αποφεύγεται η εκπομπή 119 εκατομμύρια τόνους CO<sub>2</sub>. Επιπλέον, η αναμενόμενες επενδύσεις των 192 δισεκατομμυρίων στην αιολική ενέργεια 2011 - 2020 θα αποφύγει 85 δισεκατομμύρια ευρώ αξίας των εκπομπών CO<sub>2</sub> το κόστος των εκπομπών κατά τη διάρκεια της ίδιας περιόδου.

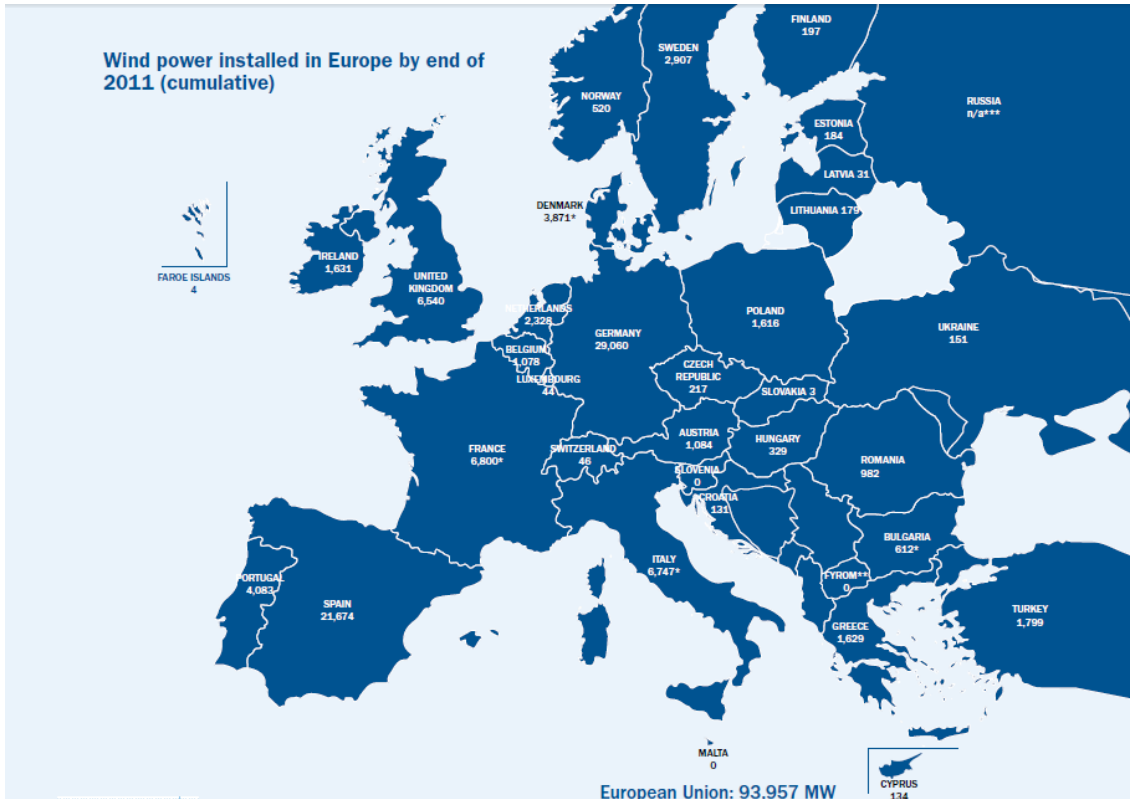
Τρίτο όφελος είναι η ενεργειακή ανεξαρτησία. Η Ευρώπη εισάγει σήμερα πάνω από το μισό της ενέργειας, ένας αριθμός που αναμένεται να αναρριχηθεί στο 70% μέσα στα επόμενα 20 έως 30 ετών. Η εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας μέχρι το τέλος του 2010, σε ένα σύνθητες έτος ανέμου, παράγει 5,3% του ηλεκτρισμού της Ευρώπης. Από 2011 έως 2020 η αιολική ενέργεια θα αποφύγει 138 δισεκατομμύρια ευρώ το οποίο θα είναι το κόστος των καυσίμων.



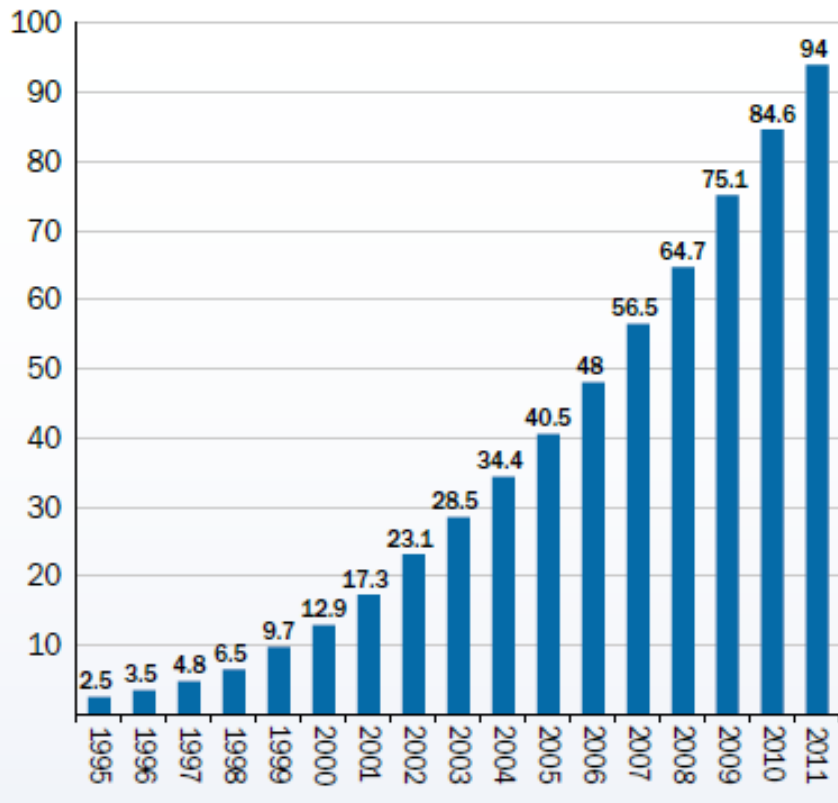
**Εικόνα 1.2:** Ποσοστό συνολικής κατανάλωσης αιολικής ενέργειας σε κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης  
 [Πηγή: <http://www.ewea.org>]

Η Δανία υπήρξε η πρώτη Ευρωπαϊκή χώρα που υιοθέτησε μια πετυχημένη πολιτική ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και παρέμεινε η κυρίαρχη χώρα αναφορικά με την παραγωγή ηλεκτρισμού από το την αιολική ενέργεια (εικόνα 1.2).

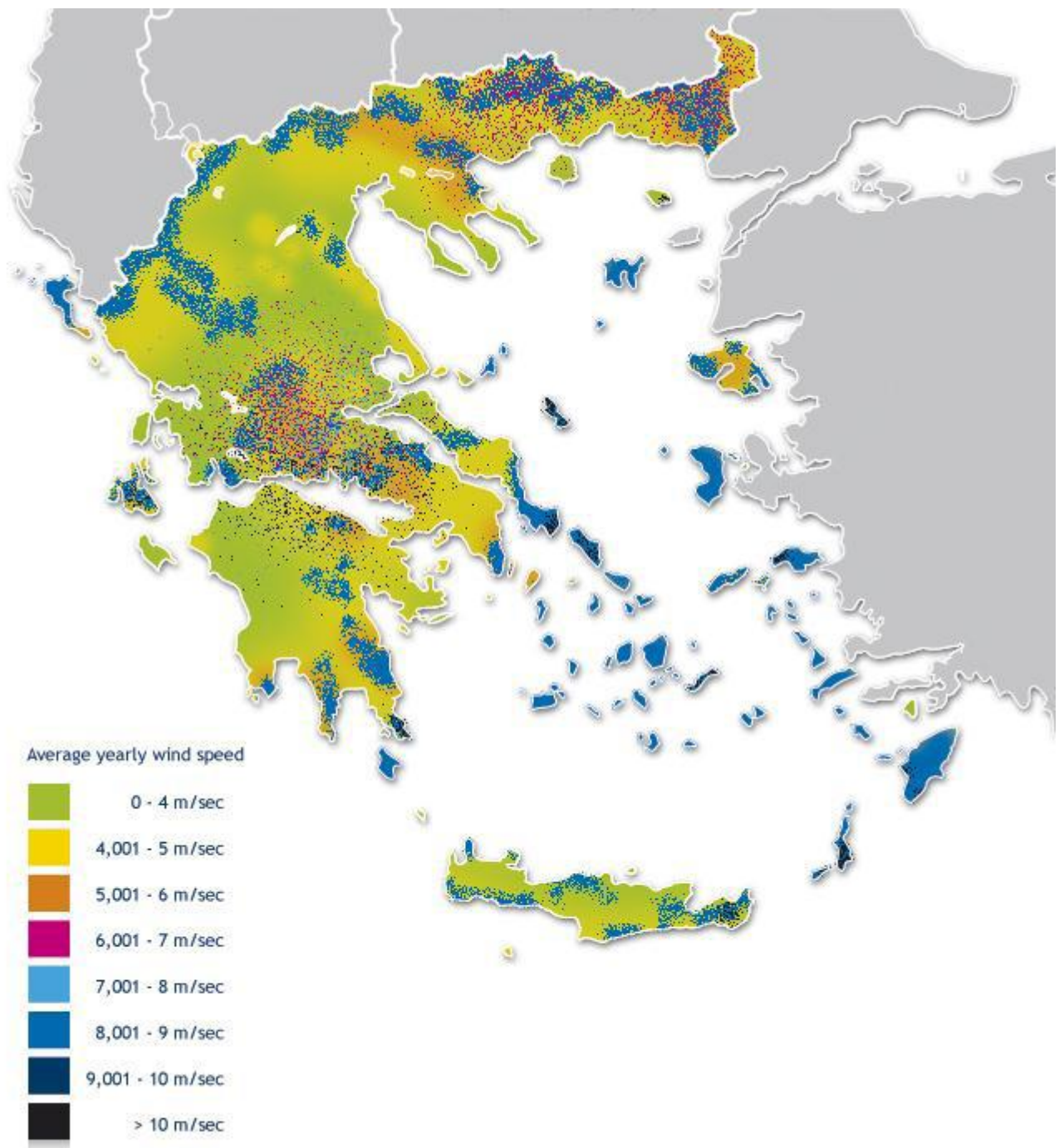
Στην Ευρώπη το 2011, 9,616 MW ισχύος αιολικής ενέργειας έχει εγκατασταθεί, δηλαδή συνολικά 93,957 MW (εικόνα 1.3) - αρκετά για να παρέχουν το 6,3% της ηλεκτρικής ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Εκπροσωπώντας το 21,4% της νέας δυναμικότητας, οι εγκαταστάσεις της αιολικής ενέργειας το 2011 ήταν πολύ παρόμοια με 9.648 MW του προηγούμενου έτους (2010). Η βιομηχανία αιολικής ενέργειας έχει μια μέση ετήσια αύξηση 15,6% σε σχέση με τα τελευταία 17 χρόνια (1995-2011) (εικόνα 1.4).



Εικόνα 1.3: Συνολική εγκατεστημένη αιολική ενέργεια στην Ευρώπη μέχρι το τέλος του 2011  
 [Πηγή: <http://www.ewea.org>]



Εικόνα 1.4: Αθροιστικές εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη (σε GW)  
 [Πηγή: <http://www.ewea.org>]



Εικόνα 1.5: Χάρτης αιολικού δυναμικού της Ελλάδας (ΚΑΠΕ)

## 1.2.3 Η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα και στην Κύπρο

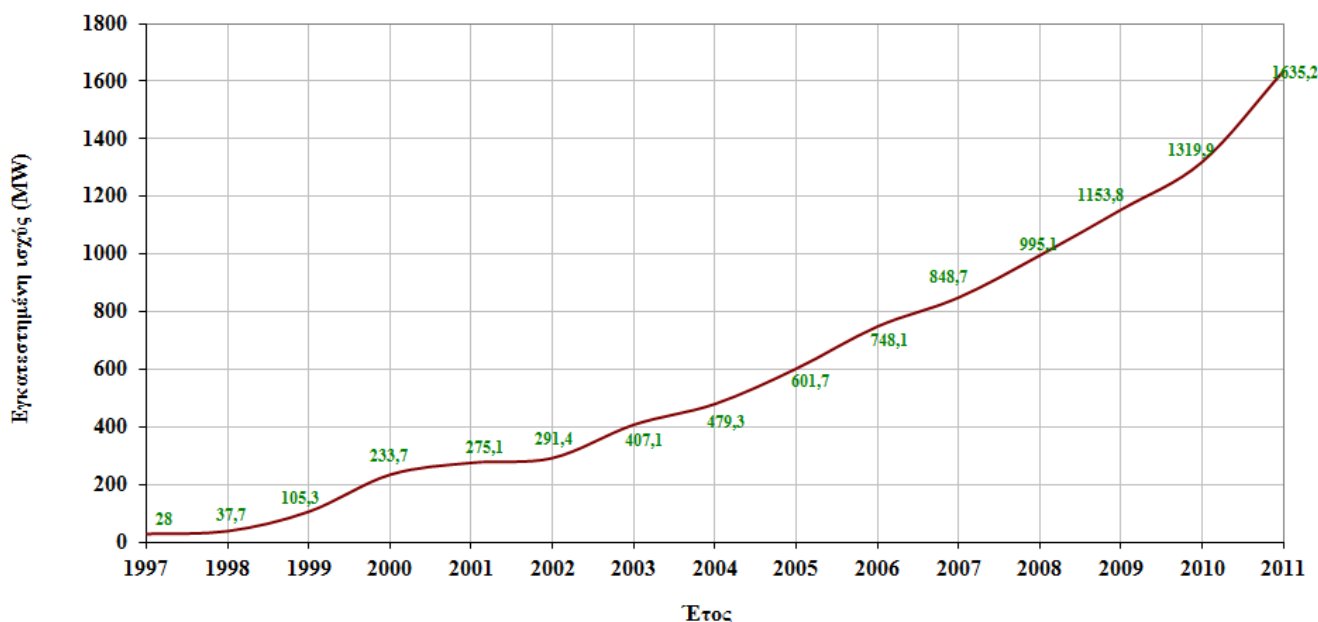
### Η Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών, και οι άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές, προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας.

Οι προσπάθειες για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 80, ως συνέπεια της πετρελαϊκής κρίσης της δεκαετία του 70, και το πρώτο αιολικό πάρκο εγκαταστάθηκε στη Κύθνο από τη ΔΕΗ. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, δόθηκε μεγάλη ώθηση για επενδύσεις ιδιωτών, και από τότε έχουν εγκατασταθεί δεκάδες αιολικά πάρκα σε πολλές περιοχές. Συγκεκριμένα, το πρώτο ιδιωτικό αιολικό πάρκο κατασκευάστηκε το 1998 στη Σητεία-Κρήτη.

Αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών, όπως την Κεφαλονιά, στην οποία έχουν εγκατασταθεί τρία και τα οποία τροφοδοτούν το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας με σύνολο 75,6 MW ηλεκτρικής ισχύος. Πρόσφατα τέθηκε και ένα νέο αιολικό πάρκο σε λειτουργία, ενώ ακόμη δύο είναι σε διαδικασία κατασκευής ή αδειοδότησης. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής (Αύγουστος) ανέρχονται σε 50MW. Η αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος που αποδίδει η Κεφαλονιά στο δίκτυο και της ισχύος που καταναλώνει είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας και σε πολλά ακόμη νησιά της επικράτειας.

#### Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα 1997-2011



Εικόνα 1.6: Εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα 1997-2011

Το εξαιρετικά υψηλό αιολικό δυναμικό της χώρας κατατάσσεται μεταξύ των πλέον ελκυστικών στην Ευρώπη, με απόδοση πάνω από 8 μέτρα/δευτερόλεπτο ή 2500 ώρες παραγωγής αιολικής ενέργειας, σε πολλά σημεία της χώρας. Εκτιμάται ότι σήμερα λειτουργούν περίπου 1400 MW από αιολικά πάρκα, και στόχος είναι να εγκατασταθούν 7500 MW μέχρι το 2020, από τα οποία τα 300MW αφορούν υπεράκτια αιολικά πάρκα.

Όμως, η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα, αντιμετωπίζει μέχρι τώρα αρκετά προβλήματα. Παρά τη σημαντική αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τα τελευταία χρόνια, είναι κοινά αποδεκτό ότι αυτή η αύξηση είναι πολύ μικρή δεδομένου του πλούσιου αιολικού δυναμικού της χώρας μας. Για παράδειγμα, ο στόχος της χώρας για το 2010 ως προς την ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια ήταν η εγκατεστημένη ισχύς να φτάσει περίπου τα 3500MW, ενώ στο τέλος του 2010 η πραγματικά εγκατεστημένη ισχύς ανήλθε μόλις στα 1320 MW.

Είναι φανερό ότι σε μια χώρα η οποία είναι αιολικά δυναμικά ευνοϊκή και στην οποία υπάρχουν αρκετές επενδυτικές προτάσεις, η ανάπτυξη των αιολικών πάρκων καθυστερεί σημαντικά, με αποτέλεσμα, ο στόχος να έχει πλέον μεταταθεί για το 2020 με εγκατεστημένη ισχύ που θα πρέπει να φτάσει περίπου τα 7500 MW. Παρόλο που η στήριξη στα ΑΠΕ από πλευράς επιδοτήσεων και ενισχύσεων υπήρξε πάντα ικανοποιητική στην Ελλάδα, η πολυπλοκότητα της αδειοδοτικής διαδικασίας και οι αποσπασματικές διοικητικές και θεσμικές παρεμβάσεις που έγιναν για την καταπολέμησή της, δεν έχουν φέρει ακόμη το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Επίσης, βασική τροχοπέδη στην εγκατάσταση μεγάλων ανεμογεννητριών στην Ελλάδα είναι η δυσκολία μεταφοράς και εγκατάστασης στις επιλεγείσες θέσεις, λόγω της φτώχης ή ανύπαρκτης υποδομής στις ορεινές κυρίως περιοχές όπου συνήθως καταγράφεται εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, καθώς επίσης και η έλλειψη σχετικής εμπειρίας από τους εγχώριους επενδυτές αλλά και τους χρηματοδότες τους, οι οποίοι μέχρι πρόσφατα έδειχναν να αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια να εγκαταστήσουν ανεμογεννήτριες μικρότερης μεν ισχύος, αλλά πιο τεκμηριωμένης λειτουργίας.

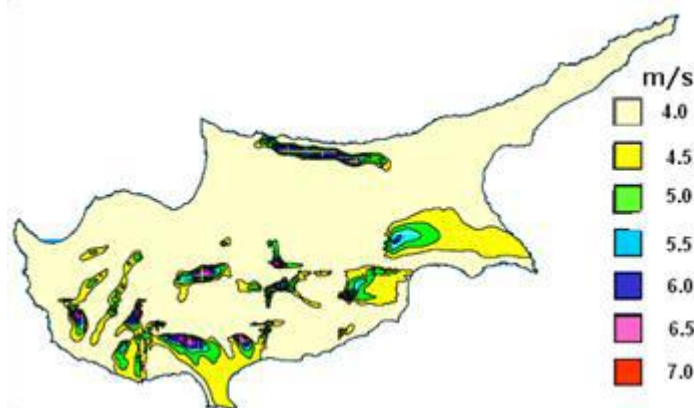
Ταυτόχρονα, γίνονται προσπάθειες να βρεθούν λύσεις που θα συμβάλλουν στην υπερπήδηση των εμποδίων που σήμερα τίθενται για την εγκατάσταση μεγάλων ανεμογεννητριών σε θέσεις με φτωχή υποδομή πρόσβασης. Ήδη μελετώνται η χρήση διαιρετών πτερυγίων, η επιτόπου κατασκευή ή η κατασκευή από εναλλακτικά υλικά βαρέων υποσυστημάτων όπως π.χ. οι πύργοι, καθώς και μέθοδοι εύκολης ανέγερσης ανεμογεννητριών, με στόχο τη μείωση των αναγκών για μεταφορά υποσυστημάτων εξαιρετικά μεγάλου μήκους (πτερύγια) ή βάρους (πύργοι). Με την επίτευξη παρόμοιων λύσεων από την επιστημονική κοινότητα αλλά και με την απόκτηση μεγαλύτερης λειτουργικής εμπειρίας από τις μεγάλες ανεμογεννήτριες εκτιμάται ότι και η Ελληνική αγορά θα προχωρήσει προς τη χρήση μεγάλων ανεμογεννητριών σε ευρεία κλίμακα.

## **Η Αιολική Ενέργεια στην Κύπρο**

Όλες οι ΑΠΕ είναι εξαιρετικά αναγκαίες και απαραίτητες για την Κύπρο, η οποία είναι εξ ολοκλήρου εξαρτώμενη από την εισαγωγή πετρελαιοειδών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της, γεγονός που καθιστά την Κύπρο ιδιαίτερα ευάλωτη στις αυξομειώσεις των τιμών πετρελαιοειδών στην διεθνή αγορά. Στόχος της κυβέρνησης της Κύπρου είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας να συνεισφέρουν στο ενεργειακό ισοζύγιο ποσοστό της τάξεως του 13% μέχρι το 2020.

Για την εκμετάλλευση του διαθέσιμου δυναμικού αιολικής ενέργειας στην Κύπρο, έχει αποδειχθεί ότι τα μεγάλα αιολικά συστήματα θα συνεισφέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας από όλες τις άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ. Αν και το αιολικό δυναμικό στην Κύπρο δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό, εντούτοις συγκεκριμένες περιοχές προσφέρονται για ανάπτυξη έργων εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας. Εκτιμάται ότι με μέση ταχύτητα ανέμου 5,4-5,8 m/s ένα αιολικό πάρκο μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμο. Σε μερικές περιοχές, η μέση ταχύτητα ανέμου είναι 5-6 m/sec και σε μεμονωμένες περιοχές φτάνει τα 6,5-7 m/s. Το εκτιμημένο αιολικό δυναμικό για την Κύπρο είναι 150-250MW.





Εικόνα 1.7: Χάρτης αιολικού δυναμικού της Κύπρου (ΚΑΠΕ)

Το πρώτο σημαντικό έργο στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και συγκεκριμένα της αιολικής ενέργειας, πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2010 με τη λειτουργία του πρώτου αιολικού πάρκου στην περιοχή Ορείτες στην Πάφο. Το έργο αυτό περιλαμβάνει 41 ανεμογεννήτριες τύπου VESTAS, ονομαστικής ισχύος 2MW η κάθε μία και εκτείνεται σε μια έκταση 16 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Οι 41 ανεμογεννήτριες έχουν δυνατότητα παραγωγής 82MW ηλεκτρικής ενέργειας ημερησίως και υπολογίστηκε πως θα κάλυπταν το 8% των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας της Κύπρου.

Ακολούθως, το Μάιο και Μάρτιο του 2012, δύο ακόμη αιολικά πάρκα έχουν δημιουργηθεί στην περιφέρεια της Λάρνακας, λόγω των υψηλών ανέμων που επικρατούν. Το ένα βρίσκεται στην περιοχή «Κλαυδιά», στο οποίο έχουν εγκατασταθεί 21 ανεμογεννήτριες δυναμικότητας 1,5MW η κάθε μία και έχει συνολική ισχύ 31,5MW, ενώ το δεύτερο βρίσκεται στην περιοχή «Αγία Άννα» και διαθέτει 10 Α/Γ δυναμικότητας 2MW έκαστη. Κατόπιν της λειτουργίας των 3 αιολικών πάρκων στην Κύπρο, τα οποία περιέχουν 72 ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 133,5 MW, διαφαίνεται ότι η απόδοση κυμαίνεται γύρω στο 18% έως 20%.

Στόχος της Κυβέρνησης είναι μέχρι το 2020 να εγκατασταθούν 300MW.

Χρόνος	2013-2014	2015-2016	2017-2018	2019	2020
Εγκατεστημένα MW	165	180	210	260	300

Σημαντική εξέλιξη επίσης, που μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα της ενέργειας στην Κύπρο, είναι η προσπάθεια δημιουργίας υποθαλάσσιου καλωδίου ηλεκτρικής ενέργειας ανάμεσα στα κράτη της Μεσογείου, για μεταφορά της ενέργειας μεταξύ Ισραήλ και ηπειρωτικής Ευρώπης μέσω Κύπρου και Ελλάδας. Η υλοποίηση αυτού του μεγαλεπήβολου έργου σε συνδυασμό με τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, μπορεί να οδηγήσει την Κύπρο εξολοκλήρου σε απεξάρτηση από τα εισαγόμενα συμβατικά καύσιμα και να λυθεί οριστικά η επάρκεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο με εγχώρια παραγωγή και έτσι να ανοίξουν νέοι ορίζοντες για εξαγωγή κυπριακού ρεύματος προς όλη την ΕΕ.

### 1.3 Εκτίμηση αιολικού δυναμικού

Σε αυτό το κεφάλαιο, εξετάζονται βασικές σχέσεις της φυσικής που έχουν σχέση με την ενέργεια και την ισχύ του ανέμου. Στη συνέχεια, βάση των σχέσεων της κινητικής ενέργειας και της διατήρησης μάζας γίνεται υπολογισμός της θεωρητικής αιολικής ενέργειας (χωρίς την εξέταση του

μετατροπέα). Ακόμη, υπολογίζεται το ποσοστό της αιολικής ενέργειας που μετατρέπεται σε μηχανική ισχύ. Τέλος, παρουσιάζεται η επίδραση της κατανομής Weibull στη ταχύτητα του ανέμου.

### 1.3.1 Θεωρητική εκτίμηση της αιολικής ενέργειας

Η κινητική ενέργεια μιας μάζας αέρα  $m$  που κινείται με μια ταχύτητα  $u$  μπορεί να εκφραστεί ως:

$$E = \frac{1}{2}mu^2 \quad (1.1)$$

Για μία συγκεκριμένη διατομή  $A$ , μέσω της οποίας ο αέρας με πυκνότητα  $\rho$  διέρχεται με ταχύτητα  $u$ , η ροή μάζας είναι:

$$\dot{m} = \frac{dm}{dt} = \rho u A \quad (1.2)$$

Οι εξισώσεις (1.1) και (1.2) που εκφράζουν την κινητική ενέργεια του κινούμενου αέρα και της ροής μάζας παράγουν το ποσό ενέργειας που περνά μέσω της διατομής  $A$  ανά μονάδα χρόνου. Αυτή η ενέργεια  $\dot{E}$  είναι φυσικά ίδια με την ισχύ  $P$ :

$$P = \dot{E} = \frac{1}{2}\dot{m}u^2 = \frac{1}{2}\rho Au^3 \quad (1.3)$$

Ο υπολογισμός της αιολικής ενέργειας που πραγματοποιείται ανά μονάδα επιφανείας είναι:

$$p = \frac{P}{A} = \frac{1}{2}\rho u^3 \quad (1.4)$$

### 1.3.2 Μέθοδος εκτίμησης μέσου αιολικού δυναμικού

Τελικά, για τον υπολογισμό του μέσου αιολικού δυναμικού  $\bar{p}$  για όλες τις διαθέσιμες μετρήσεις, χρησιμοποιήσαμε την ακόλουθη σχέση:

$$\bar{p} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i \quad (1.5)$$

όπου  $N$  είναι ο συνολικός αριθμός ανεμολογικών μετρήσεων.

### 1.3.3 Επίδραση της κατανομής Weibull

Είναι πολύ σημαντικό να γίνει κατανοητή η μεταβολή των ταχυτήτων του ανέμου στο πλαίσιο των μελετημένων/μετρούμενων χρονικών περιόδων δεδομένου ότι διέπει σημαντικά την παραγωγή ενέργειας. Εάν κάποιος μετρά την ταχύτητα του ανέμου καθ' όλη τη διάρκεια ενός έτους, μπορεί να παρατηρήσει ότι στις περισσότερες περιοχές οι ισχυροί θυελλώδεις άνεμοι είναι σπάνιοι, ενώ οι μέτριοι και ήπιοι (fresh) άνεμοι είναι αρκετά συνηθισμένοι. Η επίδραση αυτής της μεταβολής στην παραγωγή ενέργειας περιγράφεται στην παρούσα ενότητα (Wagner & Mathur, 2009).

Η ταχύτητα του ανέμου είναι μια στοχαστική ποσότητα. Η πιο κοινή συνάρτηση κατανομής που χρησιμοποιείται για αναπαράσταση της ταχύτητας ανέμου είναι η κατανομή *Weibull*, της οποίας η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας  $f(u)$  είναι:

$$f(u) = \frac{k}{A} \left(\frac{u}{A}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{u}{A}\right)^k} \quad (1.6)$$

για  $u > 0$ , όπου  $u$  είναι η ταχύτητα ανέμου,  $k$  είναι η παράμετρος που καθορίζει τη μορφή της καμπύλης και  $A$  είναι η παράμετρος που καθορίζει την κλίμακα της καμπύλης (βλέπε εικόνες 1.7 και 1.8, όπου το  $k$  είναι αδιάστατος όρος και το  $A$  έχει μονάδες  $m/s$ ).

Η αθροιστική συνάρτηση κατανομής της κατανομής *Weibull* δίνεται από την σχέση:

$$F(u) = P(U \leq u) = 1 - e^{-\left(\frac{u}{A}\right)^k} \quad (1.7)$$

Η παράμετρος  $A$  της εξίσωσης (1.6) συνδέεται με τη μέση ταχύτητα  $\bar{u}$  βάσει της σχέσης:

$$\bar{u} = A \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (1.8)$$

όπου με  $\Gamma$  συμβολίζεται η αριθμητική συνάρτηση *Γάμα* που ορίζεται από την σχέση:

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} e^{-t} dt \quad (1.9)$$

Επιπλέον για την συνάρτηση *Γάμα* ισχύει

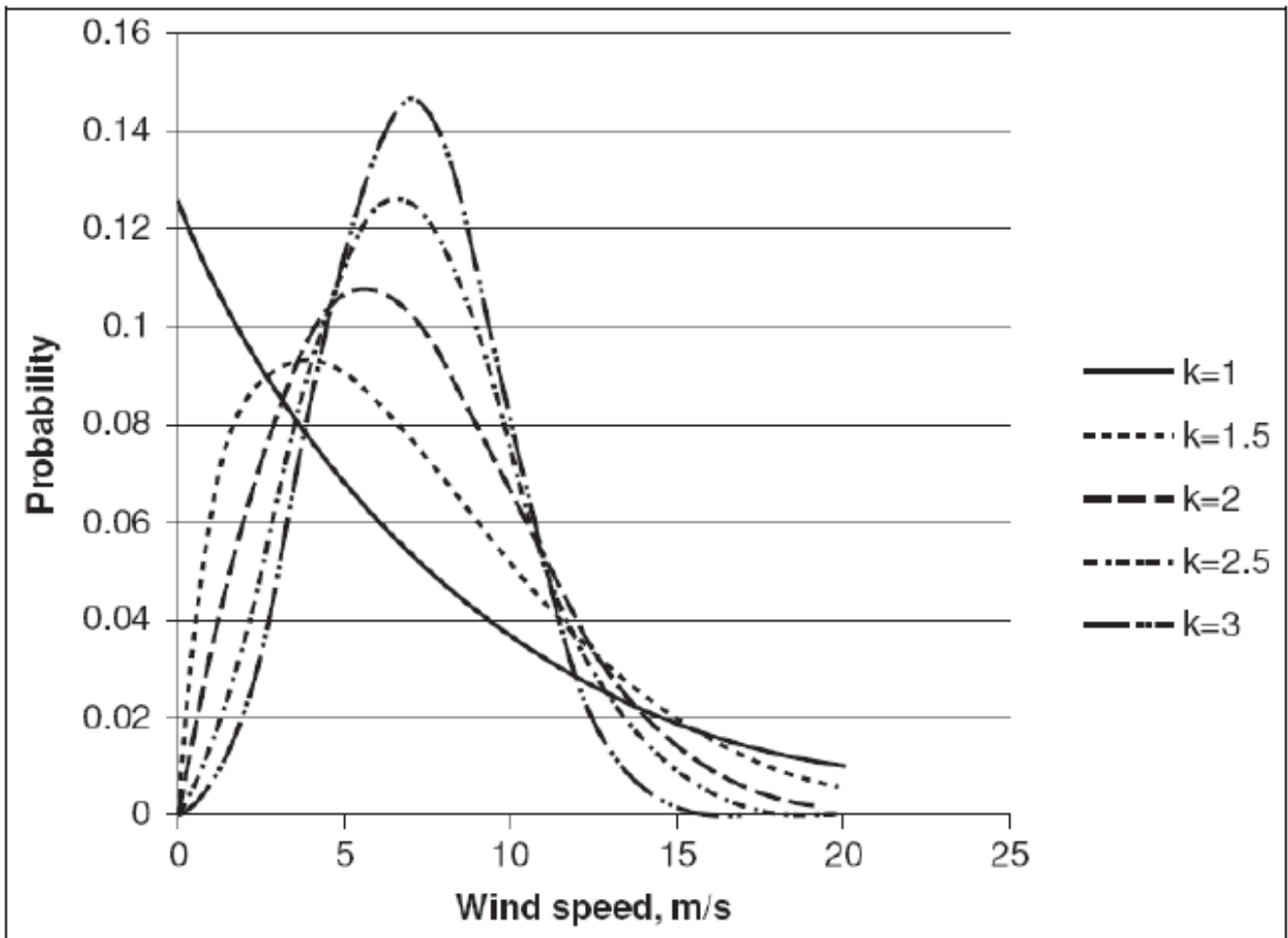
$$\Gamma(x+1) = x\Gamma(x), \quad x > 0 \quad (1.10)$$

Αντίστοιχα, η δεύτερη παράμετρος της κατανομής *Weibull*, δηλαδή η παράμετρος  $k$  είναι αντιστρόφως ανάλογη της διασποράς  $\sigma^2$  των ταχυτήτων του ανέμου ως προς τη μέση ταχύτητα, δηλαδή:

$$\sigma^2 = A^2 \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \left[ \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \right]^2 \right\} \quad (1.11)$$

Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερες τιμές του  $k$  εκφράζουν μικρότερη διασπορά των ταχυτήτων του ανέμου και συνεπώς μεγαλύτερη συγκέντρωση γύρω από η μέση τιμή της ταχύτητας.

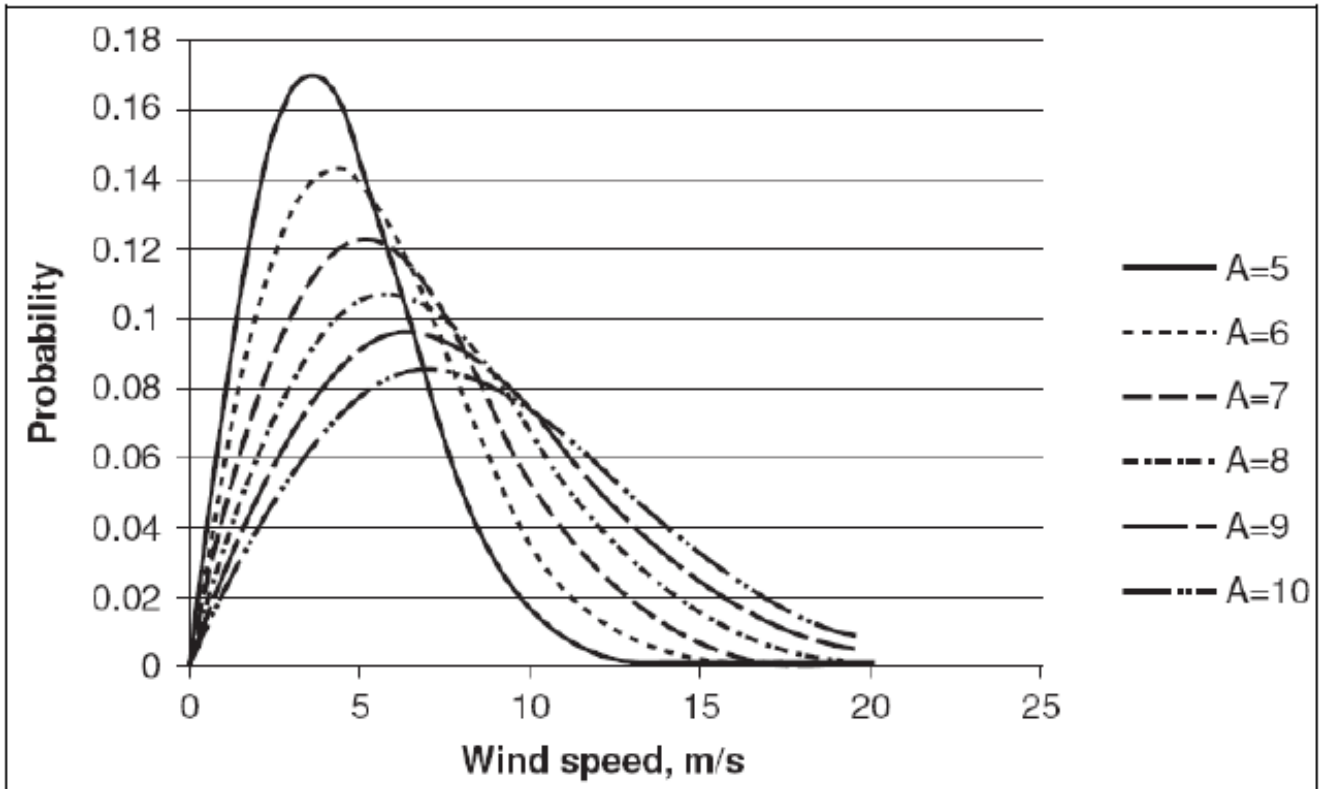
Η αντίστοιχη κατανομή *Rayleigh* είναι μια ειδική μορφή της κατανομής *Weibull* και προκύπτει από αυτή όταν ληφθεί  $k = 2$ .



Εικόνα 1.8: Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας Weibull για  $A=8$  m/s (Jain, 2011)

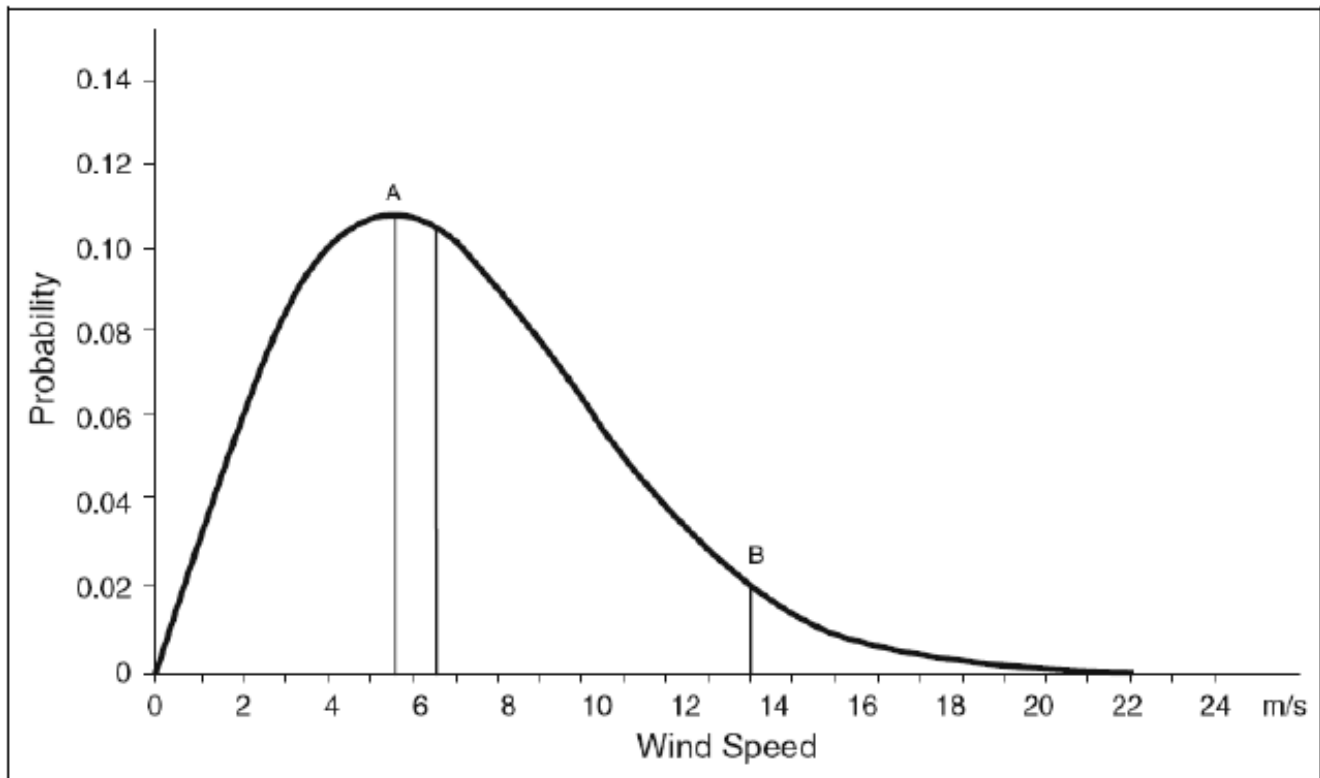
Η κατανομή Weibull ορίζεται μόνο για θετική τιμή της ταχύτητας του ανέμου. Οι άλλες ιδιότητες Weibull για τη διαφορετική τιμή του  $k$  είναι:

- $k = 1$ , η κατανομή Weibull γίνεται εκθετική κατανομή.
- $k = 2$ , η κατανομή Weibull γίνεται κατανομή Rayleigh (Εικόνα 1.9).
- $k > 3$ , η κατανομή Weibull πλησιάζει μια κατανομή Gauss.



Εικόνα 1.9: Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας Weibull για  $k=2$

Η διακύμανση του ανέμου για μια χαρακτηριστική περιοχή περιγράφεται συνήθως χρησιμοποιώντας την αποκαλούμενη κατανομή Weibull, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.9. Η συγκεκριμένη περιοχή έχει μια μέση ταχύτητα ανέμου  $7 \text{ m/s}$  και η μορφή της καμπύλης καθορίζεται για  $k = 2$ .



Εικόνα 1.10: Γράφημα κατανομής Weibull μεταξύ ταχύτητας ανέμου και πιθανότητας

Μπορεί να γίνει αντιληπτό ότι η παρούσα γραφική παράσταση είναι μια κατανομή πιθανότητας. Η περιοχή κάτω από την καμπύλη είναι πάντα ακριβώς 1, καθώς η πιθανότητα ότι ο άνεμος θα πνέει με κάποια ταχύτητα ανέμου πρέπει να είναι 100%.

Η μισή από την περιοχή είναι αριστερά της κάθετης μαύρης γραμμής στα 6,6 m/s και η άλλη μισή είναι στη δεξιά πλευρά του. Τα 6,6 m/s καλούνται διάμεσος της κατανομής όπως φαίνεται παρακάτω. Από την μία περιοχή στην άλλη, η τιμή της διαμέσου είναι διαφορετική. Για την μία περιοχή, σημαίνει ότι μισό χρόνο ο άνεμος θα πνέει λιγότερο από 6,6 m/s, ενώ το άλλο μισό θα πνέει γρηγορότερα από 6,6 m/s. Όπως μπορεί να δει κανείς, η μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου είναι ασύμμετρη. Μερικές φορές θα υπάρξουν πολύ υψηλές ταχύτητες ανέμου, αλλά είναι πολύ σπάνιο. Οι ταχύτητες ανέμου 5,5 m/s, από την άλλη πλευρά, είναι οι πιο συνηθισμένες. Η στατιστική κατανομή της ταχύτητας του ανέμου ποικίλλει από τόπο σε τόπο σε όλη την υδρόγειο, ανάλογα με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες, το τοπίο και την επιφάνειά της.

Η κατανομή Weibull μπορεί να ποικίλει από τόπο σε τόπο και στη μορφή της και στη τιμή της διαμέσου. Υπάρχουν δύο παράμετροι που καθορίζουν τη μορφή της καμπύλης της κατανομής Weibull, δηλαδή, η παράμετρος κλίμακας  $A$  και η παράμετρος μορφής  $k$ . Μια υψηλότερη τιμή της παραμέτρου κλίμακας σημαίνει ότι η κατανομή είναι κατανομημένη σε ένα ευρύτερο φάσμα και η πιθανότητα της μέσης ταχύτητας του ανέμου έχει υψηλότερη τιμή. Μια υψηλότερη τιμή της παραμέτρου μορφής (μεταξύ 2 και 3) σημαίνει ότι η κατανομή είναι πιο ασύμμετρη προς τις ταχύτητες υψηλότερου ανέμου, εάν η παράμετρος μορφής είναι μεταξύ 1 και 2, αυτό σημαίνει ότι η κατανομή είναι ασύμμετρη προς τις χαμηλότερες ταχύτητες, που δείχνουν μια μεγαλύτερη πιθανότητα των χαμηλότερων ταχυτήτων ανέμου. Φυσικά και οι δύο αυτές παράμετροι επηρεάζουν την κορυφή της καμπύλης της κατανομής, αλλά κάποια έχει σημαντική επιρροή στη μέση τιμή και η άλλη επηρεάζει πρώτιστα την ασυμμετρία της καμπύλης. Για μία ακριβή αίσθηση της καμπύλης και οι δύο  $8^{\alpha}$  πρέπει να εξετάζονται από κοινού.

Εάν η παράμετρος μορφής είναι ακριβώς 2, η κατανομή είναι γνωστή ως κατανομή Rayleigh. Οι κατασκευαστές ανεμογεννητριών δίνουν συχνά τους τυποποιημένα στοιχεία απόδοσης για τις μηχανήματα τους χρησιμοποιώντας την κατανομή Rayleigh (Wagner & Mathur, 2009).

Ο λόγος για τον οποίο πρόκειται να λαμβάνονται προσεκτικά οι ταχύτητες του ανέμου είναι η ενέργεια που περιέχουν. Η αιολική ενέργεια ποικίλλει με τον κύβο της ταχύτητας του ανέμου. Ο σχεδιασμός/επιλογή μιας ανεμογεννήτριας σύμφωνα με τη μαθηματική μέση ταχύτητα του ανέμου μπορεί να οδηγήσει σε μη κατάλληλη αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού στην περιοχή. Στην εικόνα 20, παρουσιάστηκαν δύο όροι ο  $A$  και ο  $B$ , ο ένας αντιστοιχεί στη μέγιστη ταχύτητα δηλαδή 5,5 m/s που έχει μια πιθανότητα 11% και ο άλλος με ταχύτητα 14 m/s που έχει μια πιθανότητα 2% μπορούν να συγκριθούν. Λόγω της εξάρτησης της ισχύος από τον κύβο της ταχύτητας, σε αυτές τις δύο ταχύτητες 5,5 m/s και 14 m/s, η διαφορά μεταξύ των κύβων τους, δηλαδή μεταξύ 166 και 2.744, είναι τεράστια. Γεγονός που σημαίνει ότι στην υψηλή ταχύτητα 14 m/s, περισσότερες από 16 φορές η ισχύς είναι διαθέσιμη αλλά μόνο κατά τη διάρκεια 2%, ενώ για μια μεγάλη διάρκεια 11% μόνο μικρή ποσότητας της ενέργειας είναι διαθέσιμη. Εάν η ανεμογεννήτρια επιλεγόταν σύμφωνα με την ταχύτητα ανέμου των 14 m/s, θα παρέμενε μη χρησιμοποιημένη δεδομένου ότι η πιθανότητα της παρουσίας μικρότερων ταχυτήτων ανέμου είναι πολύ μεγαλύτερη (Wagner & Mathur, 2009).

### 1.3.4 Προσδιορισμός των παραμέτρων $A$ και $k$

Η εξίσωση (1.7) μπορεί να γραφεί σαν:

$$\ln \{ \ln [1 - F(u)] \} = -k \ln A + k \ln u \quad (1.12)$$

Συνεπώς ο υπολογισμός των παραμέτρων  $k$  και  $A$ , που αντιστοιχούν στις μετρήσεις μιας περιοχής, μπορεί να γίνει με χρήση της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων προσαρμοσμένης στις μετρήσεις, δηλαδή:

$$y = a + bx \quad (1.13)$$

όπου:

$$x = \ln u \quad (1.14)$$

και

$$y = \ln \{ \ln [1 - F(u)] \} \quad (1.15)$$

Για την πληρότητα της ανάλυσης οι επόμενες δύο εξισώσεις εκφράζουν τις σχέσεις υπολογισμού των συντελεστών  $a$  και  $b$  της εξίσωσης των ελαχίστων τετραγώνων, βάσει των μετρημένων τιμών των μεταβλητών  $y$  και  $x$ . Συνεπώς, έχουμε ότι:

$$a = \frac{\left( \sum_{i=1}^n y_i \right) \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i \right)}{n \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (1.16)$$

και

$$b = \frac{n \left( \sum_{i=1}^n x_i y_i \right) - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{n \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (1.17)$$

Ακολούθως, έχοντας υπολογίσει τους συντελεστές  $a$  και  $b$  της εν λόγω ευθείας, είναι δυνατός ο υπολογισμός των παραμέτρων  $k$  και  $A$  βάσει των παρακάτω εξισώσεων:

$$A = e^{-\frac{a}{b}} \quad (1.18)$$

και

$$k = b \quad (1.19)$$

## Κεφάλαιο 2: Ανεμογεννήτριες

Ανεμογεννήτρια ονομάζεται η αιολική μηχανή που αποτελεί ανθρώπινη επιινόηση και η οποία μπορεί να θεωρηθεί εξελιγμένη μορφή του παλιού ανεμόμυλου και έχει σαν σκοπό την αξιοποίηση του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού της κινητικής ενέργειας του ανέμου μετατρέποντάς τη σε μηχανική ενέργεια και συνεπακόλουθα σε ηλεκτρική.

Ως, ηλεκτρικές γεννήτριες οι ανεμογεννήτριες είναι συνδεδεμένες σε ηλεκτρικό δίκτυο το οποίο περιλαμβάνει φόρτιση συστοιχιών συσσωρευτών, συστήματα δικτύων κατοικημένων περιοχών, δίκτυα σε απομονωμένες περιοχές ή νησιά, και μεγάλα δίκτυα κοινής ωφέλειας.

Λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος που παρουσιάζεται για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας και της τεχνολογικής εξέλιξης των τελευταίων δεκαετιών, εμφανίζονται διαφόρου τύπου ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες:

- Ανάλογα με τον προσανατολισμό του άξονα περιστροφής, διακρίνονται οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα.
- Ανάλογα με το μέγεθος και την ισχύ που παράγουν διακρίνονται σε μικρές, μεσαίες και μεγάλες ανεμογεννήτριες.
- Ανάλογα με τον αριθμό των πτερυγίων τους διακρίνονται σε μονοπτέρυγες και πολυπτέρυγες.
- Ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής τους διακρίνονται σε αργόστροφες και ταχύστροφες.

### 2.1 Κατηγορίες ανεμογεννητριών

Οι κυριότεροι τύποι ανεμογεννητριών ταξινομούνται κυρίως ανάλογα με τον τρόπο που εκμεταλλεύονται τον άνεμο. Οι δύο κύριες κατηγορίες είναι:

- Οριζόντιου Άξονα : Αυτού του τύπου ανεμογεννήτριες ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους.
- Κάθετου Άξονα : Σε αυτές τις ανεμογεννήτριες ο άξονας περιστροφής τους είναι κάθετος στην επιφάνεια του εδάφους και κάθετος στη κατεύθυνση του ανέμου.

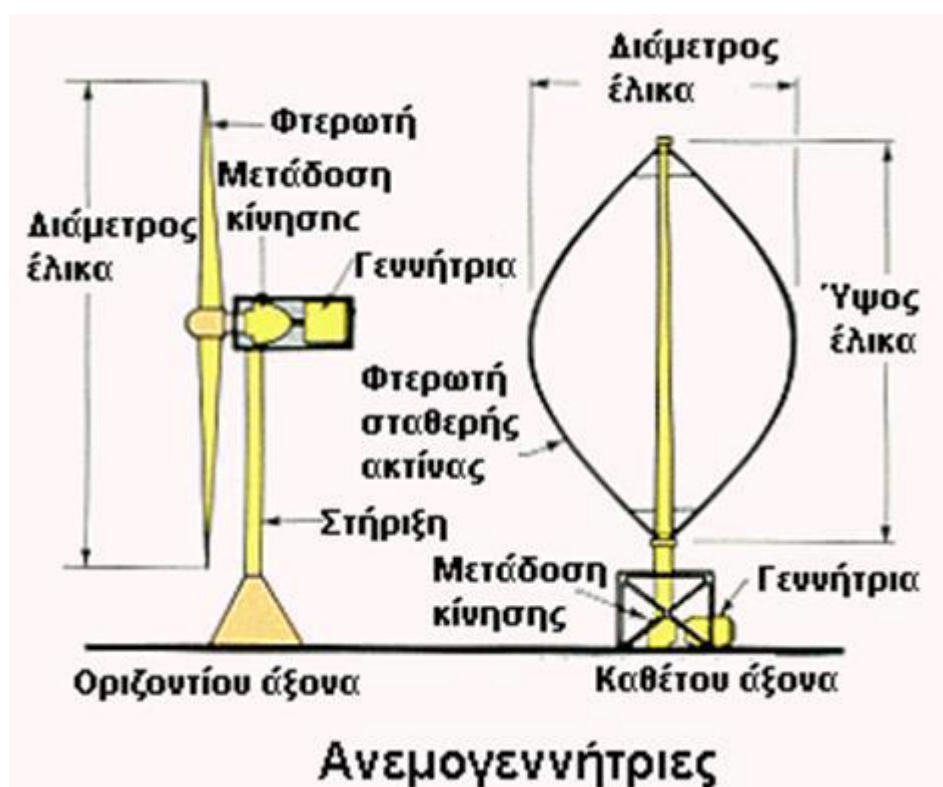
Συγκρίνοντας τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κάθετου άξονα βλέπουμε ότι οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα έχουν αυτόματη προσαρμογή στην κατεύθυνση του ανέμου σε κάθε χρονική στιγμή, σε αντίθεση με τους αεροκινητήρες οριζόντιου άξονα οι οποίοι απαιτούν τη χρήση ειδικών μηχανισμών προσανατολισμού στη διεύθυνση του ανέμου. Επίσης στις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα το κόστος κατασκευής τους είναι χαμηλότερο από το κόστος κατασκευής μιας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα λόγω απλούστερου σχεδιασμού, όπως επίσης είναι ασφαλέστερες διότι δεν υπάρχει ο κίνδυνος να σπάσει κάποιο πτερύγιο, ούτε κινούνται με την μεγάλη ταχύτητα στροφών που κινούνται οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα.

Αντίθετα, οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν πολύ υψηλή απόδοση σε σύγκριση με αυτές του κατακόρυφου άξονα (μια καλή μικρή ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα έχει μέση απόδοση 30%-40% ενώ κάθετου δεν ξεπερνά το 15%). Τέλος λόγω χαμηλότερων στροφών περιστροφής ανά λεπτό, οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα χρειάζονται πιο ισχυρούς ανέμους για να ξεκινήσουν την φόρτιση των συσσωρευτών από αυτές με οριζόντιο άξονα.



Ανάλογα με το μέγεθος και τη μηχανική ισχύ που παράγουν, δεν υπάρχουν αυστηρά κριτήρια διαχωρισμού των αεροκινητήρων. Αεροκινητήρες με ισχύ κάτω των 30KW χαρακτηρίζονται σαν μικροί, μεταξύ 30-300 KW χαρακτηρίζονται σαν μεσαίοι, ενώ οι αεροκινητήρες με ισχύ άνω των 300KW χαρακτηρίζονται σαν μεγάλοι. Υπάρχει ακόμη μια κατηγορία τους πολύ μεγάλους αεροκινητήρες με ισχύ άνω των 2MW.

Σήμερα έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα συνήθως με ένα ή δύο ή τρία πτερύγια σε ποσοστό της τάξεως 90%. Από τους τρεις τύπους έχουν επικρατήσει οι τρίπτερες ανεμογεννήτριες (με τρία πτερύγια) γιατί δεν χρειάζονται τόσο μεγάλη ταχύτητα ανέμου για να παράγουν το ίδιο ποσό ενέργειας από τις άλλες δύο κατηγορίες (δίπτερες και μονόπτερες).



Εικόνα 2.1: Οι δύο κύριοι τύποι ανεμογεννητριών

### 2.1.1 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

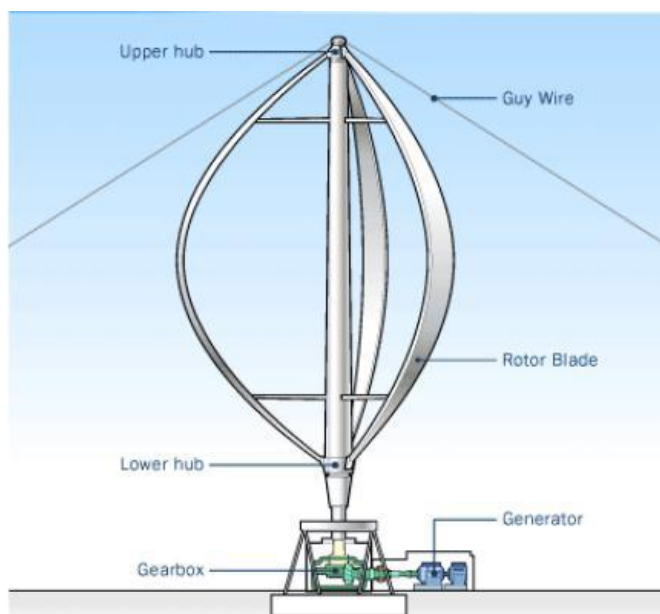
Οι μηχανές κατακόρυφου άξονα έχουν τον άξονα περιστροφής τους κάθετο στη διεύθυνση του ανέμου, και μπορούν να εκμεταλλεύονται τον άνεμο από όλες τις διευθύνσεις. Επίσης, σε συνθήκες μεταβολής του ανέμου, μπορούν να αντεπεξέλθουν καλύτερα από τις μηχανές οριζόντιου άξονα.

Έχουν καλή αεροδυναμική απόδοση, χαμηλό κατασκευαστικό κόστος και είναι σχετικά απλές κατασκευές, ενώ το γεγονός ότι η γεννήτρια και οι υπόλοιποι μηχανισμοί βρίσκονται κοντά στο έδαφος διευκολύνουν τη λειτουργία και συντήρησή τους. Τα κυριότερα μειονεκτήματά τους που τις καθιστούν εμπορικά μη ανταγωνιστικές, είναι ότι οι περισσότερες για να ξεκινήσουν χρειάζονται συνήθως υποβοήθηση, ενώ σε περιπτώσεις δυνατού ανέμου αν δεν ελεγχθούν σωστά, υπάρχει ο κίνδυνος της καταστροφής τους. Επίσης, ο δρομέας τους βρίσκεται πιο κοντά στο έδαφος, όπου οι ταχύτητες του ανέμου είναι μικρότερες σε αντίθεση με τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα οι οποίες είναι σε θέση να εκμεταλλεύονται μεγαλύτερες ταχύτητες του ανέμου όντας σε μεγαλύτερο ύψος.

Η απόδοσή τους είναι κατά μέσο όρο μικρότερη συγκρινόμενη με εκείνη των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα αφού σε κάθε περιστροφή του δρομέα, τα πτερύγια μπορεί να συναντούν αεροδυναμικά κενές περιοχές, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του όλου συστήματος. Ενώ οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα έχουν απόδοση που πλησιάζει το 50%, οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα έχουν στην καλύτερη των περιπτώσεων απόδοση λίγο μεγαλύτερη από 30% . Από πρακτικής πλευράς, οι μηχανές αυτού του είδους χρειάζονται καλώδια για να τις υποβαστούν, γεγονός που δεν είναι πρακτικό για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε καλλιεργήσιμες περιοχές.

Οι πιο γνωστοί τύποι ανεμογεννητριών κατακόρυφου άξονα είναι οι μηχανές Darrieus και Savonius , οι οποίες εφευρέθηκαν και παρουσιάστηκαν τις δεκαετίες του 1920 και 1930 και πήραν το όνομά τους από τον Γάλλο μηχανικό George Darrieus και τον Φιλανδό μηχανικό Sigard Savonius αντίστοιχα. Άλλοι τύποι αεροκινητήρων κατακόρυφου άξονα είναι οι musgrove, tornado, Lebost, προπετάσματος, πανεμόνιοι, gyromill, cyclonico κ.α.

Οι αεροκινητήρες Darrieus έχουν χαρακτηριστικό σχήμα C με τα πτερύγια να έχουν στις πλείστες περιπτώσεις σχοινοειδή μορφή για να ελαχιστοποιούνται οι καμπτικές τάσεις. Αποτελούνται συνήθως από 2 με 3 πτερύγια και λειτουργούν με τη βοήθεια των δυνάμεων δυναμικής άνωσης ενώ έχουν μεγάλο συντελεστή περιστροφής λ. Παρ' όλο που είναι οι πιο κοντινοί «αναπληρωτές» των αεροκινητήρων οριζόντιου άξονα , με δυνατότητα παραγωγής ισχύος του 1 MW, έχουν προβλήματα αξιοπιστίας λόγω των μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν. Οι μηχανές αυτού του τύπου δεν μπορούν να εκκινήσουν από μόνες τους, έτσι χρησιμοποιούν μια γεννήτρια ή έναν ανεμοκινητήρα Savonius εγκατεστημένο στην κορυφή του άξονα της σαν κινητήρα, για να μπορούν να φτάσουν στη ταχύτητα λειτουργίας τους. Επίσης, ειδικότερα, ο διπτέρυγος δρομέας παρουσιάζει έντονη κυκλική μεταβολή της αεροδυναμικής του ροπής με μεγάλες αποκλίσεις . Σε περίπτωση μεγάλων ταχυτήτων του ανέμου, ο αεροκινητήρα πρέπει να επιβραδυνθεί λόγω μεγάλης καταπόνησης του δρομέα από την περιστροφή. Η επιβράδυνση αυτή μπορεί να γίνει με αύξηση της αεροδυναμικής αντίστασης της πτερωτής, με φυγοκεντρική απελευθέρωση μιας επίπεδης πλάκας ή ενός τμήματος του δρομέα σε κάθετη θέση . Σήμερα, έχουν κατασκευαστεί διάφορες μορφές του αεροκινητήρα Darrieus, όπως οι Φ-Darrieus ,Δ-Darrieus, Y-Darrieus, O-Darrieus και H-Darrieus. Συγκεκριμένα για τις H-Darrieus, αναφέρεται ότι υπάρχουν πάνω από 30 εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες στον κόσμο, όλες όμως με ισχύ κάτω των 300KW.



**Εικόνα 2.2:** Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα τύπου Darrieus

Οι αεροκινητήρες Savonius είναι κατασκευές σχήματος ‘S’ (σε κάτοψη), οι οποίες εκμεταλλεύονται κυρίως την δύναμη της ιξώδους αντίστασης, ενώ στην παραγόμενη ισχύ μπορεί να συνεισφέρουν και κάποιες δυνάμεις άνωσης. Η περιστροφή του αεροκινητήρα Savonius οφείλεται κυρίως στη διαφορά πίεσης που ασκείται στη κοίλη και κυρτή επιφάνεια των 2 πτερυγίων, καθώς επίσης και στο γεγονός ότι ανάμεσα στα 2 πτερύγια υπάρχει ένα διάκενο το οποίο επιτρέπει στον αέρα να επιστρέφει και να αυξάνει την πίεση στο πίσω μέρος του κυρτού πτερυγίου, αυξάνοντας έτσι την ροπή που αναπτύσσεται γύρω από τον άξονα της μηχανής.

Αρχικά αυτού του τύπου ανεμογεννήτριες χρησιμοποιήθηκαν για μετρήσεις των καιρικών συνθηκών και για άντληση νερού. Έχουν το πλεονέκτημα της ευκολίας κατασκευής και του μικρού οικονομικού κόστους. Επίσης σε σύγκριση με τις μηχανές Darrieus, πλεονεκτούν στο γεγονός ότι δεν χρειάζονται υποβοήθηση για να ξεκινήσουν γιατί έχουν μεγάλη ροπή εκκίνησης. Το πρόβλημα που παρουσιάζεται στη χρήση τους, είναι η μικρή απόδοση που παρουσιάζουν οι μικρές τιμές της παραμέτρου περιστροφής ( $\lambda \sim 1$ ) για τις οποίες λειτουργούν, η μικρή αντοχή που έχουν σε μεγάλες ταχύτητες του ανέμου και το γεγονός ότι η στιβαρότητά τους πλησιάζει την μονάδα, πράγμα που σημαίνει ότι είναι βαριές κατασκευές σε σύγκριση με την ισχύ που παράγουν. Η απόδοσή τους στις περισσότερες περιπτώσεις δεν ξεπερνάει το 0.18, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις όπου ο συντελεστής απόδοσής τους μετρήθηκε κοντά στο 0.3. Η ισχύς που παράγουν είναι κάτω των 100W για αυτό και η χρήση τους προωθείται κυρίως για οικιακούς σκοπούς και για παραγωγή ενέργειας σε υποανάπτυκτες χώρες και απομακρυσμένες περιοχές.



Εικόνα 2.3: Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα τύπου Savonius

### 2.1.2 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα

Μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον αριθμό των πτερυγίων τους σε μονόπτερες, δίπτερες, τρίπτερες κλπ. Οι μονόπτερες έχουν το πλεονέκτημα του φθηνού οικονομικού κόστους, αλλά αντιμετωπίζουν προβλήματα ισορροπίας και οπτικής αποδοχής. Ανάλογα με το αν ο άνεμος συναντά πρώτα τον δρομέα ή τον θάλαμο με τη γεννήτρια διακρίνονται σε ανεμογεννήτριες ανάντη (upwind) και κατάντη (downwind) της ροής αντίστοιχα.

Βασικό χαρακτηριστικό των ανεμογεννητριών τύπου έλικας είναι η έντονη αεροδυναμική συμπεριφορά. Παλαιότερα τα πτερύγια των μηχανών τέτοιου τύπου ήταν πλατιά. Σήμερα κατασκευάζονται μηχανές με λεπτά πτερύγια για να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες ενέργειας που συμβαίνουν σε αυτά λόγω του ιξώδους του αέρα. Η γωνία που σχηματίζουν τα πτερύγια με τον άξονα περιστροφής τους, αποτελεί κατασκευαστικό χαρακτηριστικό για κάθε έλικα και καθορίζει την γωνία με την οποία ο άνεμος προσπίπτει πάνω στην έλικα.

Η θεωρητική απόδοση των ανεμογεννητριών τύπου έλικας, όπως επίσης και όλων των υπόλοιπων τύπων που δουλεύουν με παρόμοιο τρόπο, σύμφωνα με το κριτήριο του Betz είναι 59%. Δεν μπορεί να υπάρξει μεγαλύτερη τιμή από αυτή για το λόγο ότι υπάρχει περιορισμός στην ταχύτητα του ανέμου που διαπερνά την έλικα μιας ανεμογεννήτριας επειδή σύμφωνα με το θεώρημα διατήρησης μάζας ο άνεμος διατηρεί ένα μέρος της κινητικής του ενέργειας για να μπορεί να απομακρυνθεί από την ανεμογεννήτρια. Συνεπώς, δεν μπορούμε να έχουμε εκμετάλλευση της ολικής ποσότητας της αιολικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, για μια ιδανική έλικα, η ταχύτητα του ανέμου που διαπερνά την έλικα θα πρέπει θεωρητικά να είναι τουλάχιστο το 1/3 της ταχύτητας του ανέμου πριν την έλικα. Ένας ακόμα λόγος για τον οποίο δεν υπάρχει ολική εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας είναι η παράκαμψη που συμβαίνει από ένα μικρό ποσοστό της μάζας του αέρα όταν αυτή πλησιάζει τον δρομέα. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται με την εφαρμογή της εξίσωσης συνέχειας στο σημείο πριν και μετά τον δρομέα: Ο άνεμος επιβραδύνεται καθώς πλησιάζει τον δρομέα ενώ η πίεση αυξάνεται. Εφόσον όμως η μάζα του αέρα σε οποιαδήποτε απόσταση από την έλικα θα πρέπει να παραμείνει σταθερή, συνεπάγεται ότι θα πρέπει να αυξηθεί το εμβαδόν το οποίο καταλαμβάνουν οι γραμμές ροής του αέρα, προκαλώντας έτσι την παράκαμψη του μικρού ποσοστού αέρα που αναφέρθηκε πριν. Επίσης, η χρονική καθυστέρηση στρέψης του μηχανισμού προσανατολισμού της ανεμογεννήτριας στη διεύθυνση του ανέμου είναι ένας ακόμα παράγοντας που συντελεί στην μερική εκμετάλλευση της ισχύος του ανέμου.



Εικόνα 2.4: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα

### 2.1.2.1 Βασικά μέρη ανεμογεννήτριας

Μία τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα αποτελείται από τα παρακάτω βασικά μέρη:

**Δρομέας:** Αποτελεί ίσως το σημαντικότερο μέρος για τη σχεδίαση του όλου συστήματος. Στόχος είναι να βρεθεί ένας βέλτιστος συνδυασμός των διάφορων παραμέτρων που συνθέτουν το δρομέα: ταχύτητα περιστροφής, διάμετρος δρομέα, αριθμός πτερυγίων, κατανομή πλάτους πτερυγίου, κατάλληλη αεροτομή ή αεροτομές. Το κριτήριο επιλογής για το συνδυασμό αυτό, είναι η μεγιστοποίηση της

παραγόμενης ενέργειας. Συνήθως αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα. Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά, είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα τους. Το μήκος τους εξαρτάται από την απαιτούμενη ονομαστική ισχύ της μηχανής και το αιολικό δυναμικό της περιοχής εγκατάστασης τους. Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του δρομέα επιλέγεται έτσι ώστε ο λόγος ταχύτητας ακροπερυγίου προς την ονομαστική ταχύτητα του ανέμου να βρίσκεται στην περιοχή της βέλτιστης τιμής του αεροδυναμικού συντελεστή  $c_p$ .

**Σύστημα μετάδοσης της κίνησης:** Αποτελείται από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο ταχυτήτων (στις μεγάλες ανεμογεννήτριες), το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στην σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας.

**Σύστημα πέδησης:** Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ακινητοποίησης του δρομέα :

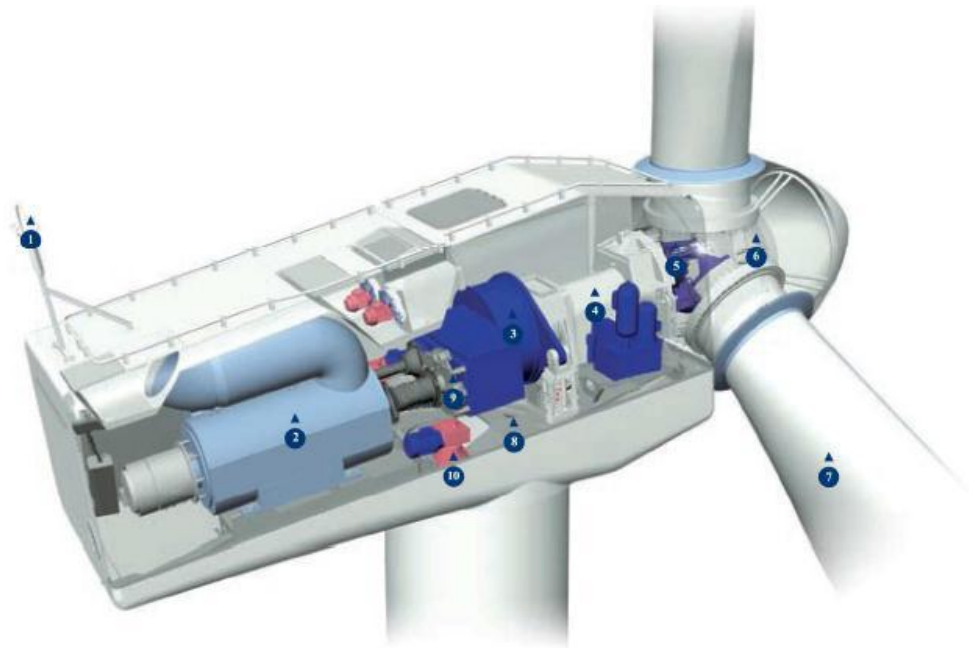
- Μεταβολή του βήματος του περυγίου ή του ακροπερυγίου
- Στροφή του ίδιου του δρομέα ώστε να γυρίσει σε διαφορετική κατεύθυνση από αυτήν του ανέμου
- Αύξηση της αεροδυναμικής αντίστασης του περυγίου με την ενεργοποίηση αεροπέδης
- Πέδηση του άξονα που πραγματοποιείται με δισκόφρενο τύπου ασφάλειας αστοχίας που ενεργεί αυτόματα στον άξονα.

**Ηλεκτρική γεννήτρια:** Ο μηχανισμός αυτός παράγει την ηλεκτρική ενέργεια όταν υπάρχει ικανοποιητικός αέρας για να περιστρέψει τα πτερύγια. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στο επόμενο στάδιο (είτε για αποθήκευση, είτε στο σύστημα διανομής, είτε για άμεση χρήση) χρησιμοποιώντας καλωδίωση. Υπάρχουν δύο δυνατές λύσεις, σύγχρονη ή ασύγχρονη γεννήτρια, η οποία συνδέεται με την έξοδο του κιβωτίου πολλαπλασιασμού των στροφών μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Η θέση τοποθέτησης της είναι στην κορυφή του πύργου της ανεμογεννήτριας. Συνήθως χρησιμοποιείται η ασύγχρονη γεννήτρια λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει όσον αφορά στο κόστος, στο βάρος, στην απλότητα κατασκευής, στην αξιοπιστία, στις ανάγκες συντήρησης, στην καλύτερη ποιότητα ισχύος και στις μεμονωμένες μηχανικές καταπονήσεις. Η σύγχρονη γεννήτρια, η οποία μειονεκτεί στα παραπάνω, χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου δεν υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο, δηλαδή σε αυτόνομα συστήματα με συσσωρευτές για την αποθήκευση της ενέργειας, αφού η προτιμώμενη ασύγχρονη γεννήτρια χρειάζεται να παίρνει ρεύμα μαγνήτισης από το δίκτυο.

**Σύστημα προσανατολισμού:** Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα απαιτούν έναν μηχανισμό (yaw control system) που να τις τοποθετεί προς την κατεύθυνση του ανέμου. Οι μικρές ανεμογεννήτριες έχουν συνήθως μια ουρά που τις περιστρέφει προς την σωστή κατεύθυνση. Οι μεγάλες μηχανές έχουν συνήθως έναν σερβοκινητήρα ο οποίος ελέγχεται από τον ανεμοδείκτη του ανεμογράφου και που τις προσανατολίζει στην κατεύθυνση της μέγιστης αιολικής δύναμης.

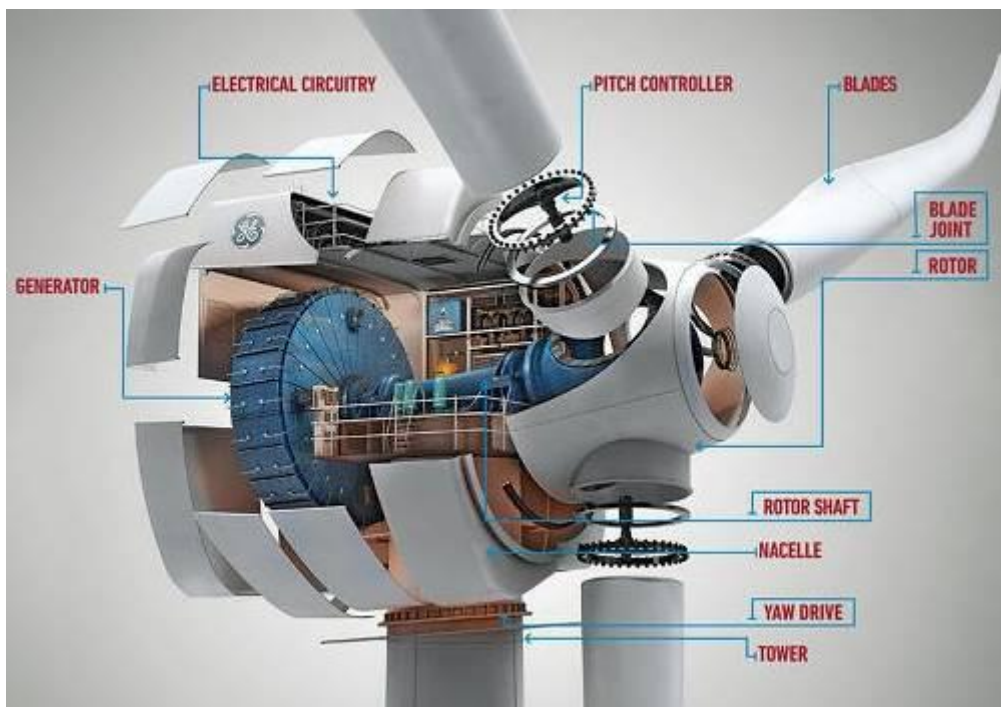
**Πύργος:** Ο πύργος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Δύο είναι οι κύριοι τύποι πύργων που έχουν επικρατήσει, ο σωληνωτός κι ο τύπου δικτυώματος. Ο δικτυωτός είναι ευκολότερος στην συναρμολόγηση κι ανάρτηση, ελαφρύτερος και φθηνότερος. Ο σωληνωτός, από την άλλη, είναι αισθητικά καλύτερος και το εσωτερικό του όταν πρόκειται για μεγάλες ανεμογεννήτριες είναι δυνατό να αποτελέσει και το θάλαμο στέγασης όλων των οργάνων της ανεμογεννήτριας, ενώ μπορεί να έχει εσωτερική σκάλα ή ανελκυστήρα για την πρόσβαση στο κουβούκλιο (νασέλα) στην κορυφή του.

**Πίνακας ελέγχου:** Βρίσκεται συνήθως τοποθετημένος στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί, συντονίζει κι ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη λειτουργία της.



1. Ανεμόμετρο
2. Ηλεκτρική γεννήτρια
3. Κιβώτιο ταχυτήτων
4. Κύριος άξονας
5. Σύστημα ρύθμισης βήματος πτερυγίου (pitch system)
6. Πλήμνη
7. Πτερύγιο
8. Έδραση μηχανής
9. Μηχανικό φρένο άξονα
10. Σύστημα προσανεμισμού νασέλας (yaw system)

Εικόνα 2.5: Βασικά μέρη νασέλας μιας μεγάλης ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα



Εικόνα 2.6: Τριδιάστατη απεικόνιση στοιχείων νασέλας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

### 2.1.2.2 Πύργος

Ο πύργος στηρίζει όλη την ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Οι πύργοι των ανεμογεννητριών μπορούν να καταταγούν σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Δικτυωτοί πύργοι
- Σωληνωτοί πύργοι μορφής ελευθέρου προβόλου
- Πύργοι τύπου λεπτής κολώνας που στηρίζονται σε επίτονα

Ιστορικά, οι δικτυωτοί πύργοι χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980. Έκτοτε, πήραν σαφές προβάδισμα οι σωληνωτοί πύργοι μορφής ελευθέρου προβόλου. Οι σωληνωτοί πύργοι είναι οι πιο συνηθισμένοι τύποι πύργων που χρησιμοποιούνται για τη στήριξη μεγάλων ανεμογεννητριών. Αυτού του είδους οι πύργοι έχουν κωνικό σχήμα και η διάμετρος τους αυξάνει πλησιάζοντας στη βάση, προκειμένου να επιτευχθεί εξοικονόμηση υλικού και για να αυξηθεί η αντοχή τους. Προτιμώνται ακόμη και για αισθητικούς λόγους. Τέλος, σε περιπτώσεις που η θερμοκρασία πέφτει κάτω του μηδενός, οι σωληνωτοί πύργοι παρέχουν προστασία από τον άνεμο στη φάση συντήρησής τους.



Εικόνα 2.7: Σωληνωτοί πύργοι

Οι δικτυωτοί πύργοι κατασκευάζονται με συγκόλληση χαλύβδινων διατομών και το βασικό τους πλεονέκτημα είναι το χαμηλότερο κόστος τους καθώς απαιτείται η μισή ποσότητα υλικού σε σχέση με τους σωληνωτούς, προκειμένου να κατασκευασθεί ένας πύργος με την ίδια ακαμψία. Από την άλλη, μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι είναι δύσκολες οι εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες. Κυρίως όμως αισθητικοί είναι οι λόγοι για τους οποίους δε χρησιμοποιούνται πλέον για την κατασκευή μοντέρνων και μεγάλων ανεμογεννητριών.

Τέλος, πολλές μικρές ανεμογεννήτριες στηρίζονται σε πύργους τύπου λεπτής κολώνας, η οποία όμως προσδέεται με συρματόσχοινα. Αυτού του τύπου οι πύργοι χρησιμοποιήθηκαν σε ορισμένες περιπτώσεις και για τη στήριξη μεγάλων ανεμογεννητριών κατά τη δεκαετία του 1980. Αυτοί έχουν

ένα σημαντικό πλεονέκτημα κόστους έναντι των άλλων τύπων δεδομένου ότι μπορούν να ανυψωθούν ή να χαμηλωθούν με τη βοήθεια μιας μηχανής ανύψωσης φορτίων, χωρίς την ανάγκη για γερανό. Επομένως, είναι δυνατή η συντήρηση του δρομέα και της ατράκτου στο έδαφος. Πάντως, απαιτούν μεγαλύτερο εμβαδό εδάφους λόγω της ανάγκης για αρκετά ευρεία εξάπλωση των επιτόνων, το οποίο μπορεί να αποτελεί μειονέκτημα εάν χρησιμοποιούνται μηχανές για καλλιέργειες γύρω από τις βάσεις των ανεμογεννητριών.

### **Πύργοι ανεμογεννητριών από σύνθετα υλικά**

Η αγορά της αιολικής ενέργειας, προσπαθώντας να επεκτείνει την εμβέλειά της, πιέζει για ανεμογεννήτριες μεγαλύτερου ύψους που θα εκμεταλλεύονται το ισχυρό αιολικό δυναμικό στα υψηλότερα υψόμετρα. Οι πύργοι πιθανόν να ξεπεράσουν το σημερινό πρότυπο ύψος των 80m για τουρμπίνες με ονομαστική ισχύ 3MW και να φτάσουν τα 100 με 150 μέτρα και τουρμπίνες από 5 έως 7MW, ειδικότερα σε υπεράκτια αιολικά πάρκα βαθέων υδάτων. Ως αποτέλεσμα, η χρησιμότητα των παραδοσιακών πύργων από χάλυβα ωθείται στα όρια της.

Πολλοί βλέπουν σε αυτό την ευκαιρία τα σύνθετα υλικά να αποτελέσουν μία ανταγωνιστική λύση. Ήδη, τα σύνθετα υλικά βρίσκουν όλο και περισσότερες εφαρμογές στις νασέλλες ανεμογεννητριών, στις καμπίνες και στα πετερύγια. Η βιομηχανία εκτιμά μάλιστα ότι πάνω από 80.000 τόνοι απαιτούνται ετησίως μόνο για λεπίδες πετερυγίων. Ωστόσο, η τεχνολογία των σύνθετων υλικών διαθέτει το δυναμικό να χρησιμοποιηθεί και στην κατασκευή του πύργου, μειώνοντας το συνολικό του βάρος και οδηγώντας έτσι σε σημαντική εξοικονόμηση στο κόστος ανέγερσης και στον τομέα των μεταφορών. Επιτρέπει, δηλαδή, την κατασκευή ελαφρότερου και πιο ανθεκτικού πύργου ανεμογεννήτριας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πιο απομακρυσμένες περιοχές -όπου τα προβλήματα μεταφοράς και ανέγερσης καθιστούν τη χρήση βαρέως εξοπλισμού δύσκολη- καθώς και σε υπεράκτιες περιοχές όπου η διάβρωση είναι μείζον πρόβλημα.

Πολλές ευρεσιτεχνίες έχουν κατατεθεί συμπεριλαμβανομένων δύο από την General Electric (Shenectady, Νέα Υόρκη) και μία από το πανεπιστήμιο της Manitoba (Winnipeg, Καναδάς).



**Εικόνα 2.8:** Δικτυωτός πύργος





Εικόνα 2.9: Σωληνωτός πύργος που στηρίζεται σε επίτονα

### 2.1.2.3 Θεμελίωση

Το θεμέλιο μιας ανεμογεννήτριας κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Προτιμάται η κατασκευή άκαμπτων θεμελίων με τετραγωνικό ή δακτυλιοειδές σχήμα. Για τη διαστασιολόγηση του θεμελίου συνήθως είναι κρίσιμοι οι έλεγχοι σε ευστάθεια. Για μεγάλες ανεμογεννήτριες έχει αποδειχθεί ότι το δακτυλιοειδές σχήμα είναι οικονομικότερο. Ένα σοβαρό θέμα είναι ο τρόπος σύνδεσης του θεμελίου με τον πύργο. Σήμερα εφαρμόζονται δύο μέθοδοι:

- Με αγκύρια υψηλής αντοχής (συνήθως 8.8) και ειδικά σώματα αγκύρωσης, τα οποία έχουν τοποθετηθεί με ειδικούς κλωβούς στερέωσης στο σώμα του θεμελίου πριν από τη χύτευσή του. Αυτός είναι και ο κλασικός τύπος σύνδεσης που χρησιμοποιείται και σε άλλες παρόμοιες κατασκευές όπως οι καμινάδες. Οι κοχλίες αγκύρωσης στις ανεμογεννήτριες προεντείνονται μερικά προκειμένου να βελτιωθεί η αντοχή τους σε κόπωση. Προκειμένου να είναι δυνατή η προένταση, τα αγκύρια περιβάλλονται εντός του θεμελίου με ειδικές επικαλύψεις που επιτρέπουν την ολίσθησή τους.
- Με την τοποθέτηση, εντός του σώματος του θεμελίου, κυλινδρικού σώματος αγκύρωσης, μήκους όσο περίπου το ύψος του θεμελίου και την ενσωμάτωσή του με το θεμέλιο. Η σύνδεση του πύργου με το θεμέλιο πραγματοποιείται μέσω φλατζωτής σύνδεσης τύπου L με πλήρως προεντεταμένους κοχλίες υψηλής αντοχής (συνήθως 10.9).



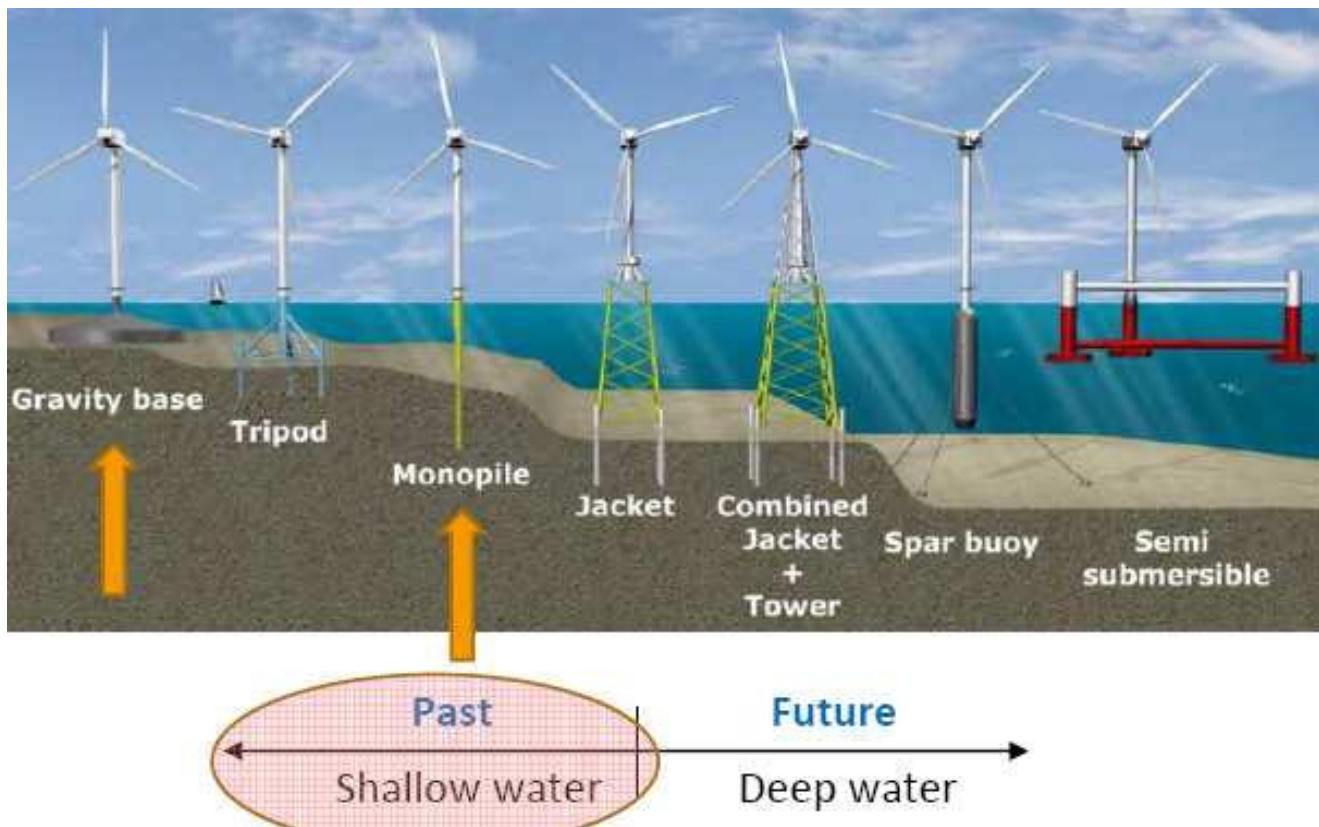
**Εικόνα 2.10:** Μορφή θεμελίωσης με αγκύρια υψηλής αντοχής



**Εικόνα 2.11:** Μορφή θεμελίωσης με τοποθέτηση, εντός του σώματος του θεμελίου, κυλινδρικού σώματος αγκύρωσης (εικόνα πριν την σκυροδέτηση)

## 2.2 Υπεράκτιες ανεμογεννήτριες

Η δομή των υπεράκτιων ανεμογεννητριών αποτελείται από δύο κύρια συστήματα υποδομής: το ρότορα και το σύστημα του πύργου. Το σύστημα του ρότορα απαρτίζεται συνήθως από τα τρία πτερύγια του ρότορα και την άτρακτο του κινητήρα, ενώ το σύστημα του πύργου περιλαμβάνει τον πύργο και τον τύπο έδρασης/θεμελίωσης. Οι τύποι των υπεράκτιων ανεμογεννητριών (Εικόνα 2.7) χαρακτηρίζονται από διαφορετικούς τύπους κατασκευών έδρασης ανάλογα με το βάθος και το τύπο του πυθμένα της θάλασσας ([www.aquaret.com](http://www.aquaret.com)).



Εικόνα 2.12: Τύποι υπεράκτιων ανεμογεννητριών (Frandsen 2009)

Για την επιλογή του κατάλληλου τύπου έδρασης των υπεράκτιων ανεμογεννητριών, εκτός από τα χαρακτηριστικά του ανέμου, σημαντικοί παράγοντες είναι: το βάθος του νερού, οι κυματικές συνθήκες, τα χαρακτηριστικά του πυθμένα της θάλασσας, η εγγύτητα στο ηλεκτρικό δίκτυο, η δυνατότητα σχηματισμού πάγου και η επίδραση στο θαλάσσιο περιβάλλον (Sathyajith, 2006).

Για τη στήριξη των υπεράκτιων αιολικών πάρκων χρησιμοποιήθηκαν διάφορες κατασκευές, κάθε μια από τις οποίες πληροί διαφορετικές προδιαγραφές και απαιτήσεις. Αρχικά, θα μπορούσαμε να τις κατηγοριοποιήσουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες σύμφωνα με τον τρόπο στήριξής τους, στις **σταθερές κατασκευές** και στις **πλωτές – αγκυρωμένες κατασκευές**.

### 2.2.1 Σταθερές Κατασκευές

Οι σταθερές κατασκευές είναι αυτές οι οποίες στηρίζονται στον πυθμένα της θάλασσας. Ως εκ τούτου απαιτείται προσδιορισμός της σχετικής αλληλεπίδρασης μεταξύ κατασκευής, θαλάσσιου περιβάλλοντος και εδάφους. Η θεμελίωσή τους γίνεται με:

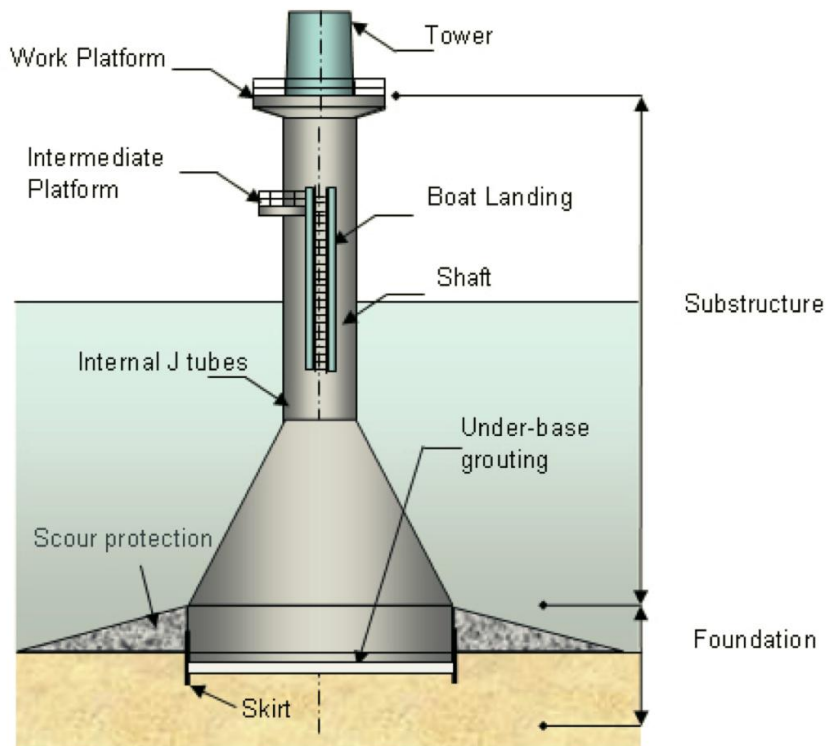
- Εδράσεις βαρύτητας (Gravity-based foundation)
- Εισχώρηση πασσάλων στο έδαφος (Piled)
- Αναρρόφηση (Suction/Bucket)

### 2.2.1.1 Βάσης Βαρύτητας (Gravity Base)

Η αρχή της έδρασης βαρύτητας βασίζεται στη χρήση της δύναμης της βαρύτητας. Οι κατασκευές βάσης βαρύτητας αποτελούνται από κιβώτια σκυροδέματος ή χάλυβα (Εικόνα 2.8) (Kaltschmitt et al, 2007). Στα περισσότερα από τα υπάρχοντα θαλάσσια αιολικά πάρκα έχουν κατασκευαστεί θεμελιώσεις βαρύτητας από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Αυτού του είδους οι κατασκευές παραμένουν στη θέση τους λόγω του βάρους της δομής τους και του έρματος που φέρουν. Έχουν ένα κεντρικό άξονα, είτε από χάλυβα είτε από σκυρόδεμα, στον οποίο στηρίζεται ο πύργος της ανεμογεννήτριας, και αυτός με τη σειρά του στηρίζεται σε μια μεγάλη επίπεδη βάση από σκυρόδεμα και χάλυβα, ικανή να αντιστέκεται στα φορτία που επιβάλλονται από τον άνεμο και τα κύματα. Η μορφή της εξαρτάται από την τοποθεσία εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας. Δεν χρειάζεται να γίνει διάτρηση του εδάφους, όμως αυτό θα πρέπει πρώτα να έχει προετοιμαστεί κατάλληλα. Εγκαθίστανται σε βάθη από 0m έως 25m και μπορούν να υποστηρίξουν ανεμογεννήτριες ισχύος έως και 5MW.

Μια νέα τεχνολογία, αντί του ενισχυμένου σκυροδέματος χρησιμοποιεί έναν κυλινδρικό σωλήνα από χάλυβα που τοποθετείται πάνω στο επίπεδο κιβώτιο χάλυβα στον πυθμένα της θάλασσας. Η κατασκευή βαρύτητας από χάλυβα είναι ελαφρύτερη από του σκυροδέματος. Όταν ολοκληρωθεί η έδραση της κατασκευής πρέπει να έχει μάζα γύρω στα  $10^6$  kg, η κατασκευή χάλυβα έχει μάζα μόνο  $8 \cdot 10^4$  kg με  $10^5$  kg για βάθος νερού 4 m και 10 m.



Εικόνα 2.13: Κατασκευή στήριξης τύπου βαρύτητας

Το σχετικά μικρό βάρος επιτρέπει στις φορτηγίδες την γρήγορη μεταφορά και έδραση των κατασκευών, χρησιμοποιώντας τον ίδιο γερανό που χρησιμοποιείται για την ανέγερση των τουρμπινών. Οι εδράσεις βαρύτητας γεμίζουν με ορυκτό ολιβίνης (olivine), ένα πολύ πυκνό μέταλλευμα, το οποίο δίνει το απαραίτητο βάρος στην θεμελίωση για να αντέξει στην πίεση του κυματισμού και του πάγου.

Το πλεονέκτημα της λύσης των κιβωτίων χάλυβα είναι ότι κατασκευάζονται στην ξηρά. Ακόμη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλους τους τύπους πυθμένα, αν και απαιτείται προετοιμασία των πυθμένων αυτών. Ο πυθμένας γύρω από τη βάση της θεμελίωσης θα πρέπει κανονικά να προστατευθεί από τη διάβρωση με την τοποθέτηση ογκόλιθων ή βράχων γύρω από τις άκρες της βάσης. Ο παράγοντας που καθορίζει την καταλληλότητα της βάσης και του βάρους της θεμελίωσης δεν είναι η τουρμπίνα, αλλά οι δυνάμεις πίεσης που της ασκούνται από το κυματισμό και τον πάγο (Lehmann,2007).

### 2.2.1.2 Μονού Πυλώνα (Monopile)

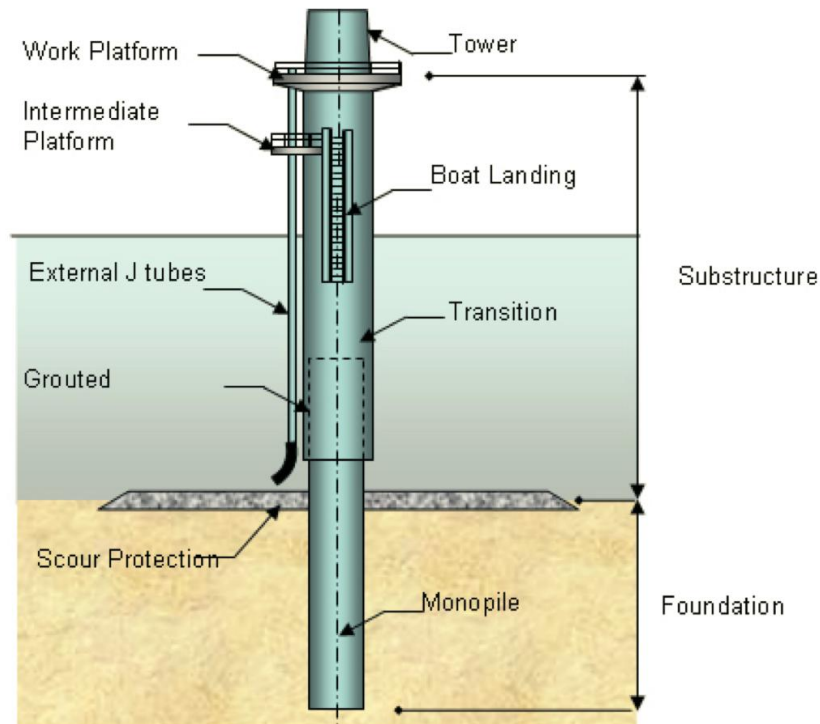
Πρόκειται για κατασκευές απλές στο σχεδιασμό τους, στις οποίες ο πύργος της ανεμογεννήτριας στηρίζεται είτε απευθείας, είτε μέσω ενός μεταβατικού τμήματος σε ένα συνήθως κυλινδρικό χαλύβδινο πάσσαλο, ο οποίος εισχωρεί στον πυθμένα της θάλασσας, έχει διάμετρο μεταξύ 3 m και 4.5 m και μάζα από 100 ως 400 t (Kaltschmitt et al,2007). Ο πυλώνας οδηγείται από 3.5 D μέχρι 8 D (όπου D είναι η διάμετρος του μονού πυλώνα) μέσα στον πυθμένα της θάλασσας ανάλογα με τον τύπο του υποστρώματος (Πίνακας 2.1) (Lehmann,2007).

Το ενδιάμεσο μεταβατικό κομμάτι που υπάρχει μεταξύ του πύργου και της έδρασης, χρησιμεύει ώστε να αφομοιώνει τις ανοχές από την κλίση του πυλώνα και να μειώσει το χρόνο συναρμολόγησης του πύργου στο υπεράκτιο περιβάλλον. Ο χαλύβδινος σωλήνας μεταφέρει με τη βοήθεια της κάθετης και παράπλευρης γήινης πίεσης όλα τα φορτία στο έδαφος. Οι κατασκευές μονού πυλώνα τοποθετούνται σε βάθη που κυμαίνονται από 0m έως 30m και μπορούν να υποστηρίξουν ανεμογεννήτριες ισχύος από 1MW έως 2MW.

Τύπος θαλάσσιου πυθμένα	Μήκος στερέωσης
Μέσος όρος	6 D
Συνεκτικός πηλός (Stiff clay)	3.5 D- 4.5D
Μαλακή ιλύς (Soft silt)	7 D-8 D

**Πίνακας 2.1:** Μήκος στερέωσης της κατασκευής θεμελίωσης μονού πυλώνα για διαφορετικούς τύπους θαλάσσιου πυθμένα (Lehmann,2007)

Η συγκεκριμένη έδραση δεν χρειάζεται ουσιαστικά καμία προετοιμασία του πυθμένα, αλλά το υλικό του θα πρέπει να είναι άμμος ή αμμοχάλικο προκειμένου να αποφευχθεί η ακριβή εργασία της γεώτρησης (Hau,2006). Αν ένας μεγάλος ογκόλιθος παρεμβάλλεται κατά την διάρκεια της έδρασης, είναι δυνατό να τρυπηθεί από το τρυπάνι και να ανατιναχθεί με εκρηκτικές ύλες (Lehmann,2007). Το μέγιστο βάθος νερού, μέχρι το οποίο η εγκατάσταση θεμελίωσης μονού πυλώνα είναι λογική φαίνεται να είναι τα 25 m (Kaltschmitt et al,2007).



Εικόνα 2.14: Κατασκευή στήριξης τύπου μονού πυλώνα

### 2.2.1.3 Τριπλού Πυλώνα (Tri-pile)

Ακολουθούν τη λογική σχεδίασης των κατασκευών μονού πυλώνα, με τη διαφορά ότι ο πύργος στηρίζεται, όχι σε ένα, αλλά σε τρεις πασσάλους που εισχωρούν κάθετα στον πυθμένα της θάλασσας. Πάνω από το νερό υπάρχει ένα μεταβατικό κομμάτι που συνδέει τους τρεις πυλώνες και πάνω σε αυτό τοποθετείται ο πύργος της ανεμογεννήτριας. Αυτού του είδους η κατασκευή δίνει μεγαλύτερη σταθερότητα στην ανεμογεννήτρια και μπορεί να μεταφέρει μεγαλύτερα φορτία και γρηγορότερα στον πυθμένα. Τοποθετούνται από 20m έως 40m βάθος.

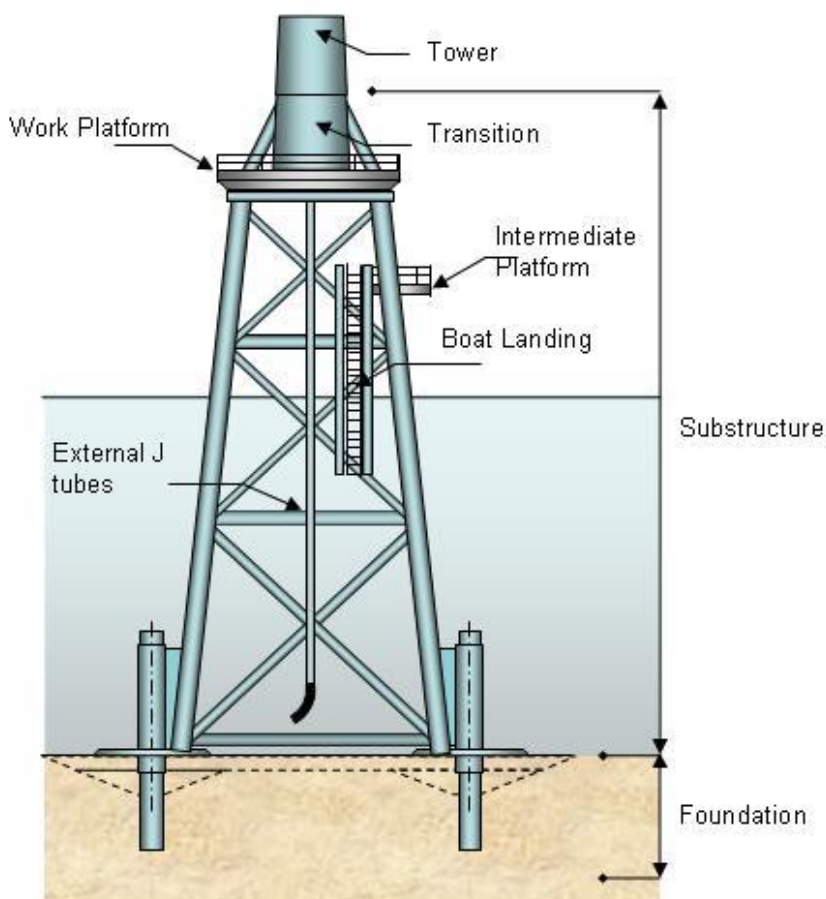


Εικόνα 2.15: Κατασκευή στήριξης τύπου τριπλού πυλώνα

#### 2.2.1.4 Μεταλλικοί Πύργοι (Jacket)

Πρόκειται για μεταλλικούς πύργους (χωροδικτύωματα), οι οποίοι προκατασκευάζονται, ρυμουλκούνται, ποντίζονται και θεμελιώνονται στον θαλάσσιο πυθμένα με συστήματα βαρύτητας ή με πασσάλους σε περιπτώσεις δυσμενών γεωτεχνικών συνθηκών. Αποτελούνται από κύρια κοίλα μέλη τα οποία συνθέτουν έναν πλαισιακό φορέα και από ενδιάμεσα δευτερεύοντα στοιχεία. Χρησιμοποιούνται για βάθη από 20m έως και 50m και μπορούν να υποστηρίξουν ανεμογεννήτριες ισχύος από 2MW έως 5MW.

Η συνολική εγκατάσταση της έδρασης Jacket προϋποθέτει την επιλογή ενός ανοιχτού χώρου στις αποβάθρες ως περιοχή συναρμολόγησης, προσωρινή επισκευή της στήριξης στο έδαφος, τοποθέτηση του πυλώνα του πύργου στην θεμελίωση και χρησιμοποίηση μπουλονιών για τη σύνδεση τους, ανύψωση του πυλώνα του πύργου, την καμπίνα, μεταφορά της πλήμνης και των πτερυγίων, ολοκλήρωση της συναρμολόγησης και της επισκευής βλαβών των ανεμογεννητριών στην ξηρά. Στη συνέχεια, ένας μεγάλος γερανός χρησιμοποιείται για να ανυψώσει την ανεμογεννήτρια και την προσωρινή στήριξη στο κάτω μέρος της ανεμογεννήτριας στο σκάφος. Το ρυμουλκό θα ρυμουλκήσει το σκάφος γερανών στο σημείο εγκατάστασης και το σκάφος γερανών ανυψώνει την ολοκληρωμένη ανεμογεννήτρια πάνω στην πλατφόρμα Jacket. Μετά την σύνδεση του πυλώνα του πύργου με μπουλόνια, η προσωρινή στήριξη μπορεί να αφαιρεθεί (Wang and Bai,2010).



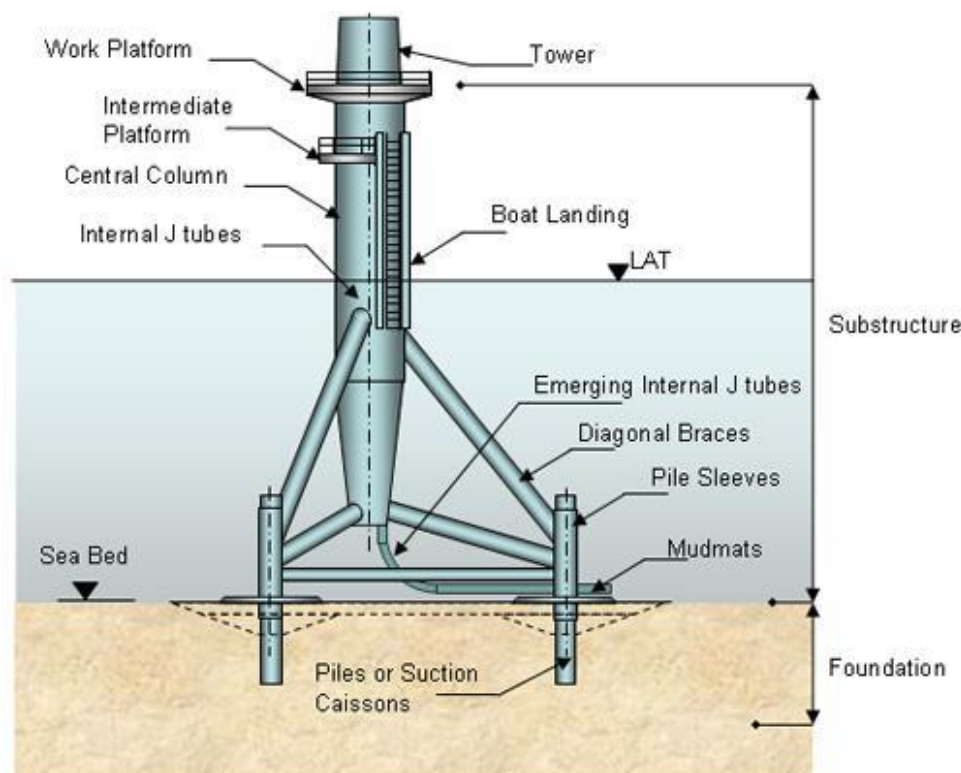
Εικόνα 2.16: Κατασκευή στήριξης τύπου Jacket

### 2.2.1.5 Τρίποδα (Tripod)

Το τρίποδο αποτελείται από ένα κύριο άξονα ο οποίος υποστηρίζεται από τρεις διαγώνιους συνδέσμους καθένας από τους οποίους οδηγεί και σε ένα πυλώνα που εισχωρεί στον πυθμένα της θάλασσας. Η κατασκευή αυτή δίνει καλή ευστάθεια και ακαμψία στην ανεμογεννήτρια. Είναι κατάλληλη για βάθη από 20m έως 50m.

Η έδραση τρίποδα βασίζεται στην εμπειρία που αποκτήθηκε από χαλύβδινες κατασκευές jackets τριπόδων με μικρό βάρος και αποτελεσματικών από πλευράς κόστους, που εγκαταστάθηκαν σε παράκτιες περιοχές που χρησιμοποιεί η βιομηχανία πετρελαίου. Ένα πλαίσιο χάλυβα συνδέεται με τον πύργο της ανεμογεννήτριας και μεταφέρει τις δυνάμεις από τον πύργο στους τρεις πυλώνες χάλυβα.

Η διάμετρος των θεμελιωμένων πυλώνων που αγκυρώνονται στο βυθό από την οδήγηση των πυλώνων, με διάτρηση και δονήσεις, ισοδυναμεί περίπου με 0,90m (Kaltschmitt et al,2007). Ανάλογα με τους αντίστοιχους τύπους υποστρώματος, το επιθυμητό βάθος διείδυσης στον πυθμένα ποικίλλει μεταξύ 10m και 20m (Hau,2006). Επιπλέον, απαιτείται ελάχιστη προετοιμασία της περιοχής όπου θα γίνει η εγκατάσταση (Lehmann,2007). Οι εδράσεις τρίποδα είναι καταλληλότερες για βάθη νερού που υπερβαίνουν τα 20m. Ο κύριος λόγος είναι ότι για βάθη μικρότερα των 7m, τα θαλάσσια σκάφοι μπορεί να συγκρουστούν στο πλαίσιο χάλυβα της θεμελίωσης (Kaltschmitt et al,2007).



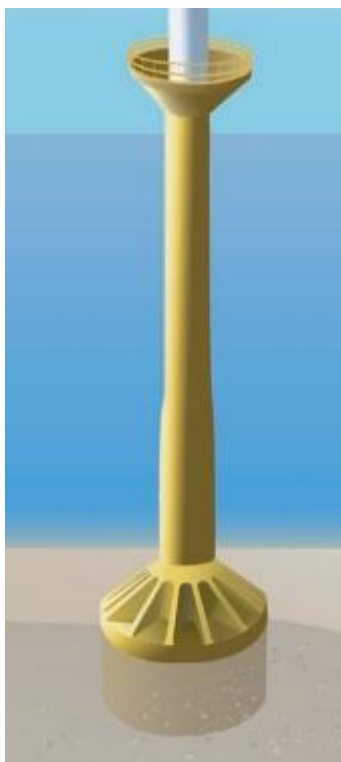
Εικόνα 2.17: Κατασκευή στήριξης τύπου τρίπόδου

### 2.2.1.6 Με εδράσεις κενού/αναρροφήσεως (Suction/Bucket)

Οι κατασκευές αυτές συγκαταλέγονται στην κατηγορία του μονού πυλώνα, αλλά διαφέρει ο τρόπος θεμελίωσής τους. Αποτελούνται από ένα κύριο, χαλύβδινο άξονα κωνικής μορφής, με το κάτω μέρος του να αποτελείται από κοιλότητες, δημιουργώντας διαμερίσματα περιμετρικά του άξονα. Όταν εγκαθίσταται, και το κάτω άκρο του κωνικού άξονα ακουμπά τον πυθμένα, αντλείται το νερό από την



εσωτερική κοιλότητα προς τα έξω. Έτσι, εμφανίζεται μια διαφορά πίεσης η οποία δημιουργεί μια δύναμη προς τα κάτω. Μόλις γίνει η εγκατάσταση της κατασκευής αφαιρούνται οι αντλίες και κάθε έξοδος σφραγίζεται με βαλβίδες. Η συμπεριφορά αυτών των κατασκευών μπορεί να θεωρηθεί ως ένας συνδυασμός βάσης βαρύτητας και θεμελίωσης πασσάλων. Η διαφορά αυτών των κατασκευών από όλες τις υπόλοιπες είναι πως δεν χρειάζεται να γίνει διάτρηση ή κάποια ειδική προετοιμασία του εδάφους. Επίσης, μπορεί να μετακινηθεί ή να αφαιρεθεί εύκολα αφήνοντας νερό να κατακλύσει τα διαμερίσματα δημιουργώντας διαφορά πίεσης που έχει σαν αποτέλεσμα την ανωστική δύναμη. Τοποθετούνται σε βάθη από 0 ως 25m.



Εικόνα 2.18: Κατασκευή στήριξης με εδράσεις κενού/αναρροφήσεως

## 2.2.2 Πλωτές Κατασκευές

Η ιδέα ενός υπεράκτιου πλωτού αιολικού πάρκου δόθηκε το 1972 από τον καθηγητή του *M.I.T.* *William E. Heronemus*.

Μια πλωτή κατασκευή υποστήριξης ανεμογεννήτριας διαφέρει από μια σταθερή, λόγω του ότι η στήριξη προέρχεται από το νερό και όχι από το έδαφος. Αποτελείται από μια επιπλέουσα πλατφόρμα και το σταθερό σύστημα που συγκρατείται. Η επαφή ωστόσο με το έδαφος γίνεται μέσω γραμμών αγκύρωσης όπου κρατούν την πλατφόρμα προσδεμένη στην θέση της.

Ο πλωτήρας πρέπει να παρέχει άνωση που θα μπορεί να υποστηρίξει το βάρος της ανεμογεννήτριας και να καταστέλλει σε ικανοποιητικό βαθμό τις κινήσεις πρόνευσης (pitch), περιστροφής (roll), και κατακόρυφης ταλάντωσης (heave).

Κύρια πλεονεκτήματα των πλωτών κατασκευών έναντι των σταθερών είναι ότι μια πλωτή κατασκευή:

- μειώνει σημαντικά το συνολικό βάρος της κατασκευής (άρα και το κόστος)
- μπορεί να συναρμολογηθεί επί ξηράς και να ρυμουλκείται μακριά από την ακτή
- μπορεί να εγκατασταθεί σε βάθη μεγαλύτερα των 50m
- επιτρέπει τοποθέτηση τόσο μακριά από τις ακτές ώστε να επωφελείται ισχυρότερων και σταθερότερων ανέμων
- είναι πιο φιλική προς το περιβάλλον γιατί μπορεί να απομακρυνθεί και να αποσυναρμολογηθεί χωρίς να αφήσει κανένα κατάλοιπο στην περιοχή χωροθέτησής της
- δέχεται μικρότερα φορτία από την επίδραση των κυμάτων

Η αγκυροβόληση των πλωτών πλατφόρμων γίνεται με δύο διαφορετικούς τρόπους. Με **συμβατικούς κλάδους αγκύρωσης** (catenary moorings) και με **συρματόσχοινα υπό προένταση** (taut-leg moorings).

Μειονέκτημα της αγκύρωσης με τους συμβατικούς κλάδους αγκύρωσης είναι ότι η κάθετη δύναμη στην άγκυρα είναι ανεπαρκής για να εξασφαλίσει ότι η πλατφόρμα δε θα ανατραπεί, κυρίως όταν το βάρος της ανεμογεννήτριας και οι οριζόντιες δυνάμεις ασκούνται σε μεγάλη απόσταση από το κέντρο άνωσης.

Πλεονέκτημα της αγκύρωσης με τεντωμένα συρματόσχοινα είναι το γεγονός ότι μπορεί να εξασφαλίσει περισσότερη ευστάθεια, καθώς έχει τη δυνατότητα να βυθίζει κάτω από το επίπεδο της θάλασσας ένα μεγάλο μέρος της κατασκευής. Επίσης, μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγαλύτερα βάθη έναντι της αλυσοειδούς αγκύρωσης που προτιμάται σε σχετικά ρηχά νερά.

Οι άγκυρες που χρησιμοποιούνται ώστε να σταθεροποιηθεί η κατασκευή μέσω των γραμμών αγκύρωσης, εξαρτάται από τις δυνάμεις που δέχεται η κατασκευή, το βάθος εγκατάστασης και την κατάσταση του πυθμένα. Οι κύριες κατηγορίες αγκυρών είναι οι εξής:

- Άγκυρες βαρύτητας (gravity-based anchor)
- Άγκυρες που εμφυτεύονται καθώς σύρονται (drag-embedded anchor)
- Άγκυρες πάσσαλοι (driven pile anchor)
- Άγκυρες αναρρόφησης (suction anchor)
- Άγκυρες που εμφυτεύονται με τορπίλη (torpedo embedded anchor)
- Άγκυρες οδηγούμενες από στύλο όπου απαιτείται η διάνοιξη οπής (drilled and grouted pile)

Υπάρχουν διαφορετικού τύπου πλωτές κατασκευές, η προέλευση των οποίων πηγάζει από τη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου. Κάθε μια από αυτές εφαρμόζεται ανάλογα με τις ανάγκες κατασκευής και το περιβάλλον εγκατάστασής τους.

Ωστόσο, οι πλωτές ανεμογεννήτριες μπορούν να τοποθετηθούν είτε σε πλωτήρες μιας ανεμογεννήτριας, είτε σε πλωτήρες πολλών ανεμογεννητριών. Σε αυτού του είδους τα πλωτά συστήματα ο πλωτήρας φέρει τουλάχιστον δύο ανεμογεννήτριες, ώστε να παρέχεται ευστάθεια και να μοιράζονται το κόστος αγκύρωσης. Όμως δέχονται μεγάλα φορτία κυματισμού και παρουσιάζουν υψηλό κόστος στήριξης.

Αντίθετα, ο πλωτήρας μιας ανεμογεννήτριας εμφανίζει περισσότερα πλεονεκτήματα καθώς είναι πιο απλός στο σχεδιασμό του, μπορεί να τυποποιηθεί η κατασκευή του, παρουσιάζει σημαντικό έλεγχο της περιστροφικής του κίνησης καθώς έχει και χαμηλότερες κατασκευαστικές απαιτήσεις. Το μόνο μειονέκτημα του είναι πως απαιτεί ξεχωριστό κόστος για το σύστημα αγκύρωσής του.

Οι κύριες κατηγορίες πλωτών κατασκευών που μπορούν να υποστηρίξουν μια ανεμογεννήτρια είναι οι εξής:

- Κατασκευές Spar-Buoy
- Κατασκευές Ημιβυθισμένης Πλατφόρμας (Barge)
- Κατασκευές TLP (Tension Leg Platforms)

### 2.2.2.1 Κατασκευές Spar-Buoy

Αυτού του είδους οι κατασκευές αποτελούνται από ένα μεγάλο κυλινδρικό σωλήνα ο οποίος βρίσκεται σε κατακόρυφη θέση και επιπλέει λόγω των μεγάλων ποσοτήτων αέρα που υπάρχουν στην κορυφή του και του έρματος που φέρει στο κάτω μέρος του, για να χαμηλώσει το κέντρο βάρους του κάτω από το κέντρο πλευστότητας και αγκυροβολείται είτε με συμβατικούς κλάδους είτε με συρματόσχοινα υπό προένταση. Το πλεονέκτημα τους σε σχέση με άλλες πλωτές κατασκευές είναι η μικρή τους ίσαλος και έτσι δεν είναι τόσο ευαίσθητες σε κινήσεις που οφείλονται σε κυματισμούς. Το μόνο μειονέκτημά τους είναι πως γέρνουν ελαφρά λόγω των φορτίων που δέχονται από τον άνεμο και τα κύματα, φαινόμενο το οποίο απαλείφεται με αύξηση του έρματος.



Εικόνα 2.19: Πλωτή κατασκευή τύπου Spar-Buoy

### 2.2.2.2 Κατασκευές Barge

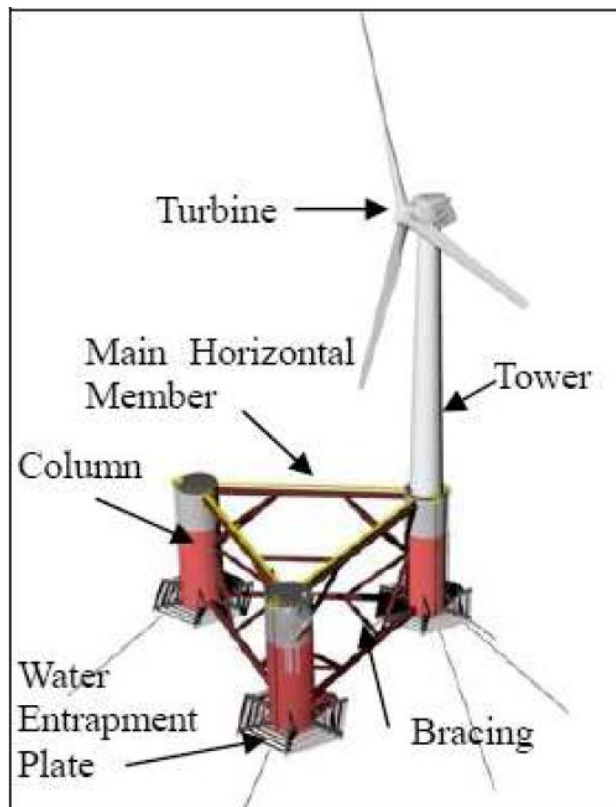
Οι κατασκευές αυτές είναι γνωστές ως ημιβυθισμένες πλατφόρμες. Αποτελούνται από μια φορτηγίδα η οποία αγκυρώνεται με συμβατικούς κλάδους. Αυτά συμβάλλουν στο να περιορίσουν τις κινήσεις του πλωτήρα. Βασικό τους πλεονέκτημα είναι πως κατασκευάζονται και συναρμολογούνται πλήρως στην ξηρά και ρυμουλκούνται μέχρι το σημείο εγκατάστασής τους.

Μια ημιβυθισμένη πλατφόρμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πλωτή δομή έδρασης για ανεμογεννήτριες (multi-megawatt), καλείται επίσης WindFloat. Το σχέδιο WindFloat που περιγράφεται παρακάτω είναι βασισμένο επί του παρόντος στις διαθέσιμες ανεμογεννήτριες των 5 MW με σκοπό την δημιουργία ενός θαλάσσιου αιολικού πάρκου 150 MW στη δυτική ακτή της Πορτογαλίας σε βάθος νερού 80 m.

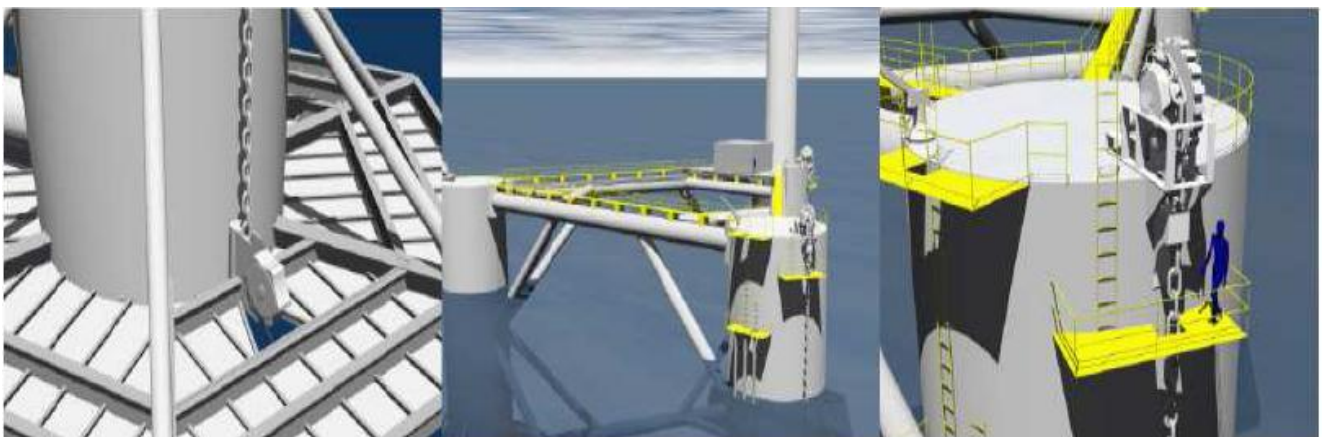


**Εικόνα 2.20:** Καλλιτεχνική απόδοση του ΘΑΠ 150MW WindFloat (Cermelli et al.,2010)

Τα κύρια τμήματα της πλατφόρμας WindFloat (βλέπε εικόνα 2.15 και 2.16), περιγράφονται εν συντομία: υπάρχουν τρεις κατακόρυφες κυκλικές κολόνες αλληλοσυνδεδεμένες με οριζόντια σωληνοειδή μέλη και bracing. Οι κολόνες είναι σκληρού περιβλήματος κατασκευές με δοκούς δακτύλιο και κάθετα ενισχυτικά ελάσματα. Μία πλάκα παγίδευσης-νερού (water-entrapment plate) βρίσκεται στη βάση των κολόνων και εκτείνεται οριζόντια προς τα έξω. Είναι κατασκευασμένη από σκληρές πλάκες με ακτινωτά ενισχυτικά ελάσματα στερεωμένα στη βάση των κολόνων και υποστηρίζεται από τις κάθετες ενισχύσεις (bracing) συνδέοντας το εξωτερικό άκρο της πλάκας με τις κολόνες. Η πλάκα παγίδευσης-νερού αυξάνει στη πλατφόρμα την πρόσθετη-μάζα και την απόσβεση του πλάτους ταλάντωσης. Αποτελεί βασικό συστατικό υδροδυναμικής απόδοσης της πλατφόρμας. Ο πύργος της ανεμογεννήτριας τοποθετείται σε μια από τις κολόνες. Τα περύγια του ρότορα και η άτρακτος είναι σταθερά στην κορυφή του πύργου. Το ύψος της πλήμνης είναι 80m πάνω από τη μέση στάθμη του νερού. Η πλατφόρμα είναι αγκυρωμένη στο βυθό της θάλασσας με τέσσερις έως έξι γραμμές αγκύρωσης. Υπάρχει μια πολύ μικρή γέφυρα μεταξύ των κολόνων που χρησιμοποιείται για συντήρηση ορισμένου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, ο οποίος είναι πρακτικότερο να ρυθμιστεί και να συντηρηθεί στο κατάστρωμα της γέφυρας παρά στο εσωτερικό του πύργου.



Εικόνα 2.21: Βασικά τμήματα της WindFloat



Εικόνα 2.22: Water-entrapment plate (αριστερά), deck layout (κέντρο), top of column (δεξιά)

Ένα ενεργό σύστημα έρματος νερού είναι εγκατεστημένο στην πλατφόρμα για να μεταφέρει το νερό μεταξύ των κολόνων ώστε να αντισταθμίσει τη μεταβολή της ροπής ανατροπής λόγω της αλλαγής στη μέση ταχύτητα ανέμου ή κατεύθυνση. Το σύστημα έρματος δεν έχει καμία σύνδεση σωληνώσεων εξωτερικά για να ελαχιστοποιήσει τους κινδύνους που συνδέονται με τη δυσλειτουργία της σταθεροποίησης του εξοπλισμού (ballasting equipment). Το σύστημα έρματος σχεδιάζεται μόνο για να αντισταθμίσει τη μέση ροπής ανατροπής. Έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει μέχρι 200 τόνους ενεργού νερού έρματος σε περίπου 30 λεπτά χρησιμοποιώντας δύο ανεξάρτητες πορείες ροής με περιττή ικανότητα άντλησης. Ένα ενεργό διαμέρισμα έρματος βρίσκεται στον άνω μισό της κάθε. Η

WindFloat όπως περιγράφεται η διαμόρφωση της παραπάνω, έχει τις διαστάσεις που αναφέρονται στον πίνακα 2.2.

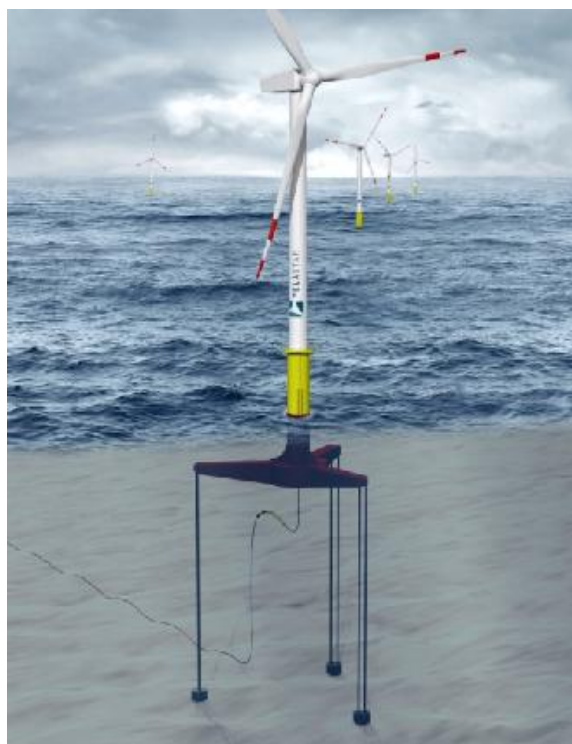
Column diameter	35	ft	10.7	m
Length of heave plate edge	45	ft	13.7	m
Column center to center	185	ft	56.4	m
Pontoon diameter	6	ft	1.8	m
Operating draft	75	ft	22.9	m
Airgap	35	ft	10.7	m
Bracing diameter	4	ft	1.2	m
Displacement	7833	st	7105	ton

**Πίνακας 2.2:** Κύριες διαστάσεις της πλατφόρμας WindFloat (Roddier et al,2010)

### 2.2.2.3 Κατασκευές TLP

Οι TLP είναι πλωτές κατασκευές αγκυρωμένες υπό κατακόρυφη προένταση με χαλύβδινους τένοντες που ομαδοποιούνται σε κάθε γωνία της δομής τους. Χαρακτηριστικό αυτού του είδους πρόσδεσης είναι ότι οι τένοντες έχουν σχετικά υψηλή αξονική ακαμψία μειώνοντας τις κατακόρυφες κινήσεις. Διατηρούνται λίγο κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας για να δημιουργείται μικρή ίσαλος επιφάνεια ώστε να περιορίζονται τα υδροδυναμικά φορτία που ασκούνται από τα κύματα.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως όλες οι παραπάνω κατασκευές υποστήριξης ανεμογεννήτριας, δεν είναι μοναδικές και απόλυτες, αντίθετα αποτελούν «παλέτα» στα χέρια κάθε σχεδιαστή να δημιουργήσει όποια υβριδική κατασκευή εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες και τις απαιτήσεις για την τοποθέτηση μιας ανεμογεννήτριας.



**Εικόνα 2.23:** Πλωτή κατασκευή τύπου TLP

## 2.3 Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας

Κάθε ανεμογεννήτρια έχει μια χαρακτηριστική καμπύλη ταχύτητας-ισχύος (power curve) που φανερώνει τη σχέση μεταξύ της παραγόμενης ενέργειας και της ταχύτητας του ανέμου για κάθε τύπο ανεμογεννήτριας. Η καμπύλη αυτή εξαρτάται από τις διάφορες ιδιότητες της ανεμογεννήτριας όπως η επιφάνεια σάρωσης της έλικας, οι επικρατούσες συνθήκες ανέμου, η αεροδυναμική και οι αποδόσεις των κιβωτίων ταχυτήτων και της μηχανής. Συνήθως η καμπύλη αυτή δίνεται από τους κατασκευαστές.

Η καμπύλη ισχύος αποτελεί το σημαντικότερο στοιχείο της ανεμογεννήτριας αφού αυτή την χαρακτηρίζει, ενώ αποτελεί το βέλτιστο κριτήριο για την σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ανεμογεννητριών. Επίσης, είναι το στοιχείο αυτό που κρίνει την καταλληλότητα μίας ανεμογεννήτριας συγκεκριμένης τεχνολογίας για μία συγκεκριμένη τοποθεσία, αφού διαφορετικές κατανομές ανέμου, προκαλούν διαφορετικές συμπεριφορές από τις ανεμογεννήτριες, άρα διαφορετική παραγωγή ενέργειας.

Η αεροδυναμική ποιότητα του δρομέα παρουσιάζεται μέσω του αεροδυναμικού συντελεστή ισχύος ο οποίος εξαρτάται από τον αεροδυναμικό σχεδιασμό των πτερυγίων, μέσω των οποίων γίνεται ουσιαστικά η απορρόφηση της αιολικής ισχύος κι εμφανίζει απώλειες λόγω της αναπόφευκτης καθυστέρησης, της εκτροπής του δρομέα, της επιδείνωσης της ποιότητας της επιφάνειας των πτερυγίων και λόγω του φαινομένου της σκίασης του πύργου (tower shadow) (2-3%).

Ο αεροδυναμικός συντελεστής μπορεί να πάρει μέγιστη τιμή  $C_{P_{max}} = 0,592$ , το οποίο αποτελεί το γνωστό όριο του *Betz*. Εξαρτάται από το λόγο ταχύτητας ακροπτερυγίου  $\lambda$  που δίνεται από τη πιο κάτω σχέση κι από τη γωνία κλίσης (pitch) των πτερυγίων εάν υπάρχει.

$$\lambda = R \frac{\omega_R}{V} \quad (2.1)$$

όπου

$R$  : η ακτίνα πτερυγίου

$\omega_R$  : η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του δρομέα

$V$  : η ταχύτητα του ανέμου

Σε μια ανεμογεννήτρια επίσης υπάρχουν απώλειες λόγω:

- της τριβής στον άξονα του δρομέα
- της αποτελεσματικότητας του κιβωτίου ταχυτήτων (εάν υπάρχει)
- της αποδοτικότητας της ηλεκτρικής γεννήτριας και του αντιστροφέα που συνδέεται
- της μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο (για διασυνδεδεμένα συστήματα) ή στις μπαταρίες (για αυτόνομα συστήματα)
- της ανάγκης τροφοδότησης βοηθητικών λειτουργιών (εσωτερική κατανάλωση) και οργάνων μέτρησης που ενδεχομένως να υπάρχουν

Από την αεροδυναμική ποιότητα των πτερυγίων, προκύπτει ο αεροδυναμικός συντελεστής ισχύος και ο οποίος μέσω της συνολικής απόδοσης  $\eta$  των μηχανικών και ηλεκτρικών μερών της ανεμογεννήτριας δίνει την ηλεκτρική ισχύ εξόδου:

$$P = \frac{1}{2} C_P \eta \rho A V^3 \quad (2.2)$$

όπου

$P$  : η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς (Watt)

$n$  : η συνολική συντελεστής απόδοσης της γεννήτριας

$\rho$  : η πυκνότητα του ανέμου ( $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$  στο επίπεδο της θάλασσας)

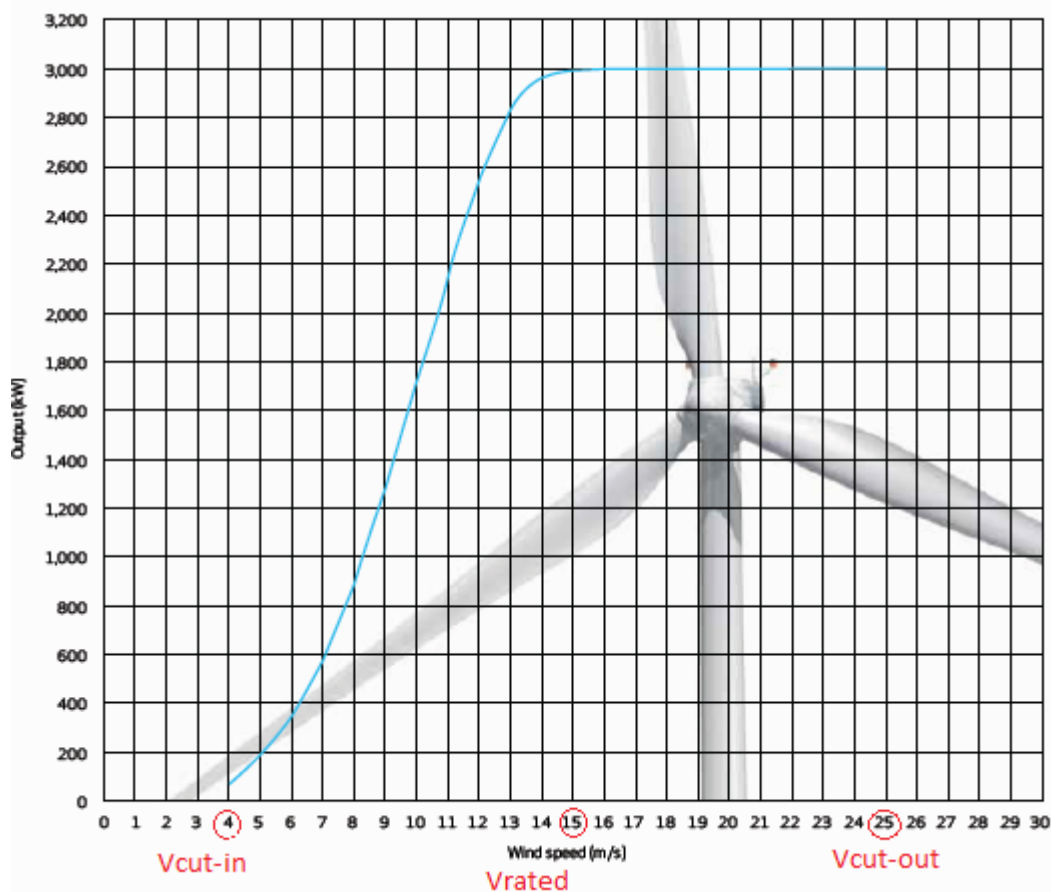
$A$  : επιφάνεια σάρωσης ( $\text{m}^2$ )

$C_p$  : ο αεροδυναμικός συντελεστής ισχύος ( $C_{p_{\max}} = 0,592$ )

$V$  : η ταχύτητα του ανέμου ( $\text{m/s}$ )

Ο βαθμός απόδοσης  $n$  περιλαμβάνει τις απώλειες του μηχανικού συστήματος  $n_M$  (απώλειες τριβής, απώλειες εδράσεων, πολλαπλασιαστής στροφών κλπ.) καθώς και τις απώλειες της ηλεκτρομηχανικής μετατροπής  $n_E$ . Εν γένει:

$$n = n_M n_E \quad (2.3)$$



Εικόνα 2.24: Παράδειγμα καμπύλης ισχύος ανεμογεννήτριας 3MW  
[Πηγή: [www.vestas.com](http://www.vestas.com)]

Τα χαρακτηριστικά σημεία της καμπύλης ισχύος μιας ανεμογεννήτριας βρίσκονται σε τρεις χαρακτηριστικές ταχύτητες ανέμου, οι οποίες είναι:



- η ταχύτητα ένταξης  $V_{cut-in}$  : η ταχύτητα κατά την οποία μία ανεμογεννήτρια αρχίζει να λειτουργεί και να παράγει ισχύ
- η ονομαστική ταχύτητα  $V_{rated}$  : η ταχύτητα κατά την οποία η ανεμογεννήτρια ξεκινάει να λειτουργεί στα ονομαστικά της μεγέθη και να παράγει την ονομαστική της ισχύ
- η ταχύτητα αποκοπής  $V_{cut-out}$  : η ταχύτητα κατά την οποία η ανεμογεννήτρια σταματάει να λειτουργεί για λόγους ασφαλείας και για την αποφυγή μεγάλης καταπόνησης των υδραυλικών της κομματιών και κυρίως των πτερυγίων. Η ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων στο δρομέα μπορεί να γίνει ανεξέλεγκτη, με κίνδυνο καταστροφής της γεννήτριας, εφόσον είναι δυνατόν να παραχθούν μεγάλα ρεύματα σε σχέση με τα μέγιστα της γεννήτριας, αλλά και κίνδυνο αποκόλλησης της φτερωτής κι άλλων μηχανικών κομματιών της με οδυνηρές συνέπειες για ότι βρίσκεται σε ακτίνα πολλών μέτρων (αναλόγως της διαμέτρου της έλικας και του ύψους ανύψωσης του δρομέα). Για το λόγο αυτό φρενάρεται μέσω συστημάτων πέδησης ή μέσω της απομάκρυνσης των πτερυγίων από την κατεύθυνση του πνέοντος ανέμου.

## 2.4 Ανεμογεννήτριες σταθερών ή μεταβλητών στροφών

### 2.4.1 Ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών

Είναι οι ανεμογεννήτριες που έχουν πρακτικά σταθερή ταχύτητα περιστροφής, ανεξαρτήτως της ταχύτητας ανέμου. Αποτελούν τις πρώτες ανεμογεννήτριες που άρχισαν να χρησιμοποιούνται, ενώ ακόμα και σήμερα υπάρχουν σε μεγάλο ποσοστό. Συνδυάζονται είτε με σύγχρονες γεννήτριες είτε με γεννήτριες επαγωγής. Η μεγάλη εξάπλωσή τους οφείλεται στο κόστος τους, αφού για τη σύνδεση τους με το δίκτυο δεν απαιτούνται και δεν παρεμβάλλονται ηλεκτρονικοί μετατροπείς και αντιστροφείς, των οποίων το κόστος είναι πάρα πολύ μεγάλο. Η απευθείας σύνδεση με το δίκτυο σύνδεση έχει ως αποτέλεσμα η ταχύτητα του δρομέα να είναι σταθερή και πρακτικά ίση με τη σύγχρονη.

$$N_s = 120 \frac{f_s}{p} = \text{σταθερή} \quad (2.4)$$

όπου

$N_s$  : η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα (*rpm*)

$f_s$  : η συχνότητα στο στάτη, που ισούται με τη συχνότητα του δικτύου ( $f_s = 50 \text{ Hz}$ )

$p$  : ο αριθμός των πόλων της γεννήτριας (πάντα άρτιος)

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι ανεμογεννήτριες λειτουργίας σταθερών στροφών αφορούν στην εξαιρετική τους απλότητα, αξιοπιστία και στις ελάχιστες ανάγκες συντήρησής τους. Παράλληλα, όμως εμφανίζουν και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία είναι η αδυναμία συνεχούς λειτουργίας με το μέγιστο αεροδυναμικό συντελεστή, η αυξημένη μεταβλητότητα ισχύος εξόδου και ο χαμηλός συντελεστής ισχύος εξόδου. Όπως επίσης και τα μεταβατικά φαινόμενα εκκίνησης και ζεύξης – απόζευξης.

Εξαιτίας αυτών των αδυναμιών, οι κατασκευάστριες εταιρείες ξεκίνησαν την παραγωγή ανεμογεννητριών μεταβλητών στροφών, οι οποίες δίνουν λύση σε μεγάλο βαθμό στα προβλήματα που παρουσιάζουν οι ανεμογεννήτριες σταθερών στροφών.

## 2.4.2 Ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών

Στις ανεμογεννήτριες αυτές, για να υπάρχει η καλύτερη απόδοση, απαιτείται η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα να είναι ανάλογη της ταχύτητας του ανέμου. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχουν μεγάλες μεταβολές στην ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων. Για την πραγματοποίηση αυτής της αναλογίας (στροφές δρομέα-ταχύτητα ανέμου) χρησιμοποιούνται συστήματα ηλεκτρονικών αντιστροφών (inverters) που ελέγχουν τις στροφές του δρομέα, αποδεσμεύοντας έτσι την ανεμογεννήτρια από τη συχνότητα του δικτύου κι επιτρέποντας της να κυμαίνεται σε μεγάλα διαστήματα συχνοτήτων με αποτέλεσμα τη βέλτιστη λειτουργία, αφού σε κάθε περίπτωση μπορεί να λειτουργεί με το μέγιστο αεροδυναμικό συντελεστή, το οποίο επιτυγχάνεται μέσω του λόγου ταχυτήτων ακροπτερυγίου  $\lambda$ . Επιπροσθέτως, ο inverter επιτυγχάνει την ομαλή σύνδεση στο δίκτυο με την προσαρμογή της ισχύος εξόδου στην ονομαστική συχνότητα του δικτύου.

$$N_s = 120 \frac{f_s}{p} = \text{μεταβαλλόμενη} \quad (2.5)$$

όπου

$f_s$ , η συχνότητα στο στάτη που μεταβάλλεται κι ελέγχεται από τον αντιστροφέα, ο οποίος μεταβάλλει τις στροφές της ανεμογεννήτριας σύμφωνα με τη σχέση:

$$N_s = \frac{60V\lambda}{2\pi R} \quad (2.6)$$

όπου

$V$  : η ταχύτητα του ανέμου

$\lambda$  : ο λόγος ταχυτήτων ακροπτερυγίου (*tip speed ratio*)

$R$  : η ακτίνα των πτερυγίων

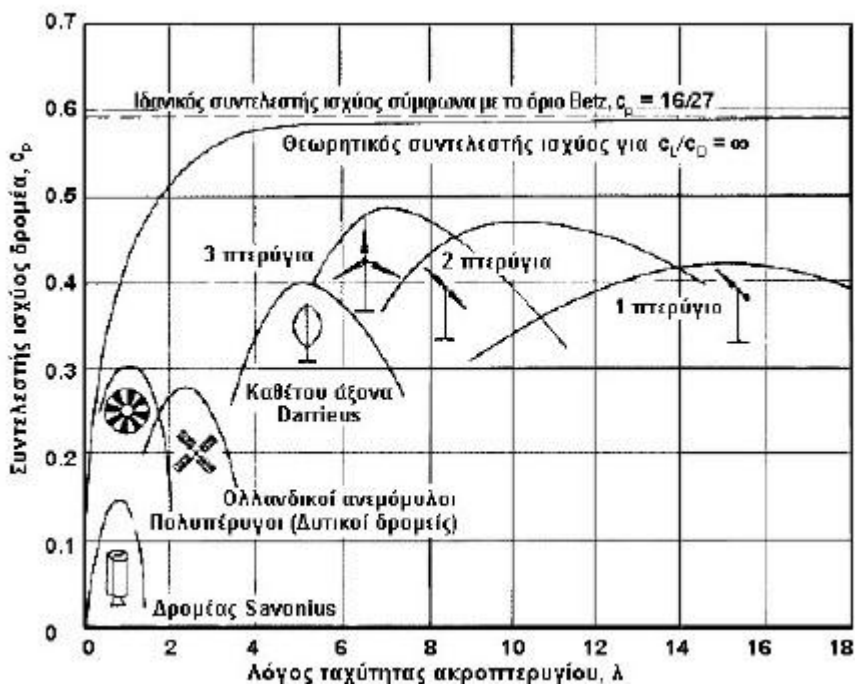
Οι ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών προτιμούνται έναντι των σταθερών στροφών καθώς παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα. Τα σημαντικότερα είναι της αύξηση ενεργειακής απόδοσης, η μείωση των μηχανικών καταπονήσεων (πτερύγια, σύστημα μετάδοσης της κίνησης και δομικό σύστημα), συνεπώς έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και η δυνατότητα απαλοιφής του κιβωτίου ταχυτήτων. Επίσης έχουν μειωμένο ακουστικό θόρυβο, καλύτερη προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες ανέμου, διευκόλυνση στη διαδικασία εκκίνησης και την δυνατότητα ελέγχου της άεργου ισχύος.

Τα μειονεκτήματα τους αφορούν κυρίως τον οικονομικό τομέα, αφού απαιτούν σύνδεση ηλεκτρονικών ισχύος, το οποίο είναι ένα σημαντικό μέρος των εξόδων μίας εγκατάστασης τέτοιας ανεμογεννήτριας. Επιπλέον, εμφανίζουν αδυναμίες που αφορούν στην αυξημένη πολυπλοκότητα των ηλεκτρονικών μετατροπών, στην έγχυση αρμονικών στο δίκτυο και στην αύξηση των απωλειών λόγω της παραμόρφωσης των ρευμάτων της γεννήτριας.

## 2.5 Τύποι ελέγχου των πτερυγίων των ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα συναντώνται με ένα, δύο ή τρία πτερύγια, που αποτελούν τη φτερωτή ή αλλιώς την έλικα. Η επιλογή συνήθως των τριών πτερυγίων δεν είναι αυθαίρετη, αλλά αποτελεί συνδυασμό διάφορων παραγόντων. Βασικό κριτήριο είναι ο αεροδυναμικός συντελεστής που παίρνει μεγάλες τιμές για αριθμό πτερυγίων ίσο με 3, το κόστος κατασκευής τους, τα δυναμικά φορτία

που αναπτύσσονται στην πλήρη του δρομέα, την ταχύτητα περιστροφής τους, τα επίπεδα θορύβου και το συνολικό βάρος τους.



Εικόνα 2.25: Μεταβολή του αεροδυναμικού συντελεστή  $C_p$  συναρτήσει του λόγου ταχυτήτων ακροπτερυγίου  $\lambda$  για διαφορετικό αριθμό πτερυγίων

Πέραν όμως του αριθμού των πτερυγίων, το σημαντικότερο με το οποίο διαχωρίζονται οι ανεμογεννήτριες είναι ο τύπος ελέγχου των πτερυγίων που χρησιμοποιούνται. Διακρίνονται τρεις βασικοί τύποι ελέγχου πτερυγίων που αναλύονται παρακάτω.

### 2.5.1 Έλεγχος του βήματος του πτερυγίου

Το χαρακτηριστικό αυτών των πτερυγίων είναι η δυνατότητα περιστροφής κατά το διαμήκη άξονα τους. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατός ο έλεγχος της γωνίας πρόσπτωσης του ανέμου και κατά προέκταση της απορριφθείσας αεροδυναμικής ισχύος από το δρομέα. Σε αυτού του τύπου πτερύγια ο αεροδυναμικός συντελεστής ισχύος  $C_p$  αποτελεί συνάρτηση εκτός του  $\lambda$  και της γωνίας  $pitch$ . Έτσι επιτυγχάνεται περιορισμός της ισχύος πάνω από την ονομαστική ταχύτητα ανέμου, για λόγους ασφαλείας, ώστε η ανεμογεννήτρια να παράγει την ονομαστική ισχύ για μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμου λειτουργώντας στο νέο μέγιστο αεροδυναμικό συντελεστή που ορίζεται για τις διαφορετικές γωνίες  $pitch$ . Με αυτόν τον τρόπο, η ανεμογεννήτρια λειτουργεί σε αυτό το φάσμα ταχυτήτων ανέμου, στις ονομαστικές της στροφές, που αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου.

Άλλα πλεονεκτήματα είναι η καλύτερη απόδοση σε χαμηλούς ανέμους και η μείωση των φορτίων κόπωσης στα πτερύγια και γενικότερα σε όλο το σύστημα της ανεμογεννήτριας. Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται η αυξημένη πολυπλοκότητα λόγω του συστήματος ελέγχου τους, αλλά και λόγω της χρήσης υδραυλικών κι ηλεκτρομηχανικών μέσων, τα οποία αυξάνουν και την ανάγκη συντήρησης αυτών των πτερυγίων, καθώς κι η κόπωση των πτερυγίων λόγω αδρανειακής φόρτισης.

## 2.5.2 Έλεγχος παθητικής απώλειας στήριξης (passive stall control)

Οι ανεμογεννήτριες με αεροδυναμικό έλεγχο (*stall control*) της ροής και της ισχύος που δεσμεύει ο δρομέας διαθέτουν πτερύγια με σταθερή γωνία, τα οποία παρουσιάζουν απώλεια αεροδυναμικής στήριξης σε υψηλούς ανέμους. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η αναπτυσσόμενη ροπή κι άρα η παραγόμενη ισχύς. Τύπος παθητικού *stall* αποτελεί και το *furling*, το οποίο συναντάται συχνά στις μικρές ανεμογεννήτριες, εδώ ο περιορισμός της ισχύος επιτυγχάνεται μέσω αλλαγής της γωνίας πρόσπτωσης της κύριας κατεύθυνσης ανέμου προς τη φτερωτή, το οποίο βασίζεται στην ουρά που διαθέτουν αυτού του τύπου ανεμογεννήτριες.

Τα θετικά αυτών των πτερυγίων αφορούν στην απλότητα, στο χαμηλό κόστος, στην αξιοπιστία και στην ελάχιστη ανάγκη συντήρησης τους. Τα κύρια μειονεκτήματά τους είναι τα υψηλότερα δυναμικά φορτία που δέχεται ο δρομέας κι η αδυναμία ελέγχου και ρύθμισης της ισχύος εξόδου. Επιπλέον, υπάρχει ελλιπής κατανόηση του δυναμικού φαινομένου *stall* κι είναι δυνατόν να εμφανιστούν μεταβολές της καμπύλης ισχύος με την πάροδο του χρόνου.

## 2.5.3 Έλεγχος ενεργητικής απώλειας στήριξης (active stall control)

Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί ο ενεργός έλεγχος της γωνίας βήματος των πτερυγίων. Ο έλεγχος *active stall* συνδυάζει ουσιαστικά τα θετικά των δύο παραπάνω ελέγχων, αφού βασίζεται στην ίδια αρχή με αυτή του *pitch*, αλλά χρησιμοποιώντας την ικανότητα της απώλειας της αεροδυναμικής στήριξης (*stall*) των πτερυγίων, αποφεύγονται τα μεγάλα δυναμικά φορτία κι οι διακυμάνσεις της ισχύος, τα οποία λαμβάνουν χώρα στον κλασσικό έλεγχο του βήματος των πτερυγίων. Η διαφορά τους έγκειται στο ότι η γωνία *pitch* μεταβάλλεται αντίθετα στον ενεργό έλεγχο, μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο το πλεόνασμα της αεροδυναμικής ισχύος που απορροφάται από την έλικα. Επομένως, παρουσιάζει γενικά μεγαλύτερη παραγωγή από τον παθητικό έλεγχο, αφού η γωνία των πτερυγίων βελτιστοποιείται σύμφωνα με τον υπάρχον άνεμο.

Η ικανότητα των πτερυγίων να αλλάζουν μέχρι και 90 μοίρες τη γωνία τους (*feathering*) μειώνει την ύπαρξη χαρακτηριστικά μεγάλων φορτίων κόπωσης, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής τους. Με τη ρύθμιση της γωνίας των πτερυγίων είναι πιθανή η πιο ομαλή έγχυση ισχύος στο δίκτυο κατά την ταχύτητα ένταξης και η διακοπή παροχής ισχύος κατά το "κλείσιμο" της ανεμογεννήτριας στην ταχύτητα αποκοπής (*cut-off speed*), έχοντας ως αποτέλεσμα δημιουργία μικρότερου θορύβου στο δίκτυο σε αυτές τις δύο ακραίες περιπτώσεις. Ο έλεγχος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως σε μεγάλης ονομαστικής ισχύος ανεμογεννήτριες.

## 2.6 Επαγόμενα αεροδυναμικά φορτία

### 2.6.1 Εισαγωγή

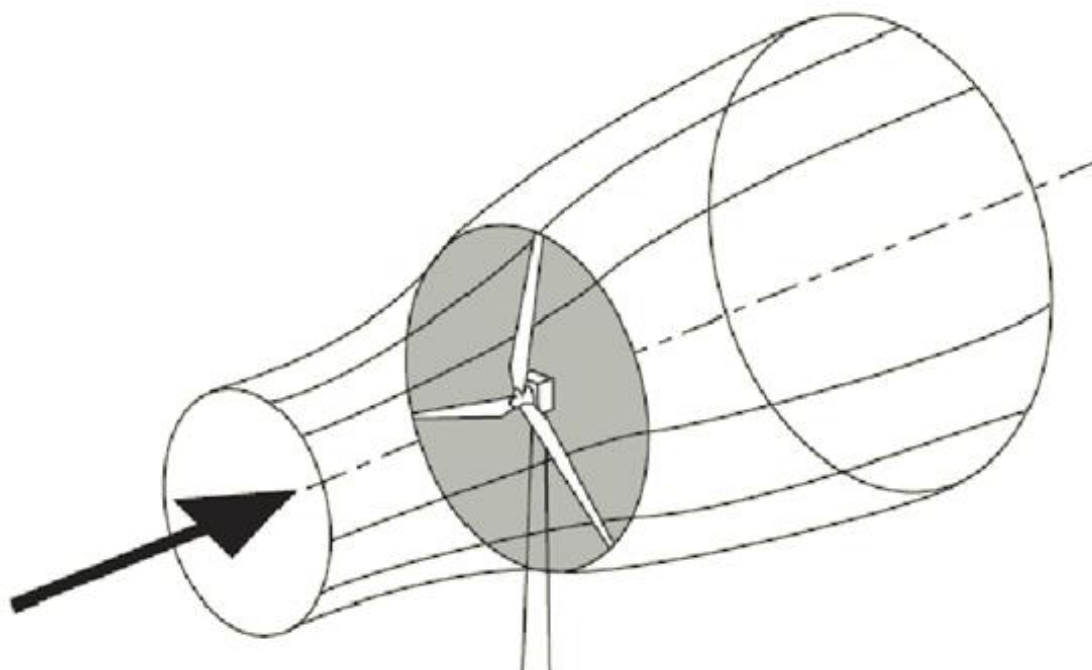
Στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι η παρουσίαση των βασικότερων θεωριών για τον υπολογισμό των φορτίων από τα οποία καταπονείται μια ανεμογεννήτρια, καθώς και το πώς τα πτερύγια και ο πυλώνας αλληλεπιδρούν με τη ροή του ανέμου. Στην αρχή θα παρουσιαστούν πιο απλοποιητικές μέθοδοι (Θεωρία Ενεργοποιητή Δίσκου, Θεωρία Περιστρεφόμενου Δίσκου), που δεν υπεισέρχονται σε μεγάλες λεπτομέρειες όσον αφορά το σχεδιασμό των πτερυγίων, άλλα είναι πολύ χρήσιμες για μια πρώτη εκτίμηση και έχουν καλά αποτελέσματα. Εν συνεχεία θα παρουσιαστούν και πιο εμπλουτισμένες θεωρίες (Θεωρία Πτερυγίων Ρότορα), που υπεισέρχονται σε λεπτομέρειες που αφορούν το σχεδιασμό των πτερυγίων. Στο τέλος του κεφαλαίου θα παρουσιαστεί ο βασικός

αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για να προσδιοριστούν τα φορτία που καταπονούν τον πυλώνα μιας ανεμογεννήτριας, για δεδομένα χαρακτηριστικά μιας ροής ανέμου.

Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας, εκμεταλλευόμενες την κινητική ενέργεια του ανέμου. Αυτό σημαίνει πως ο άνεμος, καθώς χάνει ένα μέρος από την κινητική του ενέργεια, αναγκαστικά επιβραδύνει. Θεωρείται πως καθώς διέρχεται από την περιοχή μιας ανεμογεννήτριας, ο άνεμος διαχωρίζεται σε δύο ανεξάρτητα μέρη: Ένα τμήμα του ανέμου επηρεάζεται από τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας, χάνει ένα κομμάτι της κινητικής του ενέργειας και επιβραδύνει, ενώ το υπόλοιπο τμήμα παραμένει ανεπηρέαστο και διατηρεί την ταχύτητά του. Αν υποθέσουμε ότι τα δύο τμήματα του ανέμου δεν επηρεάζουν το ένα το άλλο, τότε η μάζα του κάθε τμήματος οφείλει να διατηρείται σταθερή, αφού τα δύο τμήματα δεν ανταλλάσσουν μάζες και η συνολική μάζα του αέρα δεν μπορεί να χαθεί. Είναι δυνατόν πλέον να παρασταθούν τα δύο αυτά τμήματα του αέρα, σχεδιάζοντας το σύνορό τους, που θα είναι όπως στο σχήμα 2.1. Προχωρώντας προς τα κατάντη ο άνεμος επιβραδύνεται μεν, αλλά δε συμπιέζεται, με αποτέλεσμα να πλαταίνει το σύνορο.

Να σημειωθεί πως παρ' όλο που ο άνεμος χάνει μέρος τις κινητικής του ενέργειας, αυτό δεν επιτυγχάνεται με απότομη μεταβολή στην ταχύτητα. Κάτι τέτοιο είναι αδύνατο, εξαιτίας των τεράστιων επιταχύνσεων και δυνάμεων που θα απαιτούνταν για κάτι τέτοιο. Αντιθέτως, καθώς η πίεση είναι ένα μέγεθος που μπορεί να μεταβληθεί απότομα χωρίς καταστροφικές συνέπειες, όλες οι ανεμογεννήτριες, ανεξαρτήτως σχεδιασμού, λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο.

Καθώς ο άνεμος διέρχεται από τον περιστρεφόμενο δίσκο της ανεμογεννήτριας, η στατική πίεση πέφτει και έτσι, όταν ο άνεμος εξέρχεται του δίσκου, η πίεση είναι χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική. Η περιοχή αυτή ονομάζεται *απόρρευμα* (wake). Τελικά, αρκετά μακριά από το δίσκο, η στατική πίεση πρέπει να επανέλθει στο ατμοσφαιρικό επίπεδο ώστε να αποκατασταθεί το ισοζύγιο. Η αύξηση της στατικής πίεσης επιτυγχάνεται με αναπόφευκτη περαιτέρω μείωση της ταχύτητας. Συνεπώς, συγκρίνοντας διατομές αρκετά ανάντη και κατάντη, δεν παρατηρείται καμία μεταβολή στη στατική πίεση, αλλά παρατηρείται μεταβολή στην ταχύτητα και επομένως και στην κινητική ενέργεια.



Εικόνα 2.26: Η ροή του ανέμου που διέρχεται από ανεμογεννήτρια

## 2.6.2 Θεωρία Ενεργοποιητή Δίσκου (Actuator Disc Theory)

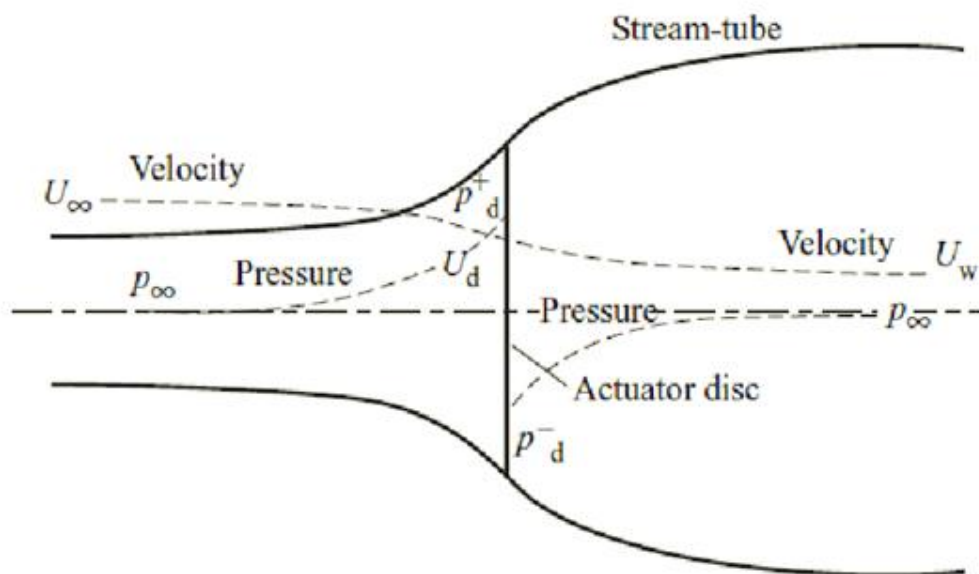
Ο μηχανισμός που περιγράφηκε παραπάνω εξηγεί το γεγονός ότι χάνεται ενέργεια από τον άνεμο, αλλά σε καμία περίπτωση δεν εξηγεί τι συμβαίνει σε αυτή την ενέργεια. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παράξει ωφέλιμο έργο, αλλά μπορεί ένα τμήμα της να γυρίσει στο περιβάλλον και τελικά να χαθεί με τη μορφή θερμότητας. Παρ' όλα αυτά, είναι εφικτή μια πρώτη ανάλυση της αεροδυναμικής συμπεριφοράς των ανεμογεννητριών χωρίς περαιτέρω εμβάθυνση στο σχεδιασμό τους χρησιμοποιώντας τη Θεωρία Ενεργοποιητή Δίσκου.

Παρουσιάζεται στο σχήμα 2.21 η κατανομή πιέσεων και δυνάμεων που περιγράφηκε στην εισαγωγή. Ανάντη του δίσκου η διατομή έχει μικρότερο εμβαδόν σε σχέση με αυτό του δίσκου, ο οποίος με τη σειρά του έχει μικρότερο εμβαδόν σε σχέση με τα κατόντη. Αυτό συμβαίνει γιατί η παροχή μάζας πρέπει να διατηρείται σταθερή. Η μάζα του ανέμου που διέρχεται από μια τυχαία διατομή στη μονάδα του χρόνου είναι  $\rho AU$ , όπου  $\rho$  είναι η πυκνότητα του ανέμου,  $A$  είναι το εμβαδόν της διατομής και  $U$  είναι η ταχύτητα του ανέμου. Η παροχή μάζας πρέπει να είναι σταθερή σε κάθε σημείο της διατομής, συνεπώς:

$$\rho A_{\infty} U_{\infty} = \rho A_d U_d = \rho A_w U_w \quad (2.7)$$

Το σύμβολο  $\infty$  αναφέρεται στη διατομή στα ανάντη (επαρκώς μακριά από την περιοχή της ανεμογεννήτριας), το σύμβολο  $d$  αναφέρεται στη διατομή του δίσκου, ενώ το σύμβολο  $w$  αναφέρεται στη διατομή στα κατόντη. Ο ενεργοποιητής δίσκος προκαλεί μεταβολή στην ταχύτητα, η οποία πρέπει να επαλληλιστεί με την ταχύτητα  $U_{\infty}$ . Η παράλληλη προς τη ροή του ανέμου συνιστώσα είναι  $-aU_{\infty}$ , όπου  $a$  είναι ο αξονικός επαγωγικός συντελεστής (axial flow reduction factor). Οπότε, η ταχύτητα στο δίσκο δίνεται από τη σχέση:

$$U_d = U_{\infty} (1 - a) \quad (2.8)$$



Εικόνα 2.27: Actuator Disc

### 2.6.2.1 Θεωρία Ορμής (Momentum Theory)

Καθώς ο άνεμος διέρχεται από το δίσκο ένα μέρος από την ταχύτητά του, το οποίο είναι  $U_w - U_\infty$  χάνεται, και επομένως ο ρυθμός μεταβολής της ορμής δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{dJ}{dt} = (U_\infty - U_w) \rho A_d U_d \quad (2.9)$$

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής οφείλεται σε κάποια δύναμη, η οποία με τη σειρά της οφείλεται αποκλειστικά σε διαφορά πιέσεων. Συνεπώς:

$$(p_d^+ - p_d^-) A_d = (U_\infty - U_w) \rho A_d U_d = (U_\infty - U_w) \rho A_d U_\infty (1-a) \quad (2.10)$$

Εφαρμόζεται δύο φορές η εξίσωση Bernoulli, σύμφωνα με την οποία, η ολική ενέργεια σε μια ροή, συμπεριλαμβανομένης της κινητικής ενέργειας, της στατικής πίεσης και της δυναμικής ενέργειας λόγω βαρύτητας, παραμένει σταθερή, αρκεί να μην ασκείται ή παράγεται έργο από τη ροή, δηλαδή:

$$\frac{1}{2} \rho U^2 + p + \rho gh = \text{σταθ.} \quad (2.11)$$

Η εξίσωση Bernoulli εφαρμόζεται μία φορά από τα ανάντη προς το δίσκο και μία φορά από το δίσκο προς τα κατόντη. Να σημειωθεί πως χρειάζονται δύο εξισώσεις και όχι μία, γιατί η ολική ενέργεια στα ανάντη και στα κατόντη δεν είναι η ίδια. Επομένως, στη διατομή στα ανάντη ισχύει:

$$\frac{1}{2} \rho_\infty U_\infty^2 + p_\infty + \rho_\infty gh_\infty = \frac{1}{2} \rho_d U_d^2 + p_d^+ + \rho_d gh_d \quad (2.12)$$

Υποθέτοντας πως η ροή είναι ασυμπιέστη και οριζόντια ( $\rho_\infty = \rho_d = \rho$  και  $h_\infty = h_d = h$ ), προκύπτει:

$$\frac{1}{2} \rho U_\infty^2 + p_\infty = \frac{1}{2} \rho U_d^2 + p_d^+ \quad (2.13\alpha)$$

Με ανάλογο τρόπο προκύπτει για τα κατόντη:

$$\frac{1}{2} \rho U_w^2 + p_\infty = \frac{1}{2} \rho U_d^2 + p_d^- \quad (2.13\beta)$$

Αφαιρώντας κατά μέλη:

$$p_d^+ - p_d^- = \frac{1}{2} \rho (U_\infty^2 - U_w^2) \quad (2.14)$$

Οπότε, από την εξίσωση 2.6 προκύπτει:

$$\frac{1}{2} \rho (U_\infty^2 - U_w^2) A_d = (U_\infty - U_w) \rho A_d U_\infty (1-a) \quad (2.15)$$

Τελικά:

$$U_w = (1 - 2a)U_\infty \quad (2.16)$$

Δηλαδή, η μισή ταχύτητα χάνεται από τα ανάντη μέχρι το δίσκο και η άλλη μισή από το δίσκο μέχρι τα κατόντη.

### 2.6.2.2 Συντελεστής Ισχύος (Power Coefficient)

Χρησιμοποιώντας την εξίσωση 2.4, προκύπτει ότι η δύναμη στον άνεμο είναι:

$$T = (p_d^+ - p_d^-)A_d = 2\rho A_d U_\infty^2 a(1 - a) \quad (2.17)$$

Για να υπολογιστεί η παραγόμενη ισχύς, πολλαπλασιάζεται η δύναμη στον άνεμο  $T$  με την ταχύτητα του ανέμου στο δίσκο  $U_d$ :

$$P = TU_d = 2\rho A_d U_\infty^3 a(1 - a)^2 \quad (2.18)$$

Είναι προτιμότερο, αντί για ισχύ, να γίνεται λόγος για κάποιον αδιάστατο συντελεστή. Οπότε, διαιρώντας την παραγόμενη ισχύ με τη διατιθέμενη,  $1/2 \rho A_d U_\infty^3$ , προκύπτει η ακόλουθη ποσότητα που ονομάζεται *συντελεστής ισχύος*:

$$C_P = \frac{P}{\frac{1}{2} \rho A_d U_\infty^3} \quad (2.19)$$

Εκτελώντας τις πράξεις:

$$C_P = 4a(1 - a)^2 \quad (2.20)$$

### 2.6.2.3 Το όριο Betz (Betz Limit)

Ο σκοπός των ανεμογεννητριών είναι να μεγιστοποιήσουν την παραγόμενη ενέργεια και μαθηματικά αυτό μεταφράζεται σε μεγιστοποίηση του συντελεστή ισχύος. Παραγωγίζοντας δύο φορές ως προς  $a$  τη σχέση 2.16, προκύπτει:

$$\frac{dC_P}{da} = 4(1 - a)(1 - 3a) \quad (2.21\alpha)$$

$$\frac{d^2C_P}{da^2} = 8(3a - 2) \quad (2.21\beta)$$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι  $0 < a < 1$  προκύπτει:

$$\frac{dC_P}{da} = 0 \Rightarrow a = \frac{1}{3}$$



Επομένως

$$\left. \frac{dC_p}{da} \right|_{a=1/3} = 0 \quad (2.22\alpha)$$

$$\left. \frac{d^2C_p}{da^2} \right|_{a=1/3} = -8 < 0 \quad (2.22\beta)$$

Αυτό σημαίνει ότι ο συντελεστής ισχύος παρουσιάζει ολικό μέγιστο για  $a=1/3$ . Η μέγιστη τιμή του συντελεστή ισχύος είναι:

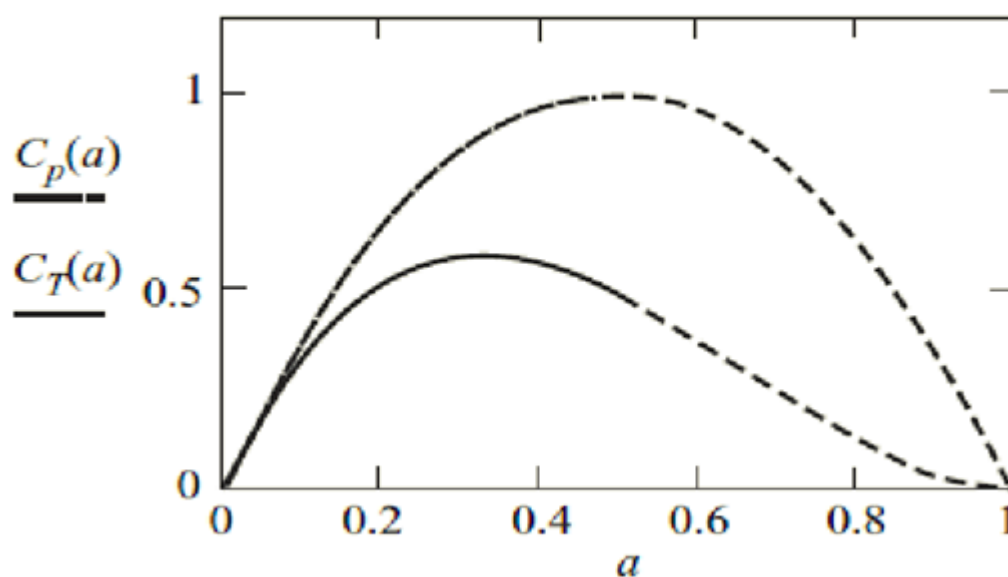
$$C_{P,\max} = \frac{16}{27} = 0,593 \quad (2.23)$$

Αυτή είναι και η μέγιστη τιμή του συντελεστή ισχύος, γνωστή και ως *Betz Limit*, από τον Albert Betz και μέχρι στιγμής δεν έχει σχεδιαστεί ανεμογεννήτρια που να μπορεί να ξεπεράσει αυτό το όριο. Να σημειωθεί πως το όριο αυτό δεν οφείλεται σε απώλειες λόγω σχεδιασμού, καθώς μέχρι στιγμής δεν έχει γίνει η παραμικρή εμβάθυνση στη διαδικασία του σχεδιασμού.

#### 2.6.2.4 Συντελεστής Ώθησης (Thrust Coefficient)

Η δύναμη πάνω στον ενεργοποιητή δίσκο μπορεί επίσης να αδιαστατοποιηθεί, διαιρούμενη με τη διατιθέμενη,  $1/2 \rho U_\infty^2 A_d$ , για να δώσει ένα *συντελεστή ώθησης*:

$$C_T = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho U_\infty^2 A_d} = 4a(1-a) \quad (2.24)$$



Εικόνα 2.28:  $C_p(a)$ ,  $C_T(a)$

Να σημειωθεί πως παρουσιάζεται πρόβλημα στην περίπτωση που  $a \geq 1/2$ , διότι η ταχύτητα στο απορρέυμα που δίνεται από τη σχέση  $U_w = (1-2a)U_\infty$ , πλέον γίνεται μικρότερη ή ίση του μηδενός και προφανώς αυτό δεν έχει καμία φυσική σημασία.

Στην εικόνα 2.22 φαίνεται η γραφική παράσταση των συντελεστών  $C_p$  και  $C_T$ , συναρτήσεων του συντελεστή  $a$ .

### 2.6.3 Θεωρία Περιστρεφόμενου Δίσκου (Rotor Disc Theory)

Ο τρόπος με τον οποίο η ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε ωφέλιμη ενέργεια για τον άνθρωπο ποικίλλει, ανάλογα με το σχεδιασμό της εκάστοτε ανεμογεννήτριας. Οι περισσότερες όμως χρησιμοποιούν ένα πλήθος πτερυγίων (blades), που περιστρέφονται με γωνιακή ταχύτητα  $\Omega$  γύρω από έναν άξονα κάθετο στο επίπεδό τους και παράλληλο στην κατεύθυνση του ανέμου. Τα πτερύγια, καθώς περιστρέφονται, σχηματίζουν έναν νοερό δίσκο και με τη βοήθεια του αεροδυναμικού τους σχεδιασμού αναπτύσσεται μια διαφορά πίεσης κατά μήκος του δίσκου, η οποία, όπως συζητήθηκε παραπάνω, είναι υπεύθυνη για την απώλεια ορμής κατά τη διεύθυνση της ροής. Απώλεια ορμής συνεπάγεται όμως και απώλεια ενέργειας, η οποία μπορεί να συλλεχθεί π.χ. από μια ηλεκτρική γεννήτρια. Η γεννήτρια αυτή θα ασκεί ροπή ίση και αντίθετη με αυτήν που ασκεί η ροή, και έτσι η γωνιακή ταχύτητα θα παραμένει σταθερή. Το έργο της ροπής που ασκεί ο άνεμος στη γεννήτρια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια.

#### 2.6.3.1 Περιστροφή του απορρέυματος (Wake Rotation)

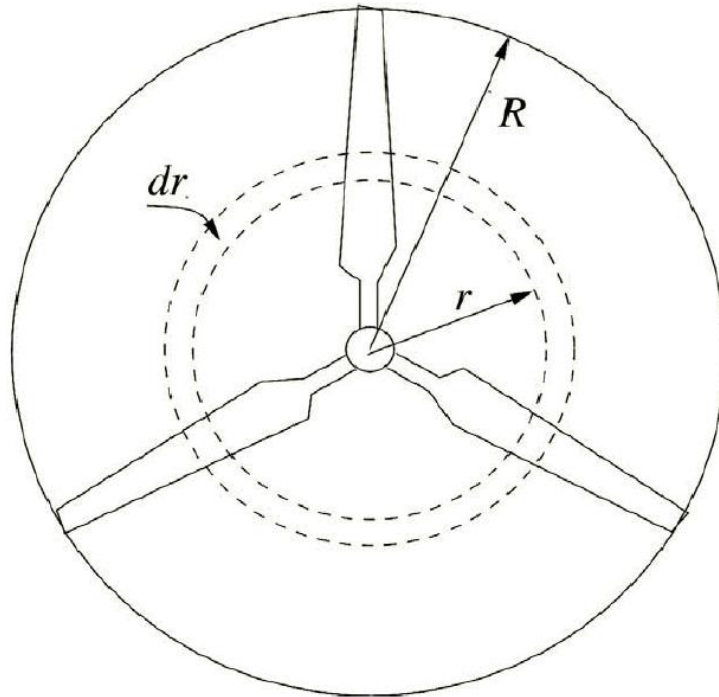
Το γεγονός ότι ασκείται ροπή από τον αέρα στο δίσκο σημαίνει πως ασκείται μια ίση και αντίθετη ροπή από το δίσκο στον αέρα, σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Newton. Αυτό έχει ως συνέπεια ο άνεμος να αποκτά στροφορμή και έτσι, στην περιοχή του απορρέυματος, η ταχύτητα των σωματιδίων του αέρα εκτός από μια συνιστώσα παράλληλη στη ροή, έχει αποκτήσει και εφαπτομενική συνιστώσα (σχήμα 2.4).

Το γεγονός ότι τα σωματίδια του αέρα αποκτούν μια πρόσθετη εφαπτομενική συνιστώσα στην ταχύτητά τους συνεπάγεται ότι αυξάνει η κινητική τους ενέργεια. Κάτι τέτοιο έχει ως συνέπεια μια πτώση στη στατική πίεση στην περιοχή του απορρέυματος, πτώση πρόσθετη σε αυτήν που είχε γίνει λόγος παραπάνω. Η στροφορμή αποκτάται εξ ολοκλήρου κατά το πέρασμα του ανέμου από το δίσκο. Η μεταβολή της εφαπτομενικής ταχύτητας εκφράζεται ποσοτικά με τον *εφαπτομενικό επαγωγικό συντελεστή* (tangential induction factor),  $a'$ . Ανάντη του δίσκου η εφαπτομενική ταχύτητα είναι μηδενική, όμως ακριβώς μετά το δίσκο η εφαπτομενική ταχύτητα είναι  $2\Omega Ra'$ . Να σημειωθεί ότι η εφαπτομενική ταχύτητα έχει αντίθετη φορά από αυτήν της περιστροφής του δίσκου, γιατί άλλωστε προκαλείται από την αντίδραση στη ροπή που ασκείται σε αυτόν.

#### 2.6.3.2 Θεωρία Στροφορμής (Angular Momentum Theory)

Για σωματίδια που απέχουν διαφορετική απόσταση  $r$  από το κέντρο του δίσκου, η εφαπτομενική συνιστώσα της ταχύτητας μεταβάλλεται και το ίδιο συμβαίνει και με την οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας. Βασική παραδοχή της θεωρίας στροφορμής είναι ότι ο νοητός δίσκος που διαγράφουν τα πτερύγια αποτελείται από ένα πλήθος δακτυλίων, ανεξάρτητων μεταξύ τους, που ο καθένας τους επηρεάζει μόνο το τμήμα του ανέμου που διέρχεται από αυτόν. Ο κάθε δακτύλιος περιγράφεται από τη θέση της εσωτερικής του ακτίνας  $r$  και το πάχος του  $\Delta r$ , όπως στο σχήμα 2.5. Ισχύει ότι:

$$Q = \frac{dL}{dt} \quad (2.25)$$



Εικόνα 2.29: Προσδιορισμός δακτυλίων

Δηλαδή:

$$\delta Q = \rho \delta A_d U_\infty (1-a) 2\Omega^2 a' r \quad (2.26)$$

όπου  $\delta A_d$  είναι το εμβαδόν του δακτυλίου.

Η δρώσα ροπή στον άξονα του ρότορα είναι επίσης  $\delta Q$ , οπότε:  $\delta Q = \Omega \delta Q$ . Συνδυάζοντας τις σχέσεις 2.21 και 2.26, προκύπτει:

$$2\rho \delta A_d U_\infty^3 a(1-a)^2 = \rho \delta A_d U_\infty (1-a) \Omega^2 a' r \quad (2.27)$$

Απλοποιώντας

$$U_\infty^2 a(1-a) = \Omega^2 r^2 a' \quad (2.28)$$

Ορίζεται **λόγος τοπικών ταχυτήτων** (local speed ratio) και συμβολίζουμε με  $\lambda_r$  το πηλίκο της εφαπτομενικής ταχύτητας του κάθε δακτυλίου προς την ταχύτητα του ανέμου στο αδιατάρακτο πεδίο, δηλαδή  $\lambda_r = \Omega r / U_\infty$ . Στην άκρη του δίσκου έχουμε  $r = R$  και ο λόγος  $\lambda = \Omega R / U_\infty$  αποκαλείται πλέον **λόγος ταχυτήτων κορυφής** (tip speed ratio). Οπότε:

$$a(1-a) = \lambda_r^2 a' \quad (2.29\alpha)$$

ή ισοδύναμα

$$a' = \frac{a(1-a)}{\lambda_r^2} \quad (2.29\beta)$$

Το εμβαδόν του δακτυλίου είναι  $\delta A_d = 2\pi r \delta r$ . Η πρόσθετη ισχύς είναι:

$$\delta P = \Omega \delta Q = \left( \frac{1}{2} \rho U_\infty^2 2\pi r \delta r \right) 4a'(1-a)\lambda_r^2 \quad (2.30)$$

Να σημειωθεί πως ο όρος μέσα στην παρένθεση αντιπροσωπεύει τη συνολική ισχύ του ανέμου στο δακτύλιο, ενώ ο όρος εκτός παρένθεσης αντιπροσωπεύει την ικανότητα του πτερυγίου να αποκομίσει αυτή την ισχύ.

$$\eta_r = 4a'(1-a)\lambda_r^2 \quad (2.31)$$

Αδιαστατοποιώντας:

$$\frac{dC_P}{dr} = \frac{4\pi\rho U_\infty^3 (1-a)a'\lambda_r^2 r}{\frac{1}{2}\rho U_\infty^2 \pi R^2} = \frac{8(1-a)a'\lambda_r^2 r}{R^2} \quad (2.32)$$

ή

$$\frac{dC_P}{d\mu} = 8a(1-a)a'\lambda_r^2 \mu^3 \quad (2.33)$$

όπου  $\mu = r/R$

Γνωρίζοντας την ακτινική μεταβολή των  $a$  και  $a'$ , μπορούμε να ολοκληρώσουμε την παραπάνω σχέση και να υπολογίσουμε το συντελεστή ισχύος για ένα δεδομένο λόγο ταχυτήτων κορυφής  $\lambda$ .

$$C_P = \int_0^1 8a(1-a)a'\lambda_r^2 \mu^3 d\mu \quad (2.34)$$

### 2.6.3.3 Μέγιστη ισχύς

Όπως και στη θεωρία ενεργοποιητή δίσκου, έτσι και στη θεωρία του περιστρεφόμενου δίσκου ζητούμενο αποτελεί η μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας, δηλαδή η μεγιστοποίηση της ισχύος. Ισοδύναμα, μπορεί να μεγιστοποιηθεί η ποσότητα  $\eta r$ . Παραγωγίζοντας ως προς  $a$  ή  $a'$  και αναζητώντας τις ρίζες της πρώτης παραγώγου, προκύπτει (και οι δύο παραγωγίσεις καταλήγουν στο ίδιο συμπέρασμα):

$$\frac{da}{da'} = \frac{\lambda_r^2}{1-2a} \quad (2.35)$$

Λαμβάνοντας την εξίσωση 2.29b προκύπτει:

$$a' \lambda_r^2 = (1-a)(1-2a) \quad (2.36)$$

Τελικά, οι τιμές των  $a$  ή  $a'$  που μεγιστοποιούν το συντελεστή ισχύος είναι:

$$a = \frac{1}{3}, \quad a' = \frac{a(1-a)}{\lambda^2 \mu^2} \quad (2.37)$$

Αντικαθιστώντας στην έκφραση του  $C_P$ , συνεπάγεται:

$$C_{P_{\max}} = \int_0^1 8a(1-a) \frac{a(1-a)}{\lambda^2 \mu^2} \lambda_r^2 \mu^3 d\mu = 4a(1-a)^2 = \frac{16}{27} \quad (2.38)$$

Παρατηρείται ότι η τιμή του  $C_{P_{\max}}$  ταυτίζεται με αυτήν που είχε υπολογιστεί και στη θεωρία του ενεργοποιητή δίσκου

## 2.6.4 Θεωρία Πτερυγίων Ρότορα (Rotor Blade Theory)

### 2.6.4.1 Θεωρία Στοιχείων Πτερυγίου (Blade Element Theory)

Πλέον, εμβαθύνοντας στο σχεδιασμό μιας ανεμογεννήτριας, μπορούν να οριστούν μερικά επιπλέον μεγέθη:

- **Χορδή** (chord) ονομάζεται το ευθύγραμμο τμήμα που σχεδιάζεται στη διατομή ενός πτερυγίου και έχει το μεγαλύτερο δυνατό μήκος. Η χορδή συμβολίζεται με  $c$ . Καθώς η διατομή μεταβάλλεται κατά μήκος, εννοείται πως μεταβάλλεται και η χορδή.
- **Γωνία βήματος** (pitch angle) ονομάζεται η γωνία που σχηματίζει η χορδή με την εφαπτομενική συνιστώσα της ταχύτητας. Η γωνία βήματος συμβολίζεται με  $\beta$ . Όπως και η χορδή, επίσης η γωνία βήματος μεταβάλλεται με το μήκος.

Γνωρίζοντας τις δύο συνιστώσες (την παράλληλη προς τη ροή και την εφαπτομενική) της ταχύτητας του ανέμου στο απόρρευμα, γίνεται πλέον να προσδιοριστεί η συνισταμένη ταχύτητα:

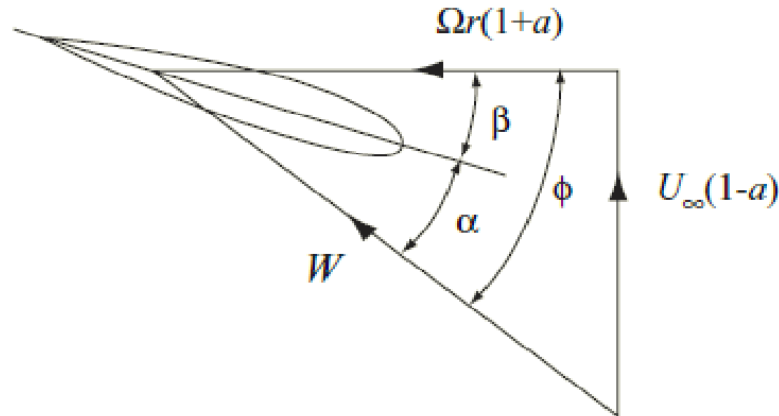
$$W = \sqrt{U_\infty^2 (1-a)^2 + \Omega^2 r^2 (1+a')^2} \quad (2.39)$$

Υπολογίζεται πλέον και η γωνία  $\phi$  που σχηματίζει η συνισταμένη ταχύτητα σε σχέση με το επίπεδο περιστροφής:

$$\phi = \text{Arc tan} \left[ \frac{U_\infty (1-a)}{\Omega r (1+a')} \right] \quad (2.40)$$

Ορίζεται ως **γωνία πρόσπτωσης** (angle of attack) και συμβολίζεται με  $\alpha$  η γωνία που σχηματίζεται από τη συνισταμένη ταχύτητα και τη χορδή. Προφανώς ισχύει:

$$\alpha = \phi - \beta \quad (2.41)$$



Εικόνα 2.30: Οι συνιστώσες της ταχύτητας

Δύο ειδών είναι οι δυνάμεις που ασκούνται στο στοιχειώδες τμήμα πτερυγίου. Αυτές είναι οι **δυνάμεις άντωσης** (lift forces) και οι **δυνάμεις οπισθέλκουσας** (drag forces). Σε ένα στοιχειώδες τμήμα πτερυγίου αυτές ορίζονται ως εξής:

$$\delta L = \frac{1}{2} C_L \rho W^2 c \delta r \quad (2.42)$$

$$\delta D = \frac{1}{2} C_D \rho W^2 c \delta r \quad (2.43)$$

Οι δυνάμεις άντωσης είναι αυτές που είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνες για την περιστροφή των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας, ενώ παίζουν σημαντικό ρόλο και σε άλλα αεροδυναμικά φαινόμενα, όπως, για παράδειγμα, την ανύψωση των αεροπλάνων. Οι δυνάμεις οπισθέλκουσας είναι κυρίως αυτές που καταπονούν τον πυλώνα των ανεμογεννητριών. Ο αεροδυναμικός σχεδιασμός γίνεται ούτως ώστε να μεγιστοποιηθούν οι δυνάμεις άντωσης και να ελαχιστοποιηθούν οι δυνάμεις οπισθέλκουσας.

Παραδοχή της Θεωρίας Στοιχείων Πτερυγίου είναι ότι οι δυνάμεις πάνω στο πτερύγιο μπορούν να προσδιοριστούν μέσω της γωνίας πρόσπτωσης. Δηλαδή, ανάλογα με τη γωνία πρόσπτωσης  $\alpha$ , υπολογίζονται οι αεροδυναμικοί συντελεστές  $C_D$  και  $C_L$  και μέσω αυτών προσδιορίζονται οι στοιχειώδεις δυνάμεις στο τμήμα του πτερυγίου. Ακολουθώντας αυτές ολοκληρώνονται οι δυνάμεις ούτως ώστε να προσδιοριστούν οι συνολικές δυνάμεις στο πτερύγιο. Να σημειωθεί ότι αγνοούνται τα τρισδιάστατα φαινόμενα.

#### 2.6.4.2 Θεωρία Ορμής Στοιχείων Πτερυγίου (Blade Element Momentum Theory)

Οι δύο βασικές παραδοχές της θεωρίας ορμής στοιχείων πτερυγίου είναι πρώτον, ότι το κάθε στοιχείο πτερυγίου είναι εντελώς ανεξάρτητο από όλα τα άλλα και δεύτερον, ότι η δύναμη που προκαλείται από τη ροή είναι σταθερή σε όλη την επιφάνεια του κάθε δακτυλίου. Επί της ουσίας αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη άπειρου αριθμού πτερυγίων. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η θεωρία και κατόπιν θα δειχθούν ορισμένες διορθώσεις που έχουν γίνει ώστε να βελτιωθεί η ακρίβειά της.

Στόχος αποτελεί να μετασχηματιστούν οι δυνάμεις *lift* και *drag* στο καθολικό σύστημα συντεταγμένων, το οποίο έχει τον άξονα *n* ως κατακόρυφο άξονα και τον *t* ως οριζόντιο (σχήμα 2.25). Με απλή τριγωνομετρία προκύπτει ότι:

$$\delta F_t = \delta L \sin \phi - \delta D \cos \phi \quad (2.44)$$

$$\delta F_n = \delta L \cos \phi + \delta D \sin \phi \quad (2.45)$$

Εναλλακτικά, μετασχηματίζοντας τους συντελεστές αντί για τις δυνάμεις, προκύπτει:

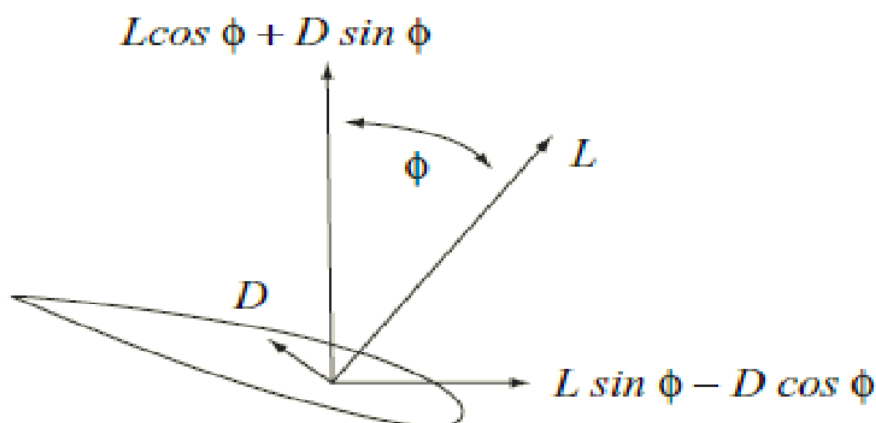
$$C_t = C_L \sin \phi - C_D \cos \phi \quad (2.46)$$

$$C_n = C_L \cos \phi + C_D \sin \phi \quad (2.47)$$

Οπότε ισχύουν:

$$C_t = \frac{\delta F_t}{\frac{1}{2} \rho W^2 c} \quad (2.48)$$

$$C_n = \frac{\delta F_n}{\frac{1}{2} \rho W^2 c} \quad (2.49)$$



Εικόνα 2.31: Οι δυνάμεις άντωσης και οπισθέλκουσας

Στην προσπάθεια να εκφραστεί μαθηματικά το κατά πόσο ο δακτύλιος καλύπτεται από πτερύγια, ορίζεται ως **συντελεστής πληρότητας** (solidity) και συμβολίζεται με  $\sigma(r)$  (ή και  $\sigma$ ) ο λόγος:

$$\sigma(r) = \frac{c(r)N}{2\pi r} \quad (2.50)$$

Ολοκληρώνοντας τις στοιχειώδεις δυνάμεις  $\delta F_n$ , προκύπτει:

$$T = \int_0^R N \delta F_n dr = \int_0^R \frac{1}{2} C_n \rho N \frac{U_\infty^2 (1-a)^2}{\sin^2 \phi} dr \quad (2.51)$$

Ομοίως με τις ροπές:

$$Q = \int_0^R rN \delta F_t dr = \int_0^R \frac{1}{2} C_t \rho N \frac{U_\infty^2 (1-a) \Omega r (1+a')}{\sin \phi \cos \phi} cr dr \quad (2.52)$$

Από τη σχέση 2.17, αντικαθιστώντας το εμβαδόν με  $2\pi r \delta r$ , συνεπάγεται ότι:

$$T = \int_0^R 4\pi r U_\infty^2 a (1-a) dr \quad (2.53)$$

Ομοίως, για τη ροπή, προκύπτει:

$$Q = \int_0^R \rho \delta A_d U_\infty (1-a) 2\Omega a' r^2 dr = \int_0^R 4\pi r^3 U_\infty (1-a) \Omega a' dr \quad (2.54)$$

Εξισώνοντας ανά δύο τις τέσσερις παραπάνω σχέσεις και πραγματοποιώντας μερικές απλές πράξεις, εύκολα προκύπτουν οι σχέσεις:

$$a = \frac{1}{\frac{4 \sin^2 \phi}{\sigma C_n} + 1} = \frac{\sigma C_n}{\sigma C_n + 4 \sin^2 \phi} \quad (2.55)$$

$$a' = \frac{1}{\frac{4 \sin \phi \cos \phi}{\sigma C_L} + 1} = \frac{\sigma C_L}{\sigma C_L + 4 \sin \phi \cos \phi} \quad (2.56)$$

#### 2.6.4.3 Συντελεστής Απωλειών Prandtl (Prandtl's Tip Loss Factor)

Ο **Συντελεστής Απωλειών Prandtl** είναι ένας συντελεστής που συμβολίζεται με  $F$  και εισάγεται για να διορθώσει την υπόθεση που έγινε νωρίτερα για άπειρο πλήθος πτερυγίων. Ισχύουν οι σχέσεις:

$$T = \int_0^R 4\pi F \rho r U_\infty^2 a (1-a) dr \quad (2.57)$$

$$Q = \int_0^R \frac{1}{2} F C_t \rho N \frac{U_\infty^2 (1-a) \Omega r (1+a')}{\sin \phi \cos \phi} cr dr \quad (2.58)$$

όπου

$$F = \frac{2}{\pi} \text{Arc cos}(e^{-f}) \quad (2.59)$$



με

$$f = \frac{N}{2} \frac{R-r}{r \sin \phi} \quad (2.60)$$

Αυτό έχει συνέπειες και στις επόμενες σχέσεις. Έτσι οι εξισώσεις 2.39 και 2.40 μετατρέπονται σε:

$$a = \frac{1}{\frac{4F \sin^2 \phi}{\sigma C_n} + 1} = \frac{\sigma C_n}{\sigma C_n + 4F \sin^2 \phi} \quad (2.61)$$

$$a' = \frac{1}{\frac{4F \sin \phi \cos \phi}{\sigma C_L} + 1} = \frac{\sigma C_L}{\sigma C_L + 4F \sin \phi \cos \phi} \quad (2.62)$$

#### 2.6.4.4 Διόρθωση Glauert για μεγάλες τιμές του αξονικού επαγωγικού συντελεστή

Έχει αποδειχτεί μέσω πειραματικών αποτελεσμάτων πως όταν ο αξονικός επαγωγικός συντελεστής πάρει τιμές μεγαλύτερες από 0.4, τότε η θεωρία ορμής παύει να δίνει ρεαλιστικά αποτελέσματα. Έχουν προταθεί αρκετές εμπειρικές σχέσεις ανάμεσα στο συντελεστή ώθησης  $C_T$  και στον αξονικό επαγωγικό συντελεστή  $a$ , όπως:

$$C_T = \begin{cases} 4a(1-a)F, & a \leq \frac{1}{3} \\ a[4-a(5-3a)]F, & a > \frac{1}{3} \end{cases} \quad (2.63)$$

ή

$$C_T = \begin{cases} 4a(1-a)F, & a \leq a_c \\ 4[a_c^2 + (1-2a_c)a]F, & a > a_c \end{cases} \quad (2.64)$$

όπου  $a \approx 0,2$  και  $F$  είναι ο συντελεστής απωλειών του Prandtl.

Οι δύο κατανομές του  $C_T$ , μαζί με την έκφραση από τη θεωρία ορμής, φαίνονται στο σχήμα 2.26.

Όμως, είχε προκύψει ότι:

$$C_T = \frac{T}{\int_0^R \frac{1}{2} \rho U_\infty^2 2\pi r dr} = \frac{(1-a)^2 \sigma C_n}{\sin^2 \phi} \quad (2.65)$$

Εξισώνοντας την παραπάνω έκφραση του  $C_T$  με τη δεύτερη εμπειρική σχέση, συνεπάγεται:

Αν  $a \leq a_c$ , τότε:

$$4a(1-a)F = \frac{(1-a)^2 \sigma C_n}{\sin^2 \phi} \quad (2.66)$$

Και από εδώ, λύνοντας ως προς  $a$ , προκύπτει:

$$a = \frac{1}{\frac{4F \sin^2 \phi}{\sigma C_n} + 1} \quad (2.67)$$

Εάν όμως  $a > a_c$ :

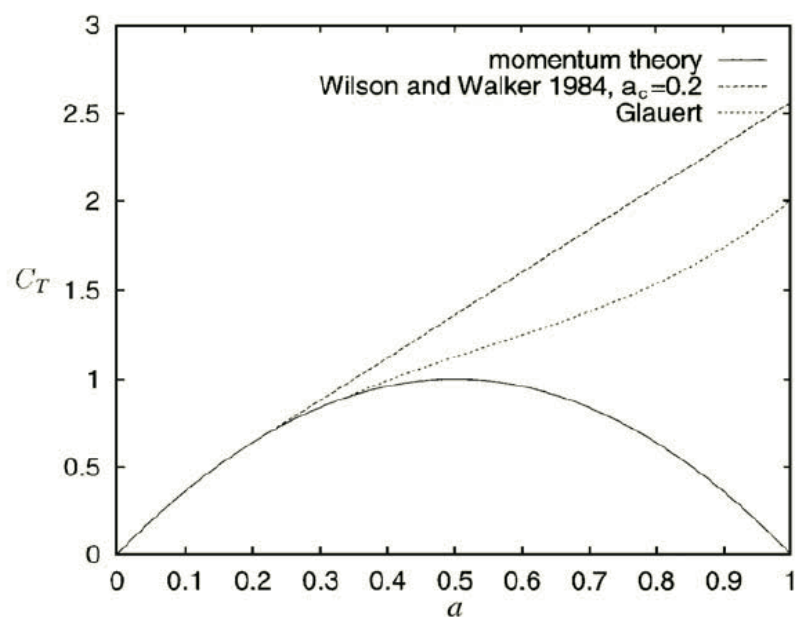
$$4[a_c^2 + (1-2a_c)a]F = \frac{(1-a)^2 \sigma C_n}{\sin^2 \phi} \quad (2.68)$$

Οπότε, λύνοντας ως προς  $a$ , προκύπτει:

$$a = \frac{1}{2} \left\{ 2 + K(1-2a_c) - \sqrt{[K(1-2a_c) + 2]^2 + 4(Ka_c^2 - 1)^2} \right\} \quad (2.69)$$

όπου

$$K = \frac{4F \sin^2 \phi}{\sigma C_n} \quad (2.70)$$



Εικόνα 2.32: Διόρθωση Glauert

## 2.6.5 Πορεία υπολογισμών

Με βάση όλα τα παραπάνω μπορεί να καταστρωθεί πλέον ένας αλγόριθμος για τον υπολογισμό των φορτίων που ασκούνται στην κορυφή της ανεμογεννήτριας λόγω της περιστροφής του ρότορα. Θα εξηγηθεί αναλυτικά πώς γίνεται αυτό: Κατ' αρχάς πρέπει να αποφασιστεί το πλήθος των στοιχείων στα οποία θα χωριστούν τα πτερύγια. Είθισται να επιλέγεται ένας αριθμός  $M$  ανάμεσα στο 10 και στο 20 [13, G. Ingram]. Στη συνέχεια, είναι απαραίτητο να είναι γνωστά τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά της κάθε διατομής. Πιο συγκεκριμένα, για καθεμιά από τις  $M$  διατομές, χρειάζονται:

- Η χορδή  $c$ .
- Η γωνία βήματος  $\beta$ .
- Πίνακες που να δίνουν την τιμή των  $C_D$  και  $C_L$  συναρτήσει της γωνίας πρόσπτωσης.

Εκτός από τα παραπάνω, είναι αναγκαίο επίσης να υπάρχουν πληροφορίες για το πλήθος  $N$  των πτερυγίων καθώς και για τη γωνιακή ταχύτητα  $\Omega$  με την οποία περιστρέφονται τα πτερύγια. Επίσης, η πυκνότητα  $\rho$  του αέρα θεωρείται σταθερή και ίση με  $1,225 \text{ kg/m}^3$ .

Γνωρίζοντας όλα τα παραπάνω, μπορεί να ακολουθηθεί η παρακάτω διαδικασία [12], ξεκινώντας από το πρώτο στοιχείο πτερυγίου:

1. Αρχικοποιείται ο αλγόριθμος, υποθέτοντας πως  $a = a' = 0$ .
2. Υπολογίζεται η γωνία  $\phi$  από τη σχέση 2.24.
3. Υπολογίζεται η γωνία πρόσπτωσης  $\alpha$  από τη σχέση 2.25.
4. Με βάση τη γωνία πρόσπτωσης, υπολογίζονται από τους πίνακες συντελεστών οι τιμές των  $C_D$  και  $C_L$ .
5. Υπολογίζονται οι τιμές των συντελεστών  $C_t$  και  $C_n$  από τις σχέσεις 2.30 και 2.31.
6. Πλέον μπορούν να υπολογιστούν εκ νέου ο συντελεστής  $a$  από τη σχέση 2.49 ή 2.50 (ανάλογα με τη σύγκριση των  $a$  και  $a_c$ ) και ο συντελεστής  $a'$  από τη σχέση 2.46.
7. Αν η μεταβολή των  $a$  και  $a'$  είναι μεγαλύτερη από την ανεκτή, τότε επαναλαμβάνονται οι υπολογισμοί από το βήμα 2. Αν πάλι η μεταβολή είναι επαρκώς μικρή, τότε εκτελείται το βήμα 8.
8. Υπολογίζονται οι στοιχειώδεις δυνάμεις στο τμήμα του πτερυγίου:

$$\delta F_t = \frac{1}{2} C_t \rho W^2 c \delta r \quad (2.71)$$

$$\delta F_n = \frac{1}{2} C_n \rho W^2 c \delta r \quad (2.72)$$

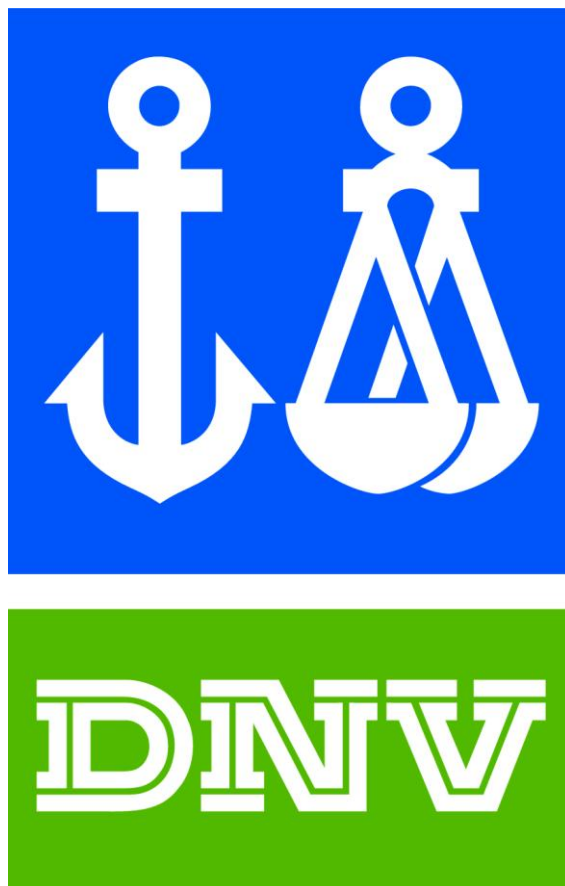
Επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία για κάθε τμήμα του πτερυγίου. Πλέον είναι δυνατή η άθροιση των στοιχειωδών δυνάμεων, από την οποία συνεπάγεται ότι:

$$F_t = \sum \delta F_t \quad (2.73)$$

$$F_n = \sum \delta F_n \quad (2.74)$$

Όσον αφορά τη μελέτη του πυλώνα, το ενδιαφέρον συγκεντρώνεται στη δύναμη  $F_y$ , που είναι αυτή που καταπονεί τον πυλώνα.

## Κεφάλαιο 3: Νορβηγικός Νηογνώμων DNV



**Νηογνώμονας** είναι ναυτιλιακός τεχνικός οργανισμός που καταρτίζει κανονισμούς ασφαλείας, τόσο επί της ναυπήγησης των πλοίων όσο και επί του εξοπλισμού τους, κατατάσσοντας αυτά σε κλάση (classification). Με ειδικούς επιθεωρητές (surveyors) τα παρακολουθεί σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, είτε με περιοδικές είτε με έκτακτες επιθεωρήσεις.

Εκτός από το πιστοποιητικό ταξινόμησης ή κλάσεως (certificate of class) οι Νηογνώμονες χορηγούν και τα ακόλουθα πιστοποιητικά:

- Πιστοποιητικό καταμέτρησης χωρητικότητας (tonnage certificate)
- Πιστοποιητικό γραμμής φόρτωσης (load line certificate)
- Πιστοποιητικό αξιοπλοΐας (certificate of seaworthiness)
- Πιστοποιητικό ασφάλειας φορτοεκφορτωτικών μέσων (cargo gear certificate)
- Πιστοποιητικό βλαβών (παρακολούθησης) (certificate of damages) και άλλα ειδικότερης φύσεως.

### 3.1 Πρότυπα DNV

Ο νορβηγικός νηογνώμων **Det Norske Veritas (DNV)** θέτει προδιαγραφές ασφαλείας οι οποίες προτυποποιούνται τόσο με τη μορφή κανονιστικών αναφορών όσο και με τη μορφή πληροφοριακών αναφορών. Παρακάτω αναφέρονται τα πρότυπα του νορβηγικού νηογνώμονα DNV.

<b>Table 1 Current Documents</b>			
Documents		A Current Edition	B Amendments; i.e. editorial corrections and clarifications only
<b>Service Specifications</b>			
DNV-DSS-105	Rules for Classification of Diving Systems	2012-07	-
DNV-DSS-314	Verification of Hydrocarbon Refining and Petrochemical Facilities	2010-10	2012-04
DNV-DSS-315	Verification of Onshore LNG and Gas Facilities	2010-10	2012-04
DNV-DSS-401	Technology Qualification Management	2012-12	-
DNV-DSS-402	Qualification Management for Geological Storage of CO <sub>2</sub>	2012-06	-
DNV-DSS-904	Type Certification of Wind Turbines	2012-01	-
<b>Offshore Service Specifications</b>			
DNV-OSS-101	Rules for Classification of Offshore Drilling and Support Units	2012-10	-
DNV-OSS-102	Rules for Classification of Floating Production, Storage and Loading Units	2012-04	-
DNV-OSS-103	Rules for Classification of Floating LNG/LPG Production, Storage and Loading Units	2012-04	-
DNV-OSS-104	Rules for Classification of Self-Elevating Units	2012-04	-
DNV-OSS-121	Classification Based on Performance Criteria Determined from Risk Assessment Methodology	2008-10	2011-10
DNV-OSS-201	Verification for Compliance with Norwegian Shelf Regulations	2012-04	2012-10
DNV-OSS-202	Verification for Compliance with UK Shelf Regulations	2011-04	2011-10
DNV-OSS-300	Risk Based Verification	2004-04	2012-04
DNV-OSS-301	Certification and Verification of Pipelines	2000-10	2012-04
DNV-OSS-302	Offshore Riser Systems	2010-10	2012-04
DNV-OSS-304	Risk Based Verification of Offshore Structures	2006-10	2012-04
DNV-OSS-305	Rules for Certification and Verification of Diving Systems	2010-10	2011-10
DNV-OSS-306	Verification of Subsea Facilities	2004-06	2012-04
DNV-OSS-307	Verification of Process Facilities	2004-06	2012-04
DNV-OSS-308	Verification of Lifting Appliances for the Oil and Gas Industry	2010-10	2012-04
DNV-OSS-312	Certification of Tidal and Wave Energy Converters	2008-10	2012-04
DNV-OSS-313	Pipe Mill and Coating Yard - Qualification	2009-04	2011-10
DNV-OSS-901	Project Certification of Offshore Wind Farms	2012-06	-
<b>Standards</b>			
DNV-DS-E403	Standard for Surface Diving Systems	2012-07	-
DNV-DS-J102	Design and Manufacture of Wind Turbine Blades, Offshore and Onshore Wind Turbines	2010-10	2010-11
<b>Offshore Standards</b>			
DNV-OS-A101	Safety Principles and Arrangements	2011-04	-
DNV-OS-B101	Metallic Materials	2012-10	-
DNV-OS-C101	Design of Offshore Steel Structures, General (LRFD Method)	2011-04	-
DNV-OS-C102	Structural Design of Offshore Ships	2012-10	-
DNV-OS-C103	Structural Design of Column Stabilised Units (LRFD Method)	2012-10	-
DNV-OS-C104	Structural Design of Self-Elevating Units (LRFD Method)	2012-04	-
DNV-OS-C105	Structural Design of TLPs (LRFD Method)	2011-04	-
DNV-OS-C106	Structural Design of Deep Draught Floating Units/Spars (LRFD and WSD Method)	2012-04	-
DNV-OS-C201	Structural Design of Offshore Units (WSD Method)	2012-10	-
DNV-OS-C301	Stability and Watertight Integrity	2012-04	-

Πίνακας 3.1: Πρότυπα Νορβηγικού Νηογνώμονα DNV

Table 1 Current Documents (Continued)			
Documents		A Current Edition	B Amendments; i.e. editorial corrections and clarifications only
DNV-OS-C401	Fabrication and Testing of Offshore Structures	2010-10	–
DNV-OS-C501	Composite Components	2010-10	–
DNV-OS-C502	Offshore Concrete Structures	2012-09	–
DNV-OS-C503	Concrete LNG Terminal Structures and Containment Systems	2010-10	–
DNV-OS-D101	Marine and Machinery Systems and Equipment	2012-10	–
DNV-OS-D201	Electrical Installations	2011-04	–
DNV-OS-D202	Automation, Safety, and Telecommunication Systems	2008-10	–
DNV-OS-D203	Integrated Software Dependent System (ISDS)	2012-12	–
DNV-OS-D301	Fire Protection	2008-10	2009-10
DNV-OS-E101	Drilling Plant	2009-10	–
DNV-OS-E201	Oil and Gas Processing Systems	2012-12	–
DNV-OS-E301	Position Mooring	2010-10	–
DNV-OS-E302	Offshore Mooring Chain	2008-10	2009-10
DNV-OS-E303	Offshore Mooring Fibre Ropes	2010-10	–
DNV-OS-E304	Offshore Mooring Steel Wire Ropes	2009-04	2009-10
DNV-OS-E401	Helicopter Decks	2012-04	–
DNV-OS-E402	Offshore Standard for Diving Systems	2010-10	–
DNV-OS-E403	Offshore Loading Buoys	2008-10	–
DNV-OS-E406	Design of Free Fall Lifeboats	2010-04	–
DNV-OS-E407	Underwater Deployment & Recovery Systems	2012-10	–
DNV-OS-F101	Submarine Pipeline Systems	2012-08	–
DNV-OS-F201	Dynamic Risers	2010-10	–
DNV-OS-H101	Marine Operations, General	2011-10	–
DNV-OS-H102	Marine Operations, Design and Fabrication	2012-01	–
DNV-OS-H201	Load Transfer Operations	2012-04	–
DNV-OS-H203	Transit and Positioning of Offshore Units	2012-02	–
DNV-OS-J101	Design of Offshore Wind Turbine Structures	2011-09	2011-10
DNV-OS-J201	Offshore Substations for Wind Farms	2009-10	–
DNV-OS-J301	Standard for Classification of Wind Turbine Installation Units	2011-04	–
<b>Recommended Practices</b>			
DNV-RP-A201	Plan Approval Documentation Types – Definitions	2012-04	–
DNV-RP-A203	Qualification of New Technology	2012-12	–
DNV-RP-A204	Quality Survey Plan (QSP) for Offshore Class New-building Surveys	2011-09	–
DNV-RP-A205	Offshore Classification Projects - Testing and Commissioning	2012-03	–
DNV-RP-B101	Corrosion Protection of Floating Production and Storage Units	2007-04	–
DNV-RP-B401	Cathodic Protection Design	2010-10	2011-04
DNV-RP-C101	Allowable Thickness Diminution for Hull Structure of Offshore Ships	2007-04	–
DNV-RP-C102	Structural Design of Offshore Ships	2002-02	–
DNV-RP-C103	Column-Stabilised Units	2012-04	–
DNV-RP-C104	Self-elevating Units	2012-11	–
DNV-RP-C201	Buckling Strength of Plated Structures	2010-10	–
DNV-RP-C202	Buckling Strength of Shells	2010-10	–
DNV-RP-C203	Fatigue Design of Offshore Steel Structures	2012-10	–
DNV-RP-C204	Design against Accidental Loads	2010-10	–
DNV-RP-C205	Environmental Conditions and Environmental Loads	2010-10	–
DNV-RP-C206	Fatigue Methodology of Offshore Ships	2012-10	–
DNV-RP-C207	Statistical Representation of Soil Data	2012-01	–
DNV-RP-C301	Design, Fabrication, Operation and Qualification of Bonded Repair of Steel Structures	2012-04	–
DNV-RP-C302	Risk Based Corrosion Management	2012-04	–

Πίνακας 3.1: Πρότυπα Νορβηγικού Νηογνώμονα DNV (συνέχεια)

Table 1 Current Documents (Continued)			
	Documents	A Current Edition	B Amendments; i.e. editorial corrections and clarifications only
DNV-RP-D101	Structural Analysis of Piping Systems	2008-10	-
DNV-RP-D102	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) of Redundant Systems	2012-01	-
DNV-RP-D201	Integrated Software Dependent Systems	2009-10	-
DNV-RP-E101	Recertification of Well Control Equipment for the Norwegian Continental Shelf	2012-01	-
DNV-RP-E102	Recertification of Blowout Preventers and Well Control Equipment for the US Outer Continental Shelf	2012-01	-
DNV-RP-E301	Design and Installation of Fluke Anchors in Clay	2012-05	-
DNV-RP-E302	Design and Installation of Plate Anchors in Clay	2002-12	-
DNV-RP-E303	Geotechnical Design and Installation of Suction Anchors in Clay	2005-10	-
DNV-RP-E304	Damage Assessment of Fibre Ropes for Offshore Mooring	2005-04	-
DNV-RP-E306	Dynamic Positioning Vessel Design Philosophy Guidelines	2012-09	-
DNV-RP-E307	Dynamic Positioning Systems - Operation Guidance	2011-01	-
DNV-RP-E401	Survey of Diving Systems	2007-04	-
DNV-RP-E402	Naval Rescue Submersibles	2010-10	-
DNV-RP-E403	Hyperbaric Evacuation Systems	2010-10	-
DNV-RP-F101	Corroded Pipelines	2010-10	-
DNV-RP-F102	Pipeline Field Joint Coating and Field Repair of Linepipe Coating	2011-05	-
DNV-RP-F103	Cathodic Protection of Submarine Pipelines by Galvanic Anodes	2010-10	-
DNV-RP-F105	Free Spanning Pipelines	2006-02	-
DNV-RP-F106	Factory Applied External Pipeline Coatings for Corrosion Control	2011-05	-
DNV-RP-F107	Risk Assessment of Pipeline Protection	2010-10	-
DNV-RP-F108	Fracture Control for Pipeline Installation Methods Introducing Cyclic Plastic Strain	2006-01	-
DNV-RP-F109	On-Bottom Stability Design of Submarine Pipelines	2010-10	2011-11
DNV-RP-F110	Global Buckling of Submarine Pipelines Structural Design due to High Temperature/High Pressure	2007-10	-
DNV-RP-F111	Interference Between Trawl Gear and Pipelines	2010-10	-
DNV-RP-F112	Design of Duplex Stainless Steel Subsea Equipment Exposed to Cathodic Protection	2008-10	-
DNV-RP-F113	Pipeline Subsea Repair	2007-10	-
DNV-RP-F116	Integrity Management of Submarine Pipeline Systems	2009-10	-
DNV-RP-F118	Pipe Girth Weld Aut System Qualification and Project Specific Procedure Validation	2010-10	-
DNV-RP-F201	Design of Titanium Risers	2002-10	-
DNV-RP-F202	Composite Risers	2010-10	-
DNV-RP-F203	Riser Interference	2009-04	-
DNV-RP-F204	Riser Fatigue	2010-10	-
DNV-RP-F205	Global Performance Analysis of Deepwater Floating Structures	2010-10	-
DNV-RP-F206	Riser Integrity Management	2008-04	-
DNV-RP-F301	Subsea Separator Structural Design	2007-04	-
DNV-RP-F302	Selection and Use of Subsea Leak Detection Systems	2010-04	-
DNV-RP-F401	Electrical Power Cables in Subsea Applications	2012-02	-
DNV-RP-G101	Risk Based Inspection of Offshore Topsides Static Mechanical Equipment	2010-10	-
DNV-RP-G103	Non-intrusive Inspection	2011-01	-
DNV-RP-H101	Risk Management in Marine - and Subsea Operations	2003-01	-
DNV-RP-H102	Marine operations during Removal of Offshore Installations	2004-04	-
DNV-RP-H103	Modelling and Analysis of Marine Operations	2011-04	2012-12
DNV-RP-H104	Ballast, Stability, and Watertight Integrity -Planning and Operating Guidance	2011-09	-

Πίνακας 3.1: Πρότυπα Νορβηγικού Νηογώμουνα DNV (συνέχεια)

Documents		A Current Edition	B Amendments; i.e. editorial corrections and clarifications only
DNV-RP-J101	Use of Remote Sensing for Wind Energy Assessments	2011-04	2011-11
DNV-RP-J201	Qualification Procedures for CO2 Capture Technology	2010-04	-
DNV-RP-J202	Design and Operation of CO2 Pipelines	2010-04	-
DNV-RP-J203	Geological Storage of Carbon Dioxide	2012-04	-
DNV-RP-O401	Safety and Reliability of Subsea Systems	1985-04	-
DNV-RP-O501	Erosive Wear in Piping Systems	2007-11	2011-01

Πίνακας 3.1: Πρότυπα Νορβηγικού Νηογνώμονα DNV (συνέχεια)

## 3.2 Πρότυπα άλλων οργανισμών

Ο Νορβηγικός Νηογνώμων DNV επιτρέπει συμπληρωματικά την εφαρμογή προτύπων άλλων οργανισμών εφόσον εκείνα προδιαγράφουν κριτήρια που οδηγούν στο ίδιο ή σε μεγαλύτερο επίπεδο ασφάλειας. Σε ορισμένα θέματα, που δεν καλύπτονται από τα πρότυπα του DNV, γίνεται παραπομπή σε πρότυπα άλλων οργανισμών των οποίων η εφαρμογή καθίσταται αναγκαία. Παρακάτω παρατίθενται τα πρότυπα άλλων οργανισμών που υιοθετούνται από τον Νορβηγικό Νηογνώμονα DNV.

### 3.2.1 Θαλάσσιες κατασκευές σκυροδέματος

Reference	Title
ACI 440.1R-06	Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with FRP bars
ACI 440.3R-04	Guide test methods for fibre-reinforced polymers (FRPs) for reinforcing or strengthening concrete structures
ACI 440-4R - 04	Prestressing Concrete Structures with FRP Tendons
ACI 440R-07	Report on fibre-reinforced polymer (FRP) reinforcement for concrete structures.
ASTM C150	Standard Specification for Portland Cement
ASTM C157	Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete
ASTM C191	Standard Test method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle
ASTM C230	Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement
ASTM C348	Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortars
ASTM C403	Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance
ASTM C457	Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete
ASTM C469	Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression
ASTM C490	Standard Practice for Use of Apparatus for the Determination of Length Change of Hardened Cement Paste, Mortar, and Concrete
ASTM C512	Standard Test Method for Creep of Concrete in Compression
ASTM C940	Standard Test Method for Expansion and Bleeding of Freshly Mixed Grouts for Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory
CSA S806-12	Design and construction of building structures with fibre-reinforced polymers
EN 12350-6	Testing fresh concrete - Part 6: Density
EN 12350-7	Testing fresh concrete - Part 7: Air content - pressure methods
EN 12350-8	Testing fresh concrete - Part 8: Self-compacting concrete - Slump flow test
EN 12390-3	Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens
EN 12390-7	Testing hardened concrete - Part 7: Density of hardened concrete

Πίνακας 3.2: Πρότυπα άλλων οργανισμών



Reference	Title
EN 196-1	Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength
EN 196-3	Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting times and soundness
ISO 1920-4	Testing of concrete – Part 4: Strength of hardened concrete
ISO 10406-1	Fibre-reinforced polymer (FRP) reinforcement of concrete – Test methods – Part 1 FRP bars and grid
ISO 19900	Petroleum and natural gas industries – General requirements for offshore structures
ISO 19901-1	Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 1: Metocean design and operating considerations
ISO 19901-2	Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 2: Seismic design procedures and criteria
ISO 19901-4	Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 4: Geotechnical and foundation design considerations
ISO 19903	Petroleum and natural gas industries – Fixed concrete offshore structures
NORSOK	N-003 Actions and Action Effects
NORSOK	N-004 Design of Steel Structures
SINTEF STF22 A98741	Eurocrete. Modifications to NS3473 when using fibre reinforced plastic (FRP) reinforcement

Πίνακας 3.2: Πρότυπα άλλων οργανισμών (συνέχεια)

### 3.2.2 Υπεράκτιες ανεμογεννήτριες

Reference	Title
AISC	LRFD Manual of Steel Construction
API RP 2N	Recommended Practice for Planning, Designing, and Constructing Structures and Pipelines for Arctic Conditions
BS 7910	Guide on methods for assessing the acceptability of flaws in fusion welded structures
BSH 7004	Standard Baugrunderkundung, Mindestanforderungen für Gründungen von Offshore-Windenergieanlagen.
DIN 4131	Stählerne Antennentragwerke
DIN 4133	Schornsteine aus Stahl
EN10025-1	Hot rolled products of non-alloy structural steels
EN10025-2	Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for non-alloy structural steels
EN10025-3	Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels
EN10025-4	Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels
EN10025-6	Hot rolled products of structural steels. Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in the quenched and tempered condition
EN 10204	Metallic products – types of inspection documents
EN 10225	Weldable structural steels for fixed offshore structures – technical delivery conditions
EN 12495	Corrosion Protection of Fixed Offshore Structures
EN 13670-1	Execution of Concrete Structures – Part 1: Common rules
EN 1991-1-4	Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – wind actions
EN 1992-1-1	Eurocode 2: Design of Concrete Structures
EN 1993-1-1	Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings
EN 1993-1-6	Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1-6: General Rules – Supplementary Rules for the Shell Structures
EN 1997-1	Eurocode 7: Geotechnical Design – Part 1: General rules
EN 1997-2	Eurocode 7: Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and testing
EN 1090-1	Execution of steel structures and aluminium structures – Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components
ENV 1090-5	Execution of steel structures – Part 5: Supplementary rules for bridges
EN50308	Wind Turbines – Labour Safety
IEC61400-1	Wind Turbines – Part 1: Design Requirements

Πίνακας 3.3: Πρότυπα άλλων οργανισμών

IEC61400-3	Wind Turbines – Part 3: Design requirements for offshore wind turbines
IEC61400-22	Wind Turbines – Part 22: Conformity testing and certification of wind turbines
ISO6934	Steel for the prestressing of concrete
ISO6935	Steel for the reinforcement of concrete
ISO 12944	Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
ISO/IEC 17020	General criteria for the operation of various types of bodies performing inspections
ISO/IEC 17025	General requirements for the competence of calibration and testing laboratories
ISO 19900:2002	Petroleum and natural gas industries – Offshore structures – General requirements for offshore structures
ISO 19901-2	Seismic design procedures and criteria
ISO 19902	Petroleum and Natural Gas Industries – Fixed Steel Offshore Structures
ISO 19906	Petroleum and Natural Gas Industries – Arctic offshore structures
ISO 22475-1	Geotechnical investigation and testing – Sampling methods and groundwater measurements – Part 1: Technical principles for execution
ISO 20340	Paints and varnishes – Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures
NACE RP0176	Corrosion Control of Steel Offshore Platforms Associated with Petroleum Production
NACE TPC	Publication No. 3. The role of bacteria in corrosion of oil field equipment
NORSOK	M-501 Surface preparation and protective coating
NORSOK	N-003 Actions and Action Effects
NORSOK	N-004 Design of Steel Structures
NORSOK	G-001 Marine Soil Investigations
NS 3473:2003	Prosjektering av betongkonstruksjoner. Beregnings- og konstruksjonsregler.
NVN 11400-0	Wind turbines – Part 0: Criteria for type certification – Technical Criteria

Πίνακας 3.3: Πρότυπα άλλων οργανισμών (συνέχεια)

## Κεφάλαιο 4: Πρότυπο DNV-OS-J101



OFFSHORE STANDARD

DNV-OS-J101

---

### Σχεδιασμός Κατασκευών Υπεράκτιων Ανεμογεννητριών

DET NORSKE VERITAS

## 4.1 Τμήμα 2

### ΤΜΗΜΑ 2 ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### A. Εισαγωγή

##### A 100 Γενικά

**101** Αυτό το τμήμα περιγράφει τις αρχές σχεδιασμού και τις μεθόδους για τον κατασκευαστικό σχεδιασμό συμπεριλαμβανομένου του:

- σχεδιασμού με τη μέθοδο των μερικών συντελεστών ασφάλειας με γραμμικό συνδυασμό των δράσεων ή των μεγεθών απόκρισης
- σχεδιασμού με τη μέθοδο των μερικών συντελεστών ασφάλειας με άμεση προσομοίωση των συνδυασμένων μεγεθών απόκρισης των ταυτόχρονων διαδικασιών φόρτισης
- σχεδιασμού υποβοηθούμενος από δοκιμές
- στοχαστικού σχεδιασμού

**102** Γενικές θεωρήσεις σχεδιασμού ανεξάρτητα από τη μέθοδο σχεδιασμού δίνονται επίσης στο B101.

**103** Αυτό το πρότυπο βασίζεται στη μέθοδο των μερικών συντελεστών ασφάλειας, η οποία βασίζεται σε ξεχωριστή αποτίμηση των αποτελεσμάτων των δράσεων στην κατασκευή εξ αιτίας κάθε ασκούμενης φόρτισης. Το πρότυπο επιτρέπει τον σχεδιασμό με άμεση προσομοίωση των συνδυασμένων αποτελεσμάτων των ταυτόχρονα ασκούμενων φορτίων, η οποία είναι χρήσιμη σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτό να διεξαχθεί ξεχωριστή αποτίμηση των διαφορετικών μεμονωμένων αποτελεσμάτων των δράσεων.

**104** Ως εναλλακτική επιλογή ή ως συμπλήρωμα στις αναλυτικές μεθόδους, ο προσδιορισμός των αποτελεσμάτων των δράσεων ή της αντίστασης είναι δυνατόν σε κάποιες περιπτώσεις να βασίζεται είτε σε δοκιμές είτε σε παρατήρηση της κατασκευαστικής απόδοσης των μοντέλων ή σε κατασκευές πλήρους κλίμακας.

**105** Οι μέθοδοι ανάλυσης της κατασκευαστικής αξιοπιστίας για άμεσο στοχαστικό σχεδιασμό θεωρούνται κυρίως ότι είναι εφαρμόσιμες σε ειδικά προβλήματα σχεδιασμού, στη βαθμονόμηση των συντελεστών των δράσεων και των υλικών που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο των μερικών συντελεστών ασφάλειας και στο σχεδιασμό για συνθήκες όπου υπάρχει περιορισμένη εμπειρία.

##### A 200 Σκοπός του σχεδιασμού

**201** Οι κατασκευές και τα δομικά στοιχεία πρέπει να σχεδιάζονται για να:

- διατηρήσουν φορτία που μπορούν να προκύψουν κατά τη διάρκεια όλων των προσωρινών συνθηκών, συνθηκών λειτουργίας και βλάβης αν απαιτείται
- εξασφαλίσουν αποδεκτή ασφάλεια της κατασκευής κατά την διάρκεια του χρόνου ζωής της κατασκευής.
- διατηρούν αποδεκτή ασφάλεια για το προσωπικό και το περιβάλλον
- έχουν επαρκή ανθεκτικότητα σε επιδείνωση κατά την διάρκεια του χρόνου ζωής της κατασκευής.

#### B. Γενικές Συνθήκες Σχεδιασμού

##### B 100 Γενικά

**101** Ο σχεδιασμό ενός δομικού συστήματος, τα στοιχεία του και οι λεπτομέρειες θα, πρέπει κατά το δυνατόν, να ικανοποιούν τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- επιτυγχάνεται αντίσταση σε σχετική μηχανική, φυσική και χημική επιδείνωση
- η συναρμολόγηση και η κατασκευή συμμορφώνονται με σχετικές αναγνωρισμένες τεχνικές και πρακτικές
- είναι δυνατές η επιθεώρηση, η συντήρηση και η επισκευή.

**102** Οι κατασκευές και τα δομικά στοιχεία θα κατέχουν όλκιμη αντίσταση εκτός αν συγκεκριμένος σκοπός επιβάλλει διαφορετικά

**103** Οι κατασκευαστικές συνδέσεις πρόκειται, σε γενικές γραμμές, να σχεδιάζονται με στόχο να ελαχιστοποιούνται οι συγκεντρώσεις τάσεων και να μειώνουν πολύπλοκες διαδρομές τάσεων.

**104** Κατά το δυνατόν, η μετάδοση υψηλών εφελκυστικών τάσεων δια μέσου του πάχους των πλακών κατά την διάρκεια συγκόλλησης, της συναρμολόγησης μπλοκ και της λειτουργίας θα αποφεύγονται. Σε περιπτώσεις όπου εμφανίζεται η μετάδοση υψηλών εφελκυστικών τάσεων δια μέσου του πάχους, θα χρησιμοποιείται δομικό υλικό με αποδεδειγμένες ιδιότητες δια μέσου του πάχους. Πρότυπα αντικειμένων μπορεί να δώσουν παραδείγματα που να χρησιμοποιηθούν πλάκες με αποδεδειγμένες ιδιότητες δια μέσου του πάχους.

**105** Τα δομικά στοιχεία μπορεί να κατασκευάζονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του προτύπου DNV-OS-C401.

## **Γ. Κατηγορίες Ασφάλειας και Επίπεδο Επιδιωκόμενης Ασφάλειας**

### **Γ 100 Κατηγορίες ασφάλειας**

**101** Σε αυτό το πρότυπο, η κατασκευαστική ασφάλεια εξασφαλίζεται μέσω μιας μεθοδολογίας κατηγορίας ασφάλειας. Η κατασκευή που πρόκειται να σχεδιαστεί ταξινομείται σε μια κατηγορία ασφάλειας βασισμένη στις συνέπειες αποτυχίας. Η ταξινόμηση συνήθως καθορίζεται από το σκοπό της κατασκευής. Για κάθε κατηγορία ασφάλειας, ένα επίπεδο επιδιωκόμενης ασφάλειας καθορίζεται όσον αφορά μια ονομαστική ετήσια πιθανότητα αστοχίας.

**102** Για κατασκευές στα υπεράκτια αιολικά πάρκα, θεωρούνται τρεις κατηγορίες ασφάλειας. Η χαμηλή κατηγορία ασφάλειας χρησιμοποιείται για κατασκευές, οι αστοχίες των οποίων υπονοούν χαμηλό κίνδυνο για τραυματισμούς προσωπικού και ρύπανση, χαμηλό κίνδυνο για οικονομικές συνέπειες και αμελητέο κίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή. Η κανονική κατηγορία ασφάλειας χρησιμοποιείται για κατασκευές, οι αστοχίες των οποίων υπονοούν κάποιο κίνδυνο για τραυματισμούς προσωπικού, ρύπανση ή δευτερεύουσες κοινωνικές απώλειες, ή πιθανότητα σημαντικών οικονομικών συνεπειών. Η υψηλή κατηγορία ασφάλειας χρησιμοποιείται για κατασκευές, των οποίων οι αστοχίες υπονοούν μεγάλες πιθανότητες για τραυματισμούς προσωπικού ή μοιραία περιστατικά, για σημαντική ρύπανση ή σημαντικές κοινωνικές απώλειες, ή πολύ μεγάλες οικονομικές συνέπειες.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Κατασκευές στήριξης και οι θεμελιώσεις υποστήριξης για τις ανεμογεννήτριες, που είναι κανονικά ανεπάνδρωτες, συνήθως σχεδιάζονται στην κανονική κατηγορία ασφάλειας. Επίσης κατασκευές στήριξης και θεμελιώσεις για τους μετεωρολογικές ιστούς μέτρησης συνήθως σχεδιάζονται στην κανονική κατηγορία ασφάλειας.

Σημειώστε, ωστόσο, ότι πάντα πρέπει να θεωρείται η δυνατότητα αυτές οι κατασκευές στήριξης και οι θεμελιώσεις να σχεδιάζονται σε μια διαφορετική κατηγορία ασφάλειας, βασισμένη σε οικονομικά κίνητρα και θεωρήσεις για την ανθρώπινη ασφάλεια.

Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός μετεωρολογικού ιστού μέτρησης για ένα μεγάλο αιολικό πάρκο ίσως να χρειάζεται να διεξαχθεί στην υψηλή κατηγορία ασφάλειας, επειδή η απώλεια του ιστού μπορεί να προκαλέσει καθυστέρηση στην ολοκλήρωση του αιολικού πάρκου ή μπορεί να υπονοεί υπερδιαστασιολόγηση των ανεμογεννητριών και κατασκευών στήριξης σε ένα αιολικό πάρκο λόγω στην υπονοούμενη ελλιπή γνώση του ανέμου. Το κόστος που συνδέεται με την απώλεια ενός τέτοιου ιστού μπορεί να υπερβαίνει το κόστος που συνδέεται με την απώλεια του στροβίλου και εκ τούτου να απαιτεί το σχεδιασμό στην υψηλή κατηγορία ασφάλειας.

Επίσης, προκειμένου να προστατευθούν οι επενδύσεις σε ένα αιολικό πάρκο, μπορεί να είναι σοφό να σχεδιαστούν οι κατασκευές στήριξης και οι θεμελιώσεις για τις ανεμογεννήτριες στην υψηλή κατηγορία ασφάλειας.

**103** Σε αυτό το πρότυπο, οι διαφορετικές κατηγορίες ασφάλειας που είναι εφαρμόσιμες για τους διαφορετικούς τύπους κατασκευών απεικονίζονται σε διαφορετικές απαιτήσεις στους συντελεστές των φορτίων. Οι απαιτήσεις στους συντελεστές των υλικών παραμένουν αμετάβλητες ανεξάρτητα από ποια κατηγορία ασφάλειας εφαρμόζεται για την εξεταζόμενη κατασκευή.

## Γ 200 Επιδιωκόμενη ασφάλεια

**201** Το επίπεδο επιδιωκόμενης ασφάλειας για τον κατασκευαστικό σχεδιασμό των κατασκευών στήριξης και των θεμελιώσεων για ανεμογεννήτριες στην κανονική κατηγορία ασφάλειας σύμφωνα με αυτό το πρότυπο είναι μία ονομαστική ετήσια πιθανότητα αστοχίας του  $10^{-4}$ . Αυτή η επιδιωκόμενη ασφάλεια είναι το επίπεδο που στοχεύεται για κατασκευές, των οποίων οι αστοχίες είναι όλκιμες και οι οποίες έχουν κάποια εφεδρική ικανότητα.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Το επίπεδο επιδιωκόμενης ασφάλειας του  $10^{-4}$  αντιπροσωπεύει την μετάφραση του DNV του επιπέδου ασφάλειας που είναι εγγενές με την κανονική κατηγορία ασφάλειας για ανεμογεννήτριες όπως ορίζεται στο IEC61400-1.

Το επίπεδο επιδιωκόμενης ασφάλειας του  $10^{-4}$  είναι συμβατό με το επίπεδο ασφάλειας που υponοείται από το DNV-OS-C101 για μη επανδρωμένες κατασκευές.

Αυτό αντανακλά ότι οι ανεμογεννήτριες και οι κατασκευές των ανεμογεννητριών που σχεδιάζονται για την κανονική κατηγορία ασφάλειας σύμφωνα με αυτό το πρότυπο είναι μη επανδρωμένες κατασκευές. Για ανεμογεννήτριες όπου το προσωπικό σχεδιάζεται να είναι παρόν κατά τη διάρκεια συνθηκών ισχυρής φόρτισης, δικαιολογείται ο σχεδιασμός στην υψηλή κατηγορία ασφάλειας με μία ονομαστική πιθανότητα αστοχίας του  $10^{-5}$ .

Τα δομικά στοιχεία και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες πρέπει να είναι διαμορφωμένα έτσι ώστε η κατασκευή θα συμπεριφέρεται κατά το δυνατόν με τον υποτιθέμενο όλκιμο τρόπο. Οι συνδέσεις πρέπει να είναι σχεδιασμένες με ομαλές μεταβάσεις και σωστή παράταξη των στοιχείων. Οι συγκεντρώσεις τάσεων πρέπει να αποφεύγονται κατά το δυνατόν. Μία κατασκευή ή ένα δομικό στοιχείο μπορεί να συμπεριφέρεται ως ψαθυρό, ακόμα και αν είναι φτιαγμένο από όλκιμα υλικά, για παράδειγμα όταν υπάρχουν ξαφνικές αλλαγές στις ιδιότητες της διατομής.

**202** Το επίπεδο επιδιωκόμενης ασφάλειας είναι το ίδιο, ανεξάρτητα από το ποια φιλοσοφία σχεδιασμού εφαρμόζεται.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Ο σχεδιασμός ενός δομικού στοιχείου που βασίζεται σε μία υπόθεση των επιθεωρήσεων και ενδεχόμενης συντήρησης και επισκευής καθ' όλη τη διάρκεια ζωής σχεδιασμού μπορεί να επωφεληθεί από μια μειωμένη δομική διάσταση, π. χ. μια μειωμένη επιφάνεια διατομής, σε σύγκριση με ένα σχεδιασμό χωρίς ένα τέτοιο σχέδιο επιθεώρησης και συντήρησης, προκειμένου να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο ασφάλειας για τους δύο σχεδιασμούς.

Αυτό αναφέρεται ειδικότερα στους σχεδιασμούς που διέπονται από τις ΤΟΚ και τις ΟΚΛ. Μπορεί να είναι δύσκολο να εφαρμοστεί αυτό στους σχεδιασμούς που διέπονται από τις ΟΚΑ και τις ΤΟΚ.

## Δ. Οριακές Καταστάσεις

### Δ 100 Γενικά

**101** Μία οριακή κατάσταση είναι μία συνθήκη πέραν της οποίας μία κατασκευή ή ένα δομικό στοιχείο δεν ικανοποιεί πλέον τις απαιτήσεις σχεδιασμού.

**102** Οι ακόλουθες οριακές καταστάσεις θεωρούνται σε αυτό το πρότυπο:

Οι *Οριακές καταστάσεις αστοχίας (ΟΚΑ)* αντιστοιχούν στη μέγιστη αντοχή

Οι *Οριακές καταστάσεις κόπωσης (ΟΚΚ)* αντιστοιχούν στην αστοχία εξ αιτίας του φαινομένου της κυκλικής φόρτισης

Οι *Τυχηματικές οριακές καταστάσεις (ΤΟΚ)* αντιστοιχούν σε (1) μέγιστη αντοχή για (σπάνιες) τυχηματικές δράσεις ή (2) ακεραιότητα για κατασκευές με βλάβη μετά την τυχηματική δράση

Οι *Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας (ΟΚΛ)* αντιστοιχούν σε κριτήρια ανοχής εφαρμόσιμα για κανονική χρήση.

**103** Παραδείγματα οριακών καταστάσεων σε κάθε κατηγορία:

*Οριακές καταστάσεις αστοχίας (ΟΚΑ)*

- απώλεια δομικής αντίστασης (υπερβολική διαρροή και λυγισμός)
- αστοχία στοιχείων εξ αιτίας ψαθυρής θραύσης
- απώλεια στατικής ισορροπίας της κατασκευής, ή ενός μέλους της κατασκευής θεωρούμενης ως στερεού σώματος, π.χ. ανατροπή
- αστοχία των κρίσιμων στοιχείων της κατασκευής που προκαλούνται από υπέρβαση της οριακής

- αντίστασης (η οποία σε κάποιες περιπτώσεις μειώνεται εξ αιτίας επαναλαμβανόμενης φόρτισης) ή από υπέρβαση της οριακής παραμόρφωσης των στοιχείων
- μετασχηματισμός της κατασκευής σε μηχανισμό (κατάρρευση ή υπερβολική παραμόρφωση)

#### *Οριακές καταστάσεις κόπωσης (OKK)*

- αθροιστική βλάβη εξ αιτίας επαναλαμβανόμενων φορτίων

#### *Τυχηματικές οριακές καταστάσεις (ΤΟΚ)*

- δομική βλάβη εξ αιτίας τυχηματικών φορτίων (ΤΟΚ τύπου 1)
- οριακή αντίσταση της κατασκευής με βλάβη (ΤΟΚ τύπου 2)
- απώλεια της δομικής ακεραιότητας μετά από τοπική ζημιά (ΤΟΚ τύπου 3)

#### *Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας (ΟΚΛ)*

- μετακινήσεις που ενδέχεται να μεταβάλλουν το αποτέλεσμα των ασκούμενων δυνάμεων
- παραμορφώσεις που ενδέχεται να μεταβάλλουν την κατανομή των φορτίων ανάμεσα σε υποστηρίγματα στερεά σώματα και κατασκευής στήριξης
- υπερβολικές δονήσεις που προκαλούν δυσφορία ή που επηρεάζουν μη κατασκευαστικά στοιχεία
- κινήσεις που υπερβαίνουν τον περιορισμό του εξοπλισμού
- διαφορικές καθιζήσεις των εδαφών των θεμελιώσεων προκαλώντας μη ανεκτή κλίση της ανεμογεννήτριας
- παραμορφώσεις που επάγονται από θερμοκρασιακές διαφορές

## **Ε. Σχεδιασμός με τη Μέθοδο των Μερικών Συντελεστών Ασφάλειας**

### **Ε 100 Γενικά**

- 101** Η μέθοδος των μερικών συντελεστών ασφάλειας είναι μία μέθοδος σχεδιασμού με την οποία λαμβάνεται το επιδιωκόμενο επίπεδο ασφάλειας όσο το δυνατόν καλύτερα εφαρμόζοντας τους συντελεστές φόρτισης και αντίστασης στις χαρακτηριστικές τιμές των κυρίαρχων μεταβλητών και επακόλουθα ικανοποιώντας ένα συγκεκριμένο κριτήριο σχεδιασμού που εκφράζεται με αυτούς τους συντελεστές και αυτές τις χαρακτηριστικές τιμές. Οι κυρίαρχες μεταβλητές αποτελούνται από
- φορτία που ασκούνται στην κατασκευή ή τα αποτελέσματα της φόρτισης στην κατασκευή
  - αντίσταση της κατασκευής ή αντοχή των υλικών της κατασκευής.

**102** Οι χαρακτηριστικές τιμές των φορτίων και της αντίστασης, ή των αποτελεσμάτων της φόρτισης και της αντοχής των υλικών, επιλέγονται ως συγκεκριμένα εκατοστημόρια στις αντίστοιχες κατανομές πιθανότητάς τους. Οι απαιτήσεις των συντελεστών φόρτισης και αντίστασης τίθενται έτσι ώστε πιθανές δυσμενείς πραγματοποιήσεις των φορτίων και της αντίστασης, όπως και οι πιθανές ταυτόχρονες εμφανίσεις τους, λαμβάνονται σε έναν βαθμό ο οποίος διασφαλίζει ότι επιτυγχάνεται ένα ικανοποιητικό επίπεδο.

### **Ε 200 Η διαμόρφωση του μερικού συντελεστή ασφάλειας**

**201** Το επίπεδο ασφάλειας μιας κατασκευής ή ενός δομικού στοιχείου θεωρείται ικανοποιητικό όταν το αποτέλεσμα της φόρτισης σχεδιασμού  $S_d$  δεν υπερβαίνει την αντίσταση σχεδιασμού  $R_d$  σχεδίου:

$$S_d \leq R_d$$

Αυτό είναι το κριτήριο σχεδιασμού. Το κριτήριο σχεδιασμού είναι επίσης γνωστό ως ανισότητα σχεδιασμού. Η αντίστοιχη εξίσωση  $S_d=R_d$  διαμορφώνει την εξίσωση σχεδιασμού.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Το αποτέλεσμα της φόρτισης  $S$  μπορεί να είναι οποιαδήποτε αποτέλεσμα φόρτισης όπως μια εξωτερική ή εσωτερική δύναμη, μια εσωτερική τάση σε μια διατομή ή μια παραμόρφωση και η αντίσταση  $R$  ενάντια στο  $S$  είναι η αντίστοιχη αντίσταση όπως μια ικανότητα, μια τάση διαρροής ή μια κρίσιμη παραμόρφωση.

**202** Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για να προσδιοριστεί το αποτέλεσμα του φορτίου σχεδιασμού  $S_{di}$  που συνδέεται με ένα συγκεκριμένο φορτίο  $F_i$ :

(1) Το αποτέλεσμα του φορτίου σχεδιασμού  $S_{di}$  λαμβάνεται από τον πολλαπλασιασμό της χαρακτηριστικής τιμής του αποτελέσματος  $S_{ki}$  του φορτίου με έναν καθορισμένο συντελεστή  $\gamma_{fi}$

$$S_{di} = \gamma_{fi} S_{ki}$$

όπου η χαρακτηριστική τιμή του αποτελέσματος  $S_{ki}$  καθορίζεται στην ανάλυση της κατασκευής για το χαρακτηριστικό φορτίο  $F_{ki}$ .

(2) Το αποτέλεσμα του φορτίου σχεδιασμού  $S_{di}$  λαμβάνεται από μία ανάλυση της κατασκευής για το φορτίο σχεδιασμού  $F_{di}$ , όπου το φορτίο σχεδιασμού  $F_{di}$  λαμβάνεται από τον πολλαπλασιασμό του χαρακτηριστικού φορτίου  $F_{ki}$  με έναν καθορισμένο συντελεστή  $\gamma_{fi}$

$$F_{di} = \gamma_{fi} F_{ki}$$

Η προσέγγιση (1) θα χρησιμοποιείται για να καθορίσει το αποτέλεσμα του φορτίου σχεδιασμού όταν μια κατάλληλη αντιπροσώπευση της δυναμικής απόκρισης είναι το πρωταρχικό μέλημα, ενώ η προσέγγιση (2) θα χρησιμοποιείται εάν μια κατάλληλη αντιπροσώπευση της μη γραμμικής υλικής συμπεριφοράς ή των γεωμετρικών μη γραμμικοτήτων ή και οι δύο είναι το πρωταρχικό μέλημα. Η προσέγγιση (1) τυπικά εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό των αποτελεσμάτων του φορτίου σχεδιασμού στην κατασκευή στήριξης, συμπεριλαμβανομένου του πύργου, από την φόρτιση του ανέμου στο στρόβιλο, ενώ η προσέγγιση (2) τυπικά εφαρμόζεται για τον σχεδιασμό της κατασκευής στήριξης και της θεμελίωσης με τα αποτελέσματα των φορτίων στον πύργο να εφαρμόζονται ως μία συνοριακή συνθήκη.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για τον κατασκευαστικό σχεδιασμό των κατασκευών μονού πυλώνα και άλλων κατασκευών με πασσάλους, η προσέγγιση (2) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να λάβει κατάλληλα υπόψη την επιρροή από τις μη γραμμικότητες του εδάφους. Σε μια τυπική κατάσταση σχεδιασμού για μία κατασκευή μονού πυλώνα, τα κύρια φορτία θα είναι φορτία ανέμου και φορτία κύματος επιπροσθέτως των μόνιμων φορτίων. Ο σχεδιασμός που συνδυάζει τα αποτελέσματα των φορτίων ανέμου και κύματος σε κατάλληλο επίπεδο διασύνδεσης, όπως η φλάντζα του πύργου, μπορούν να καθοριστούν από μια ολοκληρωμένη ανάλυση της κατασκευής του πύργου και της κατασκευής στήριξης από την προσέγγιση (1) και να αποτελείται από μια τέμνουσα δύναμη σε σχέση με μια καμπτική ροπή. Αυτά τα αποτελέσματα των φορτίων σχεδιασμού μπορούν στη συνέχεια να εφαρμοστούν ως εξωτερικά φορτία σχεδιασμού στο επιλεγμένο επίπεδο διασύνδεσης και τα αποτελέσματα των φορτίων σχεδιασμού σε μία κατασκευή μονού πυλώνα και στον πάσσαλο θεμελίωσης για αυτά τα φορτία σχεδιασμού μπορούν έπειτα να καθοριστούν από μια ανάλυση της κατασκευής μονού πυλώνα και του πασσάλου θεμελίωσης από την προσέγγιση (2).

**203** Το αποτέλεσμα  $S_d$  του φορτίου σχεδιασμού είναι το δυσμενέστερο αποτέλεσμα φόρτισης που προκύπτει από την ταυτόχρονη δράση των  $n$  φορτίων  $F_i$ ,  $i=1, \dots, n$ . Μπορεί να εκφραστεί ως

$$S_d = f(F_{d1}, \dots, F_{dn})$$

όπου  $f$  δηλώνει συναρτησιακή σχέση.

Σύμφωνα με τη διαμόρφωση των μερικών συντελεστών ασφάλειας, το συνδυασμένο αποτέλεσμα  $S_d$  των φορτίων σχεδιασμού που προκύπτει από την δράση  $n$  ανεξάρτητων φορτίων  $F_i$ ,  $i=1, \dots, n$ , μπορεί να ληφθεί ως



$$S_d = \sum_{i=1}^n S_{di}(F_{ki})$$

όπου  $S_{di}(F_{ki})$  δηλώνει το αποτέλεσμα του φορτίου σχεδιασμού που αντιστοιχεί στη χαρακτηριστική τιμή  $F_{ki}$ .

Όταν υπάρχει μία γραμμική σχέση ανάμεσα στο φορτίο  $F_i$  που ασκείται στην κατασκευή και στο συνδεδεμένο αποτέλεσμα  $S_i$ , το συνδυασμένο αποτέλεσμα των φορτίων σχεδιασμού  $S_d$  που προκύπτει από την ταυτόχρονη δράση των  $n$  φορτίων  $F_i, i=1, \dots, n$ , μπορεί να επιτευχθεί ως

$$S_d = \sum_{i=1}^n \gamma_{fi} S_{ki}$$

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Ως παράδειγμα, το συνδυασμένο αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι η καμπτική τάση σε έναν κατακόρυφο πάσσαλο, που προκύπτει από ένα φορτίο ανέμου και ένα φορτίο κύματος τα οποία δρουν ταυτόχρονα στην κατασκευή που στηρίζεται στον πάσσαλο.

Όταν υπάρχει μία γραμμική σχέση ανάμεσα στο φορτίο  $F_i$  και στο αποτέλεσμά του  $S_i$ , η χαρακτηριστική τιμή του αποτελέσματος  $S_k$  του συνδυασμού των φορτίων που προκύπτει από την ταυτόχρονη δράση των  $n$  φορτίων  $F_n, i=1, \dots, n$ , μπορεί να επιτευχθεί ως

$$S_k = \sum_{i=1}^n S_{ki}$$

**204** Οι χαρακτηριστικές τιμές του αποτελέσματος  $S_{ki}$  των φορτίων λαμβάνονται ως συγκεκριμένα εκατοστημόρια στις κατανομές των αποτελεσμάτων  $S_i$  των φορτίων. Με τον ίδιο τρόπο, οι χαρακτηριστικές τιμές των φορτίων  $F_{ki}$  λαμβάνονται ως συγκεκριμένα εκατοστημόρια στις κατανομές των αντίστοιχων φορτίων  $F_i$ .

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Ποια εκατοστημόρια καθορίζονται ως χαρακτηριστικές τιμές μπορεί να εξαρτάται από το ποια οριακή κατάσταση θεωρείται. Ποια εκατοστημόρια καθορίζονται ως χαρακτηριστικές τιμές μπορεί επίσης να ποικίλουν από ένα συγκεκριμένο συνδυασμό των αποτελεσμάτων των φορτίων σε έναν άλλο. Για περαιτέρω λεπτομέρειες βλέπε Τμήμα 4F.

**205** Σε αυτό το πρότυπο, ο σχεδιασμός στις ΟΚΑ είναι βασισμένος είτε σε μια χαρακτηριστική τιμή συνδυασμένου αποτελέσματος  $S_k$  των φορτίων που ορίζεται ως το εκατοστημόριο 98% στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου συνδυασμένου αποτελέσματος των φορτίων, είτε σε ένα χαρακτηριστικό φορτίο  $F_k$  που ορίζεται ως το 98% εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου συνδυασμένου φορτίου. Το αποτέλεσμα είναι ένα συνδυασμένο φορτίο ή ένα συνδυασμένο αποτέλεσμα φορτίων του οποίου η περίοδος επαναφοράς είναι 50 έτη.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Όταν  $n$  διαδικασίες φόρτισης εμφανίζονται ταυτόχρονα, το πρότυπο διευκρινίζει περισσότερα από ένα σύνολα χαρακτηριστικών αποτελεσμάτων φορτίων ( $S_{k1}, \dots, S_{kn}$ ) που εξετάζονται προκειμένου η χαρακτηριστική τιμή  $S_k$  του συνδυασμένου αποτελέσματος των φορτίων να προκύπτει όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο 98% εκατοστημόριο. Για κάθε διευκρινισμένο σύνολο ( $S_{k1}, \dots, S_{kn}$ ), το αντίστοιχο αποτέλεσμα  $S_d$  των συνδυασμένων φορτίων σχεδιασμού καθορίζεται σύμφωνα με το στοιχείο 203. Για χρήση στο σχεδιασμό, το αποτέλεσμα  $S_d$  των συνδυασμένων φορτίων επιλέγεται ως η δυσμενέστερη τιμή μεταξύ των αποτελεσμάτων των συνδυασμένων φορτίων που προκύπτει για αυτά τα διευκρινισμένα σύνολα χαρακτηριστικών αποτελεσμάτων φορτίων

**206** Όταν η κατασκευή υποβάλλεται στην ταυτόχρονη δράση  $n$  διαδικασιών φόρτισης και η δομική συμπεριφορά, π.χ. η απόσβεση, επηρεάζεται από το χαρακτήρα τουλάχιστον ένα από αυτά τα φορτία, τότε μπορεί να μην είναι πάντα εφικτό να καθοριστεί το αποτέλεσμα  $S_d$  των φορτίων σχεδιασμού, που προκύπτει από την ταυτόχρονη δράση των φορτίων  $n$ , από έναν γραμμικό συνδυασμό των χωριστά καθορισμένων μεμονωμένων αποτελεσμάτων των φορτίων όπως τέθηκε στη 203. Στα πλαίσια της μεθόδου των μερικών συντελεστών ασφάλειας, το συνδυασμένο αποτέλεσμα  $S_d$  των φορτίων, που προκύπτει από την ταυτόχρονη δράση των  $n$  φορτίων, μπορεί στη συνέχεια να καθιερωθεί ως χαρακτηριστική τιμή του συνδυασμένου αποτελέσματος  $S_k$  των φορτίων πολλαπλασιασμένου με έναν κοινό συντελεστή φόρτισης  $\gamma_f$ . Η χαρακτηριστική τιμή της συνδυασμένης επίδρασης  $S_k$  των φορτίων θα πρέπει σε αυτήν την περίπτωση να οριστεί ως το εκατοστημόριο στο άνω όριο της κατανομής της συνδυασμένης επίδρασης των φορτίων που προκύπτει στην κατασκευή από την ταυτόχρονη δράση των  $n$  φορτίων. Κατ' αρχήν, η κατανομή αυτής της συνδυασμένης επίδρασης των φορτίων προέρχεται περίπου από μια δομική ανάλυση στην οποία οι αντίστοιχες διαδικασίες των  $n$  φορτίων εφαρμόζονται ταυτόχρονα.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η συνολική απόσβεση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το φορτίο του ανέμου και την διεύθυνσή του σε σχέση με τα άλλα φορτία, όπως για παράδειγμα η επίδραση της φόρτισης του κύματος στην κατασκευή στήριξης γίνεται εξαρτώμενη από τα χαρακτηριστικά της φόρτισης του ανέμου. Εκτός αν τα χαρακτηριστικά της φόρτισης του ανέμου μπορούν κατάλληλα να ληφθούν υπόψη για να παράγουν μία σωστή συνολική απόσβεση και μία σωστή μεμονωμένη επίδραση της φόρτισης του κύματος στην ανάλυση της κατασκευής για την φόρτιση του ανέμου, τότε η κατασκευή ενδεχομένως να χρειαστεί να αναλυθεί για την περιζήτητη συνδυασμένη επίδραση για μία ταυτόχρονη εφαρμογή της διαδικασίας φόρτισης του ανέμου και του κύματος.

**207** Η αντίσταση  $R$  στην επίδραση  $S$  ενός συγκεκριμένου φορτίου είναι, σε γενικές γραμμές, μία συνάρτηση παραμέτρων όπως η γεωμετρία, οι ιδιότητες των υλικών, το περιβάλλον και οι επιδράσεις των φορτίων αυτές καθαυτές, τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης της τελευταίας κοιλιάδας όπως η υποβάθμιση.

**208** Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για την καθιέρωση της αντίστασης σχεδιασμού  $R_d$  της κατασκευής ή του δομικού στοιχείου:

- 1) Η αντίσταση σχεδιασμού  $R_d$  λαμβάνεται διαιρώντας την χαρακτηριστική αντίσταση  $R_k$  με έναν συγκεκριμένη συντελεστή για το υλικό  $\gamma_m$ :

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_m}$$

- 2) Η αντίσταση σχεδιασμού  $R_d$  λαμβάνεται διαιρώντας την αντοχή σχεδιασμού  $\sigma_d$  που προκύπτει από μία ανάλυση της φέρουσας ικανότητας:

$$R_d = R(\sigma_d)$$

στην οποία  $R$  δηλώνει την συναρτησιακή σχέση ανάμεσα στην αντοχή υλικού και την αντίσταση και στην οποία η αντοχή σχεδιασμού λαμβάνεται διαιρώντας την χαρακτηριστική αντοχή του υλικού  $\sigma_k$  με έναν συντελεστή για το υλικό  $\gamma_m$ :

$$\sigma_d = \frac{\sigma_k}{\gamma_m}$$

Ποια από τις δύο προσεγγίσεις εφαρμόζεται εξαρτάται από την κατάσταση σχεδιασμού. Σε αυτό το πρότυπο, η προσέγγιση που εφαρμόζεται καθορίζεται από περίπτωση σε περίπτωση.

**209** Η χαρακτηριστική αντίσταση  $R_k$  λαμβάνεται ως ένα συγκεκριμένο εκατοστημόριο στην κατανομή της αντίστασης. Μπορεί να ληφθεί από δοκιμές, ή μπορεί να υπολογιστεί από τις χαρακτηριστικές τιμές των παραμέτρων που διέπουν την αντίσταση. Στην τελευταία περίπτωση εφαρμόζεται η συναρτησιακή σχέση ανάμεσα στην αντίσταση και στις διέπουσες παραμέτρους. Παρομοίως, η χαρακτηριστική αντοχή υλικού  $\sigma_k$  λαμβάνεται ως ένα συγκεκριμένο εκατοστημόριο στην κατανομή πιθανότητας της αντοχής του υλικού και μπορεί να ληφθεί από δοκιμές.

**210** Οι συντελεστές φόρτισης λαμβάνουν υπόψη:

- πιθανές δυσμενείς αποκλίσεις των φορτίων από τις χαρακτηριστικές τιμές τους
- την περιορισμένη πιθανότητα διαφορετικά φορτία να υπερβούν ταυτόχρονα τις αντίστοιχες χαρακτηριστικές τιμές τους
- αβεβαιότητες στο μοντέλο και την ανάλυση που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της επίδρασης των φορτίων

**211** Οι συντελεστές των υλικών λαμβάνουν υπόψη:

- πιθανές δυσμενείς αποκλίσεις της αντίστασης των υλικών από την χαρακτηριστική τιμή τους
- αβεβαιότητες στο μοντέλο και την ανάλυση που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της αντίστασης
- μία πιθανά χαμηλή χαρακτηριστική αντίσταση των υλικών στην κατασκευή, ως συνόλου, σε σύγκριση με τις χαρακτηριστικές τιμές που ερμηνεύονται από δοκίμια.

### **E 300 Χαρακτηριστική τιμή αποτελέσματος φόρτισης**

**301** Για λειτουργικές συνθήκες σχεδιασμού, η χαρακτηριστική τιμή  $S_k$  του αποτελέσματος της φόρτισης που προκύπτει από έναν εφαρμοζόμενο συνδυασμό φορτίων ορίζεται ως ακολούθως, εξαρτώμενη από την οριακή κατάσταση:

- Για συνδυασμούς φόρτισης που σχετίζονται με τον σχεδιασμό στις OKA, η χαρακτηριστική τιμή του προκύπτοντος αποτελέσματος φορτίου ορίζεται ως το αποτέλεσμα του φορτίου με μία ετήσια πιθανότητα υπέρβασης ίση ή μικρότερη από 0,02, δηλαδή ένα αποτέλεσμα φόρτισης του οποίου η περίοδος επαναφοράς είναι τουλάχιστον 50 έτη.
- Για συνδυασμούς φόρτισης που σχετίζονται με τον σχεδιασμό στις OKK, η χαρακτηριστική τιμή της ιστορίας του αποτελέσματος του φορτίου ορίζεται ως η αναμενόμενη ιστορία του αποτελέσματος του φορτίου
- Για συνδυασμούς φόρτισης που σχετίζονται με τον σχεδιασμό στις OKL, η χαρακτηριστική τιμή του αποτελέσματος του φορτίου είναι μία συγκεκριμένη τιμή, εξαρτώμενη από λειτουργικές απαιτήσεις.

Οι συνδυασμοί φόρτισης που φτάνουν την χαρακτηριστική τιμή  $S_k$  του προκύπτοντος αποτελέσματος της φόρτισης δίνονται στο Τμήμα 4.

**302** Για προσωρινές συνθήκες σχεδιασμού, η χαρακτηριστική τιμή  $S_k$  του αποτελέσματος της φόρτισης που προκύπτει από έναν εφαρμοζόμενο συνδυασμό φορτίων είναι μία συγκεκριμένη τιμή, η οποία θα επιλέγεται εξαρτώμενη από τα μέτρα που λαμβάνονται για να επιτευχθεί το απαιτούμενο επίπεδο ασφάλειας. Η τιμή θα προσδιορίζεται με τη δέουσα προσοχή στην πραγματική τοποθεσία, την εποχή του έτους, τη διάρκεια της προσωρινής συνθήκης, την πρόγνωση του καιρού και τις συνέπειες της αστοχίας.

### **E 400 Χαρακτηριστική αντίσταση**

**401** Η χαρακτηριστική τιμή της αντίστασης ορίζεται ως το 5% εκατοστημόριο στην κατανομή της αντίστασης.

### **E 500 Συντελεστές φόρτισης και αντίστασης**

**501** Οι συντελεστές φόρτισης και αντίστασης για ποικίλες οριακές καταστάσεις δίνονται στο Τμήμα 5.

## ΣΤ. Σχεδιασμός με Άμεση Προσομοίωση της Συνδυασμένης Επίδρασης των Ταυτόχρονων Διαδικασιών Φόρτισης

### ΣΤ 100 Γενικά

**101** Σχεδιασμός με άμεση προσομοίωση της συνδυασμένης επίδρασης των ταυτόχρονα δρώντων διαδικασιών φόρτισης είναι παρόμοια με το σχεδιασμό με τη μέθοδο των μερικών συντελεστών ασφάλειας, εκτός του ότι είναι βασισμένη σε μία άμεση προσομοίωση της χαρακτηριστικής τιμής του συνδυασμένου αποτελέσματος των φορτίων από τις ταυτόχρονα εφαρμοζόμενες διαδικασίες φόρτισης αντί να βασίζεται σε ένα γραμμικό συνδυασμό του μεμονωμένου αποτελέσματος της φόρτισης που καθορίζεται ξεχωριστά για κάθε μία από τις εφαρμοζόμενες διαδικασίες φόρτισης.

**102** Για τον σχεδιασμό των κατασκευών ανεμογεννητριών οι οποίες υποβάλλονται σε δύο ή περισσότερες ταυτόχρονες δρώσες διαδικασίες φόρτισης, ο σχεδιασμός με άμεση προσομοίωση του συνδυασμένου αποτελέσματος της φόρτισης μπορεί να αποδειχθεί μια ελκυστική εναλλακτική στο σχεδιασμό από το μοντέλο του γραμμικού συνδυασμού της φόρτισης της μεθόδου των μερικών συντελεστών ασφάλειας. Το μοντέλο του γραμμικού συνδυασμού της μεθόδου των μερικών συντελεστών ασφάλειας μπορεί να είναι ανεπαρκές σε περιπτώσεις όπου η επίδραση της φόρτισης που συνδέεται με μία από τις εφαρμοζόμενες διαδικασίες φόρτισης εξαρτάται από κατασκευαστικές ιδιότητες οι οποίες είναι ευαίσθητες στα χαρακτηριστικά μιας ή περισσότερων από τις υπόλοιπες διαδικασίες φόρτισης.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Η αεροδυναμική απόσβεση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το αν υπάρχει άνεμος ή όχι, από το αν ο στρόβιλος βρίσκεται σε παραγωγή ενέργειας ή σε ακινησία και από το αν ο άνεμος έχει την ίδια ή διαφορετική διεύθυνση με τα υπόλοιπα φορτία όπως η φόρτιση του κύματος. Εκτός αν δε μπορούν να γίνουν ορθές υποθέσεις για την αεροδυναμική απόσβεση της ανεμογεννήτριας σε συμφωνία με την πραγματική κατάσταση του καθεστώτος της ανεμοφόρτισης, ενδέχεται να μην είναι εφικτός ο ξεχωριστός καθορισμός της επίδρασης λόγω μόνο της φόρτισης του κύματος που χρησιμοποιείται με τη διαμόρφωση των μερικών συντελεστών ασφαλείας.

Με μία ανάλυση του στρόβιλου στο πεδίο του χρόνου που υποβάλλεται ταυτόχρονα τόσο σε φόρτιση ανέμου όσο και κύματος, η αεροδυναμική απόσβεση του στρόβιλου θα προκύψει σωστή εφόσον συμπεριλαμβάνεται η φόρτιση του ανέμου και η επακόλουθη συνδυασμένη επίδραση, που συνήθως λαμβάνεται από προσομοιώσεις στο πεδίο του χρόνου, διαμορφώνουν την βάση της ερμηνείας της χαρακτηριστικής τιμής της συνδυασμένης επίδρασης.

### ΣΤ 200 Διαμόρφωση σχεδιασμού

**201** Για τον σχεδιασμό των κατασκευών των ανεμογεννητριών οι οποίες υποβάλλονται σε δύο ή περισσότερες ταυτόχρονα δρώσες διαδικασίες φόρτισης, εφαρμόζεται η ανισότητα σχεδιασμού

$$S_d \leq R_d$$

Το συνδυασμένο αποτέλεσμα  $S_d$  των φορτίων σχεδιασμού λαμβάνεται με πολλαπλασιασμό της χαρακτηριστικής τιμής  $S_k$  του συνδυασμένου αποτελέσματος των φορτίων με ένα συγκεκριμένο συντελεστή φόρτισης  $\gamma_f$ ,

$$S_d = \gamma_f S_k$$

### ΣΤ 300 Χαρακτηριστική τιμή αποτελέσματος φόρτισης

**301** Η χαρακτηριστική τιμή του συνδυασμένου αποτελέσματος  $S_k$  της φόρτισης μπορεί να καθιερωθεί άμεσα από την κατανομή του ετήσιου μέγιστου συνδυασμένου αποτελέσματος της φόρτισης που προκύπτει από μία ανάλυση της κατασκευής, η οποία βασίζεται στην ταυτόχρονη εφαρμογή των δύο ή περισσότερων διαδικασιών φόρτισης. Σε αυτήν την περίπτωση του σχεδιασμού σε ΟΚΑ, η χαρακτηριστική τιμή του συνδυασμένου αποτελέσματος  $S_k$  της φόρτισης θα λαμβάνεται ως το 98%

εκατοστημόριο της κατανομής του μέγιστου ετήσιου συνδυασμένου αποτελέσματος της φόρτισης, δηλαδή το συνδυασμένο αποτέλεσμα της φόρτισης του οποίου η περίοδος επαναφοράς είναι 50 έτη.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Ίσως υπάρχουν διάφοροι τρόποι στους οποίους μπορεί να οριστεί το 98% εκατοστημόριο της κατανομής του ετήσιου μέγιστου συνδυασμένου αποτελέσματος της φόρτισης. Ανεξάρτητα από την προσέγγιση, πρέπει να καθιερωθεί ένα καθολικό μοντέλο για την ανάλυση της κατασκευής, π.χ. στη διαμόρφωση ενός στοιχείου δοκού βασισμένου στο πλαισιακό μοντέλο, στο οποίο μπορούν να εφαρμοστούν τα φορτία από διάφορες ταυτόχρονα δράσεις διαδικασίες φόρτισης.

Μια ανάλυση της κατασκευής στο πεδίο του χρόνου συνήθως διεξάγεται για συγκεκριμένη περιβαλλοντική κατάσταση διάρκειας τυπικά 10 λεπτών ή μιας ή 3 ωρών, κατά τη διάρκεια της οποίας υποτίθενται μόνιμες συνθήκες με σταθερές εντάσεις των εμπλεκόμενων διαδικασιών φόρτισης. Τα δεδομένα αποτελούνται από ταυτόχρονες χρονοσειρές των αντίστοιχων διαδικασιών φόρτισης, π.χ. φορτίο ανέμου και φορτίο κύματος, με συγκεκριμένες διευθύνσεις. Τα αποτελέσματα αποτελούνται από χρονοσειρές της επίδρασης των φορτίων σε συγκεκριμένα σημεία στην κατασκευή.

Κατ' αρχήν, ο καθορισμός του 98% εκατοστημορίου στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος της φόρτισης απαιτεί δομικές αναλύσεις που πρέπει να διεξαχθούν για ένα μεγάλο αριθμό περιβαλλοντικών καταστάσεων, δηλαδή όλες αυτές οι καταστάσεις που συμβάλλουν στο άνω όριο της κατανομής του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος της φόρτισης. Μόλις το άνω όριο αυτής της κατανομής έχει καθοριστεί από ολοκλήρωση στα αποτελέσματα για τις διάφορες περιβαλλοντικές καταστάσεις, σταθμισμένο σύμφωνα με τις συχνότητες εμφάνισής τους, το 98% εκατοστημόριο στην κατανομή μπορεί να ερμηνευτεί.

Οι υπολογιστικές προσπάθειες μπορούν να μειωθούν αρκούντως όταν μπορεί να υποτεθεί ότι το 98% εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος της φόρτισης μπορεί να εκτιμηθεί ως η αναμενόμενη τιμή του μέγιστου αποτελέσματος της φόρτισης στην περιβαλλοντική κατάσταση της οποίας η περίοδος επαναφοράς είναι 50 έτη.

Περισσότερη καθοδήγηση στο πώς θα καθοριστεί το 98% εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος της φόρτισης παρέχεται στο Τμήμα 4.

### **ΣΤ 400 Χαρακτηριστική αντίσταση**

**401** Η χαρακτηριστική τιμή αντίσταση πρέπει να υπολογίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο των μερικών συντελεστών ασφάλειας.

#### **Z. Σχεδιασμός Υποβοηθούμενος από Δοκιμές**

##### **Z 100 Γενικά**

**101** Ο σχεδιασμός με δοκιμές ή παρατήρηση της απόδοσης είναι πρέπει σε γενικές γραμμές να υποστηρίζεται από αναλυτικές μεθόδους σχεδιασμού

**102** Τα αποτελέσματα της φόρτισης, η κατασκευαστική αντίσταση και η αντίσταση στην υποβάθμιση του υλικού είναι δυνατόν να καθιερωθούν μέσω δοκιμών ή παρατήρησης της πραγματικής απόδοσης των κατασκευών πλήρους κλίμακας.

**103** Στην έκταση που οι δοκιμές χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό, οι δοκιμές πρέπει να είναι επαληθεύσιμες.

##### **Z 200 Δοκιμές πλήρους κλίμακας και παρατήρηση της απόδοσης υφιστάμενων κατασκευών**

**201** Δοκιμές πλήρους κλίμακας ή παρακολούθηση υφιστάμενων κατασκευών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει πληροφορίες στην απόκριση και στα αποτελέσματα της φόρτισης της πραγματικής απόδοσης των κατασκευών πλήρους κλίμακας.

#### **H. Σχεδιασμός Υποβοηθούμενος από Δοκιμές**

##### **H 100 Ορισμός**

**101** Η κατασκευαστική αξιοπιστία, ή η δομική ασφάλεια, ορίζεται ως η πιθανότητα ότι η αστοχία δεν θα συμβεί ή ότι το καθορισμένο κριτήριο αστοχίας δεν θα ικανοποιηθεί σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

## **Η 200 Γενικά**

**201** Αυτό το τμήμα δίνει προδιαγραφές για την ανάλυση της αναλαμβανόμενης κατασκευαστικής αξιοπιστίας προκειμένου να τεκμηριώσει τη συμμόρφωση με τα πρότυπα υπεράκτιων κατασκευών.

**202** Αποδεκτές διαδικασίες για την ανάλυση κατασκευαστικής αξιοπιστίας τεκμηριώνονται στις Σημειώσεις Ταξινόμησης Αρ. 30.6.

**203** Οι αναλύσεις αξιοπιστίας θα βασίζονται στο Επίπεδο 3 των μεθόδων αξιοπιστίας. Αυτές οι μέθοδοι χρησιμοποιούν την πιθανότητα αστοχίας ως ένα μέτρο ασφάλειας και απαιτούν γνώση της κατανομής πιθανότητας όλων των διεπουσών μεταβλητών φόρτισης και αντίστασης.

**204** Σε αυτό το πρότυπο, οι μέθοδοι αξιοπιστίας Επιπέδου 3 θεωρούνται κυρίως εφαρμόσιμες για:

- τη βαθμονόμηση της μεθόδου στο επίπεδο 1 για να ληφθεί υπόψη βελτιωμένη γνώση. (Οι μέθοδοι επιπέδου 1 είναι ντετερμινιστικές μέθοδοι ανάλυσης που χρησιμοποιούν μόνο μία χαρακτηριστική τιμή για να περιγράψουν κάθε αβέβαιη μεταβλητή, δηλαδή η μέθοδος των μερικών συντελεστών ασφάλειας που εφαρμόζεται σε αυτά τα πρότυπα.
- ειδικές περιπτώσεις προβλημάτων σχεδιασμού
- νέοι σχεδιασμοί για τους οποίους περιορισμένη ή καθόλου εμπειρία υπάρχει.

**205** Η ανάλυση αξιοπιστίας μπορεί να αναβαθμιστεί με χρήση νέας πληροφορίας. Όπου τέτοια αναβάθμιση υποδεικνύει ότι οι υποθέσεις πάνω σε ποια πρωτότυπη ανάλυση βασίστηκαν δεν είναι έγκυρες και το αποτέλεσμα τέτοιας μη επικύρωσης θεωρείται να είναι ουσιώδες για την ασφάλεια, το θέμα της έγκρισης μπορεί να ανακληθεί.

**206** Οι επιδιωκόμενες αξιοπιστίες θα είναι ανάλογες με την συνέπεια της αστοχίας. Η μέθοδος καθιέρωσης τέτοιων επιδιωκόμενων αξιοπιστιών και οι τιμές των επιδιωκόμενων αξιοπιστιών αυτές καθαυτές, θα πρέπει να είναι σύμφωνες με κάθε ξεχωριστή περίπτωση. Στη έκταση που είναι δυνατό, οι ελάχιστες επιδιωκόμενες αξιοπιστίες θα πρέπει να βασίζονται σε καθιερωμένες περιπτώσεις που είναι γνωστό ότι έχουν επαρκή ασφάλεια.

**207** Όπου δεν υπάρχουν καλά καθιερωμένες περιπτώσεις, π.χ. στην περίπτωση νέων και μοναδικών λύσεων σχεδιασμού, οι ελάχιστες τιμές επιδιωκόμενης αξιοπιστίας θα βασίζονται σε μία ή σε συνδυασμό των ακόλουθων θεωρήσεων:

- μεταφερόμενες επιδιωκόμενες αξιοπιστίες από παρόμοιες υφιστάμενες λύσεις σχεδιασμού
- διεθνώς αναγνωρισμένοι κώδικες και πρότυπα
- Σημειώσεις Ταξινόμησης Αρ. 30.6.

## 4.2 Τμήμα 3

### ΤΜΗΜΑ 3 ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

#### A. Εισαγωγή

##### A 100 Ορισμός

**101** Οι επιτόπου συνθήκες αποτελούνται από όλες τις επιτόπου συγκεκριμένες συνθήκες οι οποίες ίσως να επηρεάσουν τον σχεδιασμό μιας κατασκευής ανεμογεννήτριας που διέπονται από τα φορτία της, την ικανότητά της ή και τα δύο.

**102** Οι επιτόπου συνθήκες καλύπτουν εικονικά όλες τις περιβαλλοντικές συνθήκες στο πεδίο, συμπεριλαμβανομένου αλλά όχι περιορισμένης

##### Επεξηγηματική σημείωση:

Οι μετεωρολογικές και ωκεανογραφικές συνθήκες οι οποίες ενδέχεται να επηρεάσουν τον σχεδιασμό της κατασκευής μιας ανεμογεννήτριας συνίστανται από φαινόμενα όπως άνεμος, κύματα και στάθμη νερού. Αυτά τα φαινόμενα ενδέχεται να αλληλοεξαρτώνται και για τα πρώτα τρία από αυτά οι αντίστοιχες διευθύνσεις είναι μέρος των συνθηκών που ίσως διέπουν το πρόβλημα.

#### B. Κλίμα Ανέμου

##### B 100 Καταστάσεις ανέμου

**101** Για την αναπαράσταση του κλίματος ανέμου, γίνεται μία διάκριση ανάμεσα στις κανονικές συνθήκες ανέμου και τις ακραίες συνθήκες ανέμου. Οι κανονικές συνθήκες ανέμου γενικά αφορούν επαναλαμβανόμενες καταστάσεις φόρτισης, καθώς οι ακραίες συνθήκες ανέμου αναπαριστούν σπάνιες εξωτερικές καταστάσεις σχεδιασμού. Οι κανονικές συνθήκες ανέμου χρησιμοποιούνται ως βάση για τον καθορισμό κυρίως φορτίων κόπωσης, αλλά επίσης ακραία φορτία από παρέκταση των κανονικών λειτουργικών φορτίων. Οι ακραίες καταστάσεις ανέμου είναι καταστάσεις ανέμου που μπορούν να οδηγήσουν σε ακραία φορτία στα εξαρτήματα της ανεμογεννήτριας και στην κατασκευή στήριξης και την θεμελίωση.

**102** Οι κανονικές συνθήκες ανέμου καθορίζονται σε όρους μιας πυκνότητας του αέρα, μιας μακροχρόνιας κατανομής της 10-λεπτης μέσης ταχύτητας του αέρα, την τριβή του ανέμου σε όρους μιας κλίσης στη μέση ταχύτητα ανέμου ως προς το ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και της τύρβης.

**103** Οι ακραίες συνθήκες ανέμου καθορίζονται σε όρους της πυκνότητας του αέρα σε συνδυασμό με τους προβλεπόμενους ανέμους. Οι ακραίες συνθήκες ανέμου περιλαμβάνουν φαινόμενα διάτμησης από τον άνεμο, καθώς και τις μέγιστες ταχύτητες ανέμου λόγω των καταιγίδων, ακραίας τύρβης και ταχέων ακραίων αλλαγών στην ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου.

**104** Οι κανονικές καταστάσεις ανέμου και οι ακραίες καταστάσεις ανέμου θα λαμβάνονται σύμφωνα με το πρότυπο IEC61400-1.

##### Επεξηγηματική σημείωση:

Οι κανονικές καταστάσεις ανέμου και οι ακραίες καταστάσεις ανέμου, οι οποίες καθορίζονται στο πρότυπο IEC61400-1 και χρησιμοποιούνται εδώ, ενδέχεται να είναι ανεπαρκείς για την αναπαράσταση ειδικών συνθηκών που έχουν ση-μειωθεί σε τροπικές καταιγίδες όπως ανεμοθύελλες, κυκλώνες και τυφώνες.

##### B 200 Παράμετροι για κανονικές συνθήκες ανέμου

**201** Το κλίμα ανέμου παριστάνεται από την 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου  $U_{10}$  και από την τυπική απόκλιση  $\sigma_U$  της ταχύτητας ανέμου. Σε βραχυχρόνιο όρο, δηλαδή σε μία 10-λεπτη περίοδο, θεωρείται ότι επικρατούν στάσιμες συνθήκες ανέμου με σταθερή  $U_{10}$  και σταθερή  $\sigma_U$ .

### Επεξηγηματική σημείωση:

Η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου  $U_{10}$  είναι ένα μέτρο της έντασης του ανέμου. Η τυπική απόκλιση  $\sigma_U$  είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας της ταχύτητας του ανέμου γύρω από τη μέση ταχύτητα.

**202** Η αυθαίρετη ταχύτητα ανέμου κάτω από στάσιμες 10-λεπτες συνθήκες στο βραχυχρόνιο επίπεδο ακολουθεί μία κατανομή πυκνότητας πιθανότητας της οποίας η μέση τιμή είναι  $U_{10}$  και της οποίας η τυπική απόκλιση είναι  $\sigma_U$ .

**203** Η ένταση της τύρβης ορίζεται ως ο λόγος  $\sigma_U/U_{10}$ .

**204** Το βραχυχρόνιο 10-λεπτο στάσιμο κλίμα ανέμου μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα φάσμα ανέμου, δηλαδή από την συνάρτηση φασματικής πυκνότητας της ταχύτητας του ανέμου,  $S(f)$ . Η  $S(f)$  είναι μία συνάρτηση των  $U_{10}$  και  $\sigma_U$  και εκφράζει πως η ενέργεια της ταχύτητας του ανέμου κατανέμεται στις διάφορες συχνότητες.

### B 300 Δεδομένα ανέμου

**301** Τα στατιστικά στοιχεία της ταχύτητας του ανέμου πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως η βάση για την αναπαράσταση των μακροχρόνιων και των βραχυχρόνιων συνθηκών ανέμου. Εμπειρικά στατιστικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται ως η βάση για τον σχεδιασμό πρέπει να καλύπτουν ένα επαρκώς μακρύ χρονικό διάστημα, κατά προτίμηση 10 ετών ή μεγαλύτερο.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Επιτόπου μετρήσεις δεδομένων ανέμου σε επαρκώς μεγάλες περιόδους με ελάχιστα ή καθόλου κενά . Το τι είναι μία επαρκώς μεγάλη περίοδος σε αυτό το κείμενο εξαρτάται .

**302** Τα δεδομένα της ταχύτητας του ανέμου είναι εξαρτημένα από το ύψος. Η μέση ταχύτητα του ανέμου στο ύψος του άξονα της ανεμογεννήτριας θα χρησιμοποιείται ως αναφορά. Όταν δεν είναι διαθέσιμα δεδομένα της ταχύτητας του ανέμου για άλλα ύψη εκτός από το ύψος αναφοράς, οι ταχύτητες του ανέμου σε αυτά τα ύψη μπορούν να υπολογιστούν από τις ταχύτητες του ανέμου στο ύψος αναφοράς σε συνδυασμό με ένα προφίλ της ταχύτητας ανέμου πάνω από την στάθμη ηρεμίας του νερού.

**303** Οι μακροχρόνιες κατανομές της  $U_{10}$  και της  $\sigma_U$  πρέπει να βασίζονται κατά προτίμηση σε στατιστικά δεδομένα για την ίδια περίοδο επαναφοράς όπως η περίοδος επαναφοράς που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των φορτίων. Αν χρησιμοποιείται μία διαφορετική από τα 10 λεπτά περίοδος αναφοράς για τον προσδιορισμό των φορτίων, τα δεδομένα ανέμου μπορούν να μετασχηματιστούν με εφαρμογή κατάλληλων συντελεστών ανέμου. Η βραχυχρόνια κατανομή της αυθαίρετης ταχύτητας ανέμου αυτής καθεαυτής είναι δεσμευμένη από τις  $U_{10}$  και  $\sigma_U$ .

### Επεξηγηματική σημείωση:

Ένας κατάλληλος συντελεστής ανέμου για τον μετασχηματισμό των στατιστικών στοιχείων του ανέμου από άλλες περιόδους επαναφοράς από εκείνες των 10 λεπτών εξαρτάται από την θέση των συχνοτήτων σε ένα φασματικό κενό, όταν τέτοιο κενό είναι παρόν. Εφαρμογή ενός προσαρμοσμένου συντελεστή ανέμου, ο οποίος είναι ανεξάρτητος από την θέση των συχνοτήτων σε ένα φασματικό κενό, μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα.

Οι τελευταίες παρατηρήσεις των προφίλ του ανέμου πάνω από το νερό θα πρέπει να λαμβάνονται για μετασχηματισμό των δεδομένων της ταχύτητας μεταξύ των διαφόρων υψών αναφοράς ή διαφορετικών περιόδων επαναφοράς.

Εκτός και αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, μπορεί να χρησιμοποιείται η ακόλουθη έκφραση για τη μέση ταχύτητα  $U$  με περίοδο επαναφοράς  $T$  σε ύψος  $z$  πάνω από τη στάθμη της θάλασσας

$$U(T, z) = U_{10} \left( 1 + 0,137 \ln \frac{z}{h} - 0,047 \ln \frac{T}{T_{10}} \right)$$



όπου  $h = 10 \text{ m}$  και  $T_{10} = 10$  λεπτά και όπου  $U_{10}$  είναι η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου σε ύψος  $h$ . Αυτή η έκφραση μετατρέπει τις μέσες ταχύτητες ανέμου μεταξύ των διαφόρων περιόδων επαναφοράς. Όταν  $T < T_{10}$ , η έκφραση παρέχει την περισσότερο μεγάλη μέση ταχύτητα ανέμου σε μία συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς  $T$ , δεδομένης της αρχικής 10-λεπτης περιόδου επαναφοράς με στάσιμες συνθήκες και της συγκεκριμένης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10}$ . Η έκφραση είναι συντηρητική για τις συνθήκες της Βόρειας Θάλασσας.

Για ακραίες μέσες ταχύτητες ανέμου που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες περιόδους επαναφοράς με υπέρβαση περίπου σε 50 έτη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη έκφραση για μετατροπή της ωριαίας μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_0$  σε ύψος  $h$  πάνω από την στάθμη της θάλασσας στη μέση ταχύτητα ανέμου  $U$  με περίοδο επαναφοράς  $T$  σε ύψος  $z$  πάνω από την στάθμη της θάλασσας

$$U(T, z) = U_0 \cdot \left(1 + C \cdot \ln \frac{z}{h}\right) \left[1 - 0,41 \cdot I_U(z) \cdot \ln \frac{T}{T_0}\right]$$

όπου  $h = 10 \text{ m}$ , και  $T = 1$  ώρα και  $T < T_0$  όπου

$$C = 5,73 \cdot 10^{-2} \sqrt{1 + 0,15U_0}$$

και

$$I_U = 0,06 \cdot (1 + 0,043U_0) \left(\frac{z}{h}\right)^{-0,22}$$

και όπου η  $U$  θα έχει την ίδια περίοδο επαναφοράς με την  $U_0$ .

Αυτή η έκφραση μετασχηματισμού αναγνωρίζεται ως το προφίλ ανέμου Frøya. Περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να βρεθούν στο πρότυπο DNV-RP-C205.

Αμφότερες οι εκφράσεις είναι βασισμένες σε δεδομένα από τις τοποθεσίες της Βόρεια Θάλασσα και της Νορβηγικής Θάλασσας και δεν προσφέρονται απαραίτητα για χρήση σε άλλες υπεράκτιες τοποθεσίες. Οι εκφράσεις δεν θα πρέπει να προεκτείνονται για χρήση πέραν του εύρους του ύψους για το οποίο είναι βαθμονομημένες, δηλαδή δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για ύψη μεγαλύτερα από 100 m κατά προσέγγιση. Πιθανές επιρροές από γεωστροφικούς ανέμους σε ύψη μικρότερα από 100 m τονίζουν την σημασία της παρατήρησης αυτής της απαγόρευσης.

Αμφότερες οι εκφράσεις βασίζονται στην εφαρμογή ενός λογαριθμικού προφίλ ταχύτητας ανέμου. Για τοποθεσίες όπου χρησιμοποιείται ή προβλέπεται ένα προεκτεινόμενο προφίλ ανέμου, οι εκφράσεις θα πρέπει να θεωρείται ότι χρησιμοποιούνται μόνο για μετασχηματισμούς μεταξύ διαφορετικών περιόδων επαναφοράς σε ένα ύψος  $z$  ίσο με το ύψος αναφοράς  $h = 10 \text{ m}$ .

**304** Εμπειρικά στατιστικά δεδομένα ανέμου που χρησιμοποιούνται ως βάση για τον σχεδιασμό πρέπει να καλύπτουν μία επαρκώς μακριά χρονική περίοδο.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Τα δεδομένα της ταχύτητας του ανέμου για τον μακροχρόνιο καθορισμό της 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10}$  είναι συνήθως διαθέσιμα για πρόγνωση εξαγομένων ισχύος. Δεδομένα τύρβης συνήθως είναι πιο δύσκολο να παραχθούν, ειδικότερα εξ αιτίας των αποτελεσμάτων από παρακείμενες ανεμογεννήτριες σε λειτουργία. Πρέπει να θεωρηθούν οι τελευταίες ιδέες για το προφίλ του ανέμου μέσα στα αιολικά πάρκα.

**305** Η ταχύτητα του ανέμου στην τοποθεσία της κατασκευής θα προσαρμόζεται στη βάση προηγούμενων μετρήσεων στην πραγματική τοποθεσία και σε γειτνιάζουσες τοποθεσίες, σε κατασκευασμένα προγενέστερα δεδομένα καθώς και σε θεωρητικά μοντέλα και σε άλλες μετεωρολογικές πληροφορίες. Αν η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγάλης σημασίας στο σχεδιασμό και υπάρχουσα δεδομένα ανέμου είναι σπάνια και αβέβαια, οι μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου θα διεξάγονται στην εν λόγω τοποθεσία.

**306** Χαρακτηριστικές τιμές της ταχύτητας του ανέμου θα πρέπει να καθορίζονται λαμβανομένων υπόψη των εγγενών αβεβαιοτήτων.

**307** Χαρακτηριστικές τιμές της ταχύτητας του ανέμου θα καθορίζονται λαμβανομένων υπόψη των αποτελεσμάτων λόγω της παρουσίας άλλων ανεμογεννητριών ανάντη, όπως σε ένα αιολικό πάρκο.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Ένα αιολικό πάρκο παράγει το δικό του κλίμα ανέμου λόγω των αποτελεσμάτων αλληλεπίδρασης κατάντη και το κλίμα ανέμου στο κέντρο του αιολικού πάρκου μπορεί ως εκ τούτου να είναι πολύ διαφορετικό από το ατμοσφαιρικό κλίμα ανέμου. Η διάταξη του αιολικού πάρκου έχει αντίκτυπο στον άνεμο στις επιμέρους ανεμογεννήτριες. Τα αποτελέσματα αλληλεπίδρασης σε ένα αιολικό πάρκο γενικά θα συνεπάγονται μία αρκετά αυξημένη διακύμανση, η οποία αντικατοπτρίζεται σε μία αυξημένη τυπική απόκλιση  $\sigma_U$  της ταχύτητας του ανέμου. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να είναι σημαντικό ακόμη και όταν η απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών σε ένα αιολικό πάρκο είναι τόσο μεγάλη όσο το 8 με 10 διαμέτρους του ρότορα. Τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης σε ένα αιολικό πάρκο μπορεί επίσης να συνεπάγονται μία μείωση της 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10}$  σε σχέση με εκείνη του ατμοσφαιρικού κλίματος ανέμου.

Τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης στα αιολικά πάρκα θα κυριαρχούν συχνά έναντι των φορτίων κόπωσης σε κατασκευές υπεράκτιων ανεμογεννητριών.

Τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης θα εξασθενούν πιο σιγά και σε μεγαλύτερες αποστάσεις υπεράκτια από ότι στη στεριά.

Για την εκτίμηση των φαινομένων αλληλεπίδρασης στα αιολικά πάρκα, θα πρέπει να αξιολογούνται τα αποτελέσματα των αλλαγμένων θέσεων των ανεμογεννητριών μέσα σε καθορισμένες ανοχές εγκατάστασης για τις ανεμογεννήτριες σε σχέση με τις προγραμματισμένες θέσεις τους.

Πληροφορίες για τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης σε αιολικά πάρκα δίνονται στο πρότυπο IEC61400-1, Παράρτημα D.

**308** Δεδομένα της ταχύτητας του ανέμου συνήθως προσδιορίζονται για μία συγκεκριμένη θερμοκρασία αναφοράς. Όταν χρησιμοποιούνται δεδομένα της ταχύτητας του ανέμου για τον κατασκευαστικό σχεδιασμό, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε αυτήν την θερμοκρασία αναφοράς, ειδικά για την υιοθετημένη φιλοσοφία λειτουργίας για τον σχεδιασμό των ανεμογεννητριών και των υποθέσεων της θερμοκρασίας που έγιναν σε αυτό το πλαίσιο.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Το φορτίο ανέμου στον πύργο μιας ανεμογεννήτριας επάγεται από την πίεση του ανέμου η οποία εξαρτάται τόσο από την πυκνότητα όσο και από την ταχύτητα του ανέμου. Το φορτίο ανέμου στο ρότορα δεν εξαρτάται από την πίεση του ανέμου μεμονωμένα αλλά επίσης από τα χαρακτηριστικά του προφίλ του περυγίου και του ενεργού ελέγχου του βήματος του περυγίου και της ταχύτητας του ρότορα. Τα φορτία σχεδιασμού στην πιστοποίηση τύπου συνήθως αναφέρονται σε μία πυκνότητα αέρα  $1,225 \text{ kg/m}^3$ . Τα συγκεκριμένα φορτία σχεδιασμού της μελέτης θα εξετάζουν την πυκνότητα του αέρα όπως προκύπτει από τις μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου με έναν ορθολογικό τρόπο. Η πυκνότητα του αέρα μπορεί να αυξηθεί έως και 10% σε αρκτικές περιοχές κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.

### **B 400 Προσομοίωση ανέμου**

**401** Η φασματική πυκνότητα της διαδικασίας ανάπτυξης της ταχύτητας του ανέμου εκφράζει πως η ενέργεια της τύρβης του ανέμου κατανέμεται στις διάφορες συχνότητες. Η φασματική πυκνότητα της διαδικασίας ανάπτυξης της ταχύτητας του ανέμου συμπεριλαμβανομένων των φαινομένων αλληλεπίδρασης από οποιεσδήποτε ανεμογεννήτριες ανάντη είναι εξαιρετικού ενδιαφέροντος.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Οι τελευταίες ιδέες για τη μοντελοποίηση του φάσματος του ανέμου μέσα σε αιολικά πάρκα θα πρέπει να θεωρείται όταν η φασματική πυκνότητα της διαδικασίας ανάπτυξης της ταχύτητας του ανέμου πρόκειται να παραχθεί.

**402** Επιτόπου φασματικές πυκνότητες της διαδικασίας ανάπτυξης της ταχύτητας του ανέμου μπορεί να προσδιοριστεί από διαθέσιμα μετρημένα δεδομένα ανέμου. Όταν τα μετρημένα δεδομένα ανέμου είναι ανεπαρκή για την εγκαθίδρυση επιτόπου φασματικών πυκνοτήτων, συνιστάται να

χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο φασματικής πυκνότητας το οποίο εξασφαλίζει ότι η φασματική πυκνότητα  $S_U(f)$  προσεγγίζει ασυμπτωτικά την ακόλουθη μορφή καθώς αυξάνεται η συχνότητα  $f$  στην αδρανειακή υποπεριοχή:

$$S_U(f) = 0,202\sigma_U^2 \left( \frac{L_k}{U_{10}} \right)^{\frac{2}{3}} f^{-\frac{5}{3}}$$

**403** Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, η φασματική πυκνότητα της διαδικασίας ανάπτυξης της ταχύτητας του ανέμου μπορεί να αναπαρασταθεί από το φάσμα Kaimal,

$$S_U(f) = \sigma_U^2 \frac{4 \frac{L_k}{U_{10}}}{\left( 1 + 6 \frac{fL_k}{U_{10}} \right)^{5/3}}$$

όπου με  $f$  συμβολίζεται η συχνότητα και η ολοκληρωτική παράμετρος κλίμακας  $L_k$  λαμβάνεται ως

$$L_k = \begin{cases} 5,67z & \text{για } z < 60 \text{ m} \\ 340,2 \text{ m} & \text{για } z \geq 60 \text{ m} \end{cases}$$

όπου το  $z$  δηλώνει το ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αυτό το μοντέλο φάσματος ικανοποιεί την προδιαγραφή στην παράγραφο 402. Άλλα μοντέλα φάσματος για την διαδικασία της ανάπτυξης της ταχύτητας του ανέμου εκτός από το φάσμα Kaimal μπορούν να βρεθούν στο πρότυπο DNV-RP-C205.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Πρέπει να δίνεται προσοχή όταν χρησιμοποιείται μοντέλο φάσματος όπως το φάσμα Kaimal. Προπαντός, είναι σημαντικό να προσέξουμε ότι το πραγματικό μήκος κλίμακας μπορεί να αποκλίνει σημαντικά από το μήκος κλίμακας  $L_k$  του μοντέλου φάσματος.

Το φάσμα Kaimal και άλλα μοντέλα φάσματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναπαραστήσουν το πεδίο ανέμου ανάντη μπροστά στην ανεμογεννήτρια. Ωστόσο, ένα δείγμα περιστροφικής τυρβώδους ροής εξ αιτίας της περιστροφής των πτερυγίων του ρότορα θα συμβάλλει επιπρόσθετα στην τυρβώδη ροή ενός πεδίου ανέμου ανάντη όπως αναπαρίσταται από το μοντέλο φάσματος και θα αυξήσει τις διακυμάνσεις του ανέμου τις οποίες τα πτερύγια του ρότορα θα δεχθούν ενεργά.

Για ανεμογεννήτριες τοποθετημένες πίσω από άλλες ανεμογεννήτριες σε ένα αιολικό πάρκο, θα γίνει υπέρθεση των διακυμάνσεων του ανέμου που παριστάνονται από το μοντέλο φάσματος με μία πρόσθετη τυρβώδη διακύμανση εξαιτίας των φαινομένων αλληλεπίδρασης πίσω από ανεμογεννήτριες ανάντη.

**404** Οι μακροχρόνιες κατανομές πυκνότητας πιθανότητας για τις παραμέτρους του ανέμου  $U_{10}$  και  $\sigma_U$  οι οποίες προκύπτουν από τα διαθέσιμα δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν σε όρους γενικευμένων κατανομών ή σε όρους διαγραμμάτων διασποράς. Μία τυπική αναπαράσταση γενικευμένης κατανομής αποτελείται από μία κατανομή Weibull για την 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου  $U_{10}$  σε συνδυασμό με μία λογαριθμοκανονική κατανομή της  $\sigma_U$  με δεδομένη την  $U_{10}$ . Ένα διάγραμμα διασποράς παρέχει την συχνότητα εμφάνισης δεδομένων ζευγών  $(U_{10}, \sigma_U)$  σε μία δεδομένη διακριτοποίηση του χώρου  $(U_{10}, \sigma_U)$ .

**405** Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, μπορεί να υποθεθεί μία κατανομή Weibull για την 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου  $U_{10}$  σε ένα δεδομένο ύψος  $H$  πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας,

$$F_{U_{10}}(u) = 1 - e^{-\left(\frac{u}{A}\right)^k}$$

όπου η παράμετρος κλίμακας  $A$  και η παράμετρος σχήματος  $k$  εξαρτώνται από το ύψος και την τοποθεσία.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Σε περιοχές όπου συμβαίνουν τυφώνες, η κατανομή Weibull όπως καθορίζεται από τις διαθέσιμες καταγραφές της 10-λεπτης ταχύτητας ίσως να μην παρέχει μία ικανοποιητική αναπαράσταση του άνω τεταρτημρίου της πραγματικής κατανομής της  $U_{10}$ . Σε τέτοιες περιοχές, το πάνω τεταρτημύριο της κατανομής της  $U_{10}$  πρέπει να καθορίζεται στη βάση δεδομένων του τυφώνα.

**406** Το προφίλ της ταχύτητας του ανέμου παριστάνει τη μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Μπορεί να υποθεθεί ένα λογαριθμικό προφίλ της ταχύτητας του ανέμου,

$$u(z) \sim \ln \frac{z}{z_0}$$

όπου το  $z$  είναι το ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και  $z_0$  είναι η παράμετρος τραχύτητας, η οποία για υπεράκτιες κατασκευές εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, την ανάντη απόσταση από την στεριά, το βάθος του νερού και το πεδίο κυματισμών. Το λογαριθμικό προφίλ της ταχύτητας του ανέμου συνεπάγεται ότι η παράμετρος κλίμακας  $A(z)$  σε ύψος  $z$  μπορεί να εκφραστεί σε όρους της παραμέτρου κλίμακας  $A(H)$  σε ύψος  $H$  όπως ακολούθει

$$A(z) = A(H) \frac{\ln \frac{z}{z_0}}{\ln \frac{H}{z_0}}$$

Η παράμετρος τραχύτητας  $z_0$  τυπικά ποικίλει μεταξύ 0,0001 m στην ανοικτή θάλασσα χωρίς κύματα και 0,003 m σε παράκτιες περιοχές με άνεμο στην στεριά. Η παράμετρος τραχύτητας μπορεί να επιλυθεί εμμέσως από την ακόλουθη εξίσωση:

$$z_0 = \frac{A_C}{g} \left[ \frac{\kappa U_{10}}{\ln(z/z_0)} \right]$$

όπου  $g$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας,  $\kappa=0,4$  είναι η σταθερά του von Karman και  $A_C$  είναι η σταθερά του Charnock. Για ανοικτή θάλασσα με πλήρη ανεπτυγμένα κύματα, συνιστάται  $A_C=0,011$  ως 0,014. Για τοποθεσίες κοντά στην ακτή, η σταθερά  $A_C$  είναι συνήθως μεγαλύτερη με τιμές της τάξης του 0,018 και παραπάνω. Όποτε διεξάγεται προέκταση των ταχυτήτων ανέμου σε άλλα ύψη από το ύψος μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου, πρέπει να εφαρμόζονται συντηρητικές τιμές του χειρότερου σεναρίου της  $A_C$ .

Ως εναλλακτική επιλογή στο λογαριθμικό προφίλ της ταχύτητας του ανέμου, μπορεί να υποθεθεί ένα προφίλ εκθετικής μορφής,

$$u(z) = U_{10}(H) \left( \frac{z}{H} \right)^\alpha$$

Τα παράκτια προφίλ της ταχύτητας του ανέμου διέπονται περισσότερο από την ατμοσφαιρική σταθερότητα παρά από την παράμετρο τραχύτητας  $z_0$ . Για διορθώσεις σταθερότητας των προφίλ της ταχύτητας του ανέμου γίνεται αναφορά στο πρότυπο DNV-RP-C205.

**407** Ας δηλώνει η  $F_{U_{10}}(u)$  τη μακροπρόθεσμη κατανομή της 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10}$ . Σε περιοχές που δε συμβαίνουν τυφώνες, η κατανομή της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10,max}$  μπορεί να προσεγγιστεί από

$$F_{U_{10,max,1year}}(u) = \left( F_{U_{10}}(u) \right)^N$$

όπου  $N=52560$  είναι ο αριθμός των στάσιμων 10-λεπτων περιόδων σε ένα έτος.

**Επεξηγηματική σημείωση:**

Οι εισηγμένες εκθετικές προσεγγίσεις στην κατανομή της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου είναι μία καλή προσέγγιση στο πάνω τεταρτημόριο της κατανομής. Συνήθως χρήζουν ενδιαφέροντος μόνο εκατοστημόρια στο άνω τεταρτημόριο της κατανομής, δηλαδή το 98% εκατοστημόριο το οποίο ορίζει την 50-ετή μέση ταχύτητα ανέμου. Το άνω τεταρτημόριο της κατανομής μπορεί να προσεγγιστεί καλά από μία κατανομή Gumbel, της οποίας η έκφραση είναι πιο λειτουργική από τις εισηγμένες εκθετικές εκφράσεις.

Δεδομένου ότι χρησιμοποιείται η εισηγμένη εκθετική προσέγγιση στην κατανομή της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου για την εκτίμηση της 50-ετούς μέσης ταχύτητας ανέμου από προέκταση, πρέπει να δοθεί προσοχή όταν καθιερώνεται η υποκείμενη κατανομή  $F_{U_{10}}$  της αυθαίρετης 10-λεπτης ταχύτητας ανέμου. Αυτή εφαρμόζεται ειδικότερα αν η  $F_{U_{10}}$  παριστάνεται από την κατανομή Weibull της  $U_{10}$  που συνήθως χρησιμοποιείται για πρόβλεψη της ετήσιας παραγωγής ισχύος από την ανεμογεννήτρια, από την στιγμή που αυτή η κατανομή είναι προσαρμοσμένη σε ταχύτητες ανέμου μεσαίου εύρους και μπορεί να μην αντιπροσωπεύουν επαρκώς τα δεδομένα ταχύτητας ανέμου υψηλού εύρους.

Σε περιοχές που συμβαίνουν τυφώνες, η κατανομή της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10,max}$  πρέπει να βασίζεται σε διαθέσιμα δεδομένα τυφώνων. Αυτό αναφέρεται σε τυφώνες για τους οποίους η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου διαμορφώνει μία επαρκή αναπαράσταση του κλίματος του ανέμου.

**408** Η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  σε έτη ορίζεται ως το  $(1-1/T_R)$  εκατοστημόριο στην κατανομή της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου, δηλαδή είναι η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου της οποίας η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα χρόνο είναι  $1/T_R$ . Υποδηλώνεται ως  $U_{10,T_R}$  και εκφράζεται ως

$$U_{10,T_R} = F_{U_{10,max,1year}}^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right)$$

στην οποία  $T_R > 1$  έτος και  $F_{U_{10,max,1year}}$  υποδηλώνει την αθροιστική συνάρτηση κατανομής της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου.

Η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου με περίοδο επαναφοράς ενός έτους ορίζεται ως της αθροιστικής συνάρτησης κατανομής της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου.

**Επεξηγηματική σημείωση:**

Η 50-ετής 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου γίνεται  $U_{10,50} = F_{U_{10,max,1year}}^{-1}(0,98)$  και η 100-ετής μέση ταχύτητα ανέμου γίνεται  $U_{10,50} = F_{U_{10,max,1year}}^{-1}(0,99)$

Να σημειωθεί ότι αυτές οι τιμές, οι οποίες υπολογίζονται όπως καθορίστηκε, πρέπει να θεωρηθούν ως κεντρικές εκτιμήσεις των αντίστοιχων 10-λεπτων ταχυτήτων ανέμου όταν η υποκείμενη συνάρτηση κατανομής  $F_{U_{10,max}}$  καθορίζεται από περιορισμένα δεδομένα και επιβαρύνεται με στατιστική αβεβαιότητα.

**409** Η φυσική μεταβλητότητα της ταχύτητας του ανέμου γύρω από τη μέση ταχύτητα  $U_{10}$  σε μία 10-λεπτη περίοδο είναι γνωστή ως τύρβη και χαρακτηρίζεται από την τυπική απόκλιση  $\sigma_U$ . Για δεδομένη

τιμή της  $U_{10}$ , η τυπική απόκλιση  $\sigma_U$  της μέσης ταχύτητας ανέμου εκθέτει μία φυσική μεταβλητότητα από μία 10-λεπτη περίοδο σε μία άλλη. Πρέπει να δίνεται προσοχή όταν προσαρμόζεται ένα μοντέλο κατανομής στα δεδομένα της τυπικής απόκλισης  $\sigma_U$ . Συχνά, η λογαριθμοκανονική κατανομή παρέχει μία καλή προσαρμογή στα δεδομένα της  $\sigma_U$  με δεδομένη την  $U_{10}$ , αλλά επιτρέπεται επίσης η χρήση μιας κανονικής κατανομής, μιας κατανομής Weibull ή μιας κατανομής Fréchet. Η επιλογή του μοντέλου κατανομής μπορεί να εξαρτάται από την εφαρμογή, δηλαδή αν απαιτείται μία καλή προσαρμογή στα δεδομένα σε ολόκληρο το σώμα της κατανομής ή μόνο στο σώμα του άνω τεταρτημορίου της κατανομής.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Όταν η λογαριθμοκανονική κατανομή είναι ένα επαρκές μοντέλο κατανομής, η κατανομή της  $\sigma_U$  με δεδομένη την  $U_{10}$  μπορεί να εκφραστεί ως

$$F_{\sigma_U|U_{10}}(\sigma) = \Phi\left(\frac{\ln \sigma - b_0}{b_1}\right)$$

όπου το  $\Phi()$  υποδηλώνει την κανονική Gaussian αθροιστική συνάρτηση κατανομής. Οι συντελεστές  $b_0$  και  $b_1$  είναι συντελεστές που προσδιορίζονται επιτόπου και εξαρτώνται από την  $U_{10}$ .

Ο συντελεστής  $b_0$  μπορεί να ερμηνευτεί ως η μέση τιμή του  $\ln \sigma_U$  και  $b_1$  είναι η τυπική απόκλιση του  $\ln \sigma_U$ . Οι ακόλουθες σχέσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της μέσης τιμής  $E[\sigma_U]$  και της τυπικής απόκλισης  $D[\sigma_U]$  από τις τιμές των  $b_0$  και  $b_1$ ,

$$E[\sigma_U] = e^{b_0 + \frac{b_1^2}{2}}$$

$$D[\sigma_U] = E[\sigma_U] \sqrt{e^{b_1^2} - 1}$$

Οι  $E[\sigma_U]$  και  $D[\sigma_U]$  θα εξαρτώνται επίσης, επιπρόσθετα της εξάρτησής τους από την  $U_{10}$ , από τις τοπικές συνθήκες και κυρίως από τη παράμετρο τραχύτητας  $z_0$ .

Προσοχή πρέπει να δίνεται όταν η κατανομή της  $\sigma_U$  με δεδομένη την  $U_{10}$  ερμηνεύεται από τα δεδομένα. Είναι σημαντικό να εντοπιστούν και να εξαλειφθούν δεδομένα, τα οποία ανήκουν σε 10-λεπτες σειρές για τις οποίες δεν ικανοποιείται η υπόθεση στασιμότητας για την  $U_{10}$ . Τεχνικές για «σταθεροποίηση» των δεδομένων είναι διαθέσιμες για εφαρμογή στην περίπτωση που η μέση ταχύτητα ανέμου ακολουθεί μία τάση και δε μένει σταθερή κατά την διάρκεια της θεωρούμενης 10-λεπτης περιόδου.

**410** Τα  $U_{10}$  και  $\sigma_U$  ως υποδηλώνουν την 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου και την τυπική απόκλιση της ταχύτητας του ανέμου αντίστοιχα, σε μία θεωρούμενη 10-λεπτη περίοδο σταθερών συνθηκών ανέμου. Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, η βραχυχρόνια κατανομή πιθανότητας για την στιγμιαία ταχύτητα ανέμου  $U$  σε ένα αυθαίρετο σημείο στο χρόνο κατά την διάρκεια της περιόδου μπορεί να υποτεθεί ότι είναι κανονική κατανομή. Η αθροιστική συνάρτηση κατανομής για την  $U$  μπορεί να εκφραστεί ως

$$F_{U|U_{10}, \sigma_U}(u) = \Phi\left(\frac{u - U_{10}}{\sigma_U}\right)$$

στην οποία το  $\Phi()$  υποδηλώνει την κανονική Gaussian αθροιστική συνάρτηση κατανομής.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Όταν τα δεδομένα δεν υποστηρίζουν την υπόθεση μιας κανονικής κατανομής της ταχύτητας του ανέμου  $U$  με δεδομένη την  $U_{10}$  και την  $\sigma_U$ , άλλοι γενικευμένοι τύποι μπορούν να δοκιμαστούν και μπορεί να είναι απαραίτητο να εισαχθούν πρόσθετες παράμετροι κατανομής όπως η λοξότητα  $\alpha_3$  της ταχύτητας του ανέμου προκειμένου να επιτευχθεί μία επαρκής αναπαράσταση της κατανομής της ταχύτητας του ανέμου.

**411** Πρακτικές πληροφορίες σχετικά με τη μοντελοποίηση του ανέμου δίνεται στα πρότυπα DNV-RP-C205, IEC61400-1 και DNV/Οδηγίες Risø για τον Σχεδιασμό Ανεμογεννητριών.

### **B 500 Συνθήκες ανέμου αναφοράς και ταχύτητες ανέμου αναφοράς**

**501** Για την χρήση σε συνδυασμούς φορτίσεων για τον σχεδιασμό, ορίζονται ένας αριθμός συνθηκών ανέμου αναφοράς και ταχυτήτων ανέμου αναφοράς.

**502** Το *Κανονικό Προφίλ Ανέμου* (NWP) παριστάνει το μέσο όρο της ταχύτητας του ανέμου ως μία συνάρτηση του ύψους πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για κανονικές κατηγορίες ανεμογεννητριών σύμφωνα με το πρότυπο IEC61400-1, το κανονικό προφίλ του ανέμου δίνεται από ένα εκθετικό μοντέλο με εκθέτη  $\alpha=0,2$ . Για υπεράκτιες τοποθεσίες συνιστάται να εφαρμόζεται ένας εκθέτης  $\alpha=0,14$ .

**503** Το *Κανονικό Μοντέλο Τύρβης* (NTM) παριστάνει τυρβώδη ταχύτητα του ανέμου σε όρους μιας χαρακτηριστικής τυπικής απόκλισης,  $\sigma_{U,c}$ . Η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση  $\sigma_{U,c}$  ορίζεται ως το 90% εκατοστημόριο στην κατανομή πυκνότητας πιθανότητας της τυπικής απόκλισης  $\sigma_U$  της ταχύτητας του ανέμου με δεδομένη την 10-λεπτη μέση ταχύτητα του ανέμου στο ύψος του άξονα.

Για ανεμογεννήτριες εντός μεγάλων αιολικών πάρκων, γίνεται αναφορά σε μερικές περιπτώσεις στην χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της περιβαλλοντικής ταχύτητας ανέμου,  $\sigma_{U,a,c}$ , όπου η περιβαλλοντική ταχύτητα ανέμου αναφέρεται στην ταχύτητα ανέμου στη μεμονωμένη ανεμογεννήτρια η οποία επηρεάζεται από την παρουσία των άλλων ανεμογεννητριών. Η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου  $\sigma_{U,a,c}$  ορίζεται ως το 90% εκατοστημόριο στην κατανομή πυκνότητας πιθανότητας της τυπικής απόκλισης  $\sigma_{U,a}$  της περιβαλλοντικής ταχύτητας ανέμου με δεδομένη την 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου στο ύψος του άξονα.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για την κανονική κατηγορία ανεμογεννητριών σύμφωνα με το πρότυπο IEC61400-1, προκαθορισμένες τιμές για την χαρακτηριστική τυπική απόκλιση  $\sigma_{U,c}$  δίνονται στο πρότυπο IEC61400-1.

**504** Το *Μοντέλο Ακραίας Ταχύτητας Ανέμου* (EWM) χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση ακραίων συνθηκών ανέμου με μία καθορισμένη περίοδο επαναφοράς, συνήθως είτε ένα έτος είτε 50 έτη. Θα είναι είτε ένα σταθερό μοντέλο ανέμου είτε ένα τυρβώδες μοντέλο ανέμου. Στην περίπτωση του σταθερού μοντέλου ανέμου, η ακραία ταχύτητα ανέμου ( $U_{EWM}$ ) στο ύψος του άξονα με μία περίοδο επαναφοράς θα υπολογίζεται ως

$$U_{hub,50-yr} = 1,4U_{10,hub,50-yr}$$

όπου το  $U_{hub,50-yr}$  υποδηλώνει την 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου στο ύψος του άξονα με μία περίοδο επαναφοράς 50 ετών. Η ακραία ταχύτητα ανέμου ( $U_{EWM}$ ) στο ύψος του άξονα με μία περίοδο επαναφοράς ενός έτους θα υπολογίζεται ως

$$U_{hub,1-yr} = 0,8U_{hub,50-yr}$$

Οι ποσότητες  $U_{hub,50-yr}$  και  $U_{hub,1-yr}$  αναφέρονται στην κατά μέσο όρο ταχύτητα του ανέμου σε διάστημα τριών δευτερολέπτων. Στο σταθερό ακραίο μοντέλο ανέμου, θα επιτρέπονται βραχυχρόνιες

αποκλίσεις από τη μέση ταχύτητα του ανέμου υποθέτοντας σταθερή εκτροπή ευθυγράμμισης με εύρος  $\pm 15^\circ$ .

Το τυρβώδες μοντέλο ακραίας ταχύτητας ανέμου κάνει χρήση της 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου στο ύψος του άξονα με μία περίοδο επαναφοράς 50 ετών,  $U_{10,hub,50-yr}$ . Η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου στο ύψος του άξονα με μία περίοδο επαναφοράς ενός έτους θα υπολογίζεται ως

$$U_{10,hub,1-yr} = 0,8U_{10,hub,50-yr}$$

Περαιτέρω, για την αναπαράσταση των τυρβωδών ταχυτήτων ανέμου, το τυρβώδες μοντέλο ακραίας ταχύτητας ανέμου κάνει χρήση μιας χαρακτηριστικής τυπικής απόκλισης από την ταχύτητα του ανέμου. Η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση από την ταχύτητα ανέμου θα υπολογίζεται ως

$$\sigma_{U,c} = 0,11U_{10,hub}$$

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Για τον υπολογισμό των ταχυτήτων ανέμου και των 10-λεπτων μέσων ταχυτήτων ανέμου σε άλλα ύψη διαφορετικά από το ύψος του άξονα, το πρότυπο IEC61400-1 ορίζει ένα προφίλ ανέμου που δίνεται από το εκθετικό μοντέλο με έναν εκθέτη  $\alpha=0,11$ .

**505 Η Ακραία Λειτουργική Ριπή (EOG) στο ύψος του άξονα έχει μέγεθος που θα υπολογίζεται ως**

$$V_{gust} = \min \left\{ 1,35 \left( U_{hub,1-yr} - U_{10,hub} \right); \frac{3,3\sigma_{U,c}}{1+0,1D/\Lambda_1} \right\}$$

όπου

$\sigma_{U,c}$  = χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου, οριζόμενη ως το 90% εκατοστημόριο στην κατανομή πυκνότητας πιθανότητας της  $\sigma_U$ . Στο εσωτερικό μεγάλων αιολικών πάρκων, θα χρησιμοποιείται η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση  $\sigma_{Ua,c}$  της περιβαλλοντικής ταχύτητας ανέμου αντί της  $\sigma_{U,c}$ .

$\Lambda_1$  = παράμετρος κλίμακας διαμήκους τύρβης, που σχετίζεται με την ολοκληρωτική παράμετρο κλίμακας  $L_k$  της φασματικής πυκνότητας Kaimal μέσω της σχέσης  $L_k=8,1\Lambda_1$

$D$  = διάμετρος ρότορα

Η ταχύτητα του ανέμου  $V$  ως συνάρτηση του ύψους  $z$  και του χρόνου  $t$  θα ορίζεται ως εξής:

$$V(z,t) = \begin{cases} u(z) - 0,37V_{gust} \sin\left(\frac{3\pi t}{T}\right) \left[ 1 - \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \right], & 0 \leq t \leq T \\ u(z), & t > T \end{cases}$$

όπου

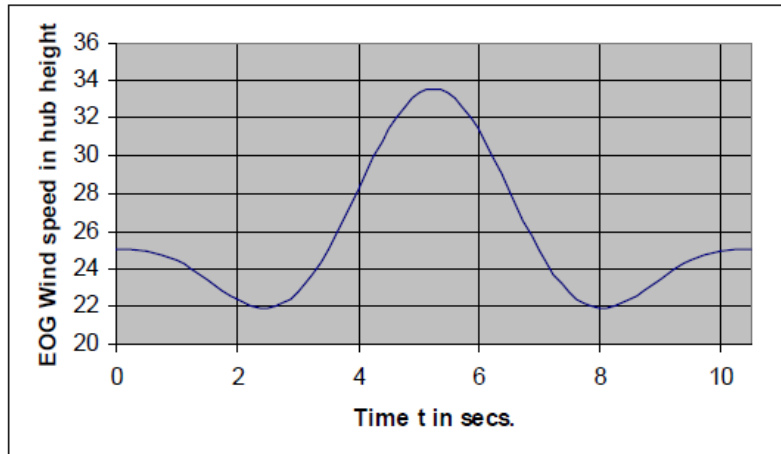
$T=10,5$  s

και

η  $u(z)$  ορίζεται από το Κανονικό Προφίλ Ανέμου.

Ένα παράδειγμα ακραίας λειτουργικής ριπής στο ύψος του άξονα δίνεται στην εικόνα 1 για μία περίπτωση όπου η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου είναι 25 m/s.





Εικόνα 1: Παράδειγμα ακραίας λειτουργικής ριπής

**506** Το Μοντέλο Ακραίας Τύρβης (ETM) συνδυάζει το μοντέλο του κανονικού προφίλ ανέμου NPM με μία τυρβώδη ταχύτητα ανέμου της οποίας η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση δίνεται από

$$\sigma_{U,c} = c I_{ref} \left[ 0,072 \left( \frac{U_{average}}{c} + 3 \right) \left( \frac{U_{hub}}{c} - 4 \right) + 10 \right]$$

όπου

- $c$  = 2 m/s
- $U_{hub}$  = ταχύτητα ανέμου στο ύψος του άξονα
- $U_{average}$  = μακροπρόθεσμη μέση ταχύτητα ανέμου στο ύψος του άξονα
- $I_{ref}$  = αναμενόμενη τιμή έντασης τύρβης στο ύψος του άξονα για  $U_{10,hub}=15$  m/s

**507** Η Ακραία Αλλαγή Κατεύθυνσης (EDC) έχει μέγεθος του οποίου η τιμή θα υπολογίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη έκφραση

$$\theta_e = \pm \arctan \frac{\sigma_{U,c}}{U_{10,hub} (1 + 0,1D/\Lambda_1)}$$

όπου

- $\sigma_{U,c}$  = χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου, οριζόμενη όπως στο Μοντέλο Κανονικής Τύρβης ως το 90% εκατοστημόριο στην κατανομή πυκνότητας πιθανότητας της  $\sigma_U$ . Στο εσωτερικό μεγάλων αιολικών πάρκων, θα χρησιμοποιείται η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση  $\sigma_{U,a,c}$  της περιβαλλοντικής ταχύτητας ανέμου αντί της  $\sigma_{U,c}$ .
- $\Lambda_1$  = παράμετρος κλίμακας διαμήκους τύρβης, που σχετίζεται με την ολοκληρωτική παράμετρο κλίμακας  $L_k$  της φασματικής πυκνότητας Kaimal μέσω της σχέσης  $L_k=8,1\Lambda_1$
- $U_{10,hub}$  = 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου στο ύψος του άξονα
- $D$  = διάμετρος ρότορα

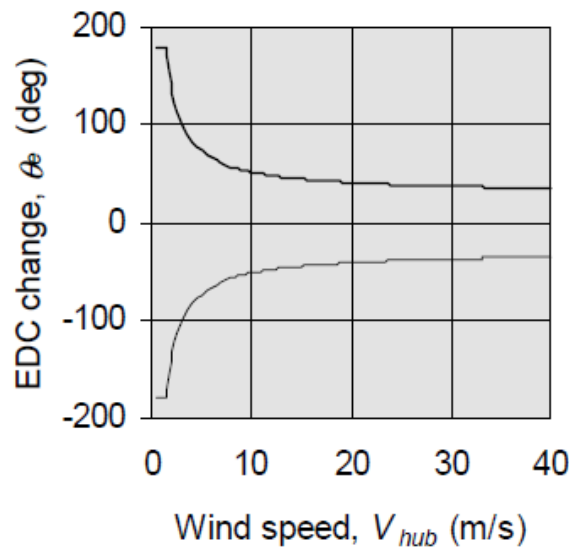
Η τιμή  $\theta_e$  περιορίζεται στην περιοχή  $\pm 180^\circ$ .

Η παροδική ακραία αλλαγή κατεύθυνσης  $\theta(t)$ , ως συνάρτηση του χρόνου  $t$  θα δίνεται από:

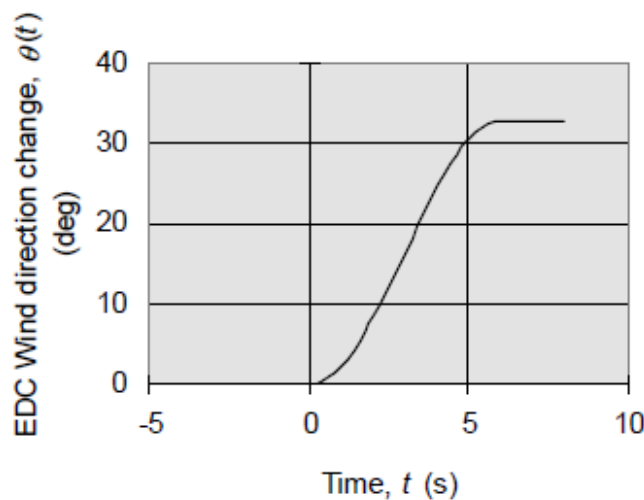
$$\theta(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 0,5\theta_e \left[ 1 - \cos\left(\frac{\pi t}{T}\right) \right], & 0 \leq t \leq T \\ 0, & t > T \end{cases}$$

όπου  $T=6$  s είναι η διάρκεια της ακραίας αλλαγής κατεύθυνσης. Το σημείο θα επιλέγεται έτσι ώστε να προκύπτει η δυσμενέστερη παροδική φόρτιση. Στο τέλος της παροδικής αλλαγής κατεύθυνσης, η διεύθυνση υποτίθεται να παραμένει αμετάβλητη. Η ταχύτητα ανέμου υποτίθεται ότι ακολουθεί το μοντέλο κανονικού προφίλ ανέμου όπως δίνεται στην παράγραφο 502.

Σαν παράδειγμα, το μέγεθος της ακραίας αλλαγής κατεύθυνσης με μία περίοδο επαναφοράς ενός έτους παριστάνεται στην Εικόνα 2 για διάφορες τιμές της  $V_{hub}=U_{10,hub}$ . Η αντίστοιχη παροδική για  $V_{hub}=U_{10,hub}=25$  m/s παριστάνεται στην Εικόνα 3.



**Εικόνα 2: Παράδειγμα μεγέθους ακραίας αλλαγής κατεύθυνσης**



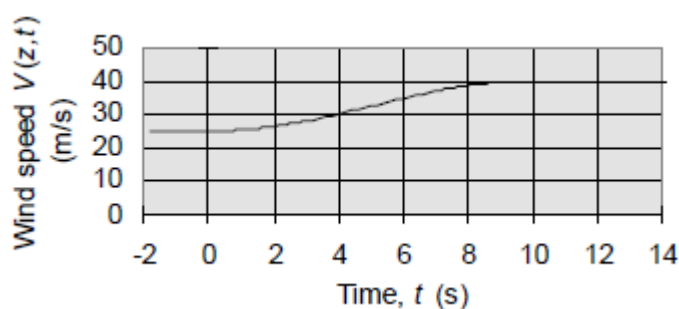
**Εικόνα 3: Παράδειγμα ακραίας αλλαγής κατεύθυνσης**

**508** Η Ακραία Συνεκτική Ριπή με Αλλαγή Κατεύθυνσης (ECD) θα έχει μέγεθος  $V_{cg}=15$  m/s.

Η ταχύτητα ανέμου  $V$  ως συνάρτηση του ύψους  $z$  και του χρόνου  $t$  θα ορίζεται ως εξής:

$$V(z, t) = \begin{cases} u(z) & , t < 0 \\ u(z) + 0,5V_{cg} \left[ 1 - \cos\left(\frac{\pi t}{T}\right) \right] & , 0 \leq t \leq T \\ u(z) + V_{cg} & , t > T \end{cases}$$

όπου  $T=10$  s ο χρόνος ανάπτυξης και  $u(z)$  είναι η ταχύτητα ανέμου όπως δίνεται στην παράγραφο 502. Η ακραία συνεκτική ριπή απεικονίζεται στην Εικόνα 4 για  $V_{hub}=U_{10,hub}=25$  m/s.



**Εικόνα 4:** Παράδειγμα εύρους ακραίας συνεκτικής ριπής

Η αύξηση στην ταχύτητα ανέμου (περιγράφεται από μία ακραία συνεκτική ριπή, βλέπε Εικόνα 4) θα υποτίθεται ότι συμβαίνει ταυτόχρονα με την αλλαγή κατεύθυνσης  $\theta$  από 0 μοίρες μέχρι και τη γωνία  $\theta_{cg}$ , όπου η  $\theta_{cg}$  ορίζεται ως:

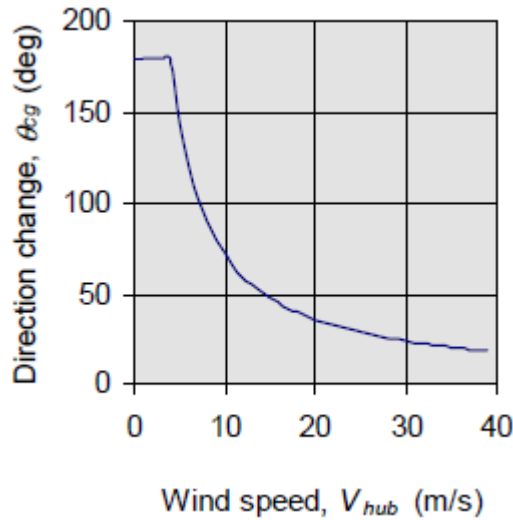
$$\theta_{cg}(U_{10,hub}) = \begin{cases} 180^\circ & , U_{10,hub} \leq 4 \text{ m/s} \\ \frac{720^\circ}{U_{10,hub}} \text{ m/s} & , U_{10,hub} > 4 \text{ m/s} \end{cases}$$

Η αλλαγή κατεύθυνσης  $\theta_{cg}$  παριστάνεται στην Εικόνα 5 ως συνάρτηση της 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $V_{hub}=U_{10,hub}$ .

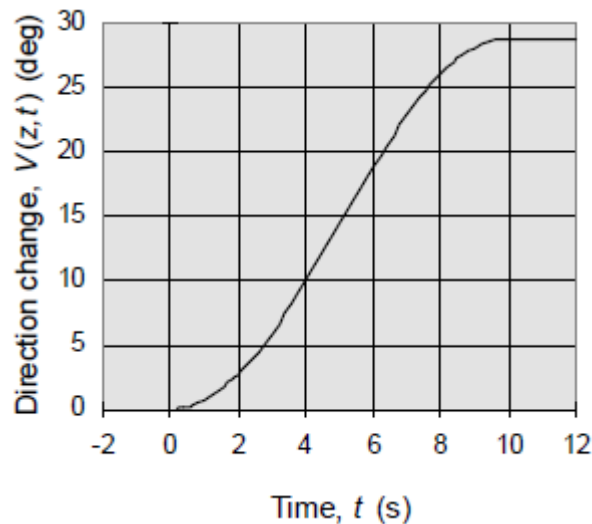
Η αλλαγή κατεύθυνσης η οποία λαμβάνει χώρα ταυτόχρονα καθώς η ταχύτητα ανέμου αυξάνεται δίνεται από

$$\theta(t) = \begin{cases} 0^\circ, & t < 0 \\ 0,5\theta_{cg} \left[ 1 - \cos\left(\frac{\pi t}{T}\right) \right], & 0 \leq t \leq T \\ \pm \theta_{cg}, & t > T \end{cases}$$

όπου  $T=10$  s είναι ο χρόνος ανάπτυξης. Θα χρησιμοποιείται το μοντέλο του κανονικού προφίλ ανέμου όπως καθορίζεται στην παράγραφο 502. Ένα παράδειγμα της αλλαγής κατεύθυνσης παριστάνεται στην Εικόνα 6 ως συνάρτηση του χρόνου για  $V_{hub}=U_{10,hub}=25$  m/s.



Εικόνα 5: Αλλαγή κατεύθυνσης



Εικόνα 6: Χρονική εξέλιξη αλλαγής κατεύθυνσης για  $V_{hub}=25$  m/s

**509** Το Μοντέλο Ακραίου Διατμητικού Ανέμου (EWS) χρησιμοποιείται για ακραία παροδικά διατμητικά φαινόμενα ανέμου. Αποτελείται από μία παροδική, κατακόρυφη συνιστώσα διατμητικού ανέμου και από μία παροδική, οριζόντια συνιστώσα διατμητικού ανέμου. Η ακραία παροδική, θετική και αρνητική, κατακόρυφη διατμητική συνιστώσα θα υπολογίζεται ως:

$$V(z,t) = \begin{cases} U_{10}(z) & , t < T \\ U_{10}(z) \pm \frac{z - z_{hub}}{D} \left[ 2,5 + 0,2\beta\sigma_{U,c} \cos\left(\frac{D}{\Lambda_1}\right)^{1/4} \right] \left[ 1 - \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \right] & , 0 \leq t \leq T \\ U_{10}(z) & , t > T \end{cases}$$

Η ακραία παροδική οριζόντια διατμητική συνιστώσα θα υπολογίζεται ως

$$V(y, z, t) = \begin{cases} U_{10}(z) & , t < T \\ U_{10}(z) \pm \frac{y}{D} \left[ 2,5 + 0,2\beta\sigma_{U,c} \cos\left(\frac{D}{\Lambda_1}\right)^{1/4} \right] \left[ 1 - \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \right] & , 0 \leq t \leq T \\ U_{10}(z) & , t > T \end{cases}$$

Εδώ, το  $U_{10}(z)$  υποδηλώνει το προφίλ διατμητικού ανέμου σύμφωνα με το μοντέλο του Κανονικού Προφίλ Ανέμου,  $z$  είναι το ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας,  $z_{hub}$  είναι το ύψος του άξονα,  $y$  είναι η διανυόμενη απόσταση του πλευρικού ανέμου,  $\Lambda_1$  είναι η παράμετρος κλίμακας διαμήκους τύρβης,  $\sigma_{U,c}$  είναι η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου, οριζόμενη σύμφωνα με το Μοντέλο Κανονικής Τύρβης ως το 90% εκατοστημόριο στην κατανομή πυκνότητας πιθανότητας της  $\sigma_U$ ,  $D$  είναι η διάμετρος του ρότορα,  $\beta=6,4$  και  $T=12$  s.

Το σημείο επαφής για την οριζόντια παροδική συνιστώσα διατμητικού ανέμου θα επιλέγεται με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύπτει η δυσμενέστερη παροδική φόρτιση. Στο εσωτερικό μεγάλων αιολικών πάρκων, θα χρησιμοποιείται η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση  $\sigma_{U,a,c}$  της περιβαλλοντικής ταχύτητας ανέμου αντί της  $\sigma_{U,c}$ . Η ακραία παροδική οριζόντια διατμητική συνιστώσα και η ακραία παροδική κατακόρυφη διατμητική συνιστώσα δεν θα εφαρμόζονται ταυτόχρονα.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Για την τυπική κατηγορία ανεμογεννητριών σύμφωνα με το πρότυπο IEC61400-1, το κανονικό προφίλ ανέμου  $U_{10}(z)$  δίνεται από το εκθετικό μοντέλο με εκθέτη  $\alpha=0,2$ . Για υπεράκτιες τοποθεσίες συνιστάται η εφαρμογή ενός εκθέτη  $\alpha=0,14$ .

**510** Το *Μοντέλο Μειωμένης Ταχύτητας Ανέμου (RWM)* ορίζει μία συντροφική ταχύτητα ανέμου  $U_{RWM}$  για να χρησιμοποιηθεί με το ακραίο ύψος κύματος (EWH) για τον ορισμό ενός ακραίου φαινομένου με μία καθορισμένη περίοδο επαναφοράς. Η μειωμένη ταχύτητα ανέμου μπορεί να εκφραστεί ως κλάσμα της ακραίας ταχύτητας ανέμου,  $U_{RWM} = \psi U_{EWH}$ ,  $\psi < 1$ . Η Μειωμένη Ταχύτητα Ανέμου χρησιμοποιείται για τον ορισμό φαινομένων με περιόδους επαναφοράς 50 ετών και 1 έτους και οι αντίστοιχες μειωμένες ταχύτητες ανέμου υποδηλώνονται ως  $U_{Red,50-yr}$  και  $U_{Red,1-yr}$ , αντίστοιχα.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Το πρότυπο IEC61400-3 απαιτεί τη χρήση της σχέσης  $U_{Red,50-yr}=1,1U_{10,50-yr}$ , η οποία συνεπάγεται  $\psi=0,79$ . Άλλες τιμές του  $\psi$  μπορούν να εφαρμοστούν δεδομένου ότι μπορούν να τεκμηριωθούν από επιτόπου δεδομένα.

**510** Πρέπει να δίνεται προσοχή όταν χρησιμοποιούνται επιτόπου μετρήσεις ανέμου για τον υπολογισμό των ακραίων συνθηκών ανέμου EOG, EDC, ECD και EWS. Οι ακραίες συνθήκες ανέμου θεωρούνται αντιπροσωπευτικές τιμές με περιόδους επαναφοράς 50 ετών. Επιτόπου μετρημένες ταχύτητες ανέμου ίσως να μην είναι επαρκώς μακράς περιόδου για να συλληφθούν κατάλληλα ακραίες τάσεις. Επομένως ενδέχεται να είναι ανεπαρκής η χρήση των επιτόπου μετρημένων ταχυτήτων ανέμου για τον υπολογισμό ακραίων συνθηκών ανέμου. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να θεωρείται χρήση των βασικών παραμέτρων για τις Κατηγορίες Ανεμογεννητριών του προτύπου IEC61400-1.

## Γ. Κυματικό Κλίμα

### Γ 100 Κυματικές παράμετροι

**101** Το κυματικό κλίμα αντιπροσωπεύεται από το σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$  και από την φασματική περίοδο αιχμής  $T_P$ . Βραχυπρόθεσμα, δηλαδή σε μία 3ωρη ή 6ωρη περίοδο, υποτίθεται ότι επικρατούν στάσιμες κυματικές συνθήκες με σταθερό  $H_S$  και σταθερή  $T_P$ .

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Το σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$  ορίζεται ως το τετραπλάσιο της τυπικής απόκλισης της διαδικασίας ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας. Το σημαντικό ύψος κύματος είναι ένα μέτρο της έντασης του κυματικού κλίματος καθώς και της μεταβλητότητας στα αυθαίρετα ύψη κύματος. Η περίοδος αιχμής  $T_P$  σχετίζεται με τη μέση περίοδο διαδοχικών μηδενισμών  $T_Z$  της διαδικασίας ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας.

**102** Το ύψος κύματος  $H$  ενός κυματικού κύκλου είναι η διαφορά ανάμεσα στην υψηλότερη κορυφή και στην βαθύτερη σκάφη μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών-ανωφερών διασταυρώσεων της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας. Το αυθαίρετο ύψος κύματος  $H$  υπό στάσιμες 3ωρες ή 6ωρες βραχυπρόθεσμες συνθήκες ακολουθούν μία κατανομή πυκνότητας πιθανότητας η οποία είναι συνάρτηση του σημαντικού ύψους κύματος  $H_S$ .

**103** Η περίοδος κύματος ορίζεται ως ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών-ανωφερών διασταυρώσεων της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας. Η αυθαίρετη περίοδος κύματος  $T$  υπό στάσιμες 3ωρες ή 6ωρες βραχυπρόθεσμες συνθήκες ακολουθεί μία κατανομή πυκνότητας πιθανότητας η οποία είναι συνάρτηση των  $H_S$ ,  $T_P$  και  $H$ .

**104** Το ύψος κύματος κορυφής  $H_C$  είναι το ύψος κύματος της υψηλότερης κορυφής μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών-ανωφερών διασταυρώσεων της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας. Το αυθαίρετο ύψος κύματος κορυφής  $H_C$  υπό στάσιμες 3ωρες ή 6ωρες βραχυπρόθεσμες συνθήκες ακολουθεί μία συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας η οποία είναι συνάρτηση του σημαντικού ύψους κύματος  $H_S$ .

**105** Η βραχυπρόθεσμη 3ωρη ή 6ωρη κατάσταση της θάλασσας μπορεί να αντιπροσωπευθεί από ένα κυματικό φάσμα, δηλαδή την συνάρτηση της πυκνότητας φασματικής ισχύος της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας,  $S(f)$ . Η  $S(f)$  είναι συνάρτηση των  $H_S$  και  $T_P$  και εκφράζει πως η ενέργεια της ανύψωσης της θάλασσας κατανέμεται στις διάφορες συχνότητες.

### Γ 200 Κυματικά δεδομένα

**201** Τα στατιστικά στοιχεία του κύματος πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως μία βάση για την αναπαράσταση των μακροπρόθεσμων και βραχυπρόθεσμων κυματικών συνθηκών. Εμπειρικά στατιστικά δεδομένα, που χρησιμοποιούνται ως μία βάση για τον σχεδιασμό, πρέπει να καλύπτουν ένα επαρκώς μεγάλο χρονικό διάστημα, κατά προτίμηση 10 ετών ή μεγαλύτερο.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Κυματικά δεδομένα που λαμβάνονται επιτόπου πρέπει να προτιμώνται από κυματικά δεδομένα που παρατηρούνται σε μία παρακείμενη τοποθεσία. Δεδομένα καλής ποιότητας είναι τα μετρούμενα δεδομένα και τα υπολογισμένα δεδομένα παρελθοντικού χρόνου. Συνεχείς καταγραφές δεδομένων πρέπει να προτιμώνται από καταγραφές με κενά. Μεγαλύτερες περίοδοι παρατήρησης πρέπει να προτιμώνται από τις μικρότερες περιόδους.

Όταν δεν είναι διαθέσιμα επιτόπου καθορισμένα κυματικά δεδομένα και αντί να κεφαλαιοποιούνται δεδομένα από παρακείμενες τοποθεσίες, θα εκτελείται κατάλληλος μετασχηματισμός τέτοιων άλλων δεδομένων για να εξηγήσει πιθανές διαφορές λόγω των διαφορετικών βαθών νερού και των διαφορετικών τοπογραφιών του θαλάσσιου πυθμένα. Τέτοιος μετασχηματισμός θα λάβει υπόψη φαινόμενα ρήχωσης και διάθλασης.

**202** Οι μακροπρόθεσμες κατανομές των  $H_S$  και  $T_P$  θα πρέπει κατά προτίμηση να βασίζονται σε στατιστικά δεδομένα για την ίδια περίοδο αναφοράς για τα κύματα όπως η περίοδος αναφοράς η οποία χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των φορτίων. Αν χρησιμοποιηθεί μία διαφορετική περίοδος

αναφοράς από τις 3 ή τις 6 ώρες για τον καθορισμό των φορτίων, τα κυματικά δεδομένα μπορούν να μετασχηματιστούν με εφαρμογή κατάλληλων συντελεστών προσαρμογής.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Όταν η μακροπρόθεσμη κατανομή του αυθαίρετου σημαντικού ύψους κύματος  $H_S$  δίνεται από μία κατανομή Weibull,

$$F_{H_S}(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h}{h_0}\right)^\beta}$$

το σημαντικό ύψος κύματος  $H_{S,T_S}$  για μία περίοδο αναφοράς διάρκειας  $T_S$  μπορεί να ληφθεί από το σημαντικό ύψος κύματος  $H_{S,T_{S0}}$  για μία περίοδο αναφοράς διάρκειας  $T_{S0}$  σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$H_{S,T_S} = H_{S,T_{S0}} \left[ 1 + \frac{\ln(T_{S0}/T_S)}{\ln(N_0 T_R)} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

στην οποία  $N_0$  είναι ο αριθμός των θαλάσσιων καταστάσεων διάρκειας  $T_{S0}$  σε ένα χρόνο και  $T_R$  είναι η καθορισμένη περίοδος επαναφοράς του σημαντικού ύψους κύματος, το οποίο πρέπει να μετασχηματιστεί.  $N_0=2920$  όταν  $T_{S0}=3$  ώρες. Η  $T_R$  πρέπει να δίνεται σε μονάδες ετών.

**203** Το κυματικό κλίμα και το κλίμα ανέμου συσχετίζονται, επειδή τα κύματα είναι συνήθως ανεμογενή. Η συσχέτιση μεταξύ των κυματικών δεδομένων και των δεδομένων ανέμου θα λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Ταυτόχρονες παρατηρήσεις κυματικών και αιολικών δεδομένων σε όρους ταυτόχρονων τιμών των  $H_S$  και  $U_{10}$  θα πρέπει να λαμβάνονται. Συνιστάται ότι καταγράφονται η κατευθυντικότητα του ανέμου και των κυμάτων. Ακραία κύματα μπορεί να μην προέρχονται από την ίδια κατεύθυνση με εκείνη των ακραίων ανέμων. Αυτό μπορεί ειδικότερα να είναι έτσι όταν η ένταση στην κατεύθυνση των ακραίων ανέμων είναι μικρή.

Σε μία περίοδο στάσιμων κλιμάτων ανέμου και κύματος, μεμονωμένες ταχύτητες ανέμου και μεμονωμένα ύψη κύματος μπορούν να υποτεθούν ανεξάρτητα και ασυσχέτιστα.

## Γ 300 Μοντελοποίηση κύματος

**301** Επιτόπου καθορισμένες φασματικές πυκνότητες της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας μπορεί να προσδιοριστεί από διαθέσιμα κυματικά δεδομένα. Όταν επιλέγεται ένα μοντέλο για την αναπαράσταση της φασματικής πυκνότητας της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας, είναι σημαντικό να θεωρηθούν αμφότερες η ανεμογενής θάλασσα και η αποθάλασσα.

**302** Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, η φασματική πυκνότητα της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας μπορεί να αναπαρασταθεί από το φάσμα JONSWAP,

$$S(f) = \frac{\alpha g^2}{(2\pi)^4} f^{-5} e^{-\frac{5}{4} \left(\frac{f}{f_p}\right)} \gamma e^{-0.5 \left(\frac{f-f_p}{\sigma f_p}\right)^2}$$

όπου

- $f$  = συχνότητα κύματος,  $f=1/T$
- $T$  = περίοδος κύματος
- $f_p$  = φασματική συχνότητα αιχμής,  $f_p=1/T_p$
- $T_p$  = περίοδος αιχμής
- $g$  = επιτάχυνση βαρύτητας

- $\alpha$  = γενικευμένη σταθερά του Phillips  
 =  $5(H_s^2 f_p^4 / g^2)(1 - 0,287 \ln \gamma) \pi^4$   
 $\sigma$  = φασματική παράμετρος πλάτους  
 = 0,07 για  $f \leq f_p$  και  $\sigma = 0,09$  για  $f > f_p$   
 $\gamma$  = συντελεστής ενίσχυσης αιχμής

Η περίοδος μηδενισμού-ανωφερούς διασταύρωσης  $T_Z$  εξαρτάται από την περίοδο αιχμής  $T_p$  μέσω της ακόλουθης σχέσης:

$$T_Z = T_p \sqrt{\frac{5 + \gamma}{11 + \gamma}}$$

Ο συντελεστής ενίσχυσης αιχμής είναι

$$\gamma = \begin{cases} 5, & \frac{T_p}{\sqrt{H_s}} \leq 3,6 \\ e^{5,75 - 1,17 \frac{T_p}{\sqrt{H_s}}}, & 3,6 < \frac{T_p}{\sqrt{H_s}} \leq 5 \\ 1, & 5 < \frac{T_p}{\sqrt{H_s}} \end{cases}$$

όπου  $T_p$  σε δευτερόλεπτα και  $H_s$  σε μέτρα.

Το φάσμα JONSWAP μπορεί να μην επαρκεί απαραίτητα για την αναπαράσταση της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας με μία σημαντική συνιστώσα αποθάλασσας. Όταν η διαδικασία ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας έχει μία σημαντική συνιστώσα αποθάλασσας, ένα φάσμα με δύο αιχμές όπως το φάσμα Torsethaugen μπορεί να διαμορφώσει μία καλύτερη αναπαράσταση της φασματικής πυκνότητας αυτής της διαδικασίας από ότι το φάσμα JONSWAP. Λεπτομέρειες για το φάσμα Torsethaugen δίνονται στο πρότυπο DNV-RP-C205.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Όταν  $\gamma=1$  το φάσμα JONSWAP εκφυλίζεται στο φάσμα Pierson-Moskowitz.

**303** Οι μακροπρόθεσμες κατανομές πιθανότητας για τις παραμέτρους κυματικού κλίματος  $H_s$  και  $T_p$  οι οποίες ερμηνεύονται από διαθέσιμα δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν σε όρους γενικών κατανομών ή σε όρους διαγραμμάτων διασποράς. Μία αναπαράσταση γενικής κατανομής αποτελείται από μία κατανομή Weibull για το σημαντικό ύψος κύματος  $H_s$  σε συνδυασμό με μία λογαριθμοκανονική κατανομή της  $T_p$  με δεδομένο το  $H_s$ . Ένα διάγραμμα διασποράς δίνει την συχνότητα εμφάνισης δεδομένων ζευγών  $(H_s, T_p)$  σε μία δεδομένη διακριτοποίηση του χώρου  $(H_s, T_p)$ .

**304** Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, μπορεί να υποθεθεί μία τριπαραμετρική κατανομή Weibull για το σημαντικό ύψος κύματος,

$$F_{H_s}(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h-\gamma}{\alpha}\right)^\beta}$$



**305** Όταν η  $F_{H_S}(h)$  υποδηλώνει την κατανομή για το σημαντικό ύψος κύματος σε μία αυθαίρετη κατάσταση θάλασσας διάρκειας  $t$  ωρών, η κατανομή του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος  $H_{S,max}$  μπορεί να ληφθεί ως

$$F_{H_{S,max},1year}(h) = \left( F_{H_S}(h) \right)^N$$

όπου  $N$  είναι ο αριθμός των καταστάσεων της θάλασσας διάρκειας  $t$  ωρών σε ένα έτος. Για  $t=3$  ώρες,  $N=2920$ .

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η αναφερόμενη εκθετική προσέγγιση της κατανομής του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος είναι μία καλή προσέγγιση του άνω τεταρτημρίου της κατανομής. Συνήθως μόνο εκατοστημόρια στο άνω τεταρτημόριο της κατανομής χρήζουν ενδιαφέροντος, ειδικότερα το 98% εκατοστημόριο το οποίο ορίζει το 50-ετές σημαντικό ύψος κύματος. Το άνω τεταρτημόριο της κατανομής μπορεί να προσεγγιστεί καλά από μία κατανομή Gumbel, της οποίας η έκφραση είναι πιο λειτουργική από την προαναφερόμενη εκθετική έκφραση.

**306** Το σημαντικό ύψος κύματος με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  σε μονάδες ετών ορίζεται ως το  $(1-1/T_R)$  εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος, δηλαδή είναι το σημαντικό ύψος κύματος του οποίου η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα χρόνο είναι  $1/T_R$ . Συμβολίζεται με  $H_{S,T_R}$  και εκφράζεται ως

$$H_{S,T_R} = F_{H_{S,max},1year}^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right)$$

όπου  $T_R > 1$  έτους.

Το σημαντικό ύψος κύματος με περίοδο επαναφοράς με περίοδο επαναφοράς ενός έτους ορίζεται ως η κορυφή της συνάρτησης κατανομής του ετήσιου μέγιστου σημαντικού ύψους κύματος.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Το 50-ετές σημαντικό ύψος κύματος γίνεται

$$H_{S,50} = F_{H_{S,max},1year}^{-1}(0,98) \text{ και το } 100\text{-ετές σημαντικό ύψος κύματος γίνεται } H_{S,100} = F_{H_{S,max},1year}^{-1}(0,99).$$

Σημειώστε ότι αυτές οι τιμές, που υπολογίστηκαν όπως καθορίστηκε, πρέπει να θεωρηθούν ως κεντρικές εκτιμήσεις των αντίστοιχων υψών κύματος όταν η υποκείμενη κατανομή της συνάρτησης  $F_{H_{S,max}}$  καθορίζεται από περιορισμένα δεδομένα και επιβαρύνεται με στατιστική αβεβαιότητα.

Στα νότια και κεντρικά μέρη της Βόρειας Θάλασσας, η εμπειρία δείχνει ότι ο λόγος ανάμεσα στο 100-ετές και 50-ετές σημαντικό ύψος κύματος  $H_{S,100}/H_{S,50}$  φτάνει μία τιμή περίπου ίση από 1,04 μέχρι 1,05. Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, αυτή η τιμή του λόγου  $H_{S,100}/H_{S,50}$  μπορεί να εφαρμόζεται για να επιτευχθεί το 50-ετές σημαντικό ύψος κύματος  $H_{S,50}$  σε περιπτώσεις όπου μόνο η 100-ετής τιμή  $H_{S,100}$  είναι διαθέσιμη, δεδομένου ότι η εν λόγω τοποθεσία εντοπίζεται στα νότια και κεντρικά μέρη της Βόρειας Θάλασσας.

**307** Σε βαθιά νερά, η βραχυπρόθεσμη κατανομή πιθανότητας του αυθαίρετου ύψους κύματος  $H$  μπορεί να υποτεθεί ότι ακολουθεί μία κατανομή Rayleigh όταν δίνεται το σημαντικό ύψος κύματος,

$$F_{H|H_S}(h) = 1 - e^{-\frac{2h^2}{(1-\nu^2)H_S^2}}$$

όπου η  $F_{H|H_S}$  υποδηλώνει την αθροιστική συνάρτηση κατανομής και  $\nu$  είναι η παράμετρος φασματικού πλάτους για στενή-κλιμακωτή διαδικασία ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας.

Το μέγιστο ύψος κύματος  $H_{max}$  είναι μία 3ωρη θαλάσσια κατάσταση που χαρακτηρίζεται από ένα σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$  μπορεί να υπολογιστεί ως ένας σταθερός συντελεστής επί το  $H_S$ .

### Επεξηγηματική σημείωση:

Το μέγιστο ύψος κύματος σε μία θαλάσσια κατάσταση μπορεί να εκτιμηθεί από τη μέση τιμή του υψηλότερου ύψους κύματος στην καταγραφή των κυματισμών που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της θαλάσσιας κατάστασης, ή από το πιο πιθανό υψηλότερο ύψος κύματος στη καταγραφή. Το πιο πιθανό υψηλότερο ύψος κύματος είναι επίσης γνωστό ως η κορυφή του υψηλότερου ύψους κύματος. Αμφότερες αυτές οι εκτιμήσεις για το μέγιστο ύψος κύματος σε μία θαλάσσια κατάσταση εξαρτάται από τον αριθμό κυμάτων,  $N$ , στην καταγραφή. Το  $N$  μπορεί να οριστεί ως ο λόγος μεταξύ της διάρκειας  $T_S$  της θαλάσσιας κατάστασης και της μέσης περιόδου μηδενισμού-ανωφερούς διασταύρωσης  $T_Z$  των κυμάτων. Για μία στενή-κλιμακωτή διαδικασία ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας, η κατάλληλη έκφραση για τη μέση τιμή του υψηλότερου ύψους κύματος  $H_{\max}$  έχει ως εξής

$$H_{\max,mean} = \left( \sqrt{\frac{1}{2} \ln N} + \frac{0,2886}{\sqrt{2 \ln N}} \right) H_S$$

καθώς η έκφραση για την κορυφή του υψηλότερου ύψους κύματος έχει ως εξής

$$H_{\max,mode} = \left( \sqrt{\frac{1}{2} \ln N} \right) H_S$$

Για μία θαλάσσια κατάσταση με διάρκεια  $T_S=3$  ώρες και μία μέση περίοδο μηδενισμού-ανωφερούς διασταύρωσης  $T_Z$  περίπου 10,8 s,  $N=1000$  αποτελέσματα. Γι αυτό το παράδειγμα, η μέση τιμή του υψηλότερου ύψους κύματος γίνεται  $H_{\max}=1,936H_S \approx 1,94H_S$ , καθώς η κορυφή του υψηλότερου ύψους κύματος γίνεται  $H_{\max}=1,858H_S \approx 1,86H_S$ . Για μικρότερες μέσες περιόδους μηδενισμού-ανωφερούς διασταύρωσης από την υποτιθέμενη 10,8 s, το  $N$  γίνεται μεγαλύτερο και το ίδιο κάνει και ο συντελεστής στο  $H_S$ . Ο πίνακας Γ1 δίνει το λόγο  $H_{\max}/H_S$  για διάφορες τιμές του  $N$ .

Πίνακας Γ1: Λόγος για κύματα σε βαθύ νερό σε στενή-κλιμακωτή διαδικασία ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας		
Αριθμός κυμάτων $N=T_S/T_Z$	Λόγος $H_{\max}/H_S$	
	κορυφή	μέση τιμή
	$\sqrt{\frac{1}{2} \ln N}$	$\sqrt{\frac{1}{2} \ln N} + \frac{0,2886}{\sqrt{2 \ln N}}$
500	1,763	1,845
1000	1,858	1,936
1500	1,912	1,988
2000	1,949	2,023
2500	1,978	2,051
5000	2,064	2,134

Άλλοι λόγοι από εκείνους που αναφέρθηκαν στον Πίνακα Γ1 εφαρμόζονται σε κύματα σε ρηγά νερά και σε περιπτώσεις όπου η διαδικασία ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας είναι στενή-κλιμακωτή.

Είναι σύνηθες να βασιστεί η εκτίμηση του  $H_{\max}$  στα αποτελέσματα για την κορυφή παρά στα αποτελέσματα για τη μέση τιμή.

Ο πίνακας Γ1 είναι έγκυρος για  $H_S/d < 0,2$ , όπου το  $d$  υποδηλώνει το βάθος νερού.

**308** Σε ρηγά νερά, τα ύψη κύματος θα περιορίζονται από το βάθος του νερού. Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, το μέγιστο ύψος κύματος μπορεί να ληφθεί ως το 78% του βάθους νερού. Η κατανομή Rayleigh των υψών κύματος θα παραμορφωθεί στο άνω τεταρτημόριο για να προσεγγιστεί ασυμπτωτικά αυτό το όριο. Επομένως χρήση της μη τροποποιημένης κατανομής

Rayleigh, για την αναπαράσταση της κατανομής των υψών κύματος σε ρηγά νερά, μπορεί να γίνει προς την συντηρητική πλευρά.

**309** Σε ρηγά νερά με σταθερή κλίση πυθμένα, η κατανομή Battjes και Groenendijk μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση της κατανομής πιθανότητας του αυθαίρετου ύψους κύματος  $H$  με δεδομένο το σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$ . Είναι απαίτηση για αυτή την χρήση της κατανομής Battjes και Groenendijk να είναι επικυρωμένη από επιτόπου μετρούμενα κυματικά δεδομένα. Η κατανομή Battjes και Groenendijk είναι μία σύνθετη κατανομή Weibull της οποίας η αθροιστική συνάρτηση κατανομής έχει ως εξής:

$$F_{H|H_S}(h) = \begin{cases} 1 - e^{-\left(\frac{h}{h_1}\right)^2}, & h \leq h_T \\ 1 - e^{-\left(\frac{h}{h_2}\right)^{3,6}}, & h > h_T \end{cases}$$

στην οποία το ύψος κύματος μετάβασης  $h_T$  ορίζεται ως

$$h_T = (0,35 + 5,8 \tan \alpha) d$$

όπου  $\alpha$  είναι η γωνία κλίσης του πυθμένα της θάλασσας και  $d$  είναι το βάθος νερού. Οι παράμετροι  $h_1$  και  $h_2$  είναι συναρτήσεις του ύψους κύματος μετάβασης  $h_T$  και της μέσης τετραγωνικής ρίζας  $H_{RMS}$  των υψών κύματος. Η μέση τετραγωνική ρίζα  $H_{RMS}$  υπολογίζεται από το σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$  και το βάθος νερού  $d$  ως

$$h_{RMS} = 0,6725 H_S + 0,2025 \frac{H_S^2}{d}$$

και οι παράμετροι  $h_1$  και  $h_2$  μπορούν να βρεθούν από τις ακόλουθες προσεγγιστικές εκφράσεις, οι οποίες είναι έγκυρες για  $0,05 H_{RMS} < h_T < 3 H_{RMS}$ ,

$$\frac{h_1}{H_{RMS}} = \frac{1}{0,0835 \left(\frac{h_T}{H_{RMS}}\right)^3 - 0,583 \left(\frac{h_T}{H_{RMS}}\right)^2 + 1,3339 \left(\frac{h_T}{H_{RMS}}\right)}$$

$$\frac{h_2}{H_{RMS}} = 1,06 - 0,01532 \left(\frac{h_T}{H_{RMS}}\right)^2 + 0,083259 \left(\frac{h_T}{H_{RMS}}\right)^3 - 0,01925 \left(\frac{h_T}{H_{RMS}}\right)^4$$

Η κατανομή Battjes και Groenendijk δεν ορίζεται για  $h_T > 3 H_{RMS}$ .

### Επεξηγηματική σημείωση:

Η κατανομή Battjes και Groenendijk έχει το μειονέκτημα ότι έχει ένα αφύσικο «γόνιμο» στο ύψος μετάβασης  $h_T$ . Η συμπεριφορά του άνω τεταρτημορίου της μπορεί επίσης να προκαλεί ανησυχία. Η κατανομή Battjes και Groenendijk θα πρέπει επομένως να χρησιμοποιηθεί με προσοχή και μόνο όταν υποστηρίζεται από δεδομένα.

Άλλα μοντέλα κατανομών για ύψη κύματος σε ρηγά νερά υπάρχουν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικές λύσεις στην κατανομή Battjes και Groenendijk όσο παρέχουν επαρκή αναπαράσταση της πραγματικής κατανομής των υψών κύματος. Παραδείγματα τέτοιων μοντέλων κατανομών περιλαμβάνουν τα μοντέλα κατανομών Glukowski, Bitner και Naess.

**310** Η μακροπρόθεσμη κατανομή πιθανότητας του αυθαίρετου ύψους κύματος  $H$  μπορεί να βρεθεί από ολοκλήρωση σε όλα τα σημαντικά ύψη κύματος

$$F_H(h) = \frac{1}{v_0} \int_{h_s} \int_t v_0(h_s, t) \cdot F_{H|H_s T_p}(h) \cdot f_{H_s T_p}(h_s, t) dt dh_s$$

όπου

$$\overline{v_0} = \int_{h_s} \int_t v_0(h_s, t) \cdot f_{H_s T_p}(h_s, t) dt dh_s$$

όπου  $f_{H_s T_p}(h_s, t)$  είναι η από κοινού πυκνότητα πιθανότητας του σημαντικού ύψους κύματος  $H_s$  και της περιόδου αιχμής  $T_p$  και  $v_0(h_s, t)$  είναι ο ρυθμός της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας για δεδομένο συνδυασμό  $H_s$  και  $T_p$ . Η  $F_{H|H_s T_p}(h)$  υποδηλώνει την βραχυπρόθεσμη αθροιστική συνάρτηση κατανομής για το ύψος κύματος  $H$  με δεδομένα  $H_s$  και  $T_p$ .

**311** Όταν η  $F_H(h)$  υποδηλώνει την κατανομή του αυθαίρετου ύψους κύματος  $H$ , η κατανομή του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος  $H_{\max}$  μπορεί να ληφθεί ως

$$F_{H_{\max, 1 \text{ year}}}(h) = (F_H(h))^{N_w}$$

όπου  $N_w$  είναι ο αριθμός των υψών κύματος σε ένα χρόνο.

**312** Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, το ύψος κύματος κορυφής  $H_c$  μπορεί να υποτεθεί ότι είναι 0,65 φορές το σχετικό ύψος κύματος  $H$ .

**313** Το ύψος κύματος με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  ορίζεται ως το  $(1-1/T_R)$  εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος, δηλαδή είναι το ύψος κύματος του οποίου η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα χρόνο είναι  $1/T_R$ . Συμβολίζεται με  $H_{T_R}$  και εκφράζεται ως

$$H_{T_R} = F_{H_{\max, 1 \text{ year}}}^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right)$$

όπου  $T_R > 1$  έτους.

Το ύψος κύματος με περίοδο επαναφοράς ενός έτους ορίζεται ως η κορυφή της συνάρτησης κατανομής του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Το 50-ετές ύψος κύματος γίνεται  $H_{50} = F_{H_{\max, 1 \text{ year}}}^{-1}(0,98)$  και η 100-ετές ύψος κύματος γίνεται

$$H_{100} = F_{H_{\max, 1 \text{ year}}}^{-1}(0,99)$$

Να σημειωθεί ότι αυτές οι τιμές, οι οποίες υπολογίζονται όπως καθορίστηκε, πρέπει να θεωρηθούν ως κεντρικές εκτιμήσεις των αντίστοιχων υψών κύματος όταν η υποκείμενη συνάρτηση κατανομής  $F_{H_{\max}}$  καθορίζεται από περιορισμένα δεδομένα και επιβαρύνεται με στατιστική αβεβαιότητα.

Να σημειωθεί επίσης ότι το 50-ετές ύψος κύματος  $H_{50}$  είναι πάντοτε μεγαλύτερο από το μέγιστο ύψος κύματος  $H_{\max}$  σε μία 3ωρη θαλάσσια κατάσταση της οποίας η περίοδος επαναφοράς είναι 50 έτη και της οποίας το σημαντικό

ύψος κύματος συμβολίζεται με  $H_{S,50}$ . Αυτό συνεπάγεται ότι σε βαθιά νερά το  $H_{50}$  θα λάβει μία μεγαλύτερη τιμή από το  $H_{\max}=1,86H_{S,50}$ . Τιμές του  $H_{50}$  ίσες με περίπου 2 φορές το  $H_{S,50}$  δεν είναι ασυνήθιστες σε βαθιά νερά.

**314** Η κατευθυντικότητα των κυμάτων θα θεωρείται για τον καθορισμό των κατανομών ύψους κύματος και των υψών κύματος με συγκεκριμένες περιόδους επαναφοράς όταν τέτοια κατευθυντικότητα έχει επίπτωση στον σχεδιασμό της κατασκευής της ανεμογεννήτριας.

#### **Γ 400 Θαλάσσιες καταστάσεις αναφοράς και ύψη κύματος αναφοράς**

**401** Για χρήση τους συνδυασμούς φόρτισης για τον σχεδιασμό, ορίζεται ένας αριθμός θαλάσσιων καταστάσεων αναφοράς και υψών κύματος αναφοράς.

**402** Η *Κανονική Θαλάσσια Κατάσταση* (NSS) χαρακτηρίζεται από ένα σημαντικό ύψος κύματος, μία περίοδο αιχμής και μία κατεύθυνση κύματος. Αυτή συνδέεται με μία ταυτόχρονη μέση ταχύτητα ανέμου. Το σημαντικό ύψος κύματος  $H_{S,NSS}$  της κανονικής θαλάσσιας κατάστασης ορίζεται ως η αναμενόμενη τιμή του σημαντικού ύψους κύματος με δεδομένη την ταυτόχρονη 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου. Η κανονική θαλάσσια κατάσταση χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των μέγιστων φορτίων και των φορτίων κόπωσης. Για τους υπολογισμούς των φορτίων κόπωσης πρέπει να θεωρηθεί μία σειρά κανονικών θαλάσσιων καταστάσεων, που συνδέεται με διαφορετικές ταχύτητες ανέμου. Πρέπει να εξασφαλιστεί ότι ο αριθμός και η ανάλυση αυτών των κανονικών θαλάσσιων καταστάσεων είναι επαρκής για την πρόβλεψη των βλαβών κόπωσης που συνδέονται με την πλήρη μακροπρόθεσμη κατανομή των μεταωκεάνιων παραμέτρων. Πρέπει να θεωρηθεί το εύρος των περιόδων αιχμής  $T_P$  που είναι κατάλληλες για κάθε σημαντικό ύψος κύματος. Οι υπολογισμοί στο σχεδιασμό θα βασίζονται σε τιμές της περιόδου αιχμής που οδηγούν στα υψηλότερα φορτία ή στις δυσμενέστερες επιπτώσεις στην κατασκευή.

**403** Το *Κανονικό Ύψος Κύματος* (NWH)  $H_{NWH}$  ορίζεται ως η αναμενόμενη τιμή του σημαντικού ύψους κύματος με δεδομένη την ταυτόχρονη 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου, δηλαδή  $H_{NWH}=H_{S,NSS}$ . Πρέπει να θεωρηθεί το εύρος των περιόδων κύματος  $T$  που είναι κατάλληλες για το κανονικό ύψος κύματος. Οι υπολογισμοί στο σχεδιασμό θα βασίζονται σε τιμές της περιόδου κύματος εντός αυτού του εύρους που οδηγούν στα υψηλότερα φορτία ή στις δυσμενέστερες επιπτώσεις στην κατασκευή.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Σε βαθιά νερά, οι περίοδοι κύματος  $T$  που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν με το  $H_{NWH}$  μπορούν να υποτεθούν ότι βρίσκονται εντός του εύρους που δίνεται από

$$11,1\sqrt{\frac{H_{S,NSS}U_{10}}{g}} \leq T \leq 14,3\sqrt{\frac{H_{S,NSS}U_{10}}{g}}$$

**404** Η *Δριμεία Θαλάσσια Κατάσταση* (SSS) χαρακτηρίζεται από ένα σημαντικό ύψος κύματος, μία περίοδο αιχμής και μία κατεύθυνση κύματος. Αυτή συνδέεται με μία ταυτόχρονη μέση ταχύτητα ανέμου. Το σημαντικό ύψος κύματος της δριμείας θαλάσσιας κατάστασης  $H_{S,SSS}$  ορίζεται από προέκταση των κατάλληλων επιτόπου μεταωκεάνιων δεδομένων τέτοια ώστε η επίδραση της φόρτισης από τον συνδυασμό του σημαντικού ύψους κύματος  $H_{S,SSS}$  και της 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10}$  να έχει μία περίοδο επαναφοράς 50 ετών. Το μοντέλο SSS χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με κανονικές συνθήκες ανέμου για τον υπολογισμό της μέγιστης φόρτισης μιας υπεράκτιας ανεμογεννήτριας κατά τη διάρκεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το μοντέλο SSS χρησιμοποιείται για να συνδέσει μία δριμεία θαλάσσια κατάσταση με κάθε μέση ταχύτητα ανέμου στο εύρος που αντιστοιχεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για όλες τις 10-λεπτες μέσες ταχύτητες ανέμου  $U_{10}$  κατά τη διάρκεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το αδέσμευτο ακραίο σημαντικό ύψος κύματος,  $H_{S,50-yr}$ , με μία περίοδο επαναφοράς 50 ετών ως μία συντηρητική εκτίμηση για το  $H_{S,SSS}(U_{10})$ . Περαιτέρω επεξήγηση σχετικά με την εκτίμηση του  $H_{S,SSS}$  παρέχεται στην παράγραφο 4ΣΤ703. Πρέπει να θεωρηθεί το εύρος των περιόδων αιχμής  $T_P$  που είναι

κατάλληλες για κάθε σημαντικό ύψος κύματος. Οι υπολογισμοί στο σχεδιασμό θα βασίζονται σε τιμές της περιόδου αιχμής που οδηγούν στα υψηλότερα φορτία ή στις δυσμενέστερες επιπτώσεις στην κατασκευή.

**405** Το Δριμύ Ύψος Κύματος (SWH)  $H_{SWH}$  συνδέεται με μία ταυτόχρονη μέση ταχύτητα ανέμου και ορίζεται από προέκταση των κατάλληλων επιτόπου μεταωκεάνιων δεδομένων τέτοια ώστε η επίδραση της φόρτισης από τον συνδυασμό του δριμύ ύψους κύματος  $H_{S,SWH}$  και της 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10}$  να έχει μία περίοδο επαναφοράς 50 ετών. Το μοντέλο SWH χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με κανονικές συνθήκες ανέμου για τον υπολογισμό της μέγιστης φόρτισης μιας υπεράκτιας ανεμογεννήτριας κατά τη διάρκεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το μοντέλο SWH χρησιμοποιείται για να συνδέσει ένα δριμύ ύψος κύματος με κάθε μέση ταχύτητα ανέμου στο εύρος που αντιστοιχεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για όλες τις 10-λεπτες μέσες ταχύτητες ανέμου  $U_{10}$  κατά τη διάρκεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το αδέσμευτο ακραίο ύψος κύματος,  $H_{50-yr}$ , με μία περίοδο επαναφοράς 50 ετών ως μία συντηρητική εκτίμηση για το  $H_{SWH}(U_{10})$ . Πρέπει να θεωρηθεί το εύρος των περιόδων κύματος  $T$  που είναι κατάλληλες για το δριμύ ύψος κύματος. Οι υπολογισμοί στο σχεδιασμό θα βασίζονται σε τιμές της περιόδου κύματος εντός αυτού του εύρους που οδηγούν στα υψηλότερα φορτία ή στις δυσμενέστερες επιπτώσεις στην κατασκευή.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Σε βαθιά νερά, οι περίοδοι κύματος  $T$  που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν με το  $H_{SWH}$  μπορούν να υποτεθούν ότι βρίσκονται εντός του εύρους που δίνεται από

$$11,1\sqrt{\frac{H_{S,SSS}U_{10}}{g}} \leq T \leq 14,3\sqrt{\frac{H_{S,SSS}U_{10}}{g}}$$

**406** Η Ακραία Θαλάσσια Κατάσταση (ESS) χαρακτηρίζεται από ένα σημαντικό ύψος κύματος, μία περίοδο αιχμής και μία κατεύθυνση κύματος. Το σημαντικό ύψος κύματος  $H_{S,ESS}$  είναι το αδέσμευτο σημαντικό ύψος κύματος με μία συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς, η οποία καθορίζεται από την κατανομή του ετήσιου μέγιστου σημαντικού ύψους κύματος όπως περιγράφεται στην παράγραφο 306. Η Ακραία Θαλάσσια Κατάσταση χρησιμοποιείται για περιόδους επαναφοράς 50 ετών και 1 έτους και τα αντίστοιχα σημαντικά ύψη κύματος συμβολίζονται με  $H_{S,50-yr}$  και  $H_{S,1-yr}$ , αντίστοιχα. Πρέπει να θεωρηθεί το εύρος των περιόδων αιχμής  $T_P$  που είναι κατάλληλες για κάθε ένα από αυτά τα σημαντικά ύψη κύματος. Οι υπολογισμοί στο σχεδιασμό θα βασίζονται σε τιμές της περιόδου αιχμής που οδηγούν στα υψηλότερα φορτία ή στις δυσμενέστερες επιπτώσεις στην κατασκευή.

**407** Το Ακραίο Ύψος Κύματος (EWH)  $H_{EWH}$  είναι ένα ύψος κύματος με μία συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς. Μπορεί να καθοριστεί από την κατανομή του ετήσιου μέγιστου σημαντικού ύψους κύματος όπως περιγράφεται στην παράγραφο 313. Σε βαθιά νερά, μπορεί να εκτιμηθεί με βάση το σημαντικό ύψος κύματος  $H_{S,ESS}$  με την σχετική περίοδο επαναφοράς όπως περιγράφεται στην παράγραφο 307. Το Ακραίο Ύψος Κύματος χρησιμοποιείται για περιόδους επαναφοράς 50 ετών και 1 έτους και τα αντίστοιχα ύψη κύματος συμβολίζονται με  $H_{50-yr}$  και  $H_{1-yr}$ , αντίστοιχα. Πρέπει να θεωρηθεί το εύρος των περιόδων κύματος  $T$  που είναι κατάλληλες για το δριμύ ύψος κύματος. Οι υπολογισμοί στο σχεδιασμό θα βασίζονται σε τιμές της περιόδου κύματος που οδηγούν στα υψηλότερα φορτία ή στις δυσμενέστερες επιπτώσεις στην κατασκευή.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Σε βαθιά νερά, οι περίοδοι κύματος  $T$  που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν με το  $H_{EWH}$  μπορούν να υποτεθούν ότι βρίσκονται εντός του εύρους που δίνεται από

$$11,1\sqrt{\frac{H_{S,ESS}U_{10}}{g}} \leq T \leq 14,3\sqrt{\frac{H_{S,ESS}U_{10}}{g}}$$

**408** Το *Μειωμένο Ύψος Κύματος* (RWH)  $H_{RWH}$  είναι ένα συνοδευτικό ύψος κύματος που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την ακραία ταχύτητα ανέμου (EWS) για τον ορισμό ενός ακραίου φαινομένου με μία συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς. Το μειωμένο ύψος κύματος μπορεί να εκφραστεί ως ένα κλάσμα του ακραίου ύψους κύματος,  $H_{RWH} = \psi H_{EWH}$ ,  $\psi < 1$ . Το Μειωμένο Ύψος Κύματος χρησιμοποιείται για τον ορισμό φαινομένων με περιόδους επαναφοράς 50 ετών και 1 έτους και τα αντίστοιχα μειωμένα ύψη κύματος συμβολίζονται με  $H_{Red,50-yr}$  και  $H_{Red,1-yr}$ , αντίστοιχα.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Είναι η συνήθης πρακτική για υπεράκτιες κατασκευές να εφαρμόζεται  $\psi = H_{5-yr}/H_{50-yr}$ , όπου  $H_{5-yr}$  και  $H_{50-yr}$  υποδηλώνουν τα μεμονωμένα ύψη κύματος με 5-ετή και 50-ετή περίοδο επαναφοράς, αντίστοιχα. Όσο μικρότερο είναι το βάθος νερού, συνήθως τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του  $\psi$ .

**409** Η περίοδος κύματος  $T$  που συνδέεται με τα ύψη κύματος στις παραγράφους 403, 405, 407 και 408 έχει ένα κατώτερο όριο εξαρτώμενο από το βάθος που παράγεται από τις θεωρήσεις της θραύσης του κυματισμού,

$$T > \sqrt{34,5 \frac{d}{g} \tanh^{-1} \left( \frac{H}{0,78d} \right)}$$

όπου  $H$  είναι το ύψος κύματος,  $d$  είναι το βάθος νερού και  $g$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας.

### Γ 500 Κυματικές θεωρίες και κινηματική κυματισμού

**501** Η κινηματική κανονικών κυμάτων μπορεί να αναπαρασταθεί από αναλυτικές ή αριθμητικές κυματικές θεωρίες, οι οποίες παρατίθενται παρακάτω:

- γραμμική κυματική θεωρία (θεωρία Airy) για μικρού πλάτους κύματα βαθέως νερού. Με αυτήν την θεωρία το κυματικό προφίλ παριστάνεται από μία ημιτονοειδή συνάρτηση
- οι κυματικές θεωρίες Stokes για υψηλά κύματα
- θεωρία ροϊκής συνάρτησης, βασισμένη σε αριθμητικές μεθόδους και στην ακρίβεια που αντιπροσωπεύουν την κυματική κινηματική σε ένα ευρύ πεδίο βαθών νερού
- θεωρία Boussinesq ανώτερης τάξης για κύματα ρηχού νερού
- θεωρία μοναχικού κύματος για κύματα σε ιδιαίτερα ρηχό νερό

**502** Τρεις κυματικές παράμετροι καθορίζουν ποια κυματική θεωρία θα εφαρμοστεί σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Αυτές είναι το ύψος κύματος  $H$ , η περίοδος κύματος  $T$  και το βάθος νερού  $d$ . Αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται για να ορίσουν τρεις αδιάστατες παραμέτρους που καθορίζουν περιοχές ισχύος των διαφορετικών κυματικών θεωριών,

— Παράμετρος κυματικής κλίσης:  $S = 2\pi \frac{H}{gT^2} = \frac{H}{\lambda_0}$

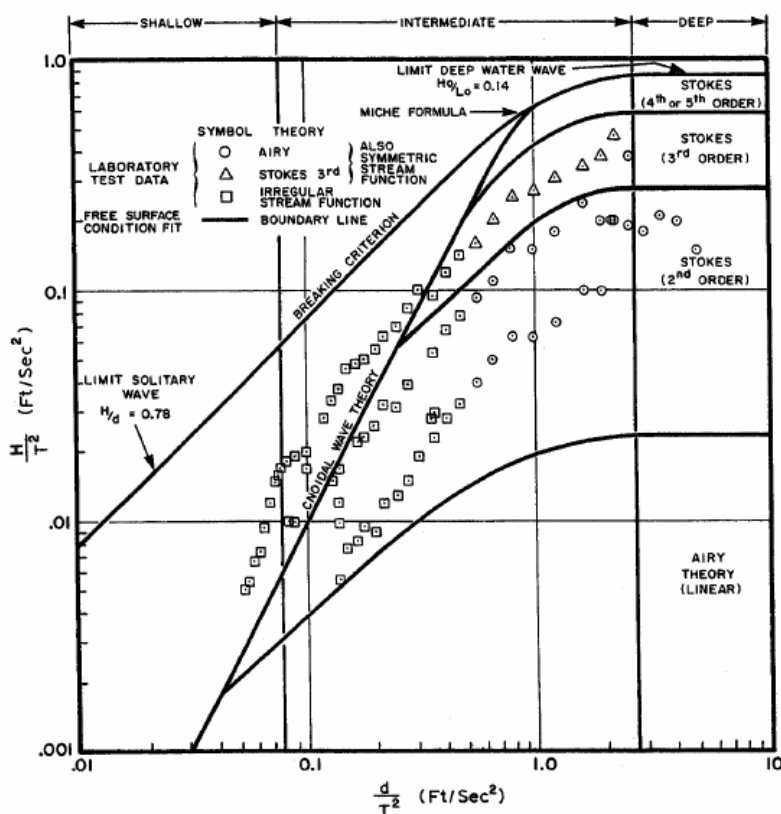
— Παράμετρος ρηχότητας:  $\mu = 2\pi \frac{d}{gT^2} = \frac{d}{\lambda_0}$

— Παράμετρος Ursell:  $U_r = \frac{H}{k_0^2 d^3} = \frac{1}{4\pi^2} \frac{S}{\mu^3}$

όπου  $\lambda_0$  και  $k_0$  είναι το γραμμικό ύψος κύματος βαθέως νερού και ο κυματικός αριθμός που αντιστοιχεί σε περίοδο  $T$ . Τα πεδία εφαρμογής των διαφορετικών κυματικών θεωριών δίνονται στον Πίνακα Γ2.

Θεωρία	Εφαρμογή	
	Βάθος	Προσεγγιστικό εύρος
Γραμμικό (Airy) κύμα	Βαθύ και ρηχό νερό	$S < 0,006$ ; $S/\mu < 0,03$
Κύμα Stokes 2 <sup>ης</sup> τάξης	Βαθύ νερό	$U_r < 0,65$ ; $S < 0,04$
Κύμα Stokes 5 <sup>ης</sup> τάξης	Βαθύ νερό	$U_r < 0,65$ ; $S < 0,14$
Θεωρία cnoidal	Ρηχό νερό	$U_r > 0,65$ ; $\mu < 0,125$

Η Εικόνα 7 δείχνει τα πεδία ισχύος για τις διαφορετικές κυματικές θεωρίες.



Εικόνα 7: Πεδία ισχύος κυματικών θεωριών

**503** Η γραμμική κυματική θεωρία είναι η απλούστερη κυματική θεωρία και λαμβάνεται θεωρώντας ότι το ύψος κύματος είναι πολύ μικρότερο από αμφότερα το μήκος κύματος και το βάθος νερού, ή ισοδύναμα

$$S \ll 1 ; U_r \ll 1$$

Αυτή η θεωρία αναφέρεται ως κυματική θεωρία μικρού πλάτους, γραμμική κυματική θεωρία, αρμονική κυματική θεωρία ή ως θεωρία Airy.

Για κανονικά γραμμικά κύματα το ύψος κύματος κορυφής  $A_C$  είναι ίσο με το ύψος κύματος σκάφης  $A_H$  και υποδηλώνει το πλάτος κύματος  $A$ , από δω και στο εξής  $H = 2A$ .



Η ανύψωση της επιφάνειας δίνεται από

$$\eta(x, y, t) = \frac{H}{2} \cos \Theta$$

όπου  $\Theta = k(x \cos \beta + y \sin \beta - ct)$  και  $\beta$  είναι η κατεύθυνση διάδοσης, μετρούμενη από τον θετικό  $x$  άξονα.

Η σχέση διασποράς δίνει την σχέση ανάμεσα στην περίοδο κύματος  $T$  και στο μήκος κύματος  $\lambda$ . Για κύματα σε ύδατα με πεπερασμένο βάθος νερού  $d$  η σχέση διασποράς δίνεται από την υπερβατική εξίσωση

$$\lambda = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

στην οποία με  $g$  συμβολίζεται η επιτάχυνση της βαρύτητας. Μία καλή προσέγγιση του μήκους κύματος  $\lambda$  ως μία συνάρτηση της περιόδου κύματος  $T$  δίνεται από

$$\lambda = T(gd)^{1/2} \left( \frac{f(\varpi)}{1 + \varpi f(\varpi)} \right)^{1/2}$$

όπου

$$f(\varpi) = 1 + \sum_{n=1}^4 \alpha_n \varpi^n$$

και

$$\varpi = \frac{4\pi^2 d}{gT^2}$$

$$\alpha_1 = 0,666, \alpha_2 = 0,445, \alpha_3 = -0,105, \alpha_4 = 0,272.$$

**504** Η κυματική θεωρία Stokes συνεπάγεται το κυματικό ανάπτυγμα Stokes, το οποίο είναι ένα ανάπτυγμα της ανύψωσης της επιφάνειας σε δυνάμεις του γραμμικού ύψους κύματος  $H$ . Ένα κυματικό ανάπτυγμα Stokes μπορεί ναδειχθεί ότι είναι επίσημα έγκυρο για

$$S \ll 1; U_r \ll 1$$

Ένα κύμα Stokes πρώτης τάξεως είναι πανομοιότυπο με το γραμμικό κύμα, ή το κύμα Airy. Ένα κύμα Stokes δεύτερης τάξεως είναι μία αρκετά ικανοποιητική προσέγγιση όταν

$$S < 1; U_r < 0,65$$

Το προφίλ ανύψωσης της επιφάνειας για ένα κανονικό κύμα Stokes δεύτερης τάξης δίνεται από

$$\eta(x, y, t) = \frac{H}{2} \cos \Theta + \frac{\pi H^2}{8\lambda} \frac{\cosh(kd)}{\sinh^3(kd)} [2 + \cosh(2kd)] \cos 2\Theta$$

όπου  $\Theta = k(x \cos \beta + y \sin \beta - ct)$ . Κύματα Stokes δεύτερης τάξης και ανώτερης τάξης είναι ασύμμετρα με  $A_C > A_T$ . Οι κορυφές είναι πιο απότομες και οι σκάφες είναι πλατύτερες για κύματα Airy. Η γραμμική σχέση διασποράς διατηρείται για κύματα Stokes δεύτερης τάξης, ως εκ τούτου η φασική ταχύτητα  $c$  και το μήκος κύματος  $\lambda$  παραμένουν ανεξάρτητα από το ύψος κύματος. Στην τρίτη τάξη, η φασική ταχύτητα εξαρτάται από το ύψος κύματος σύμφωνα με την

$$c^2 = \frac{g}{k} \tanh(kd) \left\{ 1 + \left( \frac{kH}{2} \right)^2 \left[ \frac{9 - 8 \cosh^2(kd) + 8 \cosh^4(kd)}{8 \sinh^4(kd)} \right] \right\}$$

Το ύψος κύματος περιορίζεται από την θραύση. Η μέγιστη κλίση είναι

$$S_{\max} = \frac{H}{\lambda} = 0,142 \tanh \frac{2\pi d}{\lambda}$$

όπου  $\lambda$  είναι το μήκος κύματος που αντιστοιχεί σε βάθος νερού  $d$ .

Για βαθύ νερό το όριο του θραυόμενου κυματισμού προσεγγίζεται από  $S_{\max} = 1/7$ .

Χρήση των κυμάτων Stokes δεύτερης τάξης περιορίζεται από το κριτήριο της κλίσης

$$kH = 0,924 \sinh^3 \left( \frac{kd}{\sqrt{1 + 8 \cosh^3 kd}} \right)$$

Για κανονικά κύματα  $\mu < 0,125$  (και  $U_r < 0,65$ ) εφαρμόζεται η *κυματική θεωρία Stokes πέμπτης τάξης*.

Η κυματική θεωρία Stokes δεν είναι εφαρμόσιμη για πολύ ρηγά νερά όπου η κυματική θεωρία cnoidal ή η θεωρία της «Ροϊκής Συνάρτησης» θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

**505** Η κυματική θεωρία cnoidal ορίζει ένα κύμα το οποίο είναι ένα περιοδικό κύμα με αιχμηρές κορυφές που διαχωρίζονται από πλατιές σκάφες. Το εύρος ισχύος της κυματικής θεωρίας cnoidal είναι

$$\mu < 0,125 \text{ και } U_r > 0,65$$

Το προφίλ της επιφάνειας των κυμάτων cnoidal ύψους κύματος  $H$  και περιόδου  $T$  σε βάθος νερού  $d$  δίνεται από

$$\eta(x, t) = \frac{16d^2}{3\lambda^2} \left\{ K(k) [K(k) - E(k)] \right\} + 1 - \frac{H}{d} + Hcn^2 \left[ 2K(k) \left( \frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right), k \right]$$

όπου  $K, E$  είναι τα πλήρη ελλειπτικά ολοκληρώματα πρώτου και δεύτερου είδους αντίστοιχα,  $cn$  είναι η Ιακωβιανή ελλειπτική συνάρτηση και  $k$  είναι μία παράμετρος που καθορίζεται εμμέσως ως συνάρτηση των  $H$  και  $T$  από τους τύπους:

$$T(k) = \frac{\lambda(k)}{c(k)}$$

$$\lambda(k) = \left( \frac{16d^3}{3H} \right)^{1/2}$$

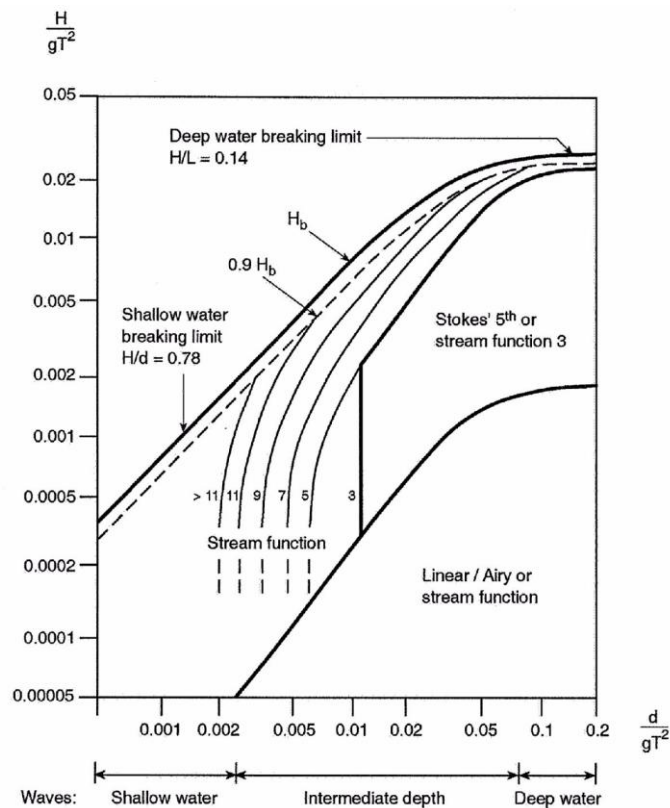
$$c(k) = (gd)^{1/2} \left[ 1 + \frac{H}{d} \frac{1}{k^2} \left( \frac{1}{2} - \frac{E(k)}{K(k)} \right) \right]$$

**506** Η θεωρία της «Ροϊκής Συνάρτησης» είναι μία αμιγώς αριθμητική διαδικασία για να προσεγγιστεί ένα δεδομένο κυματικό προφίλ και έχει ευρύτερο πεδίο ισχύος από ότι οι θεωρίες στις παραγράφους 503 μέχρι 505.

Μία κυματική λύση ροϊκής συνάρτησης έχει την γενική μορφή

$$\Psi(x, z) = cz + \sum_{n=1}^N X(n) \sinh[nk(z+d)] \cos(nkx)$$

όπου  $c$  είναι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος και  $N$  είναι η τάξη της κυματικής θεωρίας. Η απαιτούμενη τάξη,  $N$ , της θεωρίας ροϊκής συνάρτησης, που κυμαίνεται από 1 μέχρι 10, καθορίζεται από τις κυματικές παραμέτρους  $S$  και  $\mu$ . Όσο πλησιέστερα στο ύψος κύματος θραύσης, τόσο περισσότεροι όροι απαιτούνται προκειμένου να δοθεί μία ακριβής αναπαράσταση του κύματος. Η Εικόνα 8 δείχνει την απαιτούμενη τάξη  $N$  της κυματικής θεωρίας ροϊκής συνάρτησης έτσι ώστε λάθη στη μέγιστη ταχύτητα και επιτάχυνση να είναι μικρότερα από ένα τοις εκατό.



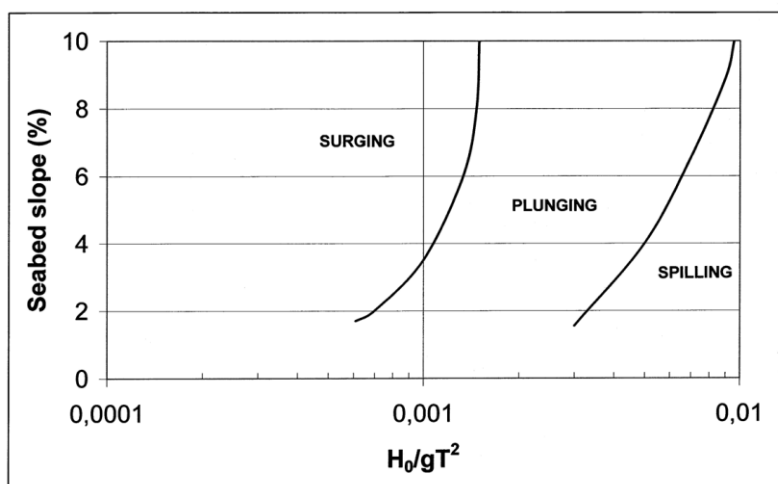
**Εικόνα 8:** Απαιτούμενη τάξη  $N$  της κυματικής θεωρίας ροϊκής συνάρτησης

### Γ 600 Θραυόμενα κύματα

**601** Η θραύση των κυμάτων μπορεί να λάβει χώρα ως αποτέλεσμα της ρήξης και του περιορισμένου βάθους νερού. Τέτοια θραύση μπορεί να λάβει χώρα είτε πριν τα κύματα φτάσουν στην τοποθεσία είτε όταν έχουν φτάσει στην τοποθεσία. Και στις δύο περιπτώσεις, η θραύση του κύματος συνεπάγεται ότι επιβάλλεται ένας εξαρτώμενος από το βάθος περιορισμός στα κύματα στην τοποθεσία. Γι αυτόν τον καθορισμό, θα θεωρείται το βάθος νερού που αντιστοιχεί στη μέγιστη στάθμη του νερού στην τοποθεσία. Το κριτήριο θραύσης προσδιορίζεται στις Εικόνες 7 και 8. Τα θραυόμενα κύματα είναι ακανόνιστα κύματα, για τα οποία η κινηματική αποκλίνει από την κινηματική εκείνων που υπονοήθηκαν από τις αναφερόμενες κυματικές θεωρίες στις παραγράφους 503 μέχρι 506. Η κινηματική των θραυόμενων κυμάτων εξαρτάται από τον τύπο της θραύσης.

**602** Υπάρχουν τρεις τύποι θραυόμενων κυμάτων εξαρτώμενοι από την κυματική κλίση και την κλίση του θαλάσσιου πυθμένα:

- θραύση εφορμήσεως (surging breaker)
- θραύση εκτινάξεως (plunging breaker)
- θραύση κυλίσσεως (spilling breaker)



**Εικόνα 9:** Μεταβάσεις μεταξύ διαφορετικών τύπων θραυόμενων κυμάτων ως συνάρτηση της κλίσης του θαλάσσιου πυθμένα, του ύψους κύματος σε βαθιά ύδατα και της περιόδου κύματος

### Δ. Ρεύμα

#### Δ 100 Παράμετροι ρεύματος

**101** Το ρεύμα αποτελείται από ένα ανεμογενές ρεύμα και ένα παλιρροϊκό ρεύμα και ένα ρεύμα πυκνότητας κατά περίπτωση.

**102** Το ρεύμα αντιπροσωπεύεται από την ταχύτητα ανεμογενούς ρεύματος  $v_{wind0}$  στην ήρεμη στάθμη του νερού και την ταχύτητα παλιρροϊκού ρεύματος  $v_{tide0}$  στην ήρεμη στάθμη του νερού.

**103** Μπορούν να υπάρξουν και άλλες συνιστώσες ρεύματος εκτός από τα ανεμογενή ρεύματα, τα παλιρροϊκά ρεύματα και τα ρεύματα πυκνότητας.

Παραδείγματα τέτοιων συνιστωσών ρεύματος είναι

- ρεύματα κάτω από την επιφάνεια που παράγονται από κύματα θύελλας και μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης
- παράκτια, επαγόμενα από κύματα ρεύματα που τρέχουν παράλληλα στην ακτή

#### Δ 200 Δεδομένα ρεύματος

**201** Τα στατιστικά στοιχεία ρεύματος πρέπει να χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των μακροπρόθεσμων και βραχυπρόθεσμων συνθηκών ρεύματος. Εμπειρικά στατιστικά δεδομένα που

χρησιμοποιούνται ως βάση για τον σχεδιασμό πρέπει να καλύπτουν μία επαρκώς μεγάλη χρονική περίοδο.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Δεδομένα για ρεύμα που λαμβάνονται επιτόπου πρέπει να προτιμώνται από τα δεδομένα για ρεύμα που παρατηρούνται σε μία παρακείμενη τοποθεσία. Μετρούμενα δεδομένα ρεύματος πρέπει να προτιμώνται από οπτικά παρατηρούμενα δεδομένα. Συνεχείς καταγραφές δεδομένων πρέπει να προτιμώνται από καταγραφές με κενά. Μεγαλύτερες περίοδοι παρατήρησης πρέπει να προτιμώνται από μικρότερες περιόδους.

**202** Η μεταβολή του ρεύματος με το βάθος νερού θα θεωρείται κατά περίπτωση.

**203** Σε περιοχές όπου τα υλικά του βυθού είναι επιρρεπή στη διάβρωση, μπορεί να απαιτούνται ειδικές μελέτες των συνθηκών ρεύματος κοντά στον πυθμένα της θάλασσας.

### Δ 300 Μοντελοποίηση ρεύματος

**301** Όταν δεν είναι διαθέσιμες λεπτομερείς μετρήσεις πεδίου, η μεταβολή της ταχύτητας του ρεύματος με το βάθος μπορεί να ληφθεί ως

$$v(z) = v_{tide}(z) + v_{wind}(z)$$

όπου

$$v_{tide}(z) = v_{tide0} \left( \frac{h+z}{h} \right)^{1/7}$$

για  $z \leq 0$   
και

$$v_{wind}(z) = v_{wind0} \left( \frac{h_0+z}{h_0} \right)$$

για  $-h_0 \leq z \leq 0$   
στην οποία

- $v(z)$  = Συνολική ταχύτητα ρεύματος στο επίπεδο  $z$
- $z$  = κατακόρυφη συντεταγμένη από την ήρεμη στάθμη του νερού, θετική προς τα πάνω
- $v_{tide0}$  = παλιρροϊκό ρεύμα στην ήρεμη στάθμη του νερού
- $v_{wind0}$  = ανεμογενές ρεύμα στην ήρεμη στάθμη του νερού
- $h$  = βάθος νερού από την ήρεμη στάθμη του νερού (λαμβάνεται θετικό)
- $h_0$  = βάθος νερού αναφοράς για ανεμογενές ρεύμα,  $h_0=50$  m.

**302** Η μεταβολή στο προφίλ του ρεύματος με τη μεταβολή του βάθους νερού λόγω της δράσης του κύματος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το προφίλ του ρεύματος μπορεί να επεκταθεί ή να συμπυκνωθεί κατακόρυφα, έτσι ώστε η ταχύτητα του ρεύματος σε οποιαδήποτε αναλογία του στιγμιαίου βάθους να διατηρείται σταθερή. Με αυτήν την προσέγγιση, η επιφανειακή συνιστώσα του ρεύματος παραμένει σταθερή, ανεξάρτητα από την ανύψωση της θάλασσας κατά την διάρκεια της δράσης του κύματος.

**303** Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, το ανεμογενές ρεύμα στην ήρεμη στάθμη του νερού μπορεί να εκτιμηθεί ως

$$v_{wind0} = kU_0$$

όπου

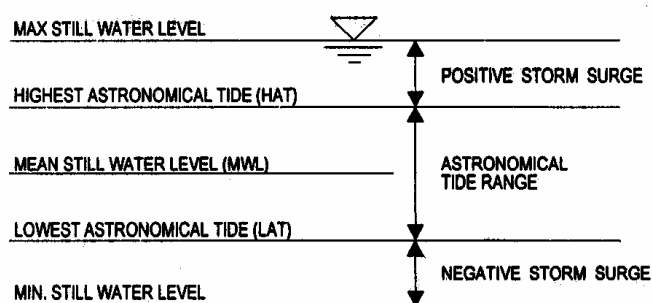
$k=0,015$  με  $0,03$ .

$U_0=1$ ωρη μέση ταχύτητα ανέμου σε ύψος 10 m.

## Ε. Στάθμη Νερού

### Ε 100 Παράμετροι στάθμης νερού

**101** Η στάθμη του νερού αποτελείται από μία μέση στάθμη νερού σε συνδυασμό με παλίρροια και ένα επαγόμενο από άνεμο και πίεση κύμα θύελλας. Το παλιρροϊκό ρεύμα ορίζεται ως το εύρος ανάμεσα στην υψηλότερη αστρονομική παλίρροια (HAT) και στην χαμηλότερη αστρονομική παλίρροια (LAT), βλέπε Εικόνα 10.



Εικόνα 10: Ορισμός των σταθμών του νερού

### Ε 200 Δεδομένα στάθμης νερού

**201** Τα στατιστικά στοιχεία της στάθμης του νερού χρησιμοποιούνται ως βάση για την αναπαράσταση των μακροπρόθεσμων και βραχυπρόθεσμων συνθηκών της στάθμης του νερού. Εμπειρικά στατιστικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται ως βάση για τον σχεδιασμό πρέπει να καλύπτουν μία επαρκώς μεγάλη χρονική περίοδο.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Δεδομένα για την στάθμη του νερού που λαμβάνονται επιτόπου πρέπει να προτιμώνται από τα δεδομένα για την στάθμη του νερού που παρατηρούνται σε μία παρακείμενη τοποθεσία. Μετρούμενα δεδομένα για την στάθμη του νερού πρέπει να προτιμώνται από οπτικά παρατηρούμενα δεδομένα. Συνεχείς καταγραφές δεδομένων πρέπει να προτιμώνται από καταγραφές με κενά. Μεγαλύτερες περιόδους παρατήρησης πρέπει να προτιμώνται από μικρότερες περιόδους.

**202** Η στάθμη του νερού και ο άνεμος συσχετίζονται, επειδή η στάθμη του νερού έχει μία ανεμογενή συνιστώσα. Η συσχέτιση ανάμεσα στη στάθμη του νερού και στα δεδομένα ανέμου θα λαμβάνεται υπόψη για τον σχεδιασμό.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Θα πρέπει να λαμβάνονται ταυτόχρονες παρατηρήσεις της στάθμης του νερού και των δεδομένων ανέμου σε όρους ταυτόχρονων τιμών της στάθμης του νερού και της  $U_{10}$ .

### Ε 300 Μοντελοποίηση στάθμης νερού

**301** Για τον καθορισμό της στάθμης του νερού για τον υπολογισμό των φορτίων και των αποτελεσμάτων της φόρτισης, θα λαμβάνονται υπόψη τόσο η παλίρροια όσο και το επαγόμενο από πίεση και άνεμο κύμα θύελλας.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Οι συνθήκες της στάθμης του νερού είναι ιδιαίτερης σημασίας για την πρόβλεψη των περιορισμένων από το βάθος υψών κύματος.

## ΣΤ. Πάγος

### ΣΤ 100 Θαλάσσιος πάγος

**101** Όταν η κατασκευή της ανεμογεννήτριας πρόκειται να τοποθετηθεί σε περιοχή όπου ενδέχεται να αναπτυχθεί πάγος ή όπου ενδέχεται να μετατοπιστεί πάγος, θα πρέπει να θεωρηθούν κατάλληλα συνθήκες πάγου.

**102** Θα πρέπει να θεωρηθούν σχετικά στατιστικά δεδομένα για τις ακόλουθες συνθήκες θαλάσσιου πάγου και τις ιδιότητες:

- γεωμετρία και φύση του πάγου
- συγκέντρωση και κατανομή πάγου
- τύπος πάγου (παγετώνας, κορυφογραμμή πάγου,
- μηχανικές ιδιότητες του πάγου (θλιπτική αντοχή  $r_u$ , καμπτική αντοχή  $r_f$ )
- ταχύτητα και κατεύθυνση παρασυρόμενου πάγου
- πάχος πάγου
- πιθανότητα συγκρουόμενων παγόβουνων

### ΣΤ 200 Συσσώρευση χιονιού και πάγου

**201** Επικάθηση πάγου από το ράντισμα της θάλασσας, το χιόνι και τη βροχή και την υγρασία του αέρα θα θεωρείται όπου χρειάζεται.

**202** Φορτία χιονιού και πάγου λόγω της επικάθησης χιονιού και πάγου μπορεί να μειωθεί ή να αμεληθεί αν καθιερωθεί μια διαδικασία αφαίρεσης χιονιού και πάγου.

**203** Πιθανές αυξήσεις των εγκάρσιων διατομών και αλλαγές στην τραχύτητα της επιφάνειας που προκαλούνται από την τήξη θα θεωρούνται όπου χρειάζεται, όταν πρέπει να καθοριστούν φορτία ανέμου και υδροδυναμικά φορτία.

**204** Για ελαφρές κατασκευές, θα θεωρείται η πιθανότητα άνισης κατανομής επικάθησης χιονιού και πάγου.

### ΣΤ 300 Μοντελοποίηση πάγου

**301** Το πάχος του πάγου σχηματίζει μία σημαντική παράμετρο για τον υπολογισμό των φορτίων πάγου. Το πάχος του πάγου θα βασίζεται σε τοπικά δεδομένα πάγου, π.χ. όπως διαθέσιμα σε έναν άτλαντα πάγου ή όπως προκύπτουν από τον δείκτη δεδομένων πάγου.

**302** Ως βάση για τον σχεδιασμό έναντι φορτίων πάγου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης πάγου  $K$ . Ο δείκτης πάγου για μία τοποθεσία ορίζεται ως η απόλυτη τιμή του αθροίσματος της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας σε όλες τις ημέρες των οποίων η μέση θερμοκρασία είναι μικρότερη από  $0^\circ \text{C}$  σε ένα έτος. Ο δείκτης πάγου  $K$  επιδεικνύει μεταβλητότητα από χρόνο σε χρόνο και μπορεί να αναπαρασταθεί από την κατανομή πιθανότητάς του.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, ο δείκτης πάγου μπορεί να αναπαρασταθεί από μία τριπαμετρική κατανομή Weibull,

$$F_K(k) = 1 - e^{-\left(\frac{k-b}{a}\right)^\beta}$$

**303** Ο δείκτης πάγου με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  σε μονάδες ετών ορίζεται ως το  $(1-1/T_R)$  εκατοστημόριο στην κατανομή του δείκτη πάγου, δηλαδή είναι ο δείκτης πάγου του οποίου η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα έτος είναι  $1/T_R$ . Συμβολίζεται με  $K_{TR}$  και εκφράζεται ως

$$K_{TR} = F_K^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right)$$

**304** Το πάχος του πάγου  $t$  στο τέλος μιας παγετώδους περιόδου μπορεί να εκτιμηθεί από

$$t = 0,032 \sqrt{0,9K - 50}$$

όπου  $t$  είναι σε μονάδες μέτρων και  $K$  είναι ο δείκτης πάγου σε μονάδες βαθμομερών.

**305** Σε παράκτια ύδατα και σε προστατευόμενα ύδατα, όπως στις λίμνες και στο αρχιπέλαγος, το στρώμα πάγου κανονικά δεν κινείται έχοντας αναπτυχθεί σε κάποιο περιοριστικό πάχος,  $t_{limit}$ . Το περιοριστικό πάχος μπορεί επομένως να χρησιμοποιηθεί για να ορίσει φαινόμενα ακραίου πάχους για κινούμενο πάγο σε τέτοια νερά. Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, το περιοριστικό πάχος  $t_{limit}$  μπορεί να ληφθεί για την μακροπρόθεσμη μέση τιμή του ετήσιου μέγιστου πάχους πάγου. Κανένα τέτοιο περιοριστικό πάχος δεν συνδέεται με κινούμενο πάγο σε ανοικτή θάλασσα, για την οποία μεγαλύτερα πάχη μπορούν επομένως να αναμένονται στα φαινόμενα ακραίου πάχους.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η μακροπρόθεσμη μέση τιμή του ετήσιου μέγιστου πάχους πάγου μπορεί να ερμηνευτεί ως ένα μέτρο του πάχους πάγου που συνδέεται με ένα «κανονικό χειμώνα».

**306** Η θλιπτική αντοχή  $r_u$ , η καμπτική αντοχή  $r_f$  και το πάχος του πάγου μπορούν να εκφραστούν ως συναρτήσεις του δείκτη πάγου ή, εναλλακτικά, σε όρους των αντίστοιχων κατανομών πιθανότητάς τους. Άλλες παράμετροι εξαρτώμενες από την τοποθεσία οι οποίες ενδεχομένως χρειάζεται να θεωρηθούν είναι το μέγεθος του παγετώνα και η ταχύτητα ολίσθησης των παγετώνων.

**307** Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, εφαρμόζονται οι ακόλουθες γενικές τιμές των παραμέτρων του πάγου, ανεξάρτητα από την τοποθεσία:

Πυκνότητα	900 kg/m <sup>3</sup>
Ειδικό βάρος	8,84 kN/m <sup>3</sup>
Μέτρο ελαστικότητας	2 GPa
Λόγος του Poisson	0,33
Συντελεστής τριβής πάγου-πάγου	0,1
Δυναμικός συντελεστής τριβής πάγου-σκυροδέματος	0,2
Δυναμικός συντελεστής τριβής πάγου-χάλυβα	0,1

## **Z. Διερευνήσεις Εδάφους και Γεωτεχνικά Δεδομένα**

### **Z 100 Έρευνες εδάφους**

**101** Οι διερευνήσεις του εδάφους θα παρέχουν όλα τα απαραίτητα εδαφικά δεδομένα για έναν λεπτομερή σχεδιασμό. Οι διερευνήσεις του εδάφους μπορούν να διακριθούν σε γεωλογικές μελέτες, γεωφυσικές έρευνες και γεωτεχνικές διερευνήσεις εδάφους.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Μία γεωλογική μελέτη, βασισμένη σε γεωλογικό ιστορικό, μπορεί να διαμορφώσει μία βάση για την επιλογή των μεθόδων και την έκταση των γεωτεχνικών διερευνήσεων του εδάφους. Μία γεωφυσική έρευνα, βασισμένη σε ρηχή



σεισμική, μπορεί να συνδυαστεί με τα αποτελέσματα από μία γεωτεχνική διερεύνηση του εδάφους για να δημιουργηθούν πληροφορίες σχετικά με την εδαφική διαστρωμάτωση και την τοπογραφία του πυθμένα για μία εκτεταμένη περιοχή όπως η περιοχή που καλύπτεται από ένα αιολικό πάρκο. Μία γεωτεχνική διερεύνηση του εδάφους αποτελείται από επιτόπου δοκιμές του εδάφους και από δειγματοληψία του εδάφους για εργαστηριακές δοκιμές.

**102** Η έκταση των διερευνήσεων του εδάφους και η επιλογή των μεθόδων διερεύνησης του εδάφους θα λαμβάνουν υπόψη τον τύπο, το μέγεθος και την σπουδαιότητα της κατασκευής της ανεμογεννήτριας, την πολυπλοκότητα των συνθηκών του εδάφους και του πυθμένα και τον πραγματικό τύπο των εδαφικών αποθέσεων. Η περιοχή που πρόκειται να καλυφθεί από διερευνήσεις του εδάφους θα λαμβάνει υπόψη τις ανοχές τοποθέτησης και εγκατάστασης.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η ισαπόσταση των σεισμικών ερευνών στην επιλεγόμενη τοποθεσία θα πρέπει να είναι επαρκώς μικρή ώστε να ανιχνευθούν όλα τα στρώματα του εδάφους με σπουδαιότητα για τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση των κατασκευών των ανεμογεννητριών. Ειδική μέριμνα θα πρέπει να δίνεται στην πιθανότητα θαμμένων καναλιών διάβρωσης με μαλακό υλικό πλήρωσης.

**103** Για πολλαπλές θεμελιώσεις όπως σε ένα αιολικό πάρκο, η στρωματογραφία του εδάφους και το εύρος των ιδιοτήτων αντοχής του θα αξιολογούνται εντός κάθε ομάδας θεμελιώσεων ή ανά τοποθεσία θεμελίωσης, ανάλογα με την περίπτωση.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Το αν η στρωματογραφία του εδάφους και το εύρος των ιδιοτήτων του εδάφους θα αξιολογηθούν εντός κάθε ομάδας θεμελιώσεων ή ανά τοποθεσία θεμελίωσης είναι κυρίως συνάρτηση του βαθμού στον οποίο η απόθεση του εδάφους μπορεί να θεωρηθεί ομογενής. Έτσι, όταν επικρατούν πολύ ομογενείς συνθήκες εδάφους, η ομάδα των θεμελιώσεων που θα καλυφθεί από μία τέτοια συνηθισμένη εκτίμηση μπορεί να αποτελείται από όλες τις θεμελιώσεις εντός ολόκληρης της περιοχής ενός αιολικού πάρκου ή μπορεί να αποτελείται από όλες τις θεμελιώσεις εντός μιας υποπεριοχής του αιολικού πάρκου. Τέτοιες υποπεριοχές τυπικά ορίζονται όταν ομάδες ανεμογεννητριών εντός του αιολικού πάρκου διαχωρίζονται από στενή χιλιομετρική κλίμακα ή από διαδρόμους κυκλοφορίας. Όταν επικρατούν σύνθετες ή μη ομογενείς συνθήκες εδάφους, μπορεί να είναι απαραίτητο να περιοριστούν συνήθεις εκτιμήσεις της στρωματογραφίας και των ιδιοτήτων αντοχής του εδάφους ώστε να καλύπτουν μόνο μερικές κεντρικές θεμελιώσεις και στην οριακή περίπτωση να πραγματοποιήσουν μεμονωμένες αξιολογήσεις για μεμονωμένες θεμελιώσεις.

**104** Οι διερευνήσεις του εδάφους θα παρέχουν σχετικές πληροφορίες για το έδαφος σε ένα βάθος κάτω από το οποίο πιθανή παρουσία αδύναμων σχηματισμών δεν θα επηρεάσει την ασφάλεια ή την επίδοση της ανεμογεννήτριας και της κατασκευής της στήριξης και της θεμελίωσης.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για τον σχεδιασμό των πασσαλοθεμελιώσεων έναντι πλευρικών φορτίων, θα πρέπει να διεξάγεται ένας συνδυασμός επιτόπου δοκιμών και γεωτρήσεων εδάφους με δειγματοληψία σε επαρκές βάθος. Για λεπτούς και εύκαμπτους πασσάλους σε θεμελιώσεις τύπου μεταλλικού πύργου, επαρκεί ένα βάθος ως περίπου 10 διαμέτρους του πασσάλου κάτω από το άκρο του πασσάλου. Για λιγότερο εύκαμπτους μονούς πυλώνες με μεγαλύτερες διαμέτρους, επαρκεί ένα βάθος ως το ήμισυ της διαμέτρου του πασσάλου κάτω από τη μέγιστη υποτιθέμενη διείσδυση του πασσάλου.

Για τον σχεδιασμό των πασσάλων έναντι αξονικών φορτίων, θα πρέπει να διεξάγεται τουλάχιστον μία δοκιμή CPT και μία γειτονική γεώτρηση στο αναμενόμενο βάθος διείσδυσης του πασσάλου συν μία ζώνη επιρροής. Αν βρίσκονται φέροντα στρώματα ή άλλα πυκνά στρώμα, τα οποία μπορεί να δημιουργούν οδηγητικά προβλήματα, αυτό το πεδίο θα πρέπει να αυξάνεται.

Για τον σχεδιασμό θεμελιώσεων βάσης βαρύτητας, οι διερευνήσεις του εδάφους θα πρέπει να επεκταθούν τουλάχιστον στο βάθος κάθε κρίσιμης επιφάνειας διάτμησης. Περαιτέρω, θα πρέπει να διερευνώνται εξονυχιστικά όλα τα εδαφικά στρώματα που επηρεάζονται από την κατασκευή της ανεμογεννήτριας από άποψη καθίζησης.

Σε σεισμικά ενεργές περιοχές, μπορεί να είναι απαραίτητο να ληφθούν πληροφορίες για το μέτρο διάτμησης του εδάφους σε μεγάλα βάθη.

**105** Οι διερευνήσεις του εδάφους πρέπει κανονικά να περιλαμβάνουν τους ακόλουθους τύπους διερεύνησης:

- πεδίο γεωλογικής έρευνας
- τοπογραφική αποτύπωση του πυθμένα
- γεωφυσικές έρευνες για συσχέτιση με γεωτρήσεις και επιτόπου δοκιμές
- δειγματοληψία με συνεπακόλουθες στατικές και κυκλικές εργαστηριακές δοκιμές
- μετρήσεις ταχύτητας διατμητικών κυμάτων για εκτίμηση του μέγιστου μέτρου διάτμησης
- επιτόπου δοκιμές, για παράδειγμα δοκιμές διείσδυσης κώνου (CPT), δοκιμές πρεσσιομέτρου και δοκιμές ντιλατομέτρου.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η έκταση και τα περιεχόμενα ενός προγράμματος εδαφικής διερεύνησης δεν ένα ευθύ προς τα εμπρός θέμα και θα εξαρτάται από τον τύπο της θεμελίωσης. Η καθοδήγηση που δίνεται σε αυτήν την επεξηγηματική σημείωση σχηματίζει επομένως συστάσεις μιας γενικής φύσης την οποία ο μελετητής, είτε από δική του πρωτοβουλία ή σε συνεργασία με νηογνώμονα, μπορεί να εκπονήσει περαιτέρω.

Ένας έμπειρος γεωτεχνικός μηχανικός που είναι εξοικειωμένος με τις θεωρούμενες ιδέες θεμελίωσης και που αντιπροσωπεύει τον ιδιοκτήτη ή τον προγραμματιστή θα πρέπει να είναι παρών κατά την διάρκεια των επιτόπου διερευνήσεων εδάφους. Ανάλογα με τα ευρήματα κατά την διάρκεια των διερευνήσεων του εδάφους, μπορεί στη συνέχεια να ληφθούν μέτρα, κατά περίπτωση, για να αλλάξει το πρόγραμμα διερεύνησης του εδάφους κατά την διάρκεια της εκτέλεσης. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει προτάσεις για αυξημένα βάθη των προγραμματισμένων γεωτρήσεων, προτάσεις για πρόσθετες γεωτρήσεις και προτάσεις για μεταβαλλόμενες θέσεις γεωτρήσεων.

Όταν συναντώνται μη ομογενείς εδαφικές αποθέσεις ή όταν προσδιορίζονται τοπικά δύσκολα ή αδύναμα εδάφη, μπορεί να είναι απαραίτητο να διεξαχθούν περισσότερες γεωτρήσεις και δοκιμές CPT από τις ελάχιστες συνιστώμενες δοκιμαστικές παρακάτω.

Για μεμονωμένες κατασκευές ανεμογεννητριών, συνιστάται ως ελάχιστο μία γεώτρηση σε επαρκές βάθος για ανάκτηση δειγμάτων εδάφους για εργαστηριακές δοκιμές.

Για κατασκευές ανεμογεννητριών σε ένα αιολικό πάρκο, ένα δοκιμαστικό ελάχιστο πρόγραμμα διερεύνησης εδάφους μπορεί να περιλαμβάνει μία δοκιμή CPT ανά θεμελίωση σε συνδυασμό με μία γεώτρηση σε επαρκές βάθος σε κάθε γωνία της περιοχής που καλύπτεται από το αιολικό πάρκο για την ανάκτηση εδαφικών δειγμάτων εδάφους για εργαστηριακές δοκιμές. Μία πρόσθετη γεώτρηση στο μέσο της περιοχής θα παρέχει πρόσθετες πληροφορίες για πιθανές ανομοιογένειες στην περιοχή.

Σε περιπτώσεις όπου οι εδαφικές συνθήκες είναι εξαιρετικά ποικίλες εντός μικρών χωρικών περιοχών και χρησιμοποιούνται θεμελιώσεις με μία διάμετρο παραπάνω από 20 m, μπορεί να χρειάζονται περισσότερες από μία γεωτρήσεις ή περισσότερες από μία δοκιμή CPT ανά θέση ανεμογεννήτριας.

Για διαδρομές καλωδίων, οι διερευνήσεις του εδάφους θα πρέπει να είναι επαρκώς λεπτομερείς ώστε να προσδιοριστούν οι εδαφικές αποθέσεις από την επιφάνεια στο προγραμματισμένο βάθος των καλωδίων κατά μήκος των διαδρομών.

Εδαφικά δοκίμια θα πρέπει να λαμβάνονται για την εκτίμηση του δυναμικού διάβρωσης.

**106** Για περαιτέρω καθοδήγηση και βιομηχανική πρακτική ανεξάρτητα από τις απαιτήσεις για το πεδίο εφαρμογής, την εκτέλεση και την αναφορά των υπεράκτιων ερευνών του εδάφους και του εξοπλισμού, γίνεται αναφορά στα πρότυπα DNV Σημειώσεις Ταξινόμησης Αρ. 30.4, NORSOK N-004 (Παράρτημα Κ) και NORSOK G-001. Εθνικά και διεθνή πρότυπα μπορούν να θεωρούνται από περίπτωση σε περίπτωση, ανάλογα με την περίπτωση.

**107** Η γεωτεχνική έρευνα στο πραγματικό πεδίο που περιλαμβάνει ένα συνδυασμό δοκιμών με συνεπακόλουθες εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές θα παρέχει τους ακόλουθους τύπους γεωτεχνικών δεδομένων για όλα τα σημαντικά στρώματα:

- δεδομένα για ταξινόμηση και περιγραφή του εδάφους
- ιδιότητες διατμητικής αντοχής και παραμόρφωσης, όπως απαιτείται για τον τύπο της ανάλυσης που θα διεξαχθεί
- επιτόπου εντατικές συνθήκες

Οι εδαφικές παράμετροι που παρέχονται θα καλύπτουν το πεδίο εφαρμογής που απαιτείται για ένα λεπτομερή και πλήρη σχεδιασμό θεμελίωσης, συμπεριλαμβανομένης της πλευρικής έκτασης των σημαντικών εδαφικών στρώσεων και των πλευρικών διακυμάνσεων των ιδιοτήτων του εδάφους σε αυτές τις στρώσεις.

Είναι υψίστης σπουδαιότητας ότι τα δείγματα του εδάφους που λήφθηκαν ως μέρος του προγράμματος διερεύνησης του εδάφους είναι επαρκώς καλής ποιότητας ώστε να επιτρέψουν ακριβή ερμηνεία των εδαφικών παραμέτρων για χρήση στον σχεδιασμό. Για απαιτήσεις στη ποιότητα των δειγμάτων εδάφους, γίνεται αναφορά στο πρότυπο ISO22475-1.

**108** Το πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών για τον προσδιορισμό των εδαφικών ιδιοτήτων αντοχής και παραμόρφωσης θα καλύπτει ένα σύνολο διαφορετικών τύπων δοκιμών και έναν αριθμό δοκιμών για κάθε τύπο, που θα επαρκούν ώστε να διεξαχθεί ένας λεπτομερής σχεδιασμός θεμελίωσης.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για ανόργανα εδάφη, όπως άμμος και πηλός, απλές δοκιμές άμεσης διάτμησης και τριαξονικές δοκιμές είναι σχετικοί τύποι δοκιμών για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων αντοχής.

Για ινώδη τύρφη, δε συνιστώνται ούτε οι απλές δοκιμές άμεσης διάτμησης ούτε οι τριαξονικές δοκιμές για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων αντοχής. Ιδιότητες διατμητικής αντοχής τύρφης χαμηλής υγρασίας μπορούν να προσδιοριστούν από δοκιμές διάτμησης δακτυλίου.

## **Η. Άλλες Συνθήκες Πεδίου**

### **Η 100 Σεισμικότητα**

**101** Το επίπεδο της σεισμικής δραστηριότητας της περιοχής όπου η κατασκευή της ανεμογεννήτριας πρόκειται να εγκατασταθεί θα αξιολογείται στη βάση προηγούμενων καταγραφών σεισμικής δραστηριότητας όπως εκφράζεται σε όρους συχνότητας εμφάνισης και μεγέθους.

**102** Για περιοχές όπου είναι διαθέσιμες λεπτομερείς πληροφορίες στη σεισμική δραστηριότητα, η σεισμικότητα της περιοχής μπορεί να προσδιορίζεται από τέτοιες πληροφορίες.

**103** Για περιοχές όπου δεν είναι διαθέσιμες λεπτομερείς πληροφορίες στη σεισμική δραστηριότητα, η σεισμικότητα πρέπει να προσδιορίζεται στη βάση λεπτομερών ερευνών, συμπεριλαμβανομένης της μελέτης του γεωλογικού ιστορικού και των σεισμικών γεγονότων της περιοχής.

**104** Αν η περιοχή καθορίζεται να είναι σεισμικά ενεργή και η κατασκευή της ανεμογεννήτριας θα επηρεάζεται από ένα σεισμό, θα γίνεται μία εκτίμηση της περιφερειακής και τοπικής γεωλογίας προκειμένου να καθοριστεί η τοποθεσία και η ευθυγράμμισης των βλαβών, η επικεντρική και εστιακή απόσταση, η πηγή του μηχανισμού για την απελευθέρωση ενέργειας και τα χαρακτηριστικά εξασθένισης από την πηγή στο πεδίο. Οι τοπικές εδαφικές συνθήκες θα λαμβάνονται υπόψη στο βαθμό που μπορεί να επηρεάσουν την κίνηση του εδάφους. Ο αντισεισμικός σχεδιασμός, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης των κριτηρίων αντισεισμικού σχεδιασμού για το πεδίο, θα βρίσκεται σε συμφωνία με αναγνωρισμένη βιομηχανική πρακτική.

**105** Το δυναμικό των επαγόμενων από το σεισμό θαλάσσιων κυμάτων, που επίσης είναι γνωστά ως τσουνάμι, θα αξιολογείται ως μέρος της σεισμικής αποτίμησης.

**106** Για λεπτομέρειες των κριτηρίων αντισεισμικού σχεδιασμού, γίνεται αναφορά στο πρότυπο ISO 19901-2.

### **Η 200 Αλατότητα**

**201** Η αλατότητα του θαλασσινού νερού θα αντιμετωπιστεί ως μία παράμετρος σπουδαιότητας για τον σχεδιασμό των συστημάτων καθοδικής προστασίας.

### **Η 300 Θερμοκρασία**

**301** Ακραίες τιμές υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών πρέπει να εκφράζονται σε όρους των περισσότερο πιθανών υψηλότερων και χαμηλότερων τιμών, αντίστοιχα, με τις αντίστοιχες περιόδους τους επαναφοράς.

### **Η 400 Θαλάσσια βλάστηση**

**401** Η ζωή των φυτών, των ζώων και των βακτηρίων στο πεδίο προκαλεί θαλάσσια βλάστηση στα δομικά στοιχεία στο νερό και στη ζώνη παφλασμού. Η πιθανότητα θαλάσσιας βλάστησης θα

αντιμετωπίζεται. Η θαλάσσια βλάστηση προσθέτει βάρος σε ένα δομικό στοιχείο και επηρεάζει τη γεωμετρία και την υφή της επιφάνειας του στοιχείου. Η θαλάσσια βλάστηση μπορεί από τώρα να επηρεάζει τα υδροδυναμικά φορτία, την δυναμική απόκριση, την προσβασιμότητα και τον ρυθμό διάβρωσης του στοιχείου.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η θαλάσσια βλάστηση μπορεί γενικά να διαχωριστεί σε σκληρή βλάστηση και μαλακή βλάστηση. Η σκληρή βλάστηση γενικά αποτελείται από ζωική βλάστηση όπως μύδια, πεταλίδες και σωληνοσκόληκες, ενώ η μαλακή βλάστηση αποτελείται από οργανισμούς όπως υδροειδή, θαλάσσιες ανεμώνες και κοράλλια. Θαλάσσιοι οργανισμοί γενικά αποικίζουν μία κατασκευή σύντομα μετά την εγκατάσταση, αλλά η βλάστηση λεπταίνει μετά από λίγα χρόνια.

Το πάχος της θαλάσσιας βλάστησης εξαρτάται από τη θέση του δομικού στοιχείου σχετικά με την στάθμη της θάλασσας, τον προσανατολισμό του στοιχείου σχετικά με τη στάθμη της θάλασσας και σχετικά με το επικρατές ρεύμα, την ηλικία του στοιχείου και την στρατηγική συντήρησης του στοιχείου.

Η θαλάσσια βλάστηση επίσης εξαρτάται από άλλες συνθήκες πεδίου όπως η αλατότητα, συγκέντρωση οξυγόνου, τιμή pH, ρεύμα και θερμοκρασία.

Το διαβρωτικό περιβάλλον κανονικά τροποποιείται από τη θαλάσσια βλάστηση στην ανώτερη βυθισμένη ζώνη και στο χαμηλότερο μέρος της ζώνης παφλασμού του δομικού στοιχείου. Ανάλογα με τον τύπο της θαλάσσιας βλάστησης και με άλλες τοπικές συνθήκες, το φαινόμενο δικτύου μπορεί να είναι είτε μία ενίσχυση είτε μία καθυστέρηση του ρυθμού διάβρωσης. Η θαλάσσια βλάστηση μπορεί επίσης να επιδρά με συστήματα για διαβρωτική προστασία, όπως επικάλυψη και καθοδική προστασία.

#### **H 500 Πυκνότητα αέρα**

**501** Η πυκνότητα του αέρα θα εξετάζεται, αφότου επηρεάζει τον κατασκευαστικό σχεδιασμό μέσω της φόρτισης του ανέμου.

#### **H 600 Κυκλοφορία πλοίων**

**601** Ο κίνδυνος που σχετίζεται με πιθανές συγκρούσεις πλοίων θα εξετάζεται ως μέρος της βάσης για τον σχεδιασμό της κατασκευής στήριξης για υπεράκτιες ανεμογεννήτριες.

**602** Για συγκρούσεις σκαφών εξυπηρέτησης, ο κίνδυνος μπορεί να αντιμετωπιστεί από τον σχεδιασμό της κατασκευής στήριξης ενάντια σε σχετικές προσκρούσεις σκαφών εξυπηρέτησης. Γι αυτόν τον σκοπό η οριακή κατάσταση θα θεωρείται ως μία ΟΚΛ. Ο σχεδιασμός των σκαφών εξυπηρέτησης και οι ταχύτητες πρόσκρουσης που πρέπει να θεωρούνται συνήθως προσδιορίζονται στη βάση σχεδιασμού του κατασκευαστικού σχεδιασμού.

#### **H 700 Αποτιθέμενες ύλες**

**701** Η παρουσία εμποδίων και ναυαγίων εντός της περιοχής εγκατάστασης θα χαρτογραφείται.

#### **H 800 Αγωγοί και καλώδια**

**801** Η παρουσία αγωγών και καλωδίων εντός της περιοχής εγκατάστασης θα χαρτογραφείται.

## 4.3 Τμήμα 4

### ΤΜΗΜΑ 4 ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΟΡΤΙΩΝ

#### A. Εισαγωγή

##### A 100 Γενικά

**101** Οι προδιαγραφές σε αυτό το τμήμα ορίζουν και ξεκαθαρίζουν τις συνιστώσες των φορτίων και τους συνδυασμούς των φορτίων που πρέπει να θεωρηθούν στη συνολικά ανάλυση της αντοχής καθώς και τις πιέσεις σχεδιασμού οι οποίες είναι εφαρμόσιμες σε τύπους για τοπικό σχεδιασμό.

**102** Είναι προαπαιτούμενο ότι η ανεμογεννήτρια και η κατασκευή στήριξης ικανοποιούν τουλάχιστον τις προδιαγραφές των φορτίων που δίνονται στο πρότυπο IEC61400-1 για συνθήκες ανέμου που καθορίζονται επί τόπου.

#### B. Βάση για Επιλογή των Χαρακτηριστικών Φορτίων

##### B 100 Γενικά

**101** Εκτός και αν εφαρμόζονται συγκεκριμένες εξαιρέσεις, όπως υποδεικνύονται σε αυτό το πρότυπο, η βάση για την επιλογή των χαρακτηριστικών φορτίων ή των χαρακτηριστικών αποτελεσμάτων των φορτίων στις παραγράφους 102 και 103 θα εφαρμόζονται στις παροδικές και τις λειτουργικές καταστάσεις σχεδιασμού, αντίστοιχα.

##### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Οι παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού καλύπτουν καταστάσεις σχεδιασμού κατά την διάρκεια μεταφοράς, συναρμολόγησης, συντήρησης, επισκευής και παροπλισμού της κατασκευής της ανεμογεννήτριας.

Οι λειτουργικές καταστάσεις σχεδιασμού καλύπτουν καταστάσεις σχεδιασμού στη μόνιμη φάση η οποία περιλαμβάνει σταθερές συνθήκες όπως παραγωγή ισχύος, ρελαντί και ακινησία καθώς και παροδικές συνθήκες που σχετίζονται με την εκκίνηση, την απενεργοποίηση, την εκτροπή και τις βλάβες.

**102** Για τις παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού, τα χαρακτηριστικά φορτία και αποτελέσματα φορτίων στους ελέγχους σχεδιασμού θα βασίζονται είτε σε καθορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες σχεδιασμού είτε σε καθορισμένης κριτήρια σχεδιασμού. Τα κριτήρια σχεδιασμού θα επιλέγονται για όλες τις παροδικές φάσεις και θα εξαρτώνται από μετρήσεις που λήφθηκαν για τα επιτευχθεί το απαιτούμενο επίπεδο ασφάλειας. Τα κριτήρια σχεδιασμού θα καθορίζονται με εστιασμένη προσοχή στην αρχική τοποθεσία, την εποχή του χρόνου, την πρόγνωση του καιρού και τις συνέπειες της αστοχίας. Για καταστάσεις σχεδιασμού κατά την διάρκεια μεταφοράς και εγκατάστασης αναφορά γίνεται στο E1000.

**103** Για τις λειτουργικές καταστάσεις σχεδιασμού, η βάση για την επιλογή των χαρακτηριστικών φορτίων και των αποτελεσμάτων της φόρτισης που προσδιορίζονται στον Πίνακα B1 αναφέρονται σε στατιστικούς όρους των οποίων οι ορισμοί δίνονται στον Πίνακα B2.

##### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Οι περιβαλλοντικές φορτίσεις στις κατασκευές στήριξης και τις θεμελιώσεις για ανεμογεννήτριες-όσον αφορά την φόρτιση ανέμου-δεν διατηρείται πάντα όπως παράγεται από τη φύση, επειδή το σύστημα ελέγχου της ανεμογεννήτριας παρεμβαίνει εισάγοντας μέτρα για να μειώσει τις φορτίσεις.

**Πίνακας Β1: Βάση για την επιλογή των χαρακτηριστικών φορτίων και αποτελεσμάτων φόρτισης για τις λειτουργικές καταστάσεις σχεδιασμού**

<i>Οριακές καταστάσεις-λειτουργικές καταστάσεις σχεδιασμού</i>					
<i>Κατηγορία φόρτισης</i>	<i>ΟΚΑ</i>	<i>ΟΚΚ</i>	<i>ΤΟΚ</i>		<i>ΟΚΑ</i>
			<i>Άθικτη κατασκευή</i>	<i>Κατασκευή με βλάβες</i>	
<i>Μόνιμες (G)</i>	<i>Αναμενόμενη τιμή</i>				
<i>Μεταβλητές (Q)</i>	<i>Προσδιορισμένη τιμή</i>				
<i>Περιβαλλοντικές (E)</i>	<i>98% εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου φορτίου ή του αποτελέσματος (Φόρτιση ή αποτέλεσμα φόρτισης με περίοδο επαναφοράς 50 έτη)</i>	<i>Αναμενόμενο ιστορικό φόρτισης ή αναμενόμενο ιστορικό αποτέλεσμα φόρτισης</i>	<i>Δεν εφαρμόζεται</i>	<i>Φόρτιση ή αποτέλεσμα φόρτισης με περίοδο επαναφοράς όχι μικρότερη από 1 έτος</i>	<i>Προσδιορισμένη τιμή</i>
<i>Τυχηματικές (A)</i>			<i>Προσδιορισμένη τιμή</i>		
<i>Μη κανονικές φορτίσεις ανεμογεννήτριας</i>	<i>Προσδιορισμένη τιμή</i>				
<i>Παραμορφώσεις (D)</i>	<i>Αναμενόμενη ακραία τιμή</i>				

**104** Για τις χαρακτηριστικές τιμές των περιβαλλοντικών φορτίων ή των αποτελεσμάτων της φόρτισης, που καθορίζονται ως το 98% εκατοστημόριο της κατανομής του ετήσιου μέγιστου φορτίου ή αποτελέσματος, θα εκτιμώνται από τις κεντρικές εκτιμήσεις τους.

**Πίνακας Β2: Στατιστικοί όροι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών φορτίων και των αποτελεσμάτων της φόρτισης**

<i>Όρος</i>	<i>Περίοδος Επαναφοράς (έτη)</i>	<i>Εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μεγίστου</i>	<i>Πιθανότητα υπέρβασης στην κατανομή του ετήσιου μεγίστου</i>
<i>τιμή 100 έτη</i>	<i>100</i>	<i>99% εκατοστημόριο</i>	<i>0,01</i>
<i>τιμή 50 έτη</i>	<i>50</i>	<i>98% εκατοστημόριο</i>	<i>0,02</i>
<i>τιμή 10 έτη</i>	<i>10</i>	<i>90% εκατοστημόριο</i>	<i>0,10</i>
<i>τιμή 5 έτη</i>	<i>5</i>	<i>80% εκατοστημόριο</i>	<i>0,20</i>
<i>τιμή 1 έτος</i>	<i>-</i>	<i>Περισσότερο πιθανή υψηλότερη τιμή σε ένα έτος</i>	

## **Γ. Μόνιμα Φορτία (G)**

### **Γ 100 Γενικά**

**101** Μόνιμα φορτία είναι φορτία που δεν θα μεταβάλλονται σε μέγεθος, θέση ή διεύθυνση κατά την διάρκεια της θεωρούμενης περιόδου. Τέτοια παραδείγματα είναι:

- μάζα της κατασκευής
- μάζα μόνιμου έρματος και εξοπλισμού
- εξωτερική και εσωτερική υδροστατική πίεση μόνιμης φύσης
- αντίδραση στα ανωτέρω, π.χ. αντίδραση αρθρωτού πύργου βάσης.

**102** Η χαρακτηριστική τιμή ενός μόνιμου φορτίου ορίζεται ως η αναμενόμενη τιμή που βασίζεται σε έγκυρα δεδομένα της μονάδας, της μάζας του υλικού και του εν λόγω όγκου.

### **Δ. Μεταβλητά Λειτουργικά Φορτία (Q)**

#### **Δ 100 Γενικά**

**101** Μεταβλητά λειτουργικά φορτία είναι φορτία τα οποία μπορούν να μεταβάλλονται σε μέγεθος, θέση και διεύθυνση κατά την διάρκεια της θεωρούμενης περιόδου και τα οποία σχετίζονται με επεμβάσεις και κανονική χρήση της εγκατάστασης. Τέτοια παραδείγματα είναι:

- προσωπικό
- φορτία επέμβασης γερανών
- προσκρούσεις πλοίων
- φορτία από περίζωμα
- φορτία που συνδέονται με επεμβάσεις στην εγκατάσταση
- φορτία από μεταβλητό έρμα και εξοπλισμός
- αποθηκευμένα υλικά, εξοπλισμός, αέρια, ρευστά και πίεση ρευστού
- ναυαγιστικά

**102** Για την κατασκευή μιας υπεράκτιας ανεμογεννήτριας, τα μεταβλητά λειτουργικά φορτία συνήθως συνίστανται από:

- αρχικά φορτία
- φορτία σε πλατφόρμες πρόσβασης και εσωτερικές κατασκευές όπως κλίμακες και πλατφόρμες
- προσκρούσεις πλοίων από οχήματα υπηρεσίας
- φορτία επέμβασης γερανών

**103** Φορτία ενεργοποιητή προκύπτουν από τη λειτουργία και έλεγχο των ανεμογεννητριών. Αυτά είναι διαφόρων κατηγοριών συμπεριλαμβανομένου ελέγχου στρέψης από μία γεννήτρια ή αντιστροφή, φορτία ενεργοποιητή εκτροπής και κλίσης και μηχανικά φορτία πέδησης. Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό στον υπολογισμό της φόρτισης και της απόκρισης να θεωρηθεί το εύρος των διαθέσιμων δυνάμεων ενεργοποιητή. Ειδικότερα, για μηχανική πέδηση, το εύρος τριβής, της δύναμης ελατηρίου ή της πίεσης όπως επηρεάζεται από την θερμοκρασία και τη γήρανση θα λαμβάνεται υπόψη στον έλεγχο της απόκρισης και της φόρτισης κατά την διάρκεια οποιουδήποτε φαινομένου της πέδησης.

**104** Φορτία ενεργοποιητή συνήθως παριστάνονται ως ένα αναπόσπαστο στοιχείο στα φορτία της ανεμογεννήτριας που προκύπτουν από μία ανάλυση της ανεμογεννήτριας υποβαλλόμενης σε ανεμοφόρτιση. Επομένως σε αυτό το πρότυπο αντιμετωπίζονται ως περιβαλλοντικά φορτία της ανεμογεννήτριας και συνεπώς δεν εμφανίζονται ως ξεχωριστά λειτουργικά φορτία στους συνδυασμούς φόρτισης.

**105** Φορτία σε πλατφόρμες πρόσβασης και εσωτερικές κατασκευές χρησιμοποιούνται μόνο για τοπικό σχεδιασμό αυτών των κατασκευών και επομένως δεν εμφανίζονται συνήθως σε κανένα συνδυασμό φόρτισης για τον σχεδιασμό των πρωτευόντων κατασκευών στήριξης και των θεμελιώσεων.

**106** Φορτία και δυναμικοί συντελεστές από την συντήρηση και από γερανούς υπηρεσίας στις κατασκευές πρέπει να καθορίζονται σε συμφωνία με τις απαιτήσεις που δίνονται στο DNV Πρότυπο για Πιστοποίηση Αρ. 2.22 Ανυψωτικά Μηχανήματα, τελευταία έκδοση.

**107** Φορτία πρόσκρουσης πλοίων χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό των πρωτευόντων κατασκευών στήριξης και των θεμελιώσεων και για τον σχεδιασμό μερικών δευτερευόντων κατασκευών.

**108** Η χαρακτηριστική τιμή ενός μεταβλητού λειτουργικού φορτίου είναι η μέγιστη (ή η ελάχιστη) καθορισμένη τιμή, η οποία παράγει το δυσμενέστερο αποτέλεσμα της φόρτισης στην θεωρούμενη κατασκευή.

**109** Μεταβλητά φορτία μπορούν να συμβάλλουν σε κόπωση. Σε αυτή την περίπτωση χαρακτηριστικά ιστορικά φόρτισης θα αναπτύσσονται βασισμένα σε συγκεκριμένες συνθήκες για λειτουργία.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για μία συγκεκριμένη συνθήκη για λειτουργία, το χαρακτηριστικό ιστορικό φόρτισης συχνά λαμβάνεται ως το αναμενόμενο ιστορικό φόρτισης.

### **Δ 200 Μεταβλητά λειτουργικά φορτία σε περιοχές πλατφόρμας**

**201** Μεταβλητά λειτουργικά φορτία σε περιοχές πλατφόρμας της κατασκευής στήριξης θα βασίζονται στον Πίνακα Δ1 εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά στη βάση σχεδιασμού ή στην περίληψη του σχεδιασμού. Για κατασκευές υπεράκτιων ανεμογεννητριών, η περιοχή πλατφόρμας του περισσότερου ενδιαφέροντος είναι η εξωτερική πλατφόρμα, η οποία θα σχεδιάζεται για φορτία πάγου, φορτία κύματος και προσκρούσεις πλοίων. Η περιοχή εξωτερικής πλατφόρμας αποτελείται από την περιοχή διέλευσης και άλλες περιοχές πλατφόρμας. Η ένταση των κατανεμημένων φορτίων εξαρτάται από τοπικές και καθολικές απόψεις που δίνονται στον Πίνακα Δ1. Χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες έννοιες:

<i>Τοπικός σχεδιασμός</i>	:	Για παράδειγμα σχεδιασμός πλακών, ενισχυτικών, δοκών και υποστηριγμάτων
<i>Πρωτεύων σχεδιασμός</i>	:	Για παράδειγμα σχεδιασμός δοκών και υποστυλωμάτων
<i>Καθολικός σχεδιασμός</i>	:	Για παράδειγμα σχεδιασμός κατασκευής στήριξης

### **Δ 300 Προσκρούσεις και συγκρούσεις πλοίων**

**301** Αποβάθρες, σκάλες και άλλες δευτερεύουσες κατασκευές μέσα και κοντά στη γραμμή νερού θα σχεδιάζονται έναντι λειτουργικών συγκρούσεων πλοίων στην ΟΚΑ. Η πρωτεύουσα κατασκευή μέσα και κοντά στη γραμμή νερού θα σχεδιάζεται έναντι τυχηματικών φορτίων σύγκρουσης στην ΤΟΚ. Επιπλέον, αν μία τυχηματική σύγκρουση πλοίου σε μία δευτερεύουσα κατασκευή συνεπάγεται μεγαλύτερη βλάβη της πρωτεύουσας κατασκευής από ότι μία τυχηματική πρόσκρουση άμεσα στην πρωτεύουσα κατασκευή, τότε αυτή η περίπτωση φόρτισης θα θεωρείται επίσης στην ΤΟΚ.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Οι απαιτήσεις για σχεδιασμό σε τυχηματικές συγκρούσεις πλοίων στην ΤΟΚ είναι απλά προδιαγραφές ευρωστίας, ο οποίος είναι πρακτικός στο χειρισμό ως σχεδιασμού ΤΟΚ. Δεν είναι πραγματικά απαιτήσεις για πλήρη σχεδιασμό ΤΟΚ, αφού δεν θεωρούνται σχεδιασμοί έναντι σπάνιων μεγάλων τυχηματικών φορτίων από συγκρούσεις μεγαλύτερων σκαφών από τα μέγιστα επιτρεπόμενα σκάφη εξυπηρέτησης (βλέπε 305).

**302** Προσκρούσεις από προσεγγίζοντα πλοία στην ΟΚΑ θα θεωρούνται ως μεταβλητά λειτουργικά φορτία. Προσκρούσεις από παρασυρόμενα πλοία στην ΤΟΚ θα θεωρούνται ως τυχηματικά φορτία.

**303** Όταν μέρη της πρωτεύουσας κατασκευής όπως η κατασκευή στήριξης και η θεμελίωσή της εκτίθενται σε προσκρούσεις πλοίων, αυτά τα δομικά στοιχεία δεν θα υφίστανται τέτοια ζημιά ώστε να διακινδυνεύονται οι ικανότητές τους να ανθίστανται τα φορτία στα οποία πρόκειται να εκτεθούν. Στις ΟΚΑ, μέρη δευτερευόντων κατασκευών, όπως προφυλακτήρες, αποβάθρες και σκάλες, δεν θα υφίστανται βλάβη σε μία τέτοια έκταση ώστε να χάσουν τις αντίστοιχες λειτουργίες τους ως κατασκευές πρόσβασης. Στις ΤΟΚ, μέλη δευτερευόντων κατασκευών επιτρέπεται να αποκόπτονται, π.χ. με το να συμπεριλαμβάνονται σημεία αδυναμίας ή με τοπική ενίσχυση υποστηρικτικών δομικών μερών, ώστε να αποφευχθεί υπερβολική βλάβη σε αυτά τα πρωτεύοντα υποστηρικτικά δομικά μέρη.

**304** Για σχεδιασμό σε προσκρούσεις λειτουργικών πλοίων, το χαρακτηριστικό φορτίο πρόσκρουσης θα λαμβάνεται ως το αναμενόμενο φορτίο πρόσκρουσης που προκαλείται από το μέγιστο επιτρεπόμενο σκάφος εξυπηρέτησης προσεγγίζοντας από την πλώρη και την πρύμνη στην περισσότερο έντονη θαλάσσια κατάσταση που πρέπει να θεωρηθεί για λειτουργία του σκάφους εξυπηρέτησης. Πλευρική πρόσκρουση θα υποτίθεται με κατάλληλη προφύλαξη. Θα υποτίθεται μία συγκεκριμένη ταχύτητα σκάφους. Η ταχύτητα δεν θα υποτίθεται μικρότερη από 0,5 m/s. Θα περιλαμβάνονται επιδράσεις του ανέμου, κύματος και ρεύματος καθώς και επιδράσεις πρόσθετης μάζας, η οποία συμβάλλει στην κινητική ενέργεια του σκάφους.



### Επεξηγηματική σημείωση:

Δεδομένα για το μέγιστο επιτρεπόμενο σκάφος εξυπηρέτησης, συμπεριλαμβανομένης της διάταξης σκάφους εξυπηρέτησης και των ταχυτήτων πρόσκρουσης του σκάφους εξυπηρέτησης, συνήθως δίνονται στη βάση για τον κατασκευαστικό σχεδιασμό της κατασκευής της ανεμογεννήτριας. Δεδομένα για κύμα, άνεμο και ρεύμα στην εντονότερη θαλάσσια κατάσταση που πρέπει να θεωρηθεί για την λειτουργία του σκάφους εξυπηρέτησης επίσης δίνονται στη βάση σχεδιασμού. Μία ανάλυση κινδύνου διαμορφώνει την ραχοκοκαλιά μιας ανάλυσης πρόσκρουσης πλοίου. Το αναμενόμενο φορτίο πρόσκρουσης πλοίου είναι μέρος των αποτελεσμάτων από την ανάλυση κινδύνου. Όταν δεν δίνονται συγκεκριμένα φορτία, η επιφάνεια επαφής μπορεί να σχεδιαστεί υποθέτοντας μία δύναμη πρόσκρουσης

$$F = 2,5A$$

όπου F είναι η δύναμη πρόσκρουσης σε μονάδες kN και A είναι η μετατόπιση πλήρους φόρτωσης του σκάφους εφοδιασμού σε μονάδες τόνων. Αυτό βασίζεται στην υπόθεση πρόσκρουσης πλοίου σε μία δύσκαμπτη κατασκευή. Όταν παρέχεται στην υποκείμενη στην πρόσκρουση περιοχή μία διάταξη απόσβεσης ή ελατηρίου όπως ένας προφυλακτήρας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία μικρότερη δύναμη πρόσκρουσης. Για περαιτέρω βάθος και καθοδήγηση, γίνεται αναφορά στους DNV Κανόνες Ελαφρών Ταχύπλων Σκαφών.

Το πρότυπο IEC61400-3 δηλώνει ότι αν δεν είναι γνωστές πληροφορίες για το σκάφος εξυπηρέτησης, η δύναμη πρόσκρουσης μπορεί κανονικά να ληφθεί υπόψη εφαρμόζοντας 5 MN ως ένα οριζόντιο γραμμικό φορτίο κατά μήκος του πλάτους της κατασκευής στήριξης. Αυτό το φορτίο εννοείται ότι περιλαμβάνει δυναμική ενίσχυση.

**305** Για σχεδιασμό σε τυχηματικές προσκρούσεις πλοίων, το χαρακτηριστικό φορτίο πρόσκρουσης θα λαμβάνεται ως το φορτίο πρόσκρουσης που προκαλείται από ακούσια σύγκρουση με το μέγιστο επιτρεπόμενο σκάφος εξυπηρέτησης σε καθημερινή λειτουργία. Γι αυτόν τον σκοπό, το σκάφος εξυπηρέτησης θα υποτίθεται να παρασύρεται πλαγίως και η ταχύτητα του παρασυρόμενου σκάφους θα εκτιμάται. Η ταχύτητα δεν θα υποτίθεται μικρότερη από 2,0 m/s. Θα περιλαμβάνονται επιρροές πρόσθετης μάζας. Θα θεωρούνται επιρροές περιζώματος στο μέγιστο επιτρεπόμενο σκάφος.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Το μέγιστο επιτρεπόμενο σκάφος εξυπηρέτησης είναι το μεγαλύτερο αναμενόμενο σκάφος που χρησιμοποιείται σε καθημερινή λειτουργία. Δεδομένα για το μέγιστο επιτρεπόμενο σκάφος εξυπηρέτησης, συμπεριλαμβανομένων των ταχυτήτων πρόσκρουσης ενός πλαγίως παρασυρόμενου σκάφους, συνήθως δίνονται στη βάση σχεδιασμού για τον κατασκευαστικό σχεδιασμό στην κατασκευή της ανεμογεννήτριας. Σημειώστε ότι σκάφη εφοδιασμού μπορεί να μεγαλώνουν σε μέγεθος με τα χρόνια και το τυχηματικό φορτίο μπορεί να γίνεται ουσιώδες. Μεγαλύτερα σκάφη ειδικού σκοπού που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση μεγαλύτερων στοιχείων κλπ. θα πρέπει να αντιμετωπίζονται από συγκεκριμένες αξιολογήσεις ασφάλειας κατά περίπτωση.

	Τοπικός σχεδιασμός		Βασικός σχεδιασμός	Καθολικός σχεδιασμός
	Κατανεμημένο φορτίο $q$ (kN/m <sup>2</sup> )	Σημειακό φορτίο, $P$ (kN)	Εφαρμοζόμενος συντελεστής στο κατανεμημένο φορτίο	Εφαρμοζόμενος συντελεστής στο βασικό φορτίο σχεδιασμού
Αποθηκευτικοί χώροι	$q$	1,5 $q$	1,0	1,0
Περιοχές προσάραξης	$q$	1,5 $q$	$f$	$f$
Περιοχή μεταξύ εξοπλισμού	5,0	5,0	$f$	μπορεί να αγνοηθεί
Διαβάσεις πεζών, σκάλες και εξωτερικές πλατφόρμες	4,0	4,0	$f$	μπορεί να αγνοηθεί
Διαβάσεις πεζών και σκάλες μόνο για επιθεώρηση	3,0	3,0	$f$	μπορεί να αγνοηθεί
Εσωτερικές πλατφόρμες, π.χ. σε πύργους	3,0	1,5	$f$	μπορεί να αγνοηθεί
Περιοχές που δεν εκτίθενται σε άλλα λειτουργικά φορτία	2,5	2,5	1,0	-

Σημειώσεις:

- Τα σημειακά φορτία πρέπει να εφαρμόζονται σε μία επιφάνεια 100 mm × 100mm και στην δυσμενέστερη θέση, αλλά δεν προστίθενται σε φορτία τροχού ή σε κατανεμημένα φορτία.
- Για εσωτερικές πλατφόρμες, σημειακά φορτία πρέπει να εφαρμόζονται σε μία επιφάνεια 200 mm × 200mm

— Το  $q$  πρέπει να εκτιμάται για κάθε περίπτωση. Οι περιοχές προσάραξης δεν θα πρέπει να σχεδιάζονται για λιγότερο από  $15 \text{ kN/m}^2$ .

—  $f = \min \left\{ 1, 0; \left( 0,5 + 3/\sqrt{A} \right) \right\}$ , όπου  $A$  είναι η επιφάνεια φόρτισης σε  $\text{m}^2$ .

— Περιπτώσεις καθολικής ανάλυσης θα καθιερώνονται βασισμένες στη «χειρότερη περίπτωση» συνδυασμών χαρακτηριστικών φορτίων, που συμμορφώνονται με τα καθολικά περιοριστικά κριτήρια στην κατασκευή. Για πλωτές κατασκευές αυτά τα κριτήρια καθιερώνονται από προδιαγραφές για την πλωτή θέση σε ήρεμο νερό και από προδιαγραφές άθικτης και με βλάβη ευστάθειας, όπως τεκμηριώνεται στο εγχειρίδιο λειτουργίας, θεωρώντας μεταβλητό φορτίο στο κατάστρωμα και τις δεξαμενές.

#### **Δ 400 Πιέσεις δεξαμενών**

**401** Απαιτήσεις σε υδροστατικές πιέσεις σε δεξαμενές δίνονται στο πρότυπο DNV-OS-C101.

#### **Δ 500 Διάφορα φορτία**

**501** Το κιγκλίδωμα θα σχεδιάζονται για ένα οριζόντιο γραμμικό φορτίο ίσο με  $1,5 \text{ kN/m}$ , εφαρμοζόμενο στην κορυφή του κιγκλιδώματος.

**502** Οι σκάλες θα σχεδιάζονται για ένα συγκεντρωμένο φορτίο  $2,5 \text{ kN}$ .

**503** Οι απαιτήσεις που δίνονται στο πρότυπο EN50308 θα πρέπει να ικανοποιούνται όταν σχεδιάζονται κιγκλίδωμα, σκάλες και άλλες κατασκευές για χρήση.

### **E. Περιβαλλοντικά Φορτία (E)**

#### **E 100 Γενικά**

**101** Τα περιβαλλοντικά φορτία είναι φορτία που μπορεί να ποικίλλουν σε μέγεθος, θέση και κατεύθυνση κατά την διάρκεια της υπό εξέταση περιόδου και τα οποία σχετίζονται με λειτουργίες και κανονική χρήση της κατασκευής. Παραδείγματα είναι:

- φορτία ανέμου
- υδροδυναμικά φορτία που επάγονται από κύματα και ρεύμα, συμπεριλαμβανομένων δυνάμεων τριβής και δυνάμεων αδράνειας
- σεισμικά φορτία
- φορτία επαγόμενα από ρεύμα
- παλιρροϊκά φαινόμενα
- θαλάσσια βλάστηση
- φορτία χιονιού και πάγου

**102** Πρακτικές πληροφορίες σχετικά με τα περιβαλλοντικά φορτία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες δίνονται στο πρότυπο DNV-RP-C205.

**103** Σύμφωνα με αυτό το πρότυπο, τα χαρακτηριστικά περιβαλλοντικά φορτία και τα αποτελέσματα των φορτίων θα καθορίζονται ως εκατοστημόρια με συγκεκριμένες πιθανότητες υπέρβασης. Η στατιστική ανάλυση των μετρούμενων δεδομένων ή δεδομένων προσομοίωσης θα κάνουν χρήση διαφορετικών στατιστικών μεθόδων για να εκτιμηθεί η ευαισθησία του αποτελέσματος. Η βαθμονόμηση των κατανομών ως προς τα δεδομένα θα πρέπει να ελέγχεται μέσω αναγνωρισμένων μεθόδων. Η ανάλυση των δεδομένων θα βασίζεται στην μεγαλύτερη πιθανή χρονική περίοδο για την σχετική περιοχή. Στην περίπτωση βραχέων χρονοσειρών, η στατιστική αβεβαιότητα θα λαμβάνεται υπόψη όταν καθορίζονται χαρακτηριστικές τιμές.

#### **E 200 Φορτία ανεμογεννήτριας**

**201** Θα θεωρούνται ανεμογενή φορτία στον ρότορα και στον πύργο. Τα ανεμογενή φορτία στον ρότορα και στον πύργο περιλαμβάνουν φορτία ανέμου που παράγονται άμεσα από τον άνεμο εισροής καθώς και έμμεσα φορτία που προκύπτουν από τις ανεμογενείς κινήσεις της ανεμογεννήτριας και την λειτουργία της ανεμογεννήτριας. Τα άμεσα ανεμογενή φορτία αποτελούνται από

- αεροδυναμικά φορτία πτερυγίου (κατά την διάρκεια λειτουργίας, κατά την διάρκεια στάθμευσης

και κατά την διάρκεια εκκίνησης)

— αεροδυναμικές δυνάμεις τριβής στον πύργο και στη νασέλα

Τα ακόλουθα φορτία, τα οποία παράγονται μόνο έμμεσα από τον άνεμο και τα οποία είναι ένα αποτέλεσμα της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, θα θεωρούνται ως φορτία ανέμου στον κατασκευαστικό σχεδιασμό σύμφωνα με αυτό το πρότυπο:

- φορτία βαρύτητας στα πτερύγια του ρότορα, που μεταβάλλονται με τον χρόνο λόγω της περιστροφής
- φυγόκεντρες δυνάμεις και δυνάμεις Coriolis λόγω της περιστροφής
- γυροσκοπικές δυνάμεις λόγω εκτροπής
- δυνάμεις πέδησης λόγω πέδησης της ανεμογεννήτριας.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Τα αεροδυναμικά φορτία ανέμου στον ρότορα και στον πύργο μπορούν να καθοριστούν μέσω αεροελαστικών μοντέλων φόρτισης.

Τα γυροσκοπικά φορτία στον ρότορα θα προκύψουν ανεξάρτητα από την κατασκευαστική ευκαμψία οποτεδήποτε η ανεμογεννήτρια εκτρέπεται κατά την διάρκεια λειτουργίας και θα οδηγεί σε μία ροπή εκτροπής ως προς τον κατακόρυφο άξονα και μία ροπή κλίσης ως προς τον οριζόντιο άξονα στο επίπεδο του ρότορα. Για ταχύτητες εκτροπής κάτω από 0,5 %, τα γυροσκοπικά φορτία μπορούν να αγνοηθούν.

**202** Για τον καθορισμό των φορτίων ανέμου, θα θεωρούνται οι ακόλουθοι συντελεστές:

- σκίαση πύργου, αναχαίτιση πύργου και απόπτωση δίνης, που είναι διαταραχές της ροής του ανέμου λόγω της παρουσίας του πύργου
- φαινόμενα αυλακιού όπου η ανεμογεννήτρια τοποθετείται πίσω από άλλες ανεμογεννήτριες όπως σε αιολικά πάρκα
- ευθυγραμμισμένη ροή αέρα ως προς τον άξονα του ρότορα, π.χ. λόγω σφάλματος εκτροπής
- δειγματοληψία περιστροφής, δηλαδή αναταράξεις χαμηλής συχνότητας θα μεταφέρονται σε φορτία υψηλής συχνότητας λόγω των πτερυγίων κοπής μέσω δινών
- αεροελαστικά φαινόμενα, δηλαδή την αλληλεπίδραση ανάμεσα στην κίνηση του στροβίλου από τη μία μεριά και στο πεδίο ανέμου από την άλλη
- αεροδυναμική ανισοροπία και ανισοροπία μάζας ρότορα λόγω διαφορών στο βήμα πτερυγίου
- επιρροή του συστήματος ελέγχου στην ανεμογεννήτρια, για παράδειγμα περιορισμός φόρτισης μέσω βήματος πτερυγίου
- αναταράξεις και ριπές
- αστάθειες που προκαλούνται από επαγόμενες από ακινησία των πτερυγίων και χειλιών δονήσεις πρέπει να αποφεύγονται
- απόσβεση
- ελεγκτής ανεμογεννήτριας

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η απόσβεση προκύπτει ως ένας συνδυασμός της κατασκευαστικής απόσβεσης και της αεροδυναμικής απόσβεσης.

Η κατασκευαστική απόσβεση εξαρτάται από το υλικό του πτερυγίου και το υλικό σε άλλα στοιχεία όπως ο πύργος.

Η αεροδυναμική απόσβεση μπορεί να καθοριστεί ως το αποτέλεσμα ενός αεροδυναμικού υπολογισμού στον οποίο χρησιμοποιούνται σωστές ιδιότητες για την αεροδυναμική.

Η συνοχή του ανέμου και το φάσμα τύρβης του ανέμου είναι σημαντικής σπουδαιότητας για τον καθορισμό των φορτίων πύργου όπως η καμπτική ροπή στον πύργο.

**203** Τα φορτία της ανεμογεννήτριας κατά την διάρκεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και επιλεγμένα παροδικά φαινόμενα θα επαληθεύονται με μετρήσεις του φορτίου που καλύπτουν το επιδιωκόμενο εύρος λειτουργίας, π.χ. ταχύτητες ανέμου μεταξύ ένταξης και αποκοπής. Θα διεξάγονται μετρήσεις από ένα διαπιστευμένο εργαστήριο δοκιμών ή ο οργανισμός πιστοποίησης θα επιβεβαιώνει ότι η παρτίδα της οποίας διεξάγεται ο έλεγχος συμμορφώνεται κατ' ελάχιστον με τα

κριτήρια που εκτίθενται στο πρότυπο ISO/IEC 17020 και στο πρότυπο ISO/IEC 17025, όπως ισχύουν.

**204** Για τον σχεδιασμό της κατασκευής στήριξης και της θεμελίωσης, θα θεωρηθεί ένας αριθμός περιπτώσεων φόρτισης για τα φορτία της ανεμογεννήτριας λόγω του φορτίου ανέμου στον ρότορα και στον πύργο, που αντιστοιχούν σε διαφορετικές καταστάσεις σχεδιασμού για την ανεμογεννήτρια. Διαφορετικές καταστάσεις σχεδιασμού μπορεί να διέπουν τον σχεδιασμό διαφορετικών μερών της κατασκευής στήριξης και της θεμελίωσης.

Οι περιπτώσεις φόρτισης θα ορίζονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι καταλαμβάνουν το 50-ετές φορτίο ή αποτέλεσμα φόρτισης, όπως ισχύει, για κάθε κατασκευαστικό μέλος που πρόκειται να σχεδιαστεί στην ΟΚΑ. Παρομοίως, οι περιπτώσεις φόρτισης θα ορίζονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι καταλαμβάνουν όλες τις συνεισφορές στην βλάβη κόπωσης για σχεδιασμό στην ΟΚΚ. Τελικά, οι περιπτώσεις φόρτισης θα περιλαμβάνουν περιπτώσεις φόρτισης για να καταλαμβάνουν επαρκώς ανώμαλες καταστάσεις που συνδέονται με σοβαρές καταστάσεις σφάλματος για την ανεμογεννήτρια στην ΟΚΛ.

Επειδή τα φορτία της ανεμογεννήτριας υφίστανται ταυτόχρονα με άλλα περιβαλλοντικά φορτία όπως τα φορτία από κύματα, ρεύμα και την στάθμη του νερού, οι περιπτώσεις φόρτισης που πρέπει να θεωρηθούν θα προσδιορίζουν όχι μόνο τις συνθήκες φόρτισης της ανεμογεννήτριας, αλλά επίσης τις συνοδευόμενες τους συνθήκες φόρτισης κύματος, συνθήκες ρεύματος και συνθήκες της στάθμης του νερού.

Ο Πίνακας Ε1 καθορίζει μία πρόταση για 31 περιπτώσεις φόρτισης που πρέπει να θεωρηθούν για τις συνθήκες φόρτισης της ανεμογεννήτριας και των συνοδευτικών τους συνθηκών φόρτισης κύματος, συνθηκών ρεύματος και συνθηκών της στάθμης νερού προκειμένου να ικανοποιηθούν οι προδιαγραφές σε αυτό το εδάφιο. Οι συνθήκες φόρτισης στον Πίνακα Ε1 αναφέρονται στο σχεδιασμό στις ΟΚΑ και στις ΟΚΚ και περιλαμβάνουν έναν αριθμό ανώμαλων περιπτώσεων φόρτισης για τις ΟΚΑ.

Οι περιπτώσεις φόρτισης στον Πίνακα Ε1 ορίζονται σε όρους συνθηκών ανέμου, οι οποίες χαρακτηρίζονται από την ταχύτητα ανέμου. Για τις περισσότερες από τις περιπτώσεις φόρτισης, η ταχύτητα του ανέμου ορίζεται ως μία συγκεκριμένη 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου συν μία συγκεκριμένη ακραία συνεκτική ριπή, που σχηματίζει μία διαταραχή της μέσης ταχύτητας ανέμου. Ακραίες συνεκτικές ριπές καθορίζονται στο Τμήμα 3 Β505. Μερικές περιπτώσεις φόρτισης στον Πίνακα Ε1 αναφέρονται στο κανονικό προφίλ ανέμου. Το κανονικό προφίλ ανέμου δίνεται στο Τμήμα 3.

Για κάθε μία συγκεκριμένη περίπτωση φόρτισης στον Πίνακα 1, προσομοιώσεις για ταυτόχρονη δράση ανέμου και κυμάτων βασισμένες στα κύματα που δίνονται στην 4<sup>η</sup> στήλη του Πίνακα Ε1 μπορούν να αρθούν όταν μπορεί να τεκμηριωθεί ότι δεν είναι σχετικές για να περιλαμβάνουν ένα φορτίο κύματος ή το αποτέλεσμα της φόρτισης του κύματος για τον σχεδιασμό του εν λόγω δομικού στοιχείου.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Οι 31 προτεινόμενες περιπτώσεις φόρτισης στον Πίνακα Ε1 αντιστοιχούν στις 31 περιπτώσεις φόρτισης που ορίζονται στο πρότυπο IEC461400-3 στη βάση των περιπτώσεων φόρτισης στο πρότυπο IEC61400-1.

Η περίπτωση φόρτισης ανέμου 1.4 είναι συνήθως σχετική μόνο για τον σχεδιασμό της κορυφής του πύργου και η φόρτιση κύματος μπορεί μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις να έχει αντίκτυπο στο σχεδιασμό του κατασκευαστικού μέρους.

Για την ανάλυση της δυναμικής συμπεριφοράς της ανεμογεννήτριας και της κατασκευής στήριξής της για ταυτόχρονη δράση ανέμου και κυμάτων, είναι σημαντικό να διεξάγεται η ανάλυση χρησιμοποιώντας χρονοϊστορίες για αμφότερα άνεμο και κύματα ή θα πρέπει να εφαρμόζονται σχετικοί δυναμικοί συντελεστές ενίσχυσης σε μία σταθερή ταχύτητα ανέμου ή σε ένα μεμονωμένο ύψος κύματος.

Πίνακας Ε1: Προτεινόμενες περιπτώσεις φόρτισης συνδυάζοντας διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες									
Κατάσταση σχεδιασμού	Περιπτώση φόρτισης	Συνθήκη ανέμου: Κλίμα ανέμου ( $U_{10,sub}$ ) ή ταχύτητα ανέμου ( $U_{hub}$ )	Συνθήκη κύματος: Θαλάσσια κατάσταση ( $H_s$ ) ή μεμονωμένο ύψος κύματος ( $H$ )	Κατευθυντικότητα Ανέμου και κύματος	Ρεύμα	Στάθμη νερού	Άλλες συνθήκες	Οριακή Κατάσταση	
Παραγωγή ενέργειας	1.1	NTM (9) $V_{in} < U_{10,sub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s] U_{10,sub}$	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL	Για πρόβλεψη ακραίων φορτίων στο RNA και διεπαφή στον πύργο	ΟΚΑ	
	1.2	NTM (9) $V_{in} < U_{10,sub} < V_{out}$	NSS $H_s$ σύμφωνα με την κοινή κατανομή πιθανότητας των $H_s$ , $T_p$ και $U_{10,sub}$	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση (Βλέπε ΣΤ900)	(5)	Εύρος ανάμεσα στην ανώτερη και χαμηλότερη 1-ετή στάθμη νερού		ΟΚΚ	
	1.3	ETM (9) $V_{in} < U_{10,sub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s] U_{10,sub}$	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL		ΟΚΑ	
	1.4	ECD $U_{10,sub} = V_r - 2 \text{ m/s}$ , $V_r$ , $V_r + 2 \text{ m/s}$	NSS $H_s = E[H_s] U_{10,sub}$ ή NWH $H = E[H_s] U_{10,sub}$ (3)	Μη ευθυγραμμισμένα	Ανεμογενές ρεύμα	MWL		ΟΚΑ	
	1.5	EWS (9) $V_{in} < U_{10,sub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s] U_{10,sub}$ ή NWH $H = E[H_s] U_{10,sub}$ (3)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL		ΟΚΑ	
	1.6α	NTM $V_{in} < U_{10,sub} < V_{out}$	SSS $H_s = H_{s,50-yr}$ (Βλέπε εδάφιο ΣΤ703)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	1-ετής επίπεδο νερού (4)		ΟΚΑ	
1.6β	NTM $V_{in} < U_{10,sub} < V_{out}$	SWH $H = H_{50-yr}$ (Βλέπε εδάφιο ΣΤ703)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	1-ετής επίπεδο νερού (4)		ΟΚΑ		

Πίνακας Ε1: Προτεινόμενες περιπτώσεις φόρτισης συνδυάζοντας διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες									
Κατάσταση σχεδιασμού	Περίπτωση φόρτισης	Συνθήκη ανέμου: Κλίμα ανέμου ( $U_{10,hub}$ ) ή ταχύτητα ανέμου ( $U_{hub}$ )	Συνθήκη κύματος: Θαλάσσια κατάσταση ( $H_S$ ) ή μειονομένο ύψος κύματος (H)	Κατευθυντικότητα ανέμου και κύματος	Ρεύμα	Στάθμη νερού	Άλλες συνθήκες	Οριακή Κατάσταση	
Παραγωγή ενέργειας συν εμφάνιση βλάβης	2.1	NTM $V_{in} < U_{10,hub} < V_{out}$	NSS $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL	Βλάβη συστήματος ελέγχου ή απώλεια της ηλεκτρικής σύνδεσης	ΟΚΑ	
	2.2	NTM $V_{in} < U_{10,hub} < V_{out}$	NSS $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL	Βλάβη συστήματος προστασίας ή Προοδευτική εσωτερική ηλεκτρική βλάβη	ΟΚΑ Ανώμαλές	
	2.3α	EOG $U_{10,hub} = V_{out}$ και $v_i \neq 2 \text{ m/s}$	NSS $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ ή NWH $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ (3) (6)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL	Εξωτερική ή εσωτερική ηλεκτρική βλάβη περιλαμβανομένης της απώλειας της σύνδεσης ηλεκτρικού δικτύου	ΟΚΑ Ανώμαλές	
	2.3β (8)	NTM $V_{in} < U_{10,hub} < V_{out}$	NSS $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ ή NWH $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ (3)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL	Εξωτερική ή εσωτερική ηλεκτρική βλάβη περιλαμβανομένης της απώλειας της σύνδεσης ηλεκτρικού δικτύου	ΟΚΑ	
	2.4	NTM $V_{in} < U_{10,hub} < V_{out}$	NSS $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση (Βλέπε ΣΤ900)	(5)	Εύρος ανάμεσα στην ανώτερη και χαμηλότερη 1-ετή στάθμη νερού	Βλάβη συστήματος ελέγχου ή προστασίας συμπεριλαμβανομένης της απώλειας ηλεκτρικού δικτύου	ΟΚΚ	
	3.1	NWP $V_{in} < U_{10,hub} < V_{out}$ +κανονικό προφίλ ανέμου για την εύρεση της μέσης κατακόρυφης διάταξης ανέμου στην επιφάνεια σάρωσης του ρότορα	NSS $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ ή NWH $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ (3)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση (Βλέπε ΣΤ900)	(5)	Εύρος ανάμεσα στην ανώτερη και χαμηλότερη 1-ετή στάθμη νερού		ΟΚΚ	
Εκκίνηση	3.2	EOG $U_{10,hub} = V_{in}$ , $V_{out}$ και $v_i \neq 2 \text{ m/s}$	NSS $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ ή NWH $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ (3)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL		ΟΚΑ	
	3.3	EDC $U_{10,hub} = V_{in}$ , $V_{out}$ και $v_i \neq 2 \text{ m/s}$	NSS $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ ή NWH $H_S = E[H_S   U_{10,hub}]$ (3)	Μη ευθυγραμμισμένα	Ανεμογενές ρεύμα	MWL		ΟΚΑ	

Πίνακας Ε1: Προτεινόμενες περιπτώσεις φόρτισης συνδυάζοντας διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες									
Κατάσταση σχεδιασμού	Περιπτωση φόρτισης	Συνθήκη ανέμου: Κλίμα ανέμου ( $U_{10,hub}$ ) ή ταχύτητα ανέμου ( $U_{hub}$ )	Συνθήκη κύματος: Θαλάσσια κατάσταση ( $H_s$ ) ή μεμονωμένο ύψος κύματος ( $H$ )	Κατευθυντικότητα ανέμου και κύματος	Ρεύμα	Στάθμη νερού	Άλλες συνθήκες	Οριακή Κατάσταση	
Κανονική απεργιοποίηση	4.1	NWP $v_{in} < U_{10,hub} < v_{out}$ + κανονικό προφίλ ανέμου για την εύρεση της μέσης κατακόρυφης διάτμησης ανέμου στην επιφάνεια σάρωσης του ρότορα	NSS $H_s = E[H_s   U_{10,hub}]$ ή NWH $H_s = E[H_s   U_{10,hub}]$ (3)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση (Βλέπε ΣΤ900)	(5)	Εύρος ανάμεσα στην ανώτερη και χαμηλότερη 1-ετη στάθμη νερού		ΟΚΚ	
	4.2	EOG $U_{10,hub} = v_{in}, v_{out}$ και $v_r \neq 2$ m/s	NSS $H_s = E[H_s   U_{10,hub}]$ ή NWH $H_s = E[H_s   U_{10,hub}]$ (3)	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL		ΟΚΑ	
Επείγουσα απεργιοποίηση	5.1	NTM $U_{10,hub} = v_{out}$ και $v_r \neq 2$ m/s	NSS $H_s = E[H_s   U_{10,hub}]$	Συγγραμμικά σε μία κατεύθυνση	Ανεμογενές ρεύμα	MWL		ΟΚΑ	

Πίνακας Ε1: Προτεινόμενες περιπτώσεις φόρτισης συνδυάζοντας διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες									
Κατάσταση σχεδιασμού	Περιγραφή φόρτισης	Συνθήκη ανέμου: Κλίμα ανέμου ( $U_{10,hab}$ ) ή ταχύτητα ανέμου ( $U_{hab}$ )	Συνθήκη κύματος: Θαλάσσια κατάσταση ( $H_S$ ) ή μεμονωμένο ύψος κύματος ( $H$ )	Κατευθυντικότητα Ανέμου και κύματος	Ρεύμα	Στάθμη νερού	Άλλες συνθήκες	Οριακή Κατάσταση	
Σταθμευμένη (ακίνητη ή σε αδράνεια)	6.1α	EWM Τυρβώδης άνεμος $U_{10,hab} = U_{10,50-yr}$ (Χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου $\sigma_{U,c} = 0,11 \cdot U_{10,50-yr}$ )	ESS $H = \mu \cdot H_{S,50-yr} (1)$	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	50-ετής ρεύμα	50-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ	
	6.1β	EWM Σταθφός άνεμος $U_{10,hab} = 1,4 \cdot U_{10,50-yr}$	RWH $H = \mu \cdot H_{50-yr} (2)$	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	50-ετής ρεύμα	50-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ	
	6.1γ	RWM Σταθφός άνεμος $U_{10,hab} = 1,1 \cdot U_{10,50-yr}$	EWH $H = H_{50-yr}$	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	50-ετής ρεύμα	50-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ	
	6.2α	EWM Τυρβώδης άνεμος $U_{10,hab} = U_{10,50-yr}$ (Χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου $\sigma_{U,c} = 0,11 \cdot U_{10,50-yr}$ )	ESS $H = H_{S,50-yr} (1)$	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	50-ετής ρεύμα	50-ετής στάθμη νερού	Απόλεια σύνδεσης ηλεκτρικού δικτύου	ΟΚΑ Ανώμαλος	
	6.2β	EWM Σταθφός άνεμος $U_{10,hab} = 1,4 \cdot U_{10,50-yr}$	RWH $H = \mu \cdot H_{50-yr} (2)$	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	50-ετής ρεύμα	50-ετής στάθμη νερού	Απόλεια σύνδεσης ηλεκτρικού δικτύου	ΟΚΑ Ανώμαλος	
	6.3α	EWM Τυρβώδης άνεμος $U_{10,hab} = U_{10,50-yr}$ (Χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου $\sigma_{U,c} = 0,11 \cdot U_{10,50-yr}$ )	ESS $H = H_{S,1-yr} (1)$	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	1-ετής ρεύμα	1-ετής στάθμη νερού	Ακράα εκτροπή μη ευθυγράμμισης	ΟΚΑ	
	6.3β	RWM Σταθφός άνεμος $U_{10,hab} = 1,1 \cdot U_{10,50-yr}$	RWH $H = \mu \cdot H_{1-yr} (2)$	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	1-ετής ρεύμα	1-ετής στάθμη νερού	Ακράα εκτροπή μη ευθυγράμμισης	ΟΚΑ	
	6.4	NTM $U_{10,hab} < 0,7 \cdot U_{10,50-yr}$	NSS $H_S$ σύμφωνα με την κοινή κατανομή πιθανότητας των $H_S$ , $T_P$ και $U_{10,hab}$	Συγγραμικά σε πολλαπλές κατευθύνσεις (Βλέπε ΣΤ900)	(5)	Εύρος ανάμεσα στην ανώτερη και χαμηλότερη 1-ετη στάθμη νερού		ΟΚΚ	



Πίνακας Ε1: Προτεινόμενες περιπτώσεις φόρτισης συνδύζοντας διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες									
Κατάσταση σχεδιασμού	Περιπτώση φόρτισης	Συνθήκη ανέμου: Κλίμα ανέμου ( $U_{10,hub}$ ) ή ταχύτητα ανέμου ( $U_{hub}$ )	Συνθήκη κύματος: Θιάλασα κατάσταση ( $H_S$ ) ή μεμονωμένο ύψος κύματος ( $H$ )	Κατευθυντικότητα ανέμου και κύματος	Ρεύμα	Στάθμη νερού	Άλλες συνθήκες	Οριακή Κατάσταση	
Σταθμευμένη και συνθήκες βλάβης	7.1α	EWM Τυρβώδης άνεμος $U_{10,hub} = U_{10,1-yr}$ (χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου $\sigma_{u,c} = 0,11 \cdot U_{10,hub}$ )	ESS $H_S = H_{S,1-yr}$ (1)	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	1-ετές ρεύμα	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ Ανόμαλες	
	7.1β	EWM Σταθερός άνεμος $U_{hub} = 1,4 \cdot U_{10,1-yr}$	RWH $H = H_{1-yr}$ (2)	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	1-ετές ρεύμα	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ Ανόμαλες	
	7.1γ	RWM Σταθερός άνεμος $U_{hub} = 0,88 \cdot U_{10,50-yr}$	EWH $H = H_{1-yr}$	Μη ευθυγραμμισμένα Πολλαπλές κατευθύνσεις	1-ετές ρεύμα	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ Ανόμαλες	
	7.2	NTM $U_{10,hub} < 0,7 \cdot U_{10,50-yr}$	NSS $H_S$ σύμφωνα με την κοινή κατανομή πιθανότητας των $H_S$ , $T_P$ και $U_{10,hub}$	Συγγραμικά σε πολλαπλές κατευθύνσεις (Βλέπε ΣΤ900)	(5)	Εύρος ανάμεσα στην ανώτερη και χαμηλότερη 1-ετή στάθμη νερού		ΟΚΚ	
Μεταφορά, συναρμολόγηση, συντήρηση και επισκευή	8.2α	EWM Σταθερός άνεμος $U_{hub} = 1,4 \cdot U_{10,1-yr}$	RWH $H = H_{1-yr}$ (2)	Συγγραμικά σε μία κατεύθυνση	1-ετές ρεύμα	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ Ανόμαλες	
	8.2β	RWM Σταθερός άνεμος $U_{hub} = 0,88 \cdot U_{10,50-yr}$	EWH $H = H_{1-yr}$	Συγγραμικά σε μία κατεύθυνση	1-ετές ρεύμα	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ Ανόμαλες	
	8.3	NTM $U_{10,hub} < 0,7 \cdot U_{10,50-yr}$	NSS $H_S$ σύμφωνα με την κοινή κατανομή πιθανότητας των $H_S$ , $T_P$ και $U_{10,hub}$	Συγγραμικά σε πολλαπλές κατευθύνσεις (Βλέπε ΣΤ900)	(5)	Εύρος ανάμεσα στην ανώτερη και χαμηλότερη 1-ετή στάθμη νερού		ΟΚΚ	

**Πίνακας Ε1: Προτεινόμενες περιπτώσεις φόρτισης συνδυάζοντας διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες**

- 1) Σε περιπτώσεις που εκτελούνται προσομοιώσεις φόρτισης και απόκρισης είναι βραχύτερη από την περίοδο αναφοράς για το σημειακό ύψος κύματος  $H_s$ , το σημειακό ύψος κύματος χρειάζεται να μετατραπεί σε μία περίοδο αναφοράς ίση με την περίοδο προσομοίωσης, βλέπε 3Τ 202. Εξάλλου, ένας συντελεστής ενίσχυσης του σημειακού ύψους κύματος χρειάζεται να εφαρμοστεί προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η βραχύτερη περίοδος προσομοίωσης συλλαμβάνει το μέγιστο ύψος κύματος όταν το κάνει η πρωτότυπη περίοδος αναφοράς. Όταν η περίοδος αναφοράς είναι 3 ώρες και η περίοδος προσομοίωσης είναι 1 ώρα, ο συνδυασμένος συντελεστής μετατροπής και ενίσχυσης είναι 1,09 δεδομένου ότι τα ύψη κύματος είναι κατανεμημένα κατά Rayleigh και ο αριθμός των κύματων σε 3 ώρες είναι 1000. Διαφορητικά, αν η περίοδος προσομοίωσης είναι μεγαλύτερη από τη μέση περίοδο για τη μέση ταχύτητα ανέμου, ένας συντελεστής υποβάθμισης στην  $U_{10}$  θα εφαρμόζεται. Όταν η περίοδος προσομοίωσης είναι 1 ώρα και η μέση περίοδος είναι 10 λεπτά, ο συντελεστής υποβάθμισης μπορεί να ληφθεί ως 0,95.
- 2) Είναι πρακτική για τις υπερβάτιες κατασκευές να εφαρμόζεται  $\psi = H_{5,yr} / H_{50,yr}$ , όπου  $H_{5,yr}$  και  $H_{50,yr}$  συμβολίζουν τα σημειακά ύψη κύματος με 5 και 50 έτη περίοδο επαναφοράς, αντίστοιχα. Όσο μικρότερο το βάθος νερού, τόσο μεγαλύτερη είναι συνήθως η τιμή του  $\psi$ .
- 3) Η περίπτωση φόρτισης δεν οδηγείται από κύματα και είναι προαιρετικό αν το φορτίο ανέμου θα συνδυάζεται με ένα μεμονωμένο ύψος κύματος ή με μία θαλάσσια κατάσταση.
- 4) Η στάθμη νερού θα λαμβάνεται ως το άνω τεταρτημόριο της 50-ετούς στάθμης νερού στις περιπτώσεις που ένα ακραίο ύψος κύματος θα γίνεται περιορισμένο από το βάθος νερού.
- 5) Κατ' αρχήν, χρειάζεται να συμπεριληφθεί το ρεύμα που δρα ταυτόχρονα με την εξεταζόμενη κατάσταση σχεδιασμού, επειδή το ρεύμα επηρεάζει τους υδροδυναμικούς συντελεστές και όπου η φόρτιση κόπωσης ως προς την περίπτωση χωρίς ρεύμα. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις το ρεύμα θα είναι μικρής σπουδαιότητας και μπορεί να αγνοηθεί, π.χ. όταν η φόρτιση κύματος κυριαρχείται από αόρνια ή όταν η ταχύτητα του ρεύματος είναι μικρή.
- 6) Στην περίπτωση που η ακραία λειτουργική θιέλλα συνδυάζεται με ένα μεμονωμένο ύψος κύματος παρά με μία θαλάσσια κατάσταση, τι προκύπτει φορτίο θα υπολογίζεται για την δυσμενέστερη τοποθεσία του προφίλ του μεμονωμένου κύματος ως προς το προσωρινό προφίλ της θιέλλας.
- 7) Όταν η φόρτιση κύματος που συνδέεται με μία συγκεκριμένη περίπτωση φόρτισης αναφέρεται σε ένα κλιματισμένο ή σε μία χρονοσειρά φορτίων κύματος, το συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης θα ερμηνεύεται ως το μέγιστο προκύπτον αποτέλεσμα φόρτισης από την χρονοσειρά των αποτελεσμάτων φόρτισης που παράγονται από τις προσομοιώσεις.
- 8) Η περίπτωση φόρτισης 2.3β είναι μία προαιρετική εναλλακτική στην περίπτωση φόρτισης 2.3α. Για κάθε θεωρούμενη τιμή της  $U_{10}$ , θα διεξάγονται 12 προσομοιώσεις. Μία ονομαστική ακραία απόκριση εξασκρώνεται ως η μέση τιμή 12 αποκρίσεων συν το πρωτότυπο της τυπικής απόκλισης των αποκρίσεων. Η χαρακτηριστική απόκριση για την περίπτωση φόρτισης 2.3β καθορίζεται ως η ακραία τιμή μεταξύ των ονομαστικών ακραίων αποκρίσεων που λαμβάνονται για το διερευνούμενο εύρος της  $U_{10}$ .
- 9) Μέσα σε μεγάλα αιολικά πάρκα, η χαρακτηριστική τυπική απόκλιση  $\sigma_{u,c}$  της περιβαλλοντικής ταχύτητας ανέμου στο εσωτερικό του αιολικού πάρκου θα χρησιμοποιείται αντί της χαρακτηριστικής τυπικής απόκλισης  $\sigma_{u,e}$ .

**205** Ανάλυση των περιπτώσεων φόρτισης στον Πίνακα Ε1 θα διεξάγεται για υποθέσεις ευθυγραμμισμένων ανέμου και κυμάτων ή μη ευθυγραμμισμένων ανέμου και κυμάτων, ή και τα δύο, κατά περίπτωση. Η ανάλυση των περιπτώσεων φόρτισης στον Πίνακα Ε1 θα διεξάγεται για υποθέσεις ανέμου σε μία ενιαία κατεύθυνση ή ανέμου σε πολλαπλές κατευθύνσεις, κατά περίπτωση.

**206** 9 από τις 31 περιπτώσεις φόρτισης που καθορίζονται στον Πίνακα Ε1 ορίζουν ανώμαλες περιπτώσεις φόρτισης που πρέπει να θεωρηθούν για φορτία και αποτελέσματα φορτίων λόγω της φόρτισης ανέμου στον ρότορα και στον πύργο στις ΟΚΑ. Ανώμαλες περιπτώσεις φόρτισης είναι περιπτώσεις φόρτισης ανέμου συνδεδεμένες με έναν αριθμό σοβαρών καταστάσεων σφάλματος για την ανεμογεννήτρια, που οδηγούν στην ενεργοποίηση του συστήματος προστασίας των λειτουργιών. Ανώμαλες περιπτώσεις φόρτισης είναι γενικά λιγότερο πιθανό να συμβούν από τις κανονικές περιπτώσεις φόρτισης που θεωρούνται για τις ΟΚΛ στον Πίνακα Ε1.

**207** Υπολογιστικοί κώδικες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για πρόβλεψη των φορτίων της ανεμογεννήτριας θα επικυρώνονται για τον σκοπό. Η επικύρωση θα τεκμηριώνεται.

**208** Ο Πίνακας Ε1 αναφέρεται σε δύο μοντέλα τύρβης, δηλαδή, το μοντέλο κανονικής τύρβης NTM και το μοντέλο ακραίας τύρβης ETM. Στο NTM η χαρακτηριστική τιμή  $\sigma_{U,C}$  της τυπικής απόκλισης  $\sigma_U$  της ταχύτητας ανέμου θα λαμβάνεται ως το 90% εκατοστημόριο στην κατανομή πιθανότητας της  $\sigma_U$  με δεδομένη την  $U_{10hub}$ . Στο ETM η χαρακτηριστική τιμή  $\sigma_{U,C}$  της τυπικής απόκλισης  $\sigma_U$  της ταχύτητας ανέμου θα λαμβάνεται ως η τιμή της  $\sigma_U$  η οποία μαζί με την  $U_{10hub}$  διαμορφώνουν ένα συνδυασμένο ( $U_{10hub}, \sigma_U$ ) φαινόμενο με μία περίοδο επαναφοράς των 50 ετών.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Όταν τα διαθέσιμα δεδομένα τύρβης είναι ανεπαρκή για την θέσπιση της χαρακτηριστικής τυπικής απόκλισης  $\sigma_U$  της ταχύτητας ανέμου, οι ακόλουθες εκφράσεις μπορούν να εφαρμοστούν για αυτήν την τυπική απόκλιση για τα μοντέλα κανονικής και ακραίας τύρβης, αντίστοιχα:

$$\sigma_{U,C,NTM} = I_{ref} (0,75U_{10hub} + b)$$

$$\sigma_{U,C,NTM} = cI_{ref} \left[ 0,072 \left( \frac{V_{ave}}{c} + 3 \right) \left( \frac{U_{10hub}}{c} - 4 \right) + 10 \right]$$

όπου  $I_{ref}$  είναι μία ένταση τύρβης αναφοράς που ορίζεται ως η αναμενόμενη ένταση αναφοράς σε μία 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου των 15 m/s,  $V_{ave}$  είναι ο ετήσιος μέσος όρος της ταχύτητας ανέμου στο ύψος του άξονα,  $b=5,6$  m/s και  $c=2$  m/s.

Οι εκφράσεις βασίζονται στις υποθέσεις κατανομής πιθανότητας που δε λαμβάνουν υπόψη φαινόμενα αλληλεπίδρασης στα αιολικά πάρκα. Επομένως Οι εκφράσεις δεν είναι έγκυρες για τον σχεδιασμό των κατασκευών ανεμογεννητριών για τοποθεσίες των οποίων οι ακραίες διακυμάνσεις διέπονται από φαινόμενα αλληλεπίδρασης.

**209** Τα φορτία της ανεμογεννήτριας στα εδάφια 201 έως 208 δεν εφαρμόζονται σε μετεωρολογικούς ιστούς ή σε άλλες κατασκευές οι οποίες δεν στηρίζουν ανεμογεννήτριες. Για τέτοιες κατασκευές, τα φορτία ανέμου, τα οποία δεν έχουν φιλτραριστεί δια μέσου μιας ανεμογεννήτριας για να σχηματίσουν τα φορτία της ανεμογεννήτριας, θα θεωρούνται. Φορτία ανέμου σε μετεωρολογικούς ιστούς μπορούν να υπολογιστούν σύμφωνα με το πρότυπο EN 1991-1-14. Οι συνδυασμοί φόρτισης όπου αυτά τα φορτία ανέμου συνδυάζονται με άλλους τύπους περιβαλλοντικών φορτίων θα λαμβάνονται σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C101.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Λεπτομερείς μέθοδοι για τον υπολογισμό των φορτίων ανέμου σε μετεωρολογικούς ιστούς δίνονται στα πρότυπα DIN 4131 και DIN 4133.

### Ε 300 Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών υδροδυναμικών φορτίων

**301** Τα υδροδυναμικά φορτία θα καθορίζονται από την ανάλυση. Όταν οι θεωρητικές προβλέψεις υπόκεινται σε σημαντικές αβεβαιότητες, οι θεωρητικοί υπολογισμοί θα υποστηρίζονται από δοκιμές

μοντέλων ή από μετρήσεις πλήρους κλίμακας σε υφιστάμενες κατασκευές ή από ένα συνδυασμό τέτοιων δοκιμών και μετρήσεων πλήρους κλίμακας.

**302** Οι δοκιμές υδροδυναμικών μοντέλων θα πρέπει να διεξάγονται για να:

- Επιβεβαιώσουν ότι κανένα σημαντικό υδροδυναμικό χαρακτηριστικό δεν έχει αγνοηθεί μεταβάλλοντας τις κυματικές παραμέτρους (για νέους τύπους εγκαταστάσεων, περιβαλλοντικών συνθηκών, παρακείμενων κατασκευών, κλπ.)
- υποστηρίζουν θεωρητικούς υπολογισμούς όταν διαθέσιμα αναλυτικά δεδομένα είναι ευαίσθητα σε μεγάλες αβεβαιότητες
- επαληθεύουν θεωρητικές μεθόδους σε μία γενική βάση.

**303** Τα μοντέλα θα πρέπει να είναι επαρκή για να αντιπροσωπεύσουν την πραγματική εγκατάσταση. Η δομή της δοκιμής και το σύστημα καταχώρησης θα παρέχουν μία βάση για αξιόπιστη, επαναλαμβανόμενη ερμηνεία.

**304** Μετρήσεις πλήρους κλίμακας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενημερωθεί η πρόβλεψη της απόκρισης της αντίστοιχης κατασκευής και για να επικυρωθεί η ανάλυση της απόκρισης για μελλοντική ανάλυση. Τέτοιες δοκιμές μπορούν ειδικά να εφαρμόζονται για να μειωθούν αβεβαιότητες που συνδέονται με φορτία και αποτελέσματα φόρτισης τα οποία είναι δύσκολο να προσομοιωθούν σε ασφαλή κλίμακα.

**305** Σε μετρήσεις πλήρους κλίμακας είναι σημαντικό να εξασφαλιστούν επαρκή όργανα και καταγραφή των περιβαλλοντικών συνθηκών και αποκρίσεων ώστε να διασφαλιστεί αξιόπιστη ερμηνεία.

#### **Ε 400 Φορτία κυματισμών**

**401** Για τον υπολογισμό των φορτίων κυματισμών, θα εφαρμόζεται μία αναγνωρισμένη κυματική θεωρία για την αναπαράσταση της κινηματικής των κυματισμών. Η κυματική θεωρία θα επιλέγεται με τη δέουσα προσοχή στο βάθος νερού και στο εύρος εγκυρότητας της θεωρίας.

**402** Για την πρόβλεψη των φορτίων κυματισμών θα εφαρμόζονται μέθοδοι που λαμβάνουν υπόψη κατάλληλα το μέγεθος, το σχήμα και τον τύπο της κατασκευής.

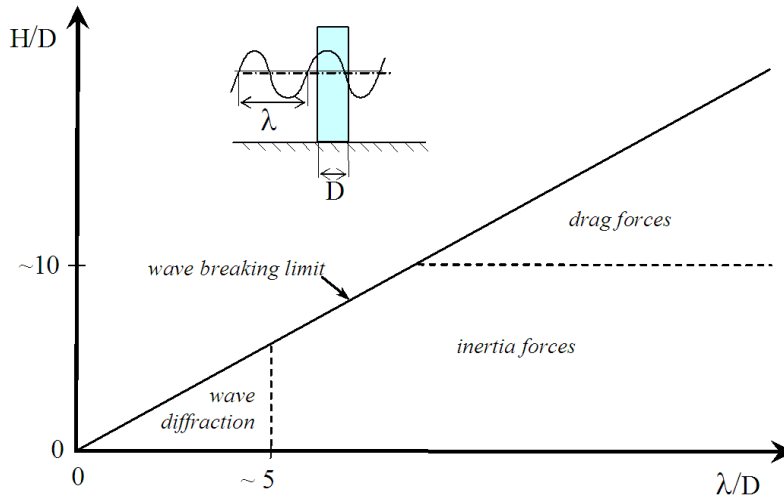
**403** Για λεπτές κατασκευές, όπως στοιχεία κατασκευών μεταλλικών πύργων και κατασκευές μονού πυλώνα, μπορεί να εφαρμοστεί ο τύπος του Morison για να υπολογιστούν τα φορτία κυματισμών.

**404** Για κατασκευές μεγάλου όγκου, για τις οποίες η κινηματική των κυματισμών διαταράσσεται από την παρουσία της κατασκευής, θα εκτελείται ανάλυση περίθλασης κυματισμών για να προσδιοριστούν τα τοπικά (δύναμη πίεσης) και τα καθολικά φορτία κυματισμού. Για πλωτές κατασκευές οι δυνάμεις ακτινοβολίας κυματισμού πρέπει να περιλαμβάνονται.

**405** Αμφότερες οι επιρροές ιξώδους και δυναμικού ροής μπορεί να είναι σημαντικές στον προσδιορισμό των επαγόμενων από το κύμα φορτίων σε μία κατασκευή στήριξης ανεμογεννήτριας. Η περίθλαση και ακτινοβολία κυματισμού περιλαμβάνονται στις επιρροές του δυναμικού ροής.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η εικόνα 1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μία οδηγία προς κατοχύρωση όταν είναι σημαντικές οι επιρροές ιξώδους ή του δυναμικού ροής. Η Εικόνα 1 αναφέρεται σε οριζόντιες επαγόμενες από τον κυματισμό δυνάμεις σε έναν κατακόρυφο κύλινδρο, ο οποίος στηρίζεται στο βυθό της θάλασσας και διαπερνά την ελεύθερη επιφάνεια του νερού και ο οποίος υπόκειται σε επερχόμενα κανονικά κύματα.



**Εικόνα 1: Σχετική σπουδαιότητα δυνάμεων αδράνειας, τριβής και περίθλασης κυματισμού**

**406** Οι κυματικές δυνάμεις σε λεπτά κατασκευαστικά μέλη, όπως ένας κύλινδρος βυθισμένος σε νερό, μπορούν να προβλεφθούν από την εξίσωση του Morison. Από αυτήν την εξίσωση, η οριζόντια δύναμη σε ένα κατακόρυφο στοιχείο  $dz$  της κατασκευής σε ύψος  $z$  εκφράζεται ως:

$$dF = dF_M + dF_D = C_M \rho \pi \frac{D^2}{4} \ddot{x} + C_D \rho \frac{D}{2} \left| \dot{x} \right| \dot{x} dz$$

όπου ο πρώτος όρος είναι μία δύναμη αδράνειας και ο δεύτερος όρος είναι μία δύναμη τριβής. Εδώ,  $C_D$  και  $C_M$  είναι οι συντελεστές τριβής και αδράνειας, αντίστοιχα,  $D$  είναι η διάμετρος του κυλίνδρου,  $\rho$  είναι η πυκνότητα του νερού,  $\dot{x}$  είναι η οριζόντια επαγόμενη από τον κυματισμό ταχύτητα του νερού και  $\ddot{x}$  είναι η οριζόντια επαγόμενη από τον κυματισμό επιτάχυνση του νερού. Το ύψος  $z$  μετριέται από την ήρεμη στάθμη του νερού και ο άξονας  $z$  δείχνει προς τα πάνω. Έτσι, στον πυθμένα  $z=-d$ , όταν το βάθος νερού είναι  $d$ .

### Επεξηγηματική σημείωση:

Οι συντελεστές τριβής και αδράνειας είναι γενικά συναρτήσεις του αριθμού Reynolds, του αριθμού Keulegan-Carpenter και της σχετικής τραχύτητας. Ο συντελεστής επίσης εξαρτάται από το σχήμα της εγκάρσια διατομής της κατασκευής και του προσανατολισμού του σώματος. Για ένα κυλινδρικό κατασκευαστικό μέλος διαμέτρου  $D$ , ο αριθμός Reynolds ορίζεται ως  $Re = u_{\max} D / \nu$  και ο αριθμός Keulegan-Carpenter ως  $KC = u_{\max} T_i / D$ , όπου  $u_{\max}$  είναι η μέγιστη οριζόντια ταχύτητα στην ήρεμη στάθμη του νερού,  $\nu$  είναι το κινηματικό ιξώδες του θαλασσινού νερού και  $T_i$  είναι η εγγενής περίοδος των κυμάτων. Οι  $Re$  και  $KC$ , και με τη σειρά οι  $C_D$  και  $C_M$ , μπορεί να λαμβάνουν διαφορετικές τιμές για τα ακραία κύματα που διέπουν τις ΟΚΑ και για τα μέτρια κύματα που διέπουν τις ΟΚΚ. Ο συντελεστής τριβής  $C_{DS}$  για σταθερή κατάσταση ροής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μία βάση για τον υπολογισμό των  $C_D$  και  $C_M$ . Ο συντελεστής τριβής  $C_{DS}$  για σταθερή κατάσταση ροής εξαρτάται από την τραχύτητα της επιφάνειας των κατασκευαστικών μελών και μπορεί να ληφθεί ως

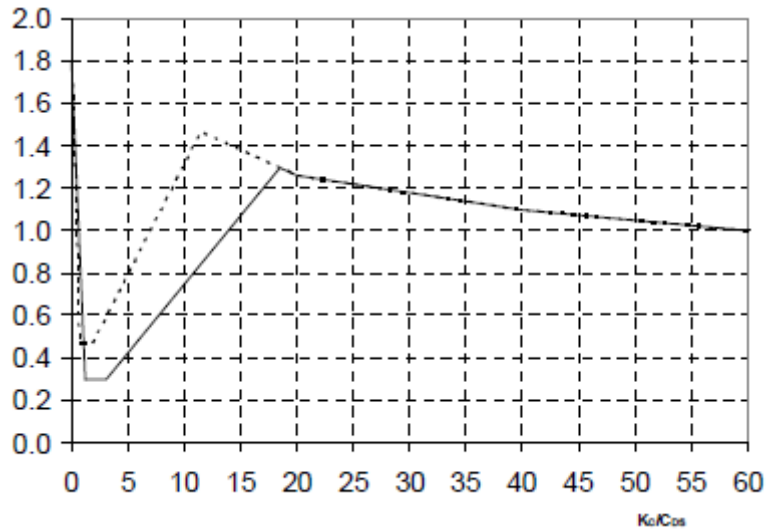
$$C_{DS} = \begin{cases} 0,65 & \text{για } k/D < 10^{-4} \text{ (λείο)} \\ \frac{29 + 4 \log_{10}(k/D)}{20} & \text{για } 10^{-4} < k/D < 10^{-2} \\ 1,05 & \text{για } k/D > 10^{-2} \text{ (τραχύ)} \end{cases}$$

στην οποία  $k$  είναι η επιφανειακή τραχύτητα και  $D$  είναι η διάμετρος του κατασκευαστικού μέλους. Νέος μη επικαλυμμένος χάλυβας και βαμμένος χάλυβας μπορεί να υποτεθεί ότι είναι λείοι. Για σκυρόδεμα και πολύ σκουριασμένο χάλυβα, μπορεί να υποτεθεί  $k=0,003$  m. Για θαλάσσια βλάστηση, μπορεί να υποτεθεί  $k=0,005$  με  $0,05$  m.

Ο συντελεστής τριβής  $C_D$  εξαρτάται από τον  $C_{DS}$  και από τον αριθμό  $KC$  και μπορεί να υπολογιστεί ως

$$C_D = C_{DS} \cdot \psi(C_{DS}, KC)$$

στην οποία ο συντελεστής ενίσχυσης αυλακίου μπορεί να διαβαστεί από την Εικόνα 2. Για ενδιάμεσες τραχύτητες μεταξύ λείου και τραχύ, επιτρέπεται γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις καμπύλες για τις λείες και τραχείες επιφάνειες κυλίνδρου στην Εικόνα 2.



**Εικόνα 2:** Συντελεστής ενίσχυσης αυλακίου ως συνάρτηση του αριθμού  $KC$  για λεία (συνεχής γραμμή) και τραχεία επιφάνεια (διακεκομμένη γραμμή)

Για  $KC < 3$ , η θεωρία δυναμικού είναι έγκυρη με  $C_M = 2,0$ . Για  $KC > 3$ , ο συντελεστής αδράνειας μπορεί να ληφθεί ως

$$C_M = \max \left\{ 2,0 - 0,044 (KC - 3); 1,6 - (C_{DS} - 0,65) \right\}$$

όπου ο  $C_{DS}$  εξαρτάται από την επιφανειακή τραχύτητα του κατασκευαστικού μέλους όπως καθορίζεται ανωτέρω. Ως ένα παράδειγμα, σε βάθος 30 μέχρι 40 μέτρων νερού στα νότια και κεντρικά τμήματα της Βόρειας Θάλασσας, μπορούν να εφαρμοστούν  $C_D=0,8$  και  $C_M=1,6$  για διαμέτρους μικρότερες από 2,2 m για χρήση σε υπολογισμούς φορτίων στις οριακές καταστάσεις κόπωσης.

Για κατασκευές σε ρηχά νερά και κοντά σε ακτογραμμές όπου υπάρχει ένα σημαντικό ρεύμα επιπροσθέτως των κυμάτων, ο  $C_M$  δεν θα λαμβάνεται μικρότερος από 2,0.

Για μακρά κύματα σε ρηχό νερό, η μεταβολή με το βάθος της ταχύτητας του υδάτινου σωματιδίου συνήθως δεν είναι μεγάλη. Ως εκ τούτου προτείνεται να χρησιμοποιηθούν συντελεστές δύναμης βασισμένοι στη μέγιστη οριζόντια ταχύτητα  $u_{\max}$  υδάτινου σωματιδίου στην ελεύθερη επιφάνεια.

Όταν τα κύματα είναι ασύμμετρα, τα οποία μπορεί να είναι ειδικά στην περίπτωση των ρηχών νερών, το μέτωπο του κύματος έχει διαφορετική κατηφορία από το πίσω μέρος του κύματος. Από την στιγμή που η δύναμη από το κύμα σε μία κατασκευή εξαρτάται από την κατηφορία του κύματος, πρέπει να ασκείται προσοχή στην εφαρμογή του ασύμμετρου κύματος στην κατασκευή με τέτοιο τρόπο ώστε η επίπτωση της φόρτισης του κύματος να υπολογίζεται από εκείνη από τις δύο κατηφορίες που παράγει τη μεγαλύτερη δύναμη στην κατασκευή.

**407** Η προκύπτουσα οριζόντια δύναμη  $F$  στον κύλινδρο μπορεί να βρεθεί από ολοκλήρωση της εξίσωσης του Morison για τιμές του  $z$  από  $-d$  στην κορυφή του κύματος,  $\eta(t)$ .

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Για μη θραυόμενα κύματα, η προκύπτουσα οριζόντια δύναμη γίνεται

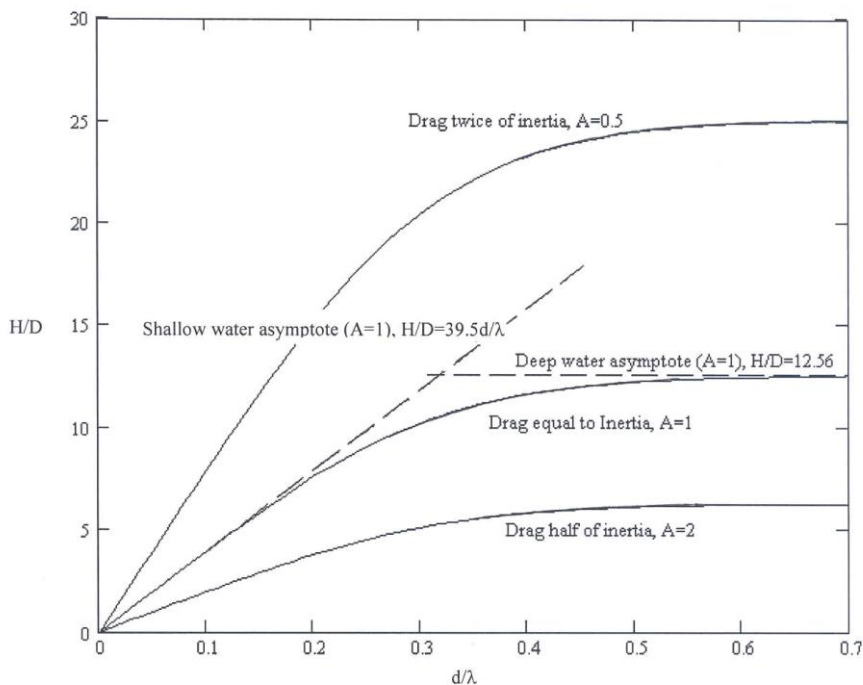
$$F = F_M + F_D = \int_{-d}^{\eta(t)} C_M \rho \pi \frac{D^2}{4} \ddot{x} dz + \int_{-d}^{\eta(t)} C_D \rho \frac{D}{2} \dot{x} \left| \dot{x} \right| dz$$

Η ολοκλήρωση από  $-d$  σε  $0$  αγνοεί τις συνεισφορές στη δύναμη από την κορυφή του κύματος πάνω από την ήρεμη στάθμη του νερού στο  $z=0$ . Αυτό είναι δευτερεύον πρόβλημα όταν η δύναμη αδράνειας  $F_M$  είναι η κυρίαρχη συνιστώσα δύναμης στην  $F$ , από την στιγμή που η  $F_M$  έχει το μέγιστό της όταν η κομβική γραμμή στην ήρεμη επιφάνεια του νερού διαπερνά την κατασκευή. Η δύναμη τριβής  $F_D$  έχει το μέγιστό της όταν η κορυφή ή η σκάφη διαπερνά την κατασκευή. Αν αυτή η δύναμη είναι η κυρίαρχη συνιστώσα δύναμης στην  $F$ , ένα σημαντικό σφάλμα μπορεί να εισαχθεί αγνοώντας την συνεισφορά από την κορυφή του κύματος.

Το σχετικό μέγεθος ανάμεσα στη συνιστώσα δύναμη αδράνειας  $F_M$  και στη συνιστώσα δύναμη τριβής  $F_D$  μπορεί να εκφραστεί από το λόγο μεταξύ των πλατών,  $A=A_M/A_D$ . Η Εικόνα 2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθιερωθεί γρήγορα αν η δύναμη αδράνειας ή η δύναμη τριβής είναι η κυρίαρχη δύναμη, όταν οι λόγοι  $H/D$  και  $d/\lambda$  έχουν υπολογιστεί. Κατασκευές οι οποίες προκύπτουν πάνω από την καμπύλη που σημειώνεται με  $A=1$  στην Εικόνα 2 βιώνουν φορτίσεις με κυρίαρχη την τριβή, ενώ κατασκευές που προκύπτουν κάτω από αυτήν την καμπύλη βιώνουν φορτίσεις με κυρίαρχη την αδράνεια.

Η εξίσωση του Morison είναι έγκυρη μόνο όταν η διάσταση της κατασκευής είναι μικρή σε σχέση με το μήκος κύματος, δηλαδή όταν  $D < 0,2\lambda$ . Η ολοκληρωτική μορφή της εξίσωσης του Morison που δίνεται εδώ είναι έγκυρη μόνο για μη θραυόμενους κυματισμούς. Ωστόσο, η εξίσωση του Morison όπως διατυπώθηκε για ένα κατακόρυφο στοιχείο  $dz$  είναι έγκυρη για υπολογισμό των δυνάμεων του κύματος από αμφοτέρους θραυόμενους και μη θραυόμενους κυματισμούς όσο το στοιχείο είναι πλήρως βυθισμένο. Σε βαθύ νερό, τα κύματα θραύονται όταν ο λόγος  $H/\lambda$  υπερβαίνει το 0,14. Σε ρηχό νερό, τα κύματα θραύονται όταν ο λόγος  $H/d$  υπερβαίνει το 0,78.

Η Εικόνα 2 βασίζεται στη γραμμική κυματική θεωρία και θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή, δεδομένου ότι η γραμμική κυματική θεωρία μπορεί να μην είναι πάντα μια επαρκής κυματική θεωρία ως μία βάση για πρόβλεψη των δυνάμεων του κύματος σε ιδιαίτερα ρηχά νερά. Η θεωρία της ροϊκής συνάρτησης 5ης τάξης συνήθως θεωρείται η καλύτερη κυματική θεωρία για την αναπαράσταση της κινηματικής του κύματος σε ρηχά νερά. Για την πρόβλεψη των δυνάμεων του κύματος για την αποτίμηση της κόπωσης, μπορεί να εφαρμοστεί θεωρία ροϊκής συνάρτησης υψηλότερης τάξης για βάθη νερού μικρότερα από περίπου 15 m, ενώ η θεωρία 5ης τάξης του Stokes συνιστάται για βάθη νερού καθ' υπέρβαση των 30 m περίπου.



Εικόνα 3: Σχετικό μέγεθος των δυνάμεων αδράνειας και τριβής για κυλίνδρους με  $D/\lambda < 0,2$

**408** Όταν η διάσταση της κατασκευής είναι μεγάλη συγκρινόμενη με το μήκος κύματος, τυπικά όταν  $D > 0,2\lambda$ , η εξίσωση του Morison δεν είναι έγκυρη. Η δύναμη αδράνειας θα είναι κυρίαρχη και μπορεί να προβλεφθεί από την θεωρία περίθλασης.

**Επεξηγηματική σημείωση:**

Για γραμμικά κύματα, η μέγιστη οριζόντια δύναμη σε έναν κατακόρυφο κύλινδρο ακτίνας  $R=D/2$  εγκατεστημένης σε νερό βάθους  $d$  και υποκείμενης σε ένα κύμα πλάτους  $A_w$ , μπορεί να υπολογιστεί ως

$$F_{X,max} = \frac{4\rho g A}{k^2} \frac{\sinh[k(d + A \sin \alpha)]}{\cosh(kd)} \xi$$

και ο βραχίονας του από τον πυθμένα είναι

$$h_f = d \frac{kd \sinh(kd) - \cosh(kd) + 1}{kd \sinh(kd)}$$

Οι συντελεστές  $\xi$  και  $\alpha$  δίνονται στον Πίνακα E2.

Η λύση περίθλασης για ένα κατακόρυφο κύλινδρο που δίνεται ανωτέρω αναφέρεται ως η λύση MacCamy-Fuchs. Οι δεδομένοι όροι παριστάνουν ουσιαστικά έναν διορθωμένο όρο αδράνειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εξίσωση του Morison μαζί με τον όρο τριβής.

Οι τύποι που δίνεται σε αυτή την επεξηγηματική σημείωση είναι περιορισμένοι σε κατακόρυφους κυκλικούς κυλίνδρους με σταθερή διάμετρο  $D$ . Για άλλες γεωμετρίες της κατασκευής στήριξης, όπως όταν ένα κωνικό στοιχείο είναι παρών στην ζώνη παφλασμού του κύματος για να απορροφήσει ή να μειώσει τα φορτία πάγου, η θεωρία περίθλασης είναι ακόμη έγκυρη, αλλά η προκύπτουσα δύναμη και ο μοχλοβραχίονας θα βρεθούν διαφορετικοί από τις λύσεις κατακόρυφου κυλίνδρου που δίνονται εδώ.

**409** Για την εκτίμηση του αποτελέσματος της φόρτισης από φορτία ανέμου, πιθανά αποτελέσματα κρούσης θα περιλαμβάνονται στις εκτιμήσεις. Όταν ένα απότομο, ψηλό κύμα συναντά ένα μονό πυλώνα, υψηλές συχνότητες μη γραμμικών συνιστωσών κυματικής φόρτισης μπορούν να συμπίπτουν με τις ιδιοσυχνότητες της κατασκευής προκαλώντας παροδική απόκριση συντονισμού στις καθολικές καμπτικές μορφές του πυλώνα. Τέτοια φαινόμενα κρούσης έχουν σημασία μόνο στο συνδυασμό με αποτελέσματα φόρτισης ακραίων κυμάτων πρώτης τάξης. Η κρούση θα πρέπει να εκτιμάται στο πεδίο του χρόνου με τη δέουσα προσοχή σε αποτελέσματα φόρτισης κυμάτων πρώτης τάξης. Το μέγεθος των πρώτων κύκλων κρούσης διέπεται από το μέγεθος του αντίκτυπου πρόσκρουσης του κύματος και η διάρκειά του σχετίζεται με την κατασκευαστική περίοδο συντονισμού.

**Επεξηγηματική σημείωση:**

Η κρούση μπορεί να συμβεί αν οι μικρότερες ιδιοσυχνότητες της κατασκευής δεν υπερβαίνουν τρεις ή τέσσερις φορές την τυπική συχνότητα κύματος. Στην περίπτωση που η ιδιοσυχνότητα υπερβαίνει περίπου πέντε με έξι φορές την  $f_p$ , όπου η  $f_p$  υποδηλώνει την συχνότητα αιχμής, η κρούση μπορεί να αποκλειστεί. Όταν διεξάγεται μία δυναμική ανάλυση, οποιαδήποτε κρουστική απόκριση θα εμφανιστεί αυτομάτως ως μέρος των αποτελεσμάτων από την ανάλυση, δεδομένου ότι οι κυματικές δυνάμεις έχουν κατάλληλα μοντελοποιηθεί και περιλαμβάνονται στην ανάλυση.



Πίνακας Ε2: Συντελεστές  $\xi$  και  $\alpha$

$kR$	$\xi$	$\alpha(^{\circ})$	$kR$	$\xi$	$\alpha(^{\circ})$
0.02	0.00063	0.018	0.2	0.06433	1.816
0.04	0.00252	0.072	0.4	0.25808	6.972
0.06	0.00568	0.162	0.6	0.54230	13.618
0.08	0.01012	0.289	0.8	0.83373	18.734
0.10	0.01586	0.453	1.0	1.07726	20.504
0.12	0.02290	0.653	1.2	1.26842	18.940
0.14	0.03126	0.889	1.4	1.42148	14.804
0.16	0.04095	1.162	1.6	1.54958	8.844
0.18	0.05197	1.471	1.8	1.66133	1.611
0.20	0.06433	1.816	2.0	1.76191	-6.522
0.22	0.07802	2.195	2.2	1.85448	-15.306
0.24	0.09304	2.609	2.4	1.94099	-24.572
0.26	0.10937	3.056	2.6	2.02275	-34.201
0.28	0.12701	3.534	2.8	2.10063	-44.112
0.30	0.14591	4.043	3.0	2.17524	-54.245
0.32	0.16606	4.581	3.2	2.24705	-64.555
0.34	0.18740	5.145	3.4	2.31641	-75.009
0.36	0.20989	5.733	3.6	2.38360	-85.581
0.38	0.23347	6.343	3.8	2.44882	-96.253
0.40	0.25808	6.972	4.0	2.51228	-107.007
0.42	0.28364	7.617	4.2	2.57411	-117.832
0.44	0.31008	8.276	4.4	2.63444	-128.717
0.46	0.33732	8.944	4.6	2.69340	-139.654
0.48	0.36526	9.619	4.8	2.75107	-150.637
0.50	0.39381	10.298	5.0	2.80754	-161.659
0.52	0.42287	10.976	5.2	2.86288	-172.716
0.54	0.45234	11.650	5.4	2.91717	176.196
0.56	0.48214	12.318	5.6	2.97045	165.081
0.58	0.51216	12.975	5.8	3.02280	153.941
0.60	0.54230	13.618	6.0	3.07425	142.779
0.62	0.57249	14.245	6.2	3.12485	131.598
0.64	0.60262	14.852	6.4	3.17465	120.399
0.66	0.63263	15.438	6.6	3.22368	109.183
0.68	0.66244	15.998	6.8	3.27197	97.953
0.70	0.69197	16.532	7.0	3.31956	86.710
0.72	0.72118	17.036	7.2	3.36648	75.454
0.74	0.75000	17.510	7.4	3.41275	64.188
0.76	0.77839	17.952	7.6	3.45841	52.910
0.78	0.80631	18.360	7.8	3.50348	41.624
0.80	0.83373	18.734	8.0	3.54797	30.328
0.82	0.86062	19.073	8.2	3.59192	19.025
0.84	0.88697	19.376	8.4	3.63533	7.714
0.86	0.91276	19.643	8.6	3.67824	-3.604
0.88	0.93797	19.874	8.8	3.72064	-14.929
0.90	0.96261	20.068	9.0	3.76258	-26.260
0.92	0.98667	20.226	9.2	3.80405	-37.596
0.94	1.01016	20.349	9.4	3.84508	-48.938
0.96	1.03308	20.435	9.6	3.88567	-60.284
0.98	1.05545	20.487	9.8	3.92585	-71.635
1.00	1.07726	20.504	10.0	3.96562	-82.991

410 Όταν τα κύματα είναι πιθανό να θραυσθούν στο πεδίο της κατασκευής ή στη γειτονιά της, θα θεωρούνται τα κυματικά φορτία από τους θραυόμενους κυματισμούς στον σχεδιασμό της κατασκευής. Τα κυματικά φορτία από τους θραυόμενους κυματισμούς εξαρτώνται από τον τύπο των θραυόμενων κυματισμών.

**Επεξηγηματική σημείωση:**

Για κύματα εκτινάξεως, ένα μοντέλο πρόσκρουσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των κυματικών δυνάμεων σε μία κατασκευή. Η δύναμη πρόσκρουσης από ένα κύμα εκτινάξεως μπορεί να εκφραστεί ως

$$F = \frac{1}{2} \rho C_s A u^2$$

όπου το  $u$  υποδηλώνει την ταχύτητα του υδάτινου σωματιδίου στην κορυφή του κύματος εκτινάξεως,  $\rho$  είναι η πυκνότητα του ρευστού,  $A$  είναι η επιφάνεια στην κατασκευή η οποία υποτίθεται ότι εκτίθεται στην κρουστική δύναμη και  $C_s$  είναι ο κρουστικός συντελεστής. Για μία λεία κυλινδρική επιφάνεια, ο κρουστικός συντελεστής δεν θα λαμβάνεται μικρότερος από 3,0. Το άνω όριο για τον κρουστικό συντελεστή είναι  $2\pi$ . Μπορεί να γίνει προσεκτική επιλογή των κρουστικών συντελεστών για κατασκευές για κατασκευές σύμφωνα με το πρότυπο DNV-

RP-C205. Η επιφάνεια Α που εκτίθεται στην κρουστική δύναμη εξαρτάται από το πόσο μακριά έχει φτάσει η θραύση εκτινάξεως σε σχέση με την κατασκευή, δηλαδή πόσο πλατιά ή αιχμηρή είναι όταν χτυπάει την κατασκευή. Τα κύματα εκτινάξεως είναι σπάνια σε Δανέζικα και Γερμανικά ύδατα. Για ένα κύμα εκτινάξεως το οποίο θραύεται αμέσως μπροστά από έναν κατακόρυφο κύλινδρο διαμέτρου D, η διάρκεια T της δύναμης πρόσκρουσης στον κύλινδρο δίνεται από

$$T = \frac{13D}{64c}$$

όπου το c υποδηλώνει την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

Για κύματα εφορήσεως και κυλίσεως, μία προσέγγιση για τον υπολογισμό των κυματικών δυνάμεων σε μία κατακόρυφη κυλινδρική κατασκευή διαμέτρου D μπορεί να περιγραφεί όπως ακολουθεί: Ο κύλινδρος διαιρείται σε έναν αριθμό τμημάτων. Καθώς το θραυόμενο κύμα πλησιάζει την κατασκευή, το στιγμιαίο ύψος κύματος κοντά στον κύλινδρο ορίζει την χρονική στιγμή όταν ένα τμήμα προσκρούεται από το κύμα και αρχίζει να διαπερνά την επικλινή επιφάνεια του νερού. Η στιγμιαία δύναμη ανά μονάδα κατακόρυφου μήκους σε αυτό το τμήμα και στα υποκείμενα τμήματα, τα οποία δεν έχουν ακόμα διαπεράσει πλήρως την επικλινή επιφάνεια του νερού, μπορεί να υπολογιστεί ως

$$f = \frac{1}{2} \rho C_s D u^2$$

όπου το u υποδηλώνει την οριζόντια ταχύτητα του υδάτινου σωματιδίου, ρ είναι η πυκνότητα του ρευστού και C<sub>s</sub> είναι ο κρουστικός συντελεστής του οποίου η τιμή μπορεί να ληφθεί ως

$$C_s = 5,15 \left( \frac{D}{D+19s} + \frac{0,107s}{D} \right)$$

για 0 < s < D.

Η απόσταση διείσδυσης s για το εξεταζόμενο τμήμα είναι η οριζόντια απόσταση από την περιφέρεια της υγρής πλευράς του κυλίνδρου στην επικλινή επιφάνεια του νερού, μετρημένη στη διεύθυνση της διάδοσης του κύματος. Για πλήρως βυθισμένα τμήματα του κυλίνδρου, οι κυματικές δυνάμεις μπορούν να καθοριστούν από την κλασική θεωρία Morison με όρους μάζας και τριβής χρησιμοποιώντας σταθερούς συντελεστές μάζας και τριβής,

$$f = \rho \pi C_M \frac{D^2}{4} \frac{du}{dt} + \frac{1}{2} \rho C_D D u^2$$

Η ταχύτητα του υδάτινου σωματιδίου u πρέπει να καθοριστεί από την κινηματική του κυματισμού για τον εν λόγω ειδικό τύπο του θραυόμενου κυματισμού.

**411** Οι υπολογιστικοί κώδικες που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη των φορτίων κύματος στις κατασκευές ανεμογεννητριών θα επικυρώνονται για τον σκοπό. Η επικύρωση θα τεκμηριώνεται.

**412** Χαρακτηριστικά φορτία ακραίου κύματος ορίζονται σε αυτό το πρότυπο ως τιμές φορτίων κύματος με μία 50-ετή περίοδο επαναφοράς.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Στα νότια και κεντρικά τμήματα της Βόρειας Θάλασσας, η εμπειρία δείχνει ότι ο λόγος ανάμεσα στην 100-ετή και 50-ετή τιμή του φορτίου  $F_{\text{wave},100}/F_{\text{wave},50}$  λαμβάνει μία τιμή περίπου ίση με 1,10. Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, αυτή η τιμή του λόγου  $F_{\text{wave},100}/F_{\text{wave},50}$  μπορεί να εφαρμοστεί για να επιτευχθεί η 50-ετής φόρτιση κύματος  $F_{\text{wave},50}$  σε περιπτώσεις όπου μόνο η 100-ετής τιμή  $F_{\text{wave},100}$  είναι διαθέσιμη, δεδομένου ότι η εν λόγω τοποθεσία εντοπίζεται στα νότια και κεντρικά τμήματα της Βόρειας Θάλασσας.

**413** Οτιδήποτε διάδρομοι ή πλατφόρμες τοποθετημένες στην κατασκευή στήριξης μιας υπεράκτιας ανεμογεννήτριας θα τοποθετείται άνω της ζώνης παφλασμού.

Για τον καθορισμό του ύψους του καταστρώματος των πλατφορμών προσπέλασης οι οποίες δεν σχεδιάζονται για να αντιστέκονται σε κυματικές δυνάμεις, θα εξασφαλίζεται ένα επαρκές διάκενο που

βασίζεται στη στάθμη σχεδιασμού του νερού και στο ύψος σχεδιασμού της κορυφής του κύματος, έτσι ώστε να επιτρέπονται να διέλθουν ακραία ύψη κύματος μέχρι το ύψος της κορυφής του κύματος σχεδιασμού χωρίς κίνδυνο επαφής με την πλατφόρμα.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Επαρκές διάκενο είναι απαραίτητο προκειμένου να αποφευχθούν κρουστικές δυνάμεις σε μία πλατφόρμα προσπέλασης. Όταν το διάκενο υπολογίζεται, συνιστάται να θεωρείται μία επιπλέον ανοχή για να ληφθούν υπόψη πιθανά τοπικά κυματικά φαινόμενα εξ αιτίας της τοπικής τοπογραφίας του πυθμένα και του προσανατολισμού της ακτογραμμής. Η πρόσθετη ανοχή θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,0 m. Για ογκώδεις κατασκευές, ο υπολογισμός του διακένου θα πρέπει να περιλαμβάνει μία κυματική ανάλυση περίθλασης.

Είναι επίσης σημαντικό να θεωρηθεί ανύψωση, δηλαδή το νερό πιέζεται προς τα πάνω κατά μήκος της επιφάνειας της κατασκευής ή των δομικών μελών που στηρίζουν την πλατφόρμα προσπέλασης, είτε περιλαμβάνοντας τέτοια ανύψωση στον υπολογισμό του απαραίτητου διακένου ή σχεδιάζοντας την πλατφόρμα για τα φορτία από τέτοια ανύψωση.

**414** Για την πρόβλεψη της κυματικής φόρτισης, θα λαμβάνεται η επιρροή της διαταραγμένης κινηματικής του υδάτινου σωματιδίου εξ αιτίας δευτερογενών κατασκευών. Η διαταραγμένη κινηματική εξ αιτίας ογκωδών κατασκευών θα πρέπει να υπολογίζεται από μία κυματική ανάλυση περίθλασης. Για την αποτίμηση των επιπτώσεων θωράκισης λόγω πολλαπλών λεπτών κατασκευών γίνεται αναφορά στο πρότυπο DNV-RP-C205.

#### **E 500 Φορτία πάγου**

**501** Τα φορτία πάγου σε υπεράκτιες κατασκευές στήριξης, που προκαλούνται από πλευρικά κινούμενο πάγο, είναι γενικά δύσκολο να αποτιμηθούν. Αυτά εξαρτώνται πολύ από την φύση και την ποιότητα του πάγου, περιλαμβανομένης τη ηλικίας του πάγου, την αλατότητα του πάγου και την θερμοκρασία του πάγου. Όσο νεότερος ο πάγος και λιγότερο αλμυρός, τόσο ισχυρότερος είναι ο πάγος και είναι μεγαλύτερες οι δυνάμεις που επάγονται από τον κινούμενο πάγο. Εμπλέκονται μεγάλες αβεβαιότητες και επομένως πρέπει να δίνεται προσοχή όταν τα φορτία πάγου πρόκειται να προβλεφθούν. Πληροφορίες για τα φορτία πάγου μπορούν να βρεθούν στο πρότυπο ISO 19906.

**502** Τα φορτία από πλευρικά κινούμενο πάγο θα βασίζονται σε σχετικές μετρήσεις πλήρους κλίμακας, σε πειράματα μοντέλων τα οποία μπορούν να κλιμακωθούν αξιόπιστα, ή σε αναγνωρισμένες θεωρητικές μεθόδους. Όταν καθορίζεται το μέγεθος και την διεύθυνση των φορτίων πάγου, πρέπει να δίνεται υπόληψη στη θεώρηση της φύσης του πάγου, των μηχανικών ιδιοτήτων του πάγου, της επιφάνειας επαφής πάγου-κατασκευής, του μεγέθους και του σχήματος της κατασκευής και της διεύθυνσης των κινήσεων του πάγου. Η ταλαντωτική φύση των φορτίων πάγου, συμπεριλαμβανομένων της συσσώρευσης και της θραύσης του κινούμενου πάγου, πρέπει να θεωρείται.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Θεωρητικές μέθοδοι για τον υπολογισμό των φορτίων πάγου θα πρέπει πάντα να χρησιμοποιούνται με προσοχή.

Σε προστατευμένα ύδατα και σε ύδατα κοντά στην ακτογραμμή, μία στερεή επικάλυψη πάγου συνήθως δεν θα κινηθεί όταν θα έχει ανάπτυξη για να υπερβεί κάποια οριακά πάχη, βλέπε 3ΣΤ305. Σε τέτοια περικλειστά ύδατα, τα φορτία που προκαλούνται από κινούμενο πάγο μπορούν να υπολογιστούν στη βάση μόνο αυτού του οριακού πάχους, καθώς τα φορτία που σχετίζονται με θερμικές πιέσεις, φαινόμενα αψίδας και κατακόρυφης ανύψωσης χρειάζεται να υπολογίζονται στη βάση των πραγματικών χαρακτηριστικών του πάχους πάγου όπως προδιαγράφεται από αυτό το πρότυπο.

Σε ανοικτή θάλασσα, όπου ενδέχεται να αναμένεται κινούμενος πάγος ανεξάρτητα από το πάχος, όλα τα φορτία πάγου θα βασίζονται στα πραγματικά χαρακτηριστικά του πάχους του πάγου όπως προδιαγράφεται από αυτό το πρότυπο.

**503** Ανάλογα με την περίπτωση, φορτία πάγου άλλα από εκείνα που προκαλούνται από πλευρικά κινούμενο πάγο πρέπει να ληφθούν υπόψη. Τέτοια φορτία πάγου περιλαμβάνουν, αλλά δεν περιορίζονται σε αυτά, τα ακόλουθα:

- φορτία λόγω στερεών επικαλύψεων πάγου, συμπεριλαμβανομένων των φορτίων λόγω φαινομένων ανψίδας και διακυμάνσεων της στάθμης του νερού
- φορτία λόγω μαζών του πάγου που καταψύχθηκε στην κατασκευή
- πιέσεις από δέσμη πάγου και τοίχους πάγου
- θερμικές πιέσεις πάγου που σχετίζονται με διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σε μία στερεή επικάλυψη πάγου
- πιθανά φορτία πρόσκρουσης κατά την διάρκεια τήξης του πάγου, π.χ. από την πτώση τεμαχίων πάγου
- φορτία λόγω σχηματισμού πάγου και επικάλυψης πάγου.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Λόγω των πολύ μεγάλων δυνάμεων που σχετίζονται με δέσμη πάγου, δεν συνιστάται να εγκατασταθούν ανεμογεννήτριες σε περιοχές όπου μπορεί να διαμορφωθεί δέσμη πάγου.

**504** Ο Πίνακας Ε3 καθορίζει μία πρόταση για 7 περιπτώσεις φόρτισης για να θεωρηθούν για τις συνθήκες φορτίου πάγου και των συνοδευόμενων συνθηκών φορτίου ανέμου προκειμένου να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις στις 501 και 502. Οι περιπτώσεις φόρτισης στον Πίνακα Ε3 αναφέρεται στον σχεδιασμό στις ΟΚΑ και στις ΟΚΚ. Οι περιπτώσεις φόρτισης για τον σχεδιασμό στις ΟΚΑ βασίζονται σε ένα χαρακτηριστικό πάχος πάγου  $t_c$  ίσο με το 50-ετές πάχος πάγου  $t_{50}$  ή ίσο με το οριακό πάχος πάγου  $t_{limit}$ , εξαρτώμενο από την τοποθεσία.

**505** Οπουδήποτε υπάρχει κίνδυνος η πτώση τεμαχίων πάγου να χτυπήσει ένα δομικό μέλος, θα διατάσσεται ένα σύστημα για να προστατευτούν αυτά τα μέλη.

**506** Πιθανές αυξήσεις του όγκου λόγω της ψύξης πρέπει να θεωρηθούν όταν πρέπει να καθοριστούν φορτία ανέμου και κύματος που ασκούνται σε τέτοιους όγκους.

**507** Η κατασκευή θα σχεδιάζεται για οριζόντια και κατακόρυφα στατικά φορτία πάγου. Συντελεστής τριβής μεταξύ πάγου και διαφόρων δομικών μελών δίνονται στην 3F307. Φορτία πάγου σε κατακόρυφες κατασκευές μπορούν να καθορίζονται σύμφωνα με το πρότυπο API RP2N.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Οριζόντια φορτία από κινούμενο πάγο θα πρέπει να θεωρείται ότι δρουν στην ίδια διεύθυνση με το ταυτόχρονο φορτίο ανέμου.

Μονομερείς θερμικές πιέσεις πάγου λόγω θερμικής διαστολής και συστολής μπορεί να υποθεθεί ότι δρουν από την στεριά προς την ανοικτή θάλασσα ή από το κέντρο ενός αιολικού πάρκου προς τα έξω ακτινικά. Μεγαλύτερες τιμές μονομερών πιέσεων πάγου θα εφαρμοστούν σε αυτόνομες κατασκευές και σε περιφερειακές κατασκευές ενός αιολικού πάρκου από κατασκευές στο εσωτερικό ενός αιολικού πάρκου.

Το επίπεδο του νερού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τον υπολογισμό φορτίων πάγου θα λαμβάνεται ως το υψηλό επίπεδο νερού ή το χαμηλό επίπεδο νερού με την απαιτούμενη περίοδο επαναφοράς, οποιαδήποτε είναι δυσμενέστερη.

<b>Πίνακας Ε3: Προτεινόμενες περιπτώσεις φόρτισης συνδυάζοντας φορτίο πάγου και φορτίο ανέμου</b>						
Κατάσταση σχεδιασμού	Περίπτωση φόρτισης	Κατάσταση πάγου	Κατάσταση ανέμου: Κλίμα ανέμου ( $U_{10hub}$ )	Στάθμη νερού	Άλλες συνθήκες	Οριακή κατάσταση
Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος	E1	Οριζόντια φόρτιση λόγω διακυμάνσεων της θερμοκρασίας	$v_{in} < U_{10hub} < v_{out}$ +NTM 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου που οδηγεί στη μέγιστη ώθηση	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ
	E2	Οριζόντια φόρτιση λόγω διακυμάνσεων της στάθμης του νερού ή φαινομένων αφίδας	$v_{in} < U_{10hub} < v_{out}$ +NTM 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου που οδηγεί στη μέγιστη ώθηση	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ
	E3	Οριζόντια φόρτιση από κινούμενο τμήμα πάγου Πάχος πάγου: $t_c = t_{50}$ σε ανοικτή θάλασσα $t_c = t_{limit}$ σε περικλειστά ύδατα	$v_{in} < U_{10hub} < v_{out}$ +NTM 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου που οδηγεί στη μέγιστη ώθηση	50-ετής στάθμη νερού	Για πρόβλεψη ακραίων φορτίων	ΟΚΑ
	E4	Οριζόντια φόρτιση από κινούμενο τμήμα πάγου Πάχος πάγου: $t_c = t_{50}$ σε ανοικτή θάλασσα $t_c = t_{limit}$ σε περικλειστά ύδατα	$v_{in} < U_{10hub} < v_{out}$	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΚ
	E5	Κατακόρυφη δύναμη από ταχείες επικαλύψεις πάγου λόγω της στάθμης του νερού	Δεν εφαρμόζεται φορτίο ανέμου	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ
Σταθμευμένη (παραμονή σε ακινησία ή σε αδράνεια)	E6	Πίεση από λοφισκοειδή πάγο και κορυφογραμμές πάγου	Τυρβώδης άνεμος $U_{10hub} = U_{10,50-yr}$ + χαρακτηριστική τυπική απόκλιση της ταχύτητας ανέμου $\sigma_{U,e} = 0,11 U_{10hub}$	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΑ
	E7	Οριζόντια φόρτιση από κινούμενο τμήμα πάγου Πάχος πάγου: $t_c = t_{50}$ σε ανοικτή θάλασσα $t_c = t_{limit}$ σε περικλειστά ύδατα	$U_{10hub} < 0,7 U_{10,50-yr}$ +NTM	1-ετής στάθμη νερού		ΟΚΚ

**508** Φορτία πάγου σε κεκλιμένα δομικά μέρη όπως μειούμενοι κώνοι φορτίου πάγου στη ζώνη παφλασμού μπορεί να καθορίζονται σύμφωνα με τους τύπους του Ralston. Οι τύποι του Ralston δίνονται στο Παράρτημα IB.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για να επιτευχθεί ένας άριστος σχεδιασμός κώνου πάγου και για να αποφευχθεί ότι το φορτίο πάγου διέπει τον σχεδιασμό της κατασκευής στήριξης και της θεμελίωσης, συνιστάται να προσαρμοστεί η γωνία κλίσης του κώνου ώστε τέτοιος σχεδιασμός του φορτίου πάγου είναι μόλις λιγότερο από το φορτίο σχεδιασμού του κύματος.

Για μειούμενους κώνους φορτίου πάγου του τύπου «ανεστραμμένου κώνου» που τείνουν σε καταναγκαστική μετακίνηση του πάγου προς τα κάτω, συνιστάται το κάτω μέρος των μειούμενων κώνων φορτίων πάγου να τοποθετείται σε μία απόσταση τουλάχιστον ίση με ένα πάχος πάγου κάτω από τη στάθμη του νερού.

Η καμπτική αντοχή του πάγου διέπει τα φορτία πάγου σε κεκλιμένες κατασκευές. Ο Πίνακας Ε4 καθορίζει τιμές της καμπτικής αντοχής για ποικίλες περιόδους επαναφοράς σε διαφορετικά ύδατα.

<b>Πίνακας Ε4: Καμπτική αντοχή θαλάσσιου πάγου</b>		
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Καμπτική αντοχή πάγου, $r_f$ (MPa)	
	Νότια Βόρεια Θάλασσα, Skagerrak, Kattegat	Νοτιοδυτική Βαλτική Θάλασσα
5	-	0,25
10	-	0,39
50	0,50	0,50
100	-	0,53

**509** Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, η χαρακτηριστική τοπική πίεση πάγου για χρήση στον σχεδιασμό σε κινούμενο πάγο μπορεί να ληφθεί ως

$$r_{local,C} = r_{u,C} \sqrt{1 + 5 \frac{t_C^2}{A_{local}}}$$

Όπου  $r_{u,C}$  είναι η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή του πάγου,  $t_C$  είναι το χαρακτηριστικό πάχος του πάγου,  $A_{local}$  είναι η περιοχή πάνω από την οποία εφαρμόζεται η τοπική πίεση του πάγου.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή του πάγου εξαρτάται από τοπικές συνθήκες όπως η αλατότητα. Για περιπτώσεις φόρτισης, οι οποίες αντιπροσωπεύουν σπάνια φαινόμενα, η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή εκφράζεται σε όρους μιας απαιτούμενης περιόδου επαναφοράς. Ο Πίνακας Ε5 καθορίζει τιμές της θλιπτικής αντοχής για ποικίλες περιόδους επαναφοράς σε διαφορετικά νερά.

Για περιπτώσεις φόρτισης, που βασίζονται σε ειδικά φαινόμενα κατά την διάρκεια της τήξης, της θραύσης και του λιώσιματος, εφαρμόζονται μικρότερες τιμές από εκείνες που συνδέονται με σπάνια φαινόμενα κατά την διάρκεια ακραίου ψύχους. Σε άκαμπτο πάγο εφαρμόζεται η τιμή 1,5 MPa κατά την διάρκεια της άνοιξης σε θερμοκρασίες κοντά στο σημείο τήξης. Σε μερικώς αποδυναμωμένο, τηκόμενο πάγο εφαρμόζεται η τιμή 1,0 MPa κοντά στο σημείο τήξης.

<b>Πίνακας Ε5: Θλιπτική αντοχή θαλάσσιου πάγου</b>		
Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Καμπτική αντοχή πάγου, $r_u$ (MPa)	
	Νότια Βόρεια Θάλασσα, Skagerrak, Kattegat	Νοτιοδυτική Βαλτική Θάλασσα
5	1,0	1,0
10	1,5	1,5
50	1,6	1,9
100	1,7	2,1

**510** Η κατασκευή θα σχεδιάζεται για οριζόντια και κατακόρυφα δυναμικά φορτία πάγου.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για κατασκευές εντοπισμένες σε περιοχές, όπου το ρεύμα επικρατεί, το δυναμικό φορτίο πάγου μπορεί να διέπει τον σχεδιασμό όταν συνδυάζεται με το ταυτόχρονο φορτίο ανέμου. Αυτό μπορεί να εφαρμόζεται στην κατάσταση όταν ο πάγος σπάει την άνοιξη.

**511** Το επίπεδο εφαρμογής του οριζόντιου φορτίου πάγου εξαρτάται από την στάθμη του νερού και την πιθανή παρουσία μειούμενων κώνων φορτίων πάγου. Συνήθως πρέπει να θεωρείται ένα εύρος επιπέδων εφαρμογής.

**512** Όταν ο πάγος θραύεται, θα λάβουν χώρα στατικές και δυναμικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στην κατασκευή και τον πάγο. Για κατασκευές με κατακόρυφους τοίχους, οι ιδιοταλαντώσεις της κατασκευής θα επηρεάσουν την συχνότητα θραύσης του πάγου, έτσι ώστε να γίνει συντονισμένο με την ιδιοσυχνότητα της κατασκευής. Αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως συντονισμός και συνεπάγεται ότι η κατασκευή διεγείρεται σε δονήσεις στις ιδιομορφές της. Η κατασκευή θα σχεδιάζεται για να

ανθίσταται τα φορτία και τα αποτελέσματα της φόρτισης από την δυναμική φόρτιση πάγου που συνδέεται με τον συντονισμό όταν συμβαίνει συντονισμός. Θα θεωρηθούν όλες οι συνεισφορές στην απόσβεση στην κατασκευή. Πρόσθετη απόσβεση που οφείλεται στη συσσώρευση τεμαχίων πάγου μπορεί να ληφθεί υπόψη όταν αυτή μπορεί να τεκμηριωθεί.

**513** Το κριτήριο για την εμφάνιση του συντονισμού είναι

$$\frac{U_{ice}}{t \cdot f_n} > 0,3$$

όπου  $U_{ice}$  είναι η ταχύτητα του τεμαχίου πάγου,  $t$  είναι το πάχος του πάγου και  $f_n$  είναι η ιδιοσυχνότητα της κατασκευής.

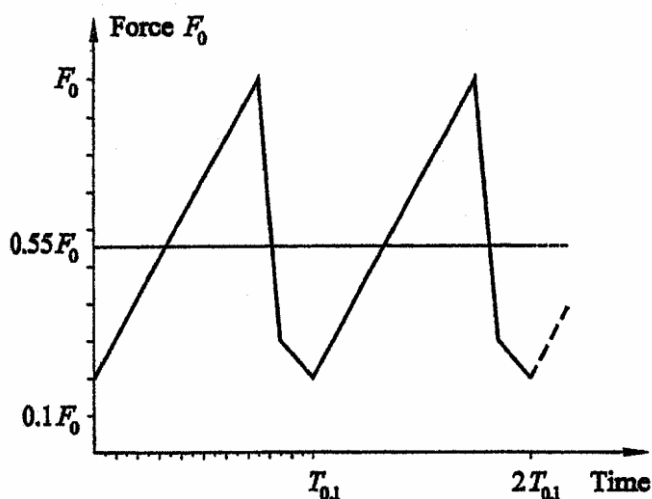
Όσο η συνολικά κατασκευαστική απόσβεση δεν είναι πολύ μικρή, μπορεί να εφαρμοστεί η ακόλουθη μέθοδος για την ανάλυση της δυναμικής φόρτισης:

Η φόρτιση μπορεί να υποτεθεί ότι ακολουθεί ένα οδοντωτό προφίλ στο πεδίο του χρόνου όπως φαίνεται στην Εικόνα 4. Η μέγιστη τιμή του φορτίου θα τεθεί ίση με την οριζόντια φόρτιση πάγου. Μετά την συντριβή του πάγου, η φόρτιση μειώνεται στο 20% του μέγιστου φορτίου. Το φορτίο εφαρμόζεται με μία συχνότητα που αντιστοιχεί στην ιδιοσυχνότητα της κατασκευής. Θα θεωρούνται όλες αυτές οι συχνότητες που πληρούν το κριτήριο συντονισμού.

Για κατασκευές με πολύ μικρή συνολική απόσβεση, πρέπει να δίνεται προσοχή καθώς αυτή η μέθοδος μπορεί να υποτιμήσει δυναμικές ενισχύσεις και εκ τούτου να οδηγήσει σε μη συντηρητικά αποτελέσματα για τον σχεδιασμό.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Προκειμένου να αξιολογηθεί αν η κατασκευαστική απόσβεση είναι πολύ μικρή, μπορεί να είναι χρήσιμο να θεωρηθεί ότι, βασισμένο σε εμπειρία πεδίου, κατασκευές με ιδιοσυχνότητα στο εύρος 0,4 ως 10 Hz έχουν βιώσει δονήσεις συντονισμού όταν η κατασκευαστική απόσβεση έχει βρεθεί μικρότερη από 3% της κρίσιμης απόσβεσης.



Εικόνα 4: Οδοντωτό προφίλ φορτίου για δυναμικό φορτίο πάγου

**514** Για κωνικές κατασκευές, η συχνότητα θραύσης του πάγου θα υποτεθεί ανεξάρτητη από τις ιδιοταλαντώσεις της κατασκευής. Θα εξασφαλίζεται στον σχεδιασμό ότι η συχνότητα του φορτίου δεν είναι κοντά στην ιδιοσυχνότητα της κατασκευής.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Η συχνότητα του φορτίου πάγου μπορεί να καθοριστεί ως

$$f_{ice} = \frac{U_{ice}}{L}$$

όπου  $U_{ice}$  είναι η ταχύτητα του τεμαχίου πάγου και  $L$  είναι το μήκος ρωγμής στον πάγο.

Η δύναμη μπορεί να εφαρμοστεί σύμφωνα με το απλοποιημένο μοντέλο στην Εικόνα 4, μολονότι ο μηχανισμός αστοχίας στον πάγο είναι διαφορετικός για κωνικές κατασκευές από ότι για κατακόρυφες κατασκευές.

Για πρόβλεψη του μήκους ρωγμής  $L$ , τα ακόλουθα δύο μοντέλα είναι διαθέσιμα:

1)  $L=1/2\rho D$ ,

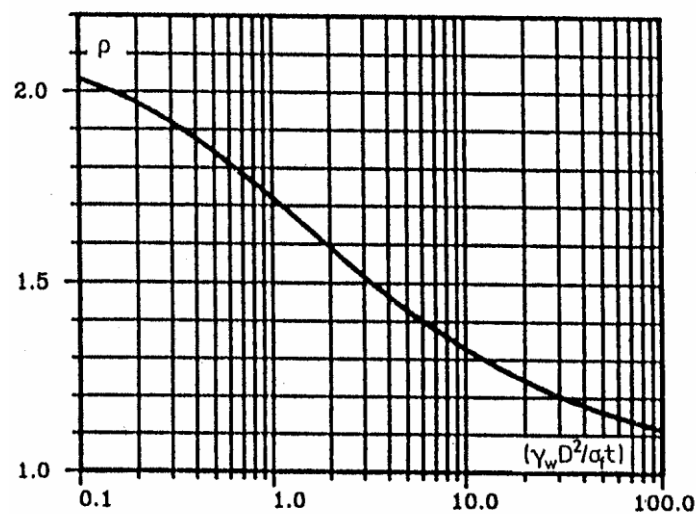
όπου  $D$  είναι η διάμετρος του κώνου στον υδροφόρο ορίζοντα και  $\rho$  είναι καθορισμένη από την Εικόνα 5 ως συνάρτηση του  $\gamma_w D^2/(\sigma_f t)$ , στην οποία  $\sigma_f$  είναι η καμπτική αντοχή του πάγου,  $\gamma_w$  είναι το μοναδιαίο βάρος του νερού και  $t$  είναι το πάχος του πάγου.

2)

$$L = \left( \frac{\frac{1}{2} E t^3}{12 \gamma_w (1 - \nu^2)} \right)^{0,25}$$

όπου  $E$  είναι το μέτρο του Young του πάγου και  $\nu$  είναι ο λόγος του Poisson του πάγου.

Κανείς από αυτούς τους τύπους για την πρόβλεψη του  $L$  αντανακλά την εξάρτηση του  $L$  από την ταχύτητα του τεμαχίου πάγου και οι τύποι πρέπει επομένως να χρησιμοποιούνται με προσοχή. Η πρόβλεψη του  $L$  είναι σε γενικές γραμμές μάλλον αβέβαιη και επομένως πρέπει να υποτεθούν στον σχεδιασμό σχετικά ευρέα φάσματα για την συχνότητα  $f_{ice}$  για να διασφαλιστεί ότι επιτυγχάνεται μία επαρκής δομική ασφάλεια.



Εικόνα 5: Παράγοντας  $\rho$  για τον υπολογισμό του μήκους ρωγμής στον πάγο

## Ε 600 Φορτία στάθμης νερού

**601** Παλιρροιακά φαινόμενα και φαινόμενα κυμάτων θύελλας θα θεωρούνται στην εκτίμηση των αποκρίσεων ενδιαφέροντος. Υψηλότερες στάθμες νερού τείνουν να αυξήσουν υδροστατικές φορτίσεις και φορτίσεις ρεύματος στην κατασκευή. Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν καταστάσεις όπου χαμηλότερες στάθμες νερού θα συνεπάγονται μεγαλύτερες υδροδυναμικές φορτίσεις. Υψηλότερες μέσες στάθμες νερού επίσης συνεπάγονται μία μείωση στο διαθέσιμο διάκενο για την πρόσβαση πλατφορμών και άλλων δομικών στοιχείων που εξαρτώνται από κάποιο ελάχιστο διάκενο.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Σε γενικές γραμμές, θα θεωρηθούν αμφότερες υψηλές και χαμηλές στάθμες νερού, οποιαδήποτε είναι δυσμενέστερη, όταν προβλέπονται φορτίσεις της στάθμης του νερού.



Για πρόβλεψη ακραίων αποκρίσεων, υπάρχουν δύο τέτοιες 50-ετείς στάθμες νερού να θεωρηθούν, δηλαδή μία χαμηλή 50-ετή στάθμη νερού και μία υψηλή 50-ετή στάθμη νερού. Μπορεί να υπάρχουν καταστάσεις όπου μία στάθμη νερού ανάμεσα σε αυτές τις δύο 50-ετείς στάθμες θα παράγει τις δυσμενέστερες αποκρίσεις.

## **E 700 Σεισμικά φορτία**

**701** Όταν μία κατασκευή ανεμογεννήτριας πρόκειται να σχεδιαστεί για εγκατάσταση σε μία τοποθεσία που μπορεί να υπόκειται σε έναν σεισμό, η κατασκευή θα σχεδιάζεται να ανθίσταται τα σεισμικά φορτία. Γι αυτόν τον σκοπό μπορούν να χρησιμοποιηθούν φάσματα απόκρισης σε όρους των λεγόμενων φάσματα ψευδοαπόκρισης.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Φάσματα ψευδοαπόκρισης για μία κατασκευή ορίζονται για μετακίνηση, ταχύτητα και επιτάχυνση. Για ένα δεδομένο λόγο απόσβεσης  $\gamma$  και γωνιακή συχνότητα  $\omega$ , το φάσμα ψευδοαπόκρισης  $S$  δίνει τη μέγιστη τιμή της εξεταζόμενης απόκρισης στη διάρκεια της απόκρισης. Αυτή μπορεί να υπολογιστεί από την ιστορία εδαφικής επιτάχυνσης από το ολοκλήρωμα του Duhamel. Θεωρούνται τα ακόλουθα φάσματα ψευδοαπόκρισης:

- $S_D$ , φασματική μετακίνηση απόκρισης
- $S_V$ , φασματική ταχύτητα απόκρισης
- $S_A$ , φασματική επιτάχυνση απόκρισης

Για μία κατασκευή ελαφράς απόσβεσης, εφαρμόζονται οι ακόλουθες προσεγγιστικές σχέσεις,  $S_A \approx \omega^2 S_D$  και  $S_V \approx \omega S_D$ , τέτοιες ώστε να αρκεί να καθιερωθεί το φάσμα επιτάχυνσης και στη συνέχεια χρήση αυτών για την καθιέρωση των άλλων δύο φασμάτων.

Είναι σημαντικό να αναλυθεί η κατασκευή της ανεμογεννήτριας για τις επαγόμενες από τον σεισμό επιταχύνσεις σε μία κατακόρυφη και δύο οριζόντιες διευθύνσεις. Συνήθως αρκεί να περιοριστεί η ανάλυση σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις σε μία ανάλυση σε μία οριζόντια διεύθυνση, λόγω της συμμετρίας του δυναμικού συστήματος. Η κατακόρυφη επιτάχυνση μπορεί να οδηγήσει σε λυγισμό στον πύργο. Δεδομένου ότι δεν αναμένεται να εμπλέκεται δυναμική με την κατακόρυφη κίνηση, ο πύργος μπορεί να αναλυθεί ως προς τον λυγισμό για το επαγόμενο φορτίο από τη μέγιστη κατακόρυφη επιτάχυνση προκαλούμενη από τον σεισμό. Ωστόσο, κανονικά ο μόνος εμφανής λυγισμός είναι εκείνος που συνδέεται με την εδαφική κίνηση στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις και η ανάλυση λυγισμού για την κατακόρυφη κίνηση μπορεί τότε να μην είναι σχετική. Για λεπτομερή ανάλυση λυγισμού για τον πύργο, αναφορά γίνεται στα DNV-OS-C101 και NORSOK.

Για ανάλυση των οριζόντιων κινήσεων και επιταχύνσεων, η ανεμογεννήτρια μπορεί να αντιπροσωπευθεί από μία συγκεντρωμένη μάζα στην κορυφή μιας κατακόρυφης ράβδου και το φάσμα απόκρισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για τον καθορισμό των οριζόντιων φορτίων που ασκούνται από τις εδαφικές κινήσεις. Για μία τυπική ανεμογεννήτρια, η συγκεντρωμένη μάζα μπορεί να ληφθεί ως η μάζα της νασέλας, συμπεριλαμβανομένης της μάζας του ρότορα, συν το  $\frac{1}{4}$  της μάζας του πύργου.

**702** Όταν μία κατασκευή ανεμογεννήτριας πρόκειται να εγκατασταθεί σε περιοχές οι οποίες μπορεί να υπόκεινται σε τσουνάμι που προκαλούνται από σεισμούς, θα θεωρείται το αποτέλεσμα της φόρτισης των τσουνάμι στην κατασκευή.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Τα τσουνάμι είναι σεισμικά θαλάσσια κύματα. Για να ληφθούν υπόψη τα αποτελέσματα της φόρτισης των τσουνάμι στις κατασκευές ανεμογεννητριών σε ρηγά νερά, μια αποδεκτή προσέγγιση είναι να υπολογιστούν τα φορτία για το μέγιστο θαλάσσιο κύμα που μπορεί να υπάρξει στο πεδίο για το δεδομένο βάθος νερού.

## **E 800 Θαλάσσια βλάστηση**

**801** Η θαλάσσια βλάστηση θα λαμβάνεται υπόψη αυξάνοντας την εξωτερική διάμετρο του εν λόγω κατασκευαστικού μέλους στους υπολογισμούς των υδροδυναμικών φορτίων κύματος και ρεύματος. Το πάχος της θαλάσσιας βλάστησης εξαρτάται από το βάθος κάτω από την στάθμη της θάλασσας και τον προσανατολισμό του δομικού στοιχείου. Το πάχος θα εκτιμάται βασισμένο σε σχετική τοπική εμπειρία και υπάρχουσες μετρήσεις. Επιτόπου ειδικευμένες μελέτες μπορεί να είναι απαραίτητες προκειμένου να καθοριστεί η πιθανή εξάρτηση του πάχους και του βάθους από την βλάστηση.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ακόλουθο προφίλ θαλάσσιας βλάστησης για σχεδιασμό σε Νορβηγικά ύδατα και ύδατα του Ηνωμένου Βασιλείου:

Βάθος κάτω από τη ΜΣΝ (m)	Πάχος θαλάσσιας βλάστησης (mm)	
	Κεντρική και Βόρειο Τμήμα Βόρειας Θάλασσας (56° με 59° Β)	Νορβηγική Θάλασσα (59° με 72° Β)
-2 με 40	100	60
> 40	50	30

Κάπως μεγαλύτερες τιμές, μέχρι 150 mm ανάμεσα στη στάθμη της θάλασσας και στο LAT-10 m, μπορεί να βρεθούν στο Νότιο Τμήμα της Βόρειας Θάλασσας.

Στην Υπεράκτια κεντρική και νότια Καλιφόρνια, τα πάχη θαλάσσιας βλάστησης των 200 mm είναι κοινά.

Στον Κόλπο του Μεξικό, τα πάχη θαλάσσιας βλάστησης μπορεί να ληφθούν ως 100 mm ανάμεσα στο LAT και 50 m βάθος και ως 300 mm στη ζώνη παφλασμού πάνω από το LAT, εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά. Στην Υπεράκτια Δυτική Αφρική, τα πάχη θαλάσσιας βλάστησης μπορεί να ληφθούν ως 100 mm ανάμεσα στο LAT και 50 m βάθος και ως 300 mm στη ζώνη παφλασμού πάνω από το LAT, εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά.

Η εξωτερική διάμετρος ενός δομικού μέλους υποκειμένου σε θαλάσσια βλάστηση θα αυξάνεται κατά το διπλάσιο του συνιστώμενου πάχους στην εν λόγω τοποθεσία.

Ο τύπος της θαλάσσιας βλάστησης μπορεί να έχει αντίκτυπο στις τιμές των υδροδυναμικών συντελεστών που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς των υδροδυναμικών φορτίων από κύματα και ρεύμα.

**802** Λόγω των αβεβαιοτήτων που εμπλέκονται στις υποθέσεις ανεξάρτητα από την θαλάσσια βλάστηση σε μία κατασκευή, μία στρατηγική για επιθεώρηση και πιθανή απομάκρυνση της θαλάσσιας βλάστησης θα πρέπει να σχεδιάζεται ως μέρος του σχεδιασμού της κατασκευής. Όταν σχεδιάζεται μία τέτοια στρατηγική, η συχνότητα επιθεώρησης, η μέθοδος επιθεώρησης και τα κριτήρια για την απομάκρυνση της βλάστησης θα βασίζονται στον αντίκτυπο της θαλάσσιας βλάστησης στην ασφάλεια της κατασκευής και στο βαθμό εμπειρίας με θαλάσσια βλάστηση κάτω από τις συγκεκριμένες επικρατούσες συνθήκες στο πεδίο.

### Ε 900 Υποσκαφή

**901** Η υποσκαφή είναι το αποτέλεσμα της διάβρωσης των εδαφικών σωματιδίων σε μία και κοντά σε μία θεμελίωση και προκαλείται από κύματα και ρεύμα. Η υποσκαφή είναι ένα αποτέλεσμα φόρτισης και μπορεί να έχει επίπτωση στη γεωτεχνική ικανότητα μιας θεμελίωσης και εκ τούτου στην κατασκευαστική απόκριση που δέπει τα οριακά αποτελέσματα φόρτισης και τα αποτελέσματα φορτίου κόπωσης σε δομικά στοιχεία. Απαιτήσεις για την υποσκαφή δίνονται στο Τμήμα 10 B300.

**902** Μέσα για την αποτροπή υποσκαφής και απαιτήσεις σε τέτοια μέσα δίνονται στο Τμήμα 10 B300.

### Ε 1000 Φορτία κατά την διάρκεια της φόρτωσης, μεταφοράς και εγκατάστασης

**1001** Τα κριτήρια σχεδιασμού θα ορίζονται για αποδεκτές περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την διάρκεια της φόρτωσης (από την ακτή), μεταφοράς, εγκατάστασης και αποσυναρμολόγησης κατασκευών υπεράκτιων ανεμογεννητριών και των θεμελιώσεών τους. Τα κριτήρια σχεδιασμού θα ορίζονται επίσης για αποδεκτές περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την διάρκεια εγκατάστασης, αποσυναρμολόγησης και αντικατάστασης των ροτόρων και νασελών ανεμογεννητριών επειδή αυτές οι προσωρινές φάσεις για τα στοιχεία της ανεμογεννήτριας επηρεάζουν τις κατασκευές στήριξης και τις θεμελιώσεις, π.χ. εκθέτοντάς τα σε προσωρινά φορτία. Βασισμένα στις εφαρμοζόμενες διαδικασίες εργασίας, στα χρησιμοποιούμενα σκάφη και στη διάρκεια της εν λόγω επιχείρησης, θα καθορίζονται αποδεκτά όρια για τις ακόλουθες περιβαλλοντικές ιδιότητες:

- ταχύτητα ανέμου και διεύθυνση ανέμου
- σημαντικό ύψος κύματος και διεύθυνση κύματος
- ύψος κύματος και περίοδος κύματος
- ταχύτητα ρεύματος και διεύθυνση ρεύματος

— πάγος

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Αμφότερα το σημαντικό ύψος κύματος και τα ύψη των μεμονωμένων κυμάτων συνήθως χρειάζονται. Το σημαντικό ύψος κύματος χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς πριν από την θαλάσσια επιχείρηση, αλλά μπορεί δύσκολα να χρησιμοποιηθεί κατά την διάρκεια της επιχείρησης αυτής καθ' εαυτής. Κατά την διάρκεια της επιχείρησης αυτής καθ' εαυτής, χρησιμοποιούνται τα μεμονωμένα ύψη κύματος, βασισμένα σε μία επιτόπου εκτίμηση.

Η στάθμη του νερού συνήθως είναι ένα ζήτημα μόνο σε τοποθεσίες με σημαντική παλίρροια.

Ο πάγος μπορεί να είναι ένα ζήτημα για επιχειρήσεις συντήρησης και επισκευής σε δριμύτερα κλίματα.

**1002** Βασισμένες στα επιλεγόμενα περιβαλλοντικά κριτήρια σχεδιασμού, θα προσδιορίζονται σχετικές προσωρινές συνθήκες φόρτισης και θα καθορίζονται τα επακόλουθα δυναμικά χαρακτηριστικά φορτία που ασκούνται στα δομικά στοιχεία.

Αυτές οι συνθήκες φόρτισης θα περιλαμβάνουν κανονικά, αλλά δεν θα περιορίζονται σε αυτά, τα ακόλουθα φορτία:

α) για την φάση φόρτωσης:

- καθολικά φορτία στην κατασκευή κατά την διάρκεια χερσαίων και παράκτιων επιχειρήσεων ανύψωσης και ανατροπής (όρθια τοποθέτηση)
- τοπικά φορτία σε κατασκευαστικές λεπτομέρειες ανύψωσης, όπως κάβοι και στροφείς.

β) για την φάση μεταφοράς:

- καθολικά φορτία στην κατασκευή που υποστηρίζεται από μεταφορικές στηρίξεις και θαλάσσια στοιχεία στερέωσης
- τοπικά φορτία στο στοιχείο που ασκούνται στη διεύθυνση των κατακόρυφων και οριζόντιων στηρίξεων.

γ) για την φάση εγκατάστασης:

- καθολικά φορτία στην κατασκευή κατά την διάρκεια υπεράκτιων επιχειρήσεων ανύψωσης και όρθιας τοποθέτησης, ανάλογα με την περίπτωση
- τοπικά φορτία σε κατασκευαστικές λεπτομέρειες ανύψωσης, καθολικά φορτία ανύψωσης στην κατασκευή κατά την διάρκεια ανύψωσης και ανατροπής (αντίστροφη τοποθέτηση).

**1003** Τα χαρακτηριστικά δυναμικά φορτία θα συνδυάζονται με συνδεδεμένα στατικά φορτία, χρησιμοποιώντας τις αρχές όπως δίνονται στο Τμήμα 5, προκειμένου να ληφθούν τα φορτία σχεδιασμού για τις προσωρινές φάσεις.

**1004** Οι Κανόνες DNV για την Σχεδίαση και την Εκτέλεση Θαλάσσιων Επιχειρήσεων δίνουν απαιτήσεις και κατευθυντήριες γραμμές για το πώς θα καθοριστούν περιβαλλοντικά κριτήρια σχεδιασμού για προσωρινές φάσεις.

**1005** Για μία γενική παρουσίαση των θαλάσσιων επιχειρήσεων, της έννοιας της Εγγύησης Θαλάσσιων Ερευνών και μιας παρουσίασης των Κανόνων DNV για την Σχεδίαση και την Εκτέλεση Θαλάσσιων Επιχειρήσεων, αναφορά γίνεται στο Τμήμα 12.

## **ΣΤ. Συνδυασμός Περιβαλλοντικών Φορτίων**

### **ΣΤ 100 Γενικά**

**101** Αυτό το τμήμα δίνει απαιτήσεις για τον συνδυασμό περιβαλλοντικών φορτίων στις συνθήκες λειτουργίας.

**102** Οι απαιτήσεις αναφέρονται στα χαρακτηριστικά φορτία της ανεμογεννήτριας βασισμένα σε μία διερεύνηση των περιπτώσεων φόρτισης όπως καθορίζονται στους Πίνακες E1 και E3.

**103** Για σχεδιασμό στις ΟΚΑ, το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα του περιβαλλοντικού φορτίου θα λαμβάνεται ως το 90% εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος του περιβαλλοντικού φορτίου, δηλαδή είναι το αποτέλεσμα φόρτισης του οποίου η περίοδος επαναφοράς είναι 50 έτη και του οποίου η συνδεδεμένη πιθανότητα υπέρβασης είναι 0,02. Όταν το αποτέλεσμα φόρτισης είναι το αποτέλεσμα της ταυτόχρονης φόρτισης δύο ή περισσότερων διαδικασιών φόρτισης,

αυτές οι προδιαγραφές στο χαρακτηριστικό αποτέλεσμα φόρτισης εφαρμόζονται στο συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης από τις ταυτόχρονες ασκούμενες διαδικασίες φόρτισης. Τα επακόλουθα εδάφια καθορίζουν πώς μπορούν να συνδυαστούν ταυτόχρονα ασκούμενα περιβαλλοντικά φορτία για να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο χαρακτηριστικό συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης.

**104** Περιβαλλοντικά φορτία είναι φορτία που ασκούνται από τα περιβάλλοντα που περιβάλλουν την κατασκευή. Τυπικά περιβάλλοντα είναι άνεμος, κύματα, ρεύμα και πάγος, αλλά άλλα περιβάλλοντα μπορεί επίσης να θεωρηθούν τέτοια όπως η θερμοκρασία και η κυκλοφορία των πλοίων. Κάθε περιβάλλον συνήθως χαρακτηρίζεται από μία παράμετρο έντασης. Ο άνεμος συνήθως χαρακτηρίζεται από την 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου, τα κύματα από το σημαντικό ύψος κύματος, το ρεύμα από το μέσο ρεύμα και ο πάγος από το πάχος του πάγου.

### ΣΤ 200 Περιβαλλοντικές καταστάσεις

**201** Οι περιβαλλοντικές καταστάσεις ορίζονται ως οι βραχυπρόθεσμες περιβαλλοντικές συνθήκες των περίπου σταθερών παραμέτρων έντασης. Η τυπική διάρκεια μιας περιβαλλοντικής κατάστασης είναι 10 λεπτά ή μία ώρα. Η μακροπρόθεσμη μεταβλητότητα πολλαπλών παραμέτρων έντασης αντιπροσωπευτικών πολλαπλών, ταυτόχρονων ασκούμενων φορτίων περιβαλλόντων μπορούν να αναπαρασταθούν από ένα διάγραμμα διασποράς ή από μία κοινή συνάρτηση κατανομής πιθανότητας συμπεριλαμβανομένων πληροφοριών για την κατεύθυνση του φορτίου.

### ΣΤ 300 Περιβαλλοντικά περιγράμματα

**301** Ένα περιβαλλοντικό περίγραμμα είναι ένα περίγραμμα που σχεδιάζεται μέσα από μία σειρά περιβαλλοντικών καταστάσεων σε ένα διάγραμμα διασποράς ή σε ένα κοινό διάγραμμα πυκνότητας πιθανότητας για τις παραμέτρους έντασης των ταυτόχρονα ασκούμενων περιβαλλοντικών διαδικασιών. Οι περιβαλλοντικές καταστάσεις που ορίζονται από το περίγραμμα είναι καταστάσεις των οποίων η κοινή ποιότητα είναι ότι η πιθανότητα μιας πιο σπάνιας περιβαλλοντικής κατάστασης είναι  $p = T_S / T_R$  όπου  $T_S$  είναι η διάρκεια της περιβαλλοντικής κατάστασης και  $T_R$  είναι η καθορισμένη περίοδος επαναφοράς.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Η ιδέα του περιβαλλοντικού περιγράμματος είναι ότι η περιβαλλοντική κατάσταση της οποίας η περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$  βρίσκεται κάπου κατά μήκος του περιβαλλοντικού περιγράμματος που ορίζεται βασισμένο στην  $T_R$ . Όταν μόνο μία περιβαλλοντική διαδικασία είναι ενεργή, το περιβαλλοντικό περίγραμμα εκφυλίζεται σε ένα σημείο σε ένα μονοδιάστατο διάγραμμα πυκνότητας πιθανότητας για την παράμετρο έντασης της εν λόγω διαδικασίας και η τιμή της έντασης σε αυτό το σημείο γίνεται ίση με την τιμή της οποίας η περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$ .

Για μία υπεράκτια ανεμογεννήτρια, η διαδικασία ανέμου και η διαδικασία κύματος είναι δύο τυπικές ταυτόχρονες περιβαλλοντικές διαδικασίες. Η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου  $U_{10}$  παριστάνει την ένταση της διαδικασίας ανέμου και το σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$  παριστάνει την ένταση της διαδικασίας κύματος. Η κοινή κατανομή πιθανότητας των  $U_{10}$  και  $H_S$  μπορεί να παρασταθεί σε όρους της αθροιστικής συνάρτησης κατανομής  $F_{U_{10}}$  για την  $U_{10}$  και της αθροιστικής συνάρτησης κατανομής  $F_{H_S|U_{10}}$  για το  $H_S$  με δεδομένη την  $U_{10}$ . Μία πρώτης τάξης προσέγγιση στο περιβαλλοντικό περίγραμμα για την περίοδο επαναφοράς  $T_R$  μπορεί να ληφθεί ως ο άπειρος αριθμός λύσεων ( $U_{10}, H_S$ ) της παρακάτω εξίσωσης

$$\sqrt{\left(\Phi^{-1}\left(F_{U_{10}}\left(U_{10}\right)\right)\right)^2 + \left(\Phi^{-1}\left(F_{H_S|U_{10}}\left(H_S\right)\right)\right)^2} = \Phi^{-1}\left(1 - \frac{T_S}{T_R}\right)$$

που είναι έγκυρη για  $T_S < T_R$

στην οποία  $\Phi^{-1}$  δηλώνει την αντίστροφη της τυπικής κανονικής αθροιστικής συνάρτησης κατανομής.

Το περιβαλλοντικό περίγραμμα του οποίου η συνδεόμενη περίοδος επαναφοράς είναι 50 έτη είναι χρήσιμη για την εύρεση του 50-ετούς αποτελέσματος φόρτισης στην κατασκευή της ανεμογεννήτριας τότε μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι το 50-ετές αποτέλεσμα φόρτισης εμφανίζεται κατά την διάρκεια της 50-ετούς περιβαλλοντικής κατάστασης. Όταν μπορεί να γίνει αυτή η υπόθεση, το 50-ετές αποτέλεσμα φόρτισης μπορεί να εκτιμηθεί από κάποιο υψηλό εκατοστημόριο, όπως το 90% εκατοστημόριο, στην δεσμευμένη κατανομή του αποτελέσματος

φόρτισης σε αυτήν την περιβαλλοντική κατάσταση μεταξύ των περιβαλλοντικών καταστάσεων διάρκειας  $T_S$  κατά την έννοια του 50-ετούς περιβαλλοντικού περιγράμματος που παράγει το μεγαλύτερο αποτέλεσμα φόρτισης. Η περιβαλλοντική κατάσταση χαρακτηρίζεται από μία συγκεκριμένη διάρκεια, π.χ. μία ώρα. Οποτεδήποτε τα δεδομένα για τα  $U_{10}$  και  $H_S$  αναφέρονται σε περιόδους επαναφοράς οι οποίες είναι διαφορετικές από αυτήν την διάρκεια, θα πρέπει να διεξάγονται κατάλληλες μετατροπές σε αυτά τα δεδομένα στη συγκεκριμένη διάρκεια της περιβαλλοντικής κατάστασης.

#### **ΣΤ 400 Συνδυασμένο φορτίο και αποτέλεσμα φόρτισης λόγω φορτίου ανέμου και κύματος**

**401** Σε μία βραχυπρόθεσμη περίοδο με ένα συνδυασμό κυμάτων και κυμαινόμενου ανέμου, οι μεμονωμένες μεταβολές των δύο διαδικασιών φόρτισης ως προς τις αντίστοιχες μέσες τιμές μπορούν να υποτεθούν ασυσχέτιστες. Αυτή η υπόθεση μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις εντάσεις και διευθύνσεις των διαδικασιών φόρτισης και ανεξάρτητα από πιθανές συσχετίσεις ανάμεσα στις εντάσεις και ανάμεσα στις διευθύνσεις.

**402** Σε αυτό το πρότυπο δίνονται δύο μέθοδοι για τον συνδυασμό του φορτίου ανέμου και του φορτίου κύματος:

- Γραμμικός συνδυασμός φορτίου ανέμου και φορτίου κύματος, ή των αποτελεσμάτων του φορτίου ανέμου και των αποτελεσμάτων του φορτίου κύματος, βλέπε ΣΤ500.
- Συνδυασμός φορτίου ανέμου και φορτίου κύματος από προσομοίωση, βλέπε ΣΤ600.

**403** Οι μέθοδοι συνδυασμού των φορτίων παρουσιάζονται στα ΣΤ500 και ΣΤ600 και οι συνδυασμοί φόρτισης που καθορίζονται στο ΣΤ700 εκφράζονται σε όρους συνδυασμών των αποτελεσμάτων του φορτίου ανέμου, των αποτελεσμάτων του φορτίου κύματος και πιθανών άλλων αποτελεσμάτων φόρτισης. Αυτό αντιστοιχεί στον σχεδιασμό σύμφωνα με την Προσέγγιση (1) στο Τμήμα 2 Ε202. Για σχεδιασμό σύμφωνα με την Προσέγγιση (2) στο Τμήμα 2 Ε202, ο όρος «αποτέλεσμα φόρτισης» στα ΣΤ500, ΣΤ600 και ΣΤ700 θα ερμηνεύεται ως «φορτίο» ώστε αυτά τα «φορτία σχεδιασμού» να παράγονται από τις προβλεπόμενες διαδικασίες συνδυασμού αντί των «αποτελεσμάτων φόρτισης σχεδιασμού». Ακολουθώντας την Προσέγγιση (2), τα αποτελέσματα φόρτισης σχεδιασμού προκύπτουν στη συνέχεια από κατασκευαστικές αναλύσεις για αυτά τα φορτία σχεδιασμού.

#### **ΣΤ 500 Γραμμικοί συνδυασμοί του φορτίου ανέμου και του φορτίου κύματος**

**501** Το συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης στην κατασκευή λόγω ταυτόχρονων φορτίων ανέμου και κύματος μπορεί να υπολογιστεί συνδυάζοντας το ξεχωριστά υπολογισμένο αποτέλεσμα του φορτίου ανέμου και το ξεχωριστά υπολογισμένο φορτίο κύματος από γραμμική υπέρθεση. Αυτή η μέθοδος μπορεί να εφαρμόζεται με την έννοια των αξιολογήσεων και επίσης σε μερικές περιπτώσεις σε υπολογισμούς φόρτισης για τον τελικό σχεδιασμό, για παράδειγμα σε ρηχό νερό ή όταν μπορεί να αποδειχθεί ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη δυναμική επιρροή από κύματα, άνεμο, πάγο ή συνδυασμούς αυτών.

Σύμφωνα με την διάταξη του γραμμικού συνδυασμού που παρουσιάζονται στο Τμήμα 2, το συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης εκφράζεται ως

$$S_d = \gamma_{f1} S_{wind,k} + \gamma_{f2} S_{wave,k}$$

στην οποία το  $S_{wind,k}$  συμβολίζει το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα του φορτίου ανέμου και  $S_{wave,k}$  συμβολίζει το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα του φορτίου κύματος. Είναι ένα προαπαιτούμενο για χρήση αυτής της προσέγγισης να καθοριστεί το συνδυασμένο αποτέλεσμα σχεδιασμού της φόρτισης ώστε η μεμονωμένα υπολογισμένη τιμή του χαρακτηριστικού αποτελέσματος του φορτίου κύματος  $S_{wave,k}$  λαμβάνεται από ρεαλιστικές υποθέσεις ως προς την ισοδύναμη απόσβεση που προκύπτει από την κατασκευαστική απόσβεση και την αεροδυναμική απόσβεση. Η ισοδύναμη απόσβεση εξαρτάται από τις ακόλουθες συνθήκες που σχετίζονται με την ανεμογεννήτρια και το φορτίο ανέμου στον στρόβιλο:

- αν η ανεμογεννήτριας εκτίθεται στον άνεμο ή όχι
- αν η ανεμογεννήτρια βρίσκεται σε λειτουργία ή είναι σταθμευμένη

- αν η ανεμογεννήτρια είναι ρυθμιζόμενη από αγκύριο ή από αναβολέα
- συνδυασμός φορτίου ανέμου και φορτίου κύματος από προσομοίωση, βλέπε ΣΤ600.

Σωστές υποθέσεις για την ανεμογεννήτρια και το φορτίο ανέμου θα γίνονται σύμφωνα με αυτήν την λίστα. Η ισοδύναμη απόσβεση θα καθορίζεται σε αντιστοιχία με αυτές τις υποθέσεις. Οι κατασκευαστικές αναλύσεις από ένα επαρκές μοντέλο κατασκευαστικής ανάλυσης και βασισμένες σε αυτήν την ισοδύναμη απόσβεση θα χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά αποτελέσματα του φορτίου κύματος  $S_{wave,k}$ . Η απόσβεση από την ανεμογεννήτρια θα πρέπει κατά προτίμηση να υπολογιστούν άμεσα σε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Όταν το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα φόρτισης  $S_{wave,k}$  ορίζεται ως το αποτέλεσμα φόρτισης του οποίου η περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$ , ο καθορισμός του  $S_{wave,k}$  ως ένα εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης μπορεί να αποδειχθεί περίπλοκος και εμπλέκει ένα μεγάλο αριθμό κατασκευαστικών αναλύσεων που πρέπει να διεξαχθούν προτού οι συνεισφορές σε αυτήν την κατανομή από όλες τις σημαντικές θαλάσσιες καταστάσεις να έχουν περιληφθεί.

Όταν μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι το  $S_{wave,k}$  εμφανίζεται κατά την διάρκεια ιδιαίτερων θαλάσσιων καταστάσεων διάρκειας  $T_S$  των οποίων το σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$  έχει μία περίοδο επαναφοράς ίση με  $T_R$ , τότε το  $S_{wave,k}$  μπορεί να εκτιμηθεί από την αναμενόμενη τιμή του μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης κατά την διάρκεια αυτής της θαλάσσιας κατάστασης και οι απαραίτητες αναλυτικές προσπάθειες μπορεί να γίνουν πολύ μειωμένες. Η υπόθεση ότι το  $S_{wave,k}$  εμφανίζεται στην θαλάσσια κατάσταση της οποίας η περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$  είναι συχνά λογική, εκτός αν υπάρχουν θαλάσσιες καταστάσεις για τις οποίες η κατασκευή διεγείρεται περισσότερο δυναμικά από ότι από αυτήν την συγκεκριμένη θαλάσσια κατάσταση, για παράδειγμα θαλάσσιες καταστάσεις που εμπλέκουν κυματοσυρμούς των οποίων οι περίοδοι είναι κοντά στα ακέραια πολλαπλάσια της ιδιοπερίόδου της κατασκευής.

Όταν η κατασκευαστική ανάλυση εμπλέκει εκτελέσεις ενός αριθμού προσομοιώσεων του μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης που εμφανίζεται κατά την διάρκεια της θαλάσσιας κατάστασης της οποίας το σημαντικό ύψος κύματος έχει μία περίοδο επαναφοράς  $T_R$ , τότε το  $S_{wave,k}$  θα εκτιμάται από τη μέση τιμή αυτών των προσομοιωμένων μέγιστων αποτελεσμάτων φόρτισης.

Τα φορτία ανέμου στη διεύθυνση του ανέμου κατά την διάρκεια της αδράνειας και με το σύστημα εκτροπής σε λειτουργία θα είναι αρκετά μικρά και θα συνίστανται κυρίως από τριβή στον πύργο και στο κάλυμμα της νασέλας. Κατά την διάρκεια αυτής της συνθήκης συνεπάγεται ότι τα πτερύγια έχουν αγκυρωθεί έτσι ώστε τα προφίλ των πτερυγίων να δείχνουν προς την κατεύθυνση αντίθετα από τον άνεμο ή στη διεύθυνση του ανέμου. Τα μεγαλύτερα φορτία ανέμου σε αυτήν την συνθήκη θα είναι τα φορτία των πτερυγίων που δρουν κάθετα στη διεύθυνση του ανέμου.

## ΣΤ 600 Συνδυασμός φορτίου ανέμου και φορτίου κύματος από προσομοίωση

**601** Το συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης στην κατασκευή λόγω των ταυτόχρονων φορτίων ανέμου και κύματος μπορεί εναλλακτικά να υπολογιστεί από άμεση προσομοίωση. Αυτή η προσέγγιση βασίζεται σε κατασκευαστικές αναλύσεις στο πεδίο του χρόνου για ταυτόχρονες εφαρμοζόμενες προσομοιωμένες χρονοσειρές του φορτίου ανέμου και του φορτίου κύματος. Από αυτήν την προσέγγιση, προσομοιωμένες χρονοσειρές των αποτελεσμάτων του συνδυασμένου αποτελέσματος φόρτισης, από τις οποίες ερμηνεύεται το χαρακτηριστικό συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης  $S_k$ .

### Επεξηγηματική σημείωση:

Η προσέγγιση απαιτεί ότι εγκαθιδρύεται ένα καθολικό μοντέλο κατασκευαστικής ανάλυσης, π.χ. στη μορφή ενός πλαισιακού μοντέλου βασισμένου σε στοιχεία δοκών, στο οποίο μπορούν να εφαρμοστούν οι σειρές φόρτισης από ταυτόχρονα δράσεις διαδικασίες φόρτισης. Αν και αυτό εξηγείται εδώ για δύο ταυτόχρονες δράσεις διαδικασίες φόρτισης, δηλαδή φορτία ανέμου και φορτία κύματος, αυτό μπορεί να γενικευτεί για να περιλάβει επίσης άλλες ταυτόχρονες διαδικασίες φόρτισης.

Όταν το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα φόρτισης  $S_k$  ορίζεται ως το αποτέλεσμα φόρτισης του οποίου η περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$ , ο προσδιορισμός του  $S_k$  ως ενός εκατοστημορίου στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης μπορεί να αποδειχθεί περίπλοκος και να εμπλέκει ένα μεγάλο αριθμό κατασκευαστικών αναλύσεων που πρέπει να διεξαχθούν προτού οι συνεισφορές σε αυτήν την κατανομή από όλες τις σημαντικές περιβαλλοντικές καταστάσεις να έχουν περιληφθεί.

Όταν μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι το  $S_k$  εμφανίζεται κατά την διάρκεια μιας περιβαλλοντικής κατάστασης διάρκειας  $T_S$  που συνδέεται με μία περίοδο επαναφοράς  $T_R$ , τότε το  $S_k$  μπορεί να εκτιμηθεί από την αναμενόμενη τιμή του μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης κατά την διάρκεια μιας τέτοιας περιβαλλοντικής κατάστασης και οι

απαραίτητες αναλυτικές προσπάθειες μπορεί να γίνουν πολύ μειωμένες. Κάτω από αυτήν την υπόθεση, το  $S_k$  μπορεί να εκτιμηθεί από την αναμενόμενη τιμή του μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης που μπορεί να βρεθεί μεταξύ των περιβαλλοντικών καταστάσεων στο περιβαλλοντικό περίγραμμα του οποίου η συνδεδεμένη περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$ .

Για να προσομοιωθεί μία υλοποίηση του μέγιστου ετήσιου αποτελέσματος φόρτισης κατά μήκος του περιβαλλοντικού περιγράμματος του οποίου η συνδεδεμένη περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$ , διεξάγεται μία προσομοίωση κατασκευαστικής ανάλυσης για κάθε περιβαλλοντική κατάσταση κατά μήκος του περιβαλλοντικού περιγράμματος και μία για τα αποτελέσματα του μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης για κάθε μία από αυτές τις καταστάσεις. Ο ίδιος σπόρος χρειάζεται να εφαρμοστεί για κάθε περιβαλλοντική κατάσταση που διερευνάται με αυτόν τον τρόπο. Μία ακόλουθη αναζήτηση κατά μήκος του περιγράμματος θα προσδιορίσει την περιζήτητη υλοποίηση του μέγιστου αποτελέσματος της φόρτισης. Στην πράξη, θα επαρκεί να διεξαχθεί προσομοίωση κατασκευαστικών αναλύσεων μόνο για έναν περιορισμένο αριθμό περιβαλλοντικών καταστάσεων κατά μήκος ενός τμήματος του περιβαλλοντικού περιγράμματος. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για έναν αριθμό διαφορετικών σπόρων και λαμβάνεται ο αντίστοιχος αριθμός των υλοποιήσεων του μέγιστου αποτελέσματος της φόρτισης. Το περιζήτητο χαρακτηριστικό αποτέλεσμα φόρτισης  $S_k$  εκτιμάται από τη μέση τιμή από αυτά τα προσομοιωμένα μέγιστα αποτελέσματα φόρτισης.

Όταν για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων της φόρτισης χρησιμοποιούνται δυναμικές προσομοιώσεις χρησιμοποιώντας ένα κατασκευαστικό δυναμικό μοντέλο, η συνολική περίοδος των προσομοιωμένων δεδομένων του αποτελέσματος της φόρτισης θα είναι αρκετά μεγάλη για να διασφαλιστεί στατιστική αξιοπιστία της εκτίμησης του περιζήτητου μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης. Τουλάχιστον έξι δεκάλεπτες στοχαστικές υλοποιήσεις (ή μία συνεχής 6-λεπτη περίοδος) θα απαιτούνται για κάθε 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου στο ύψος του άξονα που θεωρείται στις προσομοιώσεις. Δεδομένου ότι η αρχικές συνθήκες που χρησιμοποιούνται για τις δυναμικές προσομοιώσεις τυπικά έχουν έναν αντίκτυπο στα στατιστικά φόρτισης κατά την διάρκεια της έναρξης της περιόδου προσομοίωσης, τα πρώτα 5 δευτερόλεπτα δεδομένων (ή περισσότερα αν είναι απαραίτητο) θα εξαλείφονται από οποιαδήποτε διάστημα ανάλυσης που εμπλέκει εισαγωγή τυρβώδους ανέμου.

Τα φορτία ανέμου στη διεύθυνση του ανέμου κατά την διάρκεια της αδράνειας και με το σύστημα εκτροπής σε λειτουργία θα είναι αρκετά μικρά και θα συνίστανται κυρίως από τριβή στον πύργο και στο κάλυμμα της νασέλας. Κατά την διάρκεια αυτής της συνθήκης συνεπάγεται ότι τα πτερύγια έχουν αγκυρωθεί έτσι ώστε τα προφίλ των πτερυγίων να δείχνουν προς την κατεύθυνση αντίθετα από τον άνεμο ή στη διεύθυνση του ανέμου. Τα μεγαλύτερα φορτία ανέμου σε αυτήν την συνθήκη θα είναι τα φορτία των πτερυγίων που δρουν κάθετα στη διεύθυνση του ανέμου.

Το κυματικό πεδίο θα πρέπει να προσομοιώνεται εφαρμόζοντας μία έγκυρη κυματική θεωρία σύμφωνα με το Τμήμα 3. Προσομοίωση χρησιμοποιώντας γραμμική κυματική θεωρία (θεωρία Airy) σε ρηγά νερά μπορεί να υποτιμήσει σημαντικά τα κυματικά φορτία.

## **ΣΤ 700 Βασικές περιπτώσεις φόρτισης**

**701** Όταν δεν είναι διαθέσιμες πληροφορίες για να παραχθεί άμεσα το χαρακτηριστικό συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης, μπορεί να ληφθεί το χαρακτηριστικό συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης συνδυάζοντας τα μεμονωμένα χαρακτηριστικά αποτελεσμάτων φόρτισης λόγω των αντίστοιχων μεμονωμένων τύπων περιβαλλοντικών φορτίων. Ο Πίνακας ΣΤ1 καθορίζει μία λίστα καταστάσεων φόρτισης που θα θεωρηθούν όταν ακολουθείται αυτή η προσέγγιση, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί ότι το απαιτούμενο χαρακτηριστικό συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης, που ορίζεται ως το συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης με μια περίοδο επαναφοράς των 50 ετών, λαμβάνεται για τον σχεδιασμό. Κάθε περίπτωση φόρτισης ορίζεται ως συνδυασμός δύο ή περισσότερων τύπων περιβαλλοντικών φόρτισης. Για κάθε τύπο φόρτισης στο συνδυασμό φόρτισης μιας συγκεκριμένης περίπτωσης φόρτισης, ο πίνακας καθορίζει την χαρακτηριστική τιμή του αντίστοιχου, ξεχωριστού καθορισμένου αποτελέσματος φόρτισης. Η χαρακτηριστική τιμή καθορίζεται σε όρους της περιόδου επαναφοράς.

<b>Πίνακας ΣΤ1: Προτεινόμενοι συνδυασμοί φόρτισης για υπολογισμούς φόρτισης σύμφωνα με το εδάφιο 501</b>						
		<i>Περιβαλλοντικός τύπος φόρτισης και περίοδος επαναφοράς για τον καθορισμό της χαρακτηριστικής τιμής του αντίστοιχου αποτελέσματος φόρτισης</i>				
<i>Οριακή κατάσταση</i>	<i>Συνδυασμός φόρτισης</i>	<i>Άνεμος</i>	<i>Κύματα</i>	<i>Ρεύμα</i>	<i>Πάγος</i>	<i>Στάθμη νερού</i>
ΟΚΑ	1	50 έτη	5 έτη	5 έτη		50 έτη
	2	5 έτη	50 έτη	5 έτη		50 έτη
	3	5 έτη	5 έτη	50 έτη		50 έτη
	4	5 έτη		5 έτη	50 έτη	Μέση στάθμη νερού
	5	50 έτη		5 έτη	50 έτη	Μέση στάθμη νερού

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Ο Πίνακας ΣΤ1 διαμορφώνει τη βάση για τον καθορισμό του συνδυασμένου αποτελέσματος φόρτισης σχεδιασμού σύμφωνα με την διάταξη γραμμικού συνδυασμού στο εδάφιο 501. Ο Πίνακας ΣΤ1 αναφέρεται σε ένα χαρακτηριστικό συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης με μία περίοδο επαναφοράς 50 ετών και θα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τους συντελεστές φόρτισης που καθορίζονται στο Τμήμα 5.

Όταν μπορεί να υποθεθεί ότι το αποτέλεσμα φόρτισης του οποίου η περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$  εμφανίζεται κατά την διάρκεια περιβαλλοντικής κατάστασης της οποίας η περίοδος επαναφοράς είναι  $T_R$ , τότε οι πινακοποιημένες τιμές επανάληψης στον Πίνακα ΣΤ1 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως περίοδος επαναφοράς για την παράμετρο έντασης για τον τύπο φόρτισης που προκαλεί το εν λόγω συγκεκριμένο αποτέλεσμα φόρτισης. Με αυτή την ερμηνεία, ο Πίνακας ΣΤ1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως η βάση για τον καθορισμό του χαρακτηριστικού συνδυασμένου αποτελέσματος φόρτισης από γραμμικό συνδυασμό, στην οποία περίπτωση οι αναλύσεις για τις συγκεκριμένες περιπτώσεις φόρτισης του Πίνακα ΣΤ1 αντικαθιστούν τις περισσότερο περίπλοκες αναζητήσεις για το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα φόρτισης στα περιβαλλοντικά περιγράμματα όπως περιγράφεται στο εδάφιο 301.

Όταν η κατεύθυνση της φόρτισης είναι ένα σημαντικό ζήτημα, μπορεί να έχει ιδιαίτερη σημασία να διατηρηθεί ότι οι περίοδοι επαναφοράς του Πίνακα ΣΤ1 αναφέρονται στα αποτελέσματα φόρτισης αντί στις εντάσεις της φόρτισης. Για τον καθορισμό της 50-ετούς στάθμης νερού, θα θεωρούνται δύο τιμές, δηλαδή η υψηλή στάθμη νερού η οποία είναι το 98% εκατοστημόριο στην κατανομή της ετήσιας μέγιστης στάθμης νερού και η χαμηλή στάθμη νερού η οποία είναι το 2% εκατοστημόριο στην κατανομή της ετήσιας ελάχιστης στάθμης νερού. Για κάθε συνδυασμό φόρτισης στον Πίνακα ΣΤ1, θα χρησιμοποιείται η περισσότερο δυσμενής τιμή μεταξύ των δύο για την 50-ετή στάθμη νερού.

**702** Κάθε φορά που διερευνάται ένας συνδυασμός φόρτισης, ο οποίος περιέχει μία κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης από φορτίο ανέμου, ο συνδυασμός φόρτισης θα αναλύεται για δύο διαφορετικές υποθέσεις ως προς την κατάσταση της ανεμογεννήτριας:

- ανεμογεννήτρια σε λειτουργία (παραγωγή ενέργειας)
- σταθμευμένη ανεμογεννήτρια (αδράνεια ή ακινησία)

Το μεγαλύτερο αποτέλεσμα φόρτισης που προκύπτει από τις αντίστοιχες δύο αναλύσεις θα χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Συνήθως δεν είναι ξεκάθαρο εκ των προτέρων ποια από τις δύο υποθέσεις θα παράγει το μεγαλύτερο αποτέλεσμα φόρτισης, ακόμα και αν τα πτερύγια της σταθμευμένης ανεμογεννήτριας τίθενται στη θέση πέδησης για να ελαχιστοποιηθούν τα φορτία ανέμου.

Σε μία ΟΚΑ όπου το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα του φορτίου ανέμου πρέπει να ληφθεί ως το 50-ετές αποτέλεσμα του φορτίου ανέμου, ο υπολογισμός για την ανεμογεννήτρια σε λειτουργία θα αντιστοιχεί στον υπολογισμό του αποτελέσματος φόρτισης για ένα κλίμα ανέμου του οποίου η ένταση είναι κάπου ανάμεσα στην ταχύτητα ένταξης και την ταχύτητα αποκοπής του ανέμου. Για ρυθμιζόμενες από αναβολέα ανεμογεννήτριες, οι ακραίες λειτουργικές δυνάμεις εμφανίζονται για κλίματα ανέμου των οποίων οι εντάσεις είναι κοντά στην 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου όπου ξεκινά η ρύθμιση, τυπικά 13 με 14 m/s.

Για την σταθμευμένη ανεμογεννήτρια, ο υπολογισμός σε μία ΟΚΑ θα αντιστοιχεί στον υπολογισμό του 50-ετούς αποτελέσματος φόρτισης όπως αν η ανεμογεννήτρια θα σε σταθμευμένη κατάσταση κατά την διάρκεια ολόκληρης της ζωής σχεδιασμού της.

**703** Όταν μπορεί να καθιερωθεί ως απίθανο ότι η ανεμογεννήτρια θα είναι σε λειτουργία κατά την διάρκεια κύματος, πάγου, ρεύματος και/ή συνθηκών στάθμης νερού που διαμορφώνουν μέρος ενός



υπό διερεύνηση συνδυασμού φόρτισης, η απαίτηση του εδαφίου 702 να αναλυθεί ο συνδυασμός φόρτισης για την υπόθεση της ανεμογεννήτριας σε λειτουργία μπορεί να είναι πολύ αυστηρή. Όταν αντιμετωπίζεται τέτοια απίθανη κατάσταση, η εκπλήρωση αυτής της απαίτησης του εδαφίου 702 μπορεί να παρεκκλίνει από τον ακόλουθο τρόπο: Ο υπό διερεύνηση συνδυασμός φόρτισης θα αναλύεται ακόμη για την υπόθεση της ανεμογεννήτριας σε λειτουργία. Ωστόσο, οι απαιτήσεις στις περιόδους επαναφοράς του κύματος, του πάγου, του ρεύματος και των συνθηκών στάθμης νερού με τις οποίες συνδυάζεται το αποτέλεσμα του φορτίου ανέμου μπορούν να χαλαρώσουν και να τεθούν μικρότερες από τις τιμές που καθορίζονται στον Πίνακα ΣΤ1 για το συγκεκριμένο συνδυασμό φόρτισης, όσο μπορεί να τεκμηριωθεί ότι η περίοδος επαναφοράς για το προκύπτον συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης δεν έφτνει κάτω από τα 50 έτη.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Όταν η διασπορά είναι περιορισμένη και άνεμος και κύματα έχουν την ίδια κατεύθυνση σε σφοδρές καταιγίδες, τότε η ένταση του κλίματος ανέμου είναι πιθανό να φτάσει το ακραίο μέγιστο της την ίδια στιγμή που η ένταση του κλίματος κύματος φτάνει το ακραίο μέγιστο του και μπορεί να είναι απίθανο να ειδωθούν ταχύτητες ανέμου κάτω από την ταχύτητα αποκοπής του ανέμου κατά την διάρκεια της παρουσίας του 50-ετούς κλίματος κύματος. Παρομοίως, μπορεί να είναι απίθανο να ειδωθεί το 50-ετές κλίματος κύματος κατά την διάρκεια λειτουργίας της ανεμογεννήτριας.

Όταν η τοπογραφία, π.χ. σε όρους μιας κοντινής ακτογραμμής, εξαναγκάζει το ακραίο μέγιστο του κλίματος ανέμου να λάβει χώρα σε ένα διαφορετικό χρόνο από το ακραίο μέγιστο της έντασης του κλίματος κύματος, τότε μπορεί να είναι πιθανό να ειδωθούν ταχύτητες ανέμου κάτω από την ταχύτητα αποκοπής του ανέμου κατά την διάρκεια της παρουσίας του 50-ετούς κλίματος κύματος. Παρομοίως, μπορεί να είναι πιθανό να ειδωθεί το 50-ετές κλίμα κύματος κατά την διάρκεια λειτουργίας της ανεμογεννήτριας.

Όταν μία μεγάλη διασπορά είναι παρούσα, μπορεί να υπάρχει μία φάση διαφορετική ανάμεσα στην εμφάνιση του ακραίου μέγιστου της έντασης του κλίματος ανέμου και του ακραίου μέγιστου της έντασης του κλίματος κύματος και μπορεί να είναι πιθανό να ειδωθούν ταχύτητες ανέμου κάτω από την ταχύτητα αποκοπής του ανέμου κατά την διάρκεια της παρουσίας του 50-ετούς κλίματος κύματος. Παρομοίως, μπορεί να είναι πιθανό να ειδωθεί το 50-ετές κλίμα κύματος κατά την διάρκεια της λειτουργίας της ανεμογεννήτριας.

**704** Κάθε φορά που διερευνάται μία κατάσταση φόρτισης, η οποία περιέχει μία κατανομή αποτελέσματος φόρτισης από φορτία πάγου, θα θεωρούνται φορτία από κινούμενο πάγο καθώς φορτία από ταχέως πηγμένο πάγο και φορτία λόγω θερμοκρασιακών διακυμάνσεων στον πάγο.

**705** Ο συνδυασμός φόρτισης Αρ. 5 στον Πίνακα ΣΤ1 έχει σημασία για κατασκευές σε ύδατα που καλύπτονται από πάγο κάθε χρόνο. Οι έρευνες για τον συνδυασμό φόρτισης Αρ. 5 στον Πίνακα ΣΤ1 μπορούν να αρθούν για κατασκευές σε ύδατα τα οποία καλύπτονται από πάγο λιγότερο συχνά από κάθε χρόνο.

**706** Όταν μία περίπτωση φόρτισης διερευνάται, που περιέχει μία κατανομή αποτελέσματος φόρτισης από φορτία κύματος, θα θεωρούνται φορτία από κυματοσυρμούς σε λιγότερο έντονες θαλάσσιες καταστάσεις από την θαλάσσια κατάσταση της καθορισμένης περιόδου επαναφοράς αν αυτά τα φορτία αποδεικνύουν ότι παράγουν ένα μεγαλύτερο αποτέλεσμα φόρτισης από την θαλάσσια κατάσταση της καθορισμένης περιόδου επαναφοράς.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Δυναμικές επιρροές μπορεί να προκαλούν λιγότερο έντονες θαλάσσιες καταστάσεις από τη θαλάσσια κατάσταση της καθορισμένης περιόδου επαναφοράς για να παραχθούν πιο έντονα αποτελέσματα φόρτισης, π.χ. αν αυτές οι θαλάσσιες κατασκευές συνεπάγονται κυματοσυρμούς που φθάνουν στην κατασκευή της ανεμογεννήτριας με συχνότητες οι οποίες συμπίπτουν με μία συχνότητα μιας από τις ιδιοταλαντώσεις της κατασκευής. Η πιθανότητα κύματα να θραύονται στην κατασκευή της ανεμογεννήτριας μπορεί να παίζει ένα ρόλο σε αυτό το πλαίσιο και θα πρέπει να περιλαμβάνεται στις θεωρήσεις.

**707** Συνκατευθυντικότητα του αέρα και των κυμάτων μπορεί να υποτεθεί για τον υπολογισμό των φορτίων ανέμου που δρουν στην κατασκευή στήριξης για όλες τις περιπτώσεις σχεδιασμού εκτός από εκείνες που αντιστοιχούν στην ανεμογεννήτρια σε μία σταθμευμένη (ακίνησια ή αδράνεια) κατάσταση

σχεδιασμού. Η μη ευθυγράμμιση των κατευθύνσεων αέρα και κύματος στην σταθμευμένη κατάσταση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Περιθώριο για βραχυπρόθεσμες αποκλίσεις από τη μέση κατεύθυνση του ανέμου στην σταθμευμένη κατάσταση θα πρέπει να γίνεται υποθέτοντας μία σταθερή εκτροπή μη ευθυγράμμισης. Συνιστάται να εφαρμοστεί μία εκτροπή από την ευθυγραμμία της τάξης των  $\pm 15^\circ$ .

Σε περιοχές όπου μπορεί να αναμένονται αποθάλασσες, χρειάζεται να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις αποθάλασσες, που έχει μία χαμηλή συσχέτιση με την ταχύτητα του ανέμου και την κατεύθυνση του ανέμου.

**708** Η πολυκατευθυντικότητα του ανέμου και των κυμάτων μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να έχει μία σημαντική επιρροή στα φορτία που δρουν στην κατασκευή στήριξης, εξαρτώμενη πρωτίστως από το αν η κατασκευή είναι αξονοσυμμετρική ή όχι. Για κάποιες περιπτώσεις φόρτισης σχεδιασμού οι υπολογισμοί φόρτισης μπορούν να πραγματοποιηθούν υποθέτοντας ότι ο άνεμος και τα κύματα δρουν με την ίδια κατεύθυνση από μία απλή διεύθυνση της χειρότερης περίπτωσης.

**709** Τα χαρακτηριστικά αποτελέσματα φόρτισης ακραίου ανέμου ορίζονται σε αυτό το πρότυπο ως αποτελέσματα φορτίου ανέμου με μία 50-ετή περίοδο επαναφοράς. Τα 5-ετή αποτελέσματα φόρτισης ανέμου διαμορφώνουν μέρος κάποιων συνδυασμών φόρτισης. Όταν είναι διαθέσιμα μόνο αποτελέσματα φορτίου ανέμου με μία 100-ετή περίοδο επαναφοράς, τα 100-ετή αποτελέσματα φόρτισης ανέμου πρέπει να μετατραπούν σε 50-ετείς τιμές. Αυτό μπορεί να γίνει από πολλαπλασιασμό με ένα συντελεστή μετατροπής. Παρομοίως, στην έκταση που χρειάζονται τα 5-ετή αποτελέσματα φόρτισης ανέμου σε συνδυασμούς φόρτισης και είναι διαθέσιμες μόνο 50-ετείς τιμές, οι 50-ετείς τιμές πρέπει να μετατραπούν σε 5-ετείς τιμές για χρήση σε αυτούς τους συνδυασμούς φόρτισης.

### Επεξηγηματική σημείωση:

Ο λόγος  $F_{wind,100}/F_{wind,50}$  ανάμεσα στα 100- και 50-ετή αποτελέσματα φόρτισης ανέμου εξαρτάται από τον συντελεστή μεταβολής στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου φορτίου ανέμου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας συντελεστής μετατροπής για να επιτευχθεί το 50-ετές αποτέλεσμα φορτίου ανέμου  $F_{wind,50}$  σε περιπτώσεις όπου είναι διαθέσιμη μόνο η 100-ετής τιμή  $F_{wind,100}$ . Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, ο λόγος  $F_{wind,100}/F_{wind,50}$  μπορεί να ληφθεί από τον Πίνακα ΣΤ2. Ο Πίνακας ΣΤ2 επίσης δίνει το λόγο  $F_{wind,5}/F_{wind,50}$  ανάμεσα στο 5-ετές αποτέλεσμα φορτίου ανέμου  $F_{wind,5}$  και στο 50-ετές αποτέλεσμα φορτίου ανέμου  $F_{wind,50}$ . Αυτό είναι χρήσιμο σε μερικούς συνδυασμούς φόρτισης που απαιτούν το 5-ετές αποτέλεσμα φορτίου ανέμου. Ο Πίνακας ΣΤ2 βασίζεται σε μία υπόθεση ενός κατά Gumbel κατανεμημένου ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος φορτίου ανέμου.

<b>Πίνακας ΣΤ2: Συντελεστές μετατροπής για αποτελέσματα φορτίου ανέμου</b>		
<i>Συντελεστής μεταβολής του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος φορτίου ανέμου (%)</i>	<i>Λόγος ανάμεσα στα 100- και 50-ετή αποτελέσματα φορτίου ανέμου, <math>F_{wind,100}/F_{wind,50}</math></i>	<i>Λόγος ανάμεσα στα 5- και 50-ετή αποτελέσματα φορτίου ανέμου, <math>F_{wind,5}/F_{wind,50}</math></i>
10	1,05	0,85
15	1,06	0,80
20	1,07	0,75
25	1,08	0,72
30	1,09	0,68
25	1,10	0,64

Οι συντελεστές μετατροπής δίνονται ως συναρτήσεις του συντελεστή μεταβολής του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος φορτίου ανέμου. Δεν υπάρχει απαίτηση σε αυτό το πρότυπο για να τεκμηριωθεί αυτός ο συντελεστής μεταβολής.

Να σημειωθεί ότι η χρήση του συντελεστή μετατροπής  $F_{wind,5}/F_{wind,50}$  που δίνεται στον Πίνακα ΣΤ2 για να ληφθεί το 5-ετές αποτέλεσμα φορτίου ανέμου από το 50-ετές φορτίο ανέμου θα είναι μη συντηρητικό αν η κατανομή του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος φορτίου ανέμου δεν είναι μία κατανομή Gumbel και έχει ένα λιγότερο βαρύ άνω όριο από την κατανομή Gumbel.

Να σημειωθεί επίσης ότι για μία συγκεκριμένη ανεμογεννήτρια, ο συντελεστής μεταβολής του ετήσιου μέγιστου αποτελέσματος φόρτισης μπορεί να είναι διαφορετικό εξαρτώμενο από το αν η ανεμογεννήτρια είναι τοποθετημένη σε μία υπεράκτια τοποθεσία ή σε μία παράκτια τοποθεσία. Για υπεράκτιες ανεμογεννήτριες ο συντελεστής μεταβολής υποτίθεται ότι έχει μία τιμή περίπου 20 με 30%.

### **ΣΤ 800 Παροδικές περιπτώσεις φόρτισης**

**801** Τα φορτία ενεργοποίησης από την λειτουργία και τον έλεγχο της ανεμογεννήτριας παράγουν παροδικά φορτία ανέμου στην κατασκευή της ανεμογεννήτριας:

- εκκίνηση από ακινησία ή από αδράνεια
- κανονική απενεργοποίηση
- απενεργοποίηση έκτακτης ανάγκης
- γεγονότα κανονικής βλάβης: βλάβες στο σύστημα ελέγχου και απώλεια σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο
- ανώμαλα γεγονότα βλάβης: βλάβες στο σύστημα προστασίας και στα ηλεκτρικά συστήματα
- εκτροπή.

**802** Το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα παροδικού φορτίου ανέμου θα υπολογίζεται ως το μέγιστο αποτέλεσμα φόρτισης κατά την διάρκεια μιας 10-λεπτης περιόδου επαναφοράς της οποίας η ένταση ανέμου θα λαμβάνεται ως η δυσμενέστερη 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου στο εύρος ανάμεσα στην ταχύτητα ένταξης και στην ταχύτητα αποκοπής του ανέμου. Προκειμένου να καθιερωθεί η πιο κρίσιμη ταχύτητα ανέμου, δηλαδή η ταχύτητα ανέμου που παράγει το εντονότερο φορτίο κατά την διάρκεια της παροδικής φόρτισης, θα θεωρούνται ριπές, αναταράξεις, αλλαγή στην κατεύθυνση ανέμου, διατμητικός άνεμος, χρονισμός των καταστάσεων βλάβης και απώλεια του δικτύου σε σχέση με τις καθοριστικές ριπές.

**803** Το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα παροδικού φορτίου ανέμου θα συνδυάζεται με το 10-λεπτο αποτέλεσμα φορτίου κύματος. Ο συνδυασμός μπορεί να γίνεται σύμφωνα με την διάταξη γραμμικού συνδυασμού για να παραχθεί το αποτέλεσμα φόρτισης σχεδιασμού από τα ξεχωριστά υπολογισμένα χαρακτηριστικά αποτελέσματα φορτίου ανέμου και φορτίου κύματος. Ο συνδυασμός μπορεί εναλλακτικά να γίνεται από άμεση προσομοίωση του χαρακτηριστικού συνδυασμένου αποτελέσματος φόρτισης σε μία κατασκευαστική ανάλυση στο πεδίο του χρόνου για ταυτόχρονα εφαρμοζόμενες προσομοιωμένες χρονοσειρές του φορτίου ανέμου και του φορτίου κύματος.

**804** Όταν τα παροδικά φορτία ανέμου συνδυάζονται με φορτία κύματος, θα θεωρείται μη ευθυγράμμιση ανάμεσα στον άνεμο και στα κύματα. Για μη αξονοσυμμετρικές κατασκευές στήριξης, θα θεωρηθεί η δυσμενέστερη κατεύθυνση φορτίου ανέμου και φορτίου κύματος.

### **ΣΤ 900 Συνδυασμός φόρτισης για την οριακή κατάσταση κόπωσης**

**901** Για αναλύσεις της οριακής κατάστασης κόπωσης, θα εφαρμόζεται μία κατανομή του χαρακτηριστικού αποτελέσματος φόρτισης που είναι η αναμενόμενη κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης στη ζωή σχεδιασμού. Η αναμενόμενη κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης είναι μία κατανομή τάσης που κυμαίνεται λόγω των διακυμάνσεων φόρτισης και περιέχει κατανομές από άνεμο, κύματα, ρεύμα, πάγο και στάθμη νερού καθώς και από πιθανές άλλες πηγές. Η αναμενόμενη κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης θα περιλαμβάνει κατανομές από:

- ανεμογεννήτρια σε λειτουργία
- σταθμευμένη ανεμογεννήτρια (αδράνεια και ακινησία)
- εκκίνηση
- κανονική απενεργοποίηση
- έλεγχος, προστασία και σύστημα βλαβών, συμπεριλαμβανομένης της απώλειας σύνδεσης ηλεκτρικού δικτύου
- μεταφορά και συναρμολόγηση πριν από την τοποθέτηση της ανεμογεννήτριας σε λειτουργία
- συντήρηση και επισκευή κατά την διάρκεια ζωής.

Για ανάλυση κόπωσης ενός πασσάλου θεμελίωσης, η χαρακτηριστική κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης θα περιλαμβάνει το ιστορικό του εύρους τάσης που συνδέεται με τον οδηγό του πασσάλου πριν την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας και την τοποθέτησή της σε λειτουργία.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η χαρακτηριστική κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα ιστόγραμμα ευρών τάσης, δηλαδή ο αριθμός των κύκλων τάσης σταθερού εύρους δίνεται για κάθε εύρος τάσης σε μία επαρκώς καλή διακριτοποίηση των ευρών τάσης. Οι μεμονωμένες κατανομές σε αυτήν την κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης από διαφορετικές πηγές μπορούν να αναπαρασταθούν με τον ίδιο τρόπο.

Για συνεισφορές στην αναμενόμενη κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης που είναι συντηρητικές στο χρόνο ή αλλιώς αλληλοαναιρούνται, όπως η συνεισφορά από την φάση μεταφοράς και εγκατάστασης και η συνεισφορά από την φάση λειτουργίας, η βλάβη κόπωσης λόγω κάθε συνεισφοράς μπορούν να υπολογιστούν ξεχωριστά και να αθροιστούν χωρίς να εισαχθεί οποιοσδήποτε προηγούμενος συνδυασμός των συνεισφορών της κατανομής. Εναλλακτικά, οι διαφορετικές συνεισφορές μπορούν να συνδυαστούν για να διαμορφωθεί η αναμενόμενη κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης πριν από τον υπολογισμό της βλάβης κόπωσης αθροίζοντας τον αριθμό των κύκλων τάσης σε κάθε ορισμένο διακριτό εύρος τάσης από τις αντίστοιχες υποκείμενες κατανομές.

Όταν η αναμενόμενη κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης περιέχει αποτελέσματα φόρτισης που προκύπτουν από δύο ή περισσότερες ταυτόχρονα δράσεις διαδικασίες φόρτισης, όπως ένα φορτίο ανέμου και ένα ταυτόχρονο φορτίο κύματος, οι αντίστοιχες υποκείμενες κατανομές εύρους τάσης από ξεχωριστό αποτέλεσμα φορτίου ανέμου και ξεχωριστό αποτέλεσμα φορτίου κύματος χρειάζεται να είναι επαρκώς συνδυασμένες πριν από τον υπολογισμό της βλάβης κόπωσης. Όταν φορτία ανέμου και φορτία κύματος δρουν ταυτόχρονα, μπορεί να αναμένεται ότι η κατανομή του συνδυασμένου αποτελέσματος φόρτισης τους θα περιέχει κάπως μεγαλύτερα εύρη τάσης από εκείνα των υποκείμενων μεμονωμένων κατανομών του αποτελέσματος του φορτίου ανέμου. Η ακόλουθη εξιδανικευμένη προσέγγιση στο συνδυασμό των δύο υποκείμενων κατανομών του εύρους τάσης θα είναι συνήθως συντηρητικές: Ο αριθμός των κύκλων τάσης της κατανομής του συνδυασμένου αποτελέσματος φόρτισης υποτίθεται ίσος με τον αριθμό των κύκλων τάσης σε εκείνη από τις υποκείμενες κατανομές (δηλαδή η κατανομή των κύκλων τάσης ανέμου και η κατανομή των κύκλων τάσης κύματος) που περιέχει τον υψηλότερο αριθμό κύκλων. Τότε το μεγαλύτερο εύρος τάσης στην κατανομή αποτελέσματος του φορτίου ανέμου συνδυάζεται με το μεγαλύτερο εύρος τάσης στην κατανομή αποτελέσματος του φορτίου κύματος με απλή υπέρθεση, τα δεύτερα μεγαλύτερα εύρη τάσης συνδυάζονται αναλόγως, τα τρίτα μεγαλύτερα εύρη τάσης το ίδιο και ούτω καθεξής.

Μπορεί να υπάρχει κάποια ασάφεια εμπλεκόμενη με το πώς θα συνδυάζονται ταυτόχρονα αποτελέσματα φορτίου κύματος και φορτίου ανέμου για να διαμορφωθεί η επακόλουθη κατανομή του αποτελέσματος φόρτισης για πρόβλεψη της βλάβης κόπωσης. Η προτεινόμενη μέθοδος συνδυασμού εξιδανικεύεται και συνεπάγεται μία υπόθεση συγγραμμικών ανέμου και κυμάτων. Ωστόσο, όταν συνδυάζονται αποτελέσματα φορτίου ανέμου και φορτίου κύματος για κόπωση, η θεώρηση της κατανομής της κατεύθυνσης του ανέμου, της κατανομής της κατεύθυνσης του κύματος και της κατανομής της μη ευθυγράμμισης ανάμεσα στον άνεμο και τα κύματα είναι σημαντική και μπορεί, σε σχέση με την κατάσταση με συγγραμμικά άνεμο και κύματα, συχνά να συνεπάγεται οφέλη σε όρους μειωμένης βλάβης κόπωσης που θα υπερβαίνει κατά πολύ τα πιθανά αποτελέσματα της συντηρητικότητας στην εξιδανικευμένη μέθοδο συνδυασμού. Θα πρέπει να δίνεται προσοχή όταν καταμετρούνται τέτοια οφέλη όταν άνεμος και κύματα δεν είναι συγγραμμικά, δεδομένου ότι μπορεί να υπάρχουν τέτοιες καταστάσεις για τις οποίες μεγαλύτερη βλάβη κόπωσης θα συσσωρεύεται αν τα κύματα δρουν κάθετα στον άνεμο αντί συγγραμμικά με τον άνεμο.

## **Z. Ανάλυση Αποτελεσμάτων Φόρτισης**

### **Z 100 Γενικά**

**101** Τα αποτελέσματα της φόρτισης, σε όρους κινήσεων, μετακινήσεων και εσωτερικών δυνάμεων και τάσεων στην κατασκευή της ανεμογεννήτριας, θα καθορίζονται λαμβανομένων δεόντως υπόψη των:

- η χωρική και χρονική τους φύση περιλαμβάνοντας:
  - πιθανές μη γραμμικότητες της φόρτισης
  - δυναμικός χαρακτήρας της απόκρισης
- οι σχετικές οριακές καταστάσεις για τους ελέγχους σχεδιασμού
- η επιθυμητή ακρίβεια στην σχετική φάση σχεδιασμού

**102** Μόνιμα φορτία, λειτουργικά φορτία, φορτία παραμόρφωσης και φορτία πυρκαγιάς μπορούν γενικά να αντιμετωπιστούν από στατικές μεθόδους ανάλυσης. Περιβαλλοντικά φορτία (από άνεμο, κύματα, ρεύμα, πάγο και σεισμό) και ορισμένα τυχηματικά φορτία (από προσκρούσεις και εκρήξεις) μπορεί να απαιτούν δυναμική ανάλυση. Δυνάμεις αδράνειας και απόσβεσης είναι σημαντικές όταν οι περίοδοι φορτίων σταθερής κατάστασης είναι κοντά στις ιδιοπερίόδους ή όταν εμφανίζονται παροδικά φορτία.

**103** Σε γενικές γραμμές, χρειάζεται να θεωρηθούν τρεις ζώνες συχνοτήτων για τις υπεράκτιες κατασκευές:

Υψηλή συχνότητα (ΥΣ)	Ιδιοπερίοδοι στερεού σώματος κάτω από τις κυρίαρχες κυματικές περιόδους, π.χ. σε κρουστικές αποκρίσεις και αποκρίσεις αναπήδησης
Κυματική συχνότητα (ΚΣ)	Τυπικά κυματικές περίοδοι στο εύρος 4 με 25 δευτερόλεπτα. Εφαρμόσιμη σε όλες τις υπεράκτιες κατασκευές που τοποθετούνται στην ενεργό κυματική ζώνη.
Χαμηλή συχνότητα (ΧΣ)	Αυτή η ζώνη συχνοτήτων σχετίζεται με αργά μεταβαλλόμενες αποκρίσεις με ιδιοπερίόδους πέρα από εκείνες της κυρίαρχης κυματικής ενέργειας (τυπικά αργά μεταβαλλόμενες κινήσεις).

**104** Σε πλήρως συγκρατημένες κατασκευές απαιτείται μία στατική ή δυναμική ανάλυση ανέμου-κύματος-κατασκευής-θεμελίωσης.

**105** Αναμένεται να λαμβάνεται μέριμνα για αβεβαιότητες στο μοντέλο ανάλυσης μέσω των συντελεστών φόρτισης και αντίστασης. Αν οι αβεβαιότητες είναι ιδιαίτερα υψηλές, θα γίνονται συντηρητικές υποθέσεις.

**106** Αν τα αναλυτικά μοντέλα είναι ιδιαίτερα αβέβαια, θα εξετάζεται η ευαισθησία των μοντέλων και οι χρησιμοποιούμενες παράμετροι στα μοντέλα. Αν γεωμετρικές αποκλίσεις ή ατέλειες έχουν μία σημαντική επίδραση στα αποτελέσματα της φόρτισης, θα χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό συντηρητικές γεωμετρικές παράμετροι.

**107** Στο τελικό στάδιο σχεδιασμού θεωρητικές μέθοδοι για πρόβλεψη σημαντικών αποκρίσεων οποιουδήποτε νέου συστήματος θα επαληθεύονται από κατάλληλα μοντέλα δοκιμών. Δοκιμές πλήρους κλίμακας μπορεί επίσης να είναι κατάλληλες, ιδιαίτερα για μεγάλα αιολικά πάρκα.

**108** Σεισμικά φορτία χρειάζεται να θεωρηθούν μόνο για τις δεσμευμένες μορφές συμπεριφοράς.

## **Z 200 Καθολική ανάλυση κίνησης**

**201** Ο σκοπός μιας ανάλυσης κίνησης είναι να προσδιορίσει μετακινήσεις, επιταχύνσεις, ταχύτητες και υδροδυναμικές πιέσεις σχετικές για την φόρτιση στην κατασκευή στήριξης της ανεμογεννήτριας. Θα πρέπει να θεωρείται διέγερση από κύματα, ρεύμα και άνεμο.

## **Z 300 Αποτελέσματα φόρτισης στις κατασκευές και στα εδάφη θεμελίωσης**

**301** Μετακινήσεις, δυνάμεις και τάσεις στην κατασκευή και την θεμελίωση, θα προσδιορίζονται για σχετικούς συνδυασμούς φορτίων μέσω αναγνωρισμένων μεθόδων, που λαμβάνουν επαρκώς υπόψη τη μεταβολή στον χρόνο και χώρο, τις κινήσεις στην κατασκευή και την οριακή κατάσταση που θα επαληθεύεται. Θα προσδιορίζονται χαρακτηριστικές τιμές των αποτελεσμάτων της φόρτισης.

**302** Μη γραμμικά και δυναμικά φαινόμενα που συνδέονται με φορτίσεις και κατασκευαστικές αποκρίσεις, θα λαμβάνονται υπόψη όποτε αυτό είναι δυνατό.

**303** Η στοχαστική φύση των περιβαλλοντικών φορτίων θα λαμβάνεται επαρκώς υπόψη.

## **Η. Τυχηματικά φορτία**

### **Η 100 Γενικά**

**101** Τυχηματικά φορτία είναι φορτία που σχετίζονται με ανώμαλες λειτουργίες ή τεχνικές αστοχίες. Παραδείγματα τυχηματικών φορτίων είναι φορτία που προκαλούνται από:

- πτώση αντικειμένων
- αντίκτυπος πρόσκρουσης
- εκρήξεις
- πυρκαγιά
- μεταβολή της επιδιωκόμενης διαφοράς πίεσης
- φορτίο από σπάνιο, μεγάλο θραυόμενο κύμα
- τυχηματικός αντίκτυπος από σκάφος, ελικόπτερο ή άλλα αντικείμενα.

**102** Σχετικά τυχηματικά φορτία θα πρέπει να προσδιορίζονται στη βάση μιας αξιολόγησης και σχετικών εμπειριών.

**103** Για προσωρινές συνθήκες σχεδιασμού, το χαρακτηριστικό φορτίο μπορεί να είναι μία καθορισμένη τιμή εξαρτώμενη από πρακτικές απαιτήσεις. Το επίπεδο ασφάλειας που σχετίζεται με προσωρινές συνθήκες σχεδιασμού δεν πρέπει να είναι κατώτερο από το απαιτούμενο επίπεδο ασφάλειας για τις λειτουργικές συνθήκες σχεδιασμού.

## **Θ. Φορτία παραμόρφωσης**

### **Θ 100 Γενικά**

**101** Φορτία παραμόρφωσης είναι φορτία που προκαλούνται από επιβαλλόμενες παραμορφώσεις όπως:

- θερμοκρασιακά φορτία
- ενσωματωμένες παραμορφώσεις
- καθίζηση των θεμελιώσεων.

### **Θ 200 Θερμοκρασιακά φορτία**

**201** Οι κατασκευές θα σχεδιάζονται για τις περισσότερες ακραίες θερμοκρασιακές διαφορές στις οποίες μπορεί να εκτεθούν.

**202** Η περιβαλλοντική θερμοκρασία της θάλασσας ή του αέρα θα υπολογίζεται ως η ακραία τιμή της οποίας η περίοδος επαναφοράς είναι 50 έτη.

**203** Οι κατασκευές θα σχεδιάζονται για μία ένταση ηλιακής ακτινοβολίας των  $1000 \text{ W/m}^2$ .

### **Θ 300 Καθιζήσεις**

**301** Καθίζηση της κατασκευής στήριξης και της θεμελίωσής της λόγω κατακόρυφων παραμορφώσεων των εδαφών υποστήριξης. Αυτό περιλαμβάνει θεώρηση διαφορικών καθιζήσεων.

## 4.4 Τμήμα 5

### ΤΜΗΜΑ 5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

#### Α. Συντελεστές φόρτισης

##### A 100 Συντελεστές φόρτισης για τις ΟΚΑ

**101** Ο Πίνακας A1 παρέχει τρεις ομάδες συντελεστών φόρτισης που πρέπει να χρησιμοποιηθούν όταν συνδυάζονται τα χαρακτηριστικά φορτία ή τα αποτελέσματα της φόρτισης από διαφορετικές κατηγορίες φόρτισης για να σχηματίσουν το φορτίο σχεδιασμού ή το αποτέλεσμα σχεδιασμού της φόρτισης για χρήση στο σχεδιασμό. Για ανάλυση στις ΟΚΑ, θα χρησιμοποιούνται οι ομάδες που συμβολίζονται με (α) και (β) όταν το χαρακτηριστικό περιβαλλοντικό φορτίο ή αποτέλεσμα φόρτισης καθιερώνεται ως το 98% εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου φορτίου ή αποτελέσματος φόρτισης. Για αναλύσεις των ΟΚΑ για ανώμαλες περιπτώσεις φόρτισης ανέμου, θα χρησιμοποιείται η ομάδα που συμβολίζεται με (γ).

Οι συντελεστές φόρτισης εφαρμόζονται στη λειτουργική συνθήκη καθώς και στην προσωρινή συνθήκη. Οι συντελεστές φόρτισης είναι γενικά εφαρμόσιμοι για όλους τους τύπους κατασκευών στήριξης και θεμελιώσεις και εφαρμόζονται στο σχεδιασμό των κατασκευών στήριξης και θεμελιώσεων που πληρούν τις προϋποθέσεις για τον σχεδιασμό στην κανονική κατηγορία ασφάλειας.

Πίνακας A1: Συντελεστές φόρτισης $\gamma_f$ για τις ΟΚΑ					
Ομάδα συντελεστών φόρτισης	Οριακή κατάσταση	Κατηγορίες φορτίων			
		G	Q	E	D
(α)	ΟΚΑ	1,25	1,25	1,0	1,0
(β)	ΟΚΑ	$\psi$	$\psi$	1,35	1,0
(γ)	ΟΚΑ για ανώμαλες περιπτώσεις φόρτισης ανέμου	$\psi$	$\psi$	1,1	1,0

Κατηγορίες φόρτισης είναι:  
G=μόνιμο φορτίο  
Q=μεταβλητό λειτουργικό φορτίο, κανονικά σχετικό μόνο για σχεδιασμό ενάντια σε συγκρούσεις πλοίων για τοπικό σχεδιασμό πλατφορμών  
E=περιβαλλοντικό φορτίο  
D=φορτίο παραμόρφωσης  
Για περιγραφή των κατηγοριών φορτίων, βλέπε Τμήμα 4.  
Για τιμές του  $\psi$ , βλέπε εδάφια 103 και 104.

##### Επεξηγηματική σημείωση:

Η ομάδα συντελεστών φόρτισης (α) είναι πρώτα από όλα σχετικότητας για τον σχεδιασμό δευτερευόντων κατασκευών όπως αποβάθρες, προφυλακτήρες και περιοχές αποθήκευσης, για τις οποίες μεταβλητά λειτουργικά φορτία από την πρόσκρουση πλοίων είναι τα κυρίαρχα φορτία.

Υπάρχουν συνήθως καιρικοί περιορισμοί στην θέση για το πότε μπορούν να λειτουργήσουν τα σκάφη εξυπηρέτησης. Στο βαθμό που είναι απαραίτητο να συνδυαστεί ένα φορτίο πρόσκρουσης λειτουργικού πλοίου από ένα σκάφος εξυπηρέτησης με ένα περιβαλλοντικό φορτίο σύμφωνα με την ομάδα συντελεστών (α), το χαρακτηριστικό περιβαλλοντικό φορτίο θα πρέπει να ληφθεί ως το 98% εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου περιβαλλοντικού φορτίου με δεδομένο το περιβάλλον να βρίσκεται υπό του καθορισμένου ορίου για την λειτουργία των σκαφών εξυπηρέτησης. Αυτό είναι ένα φορτίο που θα είναι μικρότερο από το χαρακτηριστικό περιβαλλοντικό φορτίο για την κατάσταση ότι δεν θα υπάρχουν καιρικοί περιορισμοί στην θέση. Η κατανομή του ετήσιου μέγιστου περιβαλλοντικού φορτίου με δεδομένο το περιβάλλον να βρίσκεται υπό του καθορισμένου ορίου για την λειτουργία σκαφών εξυπηρέτησης προκύπτει περίπου από μία περικοπή του άνω τεταρτημορίου της κατανομής του ετήσιου μέγιστου περιβαλλοντικού φορτίου για την κατάσταση στην οποία δεν υπάρχουν καιρικοί περιορισμοί στην θέση.

Η ομάδα συντελεστών (α) επίσης μπαίνει στο παιχνίδι για σχεδιασμό σε δυνάμεις ανύψωσης και για σχεδιασμό σε υδροστατικές πιέσεις.

**102** Το χαρακτηριστικό αποτέλεσμα περιβαλλοντικού φορτίου (E), που αποτελεί μέρος των συνδυασμών φόρτισης του Πίνακα A1, πρέπει να λαμβάνεται ως το χαρακτηριστικό συνδυασμένο αποτέλεσμα φόρτισης, το οποίο καθορίζεται σύμφωνα με το Τμήμα 4 και παριστάνοντας το αποτέλεσμα της φόρτισης που προκύπτει από δύο ή περισσότερες ταυτόχρονα δρώσες διαδικασίες φόρτισης.

**103** Για μόνιμα φορτία (G) και μεταβλητά λειτουργικά φορτία (Q), ο συντελεστής φόρτισης στις ΟΚΑ θα λαμβάνεται κανονικά ως  $\psi=1,0$  για τους συνδυασμούς ( $\beta$ ) και ( $\gamma$ ).

**104** Όταν ένα μόνιμο φορτίο (G) ή ένα μεταβλητό φορτίο (Q) είναι ένα ευμενές φορτίο, τότε ο συντελεστής φόρτισης  $\psi=0,9$  θα εφαρμόζεται για αυτό το φορτίο στους συνδυασμούς ( $\beta$ ) και ( $\gamma$ ) του Πίνακα A1 αντί της τιμής του 1,0 εφόσον απαιτείται διαφορετικά. Η μόνη εξαίρεση από αυτό εφαρμόζεται σε ευμενή φορτία από εδάφη θεμελίωσης σε προβλήματα γεωτεχνικής μηχανικής, για τα οποία θα εφαρμόζεται ένας συντελεστής φόρτισης  $\psi=1,0$ . Ένα φορτίο είναι ένα ευμενές φορτίο όταν μία μειωμένη τιμή του φορτίου οδηγεί σε ένα αυξημένο αποτέλεσμα φόρτισης στην κατασκευή.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Ένα παράδειγμα ευμενούς φορτίου είναι το βάρος του εδαφικού όγκου που έχει μία σταθεροποιητική επίδραση σε ένα πρόβλημα ανατροπής για μία θεμελίωση.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι τα φορτία προέντασης και βαρύτητας τα οποία ανακουφίζουν σημαντικά την συνολική απόκριση.

**105** Για τον σχεδιασμό στην κατηγορία υψηλής ασφάλειας, θα μειώνονται κατά 13% οι απαιτήσεις στον συντελεστή φόρτισης  $\gamma_f$  που καθορίζεται για τον σχεδιασμό στην κατηγορία κανονικής ασφάλειας στον Πίνακα A1 για περιβαλλοντικά φορτία.

#### **A 200 Συντελεστής φόρτισης για τις ΟΚΚ**

**201** Η κατασκευή θα είναι ικανή να αντιστέκεται στα αναμενόμενα φορτία κόπωσης, τα οποία μπορεί να συμβούν κατά την διάρκεια προσωρινών και λειτουργικών καταστάσεων σχεδιασμού. Οποτεδήποτε σημαντικά κυκλικά φορτία συμβαίνουν σε άλλες φάσεις, π.χ. κατά την διάρκεια της κατασκευής και μεταφοράς, τέτοια κυκλικά φορτία θα περιλαμβάνονται στις εκτιμήσεις φορτίων κόπωσης.

**202** Ο συντελεστής φόρτισης  $\gamma_f$  στην ΟΚΚ είναι 1,0 για όλες τις κατηγορίες φόρτισης.

#### **A 300 Συντελεστής φόρτισης για τις ΟΚΑ**

**301** Για ανάλυση στις ΟΚΑ, ο συντελεστής φόρτισης  $\gamma_f$  είναι 1,0 για όλες τις κατηγορίες φόρτισης, τόσο για προσωρινές όσο και για λειτουργικές καταστάσεις σχεδιασμού.

#### **A 400 Συντελεστής φόρτισης για τις ΤΟΚ**

**401** Ο συντελεστής φόρτισης  $\gamma_f$  για τις ΤΟΚ είναι 1,0.

### **B. Συντελεστές αντίστασης**

#### **B 100 Συντελεστές αντίστασης για τις ΟΚΑ**

**101** Οι συντελεστές για τις ΟΚΑ δίνονται στα σχετικά τμήματα για τον σχεδιασμό στις ΟΚΑ. Αυτοί οι συντελεστές αντίστασης εφαρμόζονται στο σχεδιασμό των κατασκευών στήριξης και των θεμελιώσεων που πληρούν τις προϋποθέσεις για τον σχεδιασμό στην κατηγορία κανονικής ασφάλειας.

**102** Για τον σχεδιασμό των κατασκευών στήριξης και των θεμελιώσεων στην κατηγορία υψηλής ασφάλειας, θα εφαρμόζονται οι ίδιοι συντελεστές αντίστασης όπως εκείνοι που απαιτούνται για σχεδιασμό στην κατηγορία κανονικής ασφάλειας, με δεδομένο ότι οι συντελεστές φόρτισης για περιβαλλοντικά φορτία λαμβάνονται σε συμφωνία με την παράγραφο A105.



**B 200 Συντελεστές αντίστασης για τις ΟΚΚ**

**201** Οι συντελεστές φόρτισης για τις ΟΚΚ δίνονται στους σχετικούς τομείς για σχεδιασμό στις ΟΚΚ.

**B 300 Συντελεστές αντίστασης για τις ΤΟΚ και τις ΟΚΛ**

**301** Ο συντελεστής υλικού  $\gamma_m$  για τις ΤΟΚ και τις ΟΚΛ θα λαμβάνεται ως 1,0.

## 4.5 Τμήμα 8

### ΤΜΗΜΑ 8 ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

#### A. Γενικά

##### A 100 Εισαγωγή

**101** Για λεπτομερή σχεδιασμό κατασκευών σκυροδέματος υπεράκτιων ανεμογεννητριών, θα εφαρμόζεται το πρότυπο DNV-OS-C502 «Υπεράκτιες Κατασκευές Σκυροδέματος», μαζί με τις προβλέψεις αυτού του τμήματος. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλα πρότυπα. Είναι ευθύνη του μελετητή να τεκμηριώσει ότι πληρούνται οι απαιτήσεις στο Τμήμα 1 Παράγραφος A400.

**102** Τα φορτία που επικρατούν στο σχεδιασμό μιας κατασκευής σκυροδέματος υπεράκτιας ανεμογεννήτριας καθορίζονται στο Τμήμα 4 και στο Τμήμα 5 ορίζονται το φορτία OKL για κατασκευές σκυροδέματος υπεράκτιων ανεμογεννητριών. Λεπτομέρειες σχετικά με την διαδικασία προσδιορισμού των αποτελεσμάτων της φόρτισης σε κατασκευές σκυροδέματος μπορούν να βρεθούν στο πρότυπο DNV-OS-C502.

**103** Το Τμήμα 8 παρέχει σε γενικές γραμμές απαιτήσεις και καθοδήγηση που είναι συμπληρωματικές στις προβλέψεις του προτύπου DNV-OS-C502. Ως εκ τούτου, το Τμήμα 8 θα θεωρείται κείμενο εφαρμογής για το πρότυπο DNV-OS-C502 σε σχέση με τις κατασκευές σκυροδέματος υπεράκτιων ανεμογεννητριών. Για όλους τους σκοπούς σχεδιασμού, ο χρήστης θα πρέπει πάντα να αναφέρεται στην ολοκληρωμένη περιγραφή στο πρότυπο DNV-OS-C502 μαζί με αυτό το τμήμα.

**104** Το Τμήμα 8 ειδικότερα παρέχει απαιτήσεις και καθοδήγηση για το πώς χρησιμοποιηθούν τα πρότυπα EN ως ένα συμπλήρωμα στα πρότυπα DNV για σχεδιασμό υπεράκτιων κατασκευών σκυροδέματος. Τέτοια χρήση των προτύπων EN ως ένα συμπλήρωμα στα πρότυπα DNV θα διεξάγονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις στο Τμήμα 1 Παράγραφος A400.

##### A 200 Υλικό

**201** Οι απαιτήσεις για υλικά που δίνονται στο Τμήμα 4 του προτύπου DNV-OS-C502 και στο Τμήμα 6 αυτού του προτύπου θα εφαρμόζονται για κατασκευές σχεδιασμένες σε συμφωνία με αυτό το τμήμα.

##### A 300 Σύμμικτες κατασκευές

**301** Για σχεδιασμό σύμμικτων κατασκευών όπως συνδέσεις πασσάλου-κεφαλοδέσμου και παρόμοιες συνδέσεις, οι απαιτήσεις που δίνονται στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος A500 θα είναι συμπληρωματικές των απαιτήσεων που δίνονται στο Τμήμα 9.

#### B. Αρχές Σχεδιασμού

##### B 100 Αντοχή σχεδιασμού υλικού

**101** Στο σχεδιασμό από υπολογισμούς σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502 μαζί με αυτό το πρότυπο, η αντοχή σχεδιασμού του υλικού θα λαμβάνεται ως μία κανονικοποιημένη τιμή της επιτόπου αντοχής διαιρεμένη με ένα συντελεστή υλικού  $\gamma_m$  (αναφορά στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος Γ100 και στο Τμήμα 8 Παράγραφος B103 αυτού του προτύπου).

##### Επεξηγηματική σημείωση:

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο μερικός συντελεστής ασφάλειας  $\gamma_m$  για την αντοχή του υλικού του σκυροδέματος θα εφαρμόζεται ως ένας διαιρέτης στην κανονικοποιημένη θλιπτική αντοχή  $f_{cn}$  και όχι ως ένας διαιρέτης στην χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή που ορίζεται το 5% εκατοστημόριο στην κατανομή πιθανότητας της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος. Η κανονικοποιημένη θλιπτική αντοχή και η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή δεν είναι απαραίτητα οι ίδιες.

**102** Για κατασκευές ανεμογεννητριών, το μέτρο ελαστικότητας για το σκυρόδεμα θα λαμβάνεται ίσο με την χαρακτηριστική τιμή  $E_{ck}$ , τόσο για την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας όσο και για την οριακή κατάσταση κόπωσης (αναφορά στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος Γ116).

**103** Οι συντελεστές υλικών,  $\gamma_m$ , για το σκυρόδεμα και τον οπλισμό για κατασκευές σκυροδέματος υπεράκτιων ανεμογεννητριών δίνονται στον Πίνακα Β1.

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Σημειώνεται ότι οι απαιτήσεις στο συντελεστή υλικού για σχεδιασμό ΟΚΑ όπως καθορίζονται στον Πίνακα Β1 είναι κάπως μικρότερη από τις αντίστοιχες απαιτήσεις στο πρότυπο DNV-OS-C502. Αυτή η διαφορά απλά αντανακλά ότι το πρότυπο DNV-OS-C502 εννοείται για σχεδιασμό στην υψηλή κατηγορία ασφάλειας (επανδρωμένες κατασκευές με μεγάλες συνέπειες αστοχίας) ενώ το πρότυπο DNV-OS-J101 στοχεύει στο σχεδιασμό στην κανονική κατηγορία ασφάλειας (μη επανδρωμένες κατασκευές, κατασκευές με μικρές συνέπειες αστοχίας).

<b>Πίνακας Β1: Συντελεστές υλικών για σκυρόδεμα και οπλισμό</b>					
<i>Οριακή Κατάσταση</i>		<i>ΟΚΑ</i>	<i>ΟΚΚ</i>	<i>ΤΟΚ</i>	<i>ΟΚΑ</i>
Οπλισμένο σκυρόδεμα/ένεμα <sup>3</sup>	$\gamma_c$	$1,3^1 (1,45)^2$	$1,35^1 (1,50)^2$	$1,10^1 (1,20)^2$	1,0
Χάλυβας οπλισμού	$\gamma_s$	$1,05^1 (1,1)^2$	$1,00^1 (1,10)^2$	$1,00^1 (1,10)^2$	1,0
Απλό σκυρόδεμα/ένεμα, ινοπλισμένο σκυρόδεμα/ένεμα	$\gamma_c$	1,45	1,50	1,20	1,0

1) Όταν ο σχεδιασμός πρόκειται να βασιστεί σε διαστατικά δεδομένα που περιλαμβάνουν καθορισμένες ανοχές στα δυσμενέστερα όρια τους, δομικές ατέλειες, ανοχές τοποθέτησης όπως τοποθέτηση του οπλισμού, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτοί οι συντελεστές υλικών. Όταν χρησιμοποιούνται αυτοί οι συντελεστές, τότε οποιεσδήποτε γεωμετρικές αποκλίσεις από τα «εγκεκριμένα για κατασκευή» σχέδια πρέπει να εκτιμώνται και να θεωρούνται σε σχέση με τις ανοχές που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς σχεδιασμού.

2) Σχεδιασμός με αυτούς τους συντελεστές επιτρέπεται για ανοχές σε συμφωνία με το πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος Γ500 ή, εναλλακτικά, ανοχές για διαστάσεις διατομών και τοποθέτηση οπλισμών που δε μειώνουν την υπολογισμένη αντίσταση περισσότερο από 10%. Αν οι καθορισμένες ανοχές είναι σε υπέρβαση εκείνων που δίνονται στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος Γ500 ή οι καθορισμένες ανοχές οδηγούν σε μεγαλύτερες μειώσεις στην υπολογισμένη αντίσταση από 10%, τότε το περιθώριο ανοχής ή η μείωση της υπέρβασης του 10% πρέπει να ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς αντίστασης. Εναλλακτικά, οι συντελεστές υλικών μπορούν να ληφθούν σύμφωνα με εκείνους που δίνονται στο <sup>1)</sup>.

3) Συντελεστές υλικών για οπλισμένο ένεμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό όπου το ένεμα αυτό καθ' εαυτό είναι οπλισμένο με χάλυβα οπλισμού ή όπου μπορεί να αποδειχθεί ότι ο χάλυβας οπλισμού ή τα αγκύρια στην περιβάλλουσα κατασκευή συνεισφέρουν να ενισχυθεί το ένεμα (όπως σύνδεση με ένεμα τύπου Β στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος Τ800).

### Γ. Βάση για τον Σχεδιασμό από Υπολογισμό

#### Γ 100 Ποιότητες σκυροδέματος και επιτόπου αντοχή σκυροδέματος

**101** Στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος Γ300 το σκυρόδεμα κανονικού βάρους έχει ποιότητες που προσδιορίζονται από το σύμβολο C και οι ποιότητες του ελαφροσκυροδέματος προσδιορίζονται από το σύμβολο LC. Οι ποιότητες ορίζονται στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 4 Πίνακας Γ1 ως συνάρτηση της Χαρακτηριστικής Θλιπτικής Κυλινδρικής αντοχής του σκυροδέματος,  $f_{ck}$ . Ωστόσο, οι αριθμοί των ποιοτήτων σχετίζονται με την Χαρακτηριστική Θλιπτική Κυβική αντοχή του σκυροδέματος,  $f_{ck}$  (100 mm κύβος).

#### Επεξηγηματική σημείωση:

Μέριμνα θα λαμβάνεται όταν χρησιμοποιούνται οι συμβολισμοί C και LC. Άλλα πρότυπα συστήματα (π.χ. πρότυπα EN) χρησιμοποιούν τον συμβολισμό C σε σχέση με την χαρακτηριστική θλιπτική κυλινδρική αντοχή.

## Δ. Καμπτική Ροπή και Αξονική Δύναμη (ΟΚΑ)

### Δ 100 Γενικά

**101** Για τον σχεδιασμό σύμφωνα με το πρότυπο EN 1992-1-1:2004 στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας ο ορισμός της αντοχής μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το πρότυπο EN μαζί με τους γενικούς συντελεστές υλικών (αναφορά στο πρότυπο EN 1992-1-1: 2004, Πίνακας 2.1N).

## Ε. Οριακή Κατάσταση Κόπωσης

### Ε 100 Γενικά

**101** Για σχεδιασμό σε κόπωση σύμφωνα με τα πρότυπα EN, η αθροιστική βλάβη κόπωσης στην Οριακή Κατάσταση Κόπωσης θα ορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502, η οποία λαμβάνει υπόψη κόπωση υπό υγρές συνθήκες.

## ΣΤ. Τυχηματική Οριακή Κατάσταση

### ΣΤ 100 Γενικά

**101** Σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502, οι κατασκευές που ταξινομούνται στις Κατηγορίες Ασφάλειας 2 και 3 (βλέπε πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 2 Παράγραφος A300) θα σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε ένα τυχηματικό φορτίο δεν θα προκαλεί εκτεταμένη αστοχία. Οι κατασκευές στήριξης και οι θεμελιώσεις για υπεράκτιες ανεμογεννήτριες ορίζονται σε αυτό το πρότυπο για να ανήκουν στην Κατηγορία Ασφάλειας 2.

## Ζ. Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας

### Z 100 Ανθεκτικότητα

**101** Όταν χρησιμοποιείται ο τύπος στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος O306 για το ονομαστικό πλάτος ρωγμής ( $w_k = w_{ck} \cdot (c_1/c_2) > 0,7 \cdot w_{ck}$ ), η τιμή για το  $c_2$  θα λαμβάνεται όπως δίνεται παρακάτω:

$c_2$  = πραγματική ονομαστική επικάλυψη σκυροδέματος στον εξόχως απόκεντρο οπλισμό (π.χ. συνδετήρες)

**102** Για κατασκευές σκυροδέματος υπεράκτιων ανεμογεννητριών, το φορτίο για τους υπολογισμούς πλάτους ρωγμής πρέπει να λαμβάνεται ως το μέγιστο χαρακτηριστικό φορτίο που μπορεί να οριστεί μεταξύ των συνδυασμών κλίματος ανέμου και κύματος που χρησιμοποιούνται για τις περιπτώσεις φόρτισης OKK. Οι συνδυασμοί κλίματος ανέμου και κύματος που χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις φόρτισης OKK καθορίζονται στο Τμήμα 4 Πίνακας E1. Το χαρακτηριστικό φορτίο για έναν συγκεκριμένο συνδυασμό κλίματος ανέμου και κλίματος κύματος ορίζεται ως το 90% εκατοστημόριο στην κατανομή του μέγιστου φορτίου σε μία 10-λεπτη περίοδο αναφοράς με αυτόν τον συγκεκριμένο συνδυασμό κλίματος. Βασισμένη σε αυτό, θα χρησιμοποιείται η ακόλουθη διαδικασία για τον καθορισμό της φόρτισης για τους υπολογισμούς πλάτους ρωγμής:

- 1) Για κάθε θεωρούμενο εφαρμοζόμενο συνδυασμό κλίματος ανέμου και κλίματος κύματος, θα υπολογίζονται από προσομοίωση με διαφορετικά διαστήματα τουλάχιστον 6 10λεπτες χρονοσειρές της φόρτισης (ή του αποτελέσματος της φόρτισης) σε σχετικές διατομές.
- 2) Από κάθε μία από τις χρονοσειρές για μία συγκεκριμένη διατομή και ένα συγκεκριμένο συνδυασμό κλίματος ανέμου και κύματος, θα ερμηνεύεται το μέγιστο φορτίο ή το μέγιστο αποτέλεσμα της φόρτισης.
- 3) Για κάθε σχετική διατομή και συγκεκριμένο συνδυασμό κλίματος ανέμου και κύματος, θα

υπολογίζονται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των ερμηνευμένων έξι ή περισσότερων μεγίστων (ένα από κάθε προσομοιωμένη χρονοσειρά της φόρτισης ή του αποτελέσματος της φόρτισης).

- 4) Για κάθε σχετική διατομή και συγκεκριμένο συνδυασμό κλίματος ανέμου και κύματος, το χαρακτηριστικό φορτίο θα υπολογίζεται ως η μέρη τιμή  $+ 1,28 \times$  τυπική απόκλιση.
- 5) Για κάθε σχετική διατομή που θεωρείται, το φορτίο για τον υπολογισμό του πλάτους ρωγμής θα λαμβάνεται ως το μέγιστο χαρακτηριστικό φορτίο σε όλους τους εφαρμοζόμενους συνδυασμούς κλίματος ανέμου και κύματος που θεωρούνται.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Συνήθως θα είναι αρκετό να θεωρηθούν οι περιπτώσεις φόρτισης παραγωγής και αδράνειας, δηλαδή οι Περιπτώσεις Φόρτισης 1.2 και 6.4 σύμφωνα με το Τμήμα 4, Πίνακας Ε1.

**103** Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του προτύπου DNV-)S-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος O310, η παραμόρφωση στον οπλισμό θα υπολογίζεται για μία φόρτιση OKΛ η οποία θα τίθεται ίση με τη χαρακτηριστική ακραία φόρτιση OKΑ και θα τεκμηριώνεται ότι αυτή η παραμόρφωση δεν υπερβαίνει την παραμόρφωση διαρροής του οπλισμού.

#### **Z 200 Υπολογισμός πλάτους ρωγμής**

**201** Τα πλάτη ρωγμών θα υπολογίζονται σε συμφωνία με τη μέθοδο που περιγράφεται στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος O800 και στο πρότυπο DNV-OS-C502 Παράρτημα Ε.

Ας συμβολίζει το  $\varepsilon_{sm}$  τη μέση κύρια εφελκυστική παραμόρφωση στον οπλισμό στο μήκος επιρροής της ρωγμής στο εξωτερικό στρώμα του οπλισμού. Ας συμβολίζει το  $\varepsilon_{cm}$  τη μέση, εξαρτώμενη από την τάση, εφελκυστική παραμόρφωση στο σκυρόδεμα στο ίδιο στρώμα και στο ίδιο μήκος όπως η  $\varepsilon_{sm}$ .

Για την εκτίμηση της ( $\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ ) θα εφαρμόζεται η ακόλουθη έκφραση:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{s_s}{E_{sk}} \left( 1 - \beta_s \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)$$

όπου:

- $\sigma_s$  = η τάση στον οπλισμό στη ρωγμή που υπολογίστηκε για το πραγματικό φορτίο  
 $\sigma_{sr}$  = η τάση στον οπλισμό στη ρωγμή που υπολογίστηκε για το φορτίο για το οποίο αναπτύσσεται η πρώτη ρωγμή. Η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε αυτόν τον υπολογισμό είναι η κανονικοποιημένη κατασκευαστική εφελκυστική αντοχή,  $f_{tm}$ , σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Πίνακας Γ1.

$$\sigma_{sr} \leq \sigma_s$$

$$\beta_s = 0,4$$

**202** Για καθοδήγηση στο πώς θα υπολογιστεί η ελεύθερη παραμόρφωση συστολής ξήρανσης του σκυροδέματος,  $\varepsilon_{cs}$ , θα γίνεται αναφορά στο πρότυπο NS 3473:2003, Τμήμα A9.3.2.

**203** Για σχεδιασμό σύμφωνα με τα πρότυπα EN μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο τύπος του πλάτους ρωγμής στο πρότυπο EN 1992-1-1:2004 με τις προβλεπόμενες τιμές των συντελεστών που θα αποφέρουν αποτελέσματα σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502:

- α) το  $h_{cef}$  θα ορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502 Παράρτημα Ε
- β) το  $k_2$  θα ορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502 Παράρτημα Ε
- γ) το  $k_3$  θα λαμβάνεται κατ' ελάχιστο ως 1,36
- δ) το  $k_4$  θα λαμβάνεται ως 0,425

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για τους υπολογισμούς πλάτους ρωγμής σύμφωνα με το πρότυπο EN 1992-1-1:2004 με τις προβλεπόμενες τιμές συντελεστών, το κριτήριο πλάτους ρωγμής θα λαμβάνεται σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502.

## **Z 300 Άλλες οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας**

**301** Περιορισμοί στις τάσεις στο σκυρόδεμα (αναφορά στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφος O903) είναι επίσης κυρίαρχοι για κατασκευές στήριξης από σκυρόδεμα ανεμογεννητριών με κανονικό οπλισμό. Το φορτίο ΟΚΛ που πρόκειται να θεωρηθεί είναι το φορτίο που ορίζεται για τον υπολογισμό του εύρους ρωγμής στην παράγραφο Z201.

## **Η. Λεπτομέρειες Όπλισης**

### **H 100 Τοποθέτηση**

**101** Όλοι οι οπλισμοί διάτμησης και οι συνδετήρες θα είναι αγκυρωμένοι εξωτερικά του κυρίου οπλισμού (δηλαδή θα περιβάλλουν τον οπλισμό).

## **Θ. Έλεγχος Διάβρωσης και Ηλεκτρική Γείωση**

### **Θ 100 Έλεγχος διάβρωσης**

**101** Απαιτήσεις στη διαμόρφωση προστασίας από διάβρωση και στους εξοπλισμούς δίνονται γενικά στο Τμήμα 11. Ειδικές εκτιμήσεις σχετικές για υπεράκτιες κατασκευές σκυροδέματος δίνονται στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 6 Παράγραφοι P100 έως P400 και στην υποπαράγραφο 102

**101** Ράβδοι οπλισμού σκυροδέματος και τένοντες προέντασης προστατεύονται επαρκώς από το σκυρόδεμα αυτό καθ' εαυτό, δηλαδή παρέχεται επαρκής επικάλυψη και επαρκής τύπος και ποιότητα αδρανών. Ωστόσο, τμήματα οπλισμού που εκτίθενται ελεύθερα στο θαλασσινό νερό σε περίπτωση ατελειών σκυροδέματος και πλακών επικάλυψης, κεφαλές διεϊσδυσης και διάφορες στηρίξεις (π.χ. παρελκόμενα) τα οποία εκτίθενται ελεύθερα στο θαλασσινό νερό ή στη θαλάσσια ατμόσφαιρα κανονικά θα απαιτούν προστασία έναντι διάβρωσης.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Συνιστάται πάντα να εγκαθίσταται καθοδική προστασία για μία κατασκευή σκυροδέματος υπεράκτιας ανεμογεννήτριας. Η προστασία έναντι διάβρωσης μπορεί να συνδυάζεται με ηλεκτρική γείωση για την κατασκευή της ανεμογεννήτριας, βλέπε Τμήμα I200.

### **Θ 200 Ηλεκτρική Γείωση**

**201** Όλα τα μεταλλικά στοιχεία σε μία υπεράκτια κατασκευή στήριξης συμπεριλαμβανομένων των παρελκόμενων θα έχουν ισοδυναμική σύνδεση και ηλεκτρική γείωση προκειμένου να την προστατέψουν σε διαφορές δυναμικού, τυχαία ρεύματα και αστραπές. Τεκμηρίωση για αυτό θα περιλαμβάνεται στα έγγραφα σχεδιασμού.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Συχνά η αντίσταση μεταφοράς για τον οπλισμό σε μία υπεράκτια κατασκευή σκυροδέματος θα είναι χαμηλή και θα μπορούσε τότε να χρησιμοποιηθεί για γείωση. Αν χρησιμοποιηθεί για γείωση, ο οπλισμός θα πρέπει κατ' ελάχιστο να είναι δεμένος με μεταλλικό σύρμα σε κάθε δεύτερη διασταύρωση και η κατακόρυφη και οριζόντια σύνδεση θα συμπληρώνεται από ξεχωριστές ηλεκτρικές συνδέσεις που συσφίγγονται στον οπλισμό σε κατάλληλη απόσταση. Μέρη θα λαμβάνεται για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα προστασίας έναντι διάβρωσης και η ηλεκτρική γείωση δε βρίσκονται σε σύγκρουση.

## I. Έλεγχος Διάβρωσης και Ηλεκτρική Γείωση

### I 100 Κατασκευή

**101** Η κατασκευή θα εκτελείται σύμφωνα με το πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 7, μαζί με άλλα σχετικά πρότυπα αν είναι απαραίτητο όπως αναφέρεται στο πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 7 Παράγραφος A201.

**102** Για κατασκευές που σχεδιάστηκαν σύμφωνα με άλλα συστήματα προτύπων (π.χ. πρότυπα EN), θα εφαρμόζονται επίσης τα πρότυπα κατασκευής στο υφιστάμενο σύστημα.

### I 200 Κατηγορίες επιθεώρησης

**201** Σε γενικές γραμμές, η κατηγορία επιθεώρησης IC2, «Κανονική Επιθεώρηση», (βλέπε πρότυπο DNV-OS-C502 Τμήμα 7 Παράγραφος Δ201) εφαρμόζεται για κατασκευές σκυροδέματος υπεράκτιων ανεμογεννητριών.

**202** Για κατασκευή σύμφωνα με το πρότυπο EN 13670-1:2000, η Κατηγορία Επιθεώρησης 2 εφαρμόζεται για κατασκευές σκυροδέματος υπεράκτιων ανεμογεννητριών.

## 4.6 Τμήμα 10

### ΤΜΗΜΑ 10 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

#### A. Γενικά

##### A 100 Εισαγωγή

**101** Οι προδιαγραφές σε αυτό το τμήμα εφαρμόζονται στις πασσαλοθεμελιώσεις, στις θεμελιώσεις τύπου βαρύτητας και στην ευστάθεια του θαλάσσιου πυθμένα.

**102** Οι τύποι θεμελιώσεων που δεν καλύπτονται συγκεκριμένα από αυτό το πρότυπο θα θεωρούνται ειδικά.

**103** Ο σχεδιασμός των θεμελιώσεων θα βασίζεται σε επιτόπου προσδιορισμένες πληροφορίες, βλέπε Τμήμα 3.

**104** Ο γεωτεχνικός σχεδιασμός των θεμελιώσεων θα θεωρεί τόσο την αντοχή όσο και τις παραμορφώσεις της κατασκευής της θεμελίωσης και των εδαφών θεμελίωσης.

— εδάφη θεμελίωσης

— αντιδράσεις εδάφους στην κατασκευή θεμελίωσης

— αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής.

Οι απαιτήσεις για την κατασκευή της θεμελίωσης αυτής καθ' αυτής δίνονται στα Τμήματα 7 έως 9 ανάλογα με την περίπτωση για μία κατασκευή θεμελίωσης που κατασκευάζεται από χάλυβα και/ή σκυρόδεμα.

**105** Μία μορφή αστοχίας θεμελίωσης ορίζεται ως η μορφή στην οποία η θεμελίωση οποιαδήποτε από τις οριακές τις καταστάσεις.

— αστοχία λόγω εξάντλησης της φέρουσας ικανότητας

— ολίσθηση

— ανατροπή

— εξόλκευση πασσάλου

— μεγάλες καθιζήσεις ή μετακινήσεις.

**106** Ο ορισμός των κατηγοριών οριακών καταστάσεων όπως δίνονται στο Τμήμα 2 είναι έγκυρος για σχεδιασμό θεμελίωσης με την εξαίρεση ότι η αστοχία λόγω του φαινομένου της κυκλικής φόρτισης αντιμετωπίζεται ως οριακή κατάσταση αστοχίας (OKA), εναλλακτικά ως μία τυχηματική οριακή κατάσταση (TOK), χρησιμοποιώντας μερικούς συντελεστές ασφάλειας για τη φόρτιση και τα υλικά όπως ορίζεται για αυτές τις κατηγορίες οριακών καταστάσεων. Οι συντελεστές φόρτισης σε αυτή την περίπτωση πρέπει να εφαρμόζονται σε όλα τα κυκλικά φορτία στο ιστορικό φόρτισης σχεδιασμού. Χαμηλότεροι συντελεστές φόρτισης από τους προβλεπόμενους μπορούν να γίνουν αποδεκτοί αν το συνολικό επίπεδο ασφάλειας μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι εντός αποδεκτών ορίων.

**107** Οι συντελεστές φόρτισης που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό που σχετίζονται με τις διαφορετικές κατηγορίες οριακών καταστάσεων δίνονται στο Τμήμα 5 του προτύπου DNV-OS-J101.

**108** Οι συντελεστές υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν προσδιορίζονται στο σχετικό υποτμήμα για τον σχεδιασμό σε αυτό το Τμήμα. Η χαρακτηριστική αντοχή του εδάφους θα εκτιμάται σε συμφωνία με το σημείωμα 300.

**109** Οι συντελεστές υλικών θα εφαρμόζονται στην διατμητική αντοχή του εδάφους ως εξής:

— για ανάλυση ενεργών τάσεων, η εφαπτομένη της χαρακτηριστικής γωνίας τριβής θα διαιρείται με τον συντελεστή υλικού  $\gamma_m$

— για ανάλυση ολικών τάσεων, η χαρακτηριστική αστράγγιστη διατμητική αντοχή θα διαιρείται με τον συντελεστή υλικού  $\gamma_m$ .



Για αντίσταση εδάφους σε αξονική φόρτιση πασσάλου, οι συντελεστές υλικών θα εφαρμόζονται στην χαρακτηριστική αντίσταση όπως περιγράφεται στην παράγραφο C107.

Για αντίσταση εδάφους σε πλευρική φόρτιση πασσάλου, οι συντελεστές υλικών θα εφαρμόζονται στην χαρακτηριστική αντίσταση όπως περιγράφεται στην παράγραφο C106.

**110** Οι καθιζήσεις που προκαλούνται από αυξημένες τάσεις στο έδαφος λόγω του βάρους της κατασκευής θα θεωρούνται για κατασκευές με θεμελιώσεις τύπου βαρύτητας. Ο κίνδυνος διαφορετικών καθιζήσεων θα πρέπει να θεωρείται σε σχέση με την επιτρεπόμενη κλίση της κατασκευής στήριξης της ανεμογεννήτριας.

**111** Περαιτέρω επεξεργασίες στις αρχές σχεδιασμού και παραδείγματα λύσεων σχεδιασμού για τον σχεδιασμό θεμελιώσεων δίνονται στο πρότυπο DNV Σημειώσεις Ταξινόμησης 30.4.

## **A 200 Διερευνήσεις εδάφους**

**201** Απαιτήσεις σε διερευνήσεις εδάφους ως μία βάση για την καθιέρωση απαραίτητων δεδομένων εδάφους για ένα λεπτομερή σχεδιασμό δίνονται στο Τμήμα 3.

## **A 300 Χαρακτηριστικές ιδιότητες εδάφους**

**301** Η χαρακτηριστική τιμή μιας εδαφικής ιδιότητας ορίζεται ως το 5% εκατοστημόριο στην κατανομή της εδαφικής ιδιότητας, όταν μία τοπική τιμή της εδαφικής ιδιότητας επικρατεί στο σχεδιασμό και όταν μία χαμηλή τιμή της εδαφικής ιδιότητας είναι δυσμενής για τον σχεδιασμό. Όταν μία υψηλή τιμή της εδαφικής ιδιότητας είναι δυσμενής για τον σχεδιασμό, θα χρησιμοποιείται το 95% εκατοστημόριο ως χαρακτηριστική τιμή αντί του 5% εκατοστημορίου. Όταν ο μέσος όρος της εδαφικής ιδιότητας επικρατεί στο σχεδιασμό, η χαρακτηριστική τιμή θα λαμβάνεται ως η μέση τιμή της εδαφικής ιδιότητας.

Η χαρακτηριστική τιμή της εδαφικής ιδιότητας θα λαμβάνεται υπόψη για τη μεταβλητότητα σε αυτήν την ιδιότητα βασισμένη σε μία εκτίμηση του εδαφικού όγκου που επικρατεί στην θεωρούμενη οριακή κατάσταση.

### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η μεταβλητότητα σε μία εδαφική ιδιότητα είναι συνήθως μια μεταβλητότητα αυτής της ιδιότητας από σημείο σε σημείο εντός ενός εδαφικού όγκου. Όταν εμπλέκονται μικροί εδαφικοί όγκοι, είναι απαραίτητο να βασιστούν οι υπολογισμοί στην τοπική εδαφική ιδιότητα με την πλήρη της μεταβλητότητα. Όταν εμπλέκονται μεγάλοι εδαφικοί όγκοι, η επιρροή του χωρικού μέσου όρου των διακυμάνσεων στην εδαφική ιδιότητα από σημείο σε σημείο στον εδαφικό όγκο μπαίνει στο παιχνίδι. Οι υπολογισμοί μπορούν τότε να βασίζονται στον χωρικά μέσο όρο της εδαφικής ιδιότητας, η οποία τελικά γίνεται ίση με τη μέση τιμή της εδαφικής ιδιότητας όταν ο εδαφικός όγκος είναι αρκετά μεγάλος.

Μερικά παραδείγματα δίνονται στα ακόλουθα: Για την αξονική φέρουσα ικανότητα ενός μακριού πασσάλου σε πηλό είναι συνήθως η μέση αστράγγιστη διατμητική αντοχή κατά μήκος του πασσάλου η οποία χρήζει ενδιαφέροντος για τον σχεδιασμό αφού τοπικές διακυμάνσεις της αντοχής από σημείο σε σημείο κατά μήκος του πασσάλου μπορούν να υποθεθούν ως μέσος όρος στο μήκος του πασσάλου\* ως εκ τούτου η μέση τιμή της αντοχής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χαρακτηριστική τιμή. Μικρές αγκυρώσεις, όπως άγκιστρο ή πλάκα αγκυρώσεων πλάτους λίγων μέτρων, έχουν τόσο μικρή έκταση και εμπλέκουν τόσο μικρό εδαφικό όγκο ώστε η αντοχή του εδάφους που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ικανότητάς τους είναι μία τοπική αντοχή\* ως εκ τούτου μία δυσμενής χαμηλή τιμή χρησιμοποιείται ως χαρακτηριστική τιμή.

**302** Η χαρακτηριστική αντοχή και οι ιδιότητες παραμόρφωσης του εδάφους θα καθορίζονται για όλες της αποθέσεις σπουδαιότητας.

**303** Τα αποτελέσματα από αμφότερες εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές θα επαληθεύονται και θα διορθώνονται ανάλογα με την περίπτωση στη βάση αναγνωρισμένης πρακτικής και εμπειρίας. Τέτοιες επαληθεύσεις και διορθώσεις θα τεκμηριώνονται. Σε αυτή την διαδικασία θα δίνεται προσοχή σε πιθανές διαφορές ανάμεσα σε μετρούμενες ιδιότητες στις δοκιμές και στις εδαφικές ιδιότητες εκείνες που διέπουν την συμπεριφορά του επιτόπου εδάφους για την εν λόγω οριακή κατάσταση. Τέτοιες διαφορές μπορεί να είναι λόγω:

— διατάραξη του εδάφους λόγω της δειγματοληψίας και δειγμάτων που δεν έχουν ανασυσταθεί σε

επιτόπου ιστορικό τάσεων

- παρουσία ρωγμών
- διαφορετικός ρυθμός φόρτισης ανάμεσα στη δοκιμή και την εν λόγω οριακή κατάσταση
- απλοποιημένη αναπαράσταση στις εργαστηριακές δοκιμές ορισμένων πολύπλοκων ιστορικών φόρτισης
- φαινόμενα ανισοτροπίας εδάφους δίνοντας αποτελέσματα τα οποία είναι ανεξάρτητα από τον τύπο της δοκιμής.

**304** Πιθανά φαινόμενα δραστηριοτήτων εγκατάστασης στις εδαφικές ιδιότητες που θα πρέπει να θεωρηθούν.

**305** Όταν η χαρακτηριστική τιμή της εδαφικής ιδιότητας εκτιμάται από περιορισμένα δεδομένα, η εκτίμηση θα είναι μία προσεκτική εκτίμηση της τιμής που επηρεάζει την εμφάνιση της οριακής κατάστασης. Αυτό συνεπάγεται ότι η χαρακτηριστική τιμή θα εκτιμάται με εμπιστοσύνη. Συνιστάται να εφαρμόζεται μία εμπιστοσύνη τουλάχιστον 75%.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Σχετικές στατιστικές μέθοδοι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για εκτίμηση των χαρακτηριστικών τιμών των εδαφικών ιδιοτήτων.

Για εκτίμηση των χαρακτηριστικών τιμών των εδαφικών ιδιοτήτων μέσω στατιστικών μεθόδων, γίνεται αναφορά στο πρότυπο DNV-RP-C207.

**306** Μία οριακή κατάσταση μπορεί να εμπλέκει ένα μεγάλο εδαφικό όγκο και τότε διέπεται από τον χωρικό μέσο όρο της εδαφικής ιδιότητας σε αυτόν τον όγκο. Η επιλογή της χαρακτηριστικής τιμής θα λαμβάνει δεόντως υπόψη τον αριθμό και την ποιότητα των δοκιμών εντός του εμπλεκόμενου εδαφικού όγκου. Ειδική μέριμνα θα λαμβάνεται όταν η οριακή κατάσταση διέπεται από μία στενή εδαφική ζώνη.

#### **A 400 Επιρροές κυκλικής φόρτισης**

**401** Οι επιρροές κυκλικής φόρτισης στις εδαφικές ιδιότητες θα θεωρούνται στον σχεδιασμό της θεμελίωσης για κατασκευές υπεράκτιων ανεμογεννητριών.

**402** Κυκλικές διατμητικές τάσεις μπορεί να οδηγούν σε μία βαθμιαία αύξηση της πίεσης πόρων. Τέτοια συσσώρευση πίεσης πόρων και η συνοδευόμενη αύξηση στις κυκλικές και μόνιμες διατμητικές παραμορφώσεις μπορεί να μειώσει την διατμητική αντοχή του εδάφους. Αυτές οι επιρροές θα λαμβάνονται υπόψη στην εκτίμηση της χαρακτηριστικής διατμητικής αντοχής για χρήση στο σχεδιασμό εντός των εφαρμοζόμενων οριακών καταστάσεων. Αυτές οι επιρροές θα λαμβάνονται υπόψη επίσης στην εκτίμηση των μόνιμων περιστροφών θεμελίωσης.

**403** Στην συνθήκη σχεδιασμού ΟΚΛ οι επιρροές της κυκλικής φόρτισης στο μέτρο διάτμησης του εδάφους θα διορθώνεται για κάθε περίπτωση όταν θα υπολογίζονται δυναμικές κινήσεις, καθιζήσεις και μόνιμες (μακροπρόθεσμες) οριζόντιες μετακινήσεις. Βλέπε επίσης παράγραφο Δ500.

**404** Οι επιρροές των επαγόμενων δυνάμεων από κύμα και άνεμο στις εδαφικές ιδιότητες θα διερευνώνται για απλές καταιγίδες, για κανονικές συνθήκες λειτουργίας που ακολουθούνται από μία καταιγίδα ή από μία επείγουσα απενεργοποίηση, για διάφορες διαδεχόμενες καταιγίδες και για οποιαδήποτε άλλη συνθήκη φόρτισης κύματος και ανέμου που μπορεί να επηρεάσει τις εδαφικές ιδιότητες.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Κυκλική υποβάθμιση των εδαφικών ιδιοτήτων είναι το θέμα εδώ, καθώς και οι επιρροές του ρυθμού.

**405** Σε σεισμικά ενεργές περιοχές, όπου το σύστημα κατασκευής-θεμελίωσης μπορεί να υποβάλλεται σε σεισμικές δυνάμεις, τα φαινόμενα επιδείνωσης της κυκλικής φόρτισης στις εδαφικές ιδιότητες θα επαληθεύονται για τις επιτόπου συνθήκες και θα θεωρούνται ανάλογα με την περίπτωση. Βλέπε επίσης παράγραφο 500.

### **A 500 Αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής**

**501** Επαλήθευση της επιρροής των κατασκευαστικών φορτίων θα βασίζεται σε μία ολοκληρωμένη ανάλυση του συστήματος εδάφους και κατασκευής. Η ανάλυση θα βασίζεται σε ρεαλιστικές υποθέσεις ανεξάρτητα από την ακαμψία και απόσβεση αμφοτέρων του εδάφους και των δομικών μελών.

**502** Δέουσα προσοχή πρέπει να δοθεί στις επιρροές γειτονικών κατασκευών, ανάλογα με την περίπτωση.

**503** Για ανάλυση της κατασκευαστικής απόκρισης σε σεισμικές δονήσεις, θα καθορίζονται τα χαρακτηριστικά της εδαφικής κίνησης που είναι έγκυρα στη βάση της κατασκευής. Αυτός ο καθορισμός θα βασίζεται στα χαρακτηριστικά της εδαφικής κίνησης σε ελεύθερο πεδίο και σε τοπικές συνθήκες εδάφους χρησιμοποιώντας αναγνωρισμένες μεθόδους για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης εδάφους και κατασκευής.

**504** Για δυναμική ανάλυση του συστήματος της ανεμογεννήτριας, κατασκευή στήριξης και θεμελίωση, θα εφαρμόζονται ρεαλιστικές τιμές ακαμψίας για την εδαφική στήριξη της κατασκευής θεμελίωσης. Για παράδειγμα – στην περίπτωση πασσαλοθεμελιώσεων – θα εφαρμόζονται αντιπροσωπευτικές καμπύλες p-y της πραγματικής φυσικής της αλληλεπίδρασης πασσάλου-εδάφους, συμπεριλαμβανομένης ρεαλιστικής αρχικής ακαμψίας p-y. Αυτές οι απαιτήσεις στην ρεαλιστική αναπαράσταση της ακαμψίας επίσης εφαρμόζονται στην εκτίμηση της ιδιοσυχνότητας του συστήματος της ανεμογεννήτριας, κατασκευής στήριξης και θεμελίωσης.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η απαίτηση για χρήση ρεαλιστικών τιμών για ακαμψία συνεπάγεται ότι η ακαμψία πρέπει να αναπαρασταθεί από κεντρικές εκτιμήσεις της μέσης τιμής της όταν είναι διαθέσιμα δεδομένα ακαμψίας. Όταν δεν είναι διαθέσιμα δεδομένα ακαμψίας για μία θεμελίωση, ρεαλιστικές εκτιμήσεις της τιμής της ακαμψίας μπορούν να ληφθούν στη βάση της όπισθεν ανάλυσης δεδομένων για παρόμοιες θεμελιώσεις που είναι εγκατεστημένες σε παρόμοια εδάφη.

## **B. Γενικά**

### **B 100 Ευστάθεια κλίσης**

**101** Ο κίνδυνος αστοχίας κλίσης θα αξιολογείται. Τέτοιες αξιολογήσεις θα καλύπτουν:

- φυσικές κλίσεις
- κλίσης που αναπτύχθηκαν κατά την διάρκεια της εγκατάστασης και μετά την εγκατάσταση της κατασκευής
- αναμενόμενες μελλοντικές μεταβολές των υφιστάμενων κλίσεων
- επιρροή συνεχών ροών λάσπης
- μετακινήσεις εδάφους επαγόμενες από κύμα.

Η επιρροή των φορτίων κύματος στον θαλάσσιο πυθμένα θα περιλαμβάνεται στην αξιολόγηση όταν τέτοια φορτία είναι δυσμενή.

**102** Όταν η κατασκευή τοποθετείται σε μία σεισμικά ενεργό περιοχή, οι επιπτώσεις των σεισμών στην ευστάθεια της κλίσης θα περιλαμβάνεται στην ανάλυση

**103** Η ασφάλεια ενάντια στην αστοχία της κλίσης στον σχεδιασμό ΟΚΑ θα αναλύεται χρησιμοποιώντας συντελεστές υλικού ( $\gamma_M$ ):

$$\begin{aligned}\gamma_M &= 1,15 \text{ για ανάλυση ενεργών τάσεων} \\ &= 1,25 \text{ για ανάλυση ολικών τάσεων}\end{aligned}$$

### **B 200 Υδραυλική ευστάθεια**

**201** Η πιθανότητα αστοχίας λόγω υδροδυναμικής αστάθειας θα θεωρείται όπου είναι παρόντα εδάφη ευαίσθητα σε διάβρωση ή μαλάκυνση.

**202** Μία διερεύνηση της υδραυλικής ευστάθειας θα αξιολογεί τον κίνδυνο για:

- μαλάκυνση του εδάφους και συνεπακόλουθη μείωση της φέρουσας ικανότητας λόγω υδραυλικών βαθμίδων και δυνάμεων διαρροής
- διαμόρφωση καναλιών σωληνώσεων με συνοδευόμενη εσωτερική διάβρωση του εδάφους
- διάβρωση επιφάνειας σε τοπικές περιοχές κάτω από την θεμελίωση λόγω μεταβλητοτήτων υδραυλικής πίεσης που προκύπτουν από περιβαλλοντικά φορτία

**203** Όταν η διάβρωση είναι πιθανό να μειώσει την ενεργή επιφάνεια θεμελίωσης, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για να αποτραπεί, έλεγχος και/ή παρακολούθηση τέτοιας διάβρωσης, ανάλογα με την περίπτωση, βλέπε 300.

### **B 300 Διάβρωση και αποτροπή διάβρωσης**

**301** Ο κίνδυνος για διάβρωση γύρω από την θεμελίωση μιας κατασκευής θα λαμβάνεται υπόψη εκτός αν μπορεί να αποδειχθεί ότι το έδαφος της θεμελίωσης δεν θα υπόκειται σε διάβρωση για το αναμενόμενο εύρος των ταχυτήτων των σωματιδίων του νερού.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Όταν μία κατασκευή τοποθετείται στον πυθμένα, η ροή των σωματιδίων του νερού που συνδέεται με σταθερά ρεύματα και διαπερνόντα κύματα θα υποστούν σημαντικές αλλαγές. Η τοπική μεταβολή στη ροή γενικά θα προκαλεί μία αύξηση στη διατμητική τάση στον πυθμένα και θα αυξηθεί η ικανότητα μεταφοράς ιζημάτων της ροής. Σε αυτή την περίπτωση ενός διαβρώσιμου πυθμένα, αυτό μπορεί να προκαλέσει μία τοπική διάβρωση γύρω από την κατασκευή. Τέτοια διάβρωση θα είναι μία απειλή στην ευστάθεια της κατασκευής και στη θεμελίωσή της.

**302** Η επιρροή της διάβρωσης, ανάλογα με την περίπτωση, θα λαμβάνεται υπόψη σύμφωνα με τουλάχιστον μία από τις ακόλουθες μεθόδους:

- α) Επαρκή μέσα για προστασία έναντι διάβρωσης τοποθετούνται γύρω από την κατασκευή όσο το δυνατόν συντομότερα μετά την εγκατάσταση.
- β) Η θεμελίωση σχεδιάζεται για μία συνθήκη όπου όλα τα υλικά, τα οποία δεν είναι αντιδιαβρωτικά, υποτίθεται ότι απομακρύνονται.
- γ) Ο πυθμένας γύρω από την κατασκευή διατηρείται υπό στενή παρακολούθηση και διεξάγονται έργα αποκατάστασης για να αποτραπεί περαιτέρω διάβρωση σύντομα μετά τον εντοπισμό σημαντικής διάβρωσης.

**303** Σε μία ανάλυση της διάβρωσης, η επιρροή σταθερού ρεύματος, κύματος, ή ρεύματος και κύματος σε συνδυασμό θα λαμβάνεται υπόψη ανάλογα με την περίπτωση

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Η έκταση μιας οπής διάβρωσης θα εξαρτάται από τις διαστάσεις της κατασκευής και των εδαφικών ιδιοτήτων. Σε περιπτώσεις που είναι στη θέση ένα σύστημα προστασίας σε διάβρωση, θα εξαρτάται επίσης από τον σχεδιασμό της προστασίας σε διάβρωση.

**304** Υλικό προστασίας σε διάβρωση θα σχεδιάζεται για να παρέχει αμφοτέρως εξωτερική και εσωτερική ευστάθεια, π.χ. προστασία ενάντια σε υπερβολική διάβρωση επιφάνειας του υλικού προστασίας σε διάβρωση και προστασία ενάντια σε μεταφορά εδαφικών σωματιδίων από υποκείμενο φυσικό έδαφος.

#### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Όταν η προστασία σε διάβρωση αποτελείται μία γεωκατασκευή, όπως μία ακολουθία τεχνητά σχεδιασμένων εδαφικών στρώσεων, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι πληρούνται τα τυποποιημένα κριτήρια φίλτρου όταν επιλέγονται τα μεγέθη των σωματιδίων των επιμέρους στρωμάτων μιας τέτοιας γεωκατασκευής.

**305** Σε περιπτώσεις που μία προστασία σε διάβρωση είναι σ θέση στην κατασκευή της θεμελίωσης και αποτελείται από μία γεωκατασκευή, η επιρροή της στήριξης του εδάφους από την προστασία σε διάβρωση μπορεί να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό της κατασκευής της θεμελίωσης. Γι αυτόν τον σκοπό, μία οπή διάβρωσης στο υλικό προστασίας σε διάβρωση θα υποτίθεται με διαστάσεις ίσες με

εκείνες που υποτίθενται στο σχεδιασμό της προστασίας σε διάβρωση για το σχετικό κυρίαρχο φαινόμενο ΟΚΑ.

**306** Μία μεθοδολογία για πρόβλεψη της διάβρωσης γύρω από έναν κατακόρυφο πάσσαλο που διεισδύει στον θαλάσσιο πυθμένα δίνεται στο Παράρτημα Ι.

#### **Δ. Θεμελιώσεις Βάσης Βαρύτητας**

##### **Δ 100 Γενικά**

**101** Μορφές αστοχίας εντός των κατηγοριών των οριακών καταστάσεων ΟΚΑ και ΤΟΚ θα θεωρούνται όπως περιγράφεται στην 200.

**102** Μορφές αστοχίας εντός των ΟΚΑ, π.χ. καθιζήσεις και μετακινήσεις, θα θεωρούνται όπως περιγράφεται στην 300.

##### **Δ 200 Ευστάθεια Θεμελιώσεων**

**201** Ο κίνδυνος διατμητικής αστοχίας κάτω από τη βάση της κατασκευής θα διερευνάται για όλες τις θεμελιώσεις τύπου βαρύτητας. Τέτοιες διερευνήσεις θα καλύπτουν αστοχία κατά μήκος οποιασδήποτε πιθανής διατμητικής επιφάνειας με ειδική μέριμνα να δίνεται στην επίδραση των μαλακών στρωμάτων και στην επίδραση της κυκλικής φόρτισης. Η γεωμετρία της βάσης της θεμελίωσης θα λαμβάνεται υπόψη.

##### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Για κατασκευές βάσης βαρύτητας εξοπλισμένες με σωλήνες που διεισδύουν στο βυθό της θάλασσας, η θεωρητική βάση θεμελίωσης θα υποτίθεται ότι είναι στο επίπεδο του άκρου του σωλήνα. Θεμελιώσεις κενού, για τις οποίες οι διεισδύοντες σωλήνες είναι μέρος της λύσης της θεμελίωσης και για τις οποίες εφαρμόζεται αναρρόφηση για να διευκολύνουν την εγκατάσταση, θα θεωρούνται ως κατασκευές βάσης βαρύτητας για την συνθήκη να είναι ολοκληρωμένη μετά την εγκατάσταση.

**202** Οι αναλύσεις θα διεξάγονται για πλήρως στραγγιζόμενες, μερικώς στραγγιζόμενες ή αστράγγιστες συνθήκες, οτιδήποτε αντιπροσωπεύει ακριβέστερα τις πραγματικές συνθήκες.

**203** Για σχεδιασμό εντός των εφαρμοζόμενων κατηγοριών οριακών καταστάσεων ΟΚΑ και ΤΟΚ, η ευστάθεια της θεμελίωσης θα εκτιμάται με μία από τις ακόλουθες μεθόδους:

— ανάλυση ευστάθειας ενεργών τάσεων

— ανάλυση ευστάθειας ολικών τάσεων

**204** Μία ανάλυση ευστάθειας ενεργών τάσεων θα βασίζεται στις ενεργές παραμέτρους αντοχής του εδάφους και των ρεαλιστικών εκτιμήσεων στην πίεση πόρων του εδάφους.

**205** Μία ανάλυση ευστάθειας ολικών τάσεων θα βασίζεται στις ολικές παραμέτρους αντοχής του εδάφους που προσδιορίζονται από δοκιμές σε αντιπροσωπευτικά δοκίμια εδάφους που υποβάλλονται σε παρόμοιες συνθήκες έντασης όπως τα αντίστοιχα στοιχεία στο έδαφος θεμελίωσης.

**206** Αμφότερες μέθοδοι ανάλυσης ενεργών και ολικών τάσεων θα βασίζονται σε εργαστηριακή διατμητική αντοχή με τις μετρήσεις πίεσης πόρων που περιλαμβάνονται. Τα αποτελέσματα των δοκιμών θα πρέπει να ερμηνεύονται κατά προτίμηση μέσω διαδρομών τάσεων.

**207** Οι αναλύσεις ευστάθειας από συμβατικούς τύπους φέρουσας ικανότητας είναι αποδεκτοί μόνο για ομοιόμορφες εδαφικές συνθήκες.

##### **Επεξηγηματική σημείωση:**

Οι θεμελιώσεις ανεμογεννητριών βάσης βαρύτητας συνήθως έχουν σχετικά μικρές επιφάνειες, έτσι ώστε οι τύποι φέρουσας ικανότητας για ιδανικές συνθήκες θα επαρκούν κανονικά και θα είναι αποδεκτοί για τον σχεδιασμό.

**208** Για κατασκευές όπου σωληνώσεις, πείροι ή παρόμοια μέλη θεμελιώσεων μεταφέρουν φορτία το έδαφος θεμελίωσης, οι συνεισφορές αυτών των μελών στη φέρουσα ικανότητα και πλευρική

αντίσταση θα λαμβάνονται υπόψη ανάλογα με την περίπτωση. Η σκοπιμότητα της διείδυσης των σωληνώσεων θα τεκμηριώνεται επαρκώς.

**209** Η ευστάθεια της θεμελίωσης θα αναλύεται στις ΟΚΑ με εφαρμογή των ακόλουθων συντελεστών υλικών στις χαρακτηριστικές παραμέτρους διατμητικής αντοχής του εδάφους:

$$\begin{aligned} \gamma_M &= 1,15 \text{ για ανάλυση ενεργών τάσεων} \\ &= 1,25 \text{ για ανάλυση ολικών τάσεων} \end{aligned}$$

**210** Επίδραση της κυκλικής φόρτισης θα περιλαμβάνεται εφαρμόζοντας συντελεστές φόρτισης σε συμφωνία με την παράγραφο Α106.

**211** Σε μία ανάλυση ενεργών τάσεων, εκτίμηση της πίεσης πόρων θα περιλαμβάνει:

- αρχική πίεση πόρων
- συγκέντρωση πιέσεων πόρων λόγω ιστορικού κυκλικής φόρτισης
- παροδικές πιέσεις πόρων μέσω κάθε κύκλου φόρτισης
- φαινόμενα διασποράς

**212** Η ασφάλεια έναντι ανατροπής θα διερευνάται στις ΟΚΑ και στις ΤΟΚ.

### **Δ 300 Καθιζήσεις και μετακινήσεις**

**301** Για τις συνθήκες σχεδιασμού ΟΚΛ, αναλύσεις των καθιζήσεων και μετακινήσεων, σε γενικές γραμμές, πρέπει να περιλαμβάνουν υπολογισμούς της:

- αρχική σταθεροποίηση και δευτερεύουσες καθιζήσεις
- διαφορικές καθιζήσεις
- μόνιμες (μακροπρόθεσμες) οριζόντιες μετακινήσεις
- δυναμικές κινήσεις

**302** Οι μετακινήσεις της κατασκευής, καθώς και το έδαφος θεμελίωσής της, θα εκτιμάται για να παρέχει τη βάση για τον σχεδιασμό αγωγών και άλλων μελών που συνδέονται με την κατασκευή οι οποίοι διεισδύουν ή επικάθονται στον πυθμένα της θάλασσας.

**303** Η ανάλυση διαφορικών καθιζήσεων θα λαμβάνει υπόψη πλευρικές διακυμάνσεις των εδαφικών συνθηκών εντός της περιοχής θεμελίωσης, ασύμμετρες κατανομές βάρους και πιθανές κυρίαρχες κατευθύνσεις περιβαλλοντικών φορτίων. Διαφορικές καθιζήσεις ή κλίση λόγω ρευστοποίησης εδάφους θα θεωρείται σε σεισμικά ενεργές περιοχές.

### **Δ 400 Αντιδράσεις εδάφους στην κατασκευή θεμελίωσης**

**401** Οι αντιδράσεις από τα εδάφη θεμελίωσης θα λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό της υποστηριζόμενης κατασκευής για όλες τις συνθήκες σχεδιασμού.

**402** Η κατανομή των αντιδράσεων εδάφους στα δομικά μέλη, που επικάθονται ή διεισδύουν στο βυθό της θάλασσας, θα εκτιμάται από συντηρητικά εκτιμώμενες κατανομές ιδιοτήτων αντοχής και παραμόρφωσης του εδάφους θεμελίωσης. Θα θεωρείται πιθανή χωρική μεταβλητότητα των εδαφικών συνθηκών, συμπεριλαμβανομένης της ανώμαλης τοπογραφίας πυθμένα. Η ακαμψία των δομικών μελών θα λαμβάνεται υπόψη.

**403** Η αντίσταση διείδυσης πείρων και σωληνώσεων θα υπολογίζεται βασισμένη σε ένα ρεαλιστικό εύρος των παραμέτρων εδαφικής αντοχής. Η κατασκευή θα εφοδιάζεται με επαρκή ικανότητα να αναλάβει τη μέγιστη αναμενόμενη αντίσταση διείδυσης προκειμένου να φτάσει το απαιτούμενο βάθος διείδυσης.

**404** Καθώς η αντίσταση διείδυσης μπορεί να μεταβάλλεται κατά μήκος του πεδίου θεμελίωσης, έκκεντρες δυνάμεις διείδυσης μπορεί να είναι απαραίτητες για να διατηρήσουν την κλίση της πλατφόρμας εντός καθορισμένων ορίων.

### **Δ 500 Μοντελοποίηση εδάφους για δυναμική ανάλυση**

**501** Οι δυναμικές αναλύσεις μιας κατασκευής βαρύτητας θα θεωρεί τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής. Για ομογενείς εδαφικές συνθήκες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μοντελοποίηση του εδάφους θεμελίωσης χρησιμοποιώντας τη συνεχή προσέγγιση. Για ανομοιογενείς συνθήκες, θα

εκτελείται μοντελοποίηση με τεχνικές πεπερασμένων στοιχείων ή άλλες αναγνωρισμένες μεθόδους που λαμβάνουν υπόψη ανομοιογενείς συνθήκες.

**Επεξηγηματική σημείωση:**

Όταν οι εδαφικές συνθήκες είναι αρκετά ομογενείς και μπορεί να καθοριστεί ένα ισοδύναμο μέτρο διάτμησης  $G$ , αντιπροσωπευτικό για τον συμμετέχοντα εδαφικό όγκο καθώς και για το επικρατές επίπεδο παραμόρφωσης στο έδαφος, τότε οι δυσκαμψίες της θεμελίωσης μπορούν να προσδιοριστούν βασισμένες στους τύπους από την ελαστική θεωρία, βλέπε Παράρτημα Ζ.

**502** Δεόντως υπόψη θα λαμβάνονται η ανεξαρτησία από τις παραμορφώσεις του μέτρου διάτμησης και της εσωτερικής απόσβεσης του εδάφους. Αβεβαιότητες στην επιλογή εδαφικών ιδιοτήτων θα αντανακλώνται σε παραμετρικές μελέτες για να βρεθεί η επιρροή στην απόκριση. Οι παραμετρικές μελέτες θα περιλαμβάνουν ανώτερα και κατώτερα όρια του μέτρου διάτμησης και του λόγου απόσβεσης του εδάφους. Θα θεωρούνται αμφότερες εσωτερική απόσβεση εδάφους και απόσβεση ακτινοβολίας.

**Δ 600 Πλήρωση των κενών**

**601** Προκειμένου να διασφαλιστεί επαρκής ευστάθεια της κατασκευής ή για να παρέχεται μία ομοιόμορφη κατακόρυφη αντίδραση, μπορεί να είναι απαραίτητα πλήρωση των κενών ανάμεσα στην κατασκευή και τον πυθμένα, π.χ. με αρμολόγηση κάτω από τη βάση.

**602** Το σύστημα σωληνώσεων της θεμελίωσης και το σύστημα πλήρωσης κενών θα σχεδιάζονται έτσι ώστε οι πιέσεις πλήρωσης δεν θα προκαλούν διοχέτευση από το ένα διαμέρισμα σωλήνωσης σε άλλο ή στον πυθμένα εκτός της περιφέρειας της κατασκευής.

**603** Το υλικό πλήρωσης που χρησιμοποιείται θα είναι ικανό να διατηρήσει επαρκή αντοχή κατά την διάρκεια της ζωής της κατασκευής θεωρώντας όλες τις σχετικές μορφές επιδείνωσης όπως:

- χημική
- μηχανική
- προβλήματα τοποθέτησης όπως ατελής ανάμιξη και αραίωση.

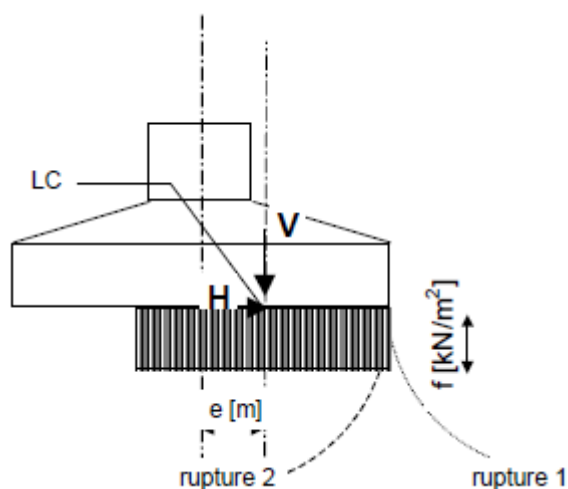
## 4.7 Παράρτημα Z

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Z ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ ΒΑΣΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ

#### A. Δυνάμεις

##### A 100 Γενικά

**101** Όλες οι δυνάμεις που δρουν στη θεμελίωση, συμπεριλαμβανομένων των δυνάμεων που μεταβιβάζονται από την ανεμογεννήτρια, μεταφέρονται στη βάση θεμελίωσης και συνδυάζονται στις συνισταμένες δυνάμεις  $H$  και  $V$  στην οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση, αντίστοιχα, στη διεπιφάνεια θεμελίωσης-εδάφους.



Εικόνα 1: Φόρτιση υπό ιδανικές συνθήκες

Στα ακόλουθα, υποτίθεται ότι  $H$  και  $V$  είναι οι δυνάμεις σχεδιασμού, δηλαδή, είναι χαρακτηριστικές δυνάμεις που έχουν πολλαπλασιαστεί με τον σχετικό μερικό συντελεστή φόρτισης  $\gamma_f$ . Αυτό υποδεικνύεται με το δείκτη  $d$  στον τύπο της φέρουσας ικανότητας, από δω και στο εξής  $H_d$  και  $V_d$ . Το κέντρο φόρτισης, που συμβολίζεται LC, είναι το σημείο όπου οι συνισταμένες  $H$  και  $V$  τέμνουν την διεπιφάνεια θεμελίωσης-εδάφους και συνεπάγεται μία εκκεντρότητα  $e$  της κατακόρυφης δύναμης  $V$  ως προς την κεντρική γραμμή της θεμελίωσης. Αναφορά γίνεται στην Εικόνα 1 και η εκκεντρότητα υπολογίζεται ως

$$e = \frac{M_d}{V_d}$$

όπου το  $M_d$  υποδηλώνει τη συνισταμένη ροπή ανατροπής σχεδιασμού για την διεπιφάνεια θεμελίωσης-εδάφους.

#### B. Διόρθωση για Ροπή Στρέψης

##### B 100 Γενικά

**101** Όταν μία ροπή στρέψης  $M_Z$  εφαρμόζεται στη θεμελίωση επιπροσθέτως των δυνάμεων  $H$  και  $V$ , η αλληλεπίδραση ανάμεσα στη ροπή στρέψης και αυτές τις δυνάμεις μπορεί να ληφθεί υπόψη αντικαθιστώντας τις  $H$  και  $M_Z$  με μία ισοδύναμη οριζόντια δύναμη  $H'$ . Η φέρουσα ικανότητα της



θεμελίωσης πρέπει τότε να επαληθευτεί για το ζεύγος δυνάμεων ( $H', V$ ) αντί με το ζεύγος δυνάμεων ( $H, V$ ). Η ισοδύναμη οριζόντια δύναμη μπορεί να υπολογιστεί ως

$$H' = \frac{2M_z}{l_{eff}} + \sqrt{H^2 + \left(\frac{2M_z}{l_{eff}}\right)^2}$$

όπου  $l_{eff}$  είναι το μήκος της ενεργού περιοχής όπως ορίζεται στην παράγραφο Γ100.

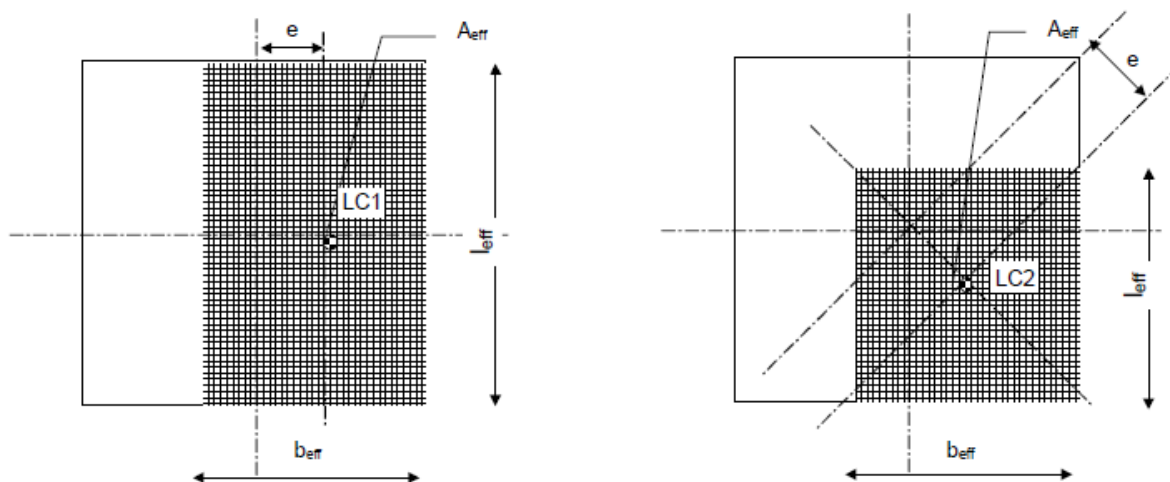
### Γ. Ενεργός Περιοχή Θεμελίωσης

#### Γ 100 Γενικά

**101** Χρειάζεται μία ενεργός περιοχή θεμελίωσης  $A_{eff}$  για χρήση στην ανάλυση της φέρουσας ικανότητας. Η ενεργός περιοχή θεμελίωσης κατασκευάζεται έτσι ώστε το γεωμετρικό της κέντρο να συμπίπτει με το κέντρο φόρτισης και έτσι ώστε να ακολουθεί κατά το δυνατόν στενότερα το πλησιέστερο περίγραμμα της πραγματικής περιοχής της βάσης θεμελίωσης. Για μία τετραγωνική περιοχή πλάτους  $b$ , η ενεργός περιοχή  $A_{eff}$  ορίζεται ως

$$A_{eff} = b_{eff} l_{eff}$$

όπου οι ενεργές διαστάσεις  $b_{eff}$  και  $l_{eff}$  εξαρτώνται από το ποιο από τα δύο ιδανικά σενάρια φόρτισης οδηγεί στην πιο κρίσιμη φέρουσα ικανότητα για την πραγματική θεμελίωση.



**Εικόνα 2: Τετραγωνικό πέδιλο με δύο προσεγγίσεις ως προς το πώς συντίθεται η ενεργός περιοχή θεμελίωσης**

Το σενάριο 1 αντιστοιχεί σε εκκεντρότητα φόρτισης ως προς τον έναν από τους δύο άξονες συμμετρίας της θεμελίωσης. Σε αυτό το σενάριο χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες ενεργές διαστάσεις:

$$b_{eff} = b - 2e, \quad l_{eff} = b$$

Το σενάριο 2 αντιστοιχεί σε εκκεντρότητα φόρτισης και ως προς τους δύο άξονες συμμετρίας της θεμελίωσης. Σε αυτό το σενάριο χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες ενεργές διαστάσεις:

$$b_{eff} = l_{eff} = b - e\sqrt{2}$$

Αναφορά γίνεται στην Εικόνα 2. Η αναπαράσταση της ενεργού περιοχής που οδηγεί στο δυσμενέστερο ή στο πιο κρίσιμο αποτέλεσμα για την φέρουσα ικανότητα της θεμελίωσης πρέπει να επιλεγεί ως η αναπαράσταση της ενεργού περιοχής.

Για μία κυκλική περιοχή θεμελίωσης με ακτίνα  $R$ , μία ελλειπτική ενεργός περιοχή θεμελίωσης  $A_{eff}$  μπορεί να οριστεί ως

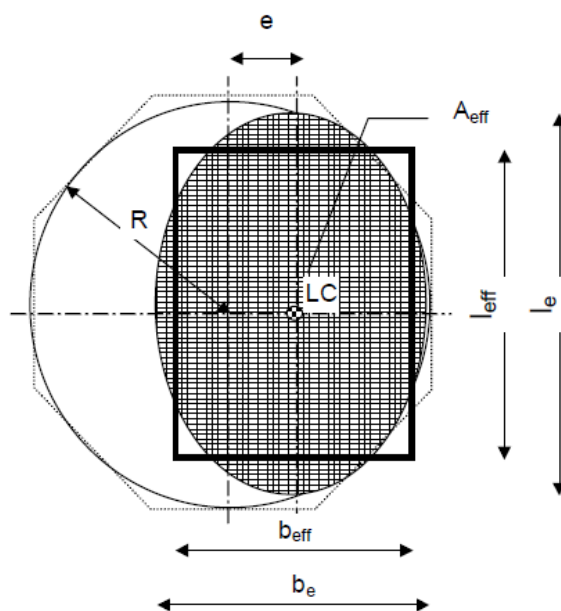
$$A_{eff} = 2 \left[ R^2 \arccos\left(\frac{e}{R}\right) - e\sqrt{R^2 - e^2} \right]$$

με κύριους άξονες

$$b_e = 2(R - e)$$

και

$$l_e = 2R\sqrt{1 - \left(1 - \frac{b_e}{2R}\right)^2}$$



**Εικόνα 3: Κυκλικά και οκταγωνικά πέδιλα με διαγραμμισμένη την ενεργή επιφάνεια θεμελίωσης**

Η ενεργός επιφάνεια θεμελίωσης  $A_{eff}$  μπορεί τώρα να αναπαρασταθεί από ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο με τις ακόλουθες διαστάσεις

$$l_{eff} = \sqrt{A_{eff} \frac{l_e}{b_e}} \text{ και } b_{eff} = \frac{l_{eff}}{l_e} b_e$$

Για μία περιοχή με σχήμα ενός διπλού συμμετρικού πολυγώνου (οκταγώνου ή και με περισσότερες πλευρές), ο ανωτέρω τύπος για την κυκλική περιοχή θεμελίωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό τον

όρο να χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς μία ακτίνα ίση με την ακτίνα του εγγεγραμμένου κύκλου του πολυγώνου.

## Δ. Φέρουσα Ικανότητα

### Δ 100 Γενικά

**101** Για πλήρως στραγγιζόμενες συνθήκες και αστοχία σύμφωνα με την Θραύση 1 όπως υποδεικνύεται στην Εικόνα 1, μπορεί να εφαρμοστεί ο ακόλουθος γενικός τύπος για την φέρουσα ικανότητα μίας θεμελίωσης με οριζόντια βάση που στηρίζεται στην επιφάνεια του εδάφους:

$$q_d = \frac{1}{2} \gamma' b_{eff} N_\gamma s_\gamma i_\gamma + p_0' N_q s_q i_q + c_d N_c s_c i_c$$

Για αστράγγιστες συνθήκες, που συνεπάγονται  $\phi = 0$ , εφαρμόζεται ο ακόλουθος τύπος για την φέρουσα ικανότητα:

$$q_d = s_{ud} N_c^0 s_c^0 i_c^0 + p_0$$

Τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα έχουν τις ακόλουθες εξηγήσεις

$q_d$	φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού [kN/m <sup>2</sup> ]
$\gamma'$	ενεργό (βυθισμένο) ειδικό βάρος εδάφους [kN/m <sup>3</sup> ]
$p_0'$	ενεργός υπερκείμενη πίεση στο επίπεδο της διεπιφάνειας θεμελίωσης-εδάφους
$c_d$	συνοχή σχεδιασμού που αξιολογείται στη βάση του προφίλ της πραγματικής διατμητικής αντοχής, της διαμόρφωσης της φόρτισης και του εκτιμώμενου βάθους της πιθανής επιφάνειας αστοχίας [kN/m <sup>2</sup> ]
$s_{ud}$	αστράγγιστη αντοχή σχεδιασμού στη βάση του προφίλ της πραγματικής διατμητικής αντοχής, της διαμόρφωσης της φόρτισης και του εκτιμώμενου βάθους της πιθανής επιφάνειας αστοχίας [kN/m <sup>2</sup> ]
$N_\gamma, N_q, N_c$	συντελεστές φέρουσας ικανότητας, αδιάστατοι
$s_\gamma, s_q, s_c$	συντελεστές σχήματος, αδιάστατοι
$i_\gamma, i_q, i_c$	συντελεστές κλίσης, αδιάστατοι

**102** Αρχικά, ο παρατιθέμενος τύπος εφαρμόζεται σε θεμελιώσεις, οι οποίες δεν είναι βυθισμένες. Ωστόσο, ο τύπος μπορεί επίσης να εφαρμοστεί για βυθισμένες θεμελιώσεις, για τις οποίες θα οδηγήσει σε αποτελέσματα που θα βρίσκονται από την συντηρητική πλευρά. Εναλλακτικά, οι επιδράσεις του βάθους που σχετίζονται με βυθισμένες θεμελιώσεις μπορούν να υπολογιστούν σύμφωνα με τον τύπο που δίνεται στις DNV Σημειώσεις Ταξινόμησης Αρ. 30.4.

Οι υπολογισμοί πρέπει να βασίζονται στις παραμέτρους της διατμητικής αντοχής σχεδιασμού:

$$s_{ud} = \frac{s_u}{\gamma_c}, \quad c_d = \frac{c}{\gamma_c} \quad \text{και} \quad \phi_d = \arctan\left(\frac{\tan \phi}{\gamma_\phi}\right)$$

Οι συντελεστές των υλικών  $\gamma_c$  και  $\gamma_\phi$  πρέπει να είναι εκείνοι που συνδέονται με τον πραγματικό κώδικα σχεδιασμού και τον τύπο της ανάλυσης, δηλαδή αν εφαρμόζονται στραγγιζόμενες ή αστράγγιστες συνθήκες.

Οι αδιάστατοι συντελεστές  $N$ ,  $s$  και  $i$  μπορούν να καθοριστούν μέσω των τύπων που δίνονται στις ακόλουθες παραγράφους.

### Δ 200 Τύποι φέρουσας ικανότητας για στραγγιζόμενες συνθήκες

201 Συντελεστές φέρουσας ικανότητας  $N$ :

$$N_q = e^{\pi \tan \phi_f} \frac{1 + \sin \phi_d}{1 - \sin \phi_d}; \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi_d; \quad N_\gamma = \frac{3}{2} (N_q - 1) \tan \phi_d$$

Όταν οι τύποι της φέρουσας ικανότητας χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν τις τάσεις αντίδρασης του εδάφους στις κατασκευές των θεμελιώσεων για τον σχεδιασμό τέτοιων κατασκευών, συνιστάται ο συντελεστής  $N_\gamma$  να υπολογίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi_d$$

Συντελεστές σχήματος  $s$ :

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \frac{b_{eff}}{l_{eff}}; \quad s_q = s_c = 1 + 0,2 \frac{b_{eff}}{l_{eff}}$$

Συντελεστές κλίσης  $i$ :

$$i_q = i_c = \left( 1 - \frac{H_d}{V_d + A_{eff} c_d \tan \phi_d} \right)^2; \quad i_\gamma = i_q^2$$

### Δ 201 Τύποι φέρουσας ικανότητας για αστράγγιστες συνθήκες, $\phi = 0$

$$N_c^0 = \pi + 2$$

$$s_c^0 = s_c$$

$$i_c^0 = 0,5 + 0,5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_{eff} c_{ud}}}$$

## Ε. Εξαιρετικά Έκκεντρη Φόρτιση

### Ε 100 Γενικά

101 Στην περίπτωση εξαιρετικά έκκεντρης φόρτισης, δηλαδή μία εκκεντρότητα καθ' υπέρβαση 0,3 φορές του πλάτους της θεμελίωσης,  $e > 0,3b$ , πρέπει να διεξαχθεί ένας επιπρόσθετος υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας, που αντιστοιχεί στην πιθανότητα αστοχίας σύμφωνα με την Θραύση 2 στην Εικόνα 1. Αυτή η μορφή αστοχίας περιλαμβάνει επίσης αστοχία του εδάφους κάτω από το αφόρτιστο μέρος της επιφάνειας θεμελίωσης, δηλαδή κάτω από τη φτέρνα της θεμελίωσης. Γι αυτήν τη μορφή αστοχίας, εφαρμόζεται ο ακόλουθος τύπος για την φέρουσα ικανότητα

$$q_d = \gamma' b_{eff} N_\gamma s_\gamma i_\gamma + c_d N_c s_c i_c (1,05 + \tan^3 \phi)$$

με συντελεστές κλίσης

$$i_q = i_c = 1 + \frac{H}{V + A_{eff} c \cot \phi}; \quad i_\gamma = i_q^2; \quad i_c^0 = \sqrt{0,5 + 0,5 \sqrt{1 + \frac{H}{A_{eff} c_{ud}}}}$$

Η φέρουσα ικανότητα πρέπει να ληφθεί ως η μικρότερη από τις τιμές για την προκύπτουσα  $q_d$  από τους υπολογισμούς για την Θραύση 1 και την Θραύση 2.

## ΣΤ. Αντίσταση Ολίσθησης

### ΣΤ 100 Γενικά

**101** Θεμελιώσεις που υποβάλλονται σε οριζόντια φόρτιση πρέπει επίσης να διερευνηθούν για επαρκή αντίσταση ολίσθησης. Το ακόλουθο κριτήριο εφαρμόζεται στην περίπτωση των στραγγιζόμενων συνθηκών:

$$H < A_{eff} c + V \tan \phi$$

Για αστράγγιστες συνθήκες σε άργιλο,  $\phi = 0$ , εφαρμόζεται το ακόλουθο κριτήριο:

$$H < A_{eff} c_{ud}$$

και επιπλέον πρέπει να επαληθευτεί ότι

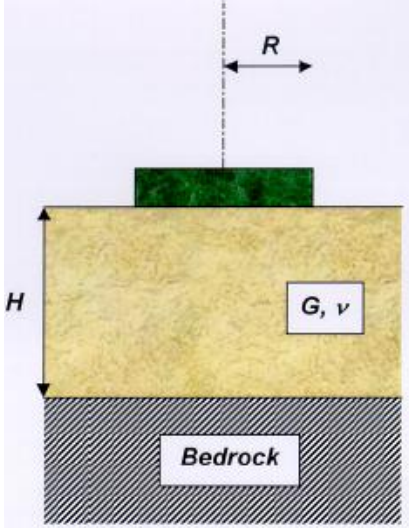
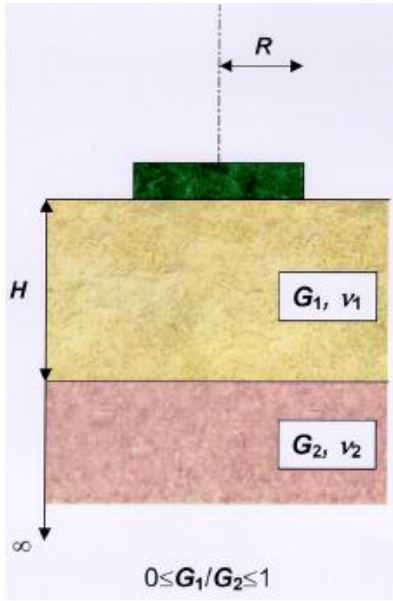
$$\frac{H}{V} < 0,4$$

## Z. Ακαμψία Θεμελίωσης

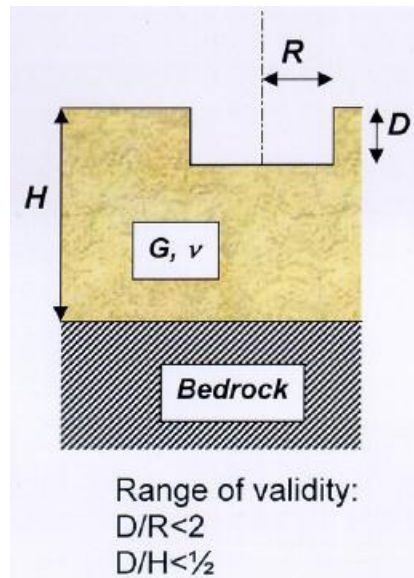
### Z 100 Γενικά

**101** Όταν οι εδαφικές συνθήκες είναι αρκετά ομογενείς και μπορεί να καθοριστεί ένα ισοδύναμο μέτρο διάτμησης  $G$ , αντιπροσωπευτικό για τον συμμετέχοντα όγκο εδάφους καθώς και για το επικρατές επίπεδο παραμόρφωσης στο έδαφος, τότε οι ακαμψίες της θεμελίωσης μπορούν να καθοριστούν βασισμένες σε τύπους από την ελαστική θεωρία, βλέπε Πίνακα Z1 και Πίνακα Z2. Τα ελατήρια της θεμελίωσης που βασίζονται σε αυτούς τους τύπους θα είναι αντιπροσωπευτικά για την δυναμική δυσκαμψία της θεμελίωσης που χρειάζονται στην κατασκευαστική ανάλυση για φορτίο ανέμου και κύματος στην ανεμογεννήτρια και στην κατασκευή στήριξης. Ωστόσο, στην κατασκευαστική ανάλυση για σεισμικά φορτία, μπορεί να είναι αναγκαίο να εφαρμοστούν μειώσεις στην ακαμψία που εξαρτώνται από την συχνότητα από τον Πίνακα Z1 και τον Πίνακα Z2 για να ληφθούν κατάλληλες τιμές της δυναμικής ακαμψίας για τις αναλύσεις.

**Πίνακας Ζ1: Κυκλικό πέδιλο σε στρώμα πάνω από βραχώδες υπόστρωμα ή σε στρώμα πάνω από ημίχωρο**

	Σε στρώμα πάνω από βραχώδες υπόστρωμα	Σε στρώμα πάνω από ημίχωρο
		
Είδος κίνησης	Ακαμψία θεμελίωσης	Ακαμψία θεμελίωσης
Κατακόρυφη	$K_V = \frac{4GR}{1-\nu} \left( 1 + 1,28 \frac{R}{H} \right)$	$K_V = \frac{4G_1R}{1-\nu_1} \frac{1 + 1,28 \frac{R}{H}}{1 + 1,28 \frac{R}{H} \frac{G_1}{G_2}}; 1 \leq H/R \leq 5$
Οριζόντια	$K_H = \frac{8GR}{2-\nu} \left( 1 + \frac{R}{2H} \right)$	$K_V = \frac{8G_1R}{2-\nu_1} \frac{1 + \frac{R}{2H}}{1 + \frac{R}{2H} \frac{G_1}{G_2}}; 1 \leq H/R \leq 4$
Λικνισμός	$K_R = \frac{8GR^3}{3(1-\nu)} \left( 1 + \frac{R}{6H} \right)$	$K_R = \frac{8G_1R^3}{3(1-\nu_1)} \frac{1 + \frac{R}{6H}}{1 + \frac{R}{6H} \frac{G_1}{G_2}}; 0,75 \leq H/R \leq 2$
Στρέψη	$K_T = \frac{16GR^3}{3}$	Δεν δίνεται

**Πίνακας Z2: Κυκλικό βυθισμένο πέδιλο σε στρώμα πάνω από βραχώδες υπόστρωμα**



Είδος κίνησης	Ακαμψία θεμελίωσης
Κατακόρυφη	$K_V = \frac{4GR}{1-\nu} \left( 1 + 1,28 \frac{R}{H} \right) \left( 1 + \frac{D}{2R} \right) \left[ 1 + \left( 0,85 - 0,28 \frac{D}{R} \right) \frac{D/H}{1-D/H} \right]$
Οριζόντια	$K_H = \frac{8GR}{2-\nu} \left( 1 + \frac{R}{2H} \right) \left( 1 + \frac{2D}{3H} \right) \left( 1 + \frac{5D}{4H} \right)$
Λικνισμός	$K_R = \frac{8GR^3}{3(1-\nu)} \left( 1 + \frac{R}{6H} \right) \left( 1 + 2 \frac{D}{R} \right) \left( 1 + 0,7 \frac{D}{H} \right)$
Στρέψη	$K_T = \frac{16GR^3}{3} \left( 1 + \frac{8D}{3R} \right)$

## Κεφάλαιο 5: Πρότυπο ISO 19901-2

ΔΙΕΘΝΕΣ  
ΠΡΟΤΥΠΟ

ISO  
19901-2

Πρώτη έκδοση  
15-11-2004

---

**Βιομηχανίες πετρελαίου και φυσικού αερίου —  
Ειδικές απαιτήσεις για υπεράκτιες κατασκευές**

Μέρος 2:

**Διαδικασίες και κριτήρια αντισεισμικού σχεδιασμού**





## 5.1 Σεισμικοί κίνδυνοι

Δράσεις και αποτελέσματα δράσεων λόγω σεισμικών φαινομένων θα θεωρούνται στον κατασκευαστικό σχεδιασμό υπεράκτιων κατασκευών σε σεισμικά ενεργές περιοχές. Περιοχές θεωρούνται σεισμικά ενεργές στη βάση προηγούμενων καταγραφών σεισμικής δραστηριότητας, τόσο στη συχνότητα εμφάνισης όσο και σε μέγεθος. Το Παράρτημα Β παρέχει χάρτες ενδεικτικούς των σεισμικών επιταχύνσεων, ωστόσο για πολλές περιοχές, εξαρτώμενες από ενδεικτικές επιταχύνσεις και επίπεδα έκθεσης, η σεισμικότητα θα προσδιορίζεται στη βάση λεπτομερών ερευνών, βλέπε 6.5.

Θεώρηση των σεισμικών φαινομένων για σεισμικά ενεργές περιοχές θα περιλαμβάνουν διερεύνηση των χαρακτηριστικών των εδαφικών κινήσεων και του αποδεκτού σεισμικού κινδύνου των κατασκευών. Οι κατασκευές σε σεισμικά ενεργές περιοχές θα σχεδιάζονται για εδαφικές κινήσεις λόγω σεισμών. Ωστόσο, άλλοι σεισμικοί κίνδυνοι θα θεωρούνται επίσης στον σχεδιασμό και θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με ειδικές μελέτες. Οι ακόλουθοι κίνδυνοι μπορούν να προκληθούν από ένα σεισμικό φαινόμενο:

- ρευστοποίηση εδάφους
- ολίσθηση στον πυθμένα της θάλασσας
- μετακίνηση ρήγματος
- τσουνάμι
- ηφαιστειογενής λάσπη
- κρουστικά κύματα

Αποτελέσματα των σεισμικών φαινομένων στον υποθαλάσσιο εξοπλισμό, σε αγωγούς και σε γραμμές ροής πεδίου θα αντιμετωπίζονται με ειδικές μελέτες.

## 5.2 Αρχές και μεθοδολογία αντισεισμικού σχεδιασμού

### 5.2.1 Αρχές σχεδιασμού

Η παράγραφος 5.2 αντιμετωπίζει τον σχεδιασμό των κατασκευών σε διεγέρσεις της βάσης, π.χ. επιταχύνσεις, ταχύτητας και μετακινήσεις που προκαλούνται από τις εδαφικές κινήσεις.

Οι κατασκευές που είναι τοποθετημένες σε σεισμικά ενεργές περιοχές θα σχεδιάζονται για την οριακή κατάσταση αστοχίας (ΟΚΑ), για ανώμαλα περιβαλλοντικά φαινόμενα και για την τυχηματική οριακή κατάσταση (ΤΟΚ) χρησιμοποιώντας διαφορετικά επίπεδα σεισμού.

Οι απαιτήσεις στις ΟΚΑ σκοπεύουν για να εξασφαλίζουν ότι μία κατασκευή είναι επαρκώς διαστασιολογημένη για αντοχή και ακαμψία ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν θα συμβεί σημαντική δομική βλάβη για ένα επίπεδο σεισμικής εδαφικής κίνησης με μικρή πιθανότητα υπέρβασης κατά την διάρκεια της ζωής σχεδιασμού της κατασκευής. Το σεισμικό φαινόμενο σχεδιασμού στις ΟΚΑ είναι το ακραίο επίπεδο σεισμού (ELE). Η κατασκευή θα σχεδιάζεται έτσι ώστε ένα φαινόμενο ELE θα προκαλεί μικρή ή καθόλου βλάβη. Απενεργοποίηση των λειτουργιών παραγωγής είναι ανεκτή και η κατασκευή θα πρέπει να επιθεωρείται σε μία μεταγενέστερη εμφάνιση ενός ELE.

Οι απαιτήσεις ΤΟΚ προορίζονται να εξασφαλίσουν ότι η κατασκευή και η θεμελίωση έχουν επαρκές απόθεμα αντοχής, μετακίνησης και/ή ικανότητα διασποράς ενέργειας ώστε να υπομένουν μεγάλες ανελαστικές αντιστροφές μετακινήσεων χωρίς ολοκληρωτική απώλεια της ακεραιότητάς τους, αν και μπορεί να συμβεί δομική βλάβη. Το σεισμικό φαινόμενο σχεδιασμού στις ΤΟΚ είναι το ανώμαλο

επίπεδο σεισμού (ALE). Το ALE είναι ένας έντονος σεισμός ασυνήθιστης έντασης με μία πολύ μικρή πιθανότητα εμφάνισης κατά την διάρκεια της ζωής σχεδιασμού της κατασκευής. Το ALE μπορεί να προκαλέσει σημαντική βλάβη στην κατασκευή, ωστόσο, η κατασκευή θα σχεδιάζεται έτσι ώστε η συνολική ακεραιότητα της κατασκευής διατηρείται για την αποφυγή δομικής κατάρρευσης προκαλώντας απώλεια ζωής και/ή σημαντική περιβαλλοντική ζημιά.

Οι περίοδοι επαναφοράς αμφοτέρων ELE και ALE εξαρτώνται από το επίπεδο έκθεσης και την αναμενόμενη ένταση των σεισμικών φαινομένων. Οι επιδιωκόμενες ετήσιες πιθανότητες αστοχίας που δίνονται στην 5.2.4 μπορούν να τροποποιούνται για να πληρούν τους στόχους που τίθενται από τους ιδιοκτήτες σε συνεννόηση με ρυθμιστές, ή για να πληρούν τις περιφερειακές απαιτήσεις όπου αυτές υπάρχουν.

## **5.2.2 Διαδικασίες αντισεισμικού σχεδιασμού**

### **5.2.2.1 Γενικά**

Παρέχονται δύο εναλλακτικές προσεγγίσεις για αντισεισμικό σχεδιασμό. Μία απλοποιημένη μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπου σεισμικοί παράγοντες είναι απίθανο να διέπουν τον σχεδιασμό μιας κατασκευής, ενώ η λεπτομερής μέθοδος θα χρησιμοποιείται όπου σεισμικοί παράγοντες έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον σχεδιασμό. Η επιλογή της κατάλληλης διαδικασίας εξαρτάται από το επίπεδο έκθεσης της κατασκευής και την αναμενόμενη ένταση και τα χαρακτηριστικά των σεισμικών φαινομένων. Η απλοποιημένη μέθοδος (Παράγραφος 5.3) επιτρέπει την χρήση γενικών σεισμικών χαρτών που παρέχονται στο Παράρτημα Β, ενώ η λεπτομερής διαδικασία (Παράγραφος 5.4) απαιτεί μία μελέτη πεδίου καθορισμού του σεισμικού κινδύνου. Σε όλες τις περιπτώσεις, η απλοποιημένη διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιείται για την διενέργεια εκτίμησης και σχεδίου προφύλαξης για μία νέα υπεράκτια ανάπτυξη.

Η Εικόνα 5.1 παριστάνει ένα διάγραμμα ροής της διαδικασίας επιλογής και τα βήματα που συνδέονται με τις δύο διαδικασίες.

### **5.2.2.2 Σχεδιασμός στο ακραίο επίπεδο σεισμού**

Κατά την διάρκεια του φαινομένου ELE, επιτρέπεται τα δομικά μέλη και τα στοιχεία θεμελίωσης να διατηρήσουν εντοπισμένη και περιορισμένη μη γραμμική συμπεριφορά (π.χ. διαρροή χάλυβα, εφελκυστική ρηγμάτωση σκυροδέματος). Ως τέτοιες, οι διαδικασίες σχεδιασμού ELE βασίζονται κυρίως σε μεθόδους γραμμικής ελαστικής ανάλυσης του δομικού συστήματος με, για παράδειγμα γραμμικοποιημένα φαινόμενα μη γραμμικής αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής. Ωστόσο, αν χρησιμοποιούνται διατάξεις σεισμικής μόνωσης ή παθητικής διάχυσης ενέργειας, θα χρησιμοποιούνται διαδικασίες μη γραμμικής χρονοϊστορίας.

Για κατασκευές υποκείμενες σε διεγέρσεις βάσης από σεισμικά φαινόμενα, επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες δύο μέθοδοι ανάλυσης για τους ελέγχους σχεδιασμού ELE:

- α) η μέθοδος ανάλυσης του φάσματος απόκρισης, ή
- β) η μέθοδος ανάλυσης χρονοϊστορίας

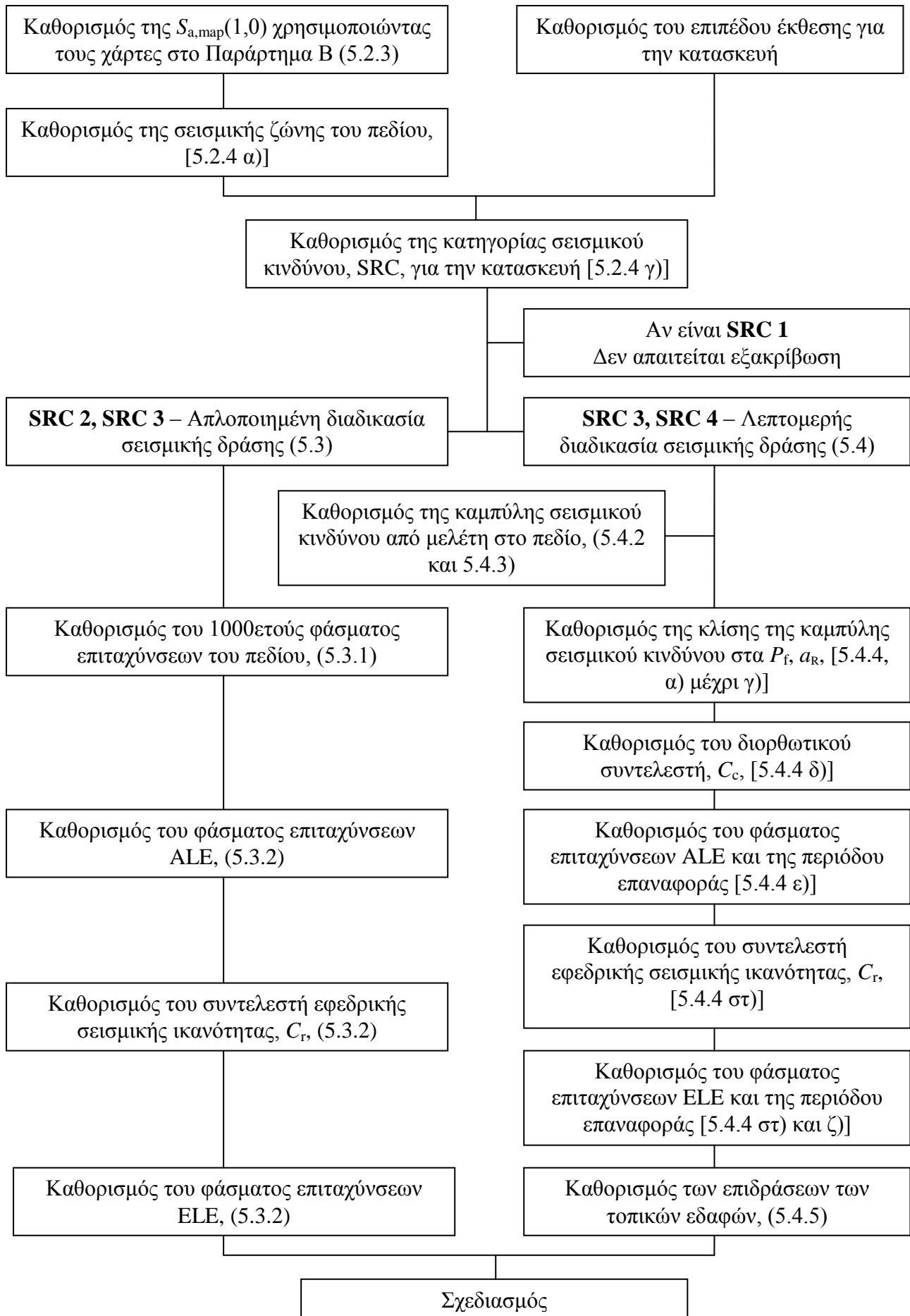
Οι διεγέρσεις της βάσης θα απαρτίζονται από τρεις κινήσεις και στις δύο μεθόδους, δηλαδή δύο ορθογωνικές οριζόντιες κινήσεις και την κατακόρυφη κίνηση. Λογικά ποσοστά απόσβεσης συμβατά με τα επίπεδα παραμόρφωσης ELE χρησιμοποιούνται στον σχεδιασμό ELE. Το Διεθνές Πρότυπο που

εφαρμόζεται στον τύπο της υπεράκτιας κατασκευής θα πρέπει να ακολουθείται όταν είναι διαθέσιμο. Υψηλότερες τιμές απόσβεσης λόγω της υδροδυναμικής ή εδαφικής παραμόρφωσης θα τεκμηριώνονται με ειδικές μελέτες. Η θεμελίωση μπορεί να μοντελοποιείται με ισοδύναμα ελαστικά ελατήρια και, αν είναι απαραίτητο, με μάζες και στοιχεία απόσβεσης· εξάρτηση εκτός της διαγωνίου και εξάρτηση από την συχνότητα μπορεί να είναι σημαντικές. Η δυσκαμνία της θεμελίωσης και οι τιμές απόσβεσης θα είναι συμβατές με το επίπεδο ELE των εδαφικών παραμορφώσεων.

Σε μία ανάλυση φάσματος απόκρισης, οι μέθοδοι για τον συνδυασμό των αποκρίσεων στις τρεις ορθογωνικές διευθύνσεις θα λαμβάνουν συσχέτιση μεταξύ των μορφών ταλάντωσης. Όταν οι αποκρίσεις λόγω της κάθε διαγώνιας συνιστώσας ενός σεισμού υπολογίζονται ξεχωριστά, οι αποκρίσεις λόγω των τριών διευθύνσεων του σεισμού μπορούν να συνδυαστούν γραμμικά υποθέτοντας ότι μία συνιστώσα βρίσκεται στο μέγιστο της καθώς οι άλλες δύο συνιστώσες είναι το 40% των αντίστοιχων μέγιστων τιμών τους. Σε αυτή τη μέθοδο, το πρόσημο κάθε παραμέτρου απόκρισης θα επιλέγεται έτσι ώστε να μεγιστοποιείται ο συνδυασμός απόκρισης.

Αν χρησιμοποιείται η μέθοδος ανάλυσης χρονοϊστορίας, ένα ελάχιστο 4 ομάδων καταγραφών χρονοϊστορίας θα χρησιμοποιηθούν για να συλλάβουν την τυχαιότητα των σεισμικών κινήσεων. Οι καταγραφές χρονοϊστορίας του σεισμού θα επιλέγονται έτσι ώστε να παριστάνουν τα κυρίαρχα φαινόμενα ELE. Έλεγχοι συνιστωσών του κώδικα υπολογίζονται σε κάθε βήμα και η χρήση του μέγιστου κώδικα κατά την διάρκεια κάθε καταγραφής χρονοϊστορίας θα χρησιμοποιείται για να αποτιμηθεί η απόδοση της συνιστώσας. Ο σχεδιασμός ELE είναι ικανοποιητικός αν τα μέγιστα της χρησιμοποίησης του κώδικα είναι μικρότερα από 1,0 για τις μισές ή για περισσότερες καταγραφές. Ένας συντελεστής κλίμακας του 1,05 θα εφαρμόζεται στις καταγραφές αν χρησιμοποιούνται λιγότερες από 7 ομάδες καταγραφών.

Τα αποτελέσματα των επαγόμενων κινήσεων από τον ELE σε σωλήνες, αγωγούς, μετώπες και άλλα κρίσιμα για την ασφάλεια στοιχεία θα λαμβάνονται υπόψη.



Εικόνα 5.1 – Διαδικασίες αντισεισμικού σχεδιασμού

### 5.2.2.3 Σχεδιασμός στο ανώμαλο επίπεδο σεισμού

Στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν είναι οικονομικό να σχεδιαστεί μία κατασκευή έτσι ώστε ένα φαινόμενο ALE θα ανθίσταντο χωρίς μείζων μη γραμμική συμπεριφορά. Επομένως, ο έλεγχος σχεδιασμού ALE επιτρέπει μη γραμμικές μεθόδους ανάλυσης, π.χ. επιτρέπεται δομικά στοιχεία να συμπεριφέρονται πλαστικά, πάσσαλοι θεμελίωσης επιτρέπεται να φτάσουν την αξονική τους φέρουσα ικανότητα ή αναπτύσσουν πλαστική συμπεριφορά και επιφανειακές θεμελιώσεις επιτρέπεται να ολισθαίνουν. Σε ισχύ, ο σχεδιασμός εξαρτάται από έναν συνδυασμό αποθέματος στατικής αντοχής, πλαστιμότητας και διάχυσης ενέργειας για να αντισταθεί σε δράσεις ALE.

Κατασκευαστικά μοντέλα και μοντέλα θεμελίωσης που χρησιμοποιούνται σε μία ανάλυση ALE θα περιλαμβάνει πιθανή υποβάθμιση δυσκαμψίας και αντοχής υπό αντιστροφές κυκλικής δράσης. Η ανάλυση ALE θα βασίζεται στην καλύτερη εκτίμηση τιμών των παραμέτρων μοντελοποίησης όπως αντοχή των υλικών, αντοχή του εδάφους και δυσκαμψία του εδάφους. Αυτό μπορεί να απαιτεί επαναθεώρηση της συντηρητικότητας που είναι τυπικά παρούσα στην διαδικασία σχεδιασμού ELE.

Για κατασκευές υποκειμένες σε διεγέρσεις βάσης από σεισμικά φαινόμενα, επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες δύο μέθοδοι ανάλυσης για τους ελέγχους σχεδιασμού ALE:

- α) η στατική υπερωθητική μέθοδος ή μέθοδος ακραίων μετακινήσεων, ή
- β) η μη γραμμική μέθοδος ανάλυσης χρονοϊστορίας

Οι δύο μέθοδοι μπορούν να συμπληρώνουν η μία την άλλη στις περισσότερες περιπτώσεις. Οι απαιτήσεις στην 5.2.2.2 για την σύνθεση των διεγέρσεων βάσης από τρεις ορθογωνικές συνιστώσες κίνησης και για την απόσβεση εφαρμόζονται επίσης για την διαδικασία σχεδιασμού ALE.

Η στατική υπερωθητική ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστούν πιθανοί και ελεγχόμενοι καθολικοί μηχανισμοί αστοχίας, ή η καθολική μετακίνηση της κατασκευής (δηλαδή πέραν του ELE). Ο τελευταίος μπορεί να επιτευχθεί εκτελώντας μία ελεγχόμενη από μετακινήσεις κατασκευαστική ανάλυση. Ένα ελάχιστο 4 αναλύσεων χρονοϊστορίας θα χρησιμοποιείται για να αποτυπωθεί η τυχαιότητα σε ένα σεισμικό γεγονός. Οι καταγραφές σεισμικής χρονοϊστορίας θα επιλέγονται έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν τα κυρίαρχα γεγονότα ALE. Αν χρησιμοποιούνται 7 ή περισσότερες καταγραφές χρονοϊστορίας, θα αποδεικνύεται καθολική επιβίωση με τουλάχιστον 4 αναλύσεις χρονοϊστορίας.

Οι μέθοδοι ακραίων μετακινήσεων μπορούν να χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση συμβατών συστημάτων ή συστημάτων απλής ζεύξης, π.χ. σχοινία σε μία πλατφόρμα εφελκυσμένου βραχίονα (TLP), ή δράση πύλης των θεμελιώσεων των TLP που υπόκεινται σε πλευρικές δράσεις. Σε αυτές τις μεθόδους, το σύστημα επαληθεύεται στη μέγιστη μετακίνηση του ALE, συμπεριλαμβανομένων των συνδεδεμένων αποτελεσμάτων της δράσης στην κατασκευή. Ο σκελετός των TLP σχεδιάζεται ελαστικά για τις αντίστοιχες δράσεις. Η επιρροή μετακινήσεων μεγάλων κατασκευών όπως σωλήνες, αγωγοί, risers μετώπες και άλλα κρίσιμα για την ασφάλεια στοιχεία θα θεωρούνται ξεχωριστά.

### 5.2.3 Δεδομένα φασματικής επιτάχυνσης

Γενικοί σεισμικοί χάρτες φασματικών επιταχύνσεων για υπεράκτιες περιοχές του κόσμου παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β. Αυτοί οι χάρτες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με την απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης (Παράγραφος 5.3). Για κάθε περιοχή, παρουσιάζονται δύο χάρτες στο Παράρτημα Β:

- ένας για μία περίοδο ταλάντωσης 0,2 s,
- ο άλλος για μία περίοδο ταλάντωσης 1,0 s.

Οι τιμές επιτάχυνσης εκφράζονται σε g και αντιστοιχούν σε 5% αποσβεννύμενες φασματικές επιταχύνσεις σε υπόβαθρο βραχώδους υποστρώματος, που ορίζεται ως κατηγορία πεδίου A/B στην 5.3.1. Αυτές οι επιταχύνσεις έχουν μία μέση περίοδο επαναφοράς των 1000 ετών και ορίζονται ως  $S_{a,map}(0,2)$  ή  $S_{a,map}(1,0)$ .

Αποτελέσματα από μία επιτόπου αποτίμηση του σεισμικού κινδύνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντί των χαρτών σε μία απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης.

## 5.2.4 Κατηγορία σεισμικού κινδύνου

Η πολυπλοκότητα μιας εκτίμησης της σεισμικής δράσης και της συνδεόμενης διαδικασίας σχεδιασμού εξαρτάται από την κατηγορία σεισμικού κινδύνου της κατασκευής, SRC, όπως καθορίζεται παρακάτω. Τα επίπεδα επιτάχυνσης που λαμβάνονται από το Παράρτημα Β ορίζουν τις σεισμικές ζώνες, οι οποίες τότε χρησιμοποιούνται για να καθοριστεί η κατάλληλη διαδικασία αντισεισμικού σχεδιασμού. Η επιλογή της διαδικασίας εξαρτάται από το επίπεδο έκθεσης της κατασκευής καθώς και τη σοβαρότητα της εδαφικής κίνησης. Τα ακόλουθα βήματα θα ακολουθούνται για να καθοριστούν οι SRC:

- α) Καθορισμός της σεισμικής ζώνης του πεδίου: από τους παγκόσμιους σεισμικούς χάρτες στο Παράρτημα Β, διαβάζεται η τιμή για την οριζόντια φασματική επιτάχυνση 1,0 s,  $S_{a,map}(1,0)$ . Χρησιμοποιώντας αυτήν την τιμή, καθορίζεται το πεδίο σεισμικής ζώνης από τον Πίνακα 5.1.

**Πίνακας 5.1 – Σεισμική ζώνη πεδίου**

$S_{a,map}(1,0)$	<0,03g	0,03g με 0,10g	0,11g με 0,25g	0,26g με 0,45g	>0,45g
<b>Σεισμική ζώνη</b>	0	1	2	3	4

- β) Καθορισμός του επιπέδου έκθεσης της κατασκευής [παρότρυνση του Διεθνούς Προτύπου, όταν είναι διαθέσιμο, που είναι εφαρμόσιμο στον τύπο της υπεράκτιας κατασκευής]. Οι στοχευόμενες ετήσιες πιθανότητες αστοχίας που συνδέονται με κάθε επίπεδο έκθεσης δίνονται στον Πίνακα 5.2. Αυτές απαιτούνται στη λεπτομερή διαδικασία για να καθοριστούν οι σεισμικές δράσεις. Άλλες στοχευόμενες πιθανότητες μπορεί να χρησιμοποιηθούν στη λεπτομερή διαδικασία σεισμικής δράσης αν συνιστάται ή εγκρίνεται από τοπικές ρυθμιστικές αρχές. Η απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης έχει βαθμονομηθεί στις στοχευόμενες πιθανότητες που δίνονται στον Πίνακα 5.2.

**Πίνακας 5.2 – Στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα αστοχίας,  $P_f$**

Επίπεδο έκθεσης	$P_f$
L1	$4 \times 10^{-4} = 1/2500$
L2	$1 \times 10^{-3} = 1/1000$
L3	$2,5 \times 10^{-3} = 1/400$

- γ) Η κατηγορία σεισμικού κινδύνου της κατασκευής, SRC, βασισμένη στο επίπεδο έκθεσης και στο πεδίο σεισμικής ζώνης της SRC καθορίζεται από τον Πίνακα 5.3.

**Πίνακας 5.3 – Κατηγορία σεισμικού κινδύνου, SRC**

Σεισμική ζώνη πεδίου	Επίπεδο έκθεσης		
	L3	L2	L1
0	SRC 1	SRC 1	SRC 1
1	SRC 2	SRC 2	SRC 3
2	SRC 2	SRC 2	SRC 4
3	SRC 2	SRC 3	SRC 4
4	SRC 3	SRC 4	SRC 4

Αν η πλευρική σεισμική δράση σχεδιασμού είναι μικρότερη από το 5% της συνολικής κατακόρυφης δράσης συμπεριλαμβανομένου του αθροίσματος των μόνιμων φορτίων συν τις μεταβλητές δράσεις μείον τις δράσεις άνωσης, οι κατασκευές SRC 3 και SRC 4 μπορούν να επανακατηγοριοποιηθούν ως SRC 2.

### 5.2.5 Απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού

Ο Πίνακας 5.4 δίνει τις απαιτήσεις σχεδιασμού για κάθε SRC. Αυτές οι απαιτήσεις επίσης φαίνονται στην Εικόνα 5.1.

Σε σεισμικά ενεργές περιοχές, ο σχεδιασμός θα προσπαθήσει να παράξει μία στιβαρή και πλάστιμη κατασκευή, ικανή να αντέξει ακραίες μετακινήσεις καθ' υπέρβαση των κανονικών τιμών σχεδιασμού. Όπου είναι διαθέσιμα για μία δεδομένη κατασκευή, αρχιτεκτονικές και λεπτομερειακές απαιτήσεις και συστάσεις για πλάστιμο σχεδιασμό θα πρέπει να ακολουθούνται για όλες τις περιπτώσεις (εκτός από SRC 1). Συμβουλευτείτε το Διεθνές Πρότυπο, όταν είναι διαθέσιμο, που είναι εφαρμόσιμο για τον τύπο της υπεράκτιας κατασκευής.

Για πλωτές κατασκευές, θεώρηση του χτυπήματος μετώπης, της γωνίας περιστροφής σχοινίου και παρόμοιων γεωμετρικών περιθωρίων θα είναι επαρκή για να αντιμετωπιστούν οι απαιτήσεις ALE.

**Πίνακας 5.4 – Απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού**

SRC	Διαδικασία σεισμικής δράσης	Εκτίμηση σεισμικής δραστηριότητας	Μη γραμμική ανάλυση ALE
1	Καμία	Καμία	Καμία
2	Απλοποιημένη	Χάρτες ISO ή τοπικοί χάρτες	Επιτρέπεται
3 <sup>a</sup>	Απλοποιημένη	Επιτόπου, χάρτες ISO ή τοπικοί χάρτες	Συνιστάται
	Λεπτομερής	Επιτόπου	Συνιστάται
4	Λεπτομερής	Επιτόπου	Απαιτείται

<sup>a</sup> Για μία SRC 3 κατασκευή, μία απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης είναι στις περισσότερες περιπτώσεις πιο συντηρητική από μία λεπτομερή διαδικασία σεισμικής δράσης. Για εκτίμηση της σεισμικής δραστηριότητας, αποτελέσματα από μία επιτόπου πιθανολογική ανάλυση του σεισμικού κινδύνου (PSHA), βλέπε 5.4.2, προτιμούνται και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται, αν είναι δυνατόν. Διαφορετικά τοπικοί ή ISO σεισμικοί χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Μία λεπτομερής διαδικασία σεισμικής δράσης απαιτεί αποτελέσματα από μία PSHA ενώ μία απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με είτε αποτελέσματα PSHA είτε σεισμικούς χάρτες (τοπικούς ή ISO χάρτες).

## 5.3 Απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης

### 5.3.1 Ταξινόμηση εδάφους και φασματική μορφή

Έχοντας λάβει τις φασματικές επιταχύνσεις του βραχώδους υποστρώματος στις περιόδους ταλάντωσης των 0,2 s και 1,0 s,  $S_{a, \text{map}}(0,2)$  και  $S_{a, \text{map}}(1,0)$ , από το Παράρτημα Β, τα παρακάτω βήματα

θα ακολουθούνται για να καθοριστούν το φάσμα απόκρισης του πεδίου που αντιστοιχεί σε μία περίοδο επαναφοράς 1000 ετών:

α) Καθορισμός της κατηγορίας πεδίου όπως ακολουθεί.

Η κατηγορία πεδίου εξαρτάται από τα εδάφη του θαλάσσιου βυθού στα οποία θεμελιώνεται η κατασκευή και είναι μία συνάρτηση του μέσου όρου των ιδιοτήτων στα πρώτα 30 m του ενεργού θαλάσσιου βυθού (βλέπε Πίνακα 5.5).

Ο μέσος όρος της ταχύτητας των διατμητικών κυμάτων στα πρώτα 30 m του ενεργού θαλάσσιου βυθού ( $\bar{v}_s$ ) θα καθορίζεται από την εξίσωση (5.1):

$$\bar{v}_s = 30 / \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{v_{s,i}} \quad (5.1)$$

όπου

$n$  είναι ο αριθμός των διακριτών στρώσεων εδάφους στα πρώτα 30 m του ενεργού θαλάσσιου πυθμένα,

$d_i$  είναι το πάχος του στρώματος  $i$ ,

$v_{s,i}$  είναι η ταχύτητα διατμητικών κυμάτων της στρώσης  $i$ .

Παρομοίως, ο μέσος όρος της κανονικοποιημένης αντίστασης διείσδυσης κώνου ( $\bar{q}_{cl}$ ) ή της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής του εδάφους ( $\bar{c}_u$ ) θα καθορίζεται σύμφωνα με την εξίσωση (5.1) όπου η  $v_s$  αντικαθίσταται από  $q_{cl}$  ή  $c_u$ .



**Πίνακας 5.5 – Καθορισμός της κατηγορίας πεδίου**

Κατηγορία πεδίου	Όνομασία εδαφικού προφίλ	Μέσος όρος ιδιοτήτων στα πρώτα 30 m του ενεργού πυθμένα		
		Ταχύτητα διατμητικών κυμάτων $\bar{v}_s$  m/s	Άμμος: κανονικοποιημένη αντίσταση διείσδυσης $\bar{q}_{cl}$	Άργιλος: αστράγγιστη διατμητική αντοχή του εδάφους $\bar{c}_u$  kPa
A/B	Σκληρός βράχος/βράχος, πάχος χαλαρών ιζημάτων < 5 m	$\bar{v}_s > 750$	Μη εφαρμόσιμη	Μη εφαρμόσιμη
C	Πολύ σκληρό πυκνό έδαφος και μαλακός βράχος	$350 < \bar{v}_s \leq 750$	$\bar{q}_{cl} \geq 200$	$\bar{c}_u \geq 200$
D	Δύσκαμπτο με πολύ δύσκαμπτο έδαφος	$180 < \bar{v}_s \leq 350$	$80 \leq \bar{q}_{cl} < 200$	$80 \leq \bar{c}_u < 200$
E	Μαλακό με σφιχτό έδαφος	$120 < \bar{v}_s \leq 180$	$\bar{q}_{cl} < 80$	$\bar{c}_u < 80$
F	—	<p>Οποιοδήποτε προφίλ, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που διαφορετικά ταξινομούνται ως Α μέχρι Ε, περιλαμβάνει εδάφη που έχουν ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:</p> <p><math>\bar{v}_s \leq 120</math></p> <p>εδάφη ευάλωτα σε πιθανή αστοχία ή κατάρρευση υπό σεισμικές δράσεις όπως ρευστοποιήσιμα εδάφη, εξαιρετικά ευαίσθητες άργιλοι, πτυσσόμενα ασθενώς στερεωμένα εδάφη,</p> <p>λάσπη<sup>β</sup> με ένα πάχος παραπάνω από 10 m,</p> <p>εδαφικές στρώσεις με υψηλή περιεκτικότητα αερίου ή περιβαλλοντική υπέρβαση πίεσης πόρων μεγαλύτερη από 30% των επιτόπου ενεργών υπερκείμενων,</p> <p>στρώσεις μεγαλύτερες από 2 m πάχος με έντονη αντίθεση στην ταχύτητα διατμητικών κυμάτων (μεγαλύτερη από ±30%) και/ή αστράγγιστη διατμητική αντοχή (μεγαλύτερη από ±50%) συγκρινόμενη με τις γειτονικές στρώσεις.</p>		
<p><sup>α</sup></p> $q_{cl} = (q_c / p_a) \times (p_a / \sigma'_{v0})^{0,5}$ <p>όπου</p> <p><math>q_c</math> είναι η αντίσταση διείσδυσης κώνου,</p> <p><math>p_a</math> είναι η ατμοσφαιρική πίεση = 100 kPa,</p> <p><math>\sigma'_{v0}</math> είναι η κατακόρυφη ενεργός τάση.</p>				
<p><sup>β</sup></p> <p>Άργιλος που περιέχει περισσότερο από 30% ασβεστολιθικό ή πυριτικό υλικό βιογενούς προέλευσης.</p>				

β) Καθορισμός των  $C_a$  και  $C_v$  όπως ακολουθεί.

- 1) Για επιφανειακές θεμελιώσεις, καθορισμός των συντελεστών πεδίου,  $C_a$  και  $C_v$ , από τον Πίνακα 5.6 και τον Πίνακα 5.7. Οι τιμές των  $C_a$  και  $C_v$  εξαρτώνται από την κατηγορία πεδίου και είτε από τις χαρτογραφημένες φασματικές επιταχύνσεις των 0,2 s και 1,0 s,  $S_{a,map}(0,2)$  και  $S_{a,map}(1,0)$ .

- 2) Για βαθιές θεμελιώσεις με πασσάλους, οι συντελεστές πεδίου  $C_a$  και  $C_v$  παρατίθενται στον Πίνακα 5.8.

**Πίνακας 5.6 – Τιμές του  $C_a$  για επιφανειακές θεμελιώσεις και φασματική επιτάχυνση περιόδου 0,2 s**

Κατηγορία πεδίου	$S_{a,map}(0,2)$				
	$\leq 0,25g$	0,50g	0,75g	1,0g	$\geq 1,25g$
A/B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$

$\alpha$  Μία επιτόπου γεωτεχνική διερεύνηση και δυναμικές αναλύσεις απόκρισης του πεδίου θα εκτελούνται

**Πίνακας 5.7 – Τιμές του  $C_v$  για επιφανειακές θεμελιώσεις και φασματική επιτάχυνση περιόδου 1,0 s**

Κατηγορία πεδίου	$S_{a,map}(1,0)$				
	$\leq 0,1g$	0,2g	0,3g	0,4g	$\geq 0,5g$
A/B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
F	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	A

$\alpha$  Μία επιτόπου γεωτεχνική διερεύνηση και δυναμικές αναλύσεις απόκρισης του πεδίου θα εκτελούνται

**Πίνακας 5.8 – Τιμές των  $C_a$  και  $C_v$  για βαθιές θεμελιώσεις με πασσάλους**

Κατηγορία πεδίου	$C_a$	$C_v$
A/B	1,0	0,8
C	1,0	1,0
D	1,0	1,2
E	1,0	1,8
F	$\alpha$	$\alpha$

$\alpha$  Μία επιτόπου γεωτεχνική διερεύνηση και δυναμικές αναλύσεις απόκρισης του πεδίου θα εκτελούνται

γ) Καθορισμός του 1000ετούς φάσματος οριζόντιων επιταχύνσεων όπως ακολουθεί.

- 1) Ένα φάσμα σεισμικών επιταχύνσεων θα προετοιμάζεται για διαφορετικές περιπτώσεις ταλάντωσης ( $T$ ), όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.2.
- 2) Για περιόδους,  $T$ , μεγαλύτερες από ή ίσες με 0,2 s, η φασματική επιτάχυνση πεδίου,  $S_{a,site}(T)$ , θα λαμβάνεται ως:

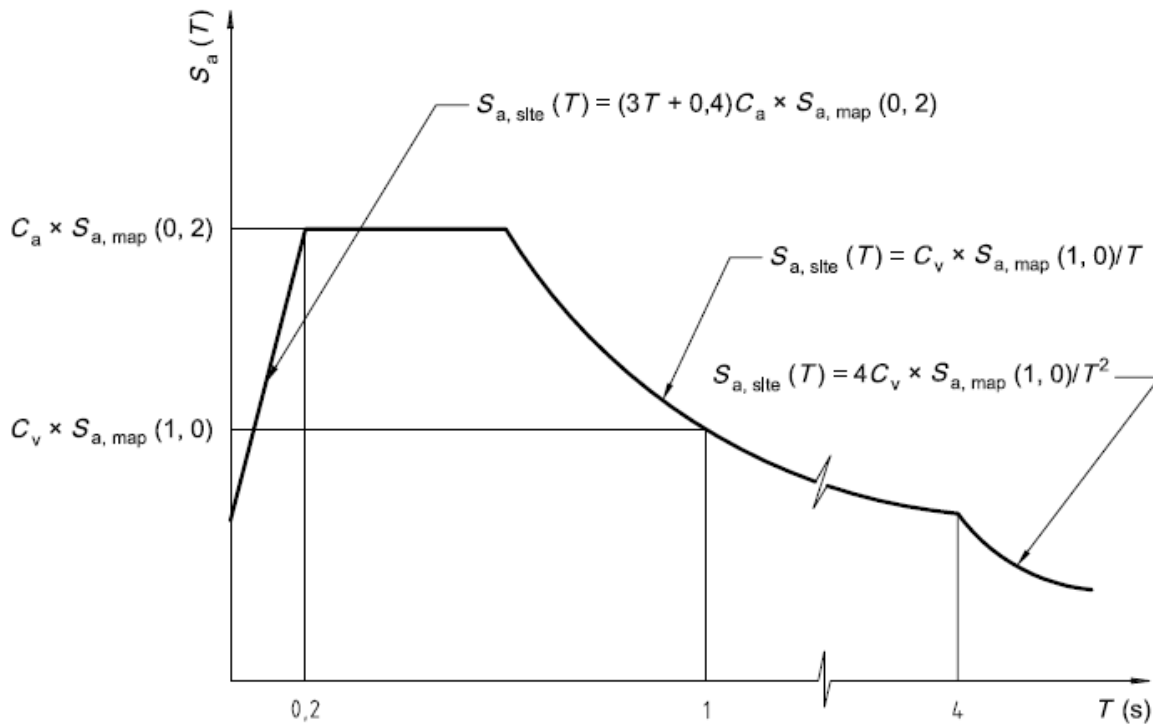
$$S_{a,site}(T) = (3T + 0,4)C_a \times S_{a,map}(0,2) \quad (5.2)$$

- 3) Για περιόδους μεγαλύτερες από 0,2 s, η φασματική επιτάχυνση πεδίου,  $S_{a,site}(T)$ , θα λαμβάνεται ως:

$$S_{a,site}(T) = C_v \times S_{a,map}(1,0) / T \text{ εκτός αν } S_{a,site}(T) \leq C_a \times S_{a,map}(0,2) \quad (5.3)$$

- 4) Για περιόδους μεγαλύτερες από 4,0 s, η φασματική επιτάχυνση πεδίου μπορεί να λαμβάνεται ως φθίνουσα σε αναλογία με το  $1/T^2$  αντί του  $1/T$  όπως δίνεται από την εξίσωση (5.4):

$$S_{a,site}(T) = 4C_v \times S_{a,map}(1,0) / T^2 \quad (5.4)$$



#### Σύμβολο

$T$	ιδιοπερίοδος ενός απλού, μονοβάθμιου ταλαντωτή
$C_a, C_v$	συντελεστές πεδίου
$S_a(T)$	φασματική επιτάχυνση
$S_{a,site}(T)$	φασματική επιτάχυνση πεδίου που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 1000 ετών και ενός μονοβάθμιου ταλαντωτή περιόδου $T$
$S_{a,map}(0,2)$	1000ετής φασματική επιτάχυνση βραχόδου υποστρώματος που λαμβάνεται από χάρτες στο Παράρτημα Β συνδεόμενη με ένα μονοβάθμιο ταλαντωτή περιόδου 0,2 s
$S_{a,map}(1,0)$	1000ετής φασματική επιτάχυνση βραχόδου υποστρώματος που λαμβάνεται από χάρτες στο Παράρτημα Β συνδεόμενη με ένα μονοβάθμιο ταλαντωτή περιόδου 1,0 s

#### Εικόνα 5.2 – Φάσμα σεισμικής επιτάχυνσης για 5% απόσβεση (Πρότυπο ISO 19901-2)

- δ) Η κατακόρυφη φασματική επιτάχυνση πεδίου σε μία περίοδο  $T$  θα λαμβάνεται ως η μισή της αντίστοιχης οριζόντιας φασματικής επιτάχυνσης. Το κατακόρυφο φάσμα δεν θα μειώνεται λόγω επιρροών του βάθους του νερού.
- ε) Τα φάσματα επιταχύνσεων που λαμβάνονται χρησιμοποιώντας τα προηγούμενα βήματα αντιστοιχούν σε 5% απόσβεση. Για να ληφθούν φάσματα επιταχύνσεων που αντιστοιχούν σε άλλες τιμές απόσβεσης, οι τεταγμένες μπορούν να κλιμακωθούν εφαρμόζοντας έναν διορθωτικό συντελεστή  $D$ :

$$D = \frac{\ln(100/\eta)}{\ln(20)} \quad (5.5)$$

όπου  $\eta$  είναι το ποσοστό κρίσιμης απόσβεσης.

Ως μία εναλλακτική στην διαδικασία που δόθηκε στα εδάφια α) μέχρι ε), ομοιόμορφο φάσμα κινδύνου που λήφθηκε από PSHA μπορεί να τροποποιηθεί από μία λεπτομερή ανάλυση της απόκρισης πεδίου για να ληφθεί 1000ετές φάσμα απόκρισης σχεδιασμού επιτόπου του πεδίου.

### 5.3.2 Διαδικασία σεισμικής δράσης

Το φάσμα σχεδιασμού της σεισμικής επιτάχυνσης που πρέπει να εφαρμοστεί στην κατασκευή θα καθορίζεται όπως ακολουθεί.

Για κάθε περίοδο ταλάντωση  $T$ , οι ALE οριζόντιες και κατακόρυφες φασματικές επιταχύνσεις λαμβάνονται από τις αντίστοιχες τιμές του πεδίου 1000ετούς φασματικής επιτάχυνσης [βλέπε 5.3.1 γ) και 5.3.1 δ)]:

$$S_{a,ALE}(T) = N_{ALE} \times S_{a,site}(T) \quad (5.6)$$

όπου ο συντελεστής κλίμακας  $N_{ALE}$  εξαρτάται από το επίπεδο έκθεσης της κατασκευής και θα λαμβάνεται από τον Πίνακα 5.9.

Οι ELE οριζόντιες και κατακόρυφες φασματικές επιταχύνσεις για περίοδο ταλαντωτή  $T$  μπορεί να λαμβάνεται από:

$$S_{a,ELE}(T) = S_{a,ALE}(T)/C_r \quad (5.7)$$

όπου  $C_r$  είναι ένας συντελεστής του αποθέματος σεισμικής ικανότητας για το δομικό σύστημα που λαμβάνει υπόψη το απόθεμα στατικής αντοχής και την ικανότητα να διατηρήσει μεγάλες μη γραμμικές παραμορφώσεις κάθε δομικού τύπου (π.χ. χάλυβας έναντι οπλισμένου σκυροδέματος). Ο συντελεστής  $C_r$  αντιπροσωπεύει το λόγο της φασματικής επιτάχυνσης που προκαλεί καταστροφική αστοχία στο σύστημα της κατασκευής, στην φασματική επιτάχυνση ELE. Η τιμή του  $C_r$  θα πρέπει να εκτιμάται πριν από τον σχεδιασμό της κατασκευής προκειμένου να επιτευχθεί ένας οικονομικός σχεδιασμός που θα αντιστέκεται στη ζημιά λόγω ενός ELE και είναι την ίδια στιγμή πιθανό να ικανοποιεί των απαιτήσεων επίδοσης ALE. Τιμές του  $C_r$  για σταθερές χαλύβδινες κατασκευές καθορίζονται στο πρότυπο ISO 19902. Τιμές του  $C_r$  άλλες από αυτές που προτείνονται στο Διεθνές Πρότυπο, όταν είναι διαθέσιμες, εφαρμόσιμες στον τύπο της υπεράκτιας κατασκευής μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον σχεδιασμό. Ωστόσο τέτοιες τιμές μπορούν να επαληθευτούν από μία ανάλυση ALE.

Για να αποφευχθούν περίοδοι επαναφοράς για τον ELE που είναι πολύ βραχείς, οι τιμές του  $C_r$  δεν θα υπερβαίνουν το 2,8 για κατασκευές L1, 2,4 για κατασκευές L2 και 2,0 για κατασκευές L3.

**Πίνακας 5.9 – Συντελεστές κλίμακας για το φάσμα ALE**

Επίπεδο έκθεσης	Συντελεστής κλίμακας ALE $N_{ALE}$
L3	0,85
L2	1,15
L1	1,60

## 5.4 Λεπτομερής διαδικασία σεισμικής δράσης

### 5.4.1 Επιτόπου αποτίμηση σεισμικού κινδύνου πεδίου

Η περισσότερο ευρέως χρησιμοποιούμενη παράμετρος εισόδου για τον αντισεισμικό σχεδιασμό και την ανάλυση των υπεράκτιων κατασκευών είναι το φάσμα επιτάχυνσης σχεδιασμού. Σε επιτόπου μελέτες του πεδίου, το φάσμα επιτάχυνσης σχεδιασμού συνήθως παράγεται από ένα φάσμα επιτάχυνσης που υπολογίζεται από μία πιθανολογική ανάλυση σεισμικού κινδύνου (PSHA) με πιθανές τροποποιήσεις βασισμένες στις τοπικές εδαφικές συνθήκες. Ντετερμινιστική ανάλυση σεισμικού κινδύνου μπορεί να χρησιμοποιείται για να συμπληρώσει τα αποτελέσματα PSHA. Αυτές οι αναλύσεις περιγράφονται στα 5.8.2 μέχρι 5.8.5.

### 5.4.2 Πιθανολογική ανάλυση σεισμικού κινδύνου

Τα διαφορετικά στοιχεία μιας PSHA φαίνονται γραφικά στην Εικόνα 5.3. Σε μία πιθανολογική προσέγγιση, οι εδαφικές κινήσεις σε ένα πεδίο εκτιμώνται θεωρώντας την πιθανότητα σεισμών διαφορετικών μεγεθών σε όλες τις πιθανές πηγές (ρήγματα ή περιοχές) που μπορούν να επηρεάσουν το πεδίο [Εικόνα 5.3 α)]. Μία PSHA επίσης λαμβάνει υπόψη την τυχαιότητα στην απόσβεση των σεισμικών κυμάτων που διαδίδονται από μία πηγή στο πεδίο [Εικόνα 5.3 β)]. Άθροιση στις μεμονωμένες πιθανότητες από διαφορετικές πηγές παρέχει την συνολική ετήσια πιθανότητα υπέρβασης για ένα δεδομένο επίπεδο της εδαφικής επιτάχυνσης αιχμής (PGA) ή της φασματικής επιτάχυνσης [Εικόνα 5.3 γ)]. Η καμπύλη της πιθανότητας υπέρβασης έναντι της εδαφικής κίνησης ή της απόκρισης του μονοβάθμιου ταλαντωτή (π.χ. φασματική επιτάχυνση, φασματική ταχύτητα, ή φασματική μετακίνηση) συχνά αναφέρεται ως «καμπύλη κινδύνου». Η φασματική απόκριση ποικίλει με την ιδιοπερίοδο του ταλαντωτή, επομένως λαμβάνεται μία οικογένεια καμπυλών κινδύνου για διαφορετικές περιόδους  $T$  (βλέπε Εικόνα 5.3 γ)].

Τα αποτελέσματα από μία PSHA χρησιμοποιούνται για να παράγουν ένα ομοιόμορφο φάσμα κινδύνου (Εικόνα 5.3 δ)], όπου όλα τα σημεία στο φάσμα αντιστοιχούν στην ίδια ετήσια πιθανότητα υπέρβασης. Η σχέση ανάμεσα στην περίοδο επαναφοράς ενός ομοιόμορφου φάσματος κινδύνου και τη στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα υπέρβασης ( $P_e$ ) μπορεί να ληφθεί ως:

$$T_{\text{return}} = 1/P_e \quad (5.8)$$

όπου  $T_{\text{return}}$  είναι η περίοδος επαναφοράς σε έτη.

Δεδομένου ότι μία PSHA είναι μία πιθανολογικά βασισμένη προσέγγιση, είναι σημαντικό ότι η αβεβαιότητα που πρέπει να θεωρηθεί στον ορισμό των παραμέτρων εισόδου όπως το μέγιστο μέγεθος για μία δεδομένη πηγή, η σχέση επανάληψης του μεγέθους, η εξίσωση εξασθένησης και τα γεωγραφικά όρια που ορίζουν την τοποθεσία της ζώνης πηγής.

Τα αποτελέσματα από μία PSHA είναι μία σειρά καμπυλών κινδύνου κάθε μία για μία φασματική επιτάχυνση που αντιστοιχεί σε μία ιδιοπερίοδο της κατασκευής, π.χ.  $T_1, T_2, \dots, T_N$  [βλέπε Εικόνα 5.3

γ)]. Εξαιτίας αβεβαιοτήτων στις PSHA παραμέτρους εισόδου, κάθε μία από αυτές τις καμπύλες κινδύνου έχει μία ζώνη αβεβαιότητας. Η μέση (ή η αναμενόμενη τιμή) από κάθε μία καμπύλη κινδύνου θα πρέπει να χρησιμοποιείται για να κατασκευαστεί ένα ομοιόμορφο φάσμα κινδύνου που αντιστοιχεί σε μία δεδομένη πιθανότητα υπέρβασης  $P_e$  [βλέπε Εικόνα 5.3 δ)]. Όλες οι αναφορές στις καμπύλες κινδύνου στην 5.4.4 αναφέρονται στη μέση καμπύλη κινδύνου.

### 5.4.3 Ντετερμινιστική ανάλυση σεισμικού κινδύνου

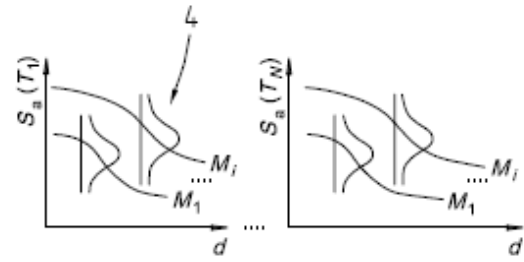
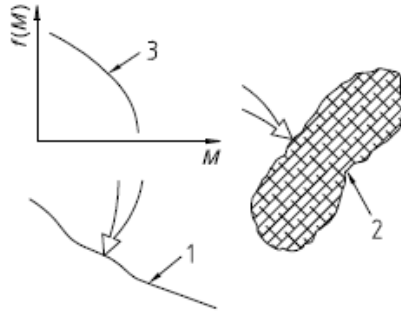
Ντετερμινιστικές εκτιμήσεις των ακραίων εδαφικών κινήσεων σε ένα πεδίο λαμβάνονται θεωρώντας ένα απλό γεγονός ενός καθορισμένου μεγέθους και απόστασης από το πεδίο. Για να εκτελεστεί μία ντετερμινιστική ανάλυση, χρειάζονται οι ακόλουθες πληροφορίες:

- ορισμός μιας πηγής σεισμού (π.χ. ένα γνωστό ρήγμα) και η τοποθεσία της ως προς το πεδίο,
- ορισμός ενός μεγέθους του σεισμού σχεδιασμού που η πηγή είναι ικανή να παράγει,
- μία σχέση που περιγράφει την απόσβεση της εδαφικής κίνησης με την απόσταση.

Ένα πεδίο έχει ποικίλα ενεργά ρήγματα στην εγγύτητά του. Ένα μέγιστο μέγεθος ορίζεται για κάθε ρήγμα. Το μέγιστο μέγεθος είναι μία συνάρτηση του μήκους ρήγματος και τις ιστορικής γνώσης των παρελθοντικών σεισμών σε αυτήν την συγκεκριμένη πηγή.

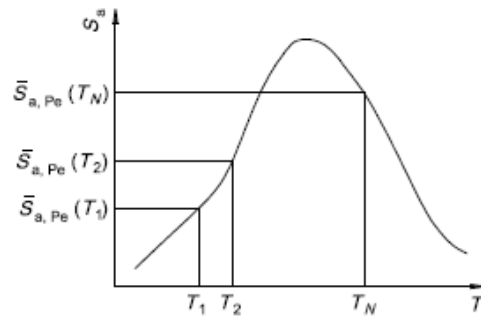
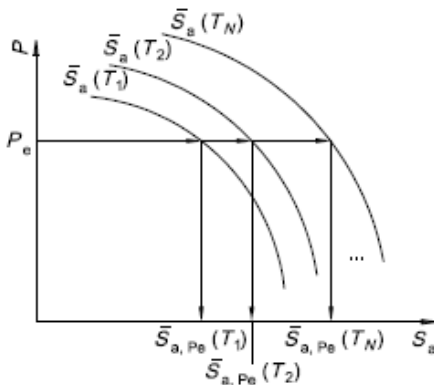
Ντετερμινιστικές εκτιμήσεις της εδαφικής κίνησης δεν συνδέονται με μία συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς, όπως 1000 έτη, αν και το χρησιμοποιούμενο συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός μπορεί να έχει μία περίοδο επαναφοράς που συνδέεται με αυτό. Η περίοδος επαναφοράς για το μέγιστο γεγονός σε ένα δεδομένο ρήγμα μπορεί να ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικές χιλιάδες χρόνια, εξαρτώμενη από τον βαθμό αποδοκιμασίας του ρήγματος.

Μία ντετερμινιστική ανάλυση του σεισμικού κινδύνου μπορεί να εκτελείται για να συμπληρώσει τα αποτελέσματα της PSHA.



α) Ορισμός σεισμικότητας και γεωμετρίας πηγής σεισμού

β) Ορισμός καμπυλών απόσβεσης για φασματικές επιταχύνσεις στις περιόδους  $T_1 \dots T_N$



γ) Από α) και β), ανάπτυξη καμπύλων σεισμικού κινδύνου για φασματικές επιταχύνσεις σε κάθε περίοδο και η επιλεγόμενη στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα υπέρβασης και λήψη μέσω ομοιόμορφων φασματικών επιταχύνσεων κινδύνου  $\bar{S}_a(T_1) \dots \bar{S}_a(T_N)$

δ) Από γ) κατασκευή ομοιόμορφου φάσματος κινδύνου των μέσω φασματικών επιταχύνσεων στην επιλεγόμενη στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα υπέρβασης

#### Σύμβολα

- 1 γραμμική πηγή (ρήγμα)
- 2 επιφανειακή πηγή
- 3 αθροιστική ετήσια συχνότητα μεγέθους  $M$
- 4 αβεβαιότητα απόσβεσης
- $M$  μέγεθος
- $P_e$  στοχευόμενο επίπεδο ετήσιας πιθανότητας υπέρβασης

- $f(M)$  συχνότητα
- $T_i$  περίοδοι μονοβάθμια ταλαντωτή
- $S_a(T_i)$  φασματική επιτάχυνση που συνδέεται με μία περίοδο  $T_i$  μονοβάθμια ταλαντωτή
- $d$  απόσταση από την πηγή
- $P$  ετήσια πιθανότητα υπέρβασης
- $\bar{S}_{a,Pe}(T_i)$  μέση φασματική επιτάχυνση για περίοδο ταλαντωτή  $T_i$  στην επιλεγόμενη στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα υπέρβασης

Εικόνα 5.3 – Πιθανολογική διαδικασία ανάλυσης σεισμικού κινδύνου (Πρότυπο ISO 19901-2)

### 5.4.4 Διαδικασία σεισμικής δράσης

Αυτή η διαδικασία βασίζεται στα αποτελέσματα μιας PSHA (βλέπε 5.4.2 και Εικόνα 5.3). Η επιτόπου καθορισμένη καμπύλη σεισμικού κινδύνου θα έχει καθοριστεί σε όρους της ετήσιας πιθανότητας υπέρβασης μιας φασματικής επιτάχυνσης που αντιστοιχεί σε μία περίοδο που είναι ίση με την θεμελιώδη ιδιοπερίοδο της κατασκευής,  $\bar{S}_a(T_{dom})$ . Τέτοιες καμπύλες απεικονίζονται στην Εικόνα 5.3 γ). Αντί περισσότερο συγκεκριμένων πληροφοριών για την κυρίαρχη ιδιοπερίοδο της κατασκευής, η καμπύλη σεισμικού κινδύνου μπορεί να καθοριστεί για την φασματική επιτάχυνση σε μία περίοδο του 1,0 s,  $\bar{S}_a(1,0)$ .

Οι ALE φασματικές επιταχύνσεις καθορίζονται από την επιτόπου καθορισμένη καμπύλη κινδύνου και την στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα αστοχίας  $P_f$ , που παρατίθεται στον Πίνακα 5.2. Τα συγκεκριμένα βήματα για να καθοριστούν τα γεγονότα ALE και ELE απεικονίζονται στην Εικόνα 5.4 και περιγράφονται στα ακόλουθα βήματα.

- α) Απεικόνιση της επιτόπου καθορισμένης καμπύλης κινδύνου για  $T=T_{dom}$  [μία καμπύλη όπως εκείνες που φαίνονται στην Εικόνα 5.3 γ)] σε μία  $\log_{10}$ - $\log_{10}$  βάση, δηλαδή παρουσίαση της κατανομής πιθανότητας της παραμέτρου  $\bar{S}_a(T_{dom})$  [βλέπε Εικόνα 5.4 α)].
- β) Επιλογή της στοχευόμενης ετήσιας πιθανότητας αστοχίας,  $P_f$ , ως μία συνάρτηση του επιπέδου έκθεσης όπως υποδεικνύεται στον Πίνακα 5.2 και καθορισμός της επιτόπου καθορισμένης φασματικής επιτάχυνσης στην  $P_f$ ,  $\bar{S}_{a,Pf}(T_{dom})$  από την Εικόνα 5.4 α).
- γ) Καθορισμός της κλίσης της καμπύλης σεισμικού κινδύνου ( $a_R$ ) στην περιοχή κοντά στην  $P_f$  σχεδιάζοντας μία εφαπτόμενη γραμμή στην καμπύλη σεισμικού κινδύνου στην  $P_f$ . Η κλίση  $a_R$  ορίζεται [βλέπε Εικόνα 5.4 α)] ως ο λόγος των φασματικών επιταχύνσεων που αντιστοιχούν σε δύο τιμές πιθανότητας, μία σε κάθε μεριά της  $P_f$ , που είναι μιας τάξης μεγέθους κατά μέρος [ $P_1$  και  $P_2$  στην Εικόνα 5.4 α)]. Η  $P_1$  θα πρέπει να είναι κατά προτίμηση κοντά στην  $P_f$ ].
- δ) Καθορισμός από τον Πίνακα 10 παρακάτω του διορθωτικού συντελεστή  $C_c$  στην  $a_R$ . Αυτός ο διορθωτικός συντελεστής συλλαμβάνει τις αβεβαιότητες που δεν αντανακλούνται στην καμπύλη σεισμικού κινδύνου

**Πίνακας 5.10 – Διορθωτικός συντελεστής,  $C_c$**

$a_R$	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5
Διορθωτικός συντελεστής, $C_c$	1,20	1,15	1,12	1,10	1,10

- ε) Καθορισμός των ALE φασματικών επιταχύνσεων εφαρμόζοντας τον διορθωτικό συντελεστή  $C_c$  στην  $\bar{S}_{a,Pf}(T_{dom})$ , της επιτόπου καθορισμένης φασματικής επιτάχυνσης στην επιθυμητή  $P_f$  και στην δομική κυρίαρχη περίοδο  $T_{dom}$ :

$$\bar{S}_{a,ALE}(T_{dom}) = C_c \times \bar{S}_{a,Pf}(T_{dom}) \quad (5.9)$$

Η ετήσια πιθανότητα υπέρβασης για το ALE γεγονός ( $P_{ALE}$ ) μπορεί τότε να διαβαστεί άμεσα από την καμπύλη σεισμικού κινδύνου, βλέπε Εικόνα 5.4 β). Η ALE περίοδος επαναφοράς καθορίζεται από την ετήσια πιθανότητα υπέρβασης χρησιμοποιώντας την Εξίσωση (5.8). Η  $P_{ALE}$  είναι μικρότερη από την  $P_f$  για να περιληφθούν αβεβαιότητες στις εκτιμήσεις της δράσης και της αντίστασης που δεν αντιπροσωπεύονται στην καμπύλη σεισμικού κινδύνου (όπως συνελήφθη στον διορθωτικό συντελεστή  $C_c$ ).

- στ) Για συγκεκριμένους τύπους κατασκευών των οποίων το απόθεμα αντοχής και τα χαρακτηριστικά πλαστιμότητας είναι γνωστά, η ELE φασματική επιτάχυνση προσδιορίζεται στη συνέχεια από:

$$\bar{S}_{a,ELE}(T_{dom}) = \bar{S}_{a,ALE}(T_{dom})/C_f \quad (5.10)$$



όπου  $C_r$  είναι ένας συντελεστής του αποθέματος σεισμικής ικανότητας για το δομικό σύστημα που λαμβάνει υπόψη το απόθεμα στατικής αντοχής και την ικανότητα να διατηρήσει μεγάλες μη γραμμικές παραμορφώσεις κάθε δομικού τύπου (π.χ. χάλυβας έναντι οπλισμένου σκυροδέματος). Ο συντελεστής  $C_r$  αντιπροσωπεύει το λόγο της φασματικής επιτάχυνσης που προκαλεί καταστροφική αστοχία στο σύστημα της κατασκευής, στην φασματική επιτάχυνση ELE. Η τιμή του  $C_r$  θα πρέπει να εκτιμάται πριν από τον σχεδιασμό της κατασκευής προκειμένου να επιτευχθεί ένας οικονομικός σχεδιασμός που θα αντιστέκεται στη ζημιά λόγω ενός ELE και είναι την ίδια στιγμή πιθανό να ικανοποιεί των απαιτήσεων επίδοσης ALE. Τιμές του  $C_r$  για σταθερές χαλύβδινες κατασκευές καθορίζονται στο πρότυπο ISO 19902. Τιμές του  $C_r$  άλλες από αυτές που προτείνονται στο Διεθνές Πρότυπο, όταν είναι διαθέσιμες, εφαρμόσιμες στον τύπο της υπεράκτιας κατασκευής μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον σχεδιασμό. Ωστόσο τέτοιες τιμές μπορούν να επαληθευτεί από μία ανάλυση ALE. Βλέπε επίσης Α.8.4.

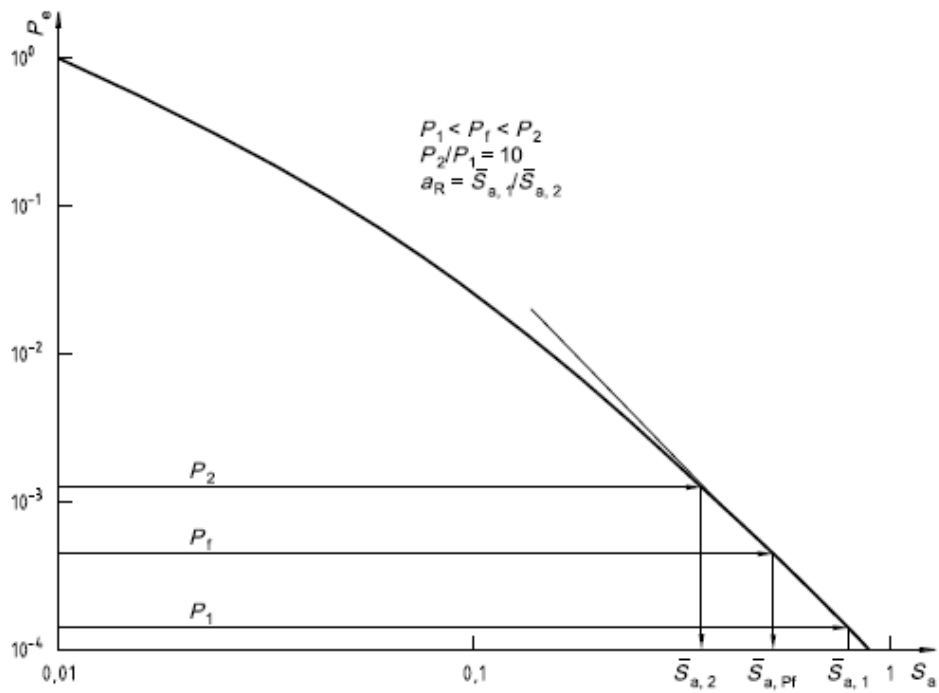
- ζ) Η ετήσια πιθανότητα υπέρβασης για το ELE γεγονός ( $P_{ELE}$ ) μπορεί τώρα να διαβαστεί από την καμπύλη σεισμικού κινδύνου, βλέπε Εικόνα 4 β). Η ELE περίοδος επαναφοράς καθορίζεται από την ετήσια πιθανότητα υπέρβασης χρησιμοποιώντας την Εξίσωση (5.8). Έχοντας καθορίσει τις περιόδους επαναφοράς των ALE και ELE, λαμβάνονται οι φασματικές επιταχύνσεις των ALE και ELE για άλλες ιδιοπεριόδους από τα αποτελέσματα της PSHA, δηλαδή  $\bar{S}_{a,ALE}(T)$  και  $\bar{S}_{a,ELE}(T)$ .
- η) Τροποποιήσεις της φασματικής επιτάχυνσης των ALE και ELE για τοπική γεωλογία και εδαφικές συνθήκες θα αντιμετωπίζονται από μία ανάλυση απόκρισης πεδίου (βλέπε 5.8.5).

Για πλωτές κατασκευές (όπως οι TLPs) και άλλους τύπους κατασκευών για τις οποίες ο  $C_r$  είτε δεν είναι καλά ορισμένος είτε είναι άγνωστος, συνιστάται μία διαδικασία σχεδιασμού η οποία οδηγεί κατευθείαν στην αποφυγή καταστροφικής αστοχίας του συστήματος στον ALE. Ακραίες μετακινήσεις και κρουστικά κύματα είναι συχνά πρωταρχικού ενδιαφέροντος εδώ, προκειμένου να σχεδιαστεί το σύστημα αγκύρωσης.

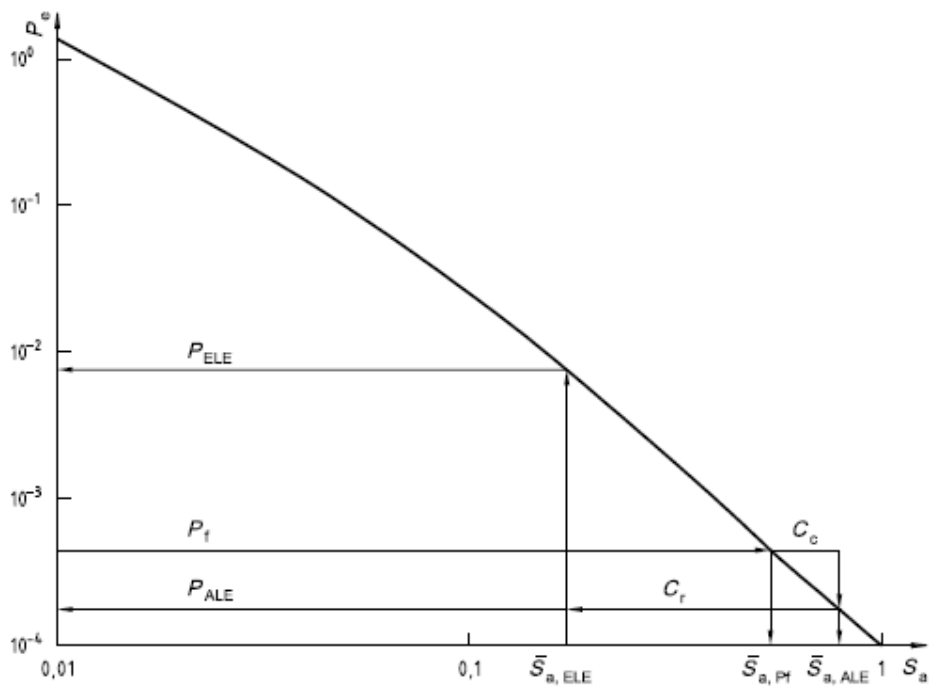
Οι ελάχιστες ELE περίοδοι επαναφοράς δίνονται στον Πίνακα 5.11 για να διασφαλιστεί οικονομική βιωσιμότητα σε έναν σχεδιασμό, ως μία συνάρτηση του επιπέδου έκθεσης. Αν η ELE περίοδος επαναφοράς που λαμβάνεται από την διαδικασία σε αυτήν την υποπαράγραφο είναι μικρότερη από την αντίστοιχη περίοδο επαναφοράς που παρατίθεται στον Πίνακα 5.11, θα χρησιμοποιείται η περίοδος επαναφοράς στον Πίνακα 5.11 για την  $\bar{S}_{a,ELE}(T)$ .

**Πίνακας 5.11 – Ελάχιστες περίοδοι επαναφοράς ELE**

Επίπεδο έκθεσης	Ελάχιστες ELE περίοδοι επαναφοράς
L3	50
L2	100
L1	200



α) Παραγωγή της κλίσης  $\alpha_R$  της καμπύλης σεισμικού κινδύνου για  $T=T_{dom}$



β) Παραγωγή των φασματικών επιταχύνσεων και πιθανοτήτων για γεγονότα ALE και ELE

**Σύμβολα**

$P_e$  ετήσια πιθανότητα υπέρβασης

$S_a$  φασματική επιτάχυνση (g)

**Εικόνα 5.4 – Τυπική καμπύλη σεισμικού κινδύνου (Πρότυπο ISO 19901-2)**

## 5.4.5 Τοπικές αναλύσεις απόκρισης πεδίου

Στην λεπτομερή διαδικασία σεισμικής δράσης (8.4), τα ALE και ELE φάσματα σχεδιασμού των επιταχύνσεων  $\bar{S}_{a,ALE}(T)$  και  $\bar{S}_{a,ELE}(T)$  βασίζονται σε ομοιόμορφες καμπύλες κινδύνου όπου όλα τα σημεία στις καμπύλες έχουν την ίδια περίοδο επαναφοράς. Οι περίοδοι επαναφοράς για ALE και ELE γεγονότα καθορίζονται σύμφωνα με την διαδικασία που καθορίζεται στην 5.4.4. Οι πιθανολογικές και ντετερμινιστικές αναλύσεις σεισμικού κινδύνου όπως περιγράφεται στην 5.4.2 και 5.4.3 παράγει εδαφικές κινήσεις που είναι εφαρμόσιμες σε μετρίως δύσκαμπτα, δύσκαμπτα ή βραχώδους υποστρώματος πεδία. Ωστόσο, πολλά υπεράκτια πεδία αποτελούνται από ένα επιφανειακό στρώμα μαλακών εδαφών υπερκείμενων δύσκαμπτων υλικών. Οι ALE και ELE φασματικές επιταχύνσεις θα τροποποιούνται περαιτέρω για να ληφθούν υπόψη τοπικές εδαφικές συνθήκες στο πεδίο. Μια δυναμική ανάλυση της απόκρισης του πεδίου, χρησιμοποιώντας γραμμικά και μη γραμμικά μοντέλα του υποκείμενου εδάφους, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τροποποιηθούν οι ALE και ELE φασματικές επιταχύνσεις και να ληφθούν επιτόπου καθορισμένες φασματικές επιταχύνσεις για τον σχεδιασμό.

Ως μία εναλλακτική στην δυναμική ανάλυση της απόκρισης του πεδίου, η διαδικασία στην 5.3.1 μπορεί να χρησιμοποιούνται για να τροποποιηθεί το φάσμα επιταχύνσεων. Ακολουθώντας την 5.3.1, μία ενίσχυση του φάσματος λαμβάνεται από τον λόγο του φάσματος επιταχύνσεων που αντιστοιχεί στην τοπική κατηγορία πεδίου η οποία ανταποκρίνεται σε δύσκαμπτο έδαφος ή σε βραχώδη κατηγορία πεδίου. Η ενίσχυση του φάσματος μπορεί τότε να χρησιμοποιηθεί για να τροποποιηθεί το φάσμα επιταχύνσεων από μία PSHA που αντιστοιχεί σε δύσκαμπτο έδαφος ή βραχώδες πεδίο.

## 5.5 Απαιτήσεις απόδοσης

### 5.5.1 Απόδοση ELE

Οι στόχοι του ELE σχεδιασμού είναι να διασφαλιστεί ότι υπάρχει μικρή ή καθόλου βλάβη στην κατασκευή κατά την διάρκεια ενός ELE γεγονότος και ότι υπάρχει ένα επαρκές περιθώριο ασφάλειας έναντι μεγάλων αστοχιών κατά την διάρκεια μεγαλύτερων γεγονότων. Θα πρέπει να επιβεβαιώνονται οι ακόλουθες απαιτήσεις απόδοσης ELE.

- Όλα τα πρωτεύοντα δομικά στοιχεία και στοιχεία θεμελίωσης θα διατηρούν μικρή ή καθόλου βλάβη λόγω του ELE. Επιτρέπεται περιορισμένη μη γραμμική συμπεριφορά (π.χ. διαρροή στο χάλυβα ή εφελκυστική ρηγμάτωση στο σκυρόδεμα), ωστόσο, η ψαθυρή υποβάθμιση (π.χ. τοπικός λυγισμός στο χάλυβα ή θρυμματισμός στο σκυρόδεμα) θα αποφεύγεται.
- Δευτερεύοντα δομικά στοιχεία, όπως οδηγητικά φατνώματα αγωγών, θα ακολουθούν με την ίδια αυστηρότητα τον σχεδιασμό ELE όπως τα πρωτεύοντα στοιχεία.
- Οι εσωτερικές δυνάμεις σε κόμβους θα μένουν κάτω από τις αντοχές των κόμβων, χρησιμοποιώντας τις υπολογισμένες (ελαστικές) δυνάμεις και ροπές.
- Οι έλεγχοι της θεμελίωσης θα εκτελούνται είτε στ επίπεδο του στοιχείου είτε στο επίπεδο του συστήματος. Στο επίπεδο του στοιχείου θα υπάρχει ένα επαρκές περιθώριο σε σχέση με την αξονική και πλευρική αστοχία των πασσάλων ή την κατακόρυφη αστοχία και αστοχία ολίσθησης άλλων στοιχείων θεμελίωσης. Στο επίπεδο του συστήματος, θα υπάρχει ένα επαρκές περιθώριο σε σχέση με τους μηχανισμούς μεγάλων παραμορφώσεων οι οποίοι θα έβλαπταν ή θα υποβάθμιζαν, και θα απαιτούσαν επισκευές, την κατασκευή ή στα βοηθητικά της συστήματα (π.χ. σωλήνες ή αγωγοί).

- Δεν θα υπάρχει καμία απώλεια λειτουργικότητας στα συστήματα ασφάλειας ή στα συστήματα διαφυγής και εκκένωσης λόγω του ELE.
- Ιστοί, γερανοί και πυργωτές κατασκευές θα είναι ικανές να διατηρήσουν τις μεταδιδόμενες κινήσεις μέσω της κατασκευής με μικρή ή καθόλου ζημιά. Ο σχεδιασμός θα περιλαμβάνει περιορισμούς στην αποφυγή πτώσεων του εξοπλισμού υπερκατασκευών και σχαρών καλωδίων. Οι σωλήνες θα σχεδιάζονται για διαφορικές μετακινήσεις λόγω των μετακινήσεων της στήριξης και η ολίσθηση της στήριξης θα αντιμετωπίζεται έτσι ώστε να δρουν όπως επιδιώκεται στον σχεδιασμό. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να ελαχιστοποιεί το ενδεχόμενο για τον εξοπλισμό και τα παρελκόμενα να γίνονται κίνδυνοι πτώσης κατά την διάρκεια του ELE.

### 5.5.2 Απόδοση ALE

Οι στόχοι του ALE έλεγχου σχεδιασμού είναι να διασφαλιστεί ότι θα αποφεύγονται μορφές καθολικής αστοχίας που μπορούν να οδηγήσουν σε υψηλές συνέπειες όπως απώλεια ζωής ή μεγάλη περιβαλλοντική ζημιά. Θα πρέπει να επιβεβαιώνονται οι ακόλουθες απαιτήσεις απόδοσης ALE.

- Τα δομικά στοιχεία επιτρέπεται να επιδείξουν πλαστική υποβαθμισμένη συμπεριφορά (π.χ. τοπικός λυγισμός στο χάλυβα ή θρυμματισμός στο σκυρόδεμα), αλλά καταστροφικές αστοχίες όπως καθολική κατάρρευση ή αστοχία ενός τμήματος προβόλου του καταστρώματος θα πρέπει να αποφεύγονται.
- Επιτρέπονται σταθεροί μηχανισμοί αστοχίας στις θεμελιώσεις, αλλά θα πρέπει να αποφεύγονται καταστροφικές μορφές αστοχίας όπως αστάθεια και κατάρρευση.
- Οι κόμβοι επιτρέπεται να επιδεικνύουν πλαστική συμπεριφορά αλλά θα πρέπει να παραμένουν εντός των οριακών αντοχών τους. Εναλλακτικά, όπου αναμένονται μεγάλες παραμορφώσεις στους κόμβους, αυτοί θα σχεδιάζονται για να επιδεικνύουν πλαστιμότητα και παραμένονσα αντοχή στα επιδιωκόμενα επίπεδα παραμόρφωσης.
- Τα συστήματα ασφάλειας και τα συστήματα διαφυγής και εκκένωσης θα παραμένουν λειτουργικά κατά την διάρκεια και μετά από τον ALE.
- Αστοχίες εξοπλισμός υπερκατασκευών δεν θα διακινδυνεύουν την απόδοση των κρίσιμων για την ασφάλεια συστημάτων. Θα πρέπει να αποφεύγεται κατάρρευση κατοικημένων χώρων, ιστών, γερανών, πυργωτών κατασκευών και άλλου εξοπλισμού υπερκατασκευών.
- Εφαρμόζονται οποιεσδήποτε απαιτήσεις σε μεταγενέστερο γεγονός του ALE που δίνονται στο Διεθνές Πρότυπο, όταν είναι διαθέσιμο, εφαρμόσιμες για τον τύπο της υπεράκτιας κατασκευής.

## **5.A Παράρτημα Α** **(πληροφοριακό)**

### **Πρόσθετες πληροφορίες και καθοδήγηση**

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ** Οι παράγραφοι σε αυτό το παράρτημα παρέχουν πρόσθετες πληροφορίες και καθοδήγηση στις παραγράφους του σώματος αυτού του μέρους του ISO 19901. Το ίδιο σύστημα αρίθμησης και τίτλων επικεφαλίδας έχει χρησιμοποιηθεί για την ευκολία στον εντοπισμό της υποπαραγράφου στο σώμα αυτού του μέρους του ISO 19901 στο οποίο αναφέρεται.

#### **5.A.1 Σκοπός**

Το ιστορικό και η ανάπτυξη της φιλοσοφίας αυτού του μέρους του ISO 19901 παρουσιάστηκαν στο OMAE 2001.

#### **5.A.2 Κανονιστικές αναφορές**

Δεν προσφέρεται καθοδήγηση.

#### **5.A.3 Όροι και ορισμοί**

Δεν προσφέρεται καθοδήγηση.

#### **5.A.4 Σύμβολα και συντομογραφίες**

Δεν προσφέρεται καθοδήγηση.

#### **5.A.5 Κίνδυνοι σεισμού**

Επιπροσθέτως σε σεισμικά επαγόμενες κινήσεις, ο προγραμματισμός και ο σχεδιασμός υπεράκτιων κατασκευών θα πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη άλλους κινδύνους που μπορεί να ενεργοποιηθούν από σεισμούς. Οι περισσότεροι γεωλογικά επαγόμενοι κίνδυνοι που ενεργοποιούνται από σεισμούς μπορούν να αποφευχθούν από κατάλληλες μελέτες επιλογής του τοπίου.

Ρευστοποίηση των εδαφών μπορεί να εμφανιστεί ως ένα αποτέλεσμα των επαναλαμβανόμενων κυκλικών κινήσεων κορεσμένων χαλαρών μη συνεκτικών εδαφών. Η πιθανότητα ρευστοποίησης μειώνεται καθώς η αυξάνεται η πυκνότητα του εδάφους. Κακώς διαβαθμισμένες άμμοι είναι περισσότερο ευαίσθητες σε ρευστοποίηση από τις καλά διαβαθμισμένες άμμοι. Αμφότερες κατασκευές βάσης βαρύτητας και πασσαλοθεμελίωσης που είναι τοποθετημένες σε αυτούς τους τύπους εδαφών θα βιώσουν μία μείωση της φέρουσας ικανότητας κατά την διάρκεια ενός ισχυρού σεισμού επειδή η αντοχή του εδάφους θα υποβαθμιστεί σημαντικά.

Οι σεισμοί μπορούν να ενεργοποιήσουν αστοχία στις κλίσεις του θαλάσσιου πυθμένα που είναι σταθερές υπό κανονικό ίδιο βάρος και κυματικές συνθήκες, έχοντας ως αποτέλεσμα ολισθήσεις του θαλάσσιου πυθμένα. Ο σκοπός των διερευνήσεων πεδίου σε περιοχές πιθανής αστάθειας θα επικεντρώνεται στην αναγνώριση μετασταθών γεωλογικών χαρακτηριστικών που περιβάλλουν το πεδίο και στον ορισμό των εδαφικών μηχανικών ιδιοτήτων που απαιτούνται για μοντελοποίηση και

εκτίμηση των κινήσεων θαλάσσιου πυθμένα. Αναλυτικές εκτιμήσεις της εδαφικής κίνησης ως μία συνάρτηση του βάθους κάτω από τον θαλάσσιο πυθμένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με συνδυασμό μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους, για να καθιερωθούν αναμενόμενες δράσεις σε κατασκευαστικά μέλη. Η καλύτερη μείωση αυτού του κινδύνου είναι να τοποθετούνται οι υπεράκτιες κατασκευές μακριά από τέτοιες περιοχές, αν και ο σχεδιασμός κατασκευών για ολισθήσεις θαλάσσιου πυθμένα έχει χρησιμοποιηθεί στον Κόλπο του Μεξικό.

Κινήσεις ρήγματος μπορούν να εμφανιστούν ως ένα αποτέλεσμα της σεισμικής δραστηριότητας. Χωροθέτηση των εγκαταστάσεων κοντά στα επίπεδα του ρήγματος που τέμνονται στον θαλάσσιο πυθμένα θα πρέπει να αποφεύγεται, αν είναι δυνατόν. Αν οι περιστάσεις υπαγορεύουν χωροθέτηση των κατασκευών πλησίον πιθανά ενεργών χαρακτηριστικών, το μέγεθος και η κλίμακα χρόνου της αναμενόμενης κίνησης θα πρέπει να εκτιμάται στη βάση μιας γεωλογικής μελέτης για χρήση στο σχεδιασμό της κατασκευής.

Τα τσουνάμι παράγονται από μεγάλους (και μερικές φορές μακρινούς) σεισμούς και υποθαλάσσιες μετακινήσεις ρηγμάτων και μεγάλες ολισθήσεις του θαλάσσιου πυθμένα που μπορούν να ενεργοποιηθούν από σεισμούς. Όταν διαδίδονται σε βαθύ νερό, αυτά τα κύματα είναι μακριά με χαμηλό ύψος και θέτουν μικρό κίνδυνο σε πλωτές ή σταθερές κατασκευές. Όταν αυτά φτάνουν σε ρηχά νερά, η μορφή του κύματος ωθείται προς τα πάνω από τον βυθό δημιουργώντας ένα φούσκωμα που μπορεί να θραυτεί σε ρηχό νερό και μπορεί να καλύψει την ενδοχώρα με μεγάλη δύναμη. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος σε υπεράκτιες κατασκευές ρηχού νερού από τσουνάμι έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία κυμάτων και ρευμάτων από εισροή και εκροή νερού. Αυτά τα κύματα μπορούν να προκαλέσουν ουσιαστικές δράσεις στις κατασκευές και τα ρεύματα μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένα προβλήματα υποσκαφής.

Ηφαιστεια λάσπη συχνά βρίσκονται σε προϋπάρχοντα ρήγματα. Αυτά τα χαρακτηριστικά δεν προκαλούνται άμεσα από σεισμούς, αλλά χρησιμοποιούν τη ζώνη του ρήγματος ως αγωγό για τη μεταφορά φυσικού αερίου, νερού και των σχετικών λασπών στον πυθμένα της θάλασσας, δημιουργώντας έτσι επιφανειακά χαρακτηριστικά που μοιάζουν με κώνο ηφαιστείου. Η καλύτερη μείωση αυτού του κινδύνου είναι να τοποθετούνται υπεράκτιες κατασκευές μακριά από τέτοιες περιοχές.

Επαγόμενα από τον σεισμό κρουστικά κύματα στην υδάτινη στήλη, που παράγονται από κινήσεις στον πυθμένα της θάλασσας, μπορεί να έχουν μία επίπτωση σε πλωτές κατασκευές και ορισμένα παρελκόμενα. Το κρουστικό κύμα μπορεί να ακτινοβολεί προς τα πάνω μέσω της υδάτινης στήλης προκαλώντας μία πιθανή αυθόρμητη δράση σε επιπλέουσες ή μερικών επιπλέουσες κατασκευές και επομένως μία αύξηση στις πιέσεις του σκελετού και στις δυνάμεις τενόντων ή γραμμών αγκύρωσης.

## **5.A.6 Αρχές και μεθοδολογία αντισεισμικού σχεδιασμού**

### **5.A.6.1 Αρχές σχεδιασμού**

Η απαίτηση για έναν έλεγχο σχεδιασμού δύο επιπέδων πηγάζει από τον υψηλό βαθμό τυχαιότητας των σεισμικών γεγονότων, τις αβεβαιότητες στους υπολογισμούς της σεισμικής δράσης και το γεγονός ότι ο σχεδιασμός για σεισμικά γεγονότα ανώμαλης δριμύτητας στη βάση της αντοχής μόνο και χωρίς θεώρηση της ικανότητας διάχυσης ενέργειας της κατασκευής και η διατήρηση μεγάλων ανελαστικών μετακινήσεων θα ήταν αντιοικονομική.

Μία κατασκευή που σχεδιάζεται για τον ELE έχει ένα περιθώριο ασφάλειας για περισσότερο έντονα γεγονότα λόγω σαφών και σιωπηρών περιθωρίων ασφάλειας στις εξισώσεις σχεδιασμού και λόγω της

ικανότητάς της για μεγάλες μη γραμμικές παραμορφώσεις. Προκειμένου να αποφευχθούν επαναλαμβανόμενα μέρη της διαδικασίας σχεδιασμού και για να διασφαλιστεί ότι ο σχεδιασμός ALE επιδεικνύει έναν αποδεκτό σχεδιασμό, ο λόγος των φασματικών επιταχύνσεων ALE προς ELE έχει οριστεί έτσι ώστε να υπάρχει μία υψηλή πιθανότητα ικανοποίησης αμφότερων των στόχων απόδοσης ELE και ALE. Οι διαδικασίες αντισεισμικού σχεδιασμού σε αυτό το μέρος του ISO 19901 αντιμετωπίζουν την ισορροπία ανάμεσα στα κριτήρια σχεδιασμού ALE και ELE.

## **5.A.6.2 Διαδικασίες αντισεισμικού σχεδιασμού**

### **5.A.6.2.1 Γενικά**

Δεν προσφέρεται καθοδήγηση.

### **5.A.6.2.2 Σχεδιασμός επιπέδου ακραίου σεισμού**

Ο αντισεισμικός σχεδιασμός μιας υπεράκτιας κατασκευής διενεργείται πρωταρχικά κατά την διάρκεια μιας ELE εκτίμησης στο Διεθνές Πρότυπο που είναι εφαρμόσιμο στον τύπο της υπεράκτιας κατασκευής. Στην ανάπτυξη της ELE διαδικασίας σχεδιασμού, θεωρούνται δύο στόχοι:

- α) Η διαδικασία σχεδιασμού ELE και τα σχετικά κριτήρια σχεδιασμού θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι η κατασκευή θα είναι ικανή να ανθίσταται σεισμικά γεγονότα αυτής της έντασης με μικρή ή καθόλου βλάβη.
- β) Η διαδικασία σχεδιασμού ELE και τα σχετικά κριτήρια σχεδιασμού οδηγούν στο σχεδιασμό μιας κατασκευής που είναι πιθανό να ικανοποιεί τα κριτήρια απόδοσης ALE (βλέπε 5.9.2) με ένα ελάχιστο των αλλαγών σχεδιασμού.

Ο πρώτος στόχος μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένας οικονομικός στόχος κατά το ότι αποφεύγει την ανάγκη συχών επισκευών, καθώς ο δεύτερος στόχος είναι ένας στόχος ασφάλειας.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η φασματική επιτάχυνση είναι η ελέγχουσα παράμετρος στον σχεδιασμό υπεράκτιων κατασκευών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η διαδικασία σχεδιασμού ELE μπορεί να καθοριστεί σε όρους των σεισμικών φασμάτων σχεδιασμού ή καταγραφών επιτάχυνσης (χρονοϊστορία).

Οι σεισμικές καταγραφές για ανάλυση χρονοϊστορίας επιλέγονται έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν τον ELE κίνδυνο εδαφικής κίνησης στο πεδίο. Ακολουθώντας μία PSHA (βλέπε 5.8.2), τα κυρίαρχα γεγονότα ELE μπορεί να προσδιορίζονται μέσω μιας διαδικασίας που αναφέρεται ως αποσυσσωμάτωση. Στην διαδικασία αποσυσσωμάτωσης, προσδιορίζονται οι συνεισφορές ποικίλων ρηγμάτων και ζωνών σεισμικών πηγών στην πιθανότητα υπέρβασης μιας δεδομένης επιτάχυνσης. Οι μεγαλύτερες συνεισφορές αντιπροσωπεύουν τα κυρίαρχα γεγονότα ELE.

Δεδομένου του μεγέθους και της απόστασης των γεγονότων που κυριαρχούν στις ELE εδαφικές κινήσεις, οι σεισμικές καταγραφές για την ανάλυση χρονοϊστορίας μπορεί να επιλεγεί από έναν κατάλογο ιστορικών γεγονότων. Κάθε σεισμική καταγραφή αποτελείται από τρεις ομάδες τριαξονικών χρονοϊστοριών αντιπροσωπεύοντας δύο ορθογωνικές οριζόντιες συνιστώσες και μία κατακόρυφη μεταφορική συνιστώσα. Στην επιλογή σεισμικών καταγραφών, η τεκτονική σύνθεση (π.χ. είδος ρήγματος) και οι συνθήκες πεδίου (π.χ. σκληρότητα υποκείμενου βράχου) των ιστορικών καταγραφών θα πρέπει να ταιριάζουν με εκείνες του πεδίου της κατασκευής. Αν και, εφόσον είναι εφικτό, οι καταγραφές θα ταιριάζουν με το στοχευόμενο μέγεθος και την στοχευόμενη απόσταση του γεγονότος,

θα απαιτείται περαιτέρω κλιμάκωση των καταγραφών για να ταιριάζουν με το επίπεδο του φάσματος απόκρισης του ELE. Μία επιλογή είναι μία απλή κλιμάκωση της καταγραφής έτσι ώστε το μέσο φάσμα απόκρισης λόγω των δύο οριζόντιων συνιστωσών να ταιριάζει με το οριζόντιο ELE φάσμα απόκρισης στην κυρίαρχη περίοδο της κατασκευής/συστήματος θεμελίωσης.

### **5.A.6.2.3 Σχεδιασμός επιπέδου ανώμαλου σεισμού**

Ο ALE έλεγχος σχεδιασμού διενεργείται για να διασφαλιστεί ότι ικανοποιούνται οι στόχοι ασφάλειας και ότι η κατασκευή μπορεί να υπομείνει έντονους σεισμούς ανώμαλης έντασης χωρίς απώλεια ζωής ή μεγάλη περιβαλλοντική ζημιά. Ο στόχος ασφάλειας ορίζεται σε όρους ενός άνω ορίου στην ετήσια πιθανότητα αστοχίας λόγω ενός σεισμικού γεγονότος.

Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι ο έλεγχος σχεδιασμού ALE είναι συνεπής με τον στόχο ασφάλειας, η διαδικασία σχεδιασμού και τα σχετικά κριτήρια σχεδιασμού λαμβάνουν υπόψη την τυχαιότητα (αβεβαιότητες Τύπου I) στα σεισμικά γεγονότα και την απόσβεση των σεισμικών κυμάτων, των αποτελεσμάτων σεισμικής φόρτισης και της αντίστασης της κατασκευής. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη οι συστηματικές αβεβαιότητες (αβεβαιότητες Τύπου II) που συνδέονται με την σεισμοτεκτονική μοντελοποίηση. Για παράδειγμα, αυτές οι αβεβαιότητες Τύπου II τυπικά περιλαμβάνονται σε ένα μοντέλο PSHA.

Η επιλογή των σεισμικών καταγραφών για την ALE χρονοϊστορία και η κλιμάκωση αυτών των καταγραφών ακολουθεί τις ίδιες διαδικασίες όπως αυτές περιγράφονται στον ELE σχεδιασμό στην 5.A.6.2.2.

### **5.A.6.3 Δεδομένα φασματικών επιταχύνσεων**

Στους χάρτες που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Β τα όρια που διαχωρίζουν τις υπεράκτιες ζώνες διαφορετικών φασματικών επιταχύνσεων είναι γενικά τα ίδια για τους χάρτες 0,2 s και 1,0 s. Η αξιοσημείωτη εξαίρεση είναι η Βόρεια Αμερική όπου τα σύνορα στους δύο χάρτες είναι διαφορετικά για τα νοτιοανατολικά και νοτιοδυτικά τμήματα των Η.Π. Αυτές οι διαφορές κρίθηκαν ότι είναι απαραίτητες με βάση περιεκτική χαρτογράφηση των φασματικών επιταχύνσεων που ολοκληρώθηκε από την Γεωλογική Επισκόπηση Η.Π. για τις Σεισμικές Προβλέψεις 1997 NEHRP. Οι τιμές φασματικών επιταχύνσεων για την Βόρεια Θάλασσα βασίζονταν στα αποτελέσματα της αναφοράς [13]. Πληροφορίες στις παραμέτρους σεισμικού κινδύνου στις υπεράκτιες περιοχές του Καναδά μπορούν να βρεθούν στην αναφορά [14].

Οι μεγαλύτερες τιμές των 1,25g στους χάρτες 0,2 s και των 0,50g στους χάρτες 1,0 s γενικά θεωρούνται μία επαρκής αναπαράσταση του κινδύνου εδαφικής κίνησης σε περιοχές υψηλής σεισμικής δραστηριότητας για τον σκοπό αυτού του μέρους του ISO 19901. Ωστόσο, είναι κατανοητό ότι, σε ορισμένες τοποθεσίες, επιτόπου μελέτες μπορούν να παράγουν εκτιμήσεις για τις 1000ετείς φασματικές επιταχύνσεις που είναι σημαντικά μεγαλύτερες από αυτές τις τιμές. Αν οι χαρτογραφημένες φασματικές επιταχύνσεις είναι αμφίβολες σε μία δεδομένη περιοχή, θα πρέπει να διεξαχθεί μία επιτόπου καθορισμένη PSHA.

### **5.A.6.4 Κατηγορία σεισμικού κινδύνου**

Η 1000ετής περίοδος επαναφοράς της φασματικής επιτάχυνσης στο 1,0 s χρησιμοποιείται για να μετρηθεί η έκθεση μιας υπεράκτιας κατασκευής σε σεισμικά γεγονότα. Ο Πίνακας 5.1 δείχνει την σεισμική ζώνη του πεδίου ως μία συνάρτηση αυτής της φασματικής επιτάχυνσης. Επειδή η φασματική επιτάχυνση είναι μία ιδιότητα απόκρισης ενός μονοβάθμιου ταλαντωτή, είναι πιο αντιπροσωπευτική



της σεισμικής έκθεσης από άλλες παραμέτρους όπως η εδαφική επιτάχυνση αιχμή (PGA) ή η εδαφική ταχύτητα αιχμής. Η περίοδος του 1,0 s επελέγη ως συμβιβαστική λύση. Σε πολλές περιοχές η 1000ετής φασματική επιτάχυνση στο 1,0 s και οι τιμές της 1000ετούς PGS θα είναι συγκρίσιμοι μεγέθους, που θα πρέπει να βοηθά χρήστες οι οποίοι είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με την PGA.

Αυτό το μέρος του ISO 19901 διαφέρει από την ιστορική πρακτική της άμεσα προτεινόμενης συγκεκριμένης περιόδου επαναφοράς για τα γεγονότα σχεδιασμού. Αντιθέτως, σκιαγραφείται μία διαδικασία όπου η περίοδος επαναφοράς για το γεγονός ALE καθορίζεται έμμεσα από την στοχευόμενη πιθανότητα αστοχίας και τα αποτελέσματα μιας επιτόπου καθορισμένης PSHA (όταν είναι διαθέσιμα). Η περίοδος επαναφοράς ELE, με τη σειρά της, προσδιορίζεται από εκείνη του γεγονότος ALE θεωρώντας την ικανότητα για μεγάλες παραμορφώσεις που είναι εγγενής σε μία κατασκευή.

Η προτεινόμενη διαδικασία για τον αντισεισμικό σχεδιασμό χρησιμοποιεί την στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα αστοχίας του συστήματος ( $P_f$ ) ως αφετηρία. Αυτή η προσέγγιση είναι διαφορετική από τους κώδικες συντελεστών σχεδιασμού φόρτισης και αντίστασης (LRFD) όπου η στοχευόμενη πιθανότητα αστοχίας αντιστοιχίζεται στο επίπεδο συνιστώσας. Αμφότερες η απλοποιημένη και η λεπτομερής διαδικασίες σεισμικής δράσης βασίζονται στο σκεπτικό ότι ο σχεδιασμός ALE θα πρέπει να πληροί την στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα αστοχίας του δομικού συστήματος. Οι προτεινόμενες στοχευόμενες ετήσιες πιθανότητες παρατίθενται στον Πίνακα 2 και αντανακλούν την εμπειρία της βιομηχανίας στον σχεδιασμό υπεράκτιων κατασκευών για σεισμικά ενεργές περιοχές. Πιθανότητες διαφορετικές από εκείνες στον Πίνακα 2 μπορεί να προτείνονται για συγκεκριμένους τύπους υπεράκτιων κατασκευών σε συγκεκριμένες περιοχές.

Σε μία λεπτομερή διαδικασία σεισμικής δράσης, ο μελετητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τις τιμές της  $P_f$  οι οποίες είναι διαφορετικές από εκείνες που παρατίθενται στον Πίνακα 2. Σε μία απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης, ο μελετητής δεν κάνει ρητά χρήση της  $P_f$ , ωστόσο η διαδικασία έχει βαθμονομηθεί για να πληροί τις στοχευόμενες ετήσιες πιθανότητες που παρατίθενται στον Πίνακα 2. Επομένως, η απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης είναι εφαρμόσιμη μόνο αν ο μελετητής αποδέχεται τις στοχευόμενες πιθανότητες που παρατίθενται στον Πίνακα 2.

### 5.A.6.5 Απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού

Η ένταση και τα χαρακτηριστικά των σεισμικών εδαφικών κινήσεων που χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό μιας υπεράκτιας κατασκευής μπορεί να προσδιορίζονται είτε από μία απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης είτε από μία λεπτομερή διαδικασία σεισμικής δράσης. Η απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης μπορεί να κάνει χρήση των γενικευμένων σεισμικών χαρτών που παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β, τοπικών χαρτών, ή επιτόπου προσδιορισμένων PSHA αποτελεσμάτων. Η λεπτομερής διαδικασία σεισμικής δράσης απαιτεί μία επιτόπου μελέτη του σεισμικού κινδύνου όπως περιγράφεται στην 5.8.2. Και στις δύο διαδικασίες η περίοδος επαναφοράς των γεγονότων ELE και ALE μπορεί να εκτιμάται από την ετήσια πιθανότητα υπέρβασης χρησιμοποιώντας την εξίσωση (5.8) ή εναλλακτικά χρησιμοποιώντας την εξίσωση (5.A.2) (βλέπε επίσης 5.A.8.2).

## 5.A.7 Απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης

### 5.A.7.1 Ταξινόμηση εδάφους και φασματική μορφή

Η προτεινόμενη μέθοδος για τον προσδιορισμό της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων είναι μέσω των μετρήσεων πεδίου. Οι μετρήσεις πεδίου της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων μπορούν να ληφθούν από μία ποικιλία μεθόδων. Συνήθως οι ταχύτητες διατμητικών κυμάτων λαμβάνονται υπεράκτια από down-hole μετρήσεις με μία απλή γεώτρηση. Η σεισμική πηγή συχνά τοποθετείται στον πυθμένα της θάλασσας, καθώς τοποθετούνται γεώφωνα σε διαφορετικά βάθη στη γεώτρηση. Μία κοινή υπεράκτια πρακτική είναι να εγκατασταθούν γεώφωνα εντός ενός συστήματος πεντερομέτρησης κώνου (σεισμικός κώνος). Οι τεχνικές πυρηνοληψίας στη δοκιμή down-hole μπορούν επίσης να χρησιμοποιούνται όπου αμφοτέρω η σεισμική πηγή και οι δέκτες τοποθετούνται στη γεώτρηση.

Μερικές άλλες τεχνικές είναι επίσης διαθέσιμες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να προσδιοριστούν οι ταχύτητες διατμητικών κυμάτων. Συστοιχίες υδροφώνων τοποθετούνται τώρα στον πυθμένα της θάλασσας για να βοηθήσουν να προσδιοριστούν οι αλλαγές στη δεξαμενή με τον χρόνο (4Δ-σεισμική). Αν μία σεισμική πηγή στον πυθμένα της θάλασσας χρησιμοποιούνταν με αυτές τις συστοιχίες πυθμένα, μετρήσεις της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων μπορούν να γίνουν είτε με σεισμική ανάκλαση, σεισμική διάθλαση ή φασματική ανάλυση των μεθόδων επιφανειακών κυμάτων (SASW).

Αν δεν είναι διαθέσιμες άμεσες μετρήσεις πεδίου, τότε η ταχύτητα διατμητικών κυμάτων μπορεί να συναχθεί από δεδομένα που συλλέχθηκαν από την διερεύνηση της γεώτρησης. Η ταχύτητα διατμητικών κυμάτων μπορεί να προσδιοριστεί, βασισμένη σε πληροφορίες από την γεώτρηση, δηλαδή από χαμηλό πλάτος μέτρου διάτμησης ( $G_{\max}$ ) και από την πυκνότητα του εδάφους από:

$$v_s = \sqrt{\frac{G_{\max}}{\rho}} \quad (5.A.1)$$

Η παραπάνω εξίσωση είναι κατά προσέγγιση για ένα κορεσμένο έδαφος εξ αιτίας των φαινομένων σύζευξης ανάμεσα στο ρευστό των πόρων και στον εδαφικό σκελετό. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιώντας την πυκνότητα της συνολικής μάζας του εδάφους και νερού θα δώσει ταχύτητες διατμητικών κυμάτων εντός μικρού ποσοστού των τιμών που προσδιορίζονται όταν λαμβάνονται υπόψη τα φαινόμενα σύζευξης.

Το χαμηλό πλάτος του κυματικού μέτρου διάτμησης ( $G_{\max}$ ) μπορεί να προσδιοριστεί πειραματικά από δυναμικές εργαστηριακές δοκιμές όπως η δοκιμή αντηχητικής στήλης, ή μπορεί να εκτιμηθεί από είτε εδαφικές ιδιότητες που προσδιορίζονται από την διερεύνηση της γεώτρησης. Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι εκτιμώντας το  $G_{\max}$  από άλλες εδαφικές ιδιότητες θα έχει το μεγαλύτερο βαθμό αβεβαιότητας.

Για μη κονιοποιημένες άμμους, η Αναφορά [17] παρέχει εμπειρικές σχέσεις για το  $G_{\max}$  για αμφοτέρα γωνιώδη και στρογγυλεμένα σχήματα. Αυτή η σχέση εξαρτάται από τον λόγο κενών και τη μέση ενεργό τάση περίσφιξης που εφαρμόζεται στο εδαφικό δείγμα. Μία περισσότερο πρόσφατη έκφραση παρέχεται στην Αναφορά [18] που εξαρτάται από τον λόγο υπερστερεοποίησης, τον λόγο κενών, τον λόγο του Poisson, τη μέση ενεργό τάση περίσφιξης και έναν εμπειρικό συντελεστή δυσκαμψίας που μπορεί να ποικίλλει μέχρι 50%.

Για αργίλους, η Αναφορά [19] παρέχει μία εμπειρική σχέση η οποία εξαρτάται από τον λόγο υπερστερεοποίησης, τον λόγο κενών, τη μέση ενεργό τάση περίσφιγξης και μία εμπειρική σταθερά που εξαρτάται από τον δείκτη πλαστικότητας. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην Αναφορά [20] για παράκτιες περιοχές δείχνουν ότι η τιμή του  $G_{\max}$  κυμαίνεται περίπου από 1000 φορές μέχρι 3000 φορές την αστράγγιστη διατμητική αντοχή ( $c_u$ ) του εδάφους για περιπτώσεις όπου η αστράγγιστη διατμητική αντοχή βασίζεται σε επιτόπου δοκιμές πεδίου, ενιαίες αστράγγιστες εργαστηριακές δοκιμές, ή μη ενιαίες εργαστηριακές δοκιμές που διορθώνονται για την διατάραξη του δείγματος. Η εμπειρία με υπεράκτιες αργίλους υποδεικνύει ότι το  $G_{\max}$  μπορεί να κυμαίνεται από 600 φορές μέχρι 1500 φορές την αστράγγιστη διατμητική αντοχή.

Οι τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.6 και στον Πίνακα 5.7 είναι αντιπροσωπευτικές της κίνησης κοντά στον θαλάσσιο πυθμένα. Για βαθιές θεμελιώσεις με πασσάλους, οι ενεργές οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις εισόδου για δυναμική ανάλυση θα συνέβαιναν σε ένα χαμηλότερο βάθος. Επομένως, οι ενεργές κινήσεις μπορεί να είναι σημαντικά χαμηλότερες από εκείνες που παρατίθενται στον Πίνακα 5.6 και στον Πίνακα 5.7. Για βαθιές θεμελιώσεις με πασσάλους, οι συντελεστές πλάτους του εδάφους,  $C_v$  και  $C_a$ , είναι όπως προτείνονται στον Πίνακα 5.8. Οι τιμές στον Πίνακα 5.8 είναι ανεξάρτητες από την ένταση της κίνησης.

### 5.A.7.2 Διαδικασία σεισμικής δράσης

Η λεπτομερής διαδικασία σεισμικής δράσης περιγράφεται στην Παράγραφο 5.8. Αυτή η διαδικασία εμπλέκει έναν αριθμό βημάτων και σχετικών ελέγχων για να διασφαλιστεί ότι επιτυγχάνονται οι στόχοι της διαδικασίας. Η απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης διαχωρίζεται από την λεπτομερή διαδικασία με προσομοιώσεις, χρησιμοποιώντας ένα εύρος παραμέτρων εισόδου και κατάλληλα μεσοσταθμισμένων αποτελεσμάτων. Τα κύρια σημεία αυτού του διαχωρισμού παρατίθενται συνοπτικά παρακάτω.

Στην απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης, ο σχεδιασμός βασίζεται σε σεισμικούς χάρτες που απεικονίζουν τις φασματικές επιταχύνσεις με μία περίοδο επαναφοράς 1000 ετών σε αντίθεση με μία πιθανολογική ανάλυση σεισμικού κινδύνου (PSHA). Προκειμένου να παραχθεί η ALE φασματική επιτάχυνση από αυτούς τους χάρτες, απαιτούνται δύο βήματα:

- α) η φασματική επιτάχυνση μεταβάλλεται από μία περίοδο επαναφοράς των 1000 ετών σε μία περίοδο επαναφοράς του  $1/P_f$  για να ταιριάζει με την στοχευόμενη πιθανότητα αστοχίας,
- β) ένας ALE διορθωτικός συντελεστής,  $C_e$ , εφαρμόζεται στην φασματική επιτάχυνση που αντιστοιχεί στην περίοδο επαναφοράς του  $1/P_f$ , (βλέπε Παράγραφο 5.8 για λεπτομέρειες).

Ο συντελεστής  $C_e$  λαμβάνει υπόψη τις αβεβαιότητες που δεν έχουν περιληφθεί σε μία καμπύλη σεισμικού κινδύνου που μπορεί να επηρεάσει την αξιοπιστία μιας υπεράκτιας κατασκευής, π.χ. η αβεβαιότητα στην δομική αντίσταση σε σεισμικές δράσεις. Στην ανάπτυξη της απλοποιημένης διαδικασίας σεισμικής δράσης, αυτά τα δύο βήματα προσομοιώθηκαν χρησιμοποιώντας τις στοχευόμενες πιθανότητες στον Πίνακα 2 και ένα ευρύ πεδίο κλίσεων σεισμικού κινδύνου. Από αυτά τα αποτελέσματα, υπολογίστηκαν οι μέσοι συντελεστές κλίμακας,  $N_{ALE}$ , που συνδύασαν τα αποτελέσματα των δύο βημάτων. Αυτοί οι συντελεστές κλίμακας παρατίθενται στον Πίνακα 5.9. Επομένως, ο μελετητής θα πρέπει να γνωρίζει ότι οι συντελεστές κλίμακας που παρατίθενται στον Πίνακα 5.9 είναι συνεπείς με τις στοχευόμενες πιθανότητες που παρατίθενται στον Πίνακα 5.2.

Στην απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης, ο μελετητής δεν ελέγχει ρητά έναντι των ελάχιστων προτεινόμενων περιόδων επαναφοράς ELE στον Πίνακα 11 (βλέπε Παράγραφο 5.8). Στην ανάπτυξη

της απλοποιημένης διαδικασίας σεισμικής δράσης η περίοδος επαναφοράς ELE προσομοιώθηκε για τις στοχευόμενες πιθανότητες στον Πίνακα 2, ένα εύρος κλίσεων σεισμικού κινδύνου και ένα εύρος τιμών  $C_r$ . Οι προκύπτουσες περίοδοι επαναφοράς ELE ελέγχθησαν τότε έναντι των ελάχιστων τιμών που παρατίθενται στον Πίνακα 5.11 για να διασφαλιστεί ότι είναι υψηλότερες από τις ελάχιστες περιόδους επαναφοράς που παρατίθενται στον Πίνακα 5.11. Βασισμένες σε αυτά τα αποτελέσματα, οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές των  $C_r$  είναι:

- 2,8 για κατασκευές L1,
- 2,4 για κατασκευές L2,
- 2,0 για κατασκευές L3.

## **5.A.8 Λεπτομερής διαδικασία σεισμικής δράσης**

### **5.A.8.1 Επιτόπου αποτίμηση σεισμικού κινδύνου**

Δεν προσφέρεται καθοδήγηση.

### **5.A.8.2 Πιθανολογική ανάλυση σεισμικού κινδύνου**

Το παρασκήνιο της διαδικασίας PSHA και των διαφορετικών στοιχείων έχουν αναπτυχθεί στην Αναφορά [22]. Η βασική προσέγγιση στην πιθανολογική αποτίμηση σεισμικού κινδύνου, PSHA, περιγράφεται στις Αναφορές [23] μέχρι [27]. Η PSHA τυπικά αναλαμβάνεται χρησιμοποιώντας ειδικά προγράμματα υπολογιστών με παραμέτρους εισόδου που περιλαμβάνουν τα ακόλουθα.

- Ορισμός των σεισμικών πηγών, είτε ως ρηγμάτων είτε ως επιφανειακών πηγών διάχυτης σεισμικότητας που δεν σχετίζεται άμεσα με ένα δεδομένο ρήγμα. Επίσης ένα μέγιστο μέγεθος εκχωρείται σε κάθε πηγή.
- Μία ετήσια συχνότητα εμφάνισης σεισμού ως μία συνάρτηση του μεγέθους, για κάθε πηγή.
- Ένας ορισμός της απόσβεσης της σεισμικής εδαφικής κίνησης, συμπεριλαμβανομένης της κατανομής πιθανότητας (τυπικά λογαριθμοκανονική) που αναπαριστά την αβεβαιότητα της προβλεπόμενης εδαφικής κίνησης στην περιοχή. Οι σχέσεις απόσβεσης αναπτύσσονται βασισμένες σε στατιστικές αναλύσεις των ιστορικών καταγραφών της εδαφικής κίνησης από σεισμούς που εμφανίζονται σε παρόμοιες γεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες.

Σε μία PSHA οι πιθανότητες που σχετίζονται με τις τιμές της εδαφικής κίνησης υπολογίζονται συνδυάζοντας τις πιθανότητες της εδαφικής κίνησης από πολλές πηγές. Επομένως οι πιθανότητες εδαφικής κίνησης δεν σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο ρήγμα ή γεγονός. Στην πραγματικότητα, καθώς ακούγεται συντηρητικό να χρησιμοποιηθεί η αναμενόμενη εδαφική κίνηση από τον μεγαλύτερο πιθανό σεισμό που εμφανίζεται στην πλησιέστερη τοποθεσία στο κοντινότερο ρήγμα, εκείνες οι τιμές μπορεί να είναι σημαντικά μικρότερες από τις εδαφικές κινήσεις που υπολογίζονται από μία πιθανολογική μέθοδο. Αυτό το πιθανό αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα αληθές αν ο μεγαλύτερος σεισμός στο κοντινότερο ρήγμα σχετίζεται με μία βραχύτερη περίοδο επαναφοράς από το να θεωρηθεί με μία πιθανολογική μέθοδο, ή αν η περιοχή επηρεάζεται από διάφορα ρήγματα, συνεισφέροντας το καθένα στην συνολική πιθανότητα υπέρβασης. Το αντίθετο αποτέλεσμα είναι πιθανό όταν η περίοδος

επαναφοράς του μεγαλύτερου σεισμού στο κοντινότερο ρήγμα είναι πολύ μεγαλύτερη από την επιθυμητή περίοδο επαναφοράς της εδαφικής κίνησης.

Η διαδικασία PSHA μπορεί να εφαρμοστεί για την πρόβλεψη αμφοτέρων των οριζόντιων και κατακόρυφων συνιστωσών της εδαφικής κίνησης. Ως μία εναλλακτική, η κατακόρυφη συνιστώσα της εδαφικής κίνησης μπορεί να εκτιμηθεί βασισμένη στις καθιερωμένες σχέσεις για τον λόγο των κατακόρυφων προς των οριζόντιων φασματικών επιταχύνσεων.

Η σχέση ανάμεσα στην μέση περίοδο επαναφοράς (ή αντίστροφα από τον μέσο ρυθμό επανάλιψης) και την στοχευόμενη ετήσια πιθανότητα αστοχίας για μία διαδικασία Poisson είναι:

$$T_{\text{return}} = \frac{-1}{\ln(1 - P_e)} \quad (5.A.2)$$

Στις πιθανότητες αστοχίας που θεωρούνται για αντισεισμικό σχεδιασμό, η διαφορά ανάμεσα στην εξίσωση (5.8) και στην Εξίσωση (5.A.2) είναι αμελητέα.

### 5.A.8.3 Ντετερμινιστική ανάλυση σεισμικού κινδύνου

Δεν προσφέρεται καθοδήγηση.

### 5.A.8.4 Διαδικασία σεισμικής δράσης

Δεδομένης της στοχευόμενης ετήσιας πιθανότητας αστοχίας ίσης με  $P_f$ , η ετήσια πιθανότητα του γεγονότος ALE θα πρέπει να είναι χαμηλότερη από την  $P_f$  και η αντίστοιχη περίοδος επαναφοράς του γεγονότος ALE θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από  $1/P_f$ . Τέτοια αύξηση στην περίοδο επαναφοράς ALE χρειάζεται για να καλύψει την τυχαιότητα και τις αβεβαιότητες στις σεισμικές δράσεις και στην αντίσταση των κατασκευών. Αυτές οι αβεβαιότητες δεν συλλαμβάνονται στην καμπύλη σεισμικού κινδύνου και κατά κανόνα αυξάνουν την πιθανότητα αστοχίας. Η σχετική αύξηση της περιόδου επαναφοράς θα εξαρτάται κυρίως από δύο παράγοντες:

- την σχετική σπουδαιότητα αυτών των πρόσθετων αβεβαιοτήτων (εκφράζονται από την λογαριθμική τυπική απόκλιση,  $\sigma_{LR}$ ),
- την κλίση της καμπύλης σεισμικού κινδύνου στην  $P_f$ , ( $a_R$ ).

Η διαδικασία που αναπτύχθηκε στην αναφορά [28] έχει χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστεί ένας διορθωτικός συντελεστής ( $C_c$ ) στην φασματική επιτάχυνση η οποία θα εγγυάται μία πιθανότητα αστοχίας  $P_f$  για τον σχεδιασμό μιας κατασκευής που ικανοποιεί τις απαιτήσεις ALE. Στην λεπτομερή διαδικασία σεισμικής δράσης, ο διορθωτικός συντελεστής εφαρμόζεται στη μέση φασματική επιτάχυνση για  $T=T_{dom}$  με μία πιθανότητα υπέρβασης ίσης με  $P_f$ . Ο Πίνακας 5.A.1 δείχνει τον διορθωτικό συντελεστή ως μία συνάρτηση αμφοτέρων της ( $\sigma_{LR}$ ) και της κλίσης σεισμικού κινδύνου ( $a_R$ ). Μία τιμή του  $\sigma_{LR} = 0,3$  κρίνεται να είναι αντιπροσωπευτική των αβεβαιοτήτων που δεν περιλαμβάνονται στην καμπύλη σεισμικού κινδύνου, π.χ. η αβεβαιότητα στην ικανότητα μετακίνησης ενός μη γραμμικού συστήματος. Αυτές οι τιμές του διορθωτικού συντελεστή  $C_c$  είναι η βάση για τις στρογγυλοποιημένες τιμές στον Πίνακα 5.10. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι αβεβαιότητες μπορούν να ποικίλουν ανάμεσα σε παραδοσιακά πλαισιωτές σταθερές χαλύβδινες υπεράκτιες κατασκευές, σταθερές υπεράκτιες κατασκευές σκυροδέματος βάσης βαρύτητας και άλλα είδη υπεράκτιων

κατασκευών. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου ο υπολογισμός των σεισμικών δράσεων ή η αντίσταση των κατασκευών είναι πιο αβέβαιη, θα πρέπει να θεωρούνται υψηλότερες τιμές του διορθωτικού συντελεστή  $C_c$ . Εναλλακτικά κατάλληλοι συντελεστές προσαρμογής (π.χ. ενισχυμένες επιταχύνσεις ή απαιτήσεις μετατόπισης) μπορούν να παραχθούν για και να εφαρμοστούν σε εκείνα τα δομικά στοιχεία με μεγαλύτερες αβεβαιότητες.

**Πίνακας 5.A.1 – Διορθωτικός συντελεστής  $C_c$  για την ALE φασματική επιτάχυνση**

Τιμή του $\sigma_{LR}$	Διορθωτικός συντελεστής $a_R$ για ίσος με:				
	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,2	1,08	1,07	1,05	1,04	1,04
0,3	1,20	1,16	1,12	1,10	1,09
0,4	1,35	1,28	1,20	1,18	1,16

Χρησιμοποιώντας τους προτεινόμενους διορθωτικούς συντελεστές των φασματικών επιταχύνσεων στον Πίνακα 5.10 και στον Πίνακα 5.A.1, υπολογίζεται η κατάλληλη φασματική επιτάχυνση ALE. Η μέθοδος στην Αναφορά [28] επίσης επιτρέπει τον αντίθετο υπολογισμό των διορθωτικών συντελεστών, δηλαδή στις ετήσιες πιθανότητες αστοχίας  $P_f$  αντί των διορθωτικών συντελεστών που εφαρμόζονται στην φασματική επιτάχυνση. Ο Πίνακας 5.A.2 παραθέτει τους υπολογισμένους διορθωτικούς συντελεστές στην  $P_f$  ως μία συνάρτηση της κλίσης σεισμικού κινδύνου για  $\sigma_{LR} = 0,3$ . Επίσης οι εμφανιζόμενες τιμές στον Πίνακα 5.A.2 (τελευταία στήλη) είναι οι απαιτούμενες περίοδοι επαναφοράς ALE για κατασκευές L1 υποθέτοντας μία αποδεκτή ετήσια πιθανότητα αστοχίας του συστήματος του 1/2500.

**Πίνακας 5.A.2 – Διορθωτικός συντελεστής στην  $P_f$**

$a_R$	Διόρθωση $P_f$	Περίοδος επαναφοράς ALE <sup>α</sup> $P_f=1/2500$
1,75	2,12	5300
2,0	1,59	4000
2,5	1,33	3300
2,0	1,22	3100
3,5	1,19	3000

<sup>α</sup> Η προκύπτουσα περίοδος επαναφοράς ALE υποθέτει μία κατασκευή L1 με  $P_f=4 \times 10^{-4}$ .

Τόσο στην απλοποιημένη όσο και στην λεπτομερή διαδικασία σεισμικής δράσης, η περίοδος επαναφοράς ELE προσδιορίζεται έτσι ώστε να υπάρχει μία ισορροπία ανάμεσα στους σχεδιασμούς ELE και ALE. Έχοντας αυτήν την ισορροπία, μία κατασκευή σχεδιασμένη για το ELE θα πρέπει να έχει μία υψηλή πιθανότητα να ικανοποιήσει την απαίτηση σχεδιασμού ALE. Αυτό το κριτήριο μειώνει δαπανηρούς κύκλους σχεδιασμού και πληροί τον στόχο ασφάλειας του ALE.

Προκειμένου να καθοριστεί το γεγονός σχεδιασμού ELE, η κατάλληλη φασματική επιτάχυνση ALE μειώνεται από ένα συντελεστή του αποθέματος σεισμικής ικανότητας ( $C_r$ ) που αντιπροσωπεύει το διαθέσιμο περιθώριο ασφάλειας για γεγονότα πέρα του ELE. Το περιθώριο ασφάλειας ELE οφείλεται στα ακόλουθα:

- Οι ρητοί συντελεστές ασφάλειας στις εξισώσεις σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται σε ένα στοιχείο της κατασκευής,

- τα σιωπηρά περιθώρια ασφάλειας στο σχεδιασμό ενός μέλους της κατασκευής, π.χ. η διαφορά ανάμεσα στην ονομαστική και στην καλύτερη εκτίμηση της αντοχής των υλικών,
- η ευρωστία και ο πλεονασμός του δομικού συστήματος
- η ικανότητα του δομικού συστήματος να διατηρεί μεγάλες μη γραμμικές παραμορφώσεις.

Επειδή ο συντελεστής του αποθέματος σεισμικής ικανότητας,  $C_T$ , πρέπει να καθιερωθεί πριν να εκτελεστεί ο αντισεισμικός σχεδιασμός, τα παραπάνω περιθώρια ασφάλειας πρέπει να εκτιμηθούν από την γενική γνώση του χρησιμοποιούμενου υλικού, την διαδικασία σχεδιασμού και την διαμόρφωση της κατασκευής. Για σταθερές χαλύβδινες κατασκευές, το περιθώριο ασφάλειας ανάμεσα στο ALE και ELE μπορεί να κυμαίνεται κατά προσέγγιση από 1,1 μέχρι 2,8. Οι χαμηλότερες τιμές του  $C_T$  αντιστοιχούν κατ' ελάχιστο σε κατασκευές χωρίς πλεόνασμα και μικρή ή καθόλου πλαστιμότητα, καθώς οι υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε υψηλά πλεονασματικούς και πλαστικούς σχεδιασμούς.

Στην λεπτομερή διαδικασία σεισμικής δράσης, ο μελετητής μπορεί να υποθέτει ότι κάθε τιμή του  $C_T$  όσο μία ανάλυση ALE εκτελείται για να διασφαλιστεί ότι ο σχεδιασμός πληροί ή υπερπληροί τις απαιτήσεις ALE. Μια υψηλή εκτίμηση του  $C_T$  μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες τροποποιήσεις ως ένα αποτέλεσμα για τον έλεγχο σχεδιασμού ALE και ως εκ τούτου δαπανηροί κύκλοι σχεδιασμού. Από την άλλη μεριά, μια χαμηλή εκτίμηση του  $C_T$  μπορεί να οδηγήσει σε έναν συντηρητικό σχεδιασμό (πιο δαπανηρή για την κατασκευή) που θα μπορούσε εύκολα να ικανοποιεί τον έλεγχο σχεδιασμού ALE.

Η απαίτηση των ελάχιστων περιόδων επαναφοράς ELE στον Πίνακα 11 θα πρέπει να διασφαλίζει ότι ο σχεδιασμός πληροί τον οικονομικό στόχο του ELE και ότι η κατασκευή είναι ευαίσθητη σε βλάβη κατά την διάρκεια περισσότερο συχνά εμφανιζόμενων σεισμικών γεγονότων (βλέπε Α.6.2.2). Οι ελάχιστες απαιτήσεις στον Πίνακα 5.11 επίσης σιωπηρά αντιμετωπίζει τον στόχο ασφάλειας ενός σχεδιασμού που ικανοποιεί τις απαιτήσεις ALE. Αυτές οι απαιτήσεις μπορούν να ελέγχουν σε περιοχές όπου η κλίση της καμπύλης σεισμικού κινδύνου, όπως ορίζεται από  $a_R$ , είναι χαμηλή (βλέπε Εικόνα 4).

#### 5.A.8.5 Τοπικές αναλύσεις απόκρισης πεδίου

Αριθμητικές μέθοδοι που χρησιμοποιούν γραμμικά ή μη γραμμικά μοντέλα του υποκείμενου εδάφους είναι διαθέσιμες για να εκτιμηθούν επιτόπου καθορισμένα φάσματα επιταχύνσεων. Οι αναλύσεις απόκρισης του πεδίου εμπλέκουν μία εκτίμηση της διάδοσης των σεισμικών διατμητικών κυμάτων μέσω μιας στοιβάς εδαφικών στρώσεων συγκεκριμένων τύπων εδάφους, του μέτρου διάτμησης της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων, του συνολικού μοναδιαίου βάρους και των κυκλικών παραμορφωσιακών χαρακτηριστικών μαλάκυνσης. Η ανάλυση απαιτεί η λύση των εξισώσεων κίνησης χρησιμοποιώντας τις εξαρτώμενες από τις παραμορφώσεις δυναμικές ιδιότητες της διαστρωματωμένης εδαφικής στήλης. Οι συμβατικές αναλύσεις αποτιμούν την επίδραση της εδαφικής στήλης σε κανονικά περιστατικά χρονοϊστοριών του βραχώδους υποβάθρου προκειμένου να καθοριστεί το φάσμα εδαφικής ενίσχυσης, οι χρονοϊστορίες και το φάσμα επιταχύνσεων σε συγκεκριμένα βάρη εντός του εδαφικού προφίλ. Υπάρχουν διάφορες εφαρμογές λογισμικού υπολογιστή που είναι εμπορικά διαθέσιμες και που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτόν τον σκοπό.

Τα αποτελέσματα των γενικευμένων αναλύσεων απόκρισης του πεδίου, καθώς αναλύσεων από ιστορικές κινήσεις καταγεγραμμένες σε περιοχές μαλακών εδαφών, χρησιμοποιούνταν με την απόφαση για την επιλογή των συντελεστών ενίσχυσης για διαφορετικούς τύπους περιοχών στην απλοποιημένη διαδικασία (5.7.1). Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συντελεστές ενίσχυσης είναι επιθυμητοί στο σημείο εισόδου της δράσης στο δομικό σύστημα και όχι απαραίτητα κοντά στον

πυθμένα της θάλασσας. Για βαθιές θεμελιώσεις με πασσάλους, οι ενεργές οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις εισόδου θα συνέβαιναν σε χαμηλότερα βάθη. Για παράδειγμα, η είσοδος της οριζόντιας κίνησης μπορεί να υποτεθεί να είναι στο  $1/3$  του μήκους του πασσάλου κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας και η είσοδος της κατακόρυφης κίνησης μπορεί να υποτεθεί να είναι στην αιχμή του πασσάλου.

### **5.A.9 Απαιτήσεις απόδοσης**

Δεν προσφέρεται καθοδήγηση.



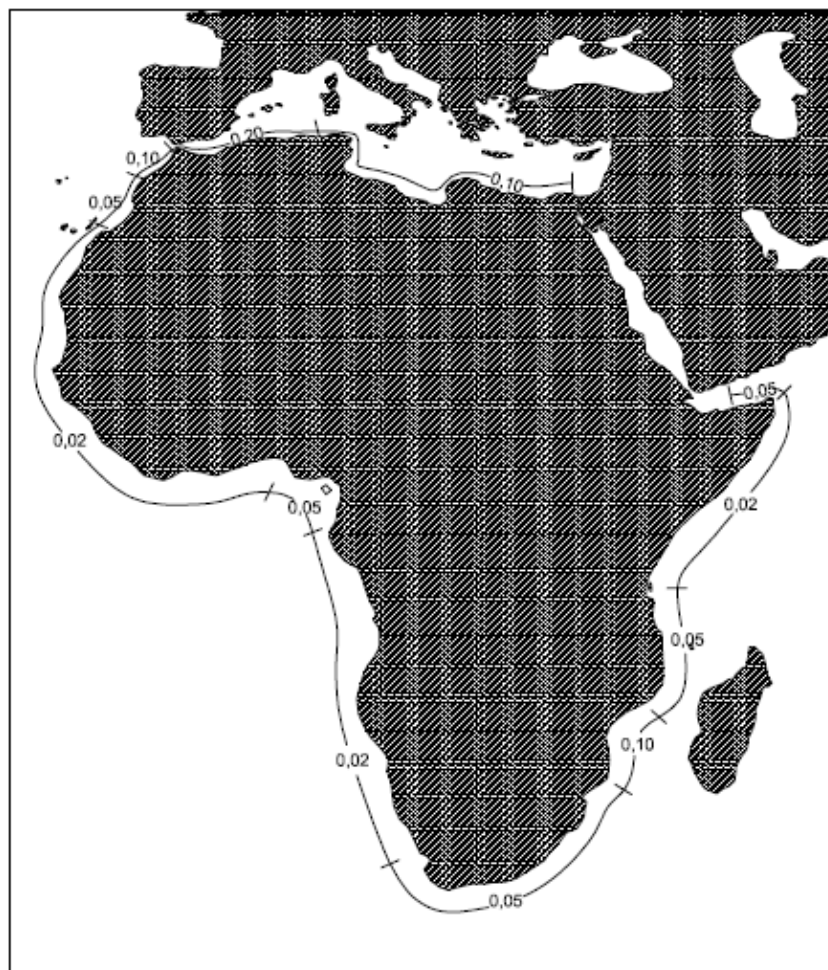
## 5.B Παράρτημα Β (πληροφοριακό)

### Τοπικές πληροφορίες

Οι χάρτες που φαίνονται στις Εικόνες 5.B.1 μέχρι 5.B.11 αυτού του παραρτήματος δίνουν γενικευμένες 5% αποσβεννύμενες φασματικές επιταχύνσεις, εκφρασμένες σε  $g$ , για επιφανειακό βραχώδες υπόστρωμα για μία 1,0 s περίοδο ταλαντωτή και για μία 0,2 s περίοδο ταλαντωτή, αντίστοιχα, για να καθοριστούν για την σεισμική ζώνη πεδίου (βλέπε 6.4) μιας περιοχής και για χρήση στην απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης (βλέπε Παράγραφο 7).

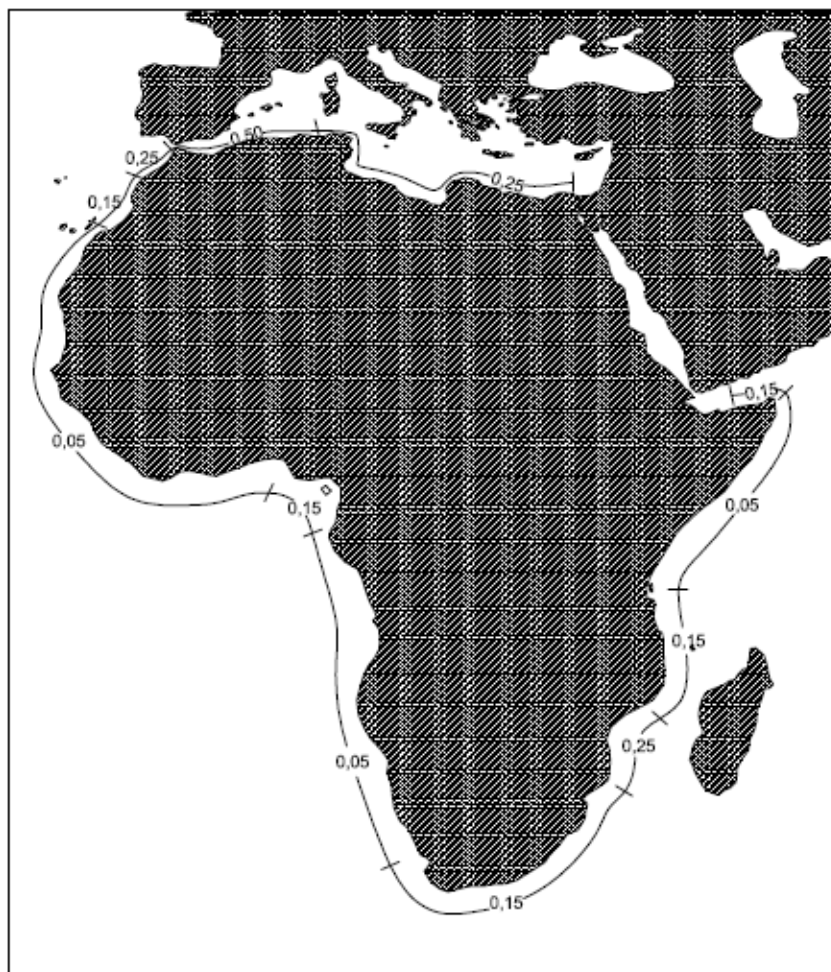
**ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1** Η περίοδος επαναφοράς που επελέγη για την ανάπτυξη των χαρτών εδαφικής κίνησης στο Παράρτημα Β είναι 1000 χρόνια.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2** Αναγνωρίζεται ότι υπάρχει κάποια αβεβαιότητα στις τιμές που δίνονται σε αυτό το παράρτημα. Αυτό συμβαίνει λόγω της έλλειψης πλήρους κατανόησης ή γνώσης (γνωσιολογικές ή Τύπου ΙΙ αβεβαιότητες). Οι απαιτήσεις αυτού του προτύπου είναι τέτοιες ώστε να απαιτείται μία επιτόπου του πεδίου εκτίμηση των επιταχύνσεων για οποιαδήποτε κατασκευή στην οποία η αστοχία θα είχε σημαντικές συνέπειες και στην οποία σεισμικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν τον σχεδιασμό.



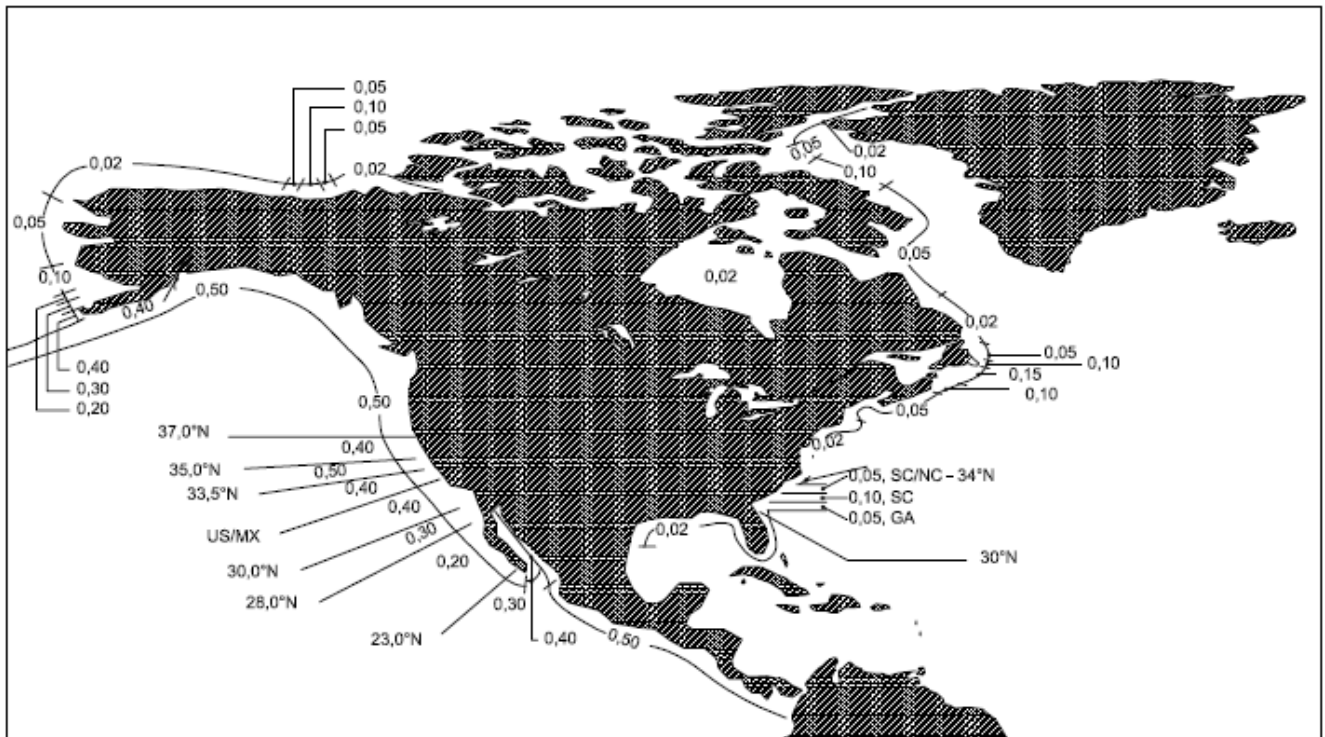
α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή

**Εικόνα 5.B.1 – 5% αποσβεννύμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Αφρική (Πρότυπο ISO 19901-2)**

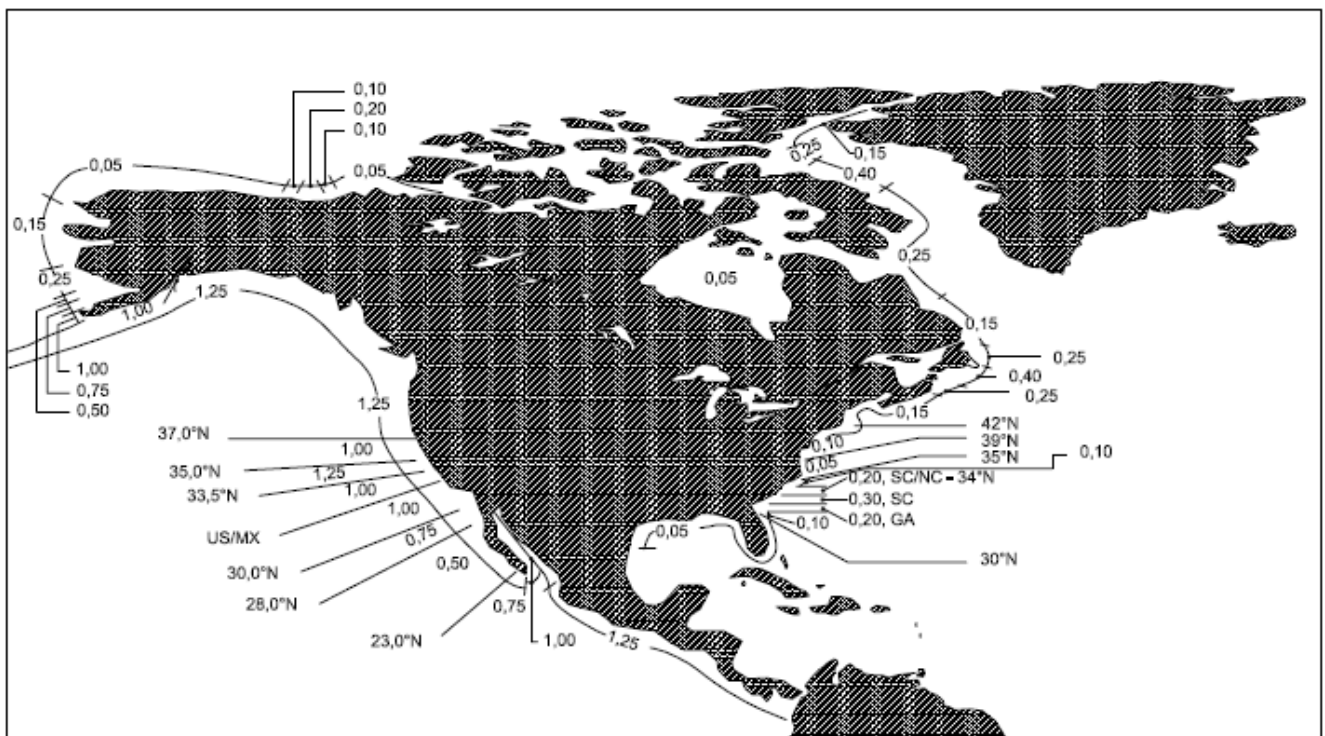


β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

Εικόνα 5.B.1 – (συνεχίζεται)



α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή

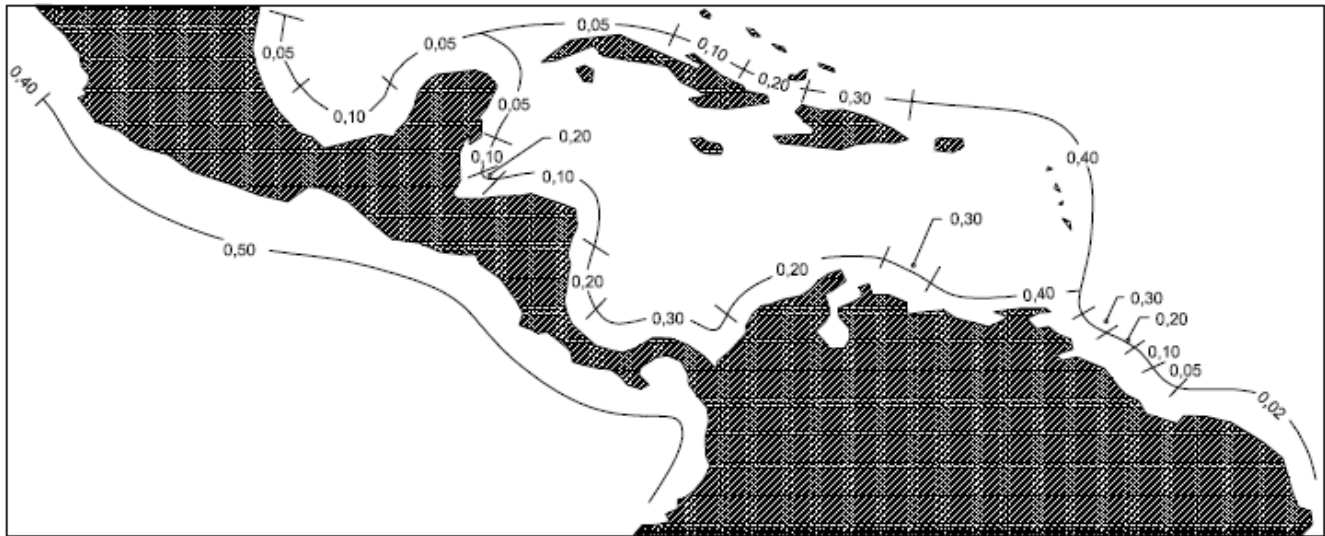


β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

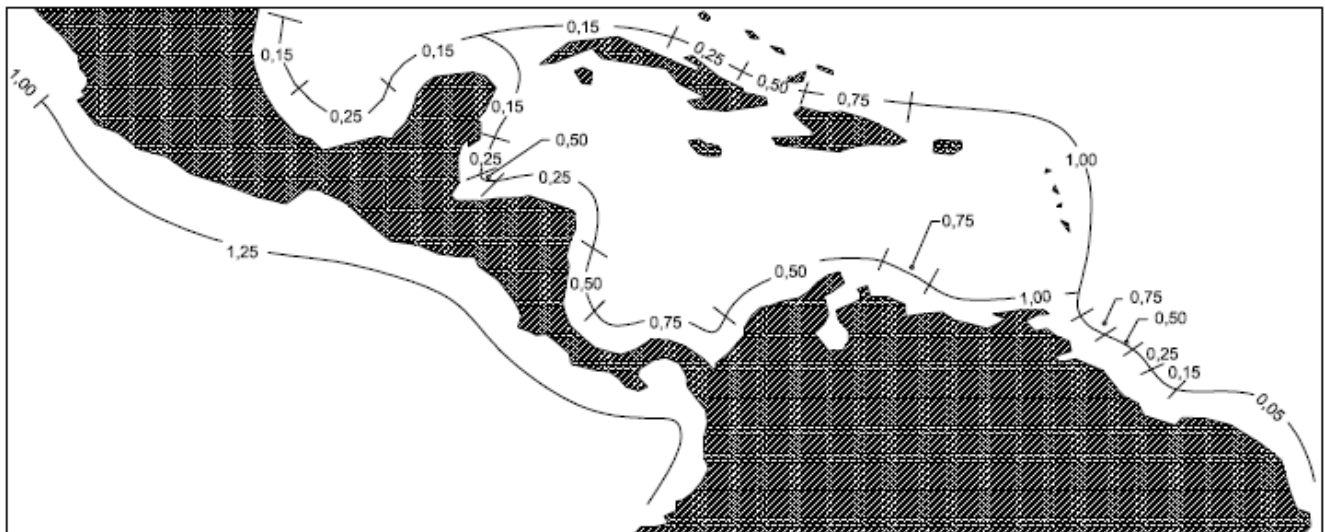
**Σύμβολα**

US/MX	Σύνορο ΗΠΙ – Μεξικό	SC	Νότια Καρολίνα
SC/NC	Σύνορο Νότιας Καρολίνα/Βόρειας Καρολίνα	GA	Τζόρτζια
ΣΗΜΕΙΩΣΗ	Βλέπε επίσης Αναφορά [14] για υπεράκτιο Καναδά		

**Εικόνα 5.B.2 – 5% αποσβεννύμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Βόρεια Αμερική (Πρότυπο ISO 19901-2)**



α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή

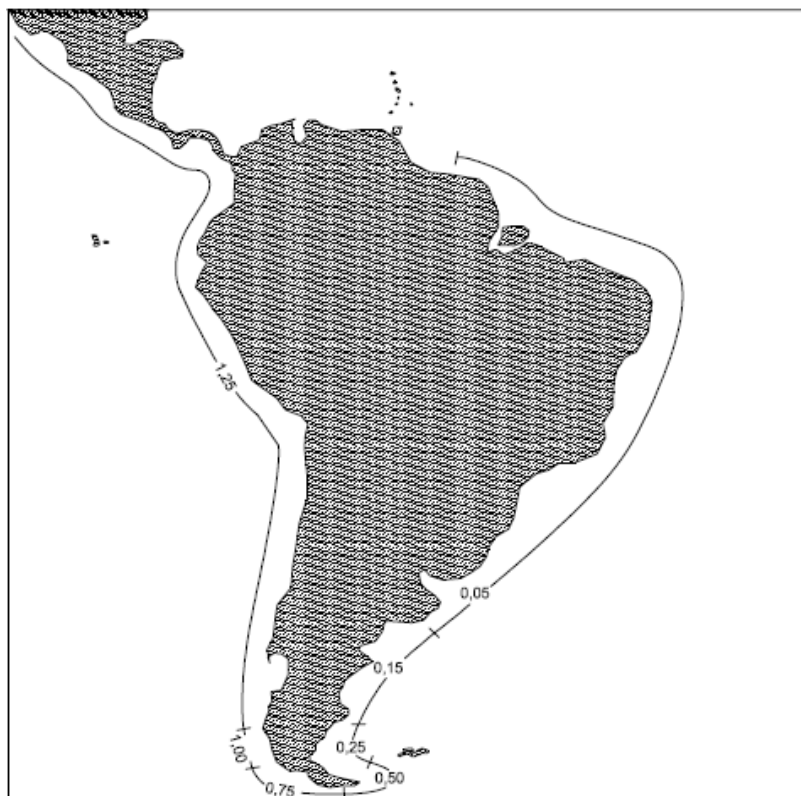


β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

**Εικόνα 5.Β.3 – 5% αποσβεννύμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Κεντρική Αμερική (Πρότυπο ISO 19901-2)**

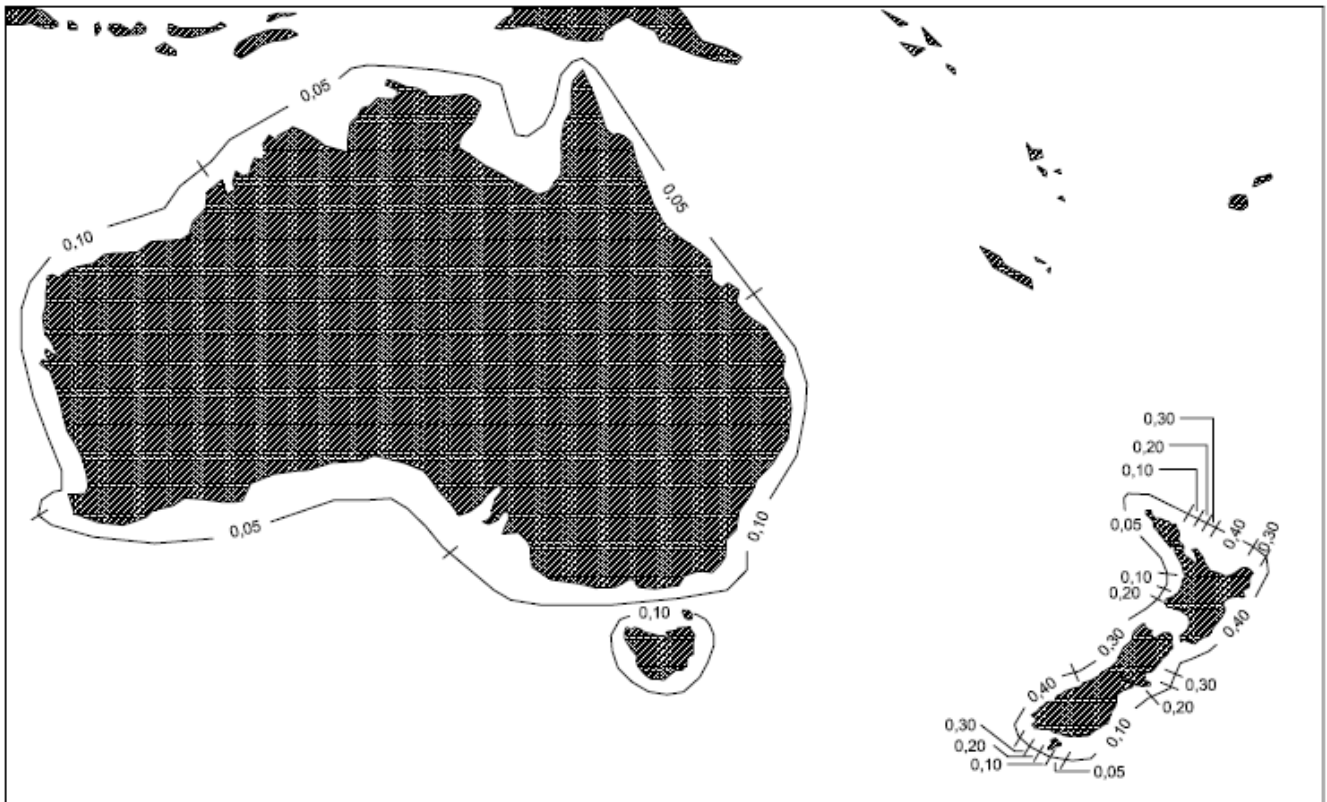


α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή

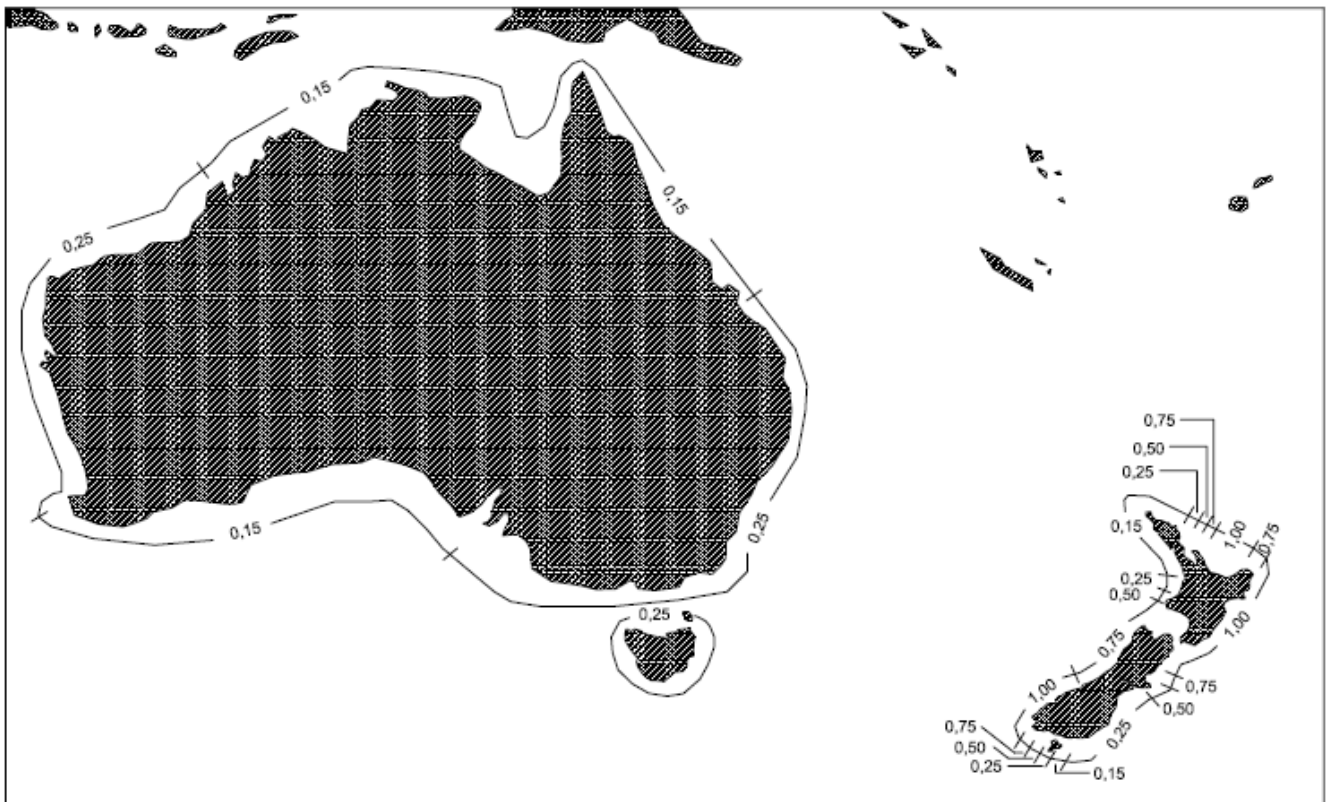


β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

Εικόνα 5.B.4 – 5% αποσβεννόμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Νότια Αμερική (Πρότυπο ISO 19901-2)

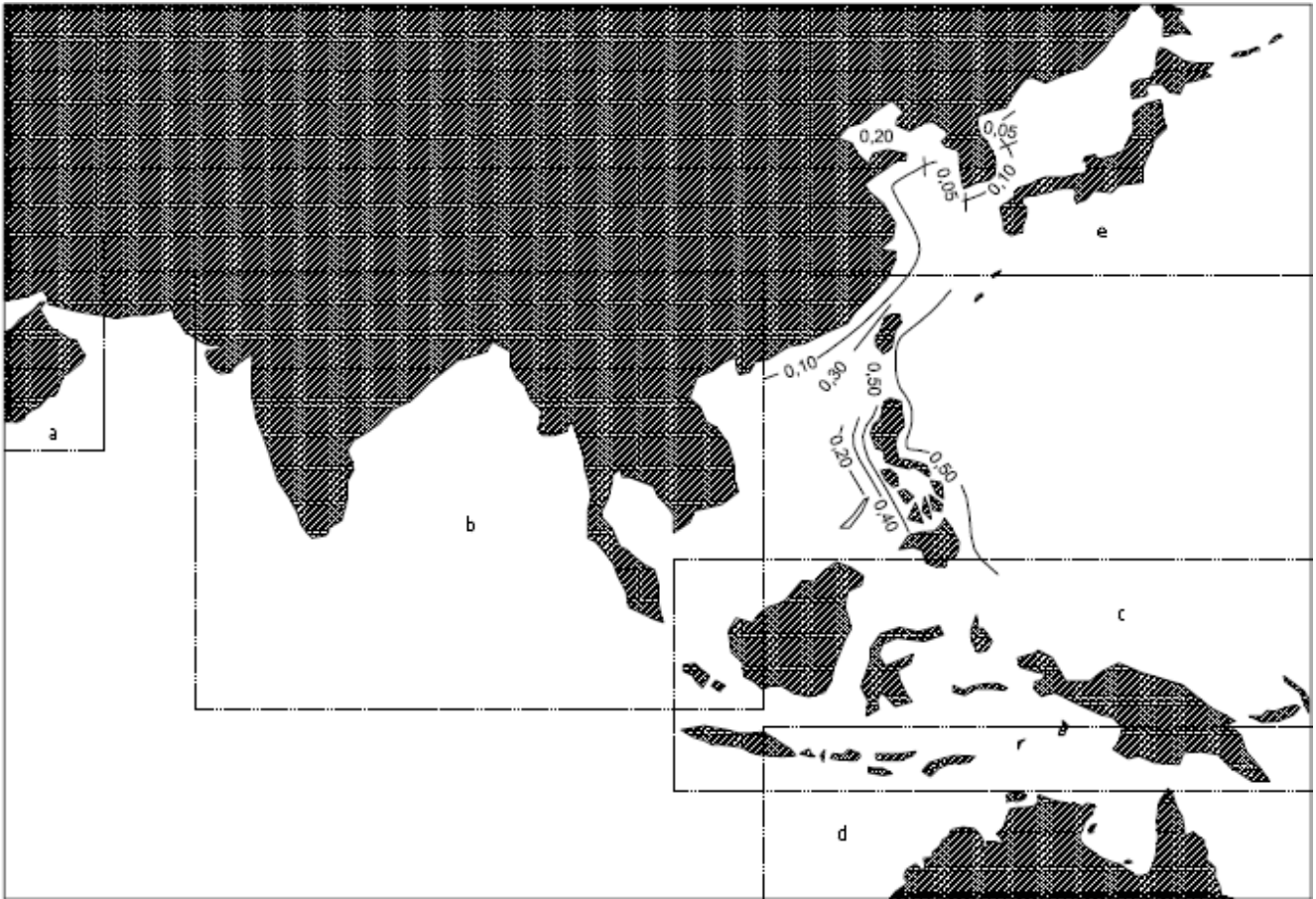


α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή



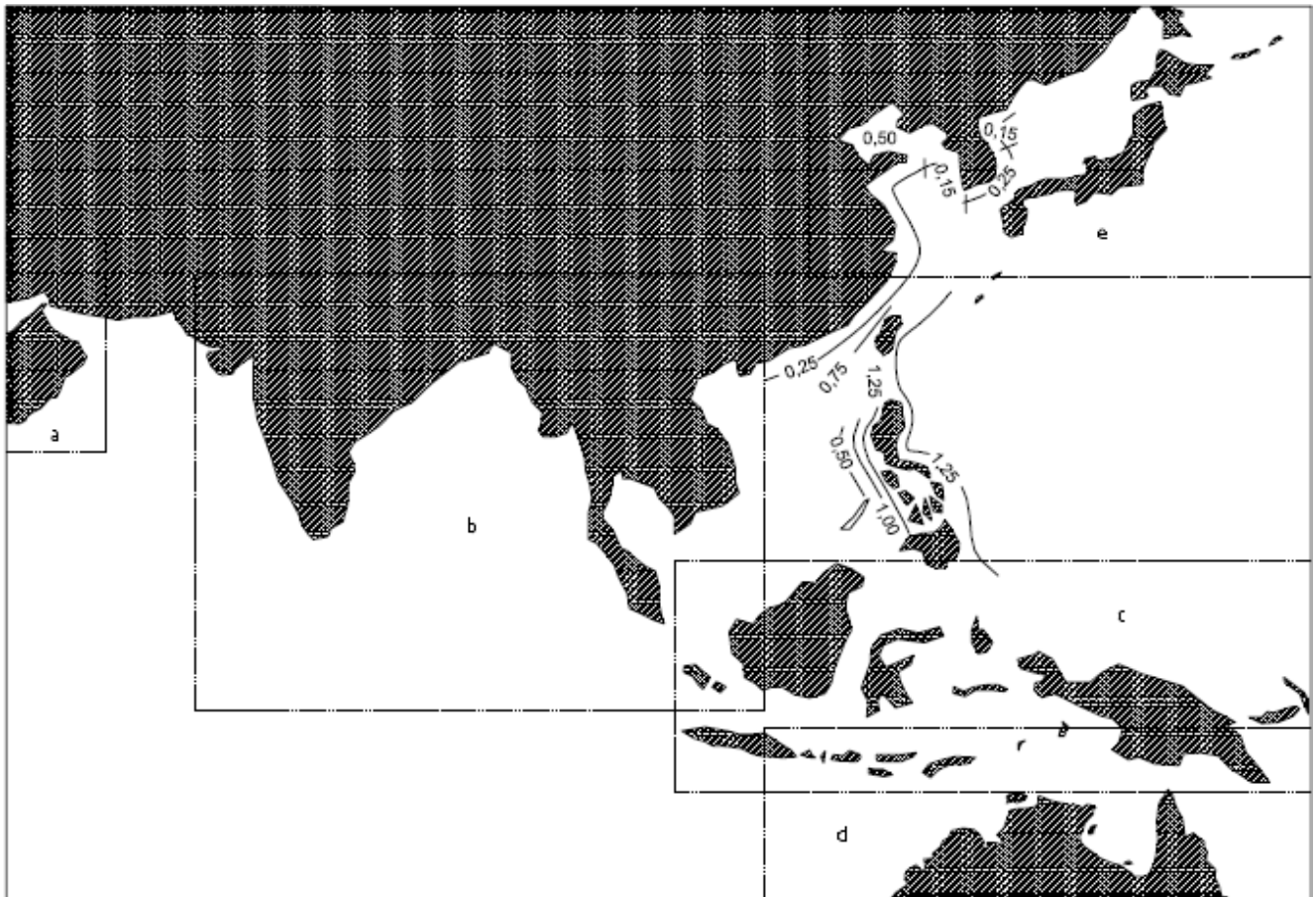
β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

Εικόνα 5.B.5 – 5% αποσβεννόμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία (Πρότυπο ISO 19901-2)



a) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή

**Εικόνα 5.B.6 – 5% αποσβεννόμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Ανατολική Ασία (Πρότυπο ISO 19901-2)**

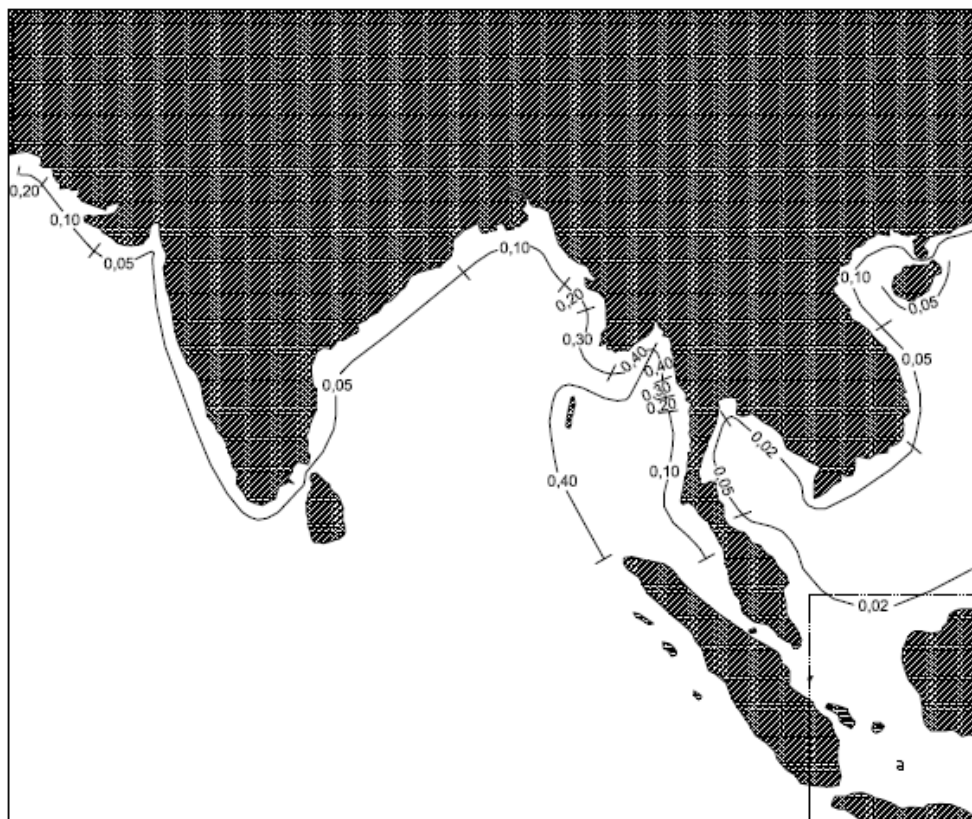


β) 0,2 s περίοδοι ταλαντώη

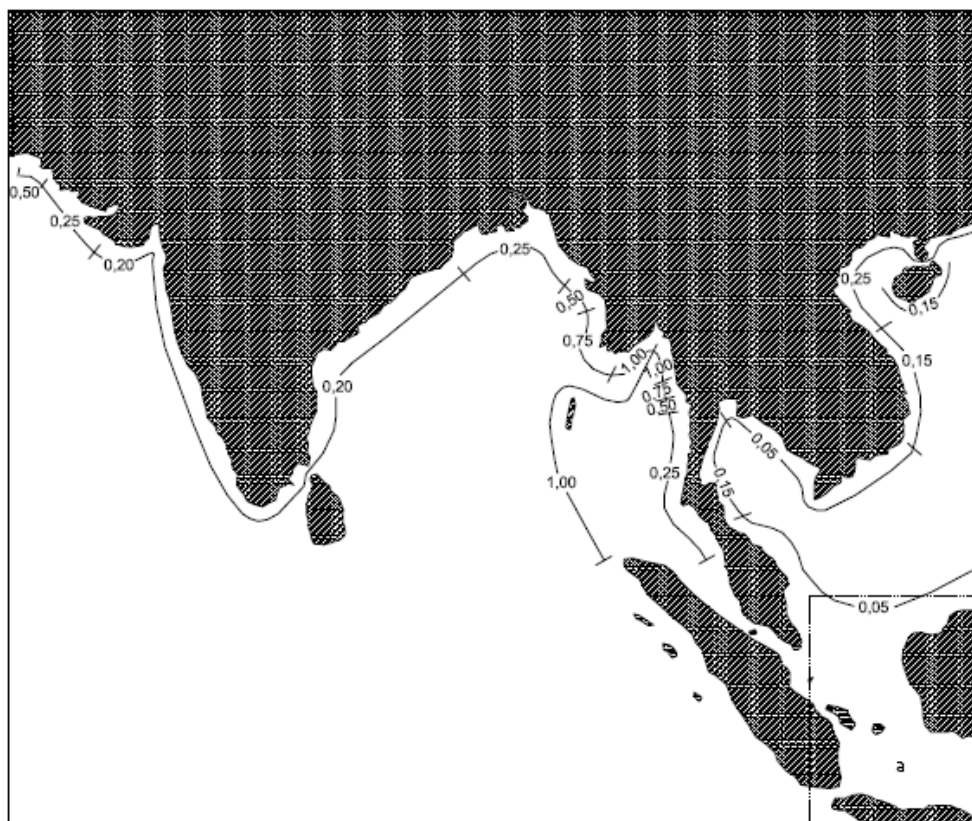
- a Βλέπε Εικόνα Β.11 για λεπτομέρειες.
- b Βλέπε Εικόνα Β.7 για λεπτομέρειες.
- c Βλέπε Εικόνα Β.9 για λεπτομέρειες.
- d Βλέπε Εικόνα Β.5 για λεπτομέρειες.
- e Βλέπε Εικόνα Β.10 για λεπτομέρειες.

Εικόνα 5.Β.6 – (συνεχίζεται)





α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή



β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

Εικόνα 5.B.7 – 5% αποσβεννόμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Νότια Ασία (Πρότυπο ISO 19901-2)

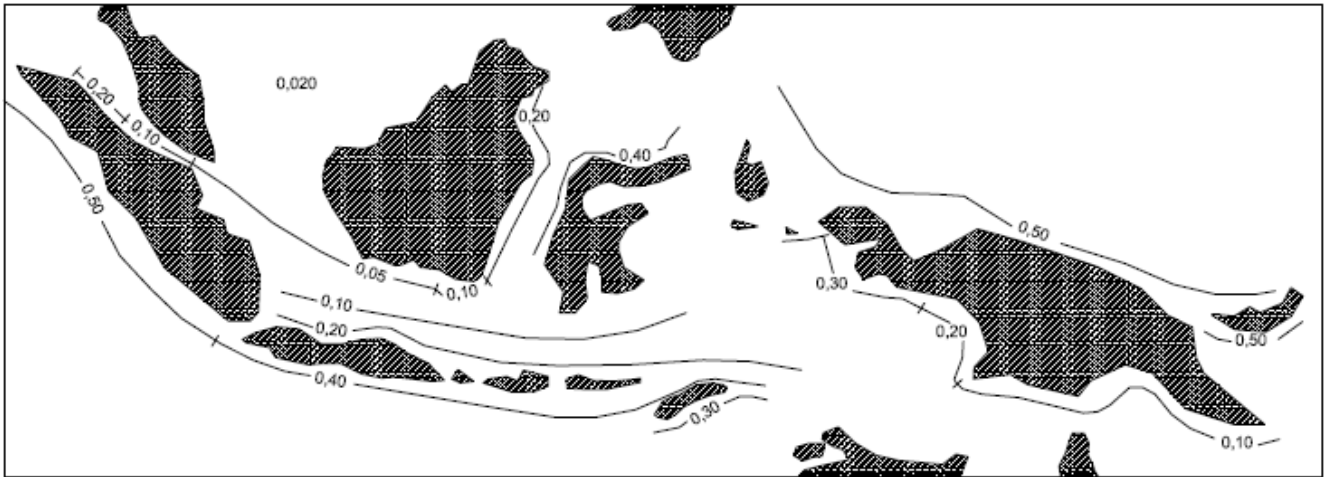


α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή

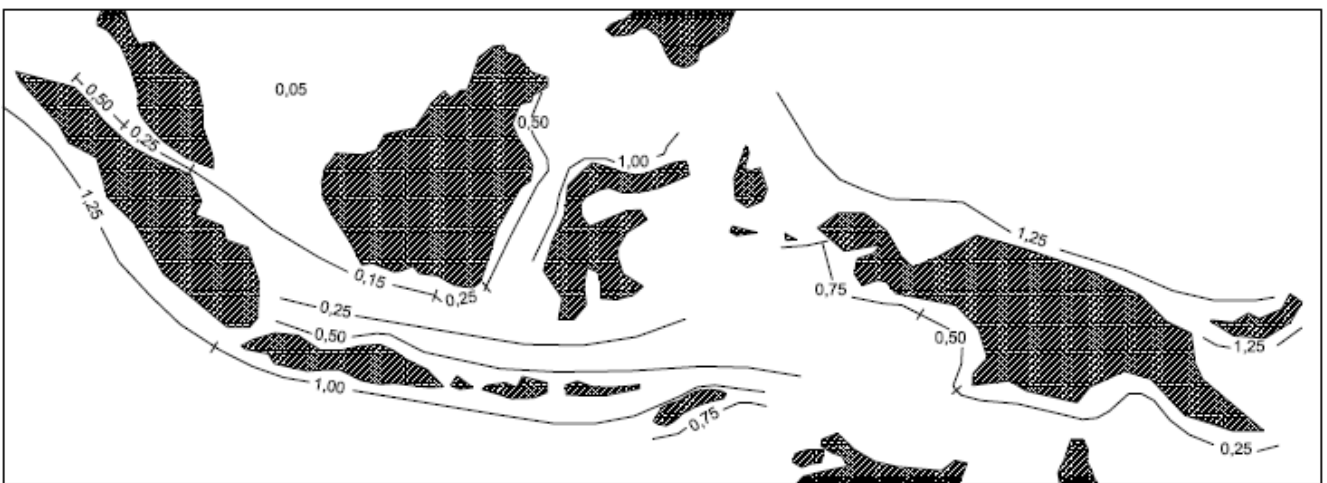


β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

Εικόνα 5.B.8 – 5% αποσβεννόμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Ευρώπη (Πρότυπο ISO 19901-2)

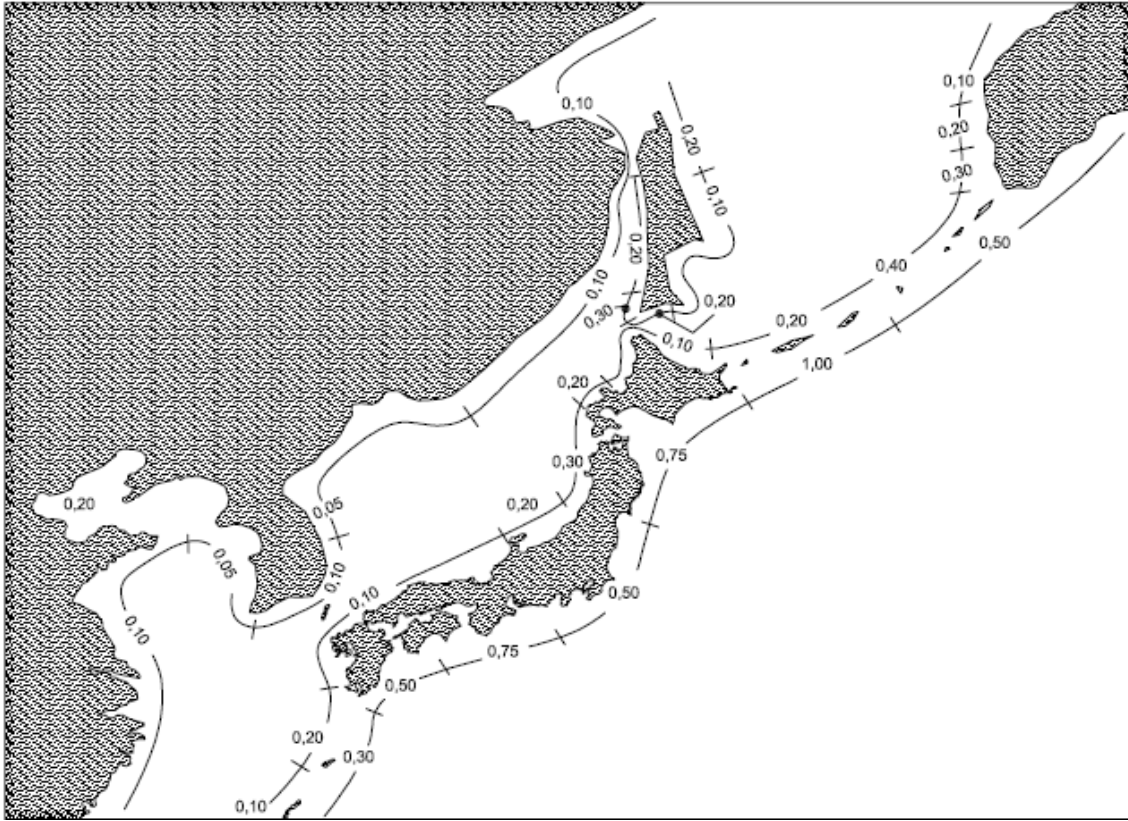


α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή



β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

**Εικόνα 5.Β.9 – 5% αποσβεννόμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Ινδονησία (Πρότυπο ISO 19901-2)**

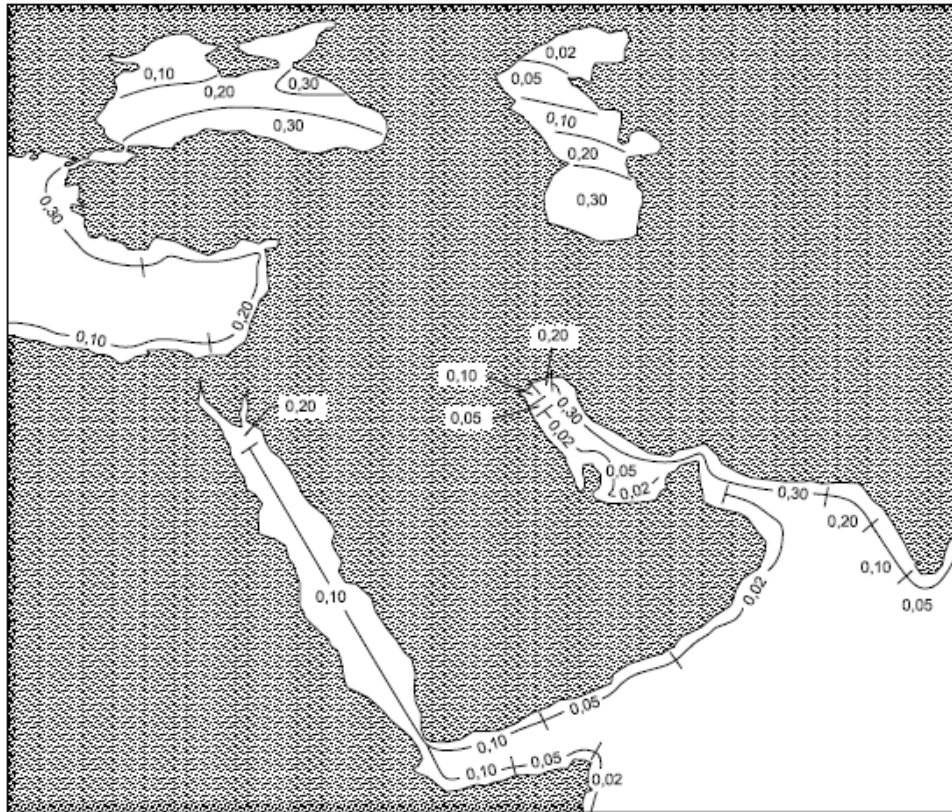


α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή

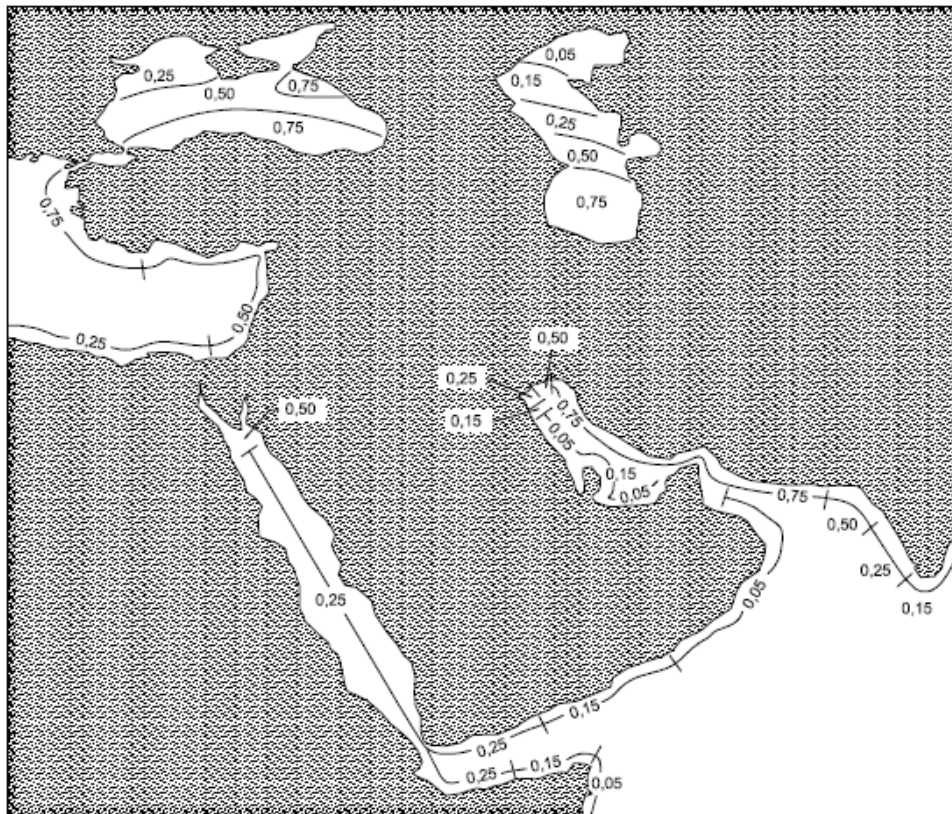


β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

Εικόνα 5.B.10 – 5% αποσβεννύμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Ιαπωνία (Πρότυπο ISO 19901-2)



α) 1,0 s περίοδοι ταλαντωτή



β) 0,2 s περίοδοι ταλαντωτή

Εικόνα 5.Β.11 – 5% αποσβεννόμενες φασματικές επιταχύνσεις απόκρισης για υπεράκτια Μέση Ανατολή (Πρότυπο ISO 1991-2)

# Κεφάλαιο 6: Διαδικασία προσδιορισμού δράσεων

## 6.1 Συνεχείς τυχαίες μεταβλητές

Έστω  $\Omega$  ο δειγματικός χώρος ενός στοχαστικού (τυχαίου) πειράματος. Μία πραγματική συνάρτηση  $X$  που ορίζεται στο δειγματικό χώρο  $\Omega$  καλείται τυχαία μεταβλητή (τ.μ.). Η συνάρτηση αυτή αντιστοιχεί σε κάθε δειγματικό σημείο  $\omega \in \Omega$  έναν πραγματικό αριθμό  $x = X(\omega)$ .

Οι τυχαίες μεταβλητές συμβολίζονται με κεφαλαία γράμματα χωρίς δείκτες  $X, Y, Z, W$  ή με δείκτες  $X_1, X_2, \dots, X_k$  και οι τιμές τους με τα αντίστοιχα μικρά γράμματα  $x, y, z, w$  ή με δείκτες  $x_1, x_2, \dots, x_k$ .

Θεωρείται η πραγματική τυχαία μεταβλητή  $X$  που λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $A = [c, +\infty)$  όπου  $c \in \mathbb{R}$ . Το σύνολο  $A \subseteq \mathbb{R}$  των τιμών της τυχαίας μεταβλητής  $X$  αποτελεί τον δειγματικό χώρο του στοχαστικού (τυχαίου) πειράματος (ή φαινομένου). Το διάστημα  $[c, x]$  όπου  $x > c$ , είναι βασικό ενδεχόμενο στο νέο αυτό δειγματικό χώρο. Οποιοδήποτε άλλο ενδεχόμενο  $B \subseteq A$  δύναται να εκφρασθεί (ή να προσεγγισθεί) συναρτήσει τέτοιων διαστημάτων.

### 6.1.1 Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας και αθροιστική συνάρτηση κατανομής

Η συνάρτηση  $F$  η οποία ορίζεται από τη σχέση

$$F(x) = P(X \leq x) = P(\{\omega \in \Omega : X(\omega) \leq x\}), \quad x \geq 0 \quad (6.1)$$

καλείται αθροιστική συνάρτηση κατανομής (α.σ.κ.) της τυχαίας μεταβλητής  $X$ .

Στις περιπτώσεις που υπάρχει κίνδυνος σύγχυσης η συνάρτηση κατανομής της τυχαίας μεταβλητής  $X$  συμβολίζεται με  $F_X$  και η τιμή της στο  $x$  με  $F_X(x)$ . Σημειώνεται ότι η αθροιστική συνάρτηση κατανομής, ως πιθανότητα, λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $[0, 1]$ :

$$0 \leq F(x) \leq 1, \quad x \geq 0 \quad (6.2)$$

Επίσης είναι αύξουσα συνάρτηση,

$$F(x_1) \leq F(x_2), \quad c \leq x_1 < x_2 \quad (6.3)$$

επειδή  $\{\omega \in \Omega : X(\omega) \leq x_1\} \subseteq \{\omega \in \Omega : X(\omega) \leq x_2\}$  και ισχύει

$$F(x_0) = 0, \quad F(+\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 1 \quad (6.4)$$

επειδή  $\{\omega \in \Omega : X(\omega) \leq c\} = \emptyset$  και  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \{\omega \in \Omega : X(\omega) \leq x\} = \Omega$

Οποιαδήποτε συνάρτηση κατανομής είναι δεξιά συνεχής.

Η πιθανότητα μια τυχαία μεταβλητή να βρίσκεται σε συγκεκριμένο διάστημα των πραγματικών αριθμών δύναται να εκφρασθεί συναρτήσει της συνάρτησης κατανομής της. Για κάθε πραγματικούς αριθμούς  $a$  και  $\beta$  με  $c \leq a < \beta$  ισχύει:

$$P(\alpha < X \leq \beta) = F(\beta) - F(\alpha) \quad (6.5)$$

Μία τυχαία μεταβλητή καλείται συνεχής αν υπάρχει μη αρνητική συνάρτηση,

$$f(x) \geq 0, x \geq c \quad (6.6)$$

με

$$\int_c^{+\infty} f(x)dx = 1 \quad (6.7)$$

τέτοια ώστε για κάθε πραγματικούς αριθμούς  $a$  και  $\beta$  με  $c \leq a < \beta$  να ισχύει

$$P(\alpha < X \leq \beta) = \int_a^\beta f(x)dx \quad (6.8)$$

Η συνάρτηση  $f$  καλείται συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της τυχαίας μεταβλητής  $X$ . Άμεση συνέπεια των ορισμών της αθροιστικής συνάρτησης κατανομής  $F$  και της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας  $f$  μιας συνεχούς τυχαίας μεταβλητής  $X$  είναι η σχέση:

$$F(x) = \int_c^x f(t)dt, x \geq c \quad (6.9)$$

που δείχνει ότι η αθροιστική συνάρτηση μιας συνεχούς τυχαίας μεταβλητής  $X$  είναι συνεχής συνάρτηση.

Αν η συνάρτηση  $f$  είναι συνεχής στο σημείο  $x$  τότε παραγωγίζοντας τη σχέση (6.9) προκύπτει η σχέση:

$$F'(x) = \frac{dF(x)}{dx} = f(x) \quad (6.10)$$

Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας, σε αντίθεση με την αθροιστική συνάρτηση κατανομής, δεν παριστάνει την πιθανότητα κάποιου ενδεχομένου. Η πιθανότητα  $P(X = x_0)$  και επομένως η  $f(x_0)$  δεν παριστάνει βέβαια αυτήν την πιθανότητα. Μόνο όταν η συνάρτηση αυτή ολοκληρώνεται μεταξύ δύο σημείων δίνει κάποια πιθανότητα, Κατά προσέγγιση για μικρό  $\Delta x > 0$  έχουμε:

$$P(x < X \leq x + \Delta x) = \int_x^{x+\Delta x} f(t)dt \cong f(x)\Delta x \quad (6.11)$$

Μια περιληπτική περιγραφή της πιθανοθεωρητικής συμπεριφοράς μιας τυχαίας μεταβλητής παρέχεται από τη θεώρηση και μελέτη βασικών παραμέτρων της κατανομής της. Η μέση τιμή που αποτελεί μέτρο θέσης ή κεντρικής τάσης και η διασπορά που αποτελεί μέτρο συγκεντρωτικότητας ή μεταβλητότητας είναι οι πιο βασικές παράμετροι της κατανομής μιας τυχαίας μεταβλητής.

### 6.1.2 Μέση τιμή και τυπική απόκλιση

Η μέση τιμή της συνεχούς τυχαίας μεταβλητής  $X$  με πυκνότητα  $f(x)$ ,  $x \geq c$ , ορίζεται από τη σχέση:

$$\mu \equiv E(X) = \int_c^{+\infty} xf(x)dx \quad (6.12)$$

Η μέση τιμή, οριζόμενη από την (6.12), είναι ένας πραγματικός αριθμός. Αυτό συμβαίνει όταν το γενικευμένο ολοκλήρωμα στο δεξιό μέλος της (6.12) συγκλίνει απολύτως (σε αντίθετη περίπτωση η μέση τιμή δεν ορίζεται).

Η διασπορά ή διακύμανση της συνεχούς τυχαίας μεταβλητής  $X$  με πυκνότητα  $f(x)$ ,  $x \geq c$  και η οποία συμβολίζεται με  $Var(X)$ , ορίζεται από τη σχέση:

$$\sigma^2 \equiv Var(X) = E[(X - \mu)^2] \quad (6.13)$$

Η θετική τετραγωνική ρίζα της διασποράς  $Var(X)$ , καλείται τυπική απόκλιση της τυχαίας μεταβλητής  $X$  και ορίζεται από τη σχέση:

$$\sigma \equiv \sigma_X = \sqrt{Var(X)} \quad (6.14)$$

Η διακύμανση της συνεχούς τυχαίας μεταβλητής  $X$  με πυκνότητα  $f(x)$ ,  $x \geq c$ , υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Var(X) = \int_c^{+\infty} (x - \mu)^2 f(x)dx \quad (6.15)$$

### 6.1.3 Αντίστροφη συνάρτηση αθροιστικής συνάρτησης κατανομής

Όταν η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας  $f$  είναι συνεχής σε ένα διάστημα  $\Delta$  τότε η αθροιστική συνάρτηση κατανομής  $F$  είναι παραγωγίσιμη στο  $\Delta$  με πρώτη παράγωγο  $F'(x) = f(x)$ . Όπως αναφέρθηκε η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας  $f$  είναι μη αρνητική συνάρτηση.

Όταν υπάρχει διάστημα  $\Delta' \subseteq \Delta$  στο οποίο να ισχύει  $f(x) = 0$  τότε η συνάρτηση  $F$  είναι σταθερή στο διάστημα  $\Delta'$ . Σε αυτήν την περίπτωση η συνάρτηση  $F$  είναι αύξουσα στο  $\Delta'$  και δεν είναι 1-1.



Όταν ισχύει  $f(x) > 0$  για κάθε  $x \in \Delta'$  ή όταν τα σημεία  $x_i$  του  $\Delta'$  στα οποία ισχύει  $f(x_i) = 0$  είναι μεμονωμένα τότε η συνάρτηση  $F$  είναι γνησίως αύξουσα στο διάστημα  $\Delta'$ . Αν αυτό ισχύει σε όλο το πεδίο ορισμού της  $F$  τότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Τότε ισχύει η ισοδυναμία

$$y = F(x) \Leftrightarrow x = F^{-1}(y), \quad x \in A, y \in F(A) \quad (6.16)$$

όπου  $F(A) \subseteq [0,1]$

## 6.2 Δράση ανέμου

Το φάσμα που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της φασματικής πυκνότητας του ανέμου πάνω από τις ελληνικές θάλασσες είναι το φάσμα Kaimal.

Τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν τη μακροπρόθεσμη κατανομή της ταχύτητας του ανέμου είναι η μέση ταχύτητα  $U_{10}$  και η τυπική απόκλιση  $\sigma_U$ . Βραχυπρόθεσμα, η στιγμιαία ταχύτητα του ανέμου  $U$  προσδιορίζεται με δεδομένα τα  $U_{10}$  και  $\sigma_U$ .

### 6.2.1 Προσδιορισμός της μέσης ταχύτητας $U_{10}$

Η 10-λεπτη μέση ταχύτητα  $U_{10}$  του ανέμου στις ελληνικές θαλάσσιες περιοχές και σε ένα δεδομένο ύψος  $H$  πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, θεωρούμενης ως συνεχούς τυχαιάς μεταβλητής, ακολουθεί την κατανομή Weibull:

$$F_{U_{10}}(u) = 1 - e^{-\left(\frac{u}{A}\right)^k}, \quad u \geq 0 \quad (6.17)$$

Η παράμετρος κλίμακας  $A$  και η παράμετρος σχήματος  $k$  εξαρτώνται από το ύψος και την τοποθεσία και είναι τοπικά προσδιοριζόμενες παράμετροι.

Η συνάρτηση  $F_{U_{10}}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A = [0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{U_{10}}(A) = [0,1)$ . Η  $F_{U_{10}}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφή της είναι η συνάρτηση:

$$F_{U_{10}}^{-1}(P) = A[-\ln(1-P)]^{1/k}, \quad 0 \leq P < 1 \quad (6.18)$$

Η κατανομή της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου  $U_{10,\max}$  μπορεί να προσεγγιστεί από την:

$$F_{U_{10,\max,1year}}(u) = \left(F_{U_{10}}(u)\right)^N \quad (6.19)$$

όπου  $N=52560$  είναι ο αριθμός των στάσιμων 10-λεπτων περιόδων σε ένα έτος. Λαμβάνοντας υπόψη την (6.16) προκύπτει:

$$F_{U_{10,\max,1\text{year}}}(u) = \left[ 1 - e^{-\left(\frac{u}{A}\right)^k} \right]^N, \quad u \geq 0 \quad (6.20)$$

Η συνάρτηση  $F_{U_{10,\max,1\text{year}}}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A = [0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{U_{10,\max,1\text{year}}}(A) = [0, 1)$ . Η  $F_{U_{10}}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφή της είναι η συνάρτηση:

$$F_{U_{10,\max,1\text{year}}}^{-1}(P) = A \left[ -\ln(1 - P^{1/N}) \right]^{1/k}, \quad 0 \leq P < 1 \quad (6.21)$$

Με  $P$  συμβολίζεται η πιθανότητα  $P(U_{10} \leq u)$ . Η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  σε έτη ορίζεται ως το  $(1 - 1/T_R)$  εκατοστημόριο στην κατανομή της ετήσιας μέγιστης 10-λεπτης μέσης ταχύτητας ανέμου, δηλαδή είναι η 10-λεπτη μέση ταχύτητα ανέμου της οποίας η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα χρόνο είναι  $1/T_R$ . Υποδηλώνεται ως  $U_{10,T_R}$  και, λαμβάνοντας υπόψη πως η πιθανότητα υποσκέλισης είναι  $P = 1 - 1/T_R$  εκφράζεται ως:

$$U_{10,T_R} = F_{U_{10,\max,1\text{year}}}^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \quad (6.22)$$

Λαμβάνοντας υπόψη την (6.21) προκύπτει:

$$U_{10,T_R} = A \left\{ -\ln \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right)^{1/N} \right] \right\}^{1/k}, \quad T_R > 1 \text{ έτος} \quad (6.23)$$

## 6.2.2 Προσδιορισμός της τυπικής απόκλισης $\sigma_U$

Η φυσική μεταβλητότητα της ταχύτητας του ανέμου γύρω από τη μέση ταχύτητα  $U_{10}$  σε μία 10-λεπτη περίοδο χαρακτηρίζεται από την τυπική απόκλιση  $\sigma_U$ . Για δεδομένη τιμή της  $U_{10}$ , η τυπική απόκλιση  $\sigma_U$  της μέσης ταχύτητας ανέμου εκθέτει μία φυσική μεταβλητότητα από μία 10-λεπτη περίοδο σε μία άλλη. Στις υπεράκτιες ελληνικές περιοχές, η λογαριθμοκανονική κατανομή παρέχει μία καλή προσαρμογή στα δεδομένα της  $\sigma_U$  με δεδομένη την  $U_{10}$  και μπορεί να εκφραστεί ως:

$$F_{\sigma_U|U_{10}}(\sigma) = \Phi \left( \frac{\ln \sigma - b_0}{b_1} \right), \quad \sigma > 0 \quad (6.24)$$

όπου η συνάρτηση  $\Phi$  είναι η κανονική Gaussian αθροιστική συνάρτηση κατανομής. Οι συντελεστές  $b_0$  και  $b_1$  είναι συντελεστές που προσδιορίζονται επιτόπου και εξαρτώνται από την  $U_{10}$ , δηλαδή  $b_0 = g(U_{10})$  και  $b_1 = h(U_{10})$ .

Η συνάρτηση  $F_{\sigma_U|U_{10}}$  έχει πεδίο ορισμού το  $B = (0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{\sigma_U|U_{10}}(B) = (0, 1)$ . Η  $F_{\sigma_U|U_{10}}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $(0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφή της είναι η συνάρτηση:

$$F_{\sigma_U|U_{10}}^{-1}(P) = e^{b_1\Phi^{-1}(P)+b_0}, \quad 0 < P < 1 \quad (6.25)$$

Με  $P$  συμβολίζεται η πιθανότητα  $P(\sigma_U \leq \sigma)$ . Η τιμή της τυπικής απόκλισης που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς  $T_R$  προσδιορίζεται από την σχέση:

$$\sigma_{U, T_R} = F_{\sigma_U|U_{10}}^{-1}\left(1 - \frac{1}{T_R}\right) \quad (6.26)$$

Λαμβάνοντας υπόψη την (6.25) προκύπτει:

$$\sigma_{U, T_R} = e^{b_{1, T_R}\Phi^{-1}\left(1 - \frac{1}{T_R}\right) + b_{0, T_R}}, \quad T_R > 1 \text{ έτος} \quad (6.27)$$

όπου  $b_{0, T_R} = g(U_{10, T_R})$  και  $b_{1, T_R} = h(U_{10, T_R})$ .

### 6.2.3 Προσδιορισμός της στιγμιαίας ταχύτητας $U$

Εκτός αν τα δεδομένα υποδεικνύουν διαφορετικά, η βραχυχρόνια κατανομή πιθανότητας για την στιγμιαία ταχύτητα ανέμου  $U$  σε ένα αυθαίρετο σημείο στο χρόνο κατά την διάρκεια της περιόδου μπορεί να υποτεθεί ότι είναι κανονική κατανομή. Η αθροιστική συνάρτηση κατανομής για την  $U$  μπορεί να εκφραστεί ως

$$F_{U|U_{10}, \sigma_U}(u) = \Phi\left(\frac{u - U_{10}}{\sigma_U}\right), \quad u \geq 0 \quad (6.28)$$

όπου η συνάρτηση  $\Phi$  είναι η τυποποιημένη κανονική Gaussian αθροιστική συνάρτηση κατανομής.

Η συνάρτηση  $F_{U|U_{10}, \sigma_U}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A = [0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{U|U_{10}, \sigma_U}(A) = [\Phi(-U_{10}/\sigma_U), 1)$  όπου  $0 < \Phi(-U_{10}/\sigma_U) \leq 0,5$ . Η  $F_{U|U_{10}, \sigma_U}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφή της είναι η συνάρτηση:

$$F_{U|U_{10}, \sigma_U}^{-1}(P) = \sigma_U\Phi^{-1}(P) + U_{10}, \quad \Phi(-U_{10}/\sigma_U) \leq P < 1 \quad (6.29)$$

Η τιμή της στιγμιαίας ταχύτητας που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς  $T_R$  προσδιορίζεται από την σχέση:

$$U_{T_R} = F_{U|U_{10}, \sigma_U}^{-1}\left(1 - \frac{1}{T_R}\right) \quad (6.30)$$

Λαμβάνοντας υπόψη την (6.29) προκύπτει:

$$U_{T_R} = \sigma_{U, T_R} \Phi^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) + U_{10, T_R}, \quad T_R > 1 \text{ έτος} \quad (6.31)$$

## 6.3 Δράση κύματος

### 6.3.1 Φάσμα

Η φασματική πυκνότητα της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας των ελληνικών θαλασσών μπορεί να αναπαρασταθεί από το φάσμα JONSWAP με συντελεστή ενίσχυσης αιχμής  $\gamma = 3,3$ . Η τιμή αυτή οδηγεί στην προσεγγιστικές σχέσεις:

$$T_P = 3,894 \sqrt{H_S} \quad (6.32)$$

Η περίοδος  $T_P$  στην σχέση (6.30) εκφράζεται σε  $s$  και το σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$  σε  $m$ .

### 6.3.2 Φασματικές ροπές

Η φασματική ροπή  $n$  τάξης ορίζεται από την σχέση:

$$M_n = \int_c^\infty \omega^n S(\omega) d\omega \quad (6.33)$$

όπου  $S$  το φάσμα που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της φασματικής πυκνότητας της διαδικασίας ανύψωσης της επιφάνειας της θάλασσας.

Για το φάσμα JONSWAP οι φασματικές ροπές δίνονται κατά προσέγγιση ως:

$$M_{-1} = \frac{1}{16} H_S^2 \omega_P^{-1} \frac{4,2 + \gamma}{5 + \gamma} \quad (6.34\alpha)$$

$$M_0 = \frac{1}{16} H_S^2 \quad (6.34\beta)$$

$$M_1 = \frac{1}{16} H_S^2 \omega_P \frac{6,8 + \gamma}{5 + \gamma} \quad (6.34\gamma)$$

$$M_2 = \frac{1}{16} H_S^2 \omega_P^2 \frac{11 + \gamma}{5 + \gamma} \quad (6.34\delta)$$

Για  $\gamma = 3,3$  προκύπτουν

$$M_{-1} = \frac{75}{1328} H_S^2 \omega_P^{-1} \quad (6.35\alpha)$$

$$M_1 = \frac{101}{1328} H_S^2 \omega_P \quad (6.35\beta)$$

$$M_2 = \frac{143}{1328} H_S^2 \omega_P^2 \quad (6.35\gamma)$$

### 6.3.3 Παράμετροι φασματικού εύρους

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες παράμετροι για τον καθορισμό του φασματικού εύρους:

$$\nu = \sqrt{\frac{M_0 M_2}{M_1^2} - 1} \quad (6.36\alpha)$$

$$\delta = \sqrt{1 - \frac{M_1^2}{M_0 M_2}} = \frac{\nu}{\sqrt{\nu^2 + 1}} \quad (6.36\beta)$$

$$\alpha = \frac{M_2}{\sqrt{M_0 M_4}} \quad (6.36\gamma)$$

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{M_2^2}{M_0 M_4}} = \sqrt{1 - \alpha^2} \quad (6.36\delta)$$

### 6.3.4 Παράμετροι κατανομών ναυτικής ζώνης

Σύμφωνα με το Παράρτημα Β του προτύπου DNV-RP-C205, οι ελληνικές θάλασσες ανήκουν στη ναυτική ζώνη 27 στην οποία αντιστοιχούν οι εξής αριθμητικές τιμές των παραμέτρων κατανομών:

$$\alpha_s = 1,76$$

$$\beta_s = 1,30$$

$$\gamma_s = 0$$

$$a_1 = 0,880$$

$$a_2 = 0,218$$

$$b_1 = 0,1879$$

$$b_2 = -0,0419$$

### 6.3.5 Προσδιορισμός του σημαντικού ύψους κύματος $H_S$

Για το σημαντικό ύψος κύματος μπορεί να υποτεθεί μία τριπαραμετρική κατανομή Weibull

$$F_{H_S}(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h - \gamma_s}{\alpha_s}\right)^{\beta_s}}, \quad h \geq 0 \quad (6.37)$$

Η συνάρτηση  $F_{H_S}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A = [0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{H_S}(A) = [0, 1)$ . Η  $F_{H_S}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφή της είναι η συνάρτηση:

$$F_{H_S}^{-1}(P) = \alpha [-\ln(1-P)]^{1/\beta} + \gamma, \quad 0 \leq P < 1 \quad (6.38)$$

Όταν η  $F_{H_S}(h)$  υποδηλώνει την κατανομή για το σημαντικό ύψος κύματος σε μία αυθαίρετη κατάσταση θάλασσας διάρκειας  $t$  ωρών, η κατανομή του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος  $H_{S_{\max}}$  μπορεί να ληφθεί ως:

$$F_{H_{S,\max,1\text{year}}}(h) = \left( F_{H_S}(h) \right)^N \quad (6.39)$$

όπου  $N$  είναι ο αριθμός των καταστάσεων της θάλασσας διάρκειας  $t$  ωρών σε ένα έτος. Για  $t=3$  ώρες είναι  $N=2920$ . Λαμβάνοντας υπόψη την (6.38) προκύπτει:

$$F_{H_{S,\max,1\text{year}}}(h) = \left\{ \alpha [-\ln(1-h)]^{1/\beta} + \gamma \right\}^N, \quad h \geq 0 \quad (6.40)$$

Η συνάρτηση  $F_{H_{S,\max,1\text{year}}}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A=[0,+\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{H_{S,\max,1\text{year}}}(A)=[0,1)$ . Η  $F_{H_S}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0,+\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφή της είναι η συνάρτηση:

$$F_{H_{S,\max,1\text{year}}}^{-1}(P) = \alpha \left[ -\ln\left(1-P^{1/N}\right) \right]^{1/\beta} + \gamma, \quad 0 \leq P < 1 \quad (6.41)$$

Το σημαντικό ύψος κύματος με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  σε μονάδες ετών ορίζεται ως το  $(1-1/T_R)$  εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος, δηλαδή είναι το σημαντικό ύψος κύματος του οποίου η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα χρόνο είναι  $1/T_R$ . Συμβολίζεται με  $H_{S,T_R}$  και λαμβάνοντας υπόψη πως η πιθανότητα υποσκέλισης είναι  $P=1-1/T_R$  εκφράζεται ως:

$$H_{S,T_R} = F_{H_{S,\max,1\text{year}}}^{-1}\left(1 - \frac{1}{T_R}\right) \quad (6.42)$$

Λαμβάνοντας υπόψη την (6.41) προκύπτει:

$$H_{S,T_R} = \alpha \left\{ -\ln \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right)^{1/N} \right] \right\}^{1/\beta} + \gamma, \quad T_R > 1 \text{ έτος} \quad (6.43)$$

### 6.3.6 Προσδιορισμός του αυθαίρετου ύψους κύματος $H$

Η βραχυπρόθεσμη κατανομή πιθανότητας του αυθαίρετου ύψους κύματος  $H$  μπορεί να υποτεθεί ότι ακολουθεί μία κατανομή Rayleigh όταν δίνεται το σημαντικό ύψος κύματος:

$$F_{H|H_S}(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h}{\alpha_H H_S}\right)^2}, \quad h \geq 0 \quad (6.44)$$

όπου η  $F_{H|H_S}$  υποδηλώνει την αθροιστική συνάρτηση κατανομής και

$$\alpha_H = \frac{1}{2} \sqrt{1-\rho} \quad (6.45)$$

$$\rho = -0,000191\gamma^3 + 0,00488\gamma^2 - 0,0525\gamma - 0,605 \quad (6.46)$$

Για  $\gamma = 3,3$  προκύπτει  $\rho = -0,73$  και  $\alpha_H = 0,658$ .

Η συνάρτηση  $F_{H|H_S}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A = [0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{H|H_S}(A) = [0,1)$ . Η  $F_{H|H_S}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφη της είναι η συνάρτηση:

$$F_{H|H_S}^{-1}(P) = \alpha_H H_S \sqrt{-\ln(1-P)}, \quad 0 \leq P < 1 \quad (6.47)$$

Όταν η  $F_H(h)$  υποδηλώνει την κατανομή του αυθαίρετου ύψους κύματος  $H$ , η κατανομή του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος  $H_{\max}$  μπορεί να ληφθεί ως:

$$F_{H_{\max,1\text{year}}}(h) = \left( F_{H|H_S}(h) \right)^{N_W} \quad (6.48)$$

όπου  $N_W$  είναι ο αριθμός των υψών κύματος σε ένα χρόνο. Λαμβάνοντας υπόψη την (6.44) προκύπτει:

$$F_{H_{\max,1\text{year}}}(h) = \left[ 1 - e^{-\left( \frac{h}{\alpha_H H_S} \right)^2} \right]^{N_W}, \quad h \geq 0 \quad (6.49)$$

Η συνάρτηση  $F_{H_{\max,1\text{year}}}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A = [0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{H_{\max,1\text{year}}}(A) = [0,1)$ . Η  $F_{H_S}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφη της είναι η συνάρτηση:

$$F_{H_{\max,1\text{year}}}^{-1}(P) = \alpha_H H_S \sqrt{-\ln(1-P^{1/N_W})}, \quad 0 \leq P < 1 \quad (6.50)$$

Το ύψος κύματος με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  ορίζεται ως το  $(1-1/T_R)$  εκατοστημόριο στην κατανομή του ετήσιου μέγιστου ύψους κύματος, δηλαδή είναι το ύψος κύματος του οποίου η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα χρόνο είναι  $1/T_R$ . Συμβολίζεται με  $H_{TR}$  και λαμβάνοντας υπόψη πως η πιθανότητα υποσκέλισης είναι  $P = 1 - 1/T_R$  εκφράζεται ως:

$$H_{TR} = F_{H_{\max,1\text{year}}}^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \quad (6.51)$$

Λαμβάνοντας υπόψη την (6.50) προκύπτει:

$$H_{T_R} = \alpha_H H_{S,T_R} \sqrt{-\ln \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right)^{1/N_w} \right]}, \quad T_R > 1 \text{ έτος} \quad (6.52)$$

### 6.3.7 Προσδιορισμός περιόδου μηδενισμού-ανωφερούς διασταύρωσης $T_Z$

Η περίοδος μηδενισμού-ανωφερούς διασταύρωσης  $T_Z$  με δεδομένο το σημαντικό ύψος κύματος  $H_S$  μπορεί να θεωρηθεί ως τυχαία μεταβλητή που ακολουθεί μία λογαριθμοκανονική κατανομή:

$$F_{T_Z|H_S}(t) = \Phi \left( \frac{\ln t - \mu}{\sigma} \right), \quad t > 0 \quad (6.53)$$

όπου η συνάρτηση  $\Phi$  είναι η τυποποιημένη κανονική Gaussian αθροιστική συνάρτηση κατανομής. Οι παράμετροι της κατανομής  $\mu$  και  $\sigma$  είναι συναρτήσεις του σημαντικού ύψους κύματος. Για τις ελληνικές θάλασσες (ναυτική ζώνη 27) και εφόσον δεν υπάρχουν διαθέσιμα ακριβέστερα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εξής εκφράσεις:

$$\mu = 0,70 + a_1 H_S^{a_2} \quad (6.54\alpha)$$

$$\sigma = 0,07 + b_1 e^{b_2 H_S} \quad (6.54\beta)$$

Η συνάρτηση  $F_{T_Z|H_S}$  έχει πεδίο ορισμού το  $B = (0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{T_Z|H_S}(B) = (0,1)$ . Η  $F_{T_Z|H_S}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $(0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφη της είναι η συνάρτηση:

$$F_{T_Z|H_S}^{-1}(P) = e^{\sigma \Phi^{-1}(P) + \mu}, \quad 0 < P < 1 \quad (6.55)$$

Με  $P$  συμβολίζεται η πιθανότητα  $P(T_Z \leq t)$ . Η τιμή της περιόδου  $T_Z$  που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς  $T_R$  προσδιορίζεται από την σχέση:

$$T_{Z,T_R} = F_{T_Z|H_S}^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \quad (6.56)$$

Λαμβάνοντας υπόψη την (6.55) προκύπτει:

$$T_{Z,T_R} = e^{\sigma_{T_R} \Phi^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) + \mu_{T_R}}, \quad T_R > 1 \text{ έτος} \quad (6.57)$$

### 6.3.8 Προσδιορισμός περιόδων $T_P$ και $T_1$

Οι περίοδοι  $T_P$  και  $T_1$  προσδιορίζονται από τις σχέσεις:

$$\frac{T_Z}{T_P} = 0,6673 + 0,0503\gamma - 0,006230\gamma^2 + 0,0003341\gamma^3 \quad (6.58)$$



$$\frac{T_1}{T_p} = 0,7303 + 0,04036\gamma - 0,006556\gamma^2 + 0,0003610\gamma^3 \quad (6.59)$$

Για  $\gamma = 3,3$  προκύπτουν:

$$T_p = 1,2859T_z \quad (6.60)$$

$$T_1 = 1,0734T_z \quad (6.61)$$

### 6.3.9 Προσδιορισμός περιόδου κυματισμού $T$

Η βραχυπρόθεσμη κατανομή της περιόδου  $T$  για δεδομένο ύψος κύματος  $H$ , σε μία θαλάσσια κατάσταση με σημαντικό ύψος κύματος  $H_s$  με μέση περίοδο κύματος  $T_1$  μπορεί να θεωρηθεί ως τυχαία μεταβλητή που ακολουθεί μία κανονική κατανομή:

$$F_{T|H}(t) = \Phi\left(\frac{t - \mu_T}{\sigma_{T|H}}\right), \quad t \geq 0 \quad (6.62)$$

όπου η συνάρτηση  $\Phi$  είναι η τυποποιημένη κανονική Gaussian αθροιστική συνάρτηση κατανομής και

$$\mu_T = C_1 T_1 \quad (6.63\alpha)$$

$$\sigma_{T|H} = C_2 \frac{H_s}{H} T_1 \quad (6.63\beta)$$

Οι συντελεστές  $C_1$  και  $C_2$  μπορεί να μεταβάλλονται με τη μέση περίοδο κύματος  $T_1$  και θα πρέπει να καθορίζονται από δεδομένα πεδίου. Αν δεν διατίθενται τέτοια στοιχεία, μπορούν να εφαρμοστούν τα ακόλουθα θεωρητικά αποτελέσματα για την περίοδο του κύματος που σχετίζεται με μεγάλα ύψη κύματος ( $H > 0,6H_s$ ):

$$C_1 = 1 + \frac{\nu^2}{(1 + \nu^2)^{3/2}} \quad (6.64\alpha)$$

$$C_2 = \frac{\nu}{2(1 + \nu^2)} \quad (6.64\beta)$$

όπου  $\nu$  είναι παράμετρος φασματικού εύρους όπως ορίστηκε στην 6.3.3.

Η συνάρτηση  $F_{T|H}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A = [0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{T|H}(A) = [\Phi(-\mu_T/\sigma_{T|H}), 1)$  όπου  $0 < \Phi(-\mu_T/\sigma_{T|H}) \leq 0,5$ . Η  $F_{T|H}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Η αντίστροφη της είναι η συνάρτηση:

$$F_{T|H}^{-1}(P) = \sigma_{T|H} \Phi^{-1}(P) + \mu_T, \quad \Phi(-\mu_T/\sigma_{T|H}) \leq P < 1 \quad (6.65)$$

Η τιμή της περιόδου που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς  $T_R$  προσδιορίζεται από την σχέση:

$$T_{T_R} = F_{T|H}^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \quad (6.66)$$

Λαμβάνοντας υπόψη την (6.65) προκύπτει:

$$T_{T_R} = \sigma_{T|H, T_R} \Phi^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) + \mu_{T, T_R}, \quad T_R > 1 \text{ έτος} \quad (6.67)$$

## 6.4 Δράση ρεύματος

Το ρεύμα αποτελείται από ένα ανεμογενές ρεύμα και ένα παλιρροϊκό ρεύμα και ένα ρεύμα πυκνότητας κατά περίπτωση. Στη συνέχεια θα γίνει ανάλυση για τις δύο σημαντικότερες συνιστώσες του ρεύματος που είναι εκείνες του ανεμογενούς ρεύματος και του παλιρροϊκού ρεύματος. Το ρεύμα αντιπροσωπεύεται από την ταχύτητα ανεμογενούς ρεύματος  $v_{wind0}$  στην ήρεμη στάθμη του νερού και την ταχύτητα παλιρροϊκού ρεύματος  $v_{tide0}$  στην ήρεμη στάθμη του νερού.

### 6.4.1 Προσδιορισμός της ταχύτητας ανεμογενούς ρεύματος $v_{wind0}$

Η ταχύτητα ανεμογενούς ρεύματος στην ήρεμη στάθμη του νερού μπορεί να εκτιμηθεί ως

$$v_{wind0} = kU_{1hour, 10m} \quad (6.68)$$

όπου  $k=0,015 - 0,03$  και  $U_{1hour, 10m}$  η 1ωρη μέση ταχύτητα ανέμου σε ύψος 10 m πάνω από την στάθμη της θάλασσας.

### 6.4.2 Προσδιορισμός της ταχύτητας παλιρροϊκού ρεύματος $v_{tide0}$

Αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία, τότε η ταχύτητα παλιρροϊκού ρεύματος στην επιφάνεια της θάλασσας  $v_{tide0}$  μπορεί να θεωρηθεί ως συνεχής τυχαία μεταβλητή με αθροιστική συνάρτηση κατανομής  $F_{v_{tide0}}$  και εξαρτάται από το βάθος του νερού  $d$ . Η μορφή της καθορίζεται από μετρήσεις επιτόπου της ταχύτητας  $v_{tide0}$ .

Η συνάρτηση  $F_{v_{tide0}}$  έχει πεδίο ορισμού το  $A = [0, +\infty)$  και πεδίο τιμών το  $F_{v_{tide0}}(A) = [0, 1)$ . Η  $F_{v_{tide0}}$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $[0, +\infty)$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Ισχύει η ισοδυναμία:

$$P = F_{v_{tide0}}(v) \Leftrightarrow v = F_{v_{tide0}}^{-1}(P) \quad (6.69)$$

Η ταχύτητα με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  ορίζεται ως το  $(1-1/T_R)$  εκατοστημόριο στην αντίστοιχη αθροιστική συνάρτηση κατανομής, δηλαδή είναι η ταχύτητα της οποίας η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα χρόνο είναι  $1/T_R$ . Συμβολίζεται με  $v_{tide0, TR}$  και λαμβάνοντας υπόψη πως η πιθανότητα υποσκέλισης είναι  $P = 1 - 1/T_R$  εκφράζεται ως:

$$v_{tide0,T_R} = F_{v_{tide0}}^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \quad (6.70)$$

## 6.5 Βάθος νερού

Το βάθος νερού  $D$  θεωρείται ως συνεχής τυχαία μεταβλητή και λαμβάνει τιμές μεταξύ των δύο ακραίων τιμών  $d_{MIN}$  και  $d_{MAX}$ . Το μέσο βάθος νερού ισούται με το μέσο όρο των δύο ακραίων τιμών:

$$d_{MWL} = \frac{d_{MIN} + d_{MAX}}{2} \quad (6.71)$$

Η αθροιστική συνάρτηση κατανομής  $F_D$  έχει πεδίο ορισμού το  $\Gamma = [d_{MIN}, d_{MAX}]$  και πεδίο τιμών το  $F_D(\Gamma) = [0,1]$ . Η  $F_D$  είναι ορισμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να ισχύει  $F_D(d_{MIN}) = 0$  και  $F_D(d_{MAX}) = 1$ . Η  $F_D$  είναι γνησίως αύξουσα στο  $\Gamma$ , οπότε είναι 1-1 και συνεπώς αντιστρέψιμη. Ισχύει η ισοδυναμία:

$$P = F_D(d) \Leftrightarrow d = F_D^{-1}(P) \quad (6.72)$$

Με  $P$  συμβολίζεται η πιθανότητα  $P(D \leq d)$ . Το βάθος νερού με περίοδο επαναφοράς  $T_R$  ορίζεται ως το  $(1-1/T_R)$  εκατοστημόριο στην αντίστοιχη αθροιστική συνάρτηση κατανομής, δηλαδή είναι το βάθος νερού του οποίου η πιθανότητα υπέρβασης σε ένα χρόνο είναι  $1/T_R$ . Συμβολίζεται με  $d_{TR}$  και λαμβάνοντας υπόψη πως η πιθανότητα υποσκέλισης είναι  $P = 1 - 1/T_R$  εκφράζεται ως:

$$d_{TR} = F_D^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \quad (6.73)$$

## 6.6 Σεισμική δράση

### 6.6.1 Φασματικές επιταχύνσεις $S_{a,map}(1,0)$ και $S_{a,map}(0,2)$ και κατηγορία σεισμικής ζώνης πεδίου

Η διαδικασία αντισεισμικού σχεδιασμού της κατασκευής ακολουθεί το σχεδιάγραμμα στην Εικόνα 5.1. Από τις εικόνες 5.B.8 α) και β) του παραρτήματος Β του προτύπου ISO 19901-2 προκύπτουν οι φασματικές επιταχύνσεις  $S_{a,map}(1,0)$  και  $S_{a,map}(0,2)$  που αντιστοιχούν στην Ελλάδα:

$$S_{a,map}(1,0) = 0,20g \quad (6.74\alpha)$$

$$S_{a,map}(0,2) = 0,50g \quad (6.74\beta)$$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  προκύπτουν:

$$S_{a,map}(1,0) = 1,96 \text{ m/s}^2$$

$$S_{a,map}(0,2) = 4,91 \text{ m/s}^2$$

Επειδή ισχύει  $0,11g < S_{a, \text{map}}(1,0) < 0,25g$  τότε το πεδίο ανήκει στη σεισμική ζώνη 2.

## 6.6.2 Επίπεδο έκθεσης και κατηγορία σεισμικού κινδύνου

Οι υπεράκτιες ανεμογεννήτριες ανήκουν στην κατηγορία ασφάλειας ζωής S3 (μη επανδρωμένες κατασκευές) και στην κατηγορία συνεπειών C2 (μεσαία κατηγορία συνεπειών). Επομένως στις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες αντιστοιχεί επίπεδο έκθεσης L2.

Σε σεισμική ζώνη πεδίου 2 και κατηγορία έκθεσης L2 αντιστοιχεί κατηγορία σεισμικού κινδύνου SRC 2, οπότε επιτρέπεται να εφαρμοστεί η απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης.

## 6.6.3 Απλοποιημένη διαδικασία σεισμικής δράσης

### 6.6.3.1 Ταξινόμηση εδάφους

Η κατηγορία του εδάφους εξαρτάται από τα εδάφη του θαλάσσιου βυθού στα οποία θεμελιώνεται η κατασκευή και είναι μία συνάρτηση του μέσου όρου των ιδιοτήτων στα πρώτα 30 m του ενεργού θαλάσσιου βυθού. Υπάρχουν 6 κατηγορίες εδαφικού προφίλ και η κατάταξη σε κάποια από αυτές γίνεται σύμφωνα με τον Πίνακα 5.5. Ένα συνηθισμένο εδαφικό προφίλ του θαλάσσιου πυθμένα των ελληνικών θαλασσών είναι εκείνο της κατηγορίας C.

### 6.6.3.2 Συντελεστές $C_a$ και $C_v$

Για υπεράκτιες ανεμογεννήτριες βάσης βαρύτητας, οι συντελεστές  $C_a$  και  $C_v$  προσδιορίζονται από τους Πίνακες 5.6 και 5.7 αντίστοιχα. Από τον Πίνακα 5.6 για κατηγορία πεδίου C και για  $S_{a, \text{map}}(0,2) = 0,50g$  λαμβάνεται  $C_a = 1,2$ . Από τον Πίνακα 5.7 για κατηγορία πεδίου C και για  $S_{a, \text{map}}(1,0) = 0,20g$  λαμβάνεται  $C_v = 1,6$ .

### 6.6.3.3 Φάσμα επιταχύνσεων πεδίου που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 1000 ετών

Με δεδομένες τις αριθμητικές τιμές των φασματικών επιταχύνσεων  $S_{a, \text{map}}(0,2)$  και  $S_{a, \text{map}}(1,0)$  και των συντελεστών  $C_a$  και  $C_v$ , έχει καθοριστεί το φάσμα των οριζόντιων επιταχύνσεων του πεδίου (Εικόνα 5.2). Η κατακόρυφη φασματική επιτάχυνση πεδίου σε μία περίοδο  $T$  θα λαμβάνεται ως η μισή της αντίστοιχης οριζόντιας φασματικής επιτάχυνσης. Αυτά τα φάσματα επιταχύνσεων αντιστοιχούν σε 5% απόσβεση. Για να ληφθούν φάσματα επιταχύνσεων που αντιστοιχούν σε άλλες τιμές απόσβεσης, οι τεταγμένες μπορούν να κλιμακωθούν εφαρμόζοντας τον διορθωτικό συντελεστή  $D$ :

$$D = \frac{\ln(100/\eta)}{\ln(20)} \quad (6.75)$$

όπου  $\eta$  είναι το ποσοστό κρίσιμης απόσβεσης.

#### 6.6.3.4 Φάσμα επιταχύνσεων ανώμαλου επιπέδου σεισμού που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 1000 ετών

Για κάθε περίοδο ταλάντωση  $T$ , οι ALE οριζόντιες και κατακόρυφες φασματικές επιταχύνσεις λαμβάνονται από τις αντίστοιχες τιμές του πεδίου 1000ετούς φασματικής επιτάχυνσης:

$$S_{a,ALE}(T) = N_{ALE} \times S_{a,site}(T) \quad (6.76)$$

όπου ο συντελεστής κλίμακας  $N_{ALE}$  εξαρτάται από το επίπεδο έκθεσης της κατασκευής και θα λαμβάνεται από τον Πίνακα 5.9. Στο επίπεδο έκθεσης L2 αντιστοιχεί συντελεστής κλίμακας  $N_{ALE} = 1,15$ .

#### 6.6.3.5 Φάσμα επιταχύνσεων ακραίου επιπέδου σεισμού που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 1000 ετών

Οι ELE οριζόντιες και κατακόρυφες φασματικές επιταχύνσεις για περίοδο ταλαντωτή  $T$  μπορεί να λαμβάνεται από:

$$S_{a,ELE}(T) = S_{a,ALE}(T)/C_r \quad (6.77)$$

όπου  $C_r$  είναι ένας συντελεστής του αποθέματος σεισμικής ικανότητας για το δομικό σύστημα που λαμβάνει υπόψη το απόθεμα στατικής αντοχής και την ικανότητα να διατηρήσει μεγάλες μη γραμμικές παραμορφώσεις κάθε δομικού τύπου (π.χ. χάλυβας έναντι οπλισμένου σκυροδέματος). Ο συντελεστής  $C_r$  αντιπροσωπεύει το λόγο της φασματικής επιτάχυνσης που προκαλεί καταστροφική αστοχία στο σύστημα της κατασκευής, στην φασματική επιτάχυνση ELE. Η τιμή του  $C_r$  θα πρέπει να εκτιμάται πριν από τον σχεδιασμό της κατασκευής προκειμένου να επιτευχθεί ένας οικονομικός σχεδιασμός που θα αντιστέκεται στη ζημιά λόγω ενός ELE και είναι την ίδια στιγμή πιθανό να ικανοποιεί των απαιτήσεων επίδοσης ALE. Τιμές του  $C_r$  για σταθερές χαλύβδινες κατασκευές καθορίζονται στο πρότυπο ISO 19902. Τιμές του  $C_r$  άλλες από αυτές που προτείνονται στο Διεθνές Πρότυπο, όταν είναι διαθέσιμες, εφαρμόσιμες στον τύπο της υπεράκτιας κατασκευής μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον σχεδιασμό. Ωστόσο τέτοιες τιμές μπορούν να επαληθευτεί από μία ανάλυση ALE.

Για να αποφευχθούν περίοδοι επαναφοράς για τον ELE που είναι πολύ βραχείς, οι τιμές του  $C_r$  δεν θα υπερβαίνουν το 2,4 για κατασκευές L2.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

# Παράρτημα Α: Νομοθετικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ



## ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

### Π.Α.1 Εξέλιξη του εθνικού θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου

#### Π.Α.1.1 Το προϊσχύον νομοθετικό πλαίσιο

Απαρχή της εισόδου των ανανεώσιμων πηγών στην Ελλάδα, αποτέλεσε ο Ν. 1559/1985, «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», με τον οποίο δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε ιδιώτες και στους ΟΤΑ (ως ανεξάρτητους αυτοπαραγωγούς), μέχρι το τριπλάσιο της ισχύος των εγκαταστάσεών τους και την πώληση της περίσσειας ενέργειας στη ΔΕΗ. Η συνεισφορά του νόμου αυτού στην ανάπτυξη των ΑΠΕ ήταν μηδαμινή, λόγω της χαμηλής τιμής αγοράς της ενέργειας από την ΔΕΗ αλλά και των πολύπλοκων διαδικασιών αδειοδότησης, με αποτέλεσμα το 1993 να λειτουργούν ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 27 MW, από τις οποίες μόνον 3 MW ανήκαν σε ΟΤΑ, ενώ οι λοιπές στην ΔΕΗ. Ο ιδιωτικός τομέας παρέμεινε εκτός σκηνής μέχρι το 1995. Αξίζει να αναφερθεί και η προγενέστερη ρύθμιση του Ν. 1475/1984 «Αξιοποίηση Γεωθερμικού Δυναμικού», ο οποίος περιείχε βασικές διατάξεις σχετικά με τα δικαιώματα αναζήτησης, έρευνας και εκμετάλλευσης του γεωθερμικού δυναμικού καθώς και εκμίσθωσης γεωθερμικών πηγών.

Η ουσιαστική έναρξη της ανάπτυξης των ΑΠΕ έγινε σχεδόν μία δεκαετία αργότερα, με τον εξειδικευμένο Ν. 2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», ο οποίος καθόρισε το θεσμικό και αδειοδοτικό πλαίσιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα. Βασική κατεύθυνση του νόμου αυτού υπήρξε η αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο, μέσω της δυνατότητας παραγωγής της ενέργειας αυτής και σε ιδιώτες, με μοναδικό σκοπό την περαιτέρω πώλησή της στη ΔΕΗ, και της επαύξησης των δυνατοτήτων αυτοπαραγωγής. Όρισε επίσης επαρκείς και ενιαίες τιμές αγοράς της πωλούμενης στην ΔΕΗ ενέργειας, καθώς και δεκαετή διάρκεια των σχετικών συμβάσεων αγοραπωλησίας, παρέχοντας ένα σταθερό επενδυτικό περιβάλλον. Παράλληλα θεσπίστηκαν ισχυρά οικονομικά και αναπτυξιακά κίνητρα (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, Αναπτυξιακός Νόμος κ.ά.), τα οποία περιλάμβαναν επιδοτήσεις των δαπανών εγκαταστάσεως ΑΠΕ και Συμπαραγωγής, ώστε παρά τα εμπόδια λόγω των πολύπλοκων διαδικασιών αδειοδότησης, που δεν κατέστη δυνατόν να ξεπεραστούν, να προσελκυστούν ιδιωτικά κεφάλαια και να σημειωθεί σημαντική πρόοδος. Στη συνέχεια ακολούθησε η έκδοση πληθώρας κανονιστικών αποφάσεων και διευκρινιστικών εγκυκλίων σχετικά με τα ζητήματα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ.

Στο ίδιο ως άνω πνεύμα κινείται και ο Ν. 2773/1999 για την «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας - Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις», με τον οποίο καθιερώθηκε η υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής και για τις ΑΠΕ. Οι σχετικές υπηρεσίες και δραστηριότητες με την παραγωγή, μεταφορά, διανομή και προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας ανάγονται σε υπηρεσίες κοινής ωφέλειας (άρθρο 1), ενώ κατά το άρθρο 35 παρ. 5 τα έργα ΑΠΕ χαρακτηρίζονται ως έργα δημόσιας ωφέλειας ασχέτως του φορέα υλοποίησης τους και επιτρέπεται επίσης η αναγκαστική απαλλοτρίωση ακινήτων ή η εις βάρος αυτών σύσταση εμπραγμάτων δικαιωμάτων για την εγκατάσταση των εν λόγω έργων. Παράλληλα, περιέχονται διατάξεις σχετικές με την ευνοϊκή τιμολόγηση των ΑΠΕ και την κατά προτεραιότητα πρόσβαση στο Δίκτυο και έγχυση αυτών στο Σύστημα (άρθρο 35 παρ. 1 και 2).

Με το Ν. 2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. "ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ" και άλλες διατάξεις», έγινε μια προσπάθεια απλοποίησης των διαδικασιών αδειοδότησης των έργων ΑΠΕ. Στα πλαίσια αυτά επιτράπη στους επενδυτές να κατασκευάζουν τα έργα σύνδεσης των σταθμών ΑΠΕ με το Σύστημα ή το Δίκτυο, ενώ ορίστηκε ότι δεν απαιτείται οικοδομική άδεια για την κατασκευή ηλιακών σταθμών και ανεμογεννητριών, αλλά αρκεί η έγκριση εργασιών από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία (Δεν απαλλάσσονται όμως από την υποχρέωση έκδοσης οικοδομικής άδειας οι δομικές κατασκευές, όπως είναι τα θεμέλια των πύργων ανεμογεννητριών και τα οικήματα στέγασης του εξοπλισμού ελέγχου και των μετασχηματιστών). Επίσης, προβλέφθηκε η δημιουργία «Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ» και τροποποιήθηκε η διάταξη του άρθρου 58 του Ν. 998/1979, έτσι ώστε υπό προϋποθέσεις να επιτρέπεται η εγκατάσταση έργων ΑΠΕ σε δάση και δασικές εκτάσεις.

Στο ανωτέρω νομοθετικό πλαίσιο εντάσσεται και ο Ν. 3175/2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις», με τον οποίο ρυθμίζονται ζητήματα σχετικά με τη γεωθερμία, σε μια προσπάθεια εκσυγχρονισμού του σχετικού νομοθετικού πλαισίου και δημιουργίας των κατάλληλων προϋποθέσεων για την αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας.

Τέλος, επενδυτικά σχέδια για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, δεδομένου ότι ενέχουν υψηλό επενδυτικό ρίσκο, εντάσσονται στο καθεστώς ενισχύσεων του - γνωστού και ως αναπτυξιακού - Ν. 3299/2004 «Κίνητρα Ιδιωτικών Επενδύσεων για την Οικονομική Ανάπτυξη και την Περιφερειακή Σύγκλιση».

### **Π.Α.1.1.1 Ο Ν. 3468/2006**

Η εφαρμογή του ως άνω νομοθετικού πλαισίου, εκ του αποτελέσματος αποδείχθηκε προβληματική, καθώς χαρακτηρίστηκε ως ιδιαίτερα πολύπλοκο, ασαφές και με πολλές επικαλύψεις και αντιφάσεις. Τα προβλήματα εντοπίστηκαν στην έλλειψη ειδικού χωροταξικού σχεδιασμού, αλλά και στη διοικητική και δικαστική εμπλοκή των έργων ΑΠΕ και της αδειοδότησής τους, με αποτέλεσμα χρονοβόρες διαδικασίες αδειοδότησης και μηδενικό ρυθμό ανάπτυξης έργων ΑΠΕ.

Η πρώτη συντεταγμένη προσπάθεια σε εθνικό επίπεδο αντιμετώπισης των ανωτέρω προβλημάτων και προώθησης των ΑΠΕ, έγινε με τη θέσπιση του Ν. 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις», με τον οποίο μεταφέρθηκαν στην ελληνική έννομη τάξη οι Οδηγίες 2001/77/ΕΚ και 2004/8/ΕΚ. Για πρώτη φορά επίσης, τέθηκε δεσμευτικός εθνικός στόχος συμμετοχής της ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο, και συγκεκριμένα η αύξηση αυτής κατά 20,1% ως το 2010 και κατά 29% ως το 2020, καθώς και ο γενικός στόχος της προώθησης των ΑΠΕ κατά προτεραιότητα στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.



Για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων ο υπόψη νόμος προέβλεπε μέσα ενίσχυσης όπως η κατά προτεραιότητα έγκυση στο Σύστημα και η εγγυημένη πώληση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, το σύστημα τιμολόγησης σε μηνιαία βάση, τόσο στο Διασυνδεδεμένο όσο και στο Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα, καθώς και το σύστημα έκδοσης εγγυήσεων προέλευσης της παραγόμενης από ΑΠΕ ηλεκτρικής ενέργειας. Ως προς την αδειοδοτική διαδικασία διατήρησε εν πολλοίς το προηγούμενο καθεστώς, απαιτώντας την έκδοση αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας, όπως και την περιβαλλοντική αδειοδότηση, επιχειρώντας ωστόσο την απλοποίηση και επιτάχυνση των σχετικών διαδικασιών.

### **Π.Α.1.1.2 Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων ΑΠΕ**

Ως προς την περιβαλλοντική αδειοδότηση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ εφαρμογή έχει ο Ν. 1650/1986 «για την προστασία του περιβάλλοντος», σύμφωνα με το άρθρο 3 του οποίου, τα έργα και δραστηριότητες κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με το βαθμό επίπτωσής τους στο περιβάλλον, για τις οποίες (κατηγορίες) προβλέπεται και διαφορετική αδειοδοτική διαδικασία. Για τα έργα ΑΠΕ η ως άνω διαδικασία προβλεπόταν στην υπουργική απόφαση υπ' αριθ. οικ. 104247/ΕΥΠΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ/25.05.2006 «*Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)*», σύμφωνα με το άρθρο 4 του ν. 1650/1986, όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του ν. 3010/2002».

Η εν λόγω απόφαση είχε εφαρμογή:

- α) στα νέα έργα ΑΠΕ των υποκατηγοριών 1 και 2 της πρώτης (Α') κατηγορίας και 3 και 4 της δεύτερης (Β') κατηγορίας,
- β) στον εκσυγχρονισμό, επέκταση, βελτίωση ή τροποποίηση των υφιστάμενων έργων ΑΠΕ των ίδιων υποκατηγοριών, εφόσον επέρχονται ουσιαστικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και
- γ) στην ανανέωση της ισχύος της απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων υφιστάμενων έργων ΑΠΕ (άρθρο 2 ΥΑ).

Επίσης η υπουργική απόφαση υπ' αριθ. οικ. 104248/ΕΥΠΕ/ΕΠΕΧΩΔΕ/25.05.2006 «*Περιεχόμενο, δικαιολογητικά και λοιπά στοιχεία των Προμελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΠΠΕ), των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), καθώς και συναφών μελετών περιβάλλοντος, έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)*», καθόριζε αναλυτικά το απαιτούμενο περιεχόμενο και τύπο των προς υποβολή μελετών.

Αναφορικά με την προβλεπόμενη στην υπουργική απόφαση διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ), αυτή αφορούσε έργα που εντάσσονται στην πρώτη κατηγορία. Η διαφοροποίηση μεταξύ των υποκατηγοριών 1 και 2 της πρώτης κατηγορίας έργων εμφανίζεται ως προς τις διοικητικές αρχές ενώπιον των οποίων εξελίσσεται η διαδικασία αυτή, καθώς για τα μεν έργα της 1ης υποκατηγορίας ο σχετικός φάκελος έπρεπε να υποβληθεί ενώπιον της Ειδικής Υπηρεσίας Περιβάλλοντος (ΕΥΠΕ) του ΥΠΕΧΩΔΕ, ενώ για τα έργα της 2<sup>ης</sup> υποκατηγορίας ενώπιον της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος Χωροταξίας (ΔΠΕΧΩ) της οικείας Περιφέρειας. Στην περίπτωση των έργων ΑΠΕ δεύτερης κατηγορίας αντί για ΠΠΕΑ υποβαλλόταν περιβαλλοντική έκθεση, με την οποία τεκμηριωνόταν η συμμόρφωση με τις διατάξεις που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος. Μετά την ΠΠΕΑ σε περίπτωση θετικής γνωμοδότησης, ο ενδιαφερόμενος καλούταν να υποβάλει Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ). Η διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης ολοκληρωνόταν με την έκδοση της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) από το αρμόδιο όργανο. Η ΕΠΟ για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή

ΣΗΘΥΑ είχε ισχύ δέκα ετών και μπορούσε να ανανεώνεται, μία ή περισσότερες φορές, μέχρι ίσο χρόνο, κάθε φορά (άρθρο 8 παρ. 7, Ν. 3468/2006).

## **Π.Α.1.2 Εθνικός χωροταξικός σχεδιασμός για τις ΑΠΕ**

Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ αρχικά αντιμετωπίστηκε σχεδόν αποκλειστικά στο πλαίσιο των διαδικασιών περιβαλλοντικής αδειοδότησης των σχετικών έργων, ελλείψει χωροταξικού σχεδιασμού. Ωστόσο, η ανάγκη ειδικού χωροταξικού σχεδιασμού για τις ΑΠΕ υπήρξε ιδιαίτερα έντονη, με αποτέλεσμα τη θέσπιση του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΕΠΧΣΑΑ) για τις ΑΠΕ, το οποίο εξειδικεύει και συμπληρώνει τις κατευθύνσεις που θέτει το γενικό πλαίσιο.

Το ειδικό χωροταξικό πλαίσιο επιδιώκει τη διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου, την καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, καθώς και τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθεί ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών (άρθρο 1 παρ. 1 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ).

Το σύστημα που έχει επιλεγεί στο ειδικό χωροταξικό πλαίσιο διακρίνει την επικράτεια σε κατηγορίες περιοχών στις οποίες αποκλείεται, εν όλω ή εν μέρει, η χωροθέτηση έργων ΑΠΕ, προσδιορίζει τις κατάλληλες περιοχές για την υποδοχή των ΑΠΕ, και τις ειδικότερες ανά κατηγορία ΑΠΕ χωροταξικές προϋποθέσεις εγκατάστασης, ιδίως σε συνάρτηση με τη φυσιογνωμία, τη φέρουσα ικανότητα και το περιβάλλον των περιοχών εγκατάστασης.

Ως προς τις εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας εντοπίζονται, με βάση τα στοιχεία του αιολικού δυναμικού, οι κατάλληλες περιοχές που θα επιτύχουν την μεγαλύτερη χωρική συγκέντρωση των αιολικών εγκαταστάσεων, την επίτευξη οικονομικών κλίμακας στα απαιτούμενα δίκτυα, τις βιώσιμες εγκαταστάσεις, με αρμονική ένταξη στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο, τις περιοχές αποκλεισμού και τη φέρουσα ικανότητα των περιοχών. Η χωροθέτηση τους απαγορεύεται σε ορισμένες περιοχές όπως διατηρητέα μνημεία μείζονος σημασίας, οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας, περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης, υγρότοποι διεθνούς σημασίας, οικότοποι προτεραιότητας (Δίκτυο Natura 200044), εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2000 κατοίκων, οριοθετημένες λατομικές περιοχές και μεταλλευτικές ζώνες, και σε ακτές κολύμβησης (άρθρο 6 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ). Περαιτέρω καθορίζονται ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στην ηπειρωτική χώρα (άρθρο 7 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ), στην νησιωτική χώρα (άρθρο 8 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ), στην Αττική (άρθρο 9 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ) και στο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες (άρθρο 10 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ).

Όσον αφορά τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (ΜΥΗΕ), η χωροθέτησή τους αποσκοπεί στον εντοπισμό υδατικών διαμερισμάτων με εκμεταλλεύσιμο υδραυλικό δυναμικό, στον προσδιορισμό περιοχών ασυμβατότητας ή αποκλεισμού, μέσα στις οποίες πρέπει να αποκλεισθεί η χωροθέτηση των ΜΥΗΕ και των συνοδευτικών τους έργων, στον καθορισμό κριτηρίων για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας των υποδοχέων ΜΥΗΕ, στον καθορισμό κριτηρίων και κανόνων ένταξης των ΜΥΗΕ στο φυσικό, πολιτιστικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής εγκατάστασης, στην εφαρμογή των αρχών διαχείρισης των υδάτων σύμφωνα με την ισχύουσα κοινοτική νομοθεσία (άρθρο 12 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ). Καθορίζονται οι περιοχές αποκλεισμού χωροθέτησής τους, που είναι αντίστοιχες αυτών των αιολικών σταθμών (άρθρα 14 και 15 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ), καθώς και τα κριτήρια για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας των υποδοχέων (άρθρο 16 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ).

Τέλος καθορίζονται κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας, ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο, γεωθερμικής ενέργειας και νέων μορφών ΑΠΕ (άρθρα 17, 18, 19 και 20 ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ αντίστοιχα).

## **Π.Α.2 Ζητήματα εφαρμογής στην Ελλάδα**

### **Π.Α.2.1 Ανασταλτικοί παράγοντες διείσδυσης των ΑΠΕ**

Όπως καταδείχθηκε από την ανωτέρω ανάλυση του προϋφιστάμενου νομοθετικού πλαισίου για τις ΑΠΕ, αν και υπήρξε η βούληση του εθνικού νομοθέτη να προωθηθεί η ανάπτυξη και η χρήση των μορφών αυτών, εκ του αποτελέσματος η εφαρμογή του χαρακτηρίζεται ως προβληματική. Οι κυριότεροι ανασταλτικοί παράγοντες εντοπίστηκαν στο απρόσφορο νομοθετικό πλαίσιο, στον καθυστερημένο χωροταξικό σχεδιασμό ειδικά για τις ΑΠΕ, αλλά και στη διοικητική και δικαστική εμπλοκή των έργων ΑΠΕ και της αδειοδότησής τους.

Πιο συγκεκριμένα, παρά τον εκσυγχρονισμό του θεσμικού πλαισίου και τη συνολική ρύθμιση της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με το Ν. 3468/2006, παρέμειναν σημαντικές διαδικαστικές αγκυλώσεις, με την εθνική διοίκηση να τηρεί επιφυλακτική στάση απέναντι στην εγκατάσταση έργων ΑΠΕ. Η αδειοδοτική διαδικασία απαιτεί τη συνδρομή πολλών αρμόδιων διοικητικών φορέων, χωρίς ωστόσο να τίθενται αυστηρές προθεσμίες, με συνέπεια η ολοκλήρωση της αδειοδότησης να καθίσταται εξαιρετικά χρονοβόρα και πολύπλοκη. Αρνητικά συμβάλλει, επίσης, το γεγονός της συχνής τροποποίησης των κανονιστικών πράξεων που συνθέτουν το πλέγμα της αδειοδοτικής διαδικασίας, δημιουργώντας ανασφάλεια δικαίου και αποτρέποντας τους ενδιαφερόμενους επενδυτές. Επιπλέον, η καθυστέρηση της έγκρισης του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, δημιούργησε σοβαρά εμπόδια στη δυναμική διείσδυσή των ΑΠΕ στην εθνική ενεργειακή αγορά, ενώ η προσπάθεια αντιμετώπισης μέσω των διαδικασιών περιβαλλοντική αδειοδότησης δεν στάθηκε δυνατό να αντικαταστήσει τον αναγκαίο ειδικό χωροταξικό σχεδιασμό.

Επιπλέον, η εν λόγω μορφή ενέργειας είναι τεχνικά δύσκολο να αποθηκευτεί, ενώ υπάρχει αδυναμία ελέγχου της διαθεσιμότητάς της, δεδομένου ότι η παραγωγή της εξαρτάται από φυσικές και άρα απρόβλεπτες δυνάμεις. Για τη διείσδυσή της, είναι κρίσιμης σημασίας η ανάπτυξη και άρα η επάρκεια, είτε μέσω ενίσχυσης, είτε μέσω έργων επέκτασης, του υφιστάμενου του Δικτύου. Η έλλειψη των αναγκαίων υποδομών, ιδιαίτερα σε περιοχές με υψηλό δυναμικό ΑΠΕ, αναχαιτίζει την ένταξη περισσότερων μονάδων παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας.

Τροχοπέδη στην ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί και η ελλιπής ενημέρωση τόσο των πολιτών για τα περιβαλλοντικά οφέλη, το κόστος και τη γενικότερη σημασία των ΑΠΕ, με αποτέλεσμα τη συχνά επιφυλακτική στάση και την αντίδραση περιβαλλοντικών οργανώσεων καθώς και των τοπικών παραγόντων με βάση ατεκμηρίωτους φόβους περιβαλλοντικών επιπτώσεων, οπτικών και ηχητικών οχλήσεων κ.λπ. Η αρνητική αυτή στάση οδηγεί ένα μεγάλο μέρος των αδειοδοτικών πράξεων των έργων ΑΠΕ σε κρίση ενώπιον του Συμβουλίου Επικρατείας, μετά την άσκηση αιτήσεων ακύρωσης, αναστέλλοντας ή και ακυρώνοντας την ανάπτυξή τους. Απαιτούνται, επομένως, συντονισμένες ενέργειες της πολιτείας και των τοπικών και περιφερειακών αρχών, προκειμένου, μέσω της ενημέρωσης των πολιτών, να επιτευχθεί ευρεία συναίνεση και αποδοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η ανωτέρω διαμορφωθείσα κατάσταση λειτουργεί ανασταλτικά για τις επενδύσεις στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών, καθώς η ανασφάλεια, οι απρόβλεπτοι παράγοντες και οι καθυστερήσεις καθιστούν επισφαλείς τις επενδύσεις στο σχετικό τομέα.

## Π.Α.2.2 Ο ρόλος του Συμβουλίου της Επικρατείας

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω η ανάπτυξη των ΑΠΕ έχει αντιμετωπίσει αρκετά εμπόδια τα οποία εντοπίζονται κυρίως σε ζητήματα περιβαλλοντικής αδειοδότησης, χωροθέτησης και εγκατάστασης των έργων αυτών. Ιδιαίτερα καθοριστική υπήρξε η συμβολή του Συμβουλίου της Επικρατείας (ΣτΕ) με τη νομολογία του ως προς την προστασία του περιβάλλοντος. Το ανώτατο ακυρωτικό αν και αρχικά εμφανίστηκε ενθαρρυντικό ως προς την προώθηση των ΑΠΕ, τελευταία παρατηρείται στη νομολογία του μια επιφυλακτική στάση.

Πιο συγκεκριμένα, εντάσσοντας την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης, ιδίως των μικρών νήσων και των ευπαθών οικοσυστημάτων, τη βιωσιμότητα των οποίων διασφαλίζει μόνο ένα ήπιο ενεργειακό σύστημα, εκτίμησε ότι οι εν λόγω περιοχές, είναι το κατ' εξοχήν προσφερόμενο πεδίο εφαρμογής μεθόδων παραγωγής ενέργειας εξ ανανεώσιμων πηγών του φυσικού περιβάλλοντος. Εξάλλου, κατά πάγια νομολογία του υπόψη δικαστηρίου οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συνιστούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον και ειδικότερη έκφραση, αλλά και βασική συνιστώσα της αειφόρου ανάπτυξης, λαμβανομένου υπόψη και του γεγονότος ότι η ανάπτυξη τους αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

Παρά την ανωτέρω ενθαρρυντική θεώρηση, οι ελλείψεις του νομοθετικού πλαισίου, ιδίως ως προς το χωροταξικό σχεδιασμό, το περίπλοκο αδειοδοτικό καθεστώς, αλλά και η επιφυλακτική στάση - λόγω ελλειπών ενημέρωσης-πολιτών, τοπικών κοινωνιών και περιβαλλοντικών οργανώσεων, έχει φέρει προς κρίση ενώπιον του Συμβουλίου Επικρατείας ένα μεγάλο μέρος των αδειοδοτικών πράξεων που αφορούν έργα ΑΠΕ.

Οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ, αν και αδιαμφισβήτητα φιλικές προς το περιβάλλον, δεν αποκλείεται να έχουν και ορισμένες δυσμενείς επιπτώσεις ιδίως σε ευαίσθητες περιβαλλοντικά περιοχές, αν δεν προηγηθεί πλήρης επιστημονική μελέτη όλων των επιπτώσεων. Προς τούτο, το ΣτΕ έχει κρίνει ότι «πριν από την προέγκριση (χωροθέτησης) πρέπει να υποβάλλεται η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων προκειμένου να διαφωτισθούν τα αρμόδια όργανα της Διοικήσεως ως προς τα στοιχεία και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του σχεδιαζόμενου νέου έργου και να μπορέσουν έτσι να εκτιμήσουν τις αναμενόμενες επιδράσεις του στο περιβάλλον [...]. Η υποβαλλομένη στην περίπτωση αυτή μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων πληροί τις προϋποθέσεις του νόμου και όταν, ανεξαρτήτως της τυχόν ονομασίας της ως τεχνικής εκθέσεως ή μελέτης, περιέχει τα (απαιτούμενα στοιχεία), κατά τρόπο ώστε η μελέτη αυτή να έχει ουσιαστικώς τα χαρακτηριστικά επιστημονικής εργασίας με λογική θεμελίωση και τεκμηρίωση των κρίσεων». Μάλιστα, σε απόφαση σχετική με την πραγματοποίηση έργων εκμεταλλεύσεως του υδάτινου δυναμικού ποτάμιου οικοσυστήματος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θεώρησε αναγκαίο για την αξιολόγηση των συνεπειών στο περιβάλλον, να λαμβάνονται υπόψη οι συνολικές επιπτώσεις στο ποτάμιο οικοσύστημα από τις επί μέρους επεμβάσεις, καθώς δεν αρκεί η εξέταση των συνεπειών που θα έχει κάθε μεμονωμένη επέμβαση, ασυνδέτως προς τις υπόλοιπες υπό πραγματοποίηση ή ήδη πραγματοποιηθείσες.

Περαιτέρω, πλούσια νομολογία έχει παραχθεί σχετικά με το ζήτημα της χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ, ενόψει και του γεγονότος ότι μόλις το 2008 εγκρίθηκε το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, το οποίο προσδιόρισε τις γενικές κατευθύνσεις χωροθέτησης των εν λόγω έργων. Πριν τη θέσπιση του ειδικού πλαισίου, για να παρασχεθεί άδεια εγκατάστασης σε μονάδα ΑΠΕ, απαραίτητη προϋπόθεση ήταν η έγκριση για την περιοχή εγκατάστασης Ειδικών ή Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης ή ο χαρακτηρισμός τους ως Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Δραστηριοτήτων διαφορετικά και μέχρι την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής, η άδεια χορηγείτο εφόσον είχε

προηγηθεί συνολική μελέτη με συνεκτίμηση των προς κάλυψη ενεργειακών αναγκών και των επιπτώσεων του συνόλου της εγκατάστασης. Σημαντική επίσης, θεωρείται και η εγκατάσταση των ΑΠΕ σε περιοχές προστατευμένες, εθνικούς δρυμούς, αισθητικά δάση και διατηρητέα μνημεία της φύσης, καθώς και σε περιοχές που έχουν ενταχθεί στον εθνικό κατάλογο του Δικτύου Natura 2000.

Αναφορικά με την εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ σε δάση και δασικές εκτάσεις, η έλλειψη σχετικής ρύθμισης, πριν την τροποποίηση του άρθρου 58 του Ν. 998/1979 από τον Ν. 2941/2001, με την οποία τα έργα ΑΠΕ συμπεριελήφθησαν ως έργα υποδομής στο πεδίο εφαρμογής της διάταξης, οδήγησε στην ακύρωση πολλών έργων ΑΠΕ. Με την υπ' αριθμό 2569/2004 απόφαση του ΣτΕ κρίθηκε ότι «ακόμη και οι επιτρεπόμενες από το Σύνταγμα και τον νόμο επεμβάσεις σε δάσος ή δασική έκταση, όπως είναι, η εγκατάσταση αιολικών σταθμών, πρέπει να διενεργούνται με την μεγαλύτερη δυνατή φειδώ, και αφού προηγουμένως κριθεί αιτιολογημένως ότι η ικανοποίηση των συγκεκριμένων αναγκών που επιδιώκεται με την επέμβαση υπερτερεί της ανάγκης διαφυλάξεως της δασικής βλαστήσεως και ότι δεν υφίσταται τρόπος ικανοποίησης των αναγκών χωρίς αλλοίωση της μορφής εκτάσεων με δασικό χαρακτήρα. Εφ' όσον δε κριθεί ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση συντρέχουν οι ανωτέρω προϋποθέσεις, τότε οι ως άνω ανάγκες πρέπει να ικανοποιούνται με την μικρότερη δυνατή απώλεια δασικού πλούτου. Συνεπώς, επιβάλλεται η κατά προτίμηση χρησιμοποίηση τμήματος δασικής εκτάσεως και μόνον εάν, κατά την σχετική προσηκόντως αιτιολογημένη κρίση της Διοικήσεως, δεν υπάρχει δασική έκταση κατάλληλη για τον σκοπό αυτό, μπορεί να επιτραπεί η εγκατάσταση αιολικού σταθμού σε δάσος».

Επιπλέον, με την απόφαση 964/2008 το Συμβούλιο Επικρατείας ακύρωσε πράξη κήρυξης αναγκαστικής απαλλοτρίωσης υπέρ ιδιωτικής εταιρείας δασικής εκτάσεως για την εγκατάσταση σταθμού ΑΠΕ, καθώς απαγορεύεται η υπέρ ιδιωτών απαλλοτρίωση των δασών και δασικών εκτάσεων που ανήκουν σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου και συνεπώς και σε ΟΤΑ.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η απόφαση υπ' αριθμό 2464/2009 του ακυρωτικού δικαστηρίου, καθώς με αυτή διαφαίνεται η τάση μεταστροφής της αρχικά ευνοϊκά διακείμενης στάσης απέναντι στην ανάπτυξη των ΑΠΕ. Με την εν λόγω απόφαση ακυρώθηκαν άδειες επέμβασης σε δημόσια χορτολιβαδική έκταση, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, εγκατάστασης και οικοδομής Αιολικού Σταθμού που λειτουργεί στη Μύκονο, και συμβάλλει σημαντικά στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της, οι οποίες καλύπτονται κυρίως από θερμικές μονάδες παραγωγής, υψηλού λειτουργικού κόστους. Το δικαστήριο ακύρωσε τις παραπάνω άδειες για τον τυπικό λόγο της μη πρόβλεψης εγκατάστασης τέτοιας δραστηριότητας στο ισχύον ΠΔ από 07.03.2005 περί καθορισμού ΖΟΕ Μυκόνου, τη στιγμή που το εν λόγω προεδρικό διάταγμα τελεί σε δυσαρμονία με τις ιεραρχικά ανώτερες χωροταξικές ρυθμίσεις και ειδικότερα με το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, και δεν προσέτρεξε σε σύμφωνη προς την Οδηγία 2001/77 περί ΑΠΕ ερμηνεία, όπως επιβάλλει η νομολογία του ΔΕΕ.

Τέλος, ενδεικτική είναι η θέση της Συμβούλου Επικρατείας, κας Καραμανώφ, η οποία αναγνωρίζει τη σημαντική συμβολή των ΑΠΕ προς την κατεύθυνση βιώσιμων λύσεων, αναφέρει ωστόσο ότι «πράσινη ενέργεια» δεν υπάρχει, αφού η παραγωγή ενέργειας με οποιοδήποτε τρόπο και από οποιαδήποτε πηγή, αποτελεί πράγματι βιομηχανική δραστηριότητα, η οποία εξ ορισμού έχει σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Κάθε πηγή παραγωγής ενέργειας, για να είναι πράγματι βιώσιμη, οφείλει να είναι συμβατή προς τη φέρουσα ικανότητα της περιοχής στην οποία πρόκειται να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει, η δε φέρουσα ικανότητα προσδιορίζεται με εντελώς εξατομικευμένα κριτήρια για κάθε συγκεκριμένη περιοχή. Η νομική συλλογιστική για την επιλογή της ενδεδειγμένης για κάθε περιοχή ΑΠΕ δεν πρέπει, επομένως να έχει τη μορφή: «παντού, εκτός από εκεί όπου προδήλως και κατά κοινή πείρα απαγορεύεται», αλλά αντιστρόφως, «μόνο εκεί όπου, μετά από ειδική μελέτη, επιτρέπεται».

## **Π.Α.3 Ο εξευρωπαϊσμός του εθνικού θεσμικού πλαισίου για τις ΑΠΕ μέσω του Ν. 3851/2010**

Η ανάγκη εκσυγχρονισμού του εθνικού θεσμικού πλαισίου προβάλλει σήμερα επιτακτικά, υπό το φως των ευρωπαϊκών επιταγών, αλλά κυρίως υπό την πίεση αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προκλήσεων. Προς την κατεύθυνση αυτή φαίνεται να προσανατολίζεται η ελληνική πολιτεία λαμβάνοντας τα απαραίτητα νομοθετικά μέτρα, εναρμονιζόμενη με την ευρωπαϊκή πολιτική προώθησης των ανανεώσιμων πηγών, χωρίς ωστόσο να χάνεται στην πορεία η αυτονομία των εθνικών προτεραιοτήτων. Οι εθνικοί πολιτικοί δρώντες χρησιμοποιούν την ευρωπαϊκή ολοκλήρωση για να διαμορφώσουν την εγχώρια πολιτική και υπό την έννοια αυτή συντελείται ο εξευρωπαϊσμός του εθνικού θεσμικού πλαισίου.

Τον Ιανουάριο του 2009 το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) έθεσε σε δημόσια διαβούλευση το σχέδιο νόμου για την «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής», με το οποίο θα επιτυγχάνονταν η μεταφορά στο εθνικό δίκαιο της Οδηγίας 2009/28/EK. Εν τέλει, αρκετούς μήνες αργότερα, ψηφίστηκε ο Ν. 3851/2010, ο οποίος επέφερε σημαντικές αλλαγές στο μέχρι τότε θεσμικό περιβάλλον των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα, εισάγοντας νομικές καινοτομίες, τεχνικές και οικονομικές λύσεις, προσανατολισμένες στην αγορά και στην ανάπτυξη των ΑΠΕ. Επιπλέον, οι ρυθμίσεις του ανωτέρω νόμου συνδέονται ρητώς με την αντιμετώπιση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής και διαπνέονται από την αρχή της βιώσιμης/αειφόρου ανάπτυξης, καθιστώντας αυτόν ένα πολύ καλό παράδειγμα εφαρμογής της εν λόγω αρχής. Ζητούμενο είναι η αναλογική προώθηση και των τριών συνιστωσών της αρχής, και όχι μόνο η προστασία του περιβάλλοντος, όπως συνάγεται από την αιτιολογική έκθεση προς τη Βουλή των Ελλήνων: «Είναι σαφές ότι υπάρχει επιτακτική ανάγκη άμεσης λήψης μέτρων που θα εξασφαλίσουν τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. [...] Ο συνδυασμός της εξοικονόμησης ενέργειας με την ταχύρρυθμη προώθηση όλων των ΑΠΕ αποτελεί τη μόνη εγγυημένη και περιβαλλοντικά φιλική λύση, η οποία εγγυάται ταυτόχρονα και τη δημιουργία χιλιάδων νέων, πράσινων θέσεων εργασίας».

### **Π.Α.3.1 Στόχοι του Ν. 3851/2010**

Ως εκ τούτου, βασικός σκοπός του νομοθετήματος είναι η ενίσχυση της διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας, συμβάλλοντας έτσι τόσο στην προστασία του περιβάλλοντος όσο και στην (αποκεντρωμένη) οικονομική ανάπτυξη. Παραπληρωματικός σκοπός του είναι, μέσα από την προώθηση διαφανών διαδικασιών και τη μείωση των ασαφειών της ισχύουσας νομοθεσίας, να εξορθολογήσει και τελικά να επιταχύνει την αδειοδοτική διαδικασία, η οποία όντας προβληματική, εξαιρετικά χρονοβόρα και πολυδαίδαλη προσέφερε περιθώρια για αυθαιρεσίες και στάθηκε σημαντικό εμπόδιο στην ανάπτυξη των έργων ανανεώσιμων πηγών.

Η πρώτη φιλόδοξη εξαγγελία βρίσκεται ήδη στο άρθρο 1 του Ν.3851/2010, όπου τίθεται ως εθνικός δεσμευτικός στόχος συμμετοχής της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας ποσοστού 20% ως το 202058, στόχος ανώτερος από αυτόν του 18% που επιβάλλεται με την Οδηγία 2009/28/EK, ενώ για τη συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ποσοστό τουλάχιστον 40%. Με την ίδια διάταξη η προστασία του κλίματος, μέσω της προώθησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, ανάγεται σε περιβαλλοντική και ενεργειακή προτεραιότητα ύψιστης σημασίας για τη χώρα, στα πλαίσια της εξεύρεσης ισορροπίας μεταξύ προστασίας του περιβάλλοντος και

οικονομικής ανάπτυξης. Η προτεραιότητα δε, αυτή, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στις σχετικές σταθμίσεις.

## **Π.Α.3.2 Βασικές ρυθμίσεις του Ν. 3851/2010**

### **Π.Α.3.2.1 Ως προς την αδειοδοτική διαδικασία**

Σύμφωνα με την απαίτηση της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ για απλοποίηση των διοικητικών διαδικασιών και άρση των κανονιστικών φραγμών, ιδίως κατά την έγκριση, πιστοποίηση και αδειοδότηση μονάδων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, ο εθνικός νομοθέτης προβαίνει στην απλοποίηση και εκλογίκευση της αδειοδοτικής διαδικασίας, θέτοντας συντομότερες προθεσμίες στις διοικητικές αρχές. Ως θετική εκτιμάται και η σύσταση Αυτοτελούς Υπηρεσίας Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα ΑΠΕ στους κόλπους του ΥΠΕΚΑ, στα πρότυπα φορέα μιας στάσης («one stop shop») με σκοπό παροχή πληροφοριών και τη συντονισμένη διεκπεραίωση αιτημάτων των επενδυτών που ενδιαφέρονται να πραγματοποιήσουν επενδύσεις για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (άρθρο 20, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

#### **Π.Α.3.2.1.1 Η άδεια παραγωγής**

Ειδικότερα, η διαδικασία έκδοσης της άδειας παραγωγής έργου ΑΠΕ, επανακτά τον προ του Ν. 3468/2006 χαρακτήρα της, ως μια πρώτη εκτελεστή άδεια σκοπιμότητας του έργου και αφορά πλέον την τεχνικοοικονομική επάρκεια αυτού. Ο ενδιαφερόμενος παραγωγός υποβάλλει την αίτησή του στην Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), η οποία πλέον από γνωμοδοτούν όργανο αναβαθμίζεται σε αποφασίζον και υποχρεούται στη χορήγηση ή μη της άδειας εντός δύο μηνών από την υποβολή της αίτησης, εφόσον ο σχετικός φάκελος είναι πλήρης, άλλως από την συμπλήρωσή του (άρθρο 3 παρ. 2, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Σημαντική αλλαγή συνιστά και η αποσύνδεση της εν λόγω διαδικασίας από την περιβαλλοντική αδειοδότηση. Μετά την τροποποίηση του κριτηρίου θ' της παρ. 1 του άρθρου 3 του Ν. 3468/2006, η ΡΑΕ πλέον ελέγχει τη δυνατότητα υλοποίησης του έργου σε συμμόρφωση με το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, ώστε να διασφαλίζεται η κατ' αρχήν προστασία του περιβάλλοντος, σε αντίθεση με την προηγούμενη απαίτηση για συμφωνία με την κείμενη περιβαλλοντική νομοθεσία. Επιπλέον, η ΡΑΕ ελέγχει τη συμβατότητα του έργου με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης (άρθρο 3 παρ. 1 στοιχ. ι', Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Η άδεια παραγωγής ισχύει για χρονικό διάστημα μέχρι είκοσι πέντε ετών και μπορεί να ανανεώνεται, μέχρι ίσο χρόνο (άρθρο 3 παρ. 4, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Από την υποχρέωση έκδοσης άδειας παραγωγής προβλέπονται εξαιρέσεις για ορισμένες κατηγορίες εγκαταστάσεων ΑΠΕ, οι οποίες διαθέτουν χαμηλή εγκατεστημένη ισχύ (άρθρο 4 παρ. 1, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Οι εξαιρούμενες εγκαταστάσεις συνδέονται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, εφόσον δεν υφίστανται τεκμηριωμένοι τεχνικοί λόγοι που δικαιολογούν την άρνηση της σύνδεσης, ή υφίσταται κορεσμός των δικτύων (άρθρο 4 παρ. 3, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

#### **Π.Α.3.2.1.2 Η περιβαλλοντική αδειοδότηση**

Στα πλαίσια συντόμευσης της απαιτούμενης διαδικασίας, δίδεται στη συνέχεια η δυνατότητα παράλληλης διενέργειας των αδειοδοτικών πράξεων. Κατά το άρθρο 8 παρ. 3, Ν. 3468/2006 ως ισχύει, μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής ο ενδιαφερόμενος, προκειμένου να του χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, ζητά ταυτόχρονα την έκδοση των εξής διοικητικών πράξεων: α) Προσφορά Σύνδεσης από τον αρμόδιο Διαχειριστή, β) Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ), και γ) Άδεια Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, εφόσον απαιτείται, ή γενικά των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.

Αναφορικά με την περιβαλλοντική αδειοδότηση, η ουσιαστική καινοτομία συνίσταται στη συγχώνευση σε μία ενιαία διαδικασία των διαδικασιών Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής έργου ΑΠΕ, ο φάκελος και η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) υποβάλλονται από τον ενδιαφερόμενο στην αρχή που είναι αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση. Η αρχή αυτή αποφαινεται για τη χορήγηση ή μη απόφασης ΕΠΟ εντός τεσσάρων μηνών από το χρόνο που ο φάκελος και η ΜΠΕ θεωρηθούν πλήρεις. Οι κατά νόμο προβλεπόμενες γνωμοδοτήσεις στη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης των έργων ΑΠΕ, περιορίζονται αποκλειστικά στα θέματα αρμοδιότητας κάθε γνωμοδοτούντος φορέα και στην τήρηση των όρων και προϋποθέσεων χωροθέτησης που προβλέπονται στο ΕΠΧΣΑΑ για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, όπως ισχύει κατά περίπτωση. Οι τασσόμενες προθεσμίες για την υποβολή των γνωμοδοτήσεων θεωρούνται στο σύνολο τους ως αποκλειστικές με αποτέλεσμα μετά την τυχόν άπρακτη παρέλευσή τους να χορηγείται η απόφαση ΕΠΟ (άρθρο 8 παρ. 6, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Η απόφαση ΕΠΟ ισχύει για δέκα έτη και μπορεί να ανανεώνεται για μία ή περισσότερες φορές, μέχρι ίσο χρόνο κάθε φορά (άρθρο 8 παρ. 7, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Με την παράγραφο 13 του άρθρου 8, Ν. 3468/2006 ως ισχύει, θεσπίζεται η εξαίρεση ορισμένων κατηγοριών έργων ΑΠΕ από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης ΕΠΟ, είτε επειδή συνιστούν μικρή επέμβαση στο περιβάλλον λόγω της χαμηλής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος τους, είτε επειδή έχει προηγηθεί η απαιτούμενη εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα πλαίσια προγενέστερης διαδικασίας. Συγκεκριμένα, εξαιρούνται, από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης ΕΠΟ και απαιτείται μόνο χορήγηση βεβαίωσης της εν λόγω απαλλαγής τους:

- οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί και οι ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται σε κτίρια ή και άλλες δομικές κατασκευές ή εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων,
- οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που εγκαθίστανται σε γήπεδα, εφόσον η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς τους δεν υπερβαίνει τα εξής όρια ανά τεχνολογία: 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία, ή με χρήση βιομάζας, βιοαερίου και βιοκαυσίμων, ή από φωτοβολταϊκά ή ηλιοθερμικά, και 20 kw για αιολικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Ωστόσο, για τους ανωτέρω σταθμούς που εγκαθίστανται α) σε γήπεδα που βρίσκονται σε οριοθετημένες περιοχές του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες που απέχουν λιγότερο από εκατό μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού εκτός βραχονησίδων, ή β) γειτνιάζουν, σε απόσταση μικρότερη των εκατόν πενήντα μέτρων, με σταθμό ΑΠΕ της ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο και έχει εκδοθεί γι' αυτόν άδεια παραγωγής ή απόφαση ΕΠΟ ή προσφορά σύνδεσης, η δε συνολική ισχύς των υποχρεωτικής έκδοσης ΕΠΟ (άρθρο 8 παρ. 13, εδάφιο τελευταίο, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Με τη ρύθμιση αυτή αφενός εξυπηρετείται η κοινωνική διάσταση του νόμου ευνοώντας τις μικρότερες εγκαταστάσεις ΑΠΕ, οι οποίες κατά κύριο λόγο ενδιαφέρουν ιδιώτες μικροεπενδυτές, και αφετέρου αποφεύγεται το ενδεχόμενο καταστρατήγησης του νόμου και παράκαμψης της περιβαλλοντικής διαδικασίας αδειοδότησης.

#### **Π.Α.3.2.1.3 Οι άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας**

Αφού εκδοθεί η απόφαση ΕΠΟ και καταστεί δεσμευτική η Προσφορά Σύνδεσης, ο δικαιούχος παραγωγός προχωρά στην αίτηση για τη χορήγηση Άδειας Εγκατάστασης (άρθρο 8 παρ. 5, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ, καθώς και κάθε έργο που συνδέεται με την κατασκευή και τη λειτουργία τους, συμπεριλαμβανομένων των έργων οδοποιίας πρόσβασης και των έργων σύνδεσής τους με το Σύστημα ή το Δίκτυο, επιτρέπεται να εγκαθίστανται και να λειτουργούν:



- α) Σε γήπεδο ή σε χώρο, επί των οποίων ο αιτών έχει το δικαίωμα νόμιμης χρήσης.
- β) Σε δάση ή δασικές εκτάσεις, εφόσον έχει επιτραπεί, επ' αυτών, η εκτέλεση έργων σύμφωνα με τα άρθρα 45 και 58 του Ν. 998/1979 «Περί προστασίας των δασών και των δασικών εν γένει εκτάσεων της Χώρας», όπως ισχύει, ή το άρθρο 13 του Ν. 1734/1987 «Βοσκότοποι και ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με την κτηνοτροφική αποκατάσταση και με άλλες παραχωρήσεις καθώς και θεμάτων που αφορούν δασικές εκτάσεις», όπως ισχύει.
- γ) Σε αιγιαλό, παραλία, θάλασσα ή σε πυθμένα της, εφόσον έχει παραχωρηθεί το δικαίωμα χρήσης τους σύμφωνα με το άρθρο 14 του Ν. 2971/2001 «Αιγιαλός, παραλία και άλλες διατάξεις», όπως ισχύει.

Η σχετική άδεια χορηγείται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας, εντός των ορίων της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός, για όλα τα έργα για τα οποία αρμόδιος για την περιβαλλοντική αδειοδότηση είναι ο Νομάρχης ή ο Γενικός Γραμματέας της Περιφέρειας (άρθρο 8 παρ. 1, Ν. 3468/2006 ως ισχύει), ενώ για τα έργα για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των οποίων αρμόδιος είναι ο Υπουργός ΠΕΚΑ με απόφαση αυτού (άρθρο 8 παρ. 2, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Η προθεσμία για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης είναι δεκαπέντε εργάσιμες ημέρες από την ολοκλήρωση της διαδικασίας ελέγχου των δικαιολογητικών, η οποία πρέπει σε κάθε περίπτωση να έχει ολοκληρωθεί μέσα σε τριάντα εργάσιμες ημέρες από την κατάθεση της σχετικής αίτησης. Στις ίδιες ανωτέρω διαδικασίες υπόκειται και η επέκταση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ (άρθρο 8 παρ. 1, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Η ισχύς της άδειας εγκατάστασης είναι διετής, ενώ προβλέπεται η δυνατότητα παράτασης κατ' ανώτατο όριο, για ίσο χρόνο, εφόσον: α) κατά τη λήξη τα διετίας έχει εκτελεσθεί έργο, οι δαπάνες του οποίου καλύπτουν το 50% της επένδυσης ή β) δεν συντρέχει η προϋπόθεση της περίπτωσης α' αλλά έχουν συναφθεί οι αναγκαίες συμβάσεις για την προμήθεια του εξοπλισμού ο οποίος απαιτείται για την υλοποίηση του έργου, ή γ) υφίσταται αναστολή με δικαστική απόφαση οποιασδήποτε άδειας απαραίτητης για τη νόμιμη εκτέλεση του έργου (άρθρο 8 παρ. 10, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Στο ίδιο άρθρο με τον Ν. 3851/2010 εισήχθη επιπλέον η δυνατότητα παράτασης ισχύος της άδειας εγκατάστασης, για χρονικό διάστημα ίσο με αυτό που απαιτείται για την εκτέλεση του έργου, μετά την υποβολή και την έγκριση από την αδειοδοτούσα αρχή, τεκμηριωμένης πρότασης με συνημμένο χρονοδιάγραμμα από τον δικαιούχο της άδειας, στις ακόλουθες περιπτώσεις: α) συγκροτημάτων αιολικών πάρκων συνολικής ισχύος μεγαλύτερης από εκατόν πενήντα (150) MW, β) αιολικών πάρκων που συνδέονται με το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα μέσω ειδικού προς τούτο υποθαλάσσιου καλωδίου, γ) υβριδικών έργων ΑΠΕ και δ) άλλων σύνθετων έργων ΑΠΕ. Η νέα αυτή ρύθμιση εισήχθη για τη διευκόλυνση της υλοποίησης μεγάλων και σύνθετων έργων ΑΠΕ, τα οποία μπορούν να παρουσιάσουν σημαντικές και μη αναμενόμενες καθυστερήσεις στη διάρκεια της υλοποίησής τους, ακριβώς λόγω του μεγέθους ή/και της τεχνικά σύνθετης κατασκευής τους. Για τα ίδια ως άνω έργα, και για τους ίδιους ως άνω λόγους, παρέχεται και η δυνατότητα έκδοσης τμηματικών αδειών λειτουργίας κατά τη διάρκεια κατασκευής τους, για πλήρως αποπερατωθέντα τμήματα των έργων αυτών που έχουν τεχνική και λειτουργική αυτοτέλεια (άρθρο 8 παρ. 11, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Η Άδεια Λειτουργίας χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου και έλεγχο από κλιμάκιο των αρμόδιων Υπηρεσιών της τήρησης των τεχνικών όρων εγκατάστασης στη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού, καθώς και έλεγχο της διασφάλισης των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού του. Η άδεια λειτουργίας χορηγείται μέσα σε αποκλειστική προθεσμία είκοσι ημερών από την ολοκλήρωση των ανωτέρω ελέγχων, για είκοσι τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρονικό διάστημα. Ειδικά για τους ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής η ελάχιστη διάρκεια ισχύος της άδειας λειτουργίας ορίζεται σε είκοσι πέντε έτη (άρθρο 8 παρ. 11 και 12, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Επισημαίνεται ότι από την υποχρέωση λήψης των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας απαλλάσσονται οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ που εξαιρούνται από την υποχρέωση άδειας παραγωγής. Δεν απαλλάσσονται, ωστόσο, από την υποχρέωση τήρησης της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης (άρθρο 8 παρ. 13, Ν.3468/2006 ως ισχύει).

#### **Π.Α.3.2.1.4 Ένταξη και σύνδεση σταθμών ΑΠΕ και ΣΥΘΗΑ στο σύστημα ή το δίκτυο**

Ως προς την κατά προτεραιότητα έγχυση της παραγόμενης από ΑΠΕ ηλεκτρικής ενέργειας στο Σύστημα, ο Ν. 3851/2010 δεν επιφέρει αλλαγές, διατηρώντας σε ισχύ την αρχή της προτεραιότητας κατά την κατανομή του φορτίου στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και την κατά προτεραιότητα απορρόφηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από μονάδες ΑΠΕ παραγωγού, αυτοπαραγωγού και υβριδικών σταθμών, και, ακολούθως του πλεονάσματος ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει Αυτοπαραγωγός από σταθμό ΣΗΘΥΑ στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (άρθρα 9 και 10 του Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Στο άρθρο 11 του Ν. 3468/2006 ως ισχύει ορίζονται τα δικαιώματα προτεραιότητας πρόσβασης, καθώς και τα σχετικά με τα έργα σύνδεσης ζητήματα των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στο Σύστημα ή στο Δίκτυο. Στόχος του εθνικού νομοθέτη, σε εκτέλεση και των επιταγών της μεταφερόμενης Οδηγίας, είναι η εξασφάλιση ισότιμης και δίκαιης πρόσβασης των σταθμών ΑΠΕ στο Σύστημα και το Δίκτυο. Σχετικές ρυθμίσεις με την κατά προτεραιότητα πρόσβαση των ΑΠΕ στο δίκτυο, βρίσκονται και στο άρθρο 35 παρ. 1 και 2, Ν. 2773/1999, όπως προαναφέρθηκε.

Η αλλαγή που επέρχεται συνίσταται στο γεγονός ότι ο παραγωγός μπορεί πλέον να κατασκευάζει τα έργα σύνδεσης αυτά με βάση τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης, και φυσικά τις απαιτήσεις των Κωδίκων και της νομοθεσίας, επιλέγοντας τις βέλτιστες τεχνικά, λειτουργικά και περιβαλλοντικά λύσεις και να διατηρεί την ιδιοκτησία τους, αναλαμβάνοντας όμως και την ευθύνη διαχείρισής τους. Περαιτέρω, διασφαλίζεται η πρόσβαση τρίτων στα έργα σύνδεσης, καθώς η άρνηση σύνδεσης νέου παραγωγού επιτρέπεται μόνο εάν συντρέχει περίπτωση έλλειψης χωρητικότητας του δικτύου, η οποία τεκμηριώνεται με αιτιολογημένη γνώμη του αρμόδιου Διαχειριστή (άρθρο 11 παρ. 1, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Κατά τα λοιπά διατηρούνται σε ισχύ και επαναλαμβάνονται οι προϋφιστάμενες διατάξεις, περί των δικαιωμάτων επέμβασης των παραγωγών ΑΠΕ επί του εδάφους.

Τέλος, μία ακόμη σημαντική πρόβλεψη, δεδομένου ότι η διασύνδεση των Μη Διασυνδεδεμένων νησιών με το Σύστημα αποτελεί έργο γενικότερης σημασίας για την οικονομία της χώρας και της προστασίας του περιβάλλοντος, αποτελεί η εκπόνηση από το Διαχειριστή του Συστήματος, Στρατηγικού Σχεδιασμού Διασυνδέσεων Νησιών, ο οποίος εντάσσεται στη Μελέτη Ανάπτυξης του Συστήματος Μεταφοράς (ΜΑΣΜ) ηλεκτρικής ενέργειας (άρθρο 11 παρ. 6, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

#### **Π.Α.3.2.2 Ως προς την χωροθέτηση έργων ΑΠΕ**

Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, είναι ένα καίριο ζήτημα, άμεσα συναρτώμενο και με τις τρεις συνιστώσες της βιώσιμης ανάπτυξης, ήτοι την περιβαλλοντική, την κοινωνική και την οικονομική. Οι ρυθμίσεις του ΕΠΧΣΑΑ θεωρούνται κρίσιμες αφενός για την προστασία του περιβάλλοντος και την ομαλή ενσωμάτωση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στις τοπικές κοινωνίες, και αφετέρου για τη δημιουργία ενός ασφαλούς και σταθερού κλίματος επενδύσεων, ως προς τις επιτρεπόμενες περιοχές ανάπτυξης αυτών. Ο ν.3851, λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω καθώς και τα ζητήματα που προέκυψαν από τη μέχρι τώρα εφαρμογή του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, συμπεριλαμβάνει διατάξεις που αποσκοπούν τόσο στον εκσυγχρονισμό της περιβαλλοντικής

νομοθεσίας, ώστε να λαμβάνει ρητά υπόψη την ανάγκη αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, όσο και στην ενδυνάμωση του ειδικού πλαισίου, στην αποσαφήνιση κρίσιμων ρυθμίσεών του και στην παροχή της δυνατότητας άμεσης και αποτελεσματικής εφαρμογής του.

Πιο συγκεκριμένα, ο εθνικός νομοθέτης προβαίνει στον καθορισμό των περιοχών αποκλεισμού και ζωνών ασυμβατότητας για τα έργα ΑΠΕ, στη βάση της αρχής ότι οι ΑΠΕ συνιστούν περιβαλλοντικά φιλικές μορφές ενέργειας που μπορούν να χωροθετούνται ευρέως, όχι όμως σε περιοχές της παραγράφου 1 του άρθρου 18 του Ν. 1650/1986 «Προστασία του Περιβάλλοντος», ήτοι οι περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης, οι υγρότοποι διεθνούς σημασίας (Υγρότοποι RAMSAR) και οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο Natura 2000 σύμφωνα με την απόφαση 200/613/ΕΚ της Επιτροπής. Με τη ρύθμιση αυτή, κατά την αιτιολογική του νόμου έκθεση, εξασφαλίζεται η ουσιαστική προστασία της φύσης και της βιοποικιλότητας, ενώ διασφαλίζεται ότι η πιθανή απόρριψη της εγκατάστασης ενός έργου ΑΠΕ βασίζεται στην εκτίμηση των πραγματικών επιπτώσεών του με βάση τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σχεδιασμού του και τη συγκεκριμένη θέση χωροθέτησης που προτείνεται και όχι με βάση την εφαρμογή γενικών κριτηρίων ή πιθανολογούμενων επιπτώσεων που δεν λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαιτερότητες του κάθε σχεδιασμού και της κάθε περιοχής. Ως προς τη συμβατότητα έργων ΑΠΕ με περιοχές αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, παρέχεται εξουσιοδότηση στο άρθρο 10, Ν. 3028/2002 «Για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς», ως ισχύει, για την έκδοση υπουργικής απόφασης, η οποία θα καθορίζει αντικειμενικά κριτήρια, διαδικασίες ελέγχου και άλλων λεπτομερειών για την εφαρμογή των διατάξεων που αφορούν την έγκριση εγκατάστασης έργων κατά τις διατάξεις της αρχαιολογικής νομοθεσίας.

Περαιτέρω, οι κατευθύνσεις ανάπτυξης ΑΠΕ περιλαμβάνονται στα περιφερειακά πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (άρθρο 8 παρ. 1, Ν. 2742/1999 ως ισχύει), ενώ για την εγκατάσταση σταθμών ΑΠΕ λαμβάνονται υπόψη μόνο εγκεκριμένα χωροταξικά, πολεοδομικά, ρυθμιστικά ή άλλα σχέδια χρήσεων γης που εναρμονίζονται προς το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ. Σε περιπτώσεις δε, ήδη θεσμοθετημένων Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης, ρυθμιστικών σχεδίων, γενικών πολεοδομικών σχεδίων, ή άλλων σχεδίων χρήσεων γης, το περιεχόμενο των οποίων δεν καλύπτει επαρκώς τις κατευθύνσεις του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, και μέχρι την εναρμόνισή τους προς τις κατευθύνσεις αυτές, η χωροθέτηση των έργων ΑΠΕ θα γίνεται με άμεση και αποκλειστική εφαρμογή των κατευθύνσεων του Ειδικού Πλαισίου (άρθρο 9 παρ. 2, Ν. 3851/2010). Η εισαγωγή των εν λόγω διατάξεων στοχεύει στην άμεση και αποτελεσματική εφαρμογή των ρυθμίσεων του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, χωρίς τον κίνδυνο κωλύματος από σχέδια ή μελέτες που κατά το χρόνο εκπόνησής τους δεν είχαν θεωρήσει ούτε πιθανολογήσει την προοπτική εγκατάστασης ΑΠΕ είτε λόγω της ανωριμότητας της τεχνολογίας τότε είτε λόγω της άγνοιας περί του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής.

Μία από τις νέες ρυθμίσεις που εισάγονται με τον Ν. 3851/2010 είναι η δυνατότητα εγκατάστασης έργων ΑΠΕ σε γαίες υψηλής παραγωγικότητας, αλλά υπό περιορισμούς, καθώς η προστασία της αγροτικής γης είναι συνταγματικά κατοχυρωμένη. Συνακόλουθα σε αγροτεμάχια υψηλής παραγωγικότητας απαγορεύεται οποιαδήποτε άλλη χρήση πλην της γεωργικής εκμετάλλευσης ή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Ωστόσο, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας της Αττικής ή σε περιοχές της επικράτειας που έχουν χαρακτηριστεί ως γη υψηλής παραγωγικότητας από Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια ή Σχέδια Χωρικής Οικιστικής Οργάνωσης Ανοιχτής Πόλης (ΣΧΟΟΑΠ), καθώς και Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ), επιτρέπεται μόνο μετά από άδεια της Διεύθυνσης Αγροτικής Ανάπτυξης και εφόσον οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί καλύπτουν εδαφικές εκτάσεις που δεν υπερβαίνουν το 1% του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων του νομού (άρθρο 56 παρ. 6 στοιχ. α' Ν. 2637/1998 ως ισχύει). Με την ΚΥΑ υπουργών ΠΕΚΑ & ΑΑΤ (Αρ. 168040) που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 1528 Β 07.09.2010

«Καθορισμός κριτηρίων με τα οποία διαβαθμίζεται η αγροτική γη σε ποιότητες και κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας», καθορίστηκαν τα κριτήρια τα οποία προσδιορίζουν τον χαρακτηρισμό της γης ως υψηλής παραγωγικότητας, η οποία τροποποιήθηκε με την αρ. 072528 απόφαση (ΦΕΚ Β' 102/01.02.2011).

Τέλος, θετικές κρίνονται οι νέες ρυθμίσεις πολεοδομικού ενδιαφέροντος, κατά τις οποίες για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών δεν κρίνεται απαραίτητη η έκδοση οικοδομικής άδειας, αλλά απαιτείται έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας. Ενώ για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών σε κτίρια αρκεί η γνωστοποίηση των εργασιών στον κατά περίπτωση αρμόδιο φορέα (άρθρο 3 παρ. 4, Ν. 2244/1994 ως ισχύει).

#### **Π.Α.3.2.2.1 Η περίπτωση των υπεράκτιων αιολικών πάρκων**

Ο Εθνικός Στρατηγικός Ενεργειακός Σχεδιασμός για την εγκατάσταση αιολικών μονάδων στον εθνικό θαλάσσιο χώρο αποτελεί υποχρέωση της Πολιτείας, απορρέουσα από το άρθρο 24 του Συντάγματος. Εισάγεται, επομένως, μια νέα και διεξοδική ρύθμιση για την ανάπτυξη θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων (ΑΠ), η οποία θέτει τόσο τις βασικές αρχές για τη δυνατότητα εγκατάστασης τέτοιων μονάδων, όσο και τους απαραίτητους περιορισμούς για την προστασία των ελληνικών θαλασσών και των ευαίσθητων θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Πιο αναλυτικά, η σύγχρονη περιβαλλοντική ευρωπαϊκή νομοθεσία απαιτεί την εκπόνηση μελετών Στρατηγικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης (ΣΠΕ) για ορισμένα σχέδια και προγράμματα που ενδέχεται να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, με στόχο την υψηλού επιπέδου προστασία του περιβάλλοντος και την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών ζητημάτων στην προετοιμασία και θέσπιση σχεδίων και προγραμμάτων με σκοπό την προώθηση βιώσιμης ανάπτυξης. Έτσι, το ζήτημα της χωροθέτησης των θαλάσσιων αιολικών πάρκων παραμένει καθ' ολοκληρία στο Κράτος, μέσω της εκπόνησης σχεδίων τα οποία υποβάλλονται σε διαδικασία ΣΠΕ προκειμένου να καθοριστεί η ακριβής θέση τους, η θαλάσσια έκταση που θα καταλαμβάνουν και η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς τους. Τα εν λόγω σχέδια στη συνέχεια εγκρίνονται και λαμβάνουν την αυξημένης νομιμότητας μορφή του προεδρικού διατάγματος (άρθρο 6Α παρ. 2 και 3, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Εν συνεχεία, η ίδια η Πολιτεία προωθεί την αδειοδοτική διαδικασία, τόσο ως προς την έκδοση ΕΠΟ, για την οποία ακολουθείται η κείμενη περιβαλλοντική νομοθεσία, όσο και ως προς την άδεια εγκατάστασης, η οποία εκδίδεται με απόφαση του Υπουργού ΠΕΚΑ (άρθρο 6Α παρ. 4 και 5, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Την ανωτέρω διαδικασία ακολουθεί - κατά το πρότυπο της δημοπράτησης - η προκήρυξη σχετικού ανοιχτού δημόσιου διαγωνισμού, στον οποίο θα μετέχουν επενδυτές παρέχοντας χρηματοδότηση για την κατασκευή του αιολικού πάρκου, με αντάλλαγμα την παραχώρηση, εν όλω ή εν μέρει, της εκμετάλλευσής του στον ανάδοχο για ορισμένο χρόνο (άρθρο 6Α παρ. 6, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Η άδεια λειτουργίας θα χορηγείται στον ανάδοχο σύμφωνα με τη συνήθη διαδικασία (άρθρο 6Α παρ. 8, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Η νέα αυτή ρύθμιση αποτελεί ένα ακόμη παράδειγμα εφαρμογής της αρχής της βιώσιμης ανάπτυξης, αφού μέσω αυτής επιτυγχάνεται η ισόρροπη οικονομική ενθάρρυνση (ταχύτητα και ανάπτυξη των επενδύσεων), και η περιβαλλοντική προστασία, την οποία εξασφαλίζει η πολιτεία αναλαμβάνοντας τη χωροθέτηση και αδειοδότηση των έργων αυτών. Ωστόσο, δεν έχει ληφθεί ουσιαστική μέριμνα στις μεταβατικές διατάξεις του Ν. 3851/2010 για τα ώριμα δικαιώματα επενδυτών, εκτός από την πρόβλεψη του άρθρου 15 παρ. 17, σύμφωνα με την οποία στα κριτήρια επιλογής του προαναφερθέντος διαγωνισμού θα συνεκτιμάται τυχόν ύπαρξη άδειας παραγωγής θαλάσσιου αιολικού πάρκου στην ίδια θέση, ληφθείσα με το προηγούμενο καθεστώς.

### Π.Α.3.2.3 Επιμέρους κανονιστικές ρυθμίσεις προώθησης έργων ΑΠΕ

#### Π.Α.3.2.3.1 Τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ

Ο εθνικός νομοθέτης διατηρεί το μέχρι πρότινος σύστημα στήριξης των εγγυημένων τιμών, προχωρώντας στην ορθολογική τιμολόγηση της παραγόμενης από ΑΠΕ ενέργειας, η οποία εξασφαλίζει τη βιωσιμότητα και την ασφάλεια των επενδύσεων. Οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας διαφοροποιούνται μεταξύ Διασυνδεδεμένου Συστήματος και Συστήματος Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών. Περαιτέρω διακρίνονται σε τέσσερις ομάδες ως εξής:

- Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει εμπορικά ώριμες τεχνολογίες, όπως είναι τα χερσαία αιολικά πάρκα και οι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ισχύος έως 15 MWe). Στην ομάδα αυτή διατηρούνται ακριβώς οι αντίστοιχες τιμές του προϋσχύουσας ρύθμισης, όπως αυτές εξελίχθηκαν διαχρονικά και καθορίστηκαν κατ' έτος με τις σχετικές υπουργικές αποφάσεις.
- Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει αναδύμενες και τεχνολογικά σύνθετες εφαρμογές ΑΠΕ, όπως είναι οι ηλιοθερμικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που αξιοποιούν γεωθερμική ενέργεια, οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα ή βιοαέριο κ.ά. Στις τεχνολογίες αυτές προβλέπονται αυξημένες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας (€/MWh), και μάλιστα ενιαίες για όλη τη χώρα, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να επιτρέψουν την αποπληρωμή και εύλογη απόδοση του σημαντικά αυξημένου, σε σχέση με τις εμπορικά ώριμες τεχνολογίες, επενδυτικού τους κόστους, στην 20ετή ή 25ετή διάρκεια ισχύος του συμβολαίου πώλησης.
- Η τρίτη ομάδα περιλαμβάνει εφαρμογές ΑΠΕ μικρής κλίμακας, κυρίως σε κτίρια, όπως είναι οι ανεμογεννήτριες μέχρι 50 kW και τα φωτοβολταϊκά μέχρι 10 kWp. Με στόχο την ευρύτερη χρήση των ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα, δηλαδή κοντά στην κατανάλωση, προβλέπονται αυξημένες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας (€/MWh) για τις εφαρμογές αυτές.
- Η τέταρτη ομάδα περιλαμβάνει τις εφαρμογές ΣΗΘΥΑ, όπου η αβεβαιότητα που υπάρχει λόγω των διακυμάνσεων της τιμής του φυσικού αερίου, αντισταθμίζεται μέσω συντελεστή ρήτρας τιμής φυσικού αερίου.

Επιπλέον, παρέχονται κίνητρα σε επενδύσεις για την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ πλην φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών σταθμών, η υλοποίηση των οποίων δεν εντάσσεται σε κάποιο πρόγραμμα δημόσιας επιχορήγησης, μέσω της ένταξής τους στην ευνοϊκή τιμολόγηση της παρ. 1 εδάφιο β' του άρθρου 13, Ν. 3468/2006 ως ισχύει, προσαυξημένη κατά ποσοστό μεταξύ 15-20% ανάλογα με τη μορφή ΑΠΕ (άρθρο 13 παρ. 1 εδάφιο γ', Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Στην ίδια λογική εντάσσεται και διάταξη του δ' εδαφίου της ίδιας παραγράφου, σύμφωνα με την οποία τιμολογείται ευνοϊκά η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από σταθμούς ΑΠΕ που εγκαθίστανται σε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και βραχονησίδες της Ελληνικής Επικράτειας και οι οποίοι συνδέονται στο Σύστημα μέσω ανεξάρτητης υποθαλάσσιας διασύνδεσης απαραίτητης για τη διοχέτευση της παραγόμενης ενέργειας, το κόστος της οποίας επιβαρύνονται εξ ολοκλήρου οι κάτοχοι των οικείων αδειών παραγωγής. Η ratio της ρύθμισης αυτής είναι το γεγονός ότι η διασύνδεση των νησιών αποτελεί εθνική προτεραιότητα με πολλαπλά οφέλη.

#### ΕΤΜΕΑΡ

Το κόστος «πριμοδότησης» της ενέργειας από ΑΠΕ ανακτάται μέσω του Εδικού Τέλους Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ). Το Ειδικό Τέλος για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε) έχει επιβληθεί από τον Ν.2773/99 (άρθρο 40), το ύψος του προσδιορίζεται με Υπουργική

Απόφαση μετά από πρόταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) και χρεώνεται σε όλους τους καταναλωτές με βάση το ύψος της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνουν.

Σύμφωνα με το Ν.2773/99, η ΔΕΗ (και οι λοιποί προμηθευτές) καταβάλλει το Ειδικό Τέλος ΑΠΕ στο Λειτουργό της Αγοράς (ΛΑΓΗΕ), προκειμένου αυτός να καλύψει μέρος του απαιτούμενου ποσού που καταβάλλει στους Παραγωγούς ΑΠΕ, για την αγορά από αυτούς ολόκληρης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν.

Το συγκεκριμένο αυτό «τέλος» καλύπτει το ακριβότερο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, έναντι παραγωγής από τα συμβατικά καύσιμα. Από ουσιαστική άποψη αυτή η χρέωση αποτελεί ένα «ανταποδοτικό τέλος» που η Πολιτεία δια του Ν.2773/99 έχει επιβάλει για να καλυφθεί το κόστος του περιβαλλοντικού αγαθού που προσφέρει στους πολίτες, δηλαδή της καθαρής ενέργειας.

### **Π.Α.3.2.3.2 Εγγυήσεις προέλευσης**

Οι ευρωπαϊκές προβλέψεις περί Εγγυήσεων Προέλευσης της παραγόμενης από ΑΠΕ ηλεκτρικής ενέργειας έχουν μεταφερθεί με το Ν. 3468/2006 ως ισχύει (άρθρα 15 έως 18), ο οποίος ορίζει γενικά για τον τρόπο, τη διαδικασία και τους φορείς έκδοσης των Εγγυήσεων Προέλευσης, για τους φορείς ελέγχου του εθνικού συστήματος Εγγυήσεων Προέλευσης, καθώς και για τον μηχανισμό διασφάλισης του συστήματος αυτού. Κατ' εξουσιοδότηση του νόμου αυτού εξεδόθη η υπουργική απόφαση για την «Εφαρμογή του Συστήματος Εγγυήσεων Προέλευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ και Μηχανισμού Διασφάλισής του», η οποία προβλέπει λεπτομερέστερα τα απαιτούμενα μέτρα για την εφαρμογή του συστήματος Εγγυήσεων Προέλευσης, ιδίως τη δημιουργία ηλεκτρονικού μητρώου, τους φορείς έκδοσης και ελέγχου και τη διαδικασία έκδοσης των εν λόγω εγγυήσεων.

Αναφορικά με τη διαδικασία έκδοσης των Εγγυήσεων Προέλευσης κάθε ενδιαφερόμενος παραγωγός ΑΠΕ, οφείλει να υποβάλει προηγουμένως Δήλωση Στοιχείων Εγκατάστασης προκειμένου να εγγραφεί στο Μητρώο Εγκαταστάσεων και να αναγνωριστεί ο σταθμός του ως Εγκατάσταση (άρθρο 4 ΥΑ). Μετά από σχετικό έλεγχο, ο Φορέας Έκδοσης αποφασίζει για την καταχώριση ή μη της Εγκατάστασης στο Μητρώο Εγκαταστάσεων και σε περίπτωση θετικής απόφασης αποδίδεται Μοναδικός Αριθμός στην Εγκατάσταση (ΜΑΕ) και ο σταθμός παραγωγής θεωρείται πλέον ως Εγκατάσταση για την έκδοση Εγγυήσεων Προέλευσης, καθώς και Μοναδικός Αριθμός Μερίδας Εγγυήσεων Προέλευσης (ΜΑΜΕΠ), ο οποίος γνωστοποιείται στον παραγωγό.

Στη συνέχεια, ο ενδιαφερόμενος παραγωγός υποβάλλει ηλεκτρονικά αίτηση έκδοσης Εγγυήσης Προέλευσης προς το Φορέα Έκδοσης για συγκεκριμένη χρονική περίοδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία κυμαίνεται μεταξύ 30 ημερών έως 1 έτους. Εφόσον πληρούνται οι προϋποθέσεις έκδοσης, ο αρμόδιος Φορέας καταχωρίζει στο σχετικό Μητρώο που τηρεί, και συγκεκριμένα στη Μερίδα Εγγυήσεων Προέλευσης, τα στοιχεία για τις αιτούμενες εγγυήσεις, αποδίδοντας σε κάθε μία από αυτές και έναν Μοναδικό Αριθμό (ΜΑΕΠ). Η έκδοση ολοκληρώνεται με την ηλεκτρονική ενημέρωση του κατόχου της Μερίδας (άρθρο 6 ΥΑ).

Υπενθυμίζοντας τον σκοπό των υπόψη εγγυήσεων, ήτοι την απόδειξη προς τον τελικό καταναλωτή του ποσοστού ή της ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ και περιλαμβάνεται στο ενεργειακό μίγμα ενός προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας (άρθρο 2 ΥΑ), είναι ιδιαίτερης σημασίας η εξασφάλιση της αξιοπιστίας και της διαφάνειας του θεσπιζόμενου τυπικού συστήματος<sup>70</sup>. Τα ανωτέρω εγγυάται η ΡΑΕ, επιφορτισμένη ως αρμόδια προς τούτο αρχή (Φορέας Ελέγχου) από το άρθρο 16 παρ. 2, Ν. 3468/2006 ως ισχύει. Εφόσον ο μηχανισμός αυτός, λειτουργήσει και κατά την εφαρμογή του όπως προβλέπεται, είναι πιθανό να εμπνεύσει εμπιστοσύνη στους καταναλωτές, κυρίως πιστοποιώντας το συγκεκριμένο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα που προμηθεύονται.

### Π.Α.3.2.3.3 Συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας

Αναγνωρίζοντας ως βασικό εμπόδιο της ανάπτυξης την εναντίωση των τοπικών κοινωνιών, ο νέος νόμος λαμβάνει σχετική μέριμνα, εισάγοντας που ενισχύουν την ουσιαστική συμμετοχή των πολιτών και της τοπικής αυτοδιοίκησης, με επιδιωκόμενο αποτέλεσμα την στήριξη των έργων ΑΠΕ που πρόκειται να εγκατασταθούν στην περιοχή τους.

Ειδικότερα, μέρος του ειδικού τέλους 3% (μέχρι 1%) πιστώνεται μέσω των προμηθευτών, κατά προτεραιότητα στους οικιακούς καταναλωτές που βρίσκονται εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου, που είναι εγκατεστημένοι οι σταθμοί ΑΠΕ, και ακολούθως στους οικιακούς καταναλωτές των λοιπών δημοτικών διαμερισμάτων με σκοπό να πιστωθούν κατά το ποσό αυτό οι λογαριασμοί κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των οικιακών αυτών καταναλωτών. Η πίστωση γίνεται προοδευτικά με τη κατανάλωση του κάθε οικιακού καταναλωτή, ώστε να εξασφαλίζεται κοινωνικά δίκαιη κατανομή του οφέλους. Η πίστωση αυτή αναγράφεται διακριτά στο λογαριασμό του οικιακού καταναλωτή για να είναι σαφές ότι υφίσταται λόγω του έργου ΑΠΕ που είναι εγκατεστημένο στην περιοχή. Επιπλέον, ποσό ποσοστού 0,3% από το ειδικό τέλος αποδίδεται υπέρ του Ειδικού Ταμείου Εφαρμογής Ρυθμιστικών και Περιβαλλοντικών Σχεδίων. Το υπόλοιπο ποσό αποδίδεται κατά ποσοστό 80% στον ΟΤΑ πρώτου βαθμού, εντός των διοικητικών ορίων του οποίου είναι εγκατεστημένοι οι σταθμοί ΑΠΕ και κατά ποσοστό 20% στον ή τους ΟΤΑ πρώτου βαθμού, από την εδαφική περιφέρεια των οποίων διέρχεται η γραμμή σύνδεσης του σταθμού με το Σύστημα ή το Δίκτυο. (άρθρο 25 παρ. 3, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Τα ανωτέρω ποσά που αντιστοιχούν στο ειδικό τέλος οικείου ΟΤΑ διατίθενται υποχρεωτικά και αποκλειστικά, σε ποσοστό 80%, για την εκτέλεση περιβαλλοντικών δράσεων, έργων τοπικής ανάπτυξης και κοινωνικής υποστήριξης σε περιοχές εντός των ορίων του δημοτικού ή κοινοτικού διαμερίσματος όπου είναι εγκατεστημένος ο σταθμός ή διέρχεται η γραμμή σύνδεσης και, σε ποσοστό 20%, στην υπόλοιπη περιφέρεια του οικείου ΟΤΑ. Κατά την εκτέλεση και λειτουργία των έργων αυτών, αναρτάται ειδική σήμανση όπου αναγράφεται η προέλευση των σχετικών πόρων (άρθρο 25 παρ. 4, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Επιπλέον, ευνοείται η συμμετοχή στα επενδυτικά σχήματα ανάπτυξης έργων ΑΠΕ, τόσο των ΟΤΑ στα όρια των οποίων χωροθετείται ο σταθμός, όσο και φυσικών προσώπων που είναι δημότες του εν λόγω ΟΤΑ. Τέτοιου είδους σχήματα, υπό την προϋπόθεση υψηλού ποσοστού συμμετοχής (33%), προτιμώνται σε περιπτώσεις αλληλεπικάλυψης αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής σε ορισμένη περιοχή ή σε περίπτωση συγκριτικής αξιολόγησης αιτήσεων λόγω των ρυθμίσεων του χωροταξικού σχεδιασμού ή και λόγω περιορισμένης ικανότητας του δικτύου (άρθρο 3 παρ. 9, Ν. 3468/2006 ως ισχύει). Κατά τη συνήθη δε αξιολόγηση των αιτήσεων χορήγησης άδειας παραγωγής, υποβαλλόμενων από νομικά πρόσωπα, συνεκτιμάται η συμμετοχή σε αυτά: α) φυσικών προσώπων που είναι δημότες του ΟΤΑ, πρώτου ή δεύτερου βαθμού, όπου πρόκειται να εγκατασταθεί το έργο ή, β) νομικών προσώπων που ανήκουν σε αυτούς τους ΟΤΑ ή, γ) τοπικών συλλόγων ή, δ) αστικών μη κερδοσκοπικών εταιρειών, με έδρα εντός των διοικητικών ορίων αυτών των ΟΤΑ. Ακόμη, στην τελευταία αυτή περίπτωση, δίδεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης (άρθρο 3 παρ. 10, Ν. 3468/2006 ως ισχύει).

Με την ΥΑΠΕ/Φ1/οικ.28287 (ΦΕΚ Β' 2005/28.12.2011) ρυθμίζονται θέματα για το Ειδικό τέλος και παροχή κινήτρων στους οικιακούς καταναλωτές στις περιοχές όπου εγκαθίστανται Α.Π.Ε.

#### **Π.Α.3.2.3.4 Εφαρμογές ΑΠΕ στα κτίρια**

Ο Ν. 3851/2010 εισάγει επιπλέον διατάξεις που τροποποιούν τον Ν. 3661/2008 «*Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις*», καθιστώντας σαφή τη βούληση του εθνικού νομοθέτη συνολικής ρύθμισης όλων των παραμέτρων και παραγόντων ουσιαστικής προώθησης της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών σε όλους τους τομείς.

Η Οδηγία 2009/28/ΕΚ παρατηρεί στην αιτιολογική της σκέψη υπ' αριθ. 47 ότι «σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο, οι κανόνες και οι υποχρεώσεις για ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στα νεόδμητα και στα ανακαινισμένα κτίρια οδήγησαν σε σημαντική αύξηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές». Ως εκ τούτου, «τα εν λόγω μέτρα θα πρέπει να ενθαρρύνονται σε ευρύτερη κοινοτική κλίμακα και παράλληλα να προωθείται η χρήση ενεργειακά αποδοτικότερων εφαρμογών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στους οικοδομικούς κανονισμούς και κώδικες». Με τις προτεινόμενες τροποποιήσεις το σχετικό εθνικό νομοθετικό πλαίσιο συμμορφώνεται στις επιταγές της προαναφερθείσας Οδηγίας, η οποία στο άρθρο 13 παρ. 4 επιβάλλει στα κράτη μέλη να εισάγουν κατάλληλα μέτρα στους οικείους οικοδομικούς κανονισμούς και κώδικες, προκειμένου να αυξήσουν το μερίδιο κάθε μορφής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στον οικοδομικό τομέα.

Ο εθνικός νομοθέτης, διαπιστώνει την υφιστάμενη κατάσταση του ελληνικού κτιριακού τομέα (οικιακού και τριτογενή), ο οποίος καταναλώνει περίπου το 1/3 της παραγόμενης ενέργειας, συμβάλλοντας παράλληλα κατά 40% περίπου στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), καθώς και το γεγονός ότι μέχρι σήμερα δεν θεσπιστεί αυστηρές ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις στα κτίρια. Συνακόλουθα, το Υπουργείο ΠΕΚΑ έχει δρομολογήσει την υιοθέτηση των απαραίτητων για την έναρξη της ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων της επικράτειας κανονιστικών πράξεων, ήτοι την έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) και του προεδρικού διατάγματος για τη θέσπιση των Ενεργειακών Επιθεωρητών. Οι τροποποιήσεις και προσθήκες που προτείνονται αφορούν ακριβώς στη βελτίωση του Ν. 3661/2008, ώστε αφενός να εξυπηρετήσουν την ομαλότερη εφαρμογή του και αφετέρου να ανεβάσουν τον πήχη συμπεριλαμβάνοντας και τα νέα μέτρα που θα προβλέπει η επερχόμενη νέα Κοινοτική Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων, καθώς επίσης προωθούνται οι εφαρμογές ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα ως μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ73. Ως μέσο προώθησης των δράσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε οικίες επιλέγεται η χρηματοδότηση των σχετικών εργασιών μέσω του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων (άρθρο 10Α, Ν. 3661/2008 ως ισχύει).

Συμπληρωματικά με τις ανωτέρω προβλέψεις, λειτουργεί το ήδη υφιστάμενο Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις<sup>74</sup>, με το οποίο επιτρέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε δώματα ή στέγες κτιρίων, ισχύος 10kWp για την ηπειρωτική χώρα, τα διασυνδεδεμένα με το σύστημα νησιά και την Κρήτη και 5 kWp για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά. Σε συμφωνία με το άρθρο 13 παρ. 4 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ για την εγκατάσταση των εν λόγω συστημάτων απαιτείται απλώς έγγραφη γνωστοποίηση των εργασιών και μελέτη εκπόνησης εγκατάστασης<sup>75</sup>, αντί της έγκρισης εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας που απαιτούνταν αρχικά.

#### **Π.Α.3.2.3.5 Φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτιριακές εγκαταστάσεις**

Κατ' εφαρμογή του ν.3851 εκδόθηκαν οι Υπουργικές Αποφάσεις για το «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες



κτηρίων» (ΦΕΚ Β 1079/04,06,2010) το οποίο συμπληρώθηκε με την Α.Υ./Φ1/οικ.18513 ΦΕΚ 1557 Β 22.09.2010.

Στόχος του προγράμματος ήταν να απλοποιηθεί το θεσμικό πλαίσιο, να μειωθεί η γραφειοκρατία, να δοθούν κίνητρα (οικονομικά, όπως η αυξημένη τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας) για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών σε δώματα και στέγες. Το πρόγραμμα αφορούσε σε φ/β σταθμούς ισχύος μέχρι 10kW. Τα αποτελέσματα του προγράμματος ήταν καλύτερα των αναμενομένων και εγκαταστάθηκαν πλήθος φωτοβολταϊκών σταθμών γεγονός που οδήγησε στην δραστική μείωση της τιμής της παραγόμενης ενέργειας με την ΥΑ Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2302/16934 (ΦΕΚ Β' 2317/10.08.2012).

## **Π.Α.4 Πρόσφατες ρυθμίσεις μετά τον Ν. 3851/2010**

Μετά τον Ν.3851/2010 έχουν τεθεί σε εφαρμογή πλήθος νόμων και υπουργικών αποφάσεων οι σημαντικότερες των οποίων είναι οι ακόλουθες:

### **Π.Α.4.1 Ν. 3889/2010**

Αρχικά ψηφίστηκε ο Ν.3889/2010 «Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις» σκοπός του οποίου ήταν η καθιέρωση ενός ολοκληρωμένου και ειδικού συστήματος χρηματοδότησης περιβαλλοντικών παρεμβάσεων, με στόχο την ενίσχυση της ανάπτυξης μέσω της προστασίας του περιβάλλοντος και την αποτελεσματική και διαφανή διαχείριση των πόρων για την αναβάθμιση και αποκατάσταση του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Στο πλαίσιο του οποίου συστήνεται η Στρατηγική Επιτροπή Περιβαλλοντικής Πολιτικής και η Αναδιάρθρωση του «Πράσινου Ταμείου». Σκοπός του Πράσινου Ταμείου είναι η ενίσχυση της ανάπτυξης μέσω της προστασίας του περιβάλλοντος με τη διαχειριστική, οικονομική, τεχνική και χρηματοπιστωτική υποστήριξη προγραμμάτων, μέτρων, παρεμβάσεων και ενεργειών που αποβλέπουν στην ανάδειξη και αποκατάσταση του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, η στήριξη της περιβαλλοντικής πολιτικής της Χώρας και η εξυπηρέτηση του δημόσιου και κοινωνικού συμφέροντος μέσω της διοίκησης, διαχείρισης και αξιοποίησης των πόρων του. Οι βασικότεροι πόροι του Πράσινου Ταμείου είναι οι πόροι υπέρ του «Ειδικού Ταμείου Εφαρμογής Ρυθμιστικών και Πολεοδομικών Σχεδίων» (Ε.Τ.Ε.Ρ.Π.Σ.), οι πόροι του «Ειδικού Φορέα Δασών», οι πόροι του «Ειδικού Ταμείου Περιβαλλοντικού Ισοζυγίου», οι πόροι από τις εισφορές των διανομέων ενέργειας, των διαχειριστών δικτύων διανομής και των επιχειρήσεων λιανικής πώλησης ενέργειας, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παρ. 5 του άρθρου 9 του ν. 3855/2010, κ.α..

### **Π.Α.4.2 Ρυθμίσεις για φωτοβολταϊκούς σταθμούς**

Οι περισσότερες από τις ρυθμίσεις/διατάξεις που ακολούθησαν το ν. 3851/2010 αφορούν σε φωτοβολταϊκούς σταθμούς, καθώς λόγω του ευνοϊκού πλαισίου εκτοξεύτηκε το ενδιαφέρον για υλοποίηση φωτοβολταϊκών σταθμών. Οι περισσότεροι φωτοβολταϊκοί σταθμοί αφορούν σε σχετικά μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις, τις οποίες πλέον μπορούν να υλοποιήσουν ιδιώτες, αγρότες, μικρές εταιρείες.

Στο πλαίσιο του νόμου επιτράπηκε α) η εξέταση νέων αιτήσεων σταθμών Α.Π.Ε. που εγκαθίστανται σε κτίρια και στέγαστρα, β) η εξέταση, κατά προτεραιότητα, νέων αιτήσεων από πρόσωπα που είναι επαγγελματίες αγρότες σε εκτάσεις ιδιοκτησίας τους, εγκατεστημένης ισχύος έως 100 KW γ) μετά πάροδο τριών (3) μηνών από τη δημοσίευση του παρόντος νόμου, η εξέταση νέων

αιτήσεων από όσους εξαιρούνται και από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Παράλληλα, έγινε μία προσπάθεια απλοποίησης του πλαισίου Πολεοδομικής Αδειοδότησης φωτοβολταϊκών σταθμών σε γήπεδα και κτίρια και πιο συγκεκριμένα εκδόθηκε η Υπ. Αρ. 40158 ΦΕΚ 1556 Β 22.09.2010 «Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές» και η Απ. Αρ. 36720 ΦΕΚ 376 ΑΑΠ 06.09.2010 «Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών, και σε οικισμούς», οι οποίες τροποποιήθηκαν με το ΦΕΚ Β'583/14.04.2011.

Με την Αριθμ. Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ. 24839 (ΦΕΚ Β' 1901/03.10.2010) θεσμοθετήθηκε το καθεστώς εγγυοδοσίας υπέρ των Διαχειριστών των δικτύων διανομής προκειμένου να διασφαλίζεται ότι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση Α.Π.Ε. από σταθμούς για τους οποίους σύμφωνα με το άρθρο 4 παρ. 1 του ν. 3468/2006, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 2 παρ. 12 του ν. 3851/2010 και ισχύει, προβλέπεται εξαίρεση από την υποχρέωση λήψης Άδειας Παραγωγής ή άλλης διαπιστωτικής πράξης, δεν θα καθυστερούν αδικαιολόγητα την ενεργοποίηση της σύνδεσής τους με τα δίκτυα διανομής. Το σκεπτικό του νομοθέτη είναι να περιοριστεί το φαινόμενο δέσμευσης ηλεκτρικού χώρου από έργα ΑΠΕ που δεν υλοποιούνται, αλλά και περιοριστεί το φαινόμενο αδειοδότησης σταθμών ΑΠΕ με στόχο την πώληση των αδειών.

Με την Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.27904 (ΦΕΚ Β' 2143/31.12.2010) επετράπη η ανάπτυξη φ/β σταθμών στα Διασυνδεδεμένα Νησιά.

Με την ΥΑΠΕ/Φ1/14810/04.10.2011 (ΦΕΚ Β'2373/25.10.2011), εκδόθηκε ο νέος Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).

Λόγω της τεράστιας επενδυτικής δραστηριότητας για την υλοποίηση φωτοβολταϊκών σταθμών, των υψηλών οικονομικών αποδόσεων των φωτοβολταϊκών επενδύσεων λόγω μείωσης του κόστους αλλά και της ανάγκης για τη βιωσιμότητα του μηχανισμού χρηματοδότησης των ΑΠΕ και της μείωσης του σημερινού σημαντικού ελλείμματος του Ειδικού Λογαριασμού για την πληρωμή των έργων ΑΠΕ του ΔΕΣΜΗΕ, το ΥΠΕΚΑ με γνώμονα την απρόσκοπτη πληρωμή των παραγωγών ΑΠΕ και την εύρυθμη λειτουργία της ενεργειακής αγοράς, αποφάσισε να μειώσει τις εγγυημένες τιμές για τη συγκεκριμένη τεχνολογία, χωρίς αναδρομική ισχύ. Η απόφαση του ΥΠΕΚΑ (Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ.2266 & Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/οικ.2262 ΦΕΚ Β'97/2012) συνοπλογίζει αφενός τη σημαντική μείωση του κόστους εγκατάστασης και τη βελτίωση της αποδοτικότητας της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών, αφετέρου δε την ιδιαίτερη οικονομική συγκυρία που δυσχεραίνει την επενδυτική δραστηριότητα.

Παρόλα αυτά όμως τόσο το επενδυτικό ενδιαφέρον συνεχίστηκε έντονο, τόσο και το έλλειμμα του Ειδικού Λογαριασμού του ΛΑΓΗΕ αυξανόταν. Σε συνέχεια των παραπάνω, το ΥΠΕΚΑ αποφάσισε την λήψη πιο δραστικών μέτρων («Δέσμη μέτρων Διάσωσης από πιθανή κατάρρευση της αγοράς Ενέργειας – Προστασία των καταναλωτών από υπέρογκες επιβαρύνσεις») τα οποία αφορούσαν τόσο στην μεγαλύτερη μείωση των Εγγυημένων Τιμών (FIT's) όσο και την αναστολή της διαδικασίας αδειοδότησης των φωτοβολταϊκών σταθμών. Στις 10.08.2012 υπογράφηκαν οι ακόλουθες αποφάσεις, οι οποίες στην ουσία έθεσαν το τέλος στην μελλοντική ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών, χωρίς όμως να θίγονται οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί εν λειτουργία ή με υπογεγραμμένη σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα ορίστηκε ότι το 25% της εισφοράς του άρθρου 14 του ν. 1730/1987 εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε., αποτελεί πόρο του Ειδικού Λογαριασμού του

άρθρου 40 του ν.2773/1999, που διαχειρίζεται ο Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε. (ΛΑΓΗΕ Α.Ε.),

Πιο συγκεκριμένα στο ΦΕΚ Β' 2317/2012 δημοσιεύτηκαν οι εξής αποφάσεις:

- Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2300/οικ.16932 - Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, λόγω κάλυψης των στόχων που έχουν τεθεί με την απόφαση Α.Υ./Φ1/οικ.19598/01.10.2010 του Υπουργού Π.Ε.Κ.Α., με την οποία αναστέλλεται προσωρινά η υποβολή νέων αιτημάτων για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, αλλά και η χορήγηση προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς (εκτός σταθμών που διαθέτουν άδεια παραγωγής ή στρατηγικές επενδύσεις).
- Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2301/οικ.16933 - Τροποποίηση της απόφασης με αριθμό Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2262/31.1.2012 (Β'97) σχετικά με την τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, και η
- Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2302/οικ.16934 - Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων, με τις οποίες αποφασίστηκε η μείωση των τιμών για νεοεισερχόμενες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις
- Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2303/οικ.16935 - «Προσδιορισμός ποσοστού της εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε. του άρθρου 14 του ν.1730/1987, το οποίο αποτελεί πόρο του Ειδικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν.2773/1999», με την οποία Αποφασίζεται η διάθεση του 25% του τέλους υπέρ ΕΡΤ για την ενίσχυση του Ειδικού Λογαριασμού του ΛΑΓΗΕ.

### **Π.Α.4.3 Ν. 4093/2012**

Επιπλέον με το ν. 4093/2012, «Έγκριση Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013-2016 - Επείγοντα Μέτρα Εφαρμογής του ν. 4046/2012 και του Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013-2016», λήφθηκαν επιπλέον μέτρα συρρίκνωσης της αγοράς φωτοβολταϊκών. Πιο συγκεκριμένα επιβλήθηκε ειδική εισφορά αλληλεγγύης 25%-30% επί του τζίρου πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτοβολταϊκούς σταθμούς εν λειτουργία ή με υπογεγραμμένη σύμβαση πώλησης ως τις 30.06.2014 με δυνατότητα παράτασης για ένα επιπλέον έτος. Η παραπάνω νομοθετική ρύθμιση αποτελεί απρόβλεπτη κρατική παρέμβαση στο σύστημα εγγυημένων τιμών. Όπως γράφεται χαρακτηριστικά και στην Έκθεση της Επιστημονικής Επιτροπής της Βουλής των Ελλήνων «η υπό ψήφιση εισφορά, ανεξαρτήτως του ότι δεν περιέρχεται στον κρατικό προϋπολογισμό αλλά αποτελεί έσοδο του Ειδικού Λογαριασμού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, συνιστά φορολογική επιβάρυνση, υπό την έννοια ότι δεν επιβάλλεται σε ανταπόδοση συγκεκριμένης υπηρεσίας παρεχομένης προς τους επιβαρυνόμενους με αυτή ή λόγω παροχής ειδικής ωφέλειας προς αυτούς. Συνεπώς, η επιβολή της θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις συνταγματικές αρχές της καθολικότητας της επιβάρυνσης και της ισότητας αυτής έναντι των βαρυνόμενων, ειδικευομένης με τον, κατ' αρχήν, βάσει ορισμένης φοροδοτικής ικανότητας...». Επίσης στην ίδια έκθεση αναφέρεται «εφόσον κριθεί ότι οι προτεινόμενες ρυθμίσεις οδηγούν, κατ' αποτέλεσμα, σε μείωση του τιμήματος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που έχει συμφωνηθεί συμβατικώς μεταξύ των επιβαρυνόμενων επιχειρήσεων και του εκ του νόμου μοναδικού αντισυμβαλλομένου τους (ΛΑΓΗΕ Α.Ε.) θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι συνιστούν και επέμβαση του νομοθέτη σε υφιστάμενες συμβατικές σχέσεις, η οποία θίγει την αρχή της ελευθερίας των συμβάσεων, ως ειδικότερης εκδήλωσης της αρχής της οικονομικής και επιχειρηματικής ελευθερίας. Η αρχή της ελευθερίας των συμβάσεων, εκτός από την ελευθερία σύναψης ή μη σύναψης της σύμβασης και την ελευθερία επιλογής αντισυμβαλλομένου, καθιερώνει το δικαίωμα των συμβαλλόμενων μερών να διαμορφώνουν ελευθέρως το περιεχόμενο της σύμβασης, συμπεριλαμβανομένου του καθορισμού του καταβαλλόμενου ανταλλάγματος, υπό τον όρο ότι δεν παραβιάζουν τον νόμο ή τα χρηστά ήθη και δεν ασκούν το δικαίωμά τους αυτό καθ' υπέρβαση των

ορίων του, όπως αυτά ιδίως διαγράφονται συμφώνως προς την καλή πίστη, τα χρηστά ήθη και τον κοινωνικό και οικονομικό του σκοπό».

Επιπλέον με τον ίδιο νόμο τέθηκε χρονικός 4 μηνών (για φωτοβολταϊκούς σταθμούς <10MW) και 12 μηνών (για φωτοβολταϊκούς σταθμούς >10MW, ή φωτοβολταϊκούς σταθμούς για τη σύνδεση τους απαιτείται η κατασκευή νέου Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ), από την δημοσίευσή του, για την έναρξη της δοκιμαστικής λειτουργίας ή την ενεργοποίηση της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού σταθμού, ώστε να ισχύσει η Εγγυημένη Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την σύμβαση πώλησης που έχει υπογράψει ο παραγωγός με την ΛΑΓΗΕ Α.Ε.

#### **Π.Α.4.4 Ν. 4062/2012**

Στο μεσοδιάστημα είχε ψηφιστεί ο ν. 4062/2012 «Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού – Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ – Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) – Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ)». Με το νόμο ρυθμίζεται το «Εθνικό Πρόγραμμα Αξιοποίησης Ηλιακού Ενεργειακού Δυναμικού – ΗΛΙΟΣ», το οποίο βέβαια στην πορεία δεν καρποφόρησε. Παράλληλα με την Ενότητα Γ' και ειδικότερα στο Κεφάλαιο Α' προβλέπεται η «Προώθηση της Χρήσης Ενέργειας από ΑΠΕ» με την ενσωμάτωση της οδηγίας 2009/28/ΕΚ ενώ με στο Κεφάλαιο Β' περιγράφονται τα «Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών και Μείωση Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου» με την ενσωμάτωση της οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Παράλληλα, ψηφίζονται και κάποιες διατάξεις για τις ΑΠΕ με τις οποίες τάσσεται χρονικό διάστημα στους Αρμόδιους Διαχειριστές για την χορήγηση Προσφορών Σύνδεσης, δίνεται προτεραιότητα στην χορήγηση προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς βιομάζας, βιοαερίου και γεωθερμίας, ενώ ρυθμίζονται και άλλα θέματα. Επίσης προβλέπεται ότι τα έσοδα από πλειστηριασμούς δικαιωμάτων εκπομπών αποτελούν πόρο του ειδικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν. 2773/99.

#### **Π.Α. 5 Πρόσφατες αλλαγές στην περιβαλλοντική νομοθεσία – ο νόμος 4014/2011**

Με το Ν. 4014/2011, «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος», επανακαθορίζεται το θεσμικό πλαίσιο περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων και δραστηριοτήτων και το σύστημα περιβαλλοντικών ελέγχων, ιδίως με την τροποποίηση διατάξεων του ν. 1650/1986 «Για την προστασία του περιβάλλοντος».

Συγκεκριμένα, ο νέος νόμος κατατάσσει τα έργα και τις δραστηριότητες του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα σε δύο κατηγορίες (Α και Β), ενώ κάθε κατηγορία χωρίζεται σε υποκατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που ενδέχεται να προκληθούν. Εν προκειμένω, για τα έργα και τις δραστηριότητες της κατηγορίας Α, η οποία περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες που ενδέχεται να προκαλέσουν πολύ σημαντικές (υποκατηγορία Α1), ή σημαντικές (υποκατηγορία Α2) επιπτώσεις στο περιβάλλον, απαιτείται η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης με τη διεξαγωγή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) και έκδοσης Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ), ενώ καταργείται η προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση, η οποία καθίσταται προαιρετική και ονομάζεται πλέον Προκαταρκτικός Προσδιορισμός Περιβαλλοντικών Απαιτήσεων (ΠΠΠΑ). Όσα έργα και δραστηριότητες χαρακτηρίζονται από τοπικές μόνο επιπτώσεις στο περιβάλλον εντάσσονται στην κατηγορία Β, απαλλάσσονται από τη διαδικασία των μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και υπόκεινται σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς, οι οποίοι χορηγούνται αυτόματα από την αρμόδια

υπηρεσία βάσει της δήλωσης του μελετητή ή του φορέα του έργου. Πιο συγκεκριμένα τα έργα ή δραστηριότητες κατηγορίας Β δεν ακολουθούν τη διαδικασία εκπόνησης ΜΠΕ αλλά υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ). Για τις περιπτώσεις δε των έργων και δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα εντός των περιοχών Natura εισάγεται η υποχρέωση διεξαγωγής ειδικής οικολογικής μελέτης.

Όσον αφορά τα έργα της κατηγορίας Α που υπόκεινται στην διαδικασία της αδειοδότησης, αυτή θα πρέπει να ολοκληρώνεται σε 6-12 για τα έργα της υποκατηγορίας Α1 τα οποία αδειοδοτούνται από το ΥΠΕΚΑ μήνες, ενώ για τα έργα της υποκατηγορίας Α2 που αδειοδοτούνται από την Αποκεντρωμένη Διοίκηση σε 4 μήνες. Επιπλέον, με τον νέο νόμο δίνεται η δυνατότητα αξιολόγησης των μελετών από πιστοποιημένους ιδιώτες επικουρικά των υπηρεσιών, οι οποίοι θα εισηγούνται στις αρμόδιες υπηρεσίες το σχέδιο απόφασης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.

Κύριος στόχος των θεσπιζόμενων ρυθμίσεων είναι η μείωση του απαιτούμενου χρόνου της διαδικασίας και του αριθμού των έργων για τα οποία απαιτείται περιβαλλοντική αδειοδότηση, έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιτάχυνση των επενδυτικών πρωτοβουλιών ειδικά στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στις 13.01.2012 εκδόθηκε η Υ.Α. αρ. 1958 (ΦΕΚ Β΄ 21/2012), για την «Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το Άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.09.2011 (Φ.Ε.Κ. Α΄ 209/2011)» η οποία τροποποιήθηκε με τη Υ.Α. 20741/27.04.2012 (ΦΕΚ 1565/08.05.2012).

Τέλος με την Υ.Α. Αριθμ. 3791 (ΦΕΚ Β΄ 104/24.01.2013) εκδόθηκαν οι Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ) για έργα κάποιες κατηγορίες έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (αιολικά, φωτοβολταϊκά, ΜΥΗΣ, υβριδικοί σταθμοί).

## **Π.Α.6 Επικαιροποιημένο νομοθετικό πλαίσιο**

Στη συνέχεια περιλαμβάνεται το κωδικοποιημένο κείμενο των νόμων Ν. 2244/1994 (ΦΕΚ 168/Α΄/07.10.1994) και Ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129/Α΄/27.06.2006) καθώς και της κοινής υπουργικής απόφασης Αριθμ. 49828 (ΦΕΚ 2464/Β΄/03.12.2008) όπως έχουν τροποποιηθεί και ισχύουν σήμερα.

### **Π.Α.6.1 Ν 2244/1994 (ΦΕΚ 168/Α΄/07.10.1994): Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις**

#### **Άρθρο 1**

#### **Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας**

1. (β) Η Δ.Ε.Η., μετά από έγκριση του αρμόδιου Υπουργού, δύναται να συστήσει εταιρίες που έχουν ως σκοπό την άσκηση δραστηριοτήτων που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τις δραστηριότητες της Δ.Ε.Η. κατά το παραπάνω εδάφιο.

Μεταξύ των σκοπών των εταιριών, τις οποίες δύναται να συστήνει ή στις οποίες δύναται να συμμετέχει η Δ.Ε.Η., περιλαμβάνονται ιδίως η ανάπτυξη στην ημεδαπή ή στην αλλοδαπή δραστηριοτήτων σχεδιασμού μελέτης, εκπαίδευσης, κατασκευής, εγκατάστασης, λειτουργίας, διαχείρισης και εκμετάλλευσης υπηρεσιών, εγκαταστάσεων, μέσων και προϊόντων, που είτε έχουν σχέση με τομείς δράσης της Δ.Ε.Η. είτε σκοπεύουν σε επιχειρηματική αξιοποίηση κύριων ή

υποστηρικτικών ή υπαχουσών εγκαταστάσεων και λειτουργιών της Δ.Ε.Η., οι οποίες σε κάθε περίπτωση παραμένουν στην κυριότητά της.

(γ) Προσωπικό της Δ.Ε.Η. δύναται να διατίθεται σε εταιρίες που συνιστά ή σε εταιρίες στις οποίες συμμετέχει η Δ.Ε.Η. κατά τις διατάξεις του ως άνω εδαφίου β'. Το προσωπικό αυτό συνεχίζει να διέπεται από τις διατάξεις του Κανονισμού Προσωπικού της Δ.Ε.Η., οι οποίες αφορούν τις εργασιακές του σχέσεις, αποκλειομένης της μεταβολής του προς το χειρότερο.

(δ) Οι θυγατρικές εταιρίες που ιδρύει η Δ.Ε.Η. ασφαλίζουν το προσωπικό τους στον ασφαλιστικό φορέα του προσωπικού της Δ.Ε.Η. και καταβάλουν για αυτό στη Δ.Ε.Η. την προβλεπόμενη εργοδοτική εισφορά.

## **Άρθρο 2** **Διάθεση ηλεκτρικής ενέργειας**

5. Στις περιπτώσεις σταθμών αυτοπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ή από Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.), οι χώροι όπου είναι εγκατεστημένος ο σταθμός, απαιτείται να είναι όμοροι με τους χώρους όπου γίνεται η κατανάλωση ή αυτή να τροφοδοτείται από το σταθμό με απευθείας γραμμή.

Εφόσον η παραγωγή και η κατανάλωση πραγματοποιούνται στο ίδιο σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, το 80% της παραγόμενης από τον αυτοπαραγωγό ηλεκτρικής ενέργειας συμψηφίζεται με την ηλεκτρική ενέργεια που αυτός καταναλώνει στις εγκαταστάσεις του. Ο συμψηφισμός της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες αυτοπαραγωγής των οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης, των επιχειρήσεών τους και των αγροτικών συνεταιρισμών εφαρμόζεται στο 90% της παραγωγής ηλεκτρισμού σε μία ή περισσότερες καταναλώσεις τους.

Ο συμψηφισμός διενεργείται για την περίοδο που η Δ.Ε.Η. ορίζει κάθε φορά για τη μέτρηση της κατανάλωσης του αυτοπαραγωγού και χωριστά για κάθε περίοδο που έχει διαφορετικό τιμολόγιο κατανάλωσης. Το τυχόν πλεόνασμα ηλεκτρισμού πιστώνεται στον αυτοπαραγωγό με το τιμολόγιο πώλησης ενέργειας προς τη Δ.Ε.Η. της παραγράφου 3 του παρόντος, ενώ το έλλειμμα χρεώνεται στον παραγωγό σύμφωνα με το εκάστοτε τιμολόγιο κατανάλωσης. Ο υπολογισμός της τυχόν επιβαρύνσεως αέργου ισχύος γίνεται χωριστά για την παραγόμενη και την καταναλισκόμενη ενέργεια.

Το δίκτυο σύνδεσης του σταθμού αυτοπαραγωγής ή ανεξάρτητης παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το δίκτυο της Δ.Ε.Η., κατασκευάζονται από τη Δ.Ε.Η. με δαπάνες του αυτοπαραγωγού ή του ανεξάρτητου παραγωγού σε χρονικό διάστημα όχι μεγαλύτερο των έξι (6) μηνών από την υποβολή σχετικής αίτησης του αυτοπαραγωγού ή του ανεξάρτητου παραγωγού. Σε περίπτωση αδυναμίας της Δ.Ε.Η., το δίκτυο σύνδεσης κατασκευάζεται από τον αυτοπαραγωγό ή τον ανεξάρτητο παραγωγό με την τήρηση των προδιαγραφών της Δ.Ε.Η..

6. Οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης και επιχειρήσεις τους που λειτουργούν σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, μπορούν να διαθέτουν ηλεκτρική ενέργεια σε καταναλωτές οικισμών, αν ο οικισμός δεν συνδέεται με τα δίκτυα της Δ.Ε.Η..

## **Άρθρο 3** **Άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας**

4. Στις άδειες εγκατάστασης μπορούν να τίθενται όροι και περιορισμοί για την εξασφάλιση της τεχνικής αρτιότητας της κατασκευής του σταθμού και την προστασία των εργαζομένων και του περιβάλλοντος. Τα αιολικά και ηλιακά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας νοούνται μόνο ως ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ανεμογεννητριών δεν απαιτείται οικοδομική άδεια, αλλά έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας. Ειδικά για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων και μικρών ανεμογεννητριών σε κτίρια και στέγαστρα, αντί της έκδοσης έγκρισης εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας, μπορεί, με

απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, να προβλέπεται μόνο η γνωστοποίηση των εργασιών αυτών στον οριζόμενο κατά περίπτωση αρμόδιο φορέα.

Για υδροηλεκτρικά έργα απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας μόνο για το κτίριο του υδροηλεκτρικού σταθμού. Για τα υδραυλικά έργα την ευθύνη έχουν εξ ολοκλήρου ο μελετητής, ο κατασκευαστής και ο φορέας υλοποίησης του έργου.

Δεν απαλλάσσονται από την υποχρέωση έκδοσης οικοδομικής άδειας οι δομικές κατασκευές, όπως τα θεμέλια των πύργων ανεμογεννητριών, τα οικήματα στέγασης του εξοπλισμού ελέγχου και των μετασηματιστών. Σε κάθε περίπτωση τα έργα ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπάγονται στις περί βιομηχανικών εν γένει εγκαταστάσεων διατάξεις του άρθρου 4 του από 24.5.1985 προεδρικού διατάγματος (ΦΕΚ 270 Δ΄) για την εκτός σχεδίων πόλεων δόμηση, καθώς και σε κάθε άλλη ειδική διάταξη του ίδιου προεδρικού διατάγματος, που αφορά σε έργα της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού Α.Ε., ανεξάρτητα από το φορέα υλοποίησής τους.

Με κοινή απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων και του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού, που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, μπορεί να καθορίζονται ειδικοί όροι και περιορισμοί δόμησης για την ανέγερση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης Α.Π.Ε., κατά παρέκκλιση των διατάξεων των άρθρων 1, 4 και 7 του από 24.5.1985 προεδρικού διατάγματος, που δημοσιεύθηκε στις 31.5.1985 (ΦΕΚ 270 Δ΄), καθώς και ειδικές αποστάσεις από τα όρια οικισμών, κατά παρέκκλιση των διατάξεων του άρθρου 4 του ίδιου προεδρικού διατάγματος και των διατάξεων του άρθρου 7 του από 24.4.1985 προεδρικού διατάγματος που δημοσιεύθηκε στις 3.5.1985 (ΦΕΚ 181 Δ΄).

Για την έκδοση οικοδομικής άδειας ανέγερσης ή νομιμοποίησης εγκατάστασης Α.Π.Ε. δεν απαιτείται έγκριση της αρμόδιας Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (Ε.Π.Α.Ε.), εκτός αν η εγκατάσταση προβλέπεται να γίνει σε παραδοσιακούς οικισμούς ή περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, που προστατεύονται ως προς την πολεοδομική ανάπτυξη από ειδικά διατάγματα.

Για την έκδοση οικοδομικών αδειών έργων ηλεκτροπαραγωγής, που αναγείρονται σε δάση ή δασικές εκτάσεις, ύστερα από έγκριση επέμβασης χορηγούμενη κατά τις διατάξεις του άρθρου 58 του Ν. 998/1979 και του άρθρου 13 του Ν. 1734/1987 (ΦΕΚ 189 Α΄), θεωρείται ότι υφίσταται τίτλος κυριότητας.

#### **Άρθρο 4 Κυρώσεις**

1. Σε περίπτωση εγκατάστασης ή λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, χωρίς προηγούμενη άδεια του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, ή παράβασης των όρων και περιορισμών της άδειας εγκατάστασης ή λειτουργίας, μπορεί να διακόπτεται προσωρινά ή οριστικά η λειτουργία του σταθμού ή να επιβάλλεται στους παραγωγούς πρόστιμο από ένα εκατομμύριο (1.000.000) μέχρι πενήντα εκατομμύρια (50.000.000) δραχμές ή και οι δύο κυρώσεις σωρευτικά. Μπορεί επίσης να διακόπτεται η λειτουργία των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, αν διαπιστωθεί κίνδυνος για την υγεία και τη ζωή των εργαζομένων στο σταθμό, την ασφάλεια των εγκαταστάσεων και το περιβάλλον.

Οι παραπάνω κυρώσεις επιβάλλονται με απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας που κοινοποιείται στον παραγωγό.

2. Κατά της απόφασης αυτής ασκείται προσφυγή ενώπιον του αρμόδιου τακτικού διοικητικού πρωτοδικείου.

3. Με απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας ορίζεται η διαδικασία επιβολής των παραπάνω κυρώσεων, το ύψος του προστίμου, ο τρόπος καταβολής του, καθώς και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου.

## **Άρθρο 5** **Γενικές διατάξεις**

1. Με απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας:

α) Καθορίζονται οι γενικοί τεχνικοί και οικονομικοί όροι των συμβάσεων, οι λεπτομέρειες διαμόρφωσης των τιμολογίων μεταξύ της Δ.Ε.Η. και των παραγωγών, καθώς και οι όροι διασύνδεσης.

β) Ορίζονται η διαδικασία και τα δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, τα καταβλητέα παράβολα, καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή του άρθρου 3 του παρόντος νόμου.

2. Αν υπάρχει έκτακτη ανάγκη ή έκτακτη αδυναμία των εγκαταστάσεων της Δ.Ε.Η. να καλύψουν σε ηλεκτρική ενέργεια τις ανάγκες περιοχών της χώρας, μπορεί με απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, που εκδίδεται ύστερα από πρόταση της Δ.Ε.Η., να διατάσσεται η λειτουργία κύριων ή εφεδρικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής άνω των 400 KW που συνδέονται με τα δίκτυα της Δ.Ε.Η.. Με την ίδια απόφαση καθορίζεται και το αντάλλαγμα που υποχρεούται να καταβάλλει η Δ.Ε.Η. στον αυτοπαραγωγό. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης του αυτοπαραγωγού μπορεί να ανακαλείται η άδεια λειτουργίας.

3. Απαγορεύεται η εγκατάσταση δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας πάνω ή κάτω από δημόσιους δρόμους, πλατείες, πεζοδρόμια ή άλλους κοινόχρηστους δημόσιους χώρους ή κατά μήκος αυτών. Στην απαγόρευση αυτή δεν περιλαμβάνονται τα δίκτυα της Δ.Ε.Η., τα δίκτυα φωτισμού οδών και πλατειών και τα δίκτυα που απαιτούνται για την κίνηση των ηλεκτροκίνητων μέσων μαζικής μεταφοράς καθώς επίσης και τα έργα σύνδεσης των σταθμών Α.Π.Ε.

5. Η εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας επιτρέπεται σε όλη τη χώρα. Ειδικότερα, για την περιοχή της Αττικής απαγορεύεται η λειτουργία και εγκατάσταση νέων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργούν με στερεά καύσιμα, εκτός από εκείνα της βιομάζας, καθώς και σταθμών που λειτουργούν με υγρά καύσιμα με εξαίρεση τις περιπτώσεις των παραγράφων 7 και 8 του άρθρου 1 του παρόντος, εφ' όσον χρησιμοποιούνται υγρά καύσιμα.

6. Με προεδρικά διατάγματα, που εκδίδονται με πρόταση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, μπορεί να συνιστώνται με σκοπό την προώθηση των εφαρμογών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της εξοικονόμησης ενέργειας και της τεχνολογίας, στα πλαίσια της ενεργειακής πολιτικής, νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου ως περιφερειακά και τοπικά ενεργειακά κέντρα και γραφεία, καθώς και να ενοποιούνται, χωρίζονται, μεταφέρονται, μετατρέπονται και καταργούνται τέτοια κέντρα.

7. Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) ορίζεται ως εθνικό συντονιστικό κέντρο των δραστηριοτήτων που αφορούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την εξοικονόμηση ενέργειας και την ορθολογική χρήση ενέργειας. Με προεδρικό διάταγμα, που εκδίδεται ύστερα από πρόταση του Υπουργού Ανάπτυξης, καθορίζεται κάθε λεπτομέρεια σχετική με την λειτουργία του Κ.Α.Π.Ε., ορίζεται ότι τα περιφερειακά και τοπικά ενεργειακά κέντρα και γραφεία εποπτεύονται από το Κ.Α.Π.Ε. και προσδιορίζεται το είδος και η έκταση της εποπτείας αυτής.

8. Τα υφιστάμενα ενεργειακά κέντρα και γραφεία, μέχρι να συμπληρωθούν οι προϋποθέσεις λειτουργίας τους κατά τις διατάξεις του νόμου αυτού, συνεχίζουν να διέπονται από τις διατάξεις που ισχύουν γι' αυτά κατά τη δημοσίευση του παρόντος νόμου.

9. Με τα προεδρικά διατάγματα ίδρυσης των παραπάνω κέντρων και γραφείων:

α) Καθορίζονται τα όργανα διοίκησης, η διάρθρωση και οι αρμοδιότητες των υπηρεσιών τους, η άσκηση εποπτείας σε αυτά, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει οικονομικό, διοικητικό και διαχειριστικό έλεγχο και ιδίως την έγκριση των προγραμμάτων, των προϋπολογισμών και απολογισμών, καθώς και τα της αποτίμησης των αποτελεσμάτων των εργασιών τους.

β) Καθορίζονται οι αναγκαίες οργανικές θέσεις προσωπικού, μόνιμου ή με σύμβαση εργασίας ιδιωτικού δικαίου και ρυθμίζονται τα θέματα κατάστασης, αποδοχών και πειθαρχίας γενικά του συνόλου του προσωπικού αυτού, καθώς και τα θέματα ένταξης, μετάταξης και απόσπασής του.



γ) Προβλέπονται πόροι και κάθε μορφής επιχορηγήσεις και ρυθμίζεται η διάθεση, διαχείριση, δικαιολόγηση και οι οικονομικοί έλεγχοι των δαπανών.

δ) Προβλέπεται κάθε άλλη λεπτομέρεια αναγκαία για την οργάνωση και λειτουργία των κέντρων και γραφείων αυτών.

## **Άρθρο 6** **Μεταβατικές διατάξεις**

1. Μετά την ισχύ του παρόντος νόμου εξακολουθούν να ισχύουν οι άδειες λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, που έχουν εκδοθεί σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 1559/1985.

Η λειτουργία των σταθμών αυτών διέπεται εφεξής από τις διατάξεις του παρόντος νόμου.

2. Μέχρι την έκδοση των κατ' εξουσιοδότηση του παρόντος νόμου προβλεπόμενων κανονιστικών πράξεων ισχύουν οι υφιστάμενες που εκδόθηκαν κατ' εξουσιοδότηση του ν. 1559/1985.

3. Από τη δημοσίευση του παρόντος νόμου στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, με την επιφύλαξη της επόμενης παραγράφου, κάθε απαίτηση μισθωτού της Δ.Ε.Η. κατ' αυτής, αναγόμενη στο χρονικό διάστημα πριν από την 1.7.1991, η οποία απορρέει από την υπ' αριθμ. 21091/1946 κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Εργασίας και το άρθρο 10 του Κανονισμού Καταστάσεως Προσωπικού Δ.Ε.Η., που κυρώθηκε με το άρθρο 2 του ν.δ/τος 210/1974, αποσβέννεται, εκτός αν έχει αναγνωρισθεί με αμετάκλητη δικαστική απόφαση. Δίκες που έχουν ως αντικείμενο τέτοιες απαιτήσεις καταργούνται.

4. Μισθωτοί της Δ.Ε.Η., οι οποίοι μετακινήθηκαν πρόσκαιρα για εκτέλεση υπηρεσίας εκτός έδρας, δικαιούνται να λάβουν για το πριν από 1.7. 1991 χρονικό διάστημα και εφόσον κατά την ημερομηνία δημοσίευσής του παρόντος νόμου οι σχετικές αξιώσεις δεν έχουν παραγραφεί:

α) ποσοστό πενήντα επτά τοις εκατό (57%) της διαφοράς μεταξύ της αποζημίωσης για εκτέλεση υπηρεσίας εκτός έδρας που προκύπτει με βάση το 1/25 του συνόλου των τακτικών μηνιαίων αποδοχών τους για κάθε διανυκτέρευση και αυτής που τους καταβλήθηκε πράγματι για την αιτία αυτή, ατόκως, εκτός εάν εκκρεμεί κατανηφιστική αγωγή, οπότε οφείλεται εντόκως αυτή, και

β) τις δικαστικές δαπάνες που επιδικάστηκαν υπέρ αυτών από οποιοδήποτε δικαστήριο, εφόσον ασκήσουν το σχετικό δικαίωμα εντός αποσβεστικής προθεσμίας τριών μηνών από τη δημοσίευση του παρόντος νόμου στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως με αίτηση των δικαιούχων στη Διεύθυνση Προσωπικού της Δ.Ε.Η..

5. Στο άρθρο 5 του ν. 158/1975 προστίθεται δεύτερο εδάφιο ως εξής:

"Κατ' εξαίρεση επιτρέπεται να γίνονται εργασίες καθαρισμού μονωτήρων υπό τάση στην τρίτη περιοχή τάσης, εφόσον αυτές γίνονται από τον αέρα με ελικόπτερο".

Η ισχύς της παρούσας παραγράφου αρχίζει από 1ης Σεπτεμβρίου 1994.

6. Για την άμεση επισκευή, συντήρηση ή κατασκευή γραμμών, υποσταθμών μεταφοράς ή διανομής ηλεκτρικής ενέργειας ή τηλεφωνικών δικτύων και εγκαταστάσεων από εξειδικευμένα συνεργεία της ΔΕΗ ή του ΟΤΕ, αντίστοιχα, με αυτεπιστασία ή για την άμεση επισκευή, συντήρηση εξοπλισμού Σταθμών Παραγωγής, για βοηθητικές εργασίες στην ύπαιθρο ή τα εργοτάξια, καθώς και για τα έργα έρευνας, ανάπτυξης και παραγωγής των ορυχείων της ΔΕΗ, επιτρέπεται η πρόσληψη, στον τόπο των εκτελούμενων έργων, αποκλειστικά ανειδίκευτου προσωπικού (εργατών) προς υποστήριξη των συνεργείων, κατά παρέκκλιση της προβλεπόμενης στο άρθρο 21 παράγραφοι 7, 13 και 15 του Ν. 2190/1994 διαδικασίας, για απασχόληση που δεν υπερβαίνει, κατ' άτομο, τα εξήντα (60) ημερομίσθια σε δωδεκάμηνο χρονικό διάστημα, αποκλεισμένης αυστηρά οποιασδήποτε παράτασης ή επαναπρόσληψης πριν παρέλθουν δώδεκα (12) μήνες από τη λήξη της προηγούμενης απασχόλησης. Οι υπεύθυνοι παραβίασης των παραπάνω περιορισμών διώκονται και αυτεπαγγέλτως για παράβαση καθήκοντος, κατά το άρθρο 259 του Ποινικού Κώδικα, παραπέμπονται δε υποχρεωτικώς στην αρμόδια πειθαρχική δικαιοδοσία.

7. Επίσης, με αποφάσεις του Δ.Σ. της Δ.Ε.Η., στις οποίες θα καθορίζονται οι ειδικότεροι όροι, διαδικασίες και προϋποθέσεις, δύναται να προσλαμβάνεται στη Δ.Ε.Η., κατά παρέκκλιση των

διατάξεων του ν. 2190/1994, ένα μέλος της οικογένειας μισθωτού, με οποιαδήποτε σχέση εργασίας, θανόντος συνεπεία εργατικού ατυχήματος.

Με τη διαδικασία του ανωτέρω εδαφίου δύναται, κατά παρέκκλιση των διατάξεων της κείμενης νομοθεσίας, να προσλαμβάνεται στη ΔΕΗ το με οποιαδήποτε σχέση εργασίας έκτακτο προσωπικό της, το οποίο έχει υποστεί μόνιμη σωματική αναπηρία σε ποσοστό τουλάχιστον 50% συνεπεία εργατικού ατυχήματος στην Επιχείρηση. Σε περίπτωση που η πρόσληψη δεν είναι δυνατή λόγω νομίμως διαπιστωθείσας ανικανότητας εκτέλεσης οποιασδήποτε εργασίας στην Επιχείρηση, έχει εφαρμογή η διάταξη του πρώτου εδαφίου της παρούσας παραγράφου.

Η ισχύς των ανωτέρω εδαφίων αρχίζει από 1ης Ιανουαρίου 2008.

## **Άρθρο 7** **Σύσταση Ειδικών Λογαριασμών του** **Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας**

1. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, μπορεί να συνιστώνται στο Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας Ειδικοί Λογαριασμοί διαχείρισης κονδυλίων, προερχομένων από οποιαδήποτε πηγή, για τη χρηματοδότηση συγκεκριμένων μελετών, προγραμμάτων και έργων του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας.

Με την ίδια απόφαση καθορίζονται τα όργανα διοίκησης και διαχείρισης, ο τρόπος ανάληψης και διάθεσης των κονδυλίων και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια για τη λειτουργία των λογαριασμών αυτών, και κατά παρέκκλιση από τις γενικές και ειδικές διατάξεις του Δημοσίου Λογιστικού, των κρατικών προμηθειών, δημοσίων επενδύσεων, αναθέσεων μελετών και κάθε άλλης σχετικής γενικής ή ειδικής διάταξης.

2. Οι μελέτες, τα προγράμματα και τα έργα, για τη χρηματοδότηση των οποίων έχουν συσταθεί Ειδικοί Λογαριασμοί, εκτελούνται είτε από το Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας είτε από εποπτευόμενους από αυτό φορείς είτε από τρίτους που μπορεί να είναι φορείς του Δημοσίου ή του ευρύτερου δημόσιου τομέα, όπως αυτός οριοθετείται από το άρθρο 1 παρ. 6 του ν. 1256/1982, ή και του ιδιωτικού τομέα.

3. Με αποφάσεις του Υπουργού Ανάπτυξης ορίζονται επιτροπές, που αποτελούνται από δύο τουλάχιστον υπαλλήλους του Υπουργείου Ανάπτυξης, οι οποίες ελέγχουν την οικονομική διαχείριση και την πραγματοποίηση του σκοπού για τον οποίο χρηματοδοτούνται οι μελέτες, τα έργα και τα προγράμματα της παραγράφου 1. Με τις αποφάσεις αυτές μπορεί να εξειδικεύεται το έργο των επιτροπών.

4. α) Με προεδρικά διατάγματα, που εκδίδονται με πρόταση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, ρυθμίζονται θέματα, όροι και διαδικασίες αναφορικά:

αα) με την εφαρμογή και τη διαχείριση προγραμμάτων του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας ή τμημάτων τους,

ββ) με την ανάθεση της εκτέλεσης και τη χρηματοδότηση έργων, μελετών και υπηρεσιών, που προβλέπονται στα ανωτέρω προγράμματα ή τμήματά τους ή απαιτούνται για την υποστήριξή τους και

γγ) με την ένταξη έργων του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα στα ανωτέρω προγράμματα ή τμήματά τους και τη χρηματοδότησή τους.

Στα διατάγματα αυτά είναι δυνατόν να ορίζεται ότι οι προϋποθέσεις συμμετοχής, τα όργανα και τα κριτήρια αξιολόγησης, καθώς και η διαδικασία και ο τρόπος εφαρμογής τους ρυθμίζονται είτε στην πρόσκληση για υποβολή προτάσεων είτε με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, που δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

β) Με αποφάσεις του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας ορίζονται επιτροπές αποτελούμενες από υπαλλήλους του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και του ευρύτερου δημόσιου τομέα, όπως αυτός ορίζεται στην παράγραφο 2, που παρακολουθούν την υλοποίηση των προγραμμάτων, έργων, μελετών και υπηρεσιών του προηγούμενου εδαφίου. Εάν οι

ανωτέρω χρηματοδοτούνται μέσω των ειδικών λογαριασμών της παραγράφου 1, οι επιτροπές ασκούν και τις αρμοδιότητες των προβλεπόμενων στην παράγραφο 3 επιτροπών.

γ) Οι διατάξεις του άρθρου 4 του ν. 1960/1991 (ΦΕΚ 123 Α') εφαρμόζονται αναλογικά ως προς τα προγράμματα του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας. Τα προεδρικά διατάγματα των παραγράφων 1 και 2 του ανωτέρω άρθρου εκδίδονται με πρόταση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και οι αποφάσεις παραγράφου 3 υπό τους Υπουργούς Οικονομικών και Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας.

5. Με αποφάσεις του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας συγκροτούνται νομοπαρασκευαστικές επιτροπές από κρατικούς λειτουργούς, δικηγόρους ειδικούς επιστήμονες και δημοσίους υπαλλήλους, στο Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, έργο των οποίων είναι η κατάρτιση σχεδίων νόμων και κανονιστικών αποφάσεων, προκειμένου να αναμορφωθεί και να συμπληρωθεί το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο και να καταστεί δυνατή η εφαρμογή των Επιχειρησιακών Προγραμμάτων Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, που έχουν εγκριθεί στο πλαίσιο του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, καθώς και της κοινοτικής πρωτοβουλίας που αφορά την προσαρμογή των μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων στην ενιαία αγορά όπως επίσης και οποιασδήποτε άλλης κοινοτικής πρωτοβουλίας, η διαχείριση της οποίας ανήκει στο Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας.

6. Οι επιτροπές οφείλουν να περατώσουν το έργο τους μέσα στην προθεσμία που ορίζουν οι αποφάσεις με τις οποίες συγκροτούνται. Η προθεσμία μπορεί να παραταθεί με απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας.

Στα μέλη των επιτροπών καταβάλλεται αποζημίωση, που καθορίζεται με κοινή απόφαση των Υπουργών Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και Οικονομικών, κατά παρέκκλιση των διατάξεων των άρθρων 18 του ν. 1505/1984 και 8 του ν. 1810/1988.

7. Όπου στις προηγούμενες παραγράφους του παρόντος άρθρου αναφέρονται προγράμματα του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, νοούνται είτε προγράμματα τα οποία έχουν εκπονηθεί από το Υπουργείο Ανάπτυξης είτε προγράμματα ή τμήματά τους που έχουν εκπονηθεί από άλλα Υπουργεία, φορέας υλοποίησης όμως προβλέπεται να είναι είτε μόνο το Υπουργείο Ανάπτυξης είτε το Υπουργείο Ανάπτυξης σε συνεργασία με άλλο Υπουργείο.

## Άρθρο 9

1. Στις απαλλαγές από "...οποιοδήποτε φόρο, τέλος και δικαιώματα του Δημοσίου ή τρίτων, καθώς και του "χαρτοσήμου", που προβλέπονται από το ν. 2198/1994 (άρθρο 23 παρ. 7), καθώς και από τις ανάλογες διατάξεις των νόμων 2000/1991 (άρθρο 46α) και 2224/1994 (άρθρο 3 παρ. 13) για τις μεταβιβάσεις ιδιωτικοποιούμενων επιχειρήσεων, στις μεταγραφές και σχετικές πράξεις συμπεριλαμβάνονται, κατά την αληθή έννοια των ως άνω διατάξεων, και η παραχώρηση και εγγραφή υποθήκης ή προσημείωσης υποθήκης για την εξασφάλιση της πληρωμής του πιστούμενου τιμήματος εξαγοράς του ενεργητικού των υπό εκκαθάριση επιχειρήσεων.

2. Επίσης, για τις ίδιες συμβάσεις μεταβίβασης και όλες τις σχετικές πράξεις πραγμάτωσής τους, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται και οι παραχωρήσεις και εγγραφές υποθηκών ή προσημειώσεων υποθηκών για εξασφάλιση του τιμήματος, "... τα δικαιώματα και οι αμοιβές συμβολαιογράφων, δικηγόρων, δικαστικών επιμελητών και υποθηκοφυλάκων για τη σύμβαση και κάθε άλλη προς πραγμάτωση αυτής, πράξη περιορίζονται στο 30 % αυτών".

3. Η κατ' άρθρο 46α παρ. 8 του ν. 1892/1990 πράξη πιστοποίησης εκπλήρωσης των υποχρεώσεων του αγοραστή επέχει κατά την αληθή έννοια της διάταξης αυτής θέση περιλήψης κατακυρωτικής έκθεσης του άρθρου 1005 του Κ.Πολ.Δ. και έχει ως άμεση έννομη συνέπεια, μετά τη μεταγραφή της και το σχετικό αίτημα προς τον υποθηκοφύλακα, την εξάλειψη και διαγραφή των υφιστάμενων υπέρ τρίτων βαρών, που έχουν εγγραφεί πριν από τη θέση των επιχειρήσεων σε ειδική εκκαθάριση.

4. Η κατά την παράγραφο 8 εδάφ. 3 του άρθρου 23 του ν. 2198/1994 απαλλαγή "κάθε μορφής ληξιπρόθεσμων υποχρεώσεων της "ΝΕΩΡΙΟΝ - ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ ΣΥΡΟΥ Α.Ε " προς το Ι.Κ.Α. και προς

κάθε άλλο ασφαλιστικό οργανισμό..." αναφέρεται σε όλους ανεξαιρέτα τους ασφαλιστικούς οργανισμούς. Οι υποχρεώσεις αυτές αναλαμβάνονται εξολοκλήρου από το Ελληνικό Δημόσιο, σύμφωνα με τους όρους του άρθρου 74 του ν. 2127/1993.

## **Άρθρο 10** **Καταργούμενες διατάξεις**

Από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου καταργούνται:

- α) ο ν. 2165/1993 (ΦΕΚ 127 Α'),
- β) ο ν. 1559/1985 (ΦΕΚ 135 Α'), εκτός από το άρθρο 19,
- γ) κάθε διάταξη που αντίκειται στις διατάξεις του παρόντος νόμου.

## **Άρθρο 11**

Η ισχύς του παρόντος νόμου αρχίζει από τη δημοσίευσή του στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στις επί μέρους διατάξεις.

Παραγγέλλομε τη δημοσίευση του παρόντος στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως και την εκτέλεσή του ως νόμου του Κράτους.

## **Π.Α.6.2 Ν 3468/2006 (ΦΕΚ 129/Α'/27.06.2006): Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄**

#### **Άρθρο 1** **Σκοπός**

1. Με τις διατάξεις του παρόντος νόμου αφ' ενός μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 για την «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» (ΕΕΕΚ L 283) και αφ' ετέρου προωθείται, κατά προτεραιότητα, στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με κανόνες και αρχές, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και μονάδες Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).

2. Η προστασία του κλίματος, μέσω της προώθησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., αποτελεί περιβαλλοντική και ενεργειακή προτεραιότητα υψίστης σημασίας για τη χώρα.

3. Οι εθνικοί στόχοι για τις Α.Π.Ε., με βάση την Οδηγία 2009/28/ΕΚ (ΕΕΙ, 140/2009), καθορίζονται μέχρι το έτος 2020 ως εξής:

α) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%.

β) Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, που εκδίδεται μέσα σε τρεις μήνες από τη δημοσίευση του παρόντος, καθορίζεται η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και η κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Α.Π.Ε., οι κατηγορίες παραγωγών, η κατανομή μεταξύ αυτών, οι λόγοι αναθεώρησής της, καθώς και οι λόγοι και η διαδικασία για τυχόν αναγκαία αναστολή της αδειοδοτικής διαδικασίας και άρση αυτής. Ως εγκατεστημένη ισχύς θεωρείται το σύνολο της

ισχύος των σταθμών παραγωγής σε κανονική και δοκιμαστική λειτουργία. Η απόφαση αυτή αναθεωρείται ανά διετία ή και νωρίτερα, εάν συντρέχουν σημαντικοί λόγοι που σχετίζονται με την επίτευξη των στόχων της Οδηγία 2009/28/ΕΚ.

γ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%.

δ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

## **Άρθρο 2** **Ορισμοί**

Για την εφαρμογή του παρόντος νόμου, οι όροι που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις του έχουν την ακόλουθη έννοια:

1. Αδειούχος: Ο κάτοχος άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α..

2. Ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.): Η ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές, ήτοι αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και θαλάσσια ενέργεια, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από τα αέρια που παράγονται σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων και από τα βιοαέρια.

2α. Αεροθερμική ενέργεια: η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη υπό μορφή θερμότητας στον αέρα.

2β. Γεωθερμική ενέργεια: η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη υπό μορφή θερμότητας κάτω από τη στερεή επιφάνεια της γης.

2γ. Υδροθερμική ενέργεια: η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη υπό μορφή θερμότητας στα επιφανειακά ύδατα.

3. Αρμόδια Αρχή κράτους - μέλους: Ο αρμόδιος Φορέας που είναι ανεξάρτητος από τις δραστηριότητες παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και έχει οριστεί για την επίβλεψη της έκδοσης των Εγγυήσεων Προέλευσης.

4. Αυτόνομος Παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.: Ο Παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Α.Π.Ε. και του οποίου ο σταθμός δεν είναι συνδεδεμένος με το Σύστημα ή το Δίκτυο.

5. Αυτόνομο Ηλεκτρικό Σύστημα Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών: Το ηλεκτρικό σύστημα που τροφοδοτεί τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας ενός ή περισσότερων νησιών, διασυνδεδεμένων μεταξύ τους, το οποίο δεν είναι συνδεδεμένο με το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο ή το Σύστημα και περιλαμβάνει, ιδίως, σταθμούς παραγωγής, δίκτυο χαμηλής, μέσης ή και υψηλής τάσης, υποσταθμούς υποβιβασμού της τάσης και κάθε άλλο εξοπλισμό αναγκαίο για τη λειτουργία του.

6. Αυτοπαραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.: Ο Παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από μονάδες Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., κυρίως για δική του χρήση και διοχετεύει τυχόν πλεόνασμα της ενέργειας αυτής στο Σύστημα ή στο Δίκτυο.

7. Βιοκαύσιμα: Τα υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης (for transport), τα οποία παράγονται από βιομάζα.

α) Βιοντίζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης): Οι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (ΜΛΟ-FAME) που παράγονται από φυτικά ή και ζωικά έλαια και λίπη και είναι ποιότητας πετρελαίου ντίζελ, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

β) Βιοαιθανόλη: Η αιθανόλη που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

γ) Βιοαέριο: Το καύσιμο αέριο που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαρισθεί και να αναβαθμισθεί σε ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως Βιοκαύσιμο, ή το ξυλαέριο.

δ) Βιομεθανόλη: Η μεθανόλη που παράγεται από Βιομάζα, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

ε) Βιοδιμεθυλαιθέρας: Ο διμεθυλαιθέρας που παράγεται από Βιομάζα, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

στ) Βιο-ETBE: Ο αιθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας (ETBE) που παράγεται από βιοαιθανόλη, για χρήση ως Βιοκαύσιμο. Το κατ' όγκο ποσοστό του Βιο-ETBE που υπολογίζεται ως Βιοκαύσιμο είναι 47% επί του συνόλου του.

ζ) Βιο-MTBE: Ο μεθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας (MTBE) που παράγεται από βιομεθανόλη, για χρήση ως Βιοκαύσιμο. Το κατ' όγκο ποσοστό του Βιο-MTBE που υπολογίζεται ως Βιοκαύσιμο είναι 36% επί του συνόλου του.

η) Συνθετικά Βιοκαύσιμα: Οι συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή τα μίγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που παράγονται από Βιομάζα.

θ) Βιοϋδρογόνο: Το υδρογόνο που παράγεται από Βιομάζα ή βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

ι) Καθαρά Φυτικά Έλαια: Τα έλαια που παράγονται από ελαιούχα φυτά μέσω συμπίεσης, έκθλιψης ή ανάλογων μεθόδων, φυσικά ή εξευγενισμένα αλλά μη χημικώς τροποποιημένα, όταν είναι συμβατά με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου κινητήρα ή εξοπλισμού και τις αντίστοιχες απαιτήσεις εκπομπών αερίων ρύπων, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

8. Βιομάζα: Το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων (residues) βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους βιομηχανικών δραστηριοτήτων (related industries), συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και των αστικών αποβλήτων και απορριμμάτων (industrial and municipal waste).

8α. Βιορευστά: Τα υγρά καύσιμα για ενεργειακούς σκοπούς εκτός από κίνηση (not for transport), συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας και της θέρμανσης και της ψύξης, τα οποία παράγονται από βιομάζα.

9. Δίκτυο: Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού Α.Ε. (Δ.Ε.Η. Α.Ε.) που είναι εγκατεστημένο στην ελληνική επικράτεια, το οποίο αποτελείται από γραμμές μέσης και χαμηλής τάσης και εγκαταστάσεις διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και από γραμμές και εγκαταστάσεις υψηλής τάσης, που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο αυτό. Το Δίκτυο, εκτός από το δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, συνδέεται στο Σύστημα μέσω των υποσταθμών υψηλής τάσης και μέσης τάσης (ΥΤ/ΜΤ). Όριο μεταξύ Συστήματος και Δικτύου αποτελεί το διακοπτικό μέσο που βρίσκεται στην πλευρά της ΥΤ του μετασχηματιστή ισχύος του υποσταθμού και το οποίο αποτελεί στοιχείο του Δικτύου. Για τις περιοχές, στο Δίκτυο των οποίων ανήκουν γραμμές ΥΤ, το όριο μεταξύ Συστήματος και Δικτύου καθορίζεται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από εισήγηση του Διαχειριστή του Συστήματος και του Διαχειριστή του Δικτύου και γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.), καθώς και του Κυρίου του Συστήματος και του Δικτύου.

10. Εγγύηση προέλευσης: Ηλεκτρονικό έγγραφο το οποίο χρησιμεύει μόνον ως απόδειξη προς τον τελικό καταναλωτή ότι δεδομένο μερίδιο ή ποσότητα ενέργειας έχει παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές, όπως απαιτείται σύμφωνα με το άρθρο 3 παρ. 6 της Οδηγίας 2003/54/ΕΚ.

11. Εγκατεστημένη Ισχύς σταθμού Α.Π.Ε.: Το άθροισμα της ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος όλων των μονάδων παραγωγής που περιλαμβάνει ο σταθμός Α.Π.Ε.. Ως ονομαστική ισχύς κάθε μονάδας παραγωγής ορίζεται η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας, που προκύπτει από τα σχετικά πιστοποιητικά έγγραφα των κατασκευαστών των μονάδων αυτών και των φορέων που είναι αρμόδιοι για την πιστοποίηση των μονάδων παραγωγής, όταν η μονάδα λειτουργεί, συνεχώς, για χρονικό διάστημα τουλάχιστον δεκαπέντε λεπτών.

12. Ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε.: Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από:

α) εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση μιας ή περισσότερων μορφών Α.Π.Ε. ή

β) εγκαταστάσεις συμπαραγωγής με χρήση μιας ή περισσότερων μορφών Α.Π.Ε. ή

γ) Υβριδικούς Σταθμούς, κατά την έννοια της παραγράφου 25, κατά το μέρος που η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από Α.Π.Ε.. Στην ενέργεια αυτή περιλαμβάνεται και η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την πλήρωση των συστημάτων αποθήκευσης του σταθμού, εφόσον αυτή

παράγεται από Α.Π.Ε., μη συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στα συστήματα αποθήκευσης του σταθμού.

13. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη Χώρα: Η εγχώρια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής των Αυτοπαραγωγών, στην οποία προστίθενται οι εισαγωγές και αφαιρούνται οι εξαγωγές (ακαθάριστη εθνική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας).

14. Ηλιοθερμικός σταθμός: Κάθε εγκατάσταση που εκμεταλλεύεται την άμεση ακτινοβολία, τη μετατρέπει σε θερμική ενέργεια με τελικό σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

15. Μέγιστη Ισχύς Παραγωγής Σταθμού Α.Π.Ε.: Η ηλεκτρική ισχύς που επιτρέπεται να παρέχεται, κατά ανώτατο όριο, από σταθμό Α.Π.Ε. στο σημείο σύνδεσης του με το Δίκτυο. Επιτρέπεται υπέρβαση της μέγιστης ισχύος παραγωγής μέχρι ποσοστού 5%, εφόσον η υπέρβαση αυτή εμφανίζεται σε μικρή συχνότητα, κατά τα καθοριζόμενα στον Κανονισμό Αδειών Παραγωγής που προβλέπεται στην παράγραφο 3 του άρθρου 5. Για τον έλεγχο της υπέρβασης, ως μέγιστη τιμή ισχύος θεωρείται η μέση τιμή ισχύος των μετρήσεων που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια χρονικού διαστήματος δεκαπέντε λεπτών.

16. Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά: Τα νησιά της Ελληνικής Επικράτειας των οποίων το Δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας δεν συνδέεται με το Σύστημα και το Δίκτυο διανομής της ηπειρωτικής χώρας.

17. Μηχανισμός Διασφάλισης: Ο μηχανισμός με τον οποίο διασφαλίζεται από τον Φορέα Ελέγχου η αξιόπιστη λειτουργία του Συστήματος Εγγύησης, καθώς και η ακρίβεια και η εγκυρότητα των Εγγυήσεων που εκδίδονται από τους οικείους φορείς.

18. Οδηγία: Η Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 για την «Προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας».

19. Παραγωγός από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.: Ο παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ή από μονάδες Συμπααραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).

20. Συμπααραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας (Σ.Η.Θ.): Η ταυτόχρονη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ή και μηχανικής ενέργειας στο πλαίσιο μιας μόνο διαδικασίας.

21. Συμπααραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α): Η συμπααραγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 10 %, σε σχέση με τη θερμική και ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών, καθώς και η παραγωγή από Μονάδες Συμπααραγωγής Μικρής και Πολύ Μικρής Κλίμακας που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, ανεξάρτητα από το ποσοστό της εξοικονόμησης. Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, όπου αυτός απαιτείται, γίνεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στην περίπτωση β' του Παραρτήματος ΙΙΙ της Οδηγίας 2004/8/ΕΚ (L 52).

22. Συμπααραγωγή Μικρής Κλίμακας: Η μονάδα συμπααραγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη του ενός (1) MWe.

23. Συμπααραγωγή Πολύ Μικρής Κλίμακας: Η μονάδα συμπααραγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη των πενήντα (50) kWe.

24. Σύστημα: Οι γραμμές υψηλής τάσης, οι εγκατεστημένες στην ελληνική επικράτεια διασυνδέσεις, χερσαίες ή θαλάσσιες και όλες οι συναφείς εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός και οι εγκαταστάσεις ελέγχου που απαιτούνται για την ομαλή, ασφαλή και αδιάλειπτη διακίνηση ηλεκτρικής ενέργειας από έναν σταθμό παραγωγής σε έναν υποσταθμό, από έναν υποσταθμό σε άλλον υποσταθμό ή προς ή από οποιαδήποτε διασύνδεση. Στο Σύστημα δεν περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι γραμμές και εγκαταστάσεις υψηλής τάσης που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο, καθώς και το Δίκτυο των μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

25. Σύστημα Εγγύησης: Το σύνολο των κανόνων και των διαδικασιών που ορίζονται από τον παρόντα νόμο, καθώς και τις κανονιστικές διατάξεις που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότηση του, για την έκδοση των Εγγυήσεων Προέλευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

26. Υβριδικός Σταθμός: Κάθε σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που:

α) Χρησιμοποιεί μία, τουλάχιστον, μορφή Α.Π.Ε..

β) Η συνολική ενέργεια που απορροφά από το Δίκτυο, σε ετήσια βάση, δεν υπερβαίνει το 30% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσης του σταθμού αυτού. Ως ενέργεια που απορροφά ο Υβριδικός Σταθμός από το Δίκτυο, κατά το προηγούμενο εδάφιο, ορίζεται η διαφορά μεταξύ της ενέργειας που μετράται κατά την είσοδο της στο σταθμό και της ενέργειας που αποδίδεται απευθείας στο Δίκτυο από τις μονάδες Α.Π.Ε. του Υβριδικού Σταθμού. Η διαφορά αυτή υπολογίζεται, για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, σε ωριαία βάση. Αν για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας εφαρμόζεται τεχνολογία διαφορετική από αυτή των φωτοβολταϊκών, μπορεί να χρησιμοποιείται και συμβατική ενέργεια που δεν απορροφάται στο Δίκτυο, εφόσον η χρήση της ενέργειας αυτής κρίνεται αναγκαία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η χρησιμοποιούμενη συμβατική ενέργεια δεν μπορεί να υπερβαίνει το 10% της συνολικής ενέργειας που παράγεται, σε ετήσια βάση, από τις μονάδες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας.

γ) Η μέγιστη ισχύς παραγωγής των μονάδων του σταθμού Α.Π.Ε. δεν μπορεί να υπερβαίνει την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων αποθήκευσης του σταθμού αυτού, προσαυξημένη κατά ποσοστό μέχρι 20%.

27. Φορείς Έκδοσης: Οι φορείς που ορίζονται στην παράγραφο 1 του άρθρου 16.

28. Φορέας Ελέγχου: Ο φορέας που ορίζεται στην παράγραφο 2 του άρθρου 16.

29. Συγκρότημα αιολικών πάρκων: Σύνολο αιολικών πάρκων ενός ή περισσότερων φορέων, που αναπτύσσονται σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους και αξιοποιούν κατά το δυνατόν κοινές υποδομές οδοποιίας και ηλεκτρικής διασύνδεσης, αποτελώντας ουσιαστικά ένα ενιαίο έργο.

30. Φωτοβολταϊκός σταθμός: Κάθε εγκατάσταση που εκμεταλλεύεται την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φωτοβολταϊκού - φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

30α. Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας: Τα ενεργειακά βασικά προϊόντα (commodities) που παραδίδονται για ενεργειακούς σκοπούς στη βιομηχανία, στις μεταφορές, στα νοικοκυριά, στις υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένων των δημόσιων υπηρεσιών, στη γεωργία, στη δασοκομία και στην αλιεία, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από τον ενεργειακό κλάδο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, και συμπεριλαμβανομένων των απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας κατά τη διανομή και τη μεταφορά.

30β. Καθεστώς στήριξης: Κάθε μέσο, καθεστώς ή μηχανισμός που δρομολογείται από τις αρχές της χώρας ή ομάδα κρατών - μελών στην οποία η χώρα συμμετέχει και προάγει τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μειώνοντας το κόστος της εν λόγω ενέργειας, αυξάνοντας την τιμή πώλησης της ή αυξάνοντας, με την επιβολή υποχρέωσης χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή με άλλον τρόπο, τις αγοραζόμενες ποσότητες της εν λόγω ενέργειας. Στα καθεστώτα στήριξης περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, οι επενδυτικές ενισχύσεις, οι φορολογικές απαλλαγές ή μειώσεις, οι επιστροφές φόρου, τα καθεστώτα στήριξης της υποχρέωσης χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που χρησιμοποιούν πράσινα πιστοποιητικά, και τα καθεστώτα άμεσης στήριξης των τιμών συμπεριλαμβανομένων των εγγυημένων τιμών αγοράς και της καταβολής πριμοδοτήσεων.

30γ. Υποχρέωση χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας: Εθνικό καθεστώς στήριξης το οποίο επιβάλλει στους παραγωγούς ενέργειας την υποχρέωση να συμπεριλαμβάνουν ένα συγκεκριμένο ποσοστό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή τους, απαιτεί από τους προμηθευτές ενέργειας να συμπεριλαμβάνουν ένα συγκεκριμένο ποσοστό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον εφοδιασμό τους ή απαιτεί από τους καταναλωτές ενέργειας να συμπεριλαμβάνουν ένα συγκεκριμένο ποσοστό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση τους. Συμπεριλαμβάνονται καθεστώτα δυνάμει των οποίων οι απαιτήσεις αυτές είναι δυνατόν να τηρούνται μέσω της προσκόμισης πράσινου πιστοποιητικού.

30δ. Τηλεθέρμανση ή τηλεψύξη: Η διανομή θερμικής ενέργειας υπό μορφή ατμού, ζεστού νερού ή ψυχρών υγρών (chilled liquids), από μια κεντρική πηγή παραγωγής μέσω δικτύου σε πολλά κτίρια ή τόπους, για τη θέρμανση ή ψύξη χώρων και τη βιομηχανική θέρμανση ή ψύξη.



30ε. Βιοαέριο: Το καύσιμο αέριο που παράγεται από βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων και απορριμμάτων, το οποίο μπορεί να καθαρισθεί και να αναβαθμισθεί σε ποιότητα φυσικού αερίου.

31. Κατά τα λοιπά, για την εφαρμογή των διατάξεων του παρόντος νόμου, ισχύουν οι ορισμοί των διατάξεων του ν. 2773/1999 (ΦΕΚ 286 Α'), όπως ισχύει, καθώς και των σχετικών διατάξεων της κείμενης νομοθεσίας και των κανονιστικών πράξεων που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή τους.

## Άρθρο 2Α

### Υπολογισμός μεριδίου ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Άρθρο 3 παρ. 4 και άρθρο 5 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ)

1. Η ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές υπολογίζεται ως το άθροισμα:

- α) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές,
- β) της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη και
- γ) της τελικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές.

Για τον υπολογισμό του μεριδίου ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, τα αέρια (gas), η ηλεκτρική ενέργεια και το υδρογόνο που παράγονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) λαμβάνονται υπόψη μία μόνον φορά για την εφαρμογή των διατάξεων των περιπτώσεων α', β' ή γ' του πρώτου εδαφίου.

2. Για τους σκοπούς της παραγράφου 1 περίπτωση α', η ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπολογίζεται ως η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στη χώρα από τις εν λόγω πηγές, εξαιρουμένης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με συστήματα αποθήκευσης μέσω άντλησης νερού που έχει προηγουμένως αντληθεί στον άνω ταμιευτήρα.

Σε σταθμούς παραγωγής πολλαπλών καυσίμων (multi fuel plants) που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες και συμβατικές πηγές ενέργειας, λαμβάνεται υπόψη μόνο το μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές. Για τους σκοπούς του εν λόγω υπολογισμού, η συμβολή κάθε πηγής ενέργειας υπολογίζεται με βάση το ενεργειακό της περιεχόμενο.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από υδροηλεκτρικούς και αιολικούς σταθμούς λαμβάνεται υπόψη σύμφωνα με τους κανόνες κανονικοποίησης (normalization rules) του Παραρτήματος 1,

3. Για τους σκοπούς της παραγράφου 1 περίπτωση β' η ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για θέρμανση και ψύξη υπολογίζεται ως η ποσότητα ενέργειας για τηλεθέρμανση και τηλεψύξη (quantity of district heating and cooling) που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, συν η κατανάλωση άλλων μορφών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη βιομηχανία, στα νοικοκυριά, στις υπηρεσίες, στη γεωργία, στη δασοκομία και στην αλιεία για θέρμανση, ψύξη και για βιομηχανικές διεργασίες (processing purposes).

Σε σταθμούς πολλαπλών καυσίμων που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες και συμβατικές ενεργειακές πηγές, λαμβάνεται υπόψη μόνον το κλάσμα της θέρμανσης και ψύξης που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές. Για τους σκοπούς του εν λόγω υπολογισμού, η συμβολή κάθε πηγής ενέργειας υπολογίζεται με βάση το ενεργειακό της περιεχόμενο.

Η αεροθερμική, η γεωθερμική και η υδροθερμική ενέργεια που δεσμεύεται από (captured by) αντλίες θερμότητας λαμβάνεται υπόψη για τους σκοπούς της παραγράφου 1 περίπτωση β', υπό την προϋπόθεση ότι η τελική χρήσιμη ενέργεια (final energy output) υπερβαίνει κατά πολύ την πρωτογενή ενέργεια (primary energy input) που απαιτείται για τη λειτουργία των αντλιών θερμότητας. Η ποσότητα της θερμικής ενέργειας που θα θεωρηθεί ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές για τους σκοπούς του νόμου αυτού, υπολογίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο που καθορίζεται στο Παράρτημα 2.

Για τους σκοπούς της παραγράφου 1 β, δεν λαμβάνεται υπόψη η θερμική ενέργεια που παράγεται από συστήματα παθητικής ενέργειας με τα οποία επιτυγχάνεται χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας με

παθητικό τρόπο, μέσω του σχεδιασμού του κτιρίου ή από τη θερμότητα που παράγεται από ενέργεια από μη ανανεώσιμες πηγές.

4. Το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές υπολογίζεται διαιρώντας την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές δια της ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας από όλες τις ενεργειακές πηγές, και εκφράζεται ως ποσοστό. Για τους σκοπούς του πρώτου εδαφίου, το άθροισμα που αναφέρεται στην παράγραφο 1 προσαρμόζεται σύμφωνα με τα άρθρα 32Α και 32Δ του παρόντος και τα άρθρα 8 και 10 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ. Κατά τον υπολογισμό της ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της χώρας για τους σκοπούς μέτρησης της συμμόρφωσης της προς τους στόχους και την ενδεικτική πορεία που ορίζονται στο νόμο αυτόν, η ποσότητα ενέργειας που καταναλίσκεται στην αεροπορία υπολογίζεται ότι δεν υπερβαίνει, ως ποσοστό της ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, το 6,13 %.

5. Η μεθοδολογία ΚΟΛ οι ορισμοί που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του μεριδίου της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές προβλέπονται στον Κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1099/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 22ας Οκτωβρίου 2008, για τις στατιστικές ενέργειας (L 304),

6. Το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε όλες τις μορφές μεταφορών το έτος 2020 αντιπροσωπεύει ποσοστό τουλάχιστον 10% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές, σύμφωνα με το άρθρο 1 παράγραφος 3 περίπτωση δ.

Για τους σκοπούς της παρούσας παραγράφου, ισχύουν οι ακόλουθες ρυθμίσεις:

α) για τον υπολογισμό του παρονομαστή, ήτοι της συνολικής ποσότητας ενέργειας που καταναλίσκεται στις μεταφορές για τους σκοπούς του πρώτου εδαφίου, λαμβάνονται υπόψη μόνο η βενζίνη, το πετρέλαιο κίνησης (diesel), τα βιοκαύσιμα που καταναλίσκονται στις οδικές ΚΟΛ σιδηροδρομικές μεταφορές και η ηλεκτρική ενέργεια,

β) για τον υπολογισμό του αριθμητή, ήτοι της ποσότητας ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που καταναλίσκεται στις μεταφορές για τους σκοπούς του πρώτου εδαφίου, λαμβάνονται υπόψη όλες οι μορφές ανανεώσιμης ενέργειας που καταναλίσκονται σε όλες τις μορφές μεταφορών,

γ) για τον υπολογισμό του μεριδίου της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές και καταναλίσκεται από όλα τα είδη ηλεκτρικών οχημάτων για τους σκοπούς των περιπτώσεων α' και β' χρησιμοποιείται είτε το μέσο μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Ευρωπαϊκή Ένωση είτε το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Ελλάδα, όπως μετρήθηκε δύο έτη πριν από το υπό συζήτηση έτος. Πέραν τούτου, για τον υπολογισμό της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που καταναλίσκεται από ηλεκτρικά οχήματα, η κατανάλωση αυτή υπολογίζεται ως το γινόμενο επί 2,5 του ενεργειακού περιεχομένου της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Ως ενεργειακό περιεχόμενο των καυσίμων για μεταφορές λαμβάνεται το προβλεπόμενο στο Παράρτημα 3.

## **Άρθρο 2B**

### **Εθνικό σχέδιο δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια (Άρθρο 4 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ)**

1. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής εγκρίνεται εθνικό σχέδιο δράσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, το οποίο υποβάλλεται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Το σχέδιο αυτό ορίζει τους εθνικούς συνολικούς στόχους, καθώς και την ενδεικτική πορεία επίτευξης τους για τα μερίδια της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που καταναλώνονται στις μεταφορές, στους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας, της θέρμανσης και ψύξης το 2020, λαμβάνοντας υπόψη τον αντίκτυπο άλλων μέτρων πολιτικής που αφορούν την ενεργειακή απόδοση στην τελική κατανάλωση ενέργειας και τα κατάλληλα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την επίτευξη των εν λόγω εθνικών συνολικών στόχων, συμπεριλαμβανομένων της συνεργασίας μεταξύ τοπικών, περιφερειακών

και εθνικών αρχών, των προγραμματιζόμενων στατιστικών μεταβιβάσεων ή κοινών έργων, εθνικών πολιτικών για την ανάπτυξη των υφιστάμενων πόρων βιομάζας και την εκμετάλλευση νέων πόρων βιομάζας για διαφορετικές χρήσεις, καθώς και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την τήρηση των απαιτήσεων των άρθρων 15, 16, 17 του ν. 3468/2006 και 13, 14, 16 έως και 19 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.

2. Αν το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που αναφέρεται στο εθνικό σχέδιο δράσης της παραγράφου 1 πέσει κάτω από την ενδεικτική πορεία κατά την αμέσως προηγούμενη διετία, υποβάλλεται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έως τις 30 Ιουνίου του επόμενου έτους, τροποποιημένο σχέδιο δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια στο οποίο εκτίθενται κατάλληλα και ανάλογα μέτρα με σκοπό την ανάκτηση, εντός εύλογου χρονικού διαστήματος, της ενδεικτικής πορείας του σχεδίου αυτού.

3. Για την εκπόνηση του εθνικού σχεδίου δράσης και για την τεχνική και επιστημονική υποστήριξη του, ο Υπουργός Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής επιτρέπεται να συνάπτει προγραμματικές συμβάσεις για τις οποίες ισχύουν οι διατάξεις των παραγράφων 2α και 3 του άρθρου 225 του ν. 3463/2006 (Α' 114) με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Η υποστήριξη εκ μέρους του Κ.Α.Π.Ε., ιδίως στην εκπόνηση μελετών και εκθέσεων, αφορά στην εκπλήρωση των εθνικών υποχρεώσεων που απορρέουν από τον παρόντα νόμο και εν γένει από τη σχετική εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία για τις Α.Π.Ε.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β΄**

### **ΑΔΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

#### **Άρθρο 3**

#### **Άδεια Παραγωγής**

1. Η άδεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. χορηγείται με απόφαση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- α) Της εθνικής ασφάλειας.
- β) Της προστασίας της δημόσιας υγείας και ασφάλειας.
- γ) Της εν γένει ασφάλειας των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού του Συστήματος και του Δικτύου.
- δ) Της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου για το οποίο υποβάλλεται η σχετική αίτηση, όπως η αποδοτικότητα αυτή προκύπτει, για τα έργα Α.Π.Ε., από μετρήσεις του δυναμικού Α.Π.Ε. και για τις μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. από τα ενεργειακά ισοζύγιά τους. Ειδικά για το αιολικό δυναμικό, οι υποβαλλόμενες μετρήσεις πρέπει να έχουν εκτελεστεί από πιστοποιημένους φορείς, σύμφωνα με το πρότυπο DIN-EN ISO/IEC17025/2000, όπως ισχύει κάθε φορά.
- ε) Της ωριμότητας της διαδικασίας υλοποίησης του έργου, όπως προκύπτει από μελέτες που έχουν εκπονηθεί, γνωμοδοτήσεις αρμόδιων υπηρεσιών, καθώς και από άλλα συναφή στοιχεία.
- ζ) Της δυνατότητας του αιτούντος ή των μετόχων ή εταίρων του να υλοποιήσει το έργο με βάση την επιστημονική και τεχνική επάρκειά του και της δυνατότητας εξασφάλισης της απαιτούμενης χρηματοδότησης από ίδια κεφάλαια ή τραπεζική χρηματοδότηση έργου ή κεφάλαια επιχειρηματικών συμμετοχών ή συνδυασμό αυτών.
- η) Της διασφάλισης παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και προστασίας των πελατών.
- θ) Της δυνατότητας υλοποίησης του έργου σε συμμόρφωση με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε. και ειδικότερα με τις διατάξεις του για τις περιοχές αποκλεισμού χωροθέτησης εγκαταστάσεων Α.Π.Ε., εφόσον οι περιοχές αυτές έχουν οριοθετηθεί κατά τρόπο ειδικό και συγκεκριμένο, καθώς και τις διατάξεις του για τον έλεγχο της φέρουσας ικανότητας στις περιοχές που επιτρέπονται Α.Π.Ε., ώστε να διασφαλίζεται η κατ' αρχήν προστασία του περιβάλλοντος.

ι) Της συμβατότητας του έργου με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την επίτευξη των στόχων που προβλέπονται στην παρ. 3 του άρθρου 1.

2. Η Ρ.Α.Ε., πριν εκδώσει την απόφαση της, μπορεί να συνεργάζεται με τον Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου ή των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών για τον καθ' αρχήν καθορισμό του τρόπου και του σημείου σύνδεσης του σταθμού με το Σύστημα ή το Δίκτυο. Ο καθορισμός αυτός γίνεται μέσα σε είκοσι (20) ημέρες από την ημερομηνία υποβολής του ερωτήματος της Ρ.Α.Ε. προς τον Διαχειριστή και δεν συνεπάγεται δέσμευση του Διαχειριστή ή της Ρ.Α.Ε. για την ύπαρξη διαθέσιμου ηλεκτρικού χώρου κατά τη χορήγηση της Προσφοράς Σύνδεσης. Η Ρ.Α.Ε. εξετάζει αν πληρούνται τα κριτήρια που αναφέρονται στην παράγραφο 1 και αποφασίζει για τη χορήγηση ή μη άδειας παραγωγής μέσα σε δύο (2) μήνες από την υποβολή της αίτησης, εφόσον ο φάκελος είναι πλήρης, άλλως από τη συμπλήρωσή του. Ο φάκελος θεωρείται πλήρης, αν μέσα σε τριάντα (30) ημέρες από την υποβολή του δεν ζητηθούν εγγράφως από τον αιτούντα συμπληρωματικά στοιχεία. Η απόφαση αναρτάται στην ιστοσελίδα της Ρ.Α.Ε. και κοινοποιείται στον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με επιμέλειά της και δημοσιεύεται αμελλητί σε μία ημερήσια εφημερίδα πανελλαδικής κυκλοφορίας με μέριμνα του δικαιούχου. Κατά της απόφασης αυτής χωρεί αίτηση αναθεώρησης σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 32 και 33 του ν. 4001/2011.

3. Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- α) τον κάτοχο της, παραγωγό ή αυτοπαραγωγό, φυσικό ή νομικό πρόσωπο,
- β) τον τόπο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,
- γ) την Εγκατεστημένη Ισχύ και τη Μέγιστη Ισχύ Παραγωγής,
- δ) τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή τη μορφή Α.Π.Ε., αν χορηγείται για σταθμό Α.Π.Ε.,
- ε) τη διάρκεια ισχύος της,

στ) το ή τα πρόσωπα, φυσικά ή νομικά, που εξασφαλίζουν τη χρηματοδότηση του έργου, τα οποία μπορεί να είναι διαφορετικά από τον κάτοχο της άδειας ή τους μετόχους του και έχουν αξιολογηθεί από τη Ρ.Α.Ε. κατά το κριτήριο (ζ) της παρ. 1 του παρόντος άρθρου.

4. Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. χορηγείται για χρονικό διάστημα μέχρι είκοσι πέντε (25) έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρόνο. Ο αδειούχος προβαίνει αμελλητί σε όλες τις αναγκαίες ενέργειες για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης και σε κάθε περίπτωση εντός διαστήματος που δεν υπερβαίνει τους τριάντα (30) μήνες από την έκδοση της άδειας παραγωγής, καθώς και για την υλοποίηση του έργου. Η Ρ.Α.Ε. ανακαλεί την άδεια παραγωγής στην περίπτωση μη συμμόρφωσης του αδειούχου με την ανωτέρω υποχρέωση, σύμφωνα με τις σχετικές ρυθμίσεις της υπουργικής απόφασης της παραγράφου 3 του άρθρου 5 με την οποία εγκρίνεται ο Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α..

5. Σε περίπτωση μεταβολής των στοιχείων της παρ. 3, πλην του στοιχείου ε' αυτής, η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. μπορεί να τροποποιείται με απόφαση της Ρ.Α.Ε., ύστερα από σχετική αίτηση του κατόχου.

Η Ρ.Α.Ε. αποφασίζει για την τροποποίηση της άδειας παραγωγής, μέσα σε εξήντα (60) ημέρες από την υποβολή σχετικής αίτησης, κατά τα οριζόμενα στην απόφαση που εκδίδεται σύμφωνα με τις παραγράφους 1 και 3 του άρθρου 5, εφόσον ο φάκελος είναι πλήρης, άλλως από τη συμπλήρωσή του. Ο φάκελος θεωρείται πλήρης εάν μέσα σε είκοσι (20) ημέρες από την υποβολή του δεν ζητηθούν εγγράφως από τον ενδιαφερόμενο συμπληρωματικά στοιχεία. Η απόφαση τροποποίησης αναρτάται με επιμέλεια της Ρ.Α.Ε. στην ιστοσελίδα της και καταχωρίζεται στο μητρώο που τηρείται στην Αυτοτελή Υπηρεσία για Α.Π.Ε. του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις εξής περιπτώσεις:

α) Αν η Εγκατεστημένη Ισχύς ή η Μέγιστη Ισχύς Παραγωγής σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέεται με το Σύστημα ή το Δίκτυο, αυξηθεί μέχρι δέκα τοις εκατό (10%) συνολικά σε σχέση με την αρχική άδεια, εφόσον δεν επέρχεται μεταβολή του γηπέδου άλλη εκτός από τη μείωση του εμβαδού του. Στην περίπτωση αυτή, η άδεια εγκατάστασης που προβλέπεται στο άρθρο 8 τροποποιείται, μετά από επαναδιατύπωση των όρων σύνδεσης του σταθμού από τον Διαχειριστή του

Συστήματος ή του Δικτύου. Οι διατάξεις αυτές δεν εφαρμόζονται σε σταθμούς που εντάσσονται σε ειδικό πρόγραμμα, καθώς και σε περιοχές με κορεσμένα δίκτυα. Οι περιοχές με κορεσμένα δίκτυα και η δυνατότητα απορρόφησης ισχύος σε αυτές διαπιστώνονται με απόφαση της Ρ.Α.Ε. που εκδίδεται μετά από εισήγηση του αρμόδιου Διαχειριστή. Η απόφαση αυτή αναρτάται με επιμέλεια της Ρ.Α.Ε. στην ιστοσελίδα της ή δημοσιοποιείται με άλλο πρόσφορο τρόπο και κοινοποιείται αμελλητί στην Αυτοτελή Υπηρεσία Α.Π.Ε. του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

β) Αν μεταβληθεί η κατοικία ή η έδρα του Αδειούχου.

γ) Αν μειωθεί η Εγκατεστημένη Ισχύς ή η Μέγιστη Ισχύς Παραγωγής σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέεται με το Σύστημα ή το Δίκτυο, εφόσον από τη μείωση δεν επέρχεται μεταβολή του γηπέδου άλλη εκτός από τη μείωση του εμβαδού του.

δ) Αν από τις επερχόμενες μεταβολές των στοιχείων της άδειας παραγωγής που ορίζονται στην παράγραφο 3 δεν επηρεάζεται η αξιολόγηση των κριτηρίων που αναφέρονται στην παράγραφο 1.

Αν συντρέχει οποιαδήποτε από τις παραπάνω περιπτώσεις, ο κάτοχος της άδειας παραγωγής υποχρεούται να το γνωστοποιήσει αμελλητί στη Ρ.Α.Ε. και τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με γραπτή δήλωσή του. Η Γραμματεία της Ρ.Α.Ε. εκδίδει σχετική βεβαίωση μέσα σε προθεσμία δέκα (10) ημερών από την υποβολή της δήλωσης, την οποία κοινοποιεί στην Αυτοτελή Υπηρεσία Α.Π.Ε. του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και αναρτά στην ιστοσελίδα της ή δημοσιοποιεί με οποιονδήποτε άλλο πρόσφορο τρόπο. Αν ο κάτοχος της άδειας παραλείψει την ενημέρωση αυτή, επιβάλλονται σε βάρος του οι κυρώσεις που προβλέπονται στο άρθρο 22.

Κατά τη διάρκεια ισχύος της άδειας παραγωγής υφιστάμενου αιολικού πάρκου, επιτρέπεται η αποξήλωση και η αντικατάστασή του, με δυνατή αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος του έως 10% χωρίς αύξηση του γηπέδου εγκατάστασης, μετά από βεβαίωση για την ανανέωση της άδειας παραγωγής που χορηγείται από τη Γραμματεία της Ρ.Α.Ε.. Στις περιπτώσεις αυτές η Προσφορά Σύνδεσης επανεκδίδεται με απλή επανάληψη των όρων που είχαν τεθεί στην προηγούμενη περίοδο λειτουργίας του σταθμού, χωρίς πρόσθετους όρους ή περιορισμούς.

6. Ο κάτοχος άδειας παραγωγής μπορεί, μετά από σχετική απόφαση της Ρ.Α.Ε., να μεταβιβάζει την άδειά του σε άλλα φυσικά ή νομικά πρόσωπα, εφόσον πληρούνται τα κριτήρια που ορίζονται στις περιπτώσεις α', ζ' και η' της παραγράφου 1.

7. Κατά τη χορήγηση της άδειας παραγωγής για σταθμούς Α.Π.Ε. στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά ή σε περιοχές με κορεσμένα ηλεκτρικά δίκτυα ή άλλους υφιστάμενους περιορισμούς που αφορούν την εγκατάσταση σταθμών Α.Π.Ε., οι αιτήσεις Αυτοπαραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ικανοποιούνται, κατά προτεραιότητα, έναντι άλλων αιτήσεων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε..

8. Η χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. δεν απαλλάσσει τον κάτοχό της από την υποχρέωση να λάβει άλλες άδειες ή εγκρίσεις που προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία, όπως η έγκριση περιβαλλοντικών όρων και οι άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας. Η χορήγηση άδειας παραγωγής αποτελεί προϋπόθεση της υποβολής αιτήματος για τη χορήγηση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.). Πριν από τη χορήγηση της άδειας παραγωγής, οι αρμόδιες υπηρεσίες οφείλουν να εξετάζουν αιτήσεις ενδιαφερομένων για την έκδοση γνωμοδοτήσεων σχετικών με την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που απαιτούνται στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.

9. Σε περίπτωση αλληλεπικάλυψης αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής σε σταθμούς Α.Π.Ε. σε ορισμένη περιοχή ή σε περίπτωση που η Ρ.Α.Ε. χρειάζεται να προβεί σε συγκριτική αξιολόγηση αιτήσεων λόγω των ρυθμίσεων του χωροταξικού σχεδιασμού ή και λόγω περιορισμένης ικανότητας του δικτύου, προτεραιότητα στη λήψη της άδειας έχουν οι αιτήσεις που υποβάλλονται από νομικά πρόσωπα στα οποία μετέχουν οι Ο.Τ.Α., στα όρια των οποίων χωροθετείται ο σταθμός, με ποσοστό συμμετοχής που δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 33%. Για τη διενέργεια αξιολόγησης κατά την παράγραφο αυτή πρέπει οι συγκρινόμενες αιτήσεις να έχουν υποβληθεί σε χρονικό διάστημα

που δεν υπερβαίνει τις δέκα (10) ημέρες από την υποβολή της πρώτης από αυτές. Απαγορεύεται, με ποινή ανάκλησης της άδειας, η μεταβίβαση σε οποιονδήποτε τρίτο των μετοχών που κατέχουν οι Ο.Τ.Α., καθώς και η μεταβίβαση ή ενεχυρίαση των δικαιωμάτων που απορρέουν από αυτές, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα δικαιώματα ψήφου στη Γενική Συνέλευση και λήψης μερισμάτων, για χρονικό διάστημα πέντε (5) ετών από την έναρξη λειτουργίας του έργου.

10. Κατά την αξιολόγηση αιτήσεων για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., που υποβάλλονται από νομικά πρόσωπα, στο μετοχικό ή εταιρικό κεφάλαιο των οποίων μετέχουν τουλάχιστον είκοσι (20) πρόσωπα με μετοχική ή εταιρική συμμετοχή, κατ' ανώτατο όριο, μέχρι εκατό χιλιάδες (100.000) ευρώ το καθένα, συνεκτιμάται η συμμετοχή σε αυτά: α) φυσικών προσώπων που είναι δημότες του Ο.Τ.Α., πρώτου ή δεύτερου βαθμού, όπου πρόκειται να εγκατασταθεί το έργο ή β) νομικών προσώπων που ανήκουν σε αυτούς τους Ο.Τ.Α. ή γ) τοπικών συλλόγων ή δ) αστικών μη κερδοσκοπικών εταιρειών, με έδρα εντός των διοικητικών ορίων αυτών των Ο.Τ.Α.. Αν χορηγηθεί άδεια παραγωγής, η προθεσμία της παρ. 4 του άρθρου 3 για τη λήψη της άδειας εγκατάστασης ορίζεται σε τριάντα (30) μήνες, και εφαρμόζονται αναλόγως οι λοιπές διατάξεις της παραγράφου αυτής.

11. Κατά τη διαδικασία αξιολόγησης των αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής, καθώς και του έλεγχου τήρησης των όρων που περιλαμβάνονται στην άδεια αυτή, η Ρ.Α.Ε. μπορεί να συνεργάζεται με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.), στο πλαίσιο σχετικής συμφωνίας για την παροχή, από αυτό, υπηρεσιών τεχνικού συμβούλου υπό την εποπτεία και τις οδηγίες της.

12. Κατά τη χορήγηση της άδειας παραγωγής ή εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης της άδειας αυτής για σταθμούς Α.Π.Ε. σε νησιά, οι αιτήσεις για την εγκατάσταση σταθμών Α.Π.Ε. που συνδυάζονται με εγκατάσταση μονάδας παραγωγής πόσιμου νερού ή νερού άλλης χρήσης, μέσω αφαλάτωσης, εξετάζονται κατ' απόλυτη προτεραιότητα, εφόσον η εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού Α.Π.Ε. δεν υπερβαίνει κατά 25% την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας αφαλάτωσης και υπό την προϋπόθεση ότι έχουν συναφθεί συμβάσεις μεταξύ του αιτούντος και της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής ή του οικείου ή των οικείων Ο.Τ.Α. για τη διάθεση των παραγόμενων ποσοτήτων νερού. Στις περιπτώσεις αυτές, ο χρόνος ισχύος της χορηγούμενης άδειας συναρτάται προς το χρόνο ισχύος της σύμβασης.

Η δυνατότητα ένταξης της ως άνω μονάδας Α.Π.Ε., κρίνεται κατόπιν ειδικής τεχνικοοικονομικής μελέτης η οποία εκπονείται από τον αιτούντα. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τη μονάδα Α.Π.Ε. συμψηφίζεται, σε ωριαία βάση, με την καταναλισκόμενη από τη μονάδα αφαλάτωσης. Το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να διατίθεται στο δίκτυο μέχρι ποσοστού 20% της παραγόμενης ισχύος σύμφωνα με τα ισχύοντα για τους αυτοπαραγωγούς. Με τον Κανονισμό Αδειών που προβλέπεται στην παρ. 3 του άρθρου 5, καθορίζεται η διαδικασία χορήγησης και ανάκλησης σε περίπτωση μη υλοποίησης της μονάδας αφαλάτωσης της ανωτέρω άδειας και κάθε ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή των διατάξεων της παρούσας.

#### **Άρθρο 4**

#### **Εξαιρέσεις από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής**

1. Εξαιρούνται από την υποχρέωση να λάβουν άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή άλλη διαπιστωτική απόφαση φυσικά ή νομικά πρόσωπα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τις εξής κατηγορίες εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.:

α) γεωθερμικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του μισού (0,5) MW,

β) σταθμούς βιομάζας, βιοαερίου και βιοκαυσίμων με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του ενός (1) MW,

γ) φωτοβολταϊκούς ή ηλιοθερμικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του ενός (1) MWp,

δ) αιολικές εγκαταστάσεις με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση των εκατό (100) kW,

ε) σταθμούς Σ.Η.Θ.Υ.Α. με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του ενός (1) MWe,

στ) σταθμούς από Α.Π.Ε ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. με εγκατεστημένη ισχύ έως πέντε (5) MWe, που εγκαθίστανται από εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς φορείς του Δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα, για όσο χρόνο οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν αποκλειστικά για εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς σκοπούς, σταθμούς που εγκαθίστανται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) για όσο χρόνο οι σταθμοί αυτοί λειτουργούν για τη διενέργεια πιστοποιήσεων ή μετρήσεων, καθώς και σταθμούς από Α.Π.Ε. με εγκατεστημένη ισχύ έως πέντε (5) MWe των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης, την προμήθεια και εγκατάσταση των οποίων αναλαμβάνει για λογαριασμό τους το Κ.Α.Π.Ε. στο πλαίσιο προγραμματικών με αυτούς συμβάσεων,

ζ) αυτόνομους σταθμούς από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. οι οποίοι δεν συνδέονται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση των πέντε (5) MWe, χωρίς δυνατότητα τροποποίησης της αυτόνομης λειτουργίας τους. Τα πρόσωπα που έχουν την ευθύνη της λειτουργίας των σταθμών της περίπτωσης αυτής, υποχρεούνται, πριν εγκαταστήσουν τους σταθμούς, να ενημερώνουν τον αρμόδιο Διαχειριστή για τη θέση, την ισχύ και την τεχνολογία των σταθμών αυτών, και

η) λοιπούς σταθμούς με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση των πενήντα (50) kW, εφόσον οι σταθμοί αυτοί χρησιμοποιούν Α.Π.Ε. από τις οριζόμενες στην παρ. 2 του άρθρου 2, με μορφή διαφορετική από αυτή που προβλέπεται στις προηγούμενες περιπτώσεις.

Το όριο ισχύος στις περιπτώσεις γ' και δ' ισχύει για το σύνολο των σταθμών που ανήκουν στο ίδιο φυσικό ή νομικό πρόσωπο και εγκαθίστανται στο ίδιο ή όμορο ακίνητο και η τιμολόγηση γίνεται με βάση την αθροιστική ισχύ του συνόλου των σταθμών.

Μονάδες παραγωγής ενέργειας με ισχύ μέχρι 1 MW που εγκαθίστανται σε ακίνητα κατά μήκος του σιδηροδρομικού διαδρόμου, που διαχειρίζεται η ΓΑΙΑΟΣΕ και απέχουν τουλάχιστον 100 μέτρα μεταξύ τους δεν θεωρούνται ότι εγκαθίστανται στο ίδιο ή όμορο ακίνητο.

2. Ο αρμόδιος Διαχειριστής ενημερώνει, στο τέλος κάθε ημερολογιακού διμήνου, την Αυτοτελή Υπηρεσία για Α.Π.Ε. του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και τη Ρ.Α.Ε. για τη σύνδεση των σταθμών της προηγούμενης παραγράφου και αναρτά τα σχετικά στοιχεία στην ιστοσελίδα του.

Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. της παραγράφου 1 δεν επιτρέπεται να μεταβιβάζονται πριν από την έναρξη της λειτουργίας τους. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η μεταβίβασή τους σε νομικά πρόσωπα, εφόσον το εταιρικό κεφάλαιο της εταιρείας προς την οποία γίνεται η μεταβίβαση κατέχεται εξ ολοκλήρου από το μεταβιβάζον φυσικό ή νομικό πρόσωπο.

3. Ο αρμόδιος Διαχειριστής υποχρεούται, ύστερα από αίτηση του ενδιαφερομένου, να προβαίνει στις αναγκαίες ενέργειες για τη σύνδεση των σταθμών της παραγράφου 1 με το Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο ή το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, εκτός αν συντρέχουν τεκμηριωμένοι τεχνικοί λόγοι που δικαιολογούν την άρνηση της σύνδεσης, σύμφωνα με όσα ορίζονται στους αντίστοιχους Κώδικες Διαχείρισης, ή υφίσταται κορεσμός των δικτύων που διαπιστώνεται με τη διαδικασία των δύο τελευταίων εδαφίων της περίπτωσης α' της παρ. 5 του άρθρου 3. Κατά τη διαδικασία αυτή τηρείται σειρά προτεραιότητας των αιτήσεων που υποβάλλονται, οι οποίες δημοσιοποιούνται με ευθύνη του αρμόδιου Διαχειριστή στο διαδικτυακό του τόπο και ενημερώνονται σχετικά η Αυτοτελής Υπηρεσία για Α.Π.Ε. του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και η Ρ.Α.Ε..

4. Κατά την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης ο αρμόδιος Διαχειριστής διενεργεί έλεγχο στους σταθμούς που υπάγονται στις περιπτώσεις α' έως στ' και η' της παρ. 1, προκειμένου να βεβαιωθεί ότι εγκαθίστανται σε ακίνητο το οποίο ανήκει στην κυριότητα ή βρίσκεται στη νόμιμη χρήση του φορέα του σταθμού.

5. α) Κατά την έκδοση της απόφασης της Ρ.Α.Ε. που προβλέπεται στα δύο τελευταία εδάφια της περίπτωσης α' της παρ. 5 του άρθρου 3, με την οποία καθορίζεται η δυνατότητα απορρόφησης ισχύος σε περιοχές με κορεσμένο δίκτυο, η ισχύς αυτή κατανέμεται μεταξύ των σταθμών της παραγράφου 1

του παρόντος άρθρου και των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε., για τους οποίους απαιτείται άδεια παραγωγής με βάση το επενδυτικό ενδιαφέρον που εκδηλώθηκε.

β) Στις περιοχές της περίπτωσης α' ο αρμόδιος Διαχειριστής υποχρεούται να προβαίνει στις αναγκαίες ενέργειες για τη σύνδεση των σταθμών της παραγράφου 1 με το Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο ή το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών με βάση τη σειρά προτεραιότητας των αιτήσεων που υποβάλλονται, έως ότου εξαντληθεί το εκάστοτε όριο. Αν ο ενδιαφερόμενος δεν προχωρήσει, με δική του υπαιτιότητα, σε έναρξη εργασιών εγκατάστασης του σταθμού μέσα σε ένα έτος από την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης με το Σύστημα ή το Δίκτυο, η Προσφορά Σύνδεσης αίρεται αυτοδικαίως και ο αρμόδιος Διαχειριστής κατανέμει τη διαθέσιμη ισχύ στον επόμενο κατά σειρά προτεραιότητας ενδιαφερόμενο.

γ) Στις περιοχές της περίπτωσης α', για τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. που δεν απαλλάσσονται από την υποχρέωση χορήγησης άδειας παραγωγής, ο αρμόδιος Διαχειριστής αποφασίζει για τη χορήγηση δεσμευτικής Προσφοράς Σύνδεσης στους σταθμούς που έχουν ήδη λάβει άδεια παραγωγής, εξετάζοντας τα σχετικά αιτήματα που υποβάλλονται με σειρά προτεραιότητας κατά την ημερομηνία χορήγησης της απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων του σταθμού ή, σε περίπτωση απαλλαγής από αυτήν, κατά την ημερομηνία υποβολής αίτησης συνοδευόμενη από πλήρη φάκελο με δικαιολογητικά σε αυτόν, εφόσον εξακολουθεί να υφίσταται το ενδιαφέρον του αιτούντος. Αν, με βάση τις άδειες παραγωγής που χορηγήθηκαν, εκτιμάται ότι υπάρχει δυνατότητα να εξεταστούν πρόσθετα αιτήματα, η Ρ.Α.Ε. αναρτά στην ιστοσελίδα της τη δυνατότητά της για παραλαβή και εξέταση αιτήσεων και μπορεί να απευθύνει ιδιαίτερη πρόσκληση με συγκεκριμένη προθεσμία για να υποβληθούν αιτήσεις που θα αξιολογηθούν συγκριτικά.

## **Άρθρο 5** **Κανονισμός Αδειών – Δημοσιοποίηση** **Μητρώο – Έλεγχος**

1. Για τη χορήγηση της άδειας παραγωγής, την τροποποίηση ή την ανάκλησή της, υποβάλλεται αίτηση στη Ρ.Α.Ε., η οποία συνοδεύεται από όλα τα έγγραφα που ορίζονται στην απόφαση που εκδίδεται σύμφωνα με την παράγραφο 3. Με την ίδια απόφαση καθορίζονται τα στοιχεία της αίτησης και της απόφασης της Ρ.Α.Ε., καθώς και τα στοιχεία αυτών τα οποία δημοσιοποιούνται με επιμέλεια της Ρ.Α.Ε. στην ιστοσελίδα της ή με οποιονδήποτε άλλο πρόσφορο τρόπο.

2. Η Ρ.Α.Ε. τηρεί Ειδικό Μητρώο Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Στο Μητρώο αυτό καταχωρίζονται τα στοιχεία των αδειών που αναφέρονται στην παράγραφο 3 του άρθρου 3, οι πράξεις εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης των αδειών αυτών, η μεταβίβαση τους, οι τροποποιήσεις τους, καθώς και κάθε άλλη μεταβολή των στοιχείων των αδειών για την οποία δεν απαιτείται τροποποίηση τους σύμφωνα με την παράγραφο 5 του άρθρου 3. Το περιεχόμενο του Μητρώου γνωστοποιείται από τη Ρ.Α.Ε. στους αρμόδιους Διαχειριστές και στον Υπουργό Ανάπτυξης, στο τέλος κάθε διμήνου, με ηλεκτρονικό ή άλλο πρόσφορο τρόπο. Κάθε μεταβολή των στοιχείων αυτών γνωστοποιείται από τον Αδειούχο στη Ρ.Α.Ε. και τον Υπουργό Ανάπτυξης, χωρίς υπαίτια καθυστέρηση. Στις περιπτώσεις που οι μεταβολές των στοιχείων οι οποίες καταχωρίζονται στο Ειδικό Μητρώο δεν συνεπάγονται τροποποίηση των αδειών παραγωγής, η Ρ.Α.Ε. εκδίδει σχετική βεβαίωση.

3. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, που εκδίδεται μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε. και δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, εγκρίνεται ο Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Με τον Κανονισμό αυτόν:

α) Εξειδικεύονται τα κριτήρια που θεσπίζονται στην παράγραφο 1 του άρθρου 3 και καθορίζεται η μεθοδολογία για την εφαρμογή τους.

β) Καθορίζονται η διαδικασία της υποβολής των αιτήσεων για τη χορήγηση άδειας παραγωγής και τα συνοδευτικά αυτών έγγραφα καθώς και της αξιολόγησης των αιτήσεων αυτών, η διαδικασία της υποβολής και της εξέτασης αντιρρήσεων κατά των υποβαλλόμενων αιτήσεων, της εξαίρεσης από



την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής, καθώς και η διαδικασία τροποποίησης και μεταβίβασης της άδειας παραγωγής και κάθε ειδικότερο θέμα και σχετική λεπτομέρεια.

γ) Καθορίζονται οι ειδικότερες υποχρεώσεις του Αδειούχου, η διαδικασία παρακολούθησης και ελέγχου της τήρησης των όρων της άδειας παραγωγής και των συναφών υποχρεώσεων, καθώς και η διαδικασία ανάκλησης της άδειας αυτής.

δ) Εξειδικεύονται οι περιπτώσεις όπου δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας παραγωγής κατά τα οριζόμενα στην περίπτωση γ' της παραγράφου 5 του άρθρου 3.

4. Η Ρ.Α.Ε. μπορεί, με απόφασή της, να καθορίζει τις λεπτομέρειες που αφορούν τεχνικά ζητήματα και ειδικότερα θέματα σχετικά με τη μέθοδο και τη διαδικασία αξιολόγησης των υποβαλλόμενων αιτήσεων για χορήγηση άδειας παραγωγής.

## **Άρθρο 6**

### **Άδεια Παραγωγής για Υβριδικούς Σταθμούς ΑΠΕ**

1. Για την εγκατάσταση και ένταξη Υβριδικών Σταθμών Α.Π.Ε. στο Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, καθώς και τη λειτουργία των σταθμών αυτών, εφαρμόζονται, αναλόγως, οι διατάξεις των άρθρων 3, 4 και 5. Οι αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Υβριδικούς Σταθμούς συνοδεύονται και από αναλυτική μελέτη στην οποία περιγράφονται ο τρόπος ένταξης και λειτουργίας των Υβριδικών Σταθμών στο ηλεκτρικό δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, σε ετήσια βάση, η υποχρέωση για εγγυημένη παροχή ισχύος και οι όροι και προϋποθέσεις λειτουργίας τους. Ως εγγυημένη ισχύς νοείται η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που υποχρεούται ο Υβριδικός Σταθμός να διαθέτει στο δίκτυο κατά συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Στις υποβαλλόμενες αιτήσεις περιλαμβάνεται και πρόταση τιμολόγησης της διαθεσιμότητας της ισχύος των μονάδων ελεγχόμενης παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού, της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις μονάδες αυτές, η οποία απορροφάται από το Δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, καθώς και της ηλεκτρικής ενέργειας την οποία απορροφά ο σταθμός από το Δίκτυο για την πλήρωση των συστημάτων αποθήκευσης του. Οι προτάσεις τιμολόγησης διατυπώνονται κατά τα οριζόμενα στην παράγραφο 3 του άρθρου 13.

2. Η Ρ.Α.Ε., κατά την αξιολόγηση των υποβαλλόμενων αιτήσεων, λαμβάνει υπόψη της, εκτός από τα κριτήρια που ορίζονται στην παράγραφο 1 του άρθρου 3, το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του Υβριδικού Σταθμού, σύμφωνα με την υποβαλλόμενη πρόταση, καθώς και τη μείωση, σε ετήσια βάση λειτουργίας του Αυτόνομου Ηλεκτρικού Συστήματος του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από συμβατικές μονάδες, λόγω υποκατάστασης της από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μονάδες Α.Π.Ε..

3. Τα τεχνικά και λοιπά στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για την εκπόνηση της μελέτης που προβλέπεται στην παράγραφο 1 καθορίζονται από τη Ρ.Α.Ε. για κάθε Μη Διασυνδεδεμένο Νησί και γνωστοποιούνται, από τον Διαχειριστή του Δικτύου των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, σε κάθε ενδιαφερόμενο για εγκατάσταση Υβριδικού Σταθμού. Για την προώθηση της εγκατάστασης των Υβριδικών Σταθμών στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και την υποστήριξη των ενδιαφερομένων, η Ρ.Α.Ε. μπορεί να εκπονεί και να θέτει στη διάθεση τους, ανά διετία, μελέτη στην οποία περιλαμβάνονται οι αναγκαίες πληροφορίες και κάθε χρήσιμο στοιχείο για τις δυνατότητες ανάπτυξης Υβριδικών Σταθμών σε κάθε νησί, οι ενδεικνύομενες τεχνολογίες, ο τύπος και το μέγεθος των μονάδων που συγκροτούν τον Υβριδικό Σταθμό, με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού συστήματος, καθώς και το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κάθε Αυτόνομου Ηλεκτρικού Συστήματος των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

4. Στην άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Υβριδικούς Σταθμούς περιγράφονται, λεπτομερώς, οι όροι της σύμβασης πώλησης, στον Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τον Υβριδικό Σταθμό, καθώς και οι όροι της απορρόφησης, από το Δίκτυο, της αναγκαίας ηλεκτρικής ενέργειας. Στην άδεια αυτή καθορίζεται, επίσης, η περίοδος κατά την οποία ο σταθμός υποχρεούται να διαθέτει την εγγυημένη ισχύ του.

5. Ο κάτοχος άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Υβριδικό Σταθμό Α.Π.Ε., εγκατεστημένο σε Μη Διασυνδεδεμένο Νησί, υποχρεούται να πωλεί την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μόνο στον Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, ο οποίος υποχρεούται, εντός της προθεσμίας που ορίζεται στην άδεια παραγωγής, να συνάπτει τις αναγκαίες συμβάσεις με τον κάτοχο της άδειας, συμπεριλαμβανομένης της σύμβασης πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που προβλέπεται στην παράγραφο 2 του άρθρου 12.

6. Για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Υβριδικούς Σταθμούς που εγκαθίστανται στο Σύστημα ή στο Διασυνδεδεμένο Δίκτυο, εφαρμόζεται, αναλόγως, η διαδικασία που προβλέπεται στα άρθρα 3, 4 και 5.

7. Οι Υβριδικοί Σταθμοί με εγγυημένη διαθεσιμότητα ισχύος μπορούν να προμηθεύονται ηλεκτρική ενέργεια από το Δίκτυο ή το Σύστημα, σε ποσότητα που κρίνεται αναγκαία για την εξασφάλιση της διαθεσιμότητας ισχύος τους, με την επιφύλαξη του περιορισμού που προβλέπεται στην περίπτωση β' της παραγράφου 25 του άρθρου 2.

## **Άρθρο 6Α** **Θαλάσσια αιολικά πάρκα**

1. Επιτρέπεται η εγκατάσταση αιολικών πάρκων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εντός του εθνικού θαλάσσιου χώρου, σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του άρθρου 10 του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ (Β' 2464) και της απόφασης του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής που εκδίδεται κατά την περίπτωση β' της παρ. 3 του άρθρου 1.

2. Με ειδικά σχέδια που υποβάλλονται σε διαδικασία Στρατηγικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης, κατά τις διατάξεις της ΚΥΑ ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ.107017/2006 (Β' 1225), καθορίζεται η ακριβής θέση των θαλάσσιων αιολικών πάρκων, η θαλάσσια έκταση που καταλαμβάνουν και η μέγιστη εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς τους. Στη Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων που εκπονείται κατά τη διαδικασία αυτή, εκτιμώνται ιδίως η προστασία του θαλάσσιου φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος και των εν γένει οικοσυστημάτων του, με έμφαση στη βιωσιμότητα της θαλάσσιας χλωρίδας, πανίδας και ορνιθοπανίδας, η εθνική ασφάλεια, η κατά προτεραιότητα ενεργειακή εξασφάλιση των νησιών και η ασφάλεια των θαλάσσιων μεταφορών.

3. Τα ειδικά σχέδια της προηγούμενης παραγράφου εγκρίνονται με προεδρικά διατάγματα που εκδίδονται με πρόταση των Υπουργών Οικονομικών, Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας, Εξωτερικών, Εθνικής Άμυνας, Πολιτισμού και Τουρισμού και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

4. Για την εγκατάσταση κάθε θαλάσσιου αιολικού πάρκου, περιλαμβανομένης και της δεσμευτικής Προσφοράς Σύνδεσης με τον αρμόδιο Διαχειριστή, εκδίδεται άδεια με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, κατά παρέκκλιση των περί αδειών διατάξεων του ν. 3468/2006, όπως ισχύει. Το ειδικότερο περιεχόμενο της άδειας, η διαδικασία έκδοσής της και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια καθορίζονται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

5. Μετά την έκδοση της Άδειας της προηγούμενης παραγράφου με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής προκηρύσσεται ανοιχτός δημόσιος διαγωνισμός, κατά τις διατάξεις του ν. 3669/2008 (Α' 116), για την εκτέλεση με χρηματοδότηση ή αυτοχρηματοδότηση των έργων της κατασκευής του θαλάσσιου αιολικού πάρκου και της σύνδεσής του με το Σύστημα, με αντάλλαγμα την παραχώρηση, εν όλω ή εν μέρει, της εκμετάλλευσής του στον ανάδοχο για ορισμένο χρόνο. Η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς του θαλάσσιου πάρκου μπορεί να είναι μικρότερη ή ίση με την μέγιστη ισχύ που έχει καθοριστεί με το οικείο ειδικό σχέδιο της παρ. 2 του παρόντος άρθρου.

6. Με κοινή υπουργική απόφαση που εκδίδεται μετά από πρόταση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας ρυθμίζονται

οι λεπτομέρειες σχετικά με την προκήρυξη, τα συμβατικά τεύχη, τα κριτήρια επιλογής, τη συμμετοχή στη διαδικασία επιλογής ανεξάρτητων αρχών και άλλων οργάνων της διοικήσεως, τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις των αναδόχων, καθώς και κάθε άλλο ειδικό ζήτημα σχετικό με την εφαρμογή της προηγούμενης παραγράφου.

7. Για την κατασκευή και τη λειτουργία κάθε αιολικού πάρκου της παρ. 1 τηρείται από τον ανάδοχο η διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων έργων, σύμφωνα με τις ρυθμίσεις των άρθρων 3 έως 5 του ν. 1650/1986, όπως ισχύει.

8. Η άδεια λειτουργίας των θαλάσσιων αιολικών πάρκων χορηγείται από τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής στον ανάδοχο σύμφωνα με τη διαδικασία των παραγράφων 11 και 12 του άρθρου 8 του ν. 3468/2006, όπως ισχύει.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ΄** **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ** **ΑΠΟ Α.Π.Ε. ΚΑΙ Σ.Η.Θ.Υ.Α. ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

### **Άρθρο 7**

#### **Εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.**

Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ, καθώς και κάθε έργο που συνδέεται με την κατασκευή και τη λειτουργία τους, συμπεριλαμβανομένων των έργων οδοποιίας πρόσβασης και των έργων σύνδεσής τους με το Σύστημα ή το Δίκτυο, επιτρέπεται να εγκαθίστανται και να λειτουργούν:

α) Σε γήπεδο ή σε χώρο, επί των οποίων ο αιτών έχει το δικαίωμα νόμιμης χρήσης.

β) Σε δάση ή δασικές εκτάσεις, εφόσον έχει επιτραπεί, επ' αυτών, η εκτέλεση έργων σύμφωνα με τα άρθρα 45 και 58 του ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289 Α'), όπως ισχύει, ή το άρθρο 13 του ν. 1734/1987 (ΦΕΚ 189 Α'), όπως ισχύει.

γ) Σε αιγιαλό, παραλία, θάλασσα ή σε πυθμένα της, εφόσον έχει παραχωρηθεί το δικαίωμα χρήσης τους σύμφωνα με το άρθρο 14 του ν. 2971/2001 (ΦΕΚ 285 Α'), όπως ισχύει.

### **Άρθρο 8**

#### **Άδειες**

1. Για την εγκατάσταση ή επέκταση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., απαιτείται σχετική άδεια. Η άδεια αυτή χορηγείται, εφόσον συντρέχουν οι προϋποθέσεις των παραγράφων 3 και 4, με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας, εντός των ορίων της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός, για όλα τα έργα για τα οποία αρμόδιος για την περιβαλλοντική αδειοδότηση είναι ο Νομάρχης ή ο Γενικός Γραμματέας της Περιφέρειας σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, και τις κανονιστικές πράξεις που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή του.

Η άδεια εγκατάστασης χορηγείται μέσα σε προθεσμία δεκαπέντε (15) εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση της διαδικασίας ελέγχου των δικαιολογητικών. Ο έλεγχος αυτός πρέπει σε κάθε περίπτωση να έχει ολοκληρωθεί μέσα σε τριάντα (30) εργάσιμες ημέρες από την κατάθεση της σχετικής αίτησης. Αν η άδεια δεν εκδοθεί μέσα στο ανωτέρω χρονικό διάστημα, ο αρμόδιος Γενικός Γραμματέας της Περιφέρειας υποχρεούται να εκδώσει διαπιστωτική πράξη με ειδική αιτιολογία για την αδυναμία έκδοσής της. Η πράξη αυτή με ολόκληρο τον σχετικό φάκελο διαβιβάζεται στον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, ο οποίος αποφασίζει για την έκδοση ή μη της άδειας εγκατάστασης μέσα σε τριάντα (30) ημέρες από την παραλαβή των ανωτέρω εγγράφων. Για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης μπορεί να παρέχεται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) στον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

γραμματειακή, τεχνική, επιστημονική υποστήριξη αντί αμοιβής, η οποία καθορίζεται με απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

2. Η άδεια εγκατάστασης σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των οποίων αρμόδιος είναι ο Υπουργός Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και οι κατά περίπτωση συναρμόδιοι Υπουργοί, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 1650/1986 και τις κανονιστικές αποφάσεις που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή του, εκδίδεται, εφόσον συντρέχουν οι προϋποθέσεις των παραγράφων 3 και 4, με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Η άδεια χορηγείται μέσα σε προθεσμία δεκαπέντε (15) εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση της διαδικασίας ελέγχου των δικαιολογητικών η οποία ολοκληρώνεται μέσα σε τριάντα (30) εργάσιμες ημέρες από την κατάθεση της σχετικής αίτησης.

3. Μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής από τη Ρ.Α.Ε., ο ενδιαφερόμενος προκειμένου να του χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, ζητά ταυτόχρονα την έκδοση:

α) Προσφοράς Σύνδεσης από τον αρμόδιο Διαχειριστή.

β) Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.), κατά το άρθρο 4 του ν.1650/1986, όπως ισχύει, και

γ) Άδειας Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, κατά την παρ. 2 του άρθρου 58 του ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289 Α'), εφόσον απαιτείται, ή γενικά των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.

4. Ο αρμόδιος Διαχειριστής με απόφαση του χορηγεί μέσα σε τέσσερις (4) μήνες από την κατάθεση σχετικού αιτήματος μη δεσμευτική Προσφορά Σύνδεσης. Προκειμένου για σταθμούς ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.:

α) για τους οποίους απαιτείται έκδοση άδειας παραγωγής, ο υποψήφιος παραγωγός προσκομίζει στον αρμόδιο Διαχειριστή την απόφαση Ε.Π.Ο. ή πρότυπων περιβαλλοντικών δεσμεύσεων (Π.Π.Δ.) του σταθμού, εφόσον απαιτείται κατά περίπτωση, προκειμένου για την έκδοση οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης, που δεσμεύει τον αρμόδιο Διαχειριστή και τον δικαιούχο για τέσσερα (4) έτη,

β) που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής, σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 4, αλλά υπόκεινται σε διαδικασία Ε.Π.Ο. ή Π.Π.Δ., ο υποψήφιος παραγωγός προσκομίζει στον αρμόδιο Διαχειριστή την απόφαση Ε.Π.Ο. ή της Π.Π.Δ. του σταθμού, εφόσον απαιτείται κατά περίπτωση, προκειμένου για την έκδοση οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης, που δεσμεύει τον αρμόδιο Διαχειριστή και τον δικαιούχο για έξι (6) μήνες,

γ) που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής, σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 4 και από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης Ε.Π.Ο. ή τους σταθμούς του τρίτου εδαφίου της παραγράφου 13 του άρθρου 8 του παρόντος, ο αρμόδιος Διαχειριστής με απόφαση του χορηγεί εξ' αρχής οριστική Προσφορά Σύνδεσης, που δεσμεύει τον αρμόδιο Διαχειριστή και τον δικαιούχο και ισχύει για έξι (6) μήνες από την ημερομηνία χορήγησης της, εφόσον κατά την υποβολή από τον δικαιούχο στον αρμόδιο Διαχειριστή της απόφασης Ε.Π.Ο. ή Π.Π.Δ. του σταθμού, κατά περίπτωση για τις περιπτώσεις α' και β', ή της σχετικής αίτησης για Προσφορά Σύνδεσης στην περίπτωση γ', υφίσταται διαθέσιμη χωρητικότητα στα αντίστοιχα ηλεκτρικά δίκτυα. Εάν δεν υφίσταται διαθέσιμη χωρητικότητα, για τις περιπτώσεις α' και β, ο αρμόδιος Διαχειριστής χορηγεί τροποποιημένη, σε σχέση με τη μη δεσμευτική, οριστική Προσφορά Σύνδεσης με ισοδύναμους, κατά το δυνατό, τεχνικούς και οικονομικούς όρους.

Η προτεραιότητα στην έκδοση οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης και δέσμευσης του αντίστοιχου ηλεκτρικού χώρου τηρείται με βάση την ημερομηνία υποβολής πλήρους φακέλου από τον δικαιούχο στον αρμόδιο Διαχειριστή. Η οριστικοποίηση της Προσφοράς Σύνδεσης γίνεται από τον αρμόδιο Διαχειριστή εντός διαστήματος ενός (1) μήνα από την προσκόμιση όλων των απαραίτητων δικαιολογητικών.

Η διάρκεια ισχύος της οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης υπολογίζεται από την ημερομηνία οριστικοποίησης της. Ειδικά στην περίπτωση των σταθμών Α.Π.Ε. που υποχρεούνται σε έκδοση απόφασης Ε.Π.Ο. ή Π.Π.Δ., η διάταξη του προηγούμενου εδαφίου ισχύει υπό την προϋπόθεση ότι ο

δικαιούχος υποβάλει στον αρμόδιο Διαχειριστή την απόφαση Ε.Π.Ο. ή Π.Π.Δ, του σταθμού, κατά περίπτωση, εντός ενός (1) μήνα από τη χορήγηση τους, άλλως η διάρκεια ισχύος της οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης υπολογίζεται από την ημερομηνία έκδοσης της απόφασης Ε.Π.Ο. ή Π.Π.Δ. του σταθμού κατά περίπτωση.

Εφόσον κατά την ημερομηνία λήξης ισχύος της οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης ο Σταθμός Παραγωγής έχει Άδεια Εγκατάστασης εν ισχύ, η ισχύς της Προσφοράς Σύνδεσης παρατείνεται έως την ημερομηνία λήξης της Άδειας Εγκατάστασης.

Η ισχύς των περιπτώσεων β' και γ' της παρούσης παραγράφου αρχίζει από 4.6.2010.

Εφόσον κατά την ημερομηνία λήξης ισχύος της οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης που χορηγήθηκε για σταθμό του άρθρου 4 έχει υποβληθεί πλήρης φάκελος για τη σύναψη της σχετικής Σύμβασης Σύνδεσης, η διάρκεια ισχύος της Προσφοράς Σύνδεσης παρατείνεται έως την ημερομηνία υλοποίησης των έργων από τον διαχειριστή σύμφωνα με τους όρους της Σύμβασης Σύνδεσης. Η συνολική διάρκεια ισχύος Οριστικών Προσφορών Σύνδεσης που χορηγούνται για σταθμούς του άρθρου 4, συνυπολογιζομένης της παράτασης του προηγούμενου εδαφίου, δεν μπορεί να υπερβαίνει από τη χορήγησή της:

α) τους δεκαοκτώ (18) μήνες για σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο, εφόσον δεν απαιτούνται εργασίες σε υποσταθμούς ΥΤ/ΜΤ και β) τους είκοσι τέσσερις (24) μήνες για σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο, εφόσον απαιτούνται εργασίες σε υποσταθμούς ΥΤ/ΜΤ.

Εάν με ειδικά αιτιολογημένη απόφασή του, που κοινοποιείται στη ΡΑΕ, ο διαχειριστής θέτει μεγαλύτερη προθεσμία για την υλοποίηση των έργων σύνδεσης για τους σταθμούς του άρθρου 4, η διάρκεια ισχύος της Προσφοράς Σύνδεσης παρατείνεται μέχρι την παρέλευση της προθεσμίας αυτής. Σε περίπτωση που τα έργα σύνδεσης υλοποιούνται από τον παραγωγό, η συνολική διάρκεια ισχύος των Οριστικών Προσφορών Σύνδεσης δεν μπορεί να υπερβαίνει τη διάρκεια ισχύος που ορίζεται με τις αμέσως ανωτέρω περιπτώσεις α' ή β'.

Για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα και το Δίκτυο της ηπειρωτικής χώρας, τα αιτήματα χορήγησης Προσφοράς Σύνδεσης για σταθμούς ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ ισχύος έως και 8 MW υποβάλλονται από τους ενδιαφερόμενους στον Διαχειριστή του Δικτύου (ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.) ενώ τα αιτήματα για σταθμούς ισχύος άνω των 8 MW υποβάλλονται από τους ενδιαφερόμενους στον Διαχειριστή του Συστήματος (ΑΔΜΗΕ Α.Ε.). Οι Διαχειριστές του Συστήματος και του Δικτύου, συνεργαζόμενοι όπου αυτό απαιτείται, χορηγούν τις σχετικές Προσφορές Σύνδεσης σε σταθμούς που συνδέονται στο Σύστημα και το Δίκτυο αντίστοιχα, παρέχοντας συνολικά τη βέλτιστη τεχνοοικονομικά λύση σε συνδυασμό με την ορθολογική ανάπτυξη του Συστήματος και του Δικτύου. Είναι δυνατή η υποβολή κοινού αιτήματος για χορήγηση Προσφοράς Σύνδεσης στην ΑΔΜΗΕ Α.Ε. που αφορά σε περισσότερους σταθμούς του άρθρου 3, όταν η συνολική ισχύς αυτών ξεπερνά το όριο των 8 MW, εφόσον η σύνδεση γίνεται μέσω νέου αποκλειστικού δικτύου και κατασκευή νέου υποσταθμού μέσης τάσης προς υψηλή. Με το αίτημα του προηγούμενου εδαφίου ορίζεται ποιος από τους ενδιαφερόμενους, κάτοχος άδειας παραγωγής, του προηγούμενου εδαφίου θα αναλάβει τη διαχείριση των έργων σύνδεσης του προηγούμενου εδαφίου, καθώς και την ευθύνη για την υλοποίησή τους.

5. Αφού καταστεί δεσμευτική η Προσφορά Σύνδεσης, ο δικαιούχος ενεργεί:

α) για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος άρθρου,

β) για τη σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης και της Σύμβασης Πώλησης, σύμφωνα με τα άρθρα 9, 10 και 12 και τους Κώδικες Διαχείρισης του Συστήματος και του Δικτύου. Οι Συμβάσεις αυτές υπογράφονται και ισχύουν από τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, εφόσον απαιτείται. Η σύναψη Σύμβασης Σύνδεσης προηγείται της σύναψης Σύμβασης Πώλησης.

γ) για τη χορήγηση αδειών, πρωτοκόλλων ή άλλων εγκρίσεων που τυχόν απαιτούνται σύμφωνα με τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας για την εγκατάσταση του σταθμού, οι οποίες εκδίδονται χωρίς να απαιτείται η προηγούμενη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης,

δ) για την τροποποίηση της απόφασης Ε.Π.Ο. ως προς τα έργα σύνδεσης, εφόσον απαιτείται.

6. Για την έκδοση απόφασης Ε.Π.Ο. των έργων από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. κατά τις διατάξεις του άρθρου 4 του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, υποβάλλεται πλήρης φάκελος και Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) στην αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση αρχή.

Η αρμόδια αρχή εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα προτεινόμενα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης, μεριμνά για την τήρηση των διαδικασιών δημοσιοποίησης και αποφαινεται για τη χορήγηση ή μη απόφασης Ε.Π.Ο. μέσα σε τέσσερις (4) μήνες από το χρόνο που ο φάκελος θεωρήθηκε πλήρης. Ο φάκελος θεωρείται πλήρης, εάν μέσα σε είκοσι (20) ημέρες από την υποβολή του δεν ζητηθούν εγγράφως από τον ενδιαφερόμενο συμπληρωματικά στοιχεία. Η αδειοδοτούσα αρχή δεν μπορεί να ζητήσει εκ νέου από τον ενδιαφερόμενο συμπληρωματικά στοιχεία εκτός από διευκρινίσεις επί στοιχείων που είχαν ήδη ζητηθεί εγγράφως.

Ειδικά, στην περίπτωση έργων της υποκατηγορίας 3 της δεύτερης (Β') κατηγορίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης, που κατατάσσονται από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας στην υποκατηγορία 4 της δεύτερης (Β') κατηγορίας, η απόφαση Ε.Π.Ο., εκδίδεται από τον Νομάρχη μέσα σε δύο (2) μήνες από τη διαβίβαση σε αυτόν του σχετικού φακέλου.

Οι αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς στους οποίους διαβιβάζεται ο φάκελος από την αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση αρχή υποχρεούνται να γνωμοδοτούν για τα θέματα αρμοδιότητάς τους και μέσα στα πλαίσια των όρων και προϋποθέσεων χωροθέτησης που προβλέπονται στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΦΕΚ 2464 Β'), όπως ισχύει κατά περίπτωση, μέσα στις προθεσμίες που καθορίζονται από το νόμο ή τάσσονται από την αρμόδια υπηρεσία. Αν δεν απαντήσουν μέσα στις προθεσμίες αυτές, η απόφαση Ε.Π.Ο. χορηγείται χωρίς τις γνωμοδοτήσεις τους, τηρουμένων των σχετικών διατάξεων για την προστασία του περιβάλλοντος.

7. Η απόφαση Ε.Π.Ο. για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύει για δέκα (10) έτη και μπορεί να ανανεώνεται, με αίτηση που υποβάλλεται υποχρεωτικά έξι (6) μήνες πριν από τη λήξη της, για μία ή περισσότερες φορές, μέχρι ίσο χρόνο κάθε φορά. Μέχρι την έκδοση της απόφασης ανανέωσης εξακολουθούν να ισχύουν οι προηγούμενοι περιβαλλοντικοί όροι. Μετά το πέρας της λειτουργίας του σταθμού Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., ο φορέας του σταθμού υποχρεούται να αποξηλώσει τους υπερκείμενους του εδάφους εξοπλισμούς και να αποκαταστήσει κατά το δυνατό τις επεμβάσεις σύμφωνα με τους όρους που προβλέπονται στην απόφαση Ε.Π.Ο., ή σε περίπτωση απαλλαγής από αυτή, τους όρους που επιβάλλονται από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας κατά τη χορήγηση της απόφασης απαλλαγής που προβλέπεται στην παράγραφο 13 του παρόντος άρθρου.

8. α) Κατά την έκδοση της άδειας εγκατάστασης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. οι οποίοι συνδέονται με το Σύστημα, το Δίκτυο ή το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, τηρούνται υποχρεωτικά και οι ρυθμίσεις που προβλέπονται στους Κώδικες Διαχείρισης για τη σύνδεση σταθμών.

β) Κατά τη διαδικασία έκδοσης της άδειας εγκατάστασης αιολικού σταθμού, ελέγχεται η απόσταση κάθε ανεμογεννήτριας του σταθμού από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια σταθμού του ίδιου ή άλλου παραγωγού, η οποία καθορίζεται με ανέκκλητη συμφωνία των παραγωγών για την οποία ενημερώνεται η Ρ.Α.Ε. και οι αδειοδοτούσες αρχές. Αν δεν υπάρξει τέτοια συμφωνία, η απόσταση δεν πρέπει να είναι μικρότερη του επταπλασίου της διαμέτρου της μεγαλύτερης πτερωτής. Κατά τον έλεγχο αυτό λαμβάνονται υπόψη μόνο οι σταθμοί για τους οποίους έχει χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης.

9. Περίληψη της άδειας εγκατάστασης αναρτάται στην ιστοσελίδα της Αυτοτελούς Υπηρεσίας Α.Π.Ε. που συστήνεται με το άρθρο 11 του παρόντος και δημοσιεύεται, με ευθύνη του δικαιούχου της, σε μία τουλάχιστον ημερήσια εφημερίδα πανελλαδικής κυκλοφορίας και σε μία τοπική εφημερίδα της Περιφέρειας, στα όρια της οποίας πρόκειται να εγκατασταθεί ο σταθμός.

10. α1) Η άδεια εγκατάστασης χορηγείται άπαξ, ισχύει για δύο (2) έτη και μπορεί να παρατείνεται έως δύο φορές, μετά από αίτημα του κατόχου της, σύμφωνα με τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

α) Παράταση αρχικά για δύο (2) έτη εφόσον:

αα) έχουν εκτελεστεί έργα υποδομής του έργου ή και έργα σύνδεσης που αντιστοιχούν σε δαπάνες που υπερβαίνουν το 50% του συνολικού κόστους αυτών ή

ββ) δεν συντρέχει η προϋπόθεση της ανωτέρω υποπερίπτωσης αα' αλλά έχουν συναφθεί οι συμβάσεις για την προμήθεια του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού ο οποίος απαιτείται για την υλοποίηση του έργου ή έχουν εκτελεστεί δαπάνες που υπερβαίνουν το 50% του κόστους αγοράς αυτού ή

γγ) υφίσταται αναστολή με δικαστική απόφαση οποιασδήποτε άδειας απαραίτητης για τη νόμιμη εκτέλεση του έργου ή

δδ) υφίσταται υποχρέωση από το θεσμικό πλαίσιο για διενέργεια διαγωνιστικής διαδικασίας προκειμένου να υλοποιηθεί το έργο.

β) Παράταση για δεκαοκτώ (18) επιπλέον μήνες, εφόσον:

αα) έχει εκτελεσθεί έργο, οι δαπάνες του οποίου καλύπτουν το 40% του συνολικού κόστους της επένδυσης ή

ββ) υφίσταται αναστολή με δικαστική απόφαση οποιασδήποτε άδειας απαραίτητης για τη νόμιμη εκτέλεση του έργου.

β1) Εάν μέχρι την παρέλευση του χρονικού διαστήματος ισχύος της άδειας εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένων των παρατάσεων, δεν έχει υποβληθεί αίτημα

στον αρμόδιο διαχειριστή για έναρξη δοκιμαστικής λειτουργίας του σταθμού:

α) ανακαλείται η άδεια παραγωγής και παύει να ισχύει κάθε άλλη διοικητική πράξη ή σύμβαση που αφορούν στο σταθμό και

β) κινείται η διαδικασία επιβολής κυρώσεων βάσει της απόφασης που εκδίδεται κατ' εξουσιοδότηση του άρθρου 4 παρ. 3 του ν. 2244/ 1994 (Α'168) και ο φορέας του σταθμού υποχρεούται στην αποκατάσταση του χώρου εγκατάστασης στη μορφή που είχε πριν την έκδοση της άδειας εγκατάστασης, εφόσον ο χώρος εγκατάστασης αφορά δημόσια γη.

γ1) Κατά παρέκκλιση της υποπαραγράφου β1, η άδεια παραγωγής δεν ανακαλείται εάν μέχρι την παρέλευση του χρονικού διαστήματος ισχύος της άδειας εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένων των παρατάσεων, έχει εκτελεστεί έργο που αντιστοιχεί στο 50% του συνολικού κόστους της επένδυσης. Στην περίπτωση του προηγούμενου εδαφίου:

α) κινείται η διαδικασία επιβολής κυρώσεων βάσει της απόφασης που εκδίδεται κατ' εξουσιοδότηση του άρθρου 4 παρ. 3 του ν. 2244/1994 (Α' 168) και

β) χορηγείται, κατά την κρίση της αδειοδοτούσας αρχής, νέα άδεια εγκατάστασης για ολοκλήρωση του έργου σε εύλογο χρόνο, που προσδιορίζεται από την αδειοδοτούσα αρχή, χωρίς δυνατότητα περαιτέρω παράτασης. Για την εφαρμογή του προηγούμενου εδαφίου:

α) τροποποιείται η άδεια παραγωγής και προσαρμόζεται κατάλληλα η ισχύς ώστε το έργο να μπορεί να είναι λειτουργικό και

β) εντός διαστήματος δύο (2) μηνών από τη λήξη της άδειας εγκατάστασης υποβάλλεται από τον κάτοχο της άδειας παραγωγής αίτημα για χορήγηση νέας άδειας εγκατάστασης συνοδευόμενο από την τροποποιημένη άδεια παραγωγής, τεκμηριωμένη πρόταση ολοκλήρωσης και σχετικό χρονοδιάγραμμα υλοποίησης.

δ1) Στις περιπτώσεις:

α) συγκροτημάτων αιολικών πάρκων συνολικής ισχύος μεγαλύτερης από εκατόν πενήντα (150) MW,

β) έργων Α.Π.Ε. που συνδέονται με το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα μέσω ειδικού προς τούτο υποθαλάσσιου καλωδίου ή άλλου έργου σύνδεσης του οποίου η κατασκευή απαιτεί χρονικό διάστημα που υπερβαίνει το διάστημα για το οποίο χορηγείται και παρατείνεται η άδεια εγκατάστασης, όπως βεβαιώνεται από τον Διαχειριστή του Συστήματος,

γ) υβριδικών έργων Α.Π.Ε., και

δ) μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, επιτρέπεται η παράταση της ισχύος της άδειας εγκατάστασης για χρονικό διάστημα ίσο με αυτό που απαιτείται για την εκτέλεση του έργου, μετά την υποβολή και

την έγκριση από την αδειοδοτούσα αρχή, τεκμηριωμένης πρότασης με συνημμένο χρονοδιάγραμμα από τον κάτοχο της άδειας.

11. Για τη λειτουργία των σταθμών που προβλέπονται στις παραγράφους 1 και 2 απαιτείται άδεια λειτουργίας. Η άδεια αυτή χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου και έλεγχο από κλιμάκιο των αρμόδιων Υπηρεσιών της τήρησης των τεχνικών όρων εγκατάστασης στη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού, καθώς και έλεγχο της διασφάλισης των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού του, που μπορεί να διενεργείται και από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Η άδεια λειτουργίας χορηγείται μέσα σε αποκλειστική προθεσμία είκοσι (20) ημερών από την ολοκλήρωση των ανωτέρω ελέγχων, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής που προβλέπεται στην παράγραφο 15. Για τα έργα των περιπτώσεων α' έως δ' του τελευταίου εδαφίου της προηγούμενης παραγράφου, επιτρέπεται η έκδοση τμηματικών αδειών λειτουργίας για πλήρως αποπερατωμένα τμήματά τους που έχουν τεχνική και λειτουργική αυτοτέλεια, ύστερα από υποβολή σχετικού αιτήματος από τον ενδιαφερόμενο. Στην περίπτωση αυτή δεν παρατείνεται η προθεσμία του τελευταίου εδαφίου της προηγούμενης παραγράφου.

Για έργα ΑΠΕ που δεν εμπίπτουν στις ανωτέρω περιπτώσεις α έως και δ της προηγούμενης παραγράφου, επιτρέπεται η άπαξ έκδοση τμηματικής άδειας λειτουργίας για πλήρως αποπερατωμένο τμήμα τους, που έχει τεχνική και λειτουργική αυτοτέλεια και το οποίο αφορά τουλάχιστον στο 50% της συνολικής ισχύος για την οποία έχει εκδοθεί η οικεία άδεια εγκατάστασης. Η άδεια εκδίδεται μετά από υποβολή επαρκώς αιτιολογημένου αιτήματος από τον ενδιαφερόμενο, εφόσον η μη ολοκλήρωση του έργου οφείλεται σε εκκρεμοδικία ή σε λογούς που αποδεδειγμένα, δεν συνιστούν παράλειψη ή οποιασδήποτε μορφής υπαιτιότητα του κατόχου της άδειας εγκατάστασης, με την προϋπόθεση ότι έχουν συναφθεί οι αναγκαίες συμβάσεις για την προμήθεια του εξοπλισμού που απαιτείται για την υλοποίηση του έργου. Η τεχνική και λειτουργική αυτοτέλεια του πλήρως αποπερατωμένου τμήματος του έργου βεβαιώνεται από τον αρμόδιο Διαχειριστή.

12. Η άδεια λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύει για είκοσι (20) τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρονικό διάστημα. Ειδικά για τους ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής η ελάχιστη διάρκεια ισχύος της άδειας λειτουργίας ορίζεται σε είκοσι πέντε (25) έτη. Κατά τη διάρκεια του χρόνου ισχύος της άδειας λειτουργίας δεν απαλλάσσεται ο δικαιούχος από την υποχρέωση της έκδοσης ή ανανέωσης της ισχύος άλλων αδειών που απαιτούνται από σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας. Αν μεταβιβασθεί ο σταθμός, ο νέος δικαιούχος υποκαθίσταται, έναντι του Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου, στα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του δικαιοπαρόχου του. Στην περίπτωση αυτή, στο νέο φορέα μεταβιβάζεται και η άδεια παραγωγής, μετά από απόφαση της Ρ.Α.Ε.. Μετά τη μεταβίβαση τροποποιείται, με απόφαση του αρμόδιου οργάνου, και η άδεια λειτουργίας στο όνομα του νέου δικαιούχου.

13. Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. που εξαιρούνται από την υποχρέωση άδειας παραγωγής σύμφωνα με το άρθρο 4, απαλλάσσονται και από την υποχρέωση να λάβουν άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας. Αντίθετα, υποχρεούνται στην τήρηση της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης σύμφωνα με το άρθρο 4 του ν.1650/1986. Φωτοβολταϊκοί σταθμοί και ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται σε κτίρια ή και άλλες δομικές κατασκευές ή εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων, εξαιρούνται, από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης Ε.Π.Ο..

Ομοίως εξαιρούνται από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης Ε.Π.Ο., οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. που εγκαθίστανται σε γήπεδα, εφόσον η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς τους δεν υπερβαίνει τα εξής όρια ανά τεχνολογία:

- 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία,
- 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας, βιοαερίου και βιοκαυσίμων,
- 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά ή ηλιοθερμικά,



- 20 kW για αιολικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Για τις ανωτέρω περιπτώσεις απαιτείται η χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής εντός αποκλειστικής προθεσμίας είκοσι (20) ημερών από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται αυτή χορηγηθείσα. Για τη χορήγηση της βεβαίωσης εξετάζεται μόνο η εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού και ότι ο χώρος εγκατάστασης δεν εμπίπτει στις περιπτώσεις α' έως β' του επόμενου εδαφίου.

Κατ' εξαίρεση, υπόκεινται σε διαδικασία Ε.Π.Ο. σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση προς τα ανωτέρω όρια εφόσον:

α) εγκαθίστανται σε γήπεδα που βρίσκονται σε οριοθετημένες περιοχές του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες που απέχουν λιγότερο από εκατό (100) μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού εκτός βραχονησίδων, ή

β) γειτνιάζουν, σε απόσταση μικρότερη των εκατόν πενήντα (150) μέτρων, με σταθμό Α.Π.Ε. της ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο και έχει εκδοθεί γι' αυτόν άδεια παραγωγής ή απόφαση Ε.Π.Ο. ή προσφορά σύνδεσης, η δε συνολική ισχύς των σταθμών υπερβαίνει τα παραπάνω καθοριζόμενα όρια.

14. Στην Αυτοτελή Υπηρεσία Α.Π.Ε. του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής τηρείται μητρώο αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Α.Π.Ε.. Στο μητρώο αυτό, το οποίο αναρτάται στην ειδική ιστοσελίδα της Αυτοτελούς Υπηρεσίας και ενημερώνεται σε μηνιαία βάση, καταχωρίζονται οι άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας, καθώς και οι περιπτώσεις εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ρυθμίζονται ο τρόπος οργάνωσης, τήρησης και ενημέρωσης του μητρώου και κάθε άλλο σχετικό θέμα.

16. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής καθορίζονται οι ειδικότερες διαδικασίες για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας που προβλέπονται στο παρόν άρθρο, τα δικαιολογητικά και η διαδικασία υποβολής τους και κάθε άλλο σχετικό θέμα.

## **Άρθρο 9**

### **Ένταξη σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. στο Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο**

1. Για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. που συνδέονται με το Σύστημα ή το Δίκτυο, εκτός από το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, εφόσον δεν τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια του Συστήματος ή του Δικτύου, ο αρμόδιος Διαχειριστής του Συστήματος ή του Δικτύου υποχρεούται, κατά την κατανομή του Φορτίου, να δίνει προτεραιότητα:

α) Σε διαθέσιμες εγκαταστάσεις παραγωγής, στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από Α.Π.Ε., ανεξάρτητα από την Εγκατεστημένη Ισχύ τους, καθώς και σε υδροηλεκτρικές μονάδες με Εγκατεστημένη Ισχύ μέχρι δεκαπέντε (15) MWe. Ειδικά για ηλιοθερμικούς σταθμούς η προτεραιότητα αυτή παρέχεται και για την ηλεκτρική ενέργεια που δεν παράγεται από Α.Π.Ε., εφόσον η παραγωγή της επιτρέπεται από τις κείμενες διατάξεις και την οικεία άδεια παραγωγής.

β) Σε διαθέσιμες εγκαταστάσεις παραγωγής, στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από σταθμούς Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Α.Π.Ε. ή από σταθμούς Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Α.Π.Ε., σε συνδυασμό, με αέρια καύσιμα, ανεξάρτητα από την Εγκατεστημένη Ισχύ τους.

γ) Σε διαθέσιμες εγκαταστάσεις παραγωγής, στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από σταθμούς Σ.Η.Θ.Υ.Α. κατά τρόπο διάφορο από αυτόν που ορίζεται στην περίπτωση β'. Στην περίπτωση αυτή, το δικαίωμα προτεραιότητας παρέχεται σε εγκαταστάσεις παραγωγής με Εγκατεστημένη Ισχύ μέχρι τριάντα πέντε (35) MWe. Από 1.9.2011 δικαίωμα προτεραιότητας κατά την κατανομή του Φορτίου από τον αντίστοιχο Διαχειριστή έχουν όλες οι Μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. ανεξαρτήτως Εγκατεστημένης Ισχύος.

2. Το δικαίωμα προτεραιότητας που παρέχεται σύμφωνα με τις διατάξεις της προηγούμενης παραγράφου ισχύει και για το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας Αυτοπαραγωγών, εφόσον η πλεονάζουσα ενέργεια παράγεται ως Σ.Η.Θ.Υ.Α. κατά τα οριζόμενα στην περίπτωση β' της προηγούμενης παραγράφου και για το τμήμα της παραγόμενης ενέργειας που δεν υπερβαίνει, σε ετήσια βάση, το 20% της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Ειδικά στην περίπτωση του υφιστάμενου σταθμού κυριότητας του Διαχειριστή του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου ΑΕ, στη νήσο Ρεβυθούσα, το δικαίωμα προτεραιότητας που παρέχεται σύμφωνα με τις διατάξεις της προηγούμενης παραγράφου ισχύει για το σύνολο του πλεονάσματος της ηλεκτρικής ενέργειας Αυτοπαραγωγού που παράγεται ως Σ.Η.Θ.Υ.Α..

3. Κατά την Κατανομή του Φορτίου, σύμφωνα με την παράγραφο 1, ο Διαχειριστής του Συστήματος ή του Δικτύου παρέχει στις μονάδες Α.Π.Ε. του Υβριδικού Σταθμού που συνδέεται με το Σύστημα, απευθείας ή μέσω Δικτύου, το δικαίωμα προτεραιότητας που παρέχεται και στους σταθμούς Α.Π.Ε. οι οποίοι δεν αποτελούν τμήμα Υβριδικού Σταθμού, σύμφωνα με την περίπτωση α' της παραγράφου 1. Αν, για λόγους ασφάλειας της λειτουργίας του Συστήματος ή του Δικτύου, καθίσταται αδύνατη η ένταξη σε αυτά των μονάδων παραγωγής Α.Π.Ε. του Υβριδικού Σταθμού, το δικαίωμα προτεραιότητας των μονάδων Α.Π.Ε. του Υβριδικού Σταθμού ισχύει για ποσοστό της ισχύος που απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο για τη λειτουργία των αποθηκευτικών μονάδων του Υβριδικού Σταθμού που λειτουργούν κατά την ίδια ώρα κατανομής. Το ποσοστό αυτό καθορίζεται στην άδεια παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού.

4. Οι μονάδες ελεγχόμενης παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού που αξιοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια στο σύστημα αποθήκευσης του σταθμού αυτού, εντάσσονται στο Σύστημα σύμφωνα με τις διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος, όπως αυτές ισχύουν κάθε φορά για υδροηλεκτρικούς σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των δεκαπέντε (15) MWe.

5. Για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσης του Υβριδικού Σταθμού μπορεί να απορροφάται ενέργεια από το Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο, εφόσον υποβάλλεται σχετική Δήλωση Φορτίου προς τον Διαχειριστή του Συστήματος σύμφωνα με τις διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος, όπως αυτές ισχύουν κάθε φορά για υδροηλεκτρικούς σταθμούς με Εγκατεστημένη Ισχύ μεγαλύτερη των δεκαπέντε (15) MWe.

6. Οι όροι, οι προϋποθέσεις, η διαδικασία και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για την προτεραιότητα κατά την κατανομή του Φορτίου στις εγκαταστάσεις παραγωγής, σύμφωνα με τις προηγούμενες παραγράφους, ορίζονται στον Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος.

## **Άρθρο 10**

### **Ένταξη σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά**

1. Στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά ο αρμόδιος Διαχειριστής αυτών υποχρεούται να απορροφά, κατά προτεραιότητα, την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από σταθμό Α.Π.Ε. Παραγωγού ή Αυτοπαραγωγού, καθώς και από τις μονάδες Α.Π.Ε. Υβριδικού Σταθμού και στη συνέχεια την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από σταθμούς Σ.Η.Θ.Υ.Α., καθώς και το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει Αυτοπαραγωγός από σταθμό Σ.Η.Θ.Υ.Α., εφόσον η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των σταθμών Σ.Η.Θ.Υ.Α. έχει συνυπολογισθεί στη συνολική διείσδυση της εγκατεστημένης ισχύος σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή και Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Ειδικά για ηλιοθερμικούς σταθμούς η προτεραιότητα αυτή παρέχεται και για την ηλεκτρική ενέργεια που δεν παράγεται από Α.Π.Ε., εφόσον η παραγωγή της επιτρέπεται από τις κείμενες διατάξεις και την οικεία άδεια παραγωγής.

2. Ο Διαχειριστής του Δικτύου των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, κατά την κατανομή του φορτίου, παρέχει προτεραιότητα, σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο, στη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. Υβριδικού Σταθμού έναντι των άλλων μονάδων Α.Π.Ε., εφόσον συμμετέχει στην παροχή εγγυημένης ισχύος του Υβριδικού Σταθμού κατά τα προβλεπόμενα στην οικεία άδεια παραγωγής ή εφόσον γίνεται αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στη μονάδα παραγωγής

του Υβριδικού Σταθμού. Στην τελευταία περίπτωση, η προτεραιότητα παρέχεται μέχρι του ποσοστού ισχύος που απορροφάται από το Δίκτυο για την πλήρωση των συστημάτων αποθήκευσης του Υβριδικού Σταθμού που είναι συνδεδεμένα με το Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού. Το ποσοστό αυτό αναγράφεται στην άδεια παραγωγής και για τον προσδιορισμό του λαμβάνεται υπόψη η σχετική εισήγηση του Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

Ο Διαχειριστής του Δικτύου των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, κατά την κατανομή του φορτίου, παρέχει προτεραιότητα στις μονάδες ελεγχόμενης παραγωγής για την αξιοποίηση της αποθηκευμένης ενέργειας του Υβριδικού Σταθμού, έναντι των συμβατικών μονάδων του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού.

3. Οι όροι, οι προϋποθέσεις, η διαδικασία και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για την απορρόφηση της ενέργειας των εγκαταστάσεων παραγωγής από τον Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, κατά τις διατάξεις του παρόντος άρθρου, ορίζονται στον Κώδικα Διαχείρισης Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

## **Άρθρο 11**

### **Σύνδεση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. με το Σύστημα ή το Δίκτυο**

1. Στην περίπτωση σύνδεσης νέου σταθμού ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. στο Σύστημα μέσω υφιστάμενου υποσταθμού ανύψωσης υψηλής τάσης, ο δικαιούχος της οικείας άδειας παραγωγής μπορεί να επιλέξει το τμήμα σύνδεσης, μεταξύ του κεντρικού πίνακα μέσης τάσης του σταθμού Α.Π.Ε. και του υποσταθμού ανύψωσης να ανήκει στην κυριότητά του. Στην περίπτωση σύνδεσης νέου σταθμού ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. ή συγκροτήματος αιολικών πάρκων στο Σύστημα μέσω νέων υποσταθμών ανύψωσης, ο κάτοχος της οικείας άδειας παραγωγής μπορεί να επιλέξει το τμήμα σύνδεσης, μεταξύ του κεντρικού πίνακα μέσης τάσης του κάθε σταθμού Α.Π.Ε. και του τερματικού υποσταθμού ανύψωσης, και ο νέος τερματικός υποσταθμός ανύψωσης να ανήκουν στην κυριότητά του, μέχρι τα όρια του Συστήματος σύμφωνα με όσα προβλέπονται στον Κώδικα Διαχείρισης και σε κάθε περίπτωση, μη συμπεριλαμβανομένου του κεντρικού αυτόματου διακόπτη υψηλής ή υπερυψηλής τάσης του τερματικού υποσταθμού, του οποίου η ιδιοκτησία, η διαχείριση και η συντήρηση ανήκουν στον Κύριο του Συστήματος ή τον αρμόδιο Διαχειριστή κατά περίπτωση.

Στις περιπτώσεις αυτές:

(α) Νοείται ότι ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. συνδέεται απευθείας στο Σύστημα.

(β) Ο κάτοχος της οικείας άδειας παραγωγής κατασκευάζει τα έργα σύνδεσης που ανήκουν στην κυριότητά του και αποκτά τη διαχείριση και την ευθύνη λειτουργίας και συντήρησης των έργων αυτών. Η τάση και τα λοιπά τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των έργων σύνδεσης που ανήκουν στην κυριότητα του κατόχου της οικείας άδειας παραγωγής καθορίζονται από αυτόν, υπό την αίρεση της συμμόρφωσής τους με τους σχετικούς διεθνείς κανονισμούς και τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κυρίου του Συστήματος και του αρμόδιου Διαχειριστή για την ομαλή σύνδεση και συνεργασία τους με το Σύστημα όσον αφορά τις διακοπτικές προστασίες στην πλευρά της υψηλής ή υπερυψηλής τάσης και τα συστήματα επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφοριών με το Σύστημα.

(γ) Ο κάτοχος της άδειας παραγωγής δεν έχει δικαίωμα να αρνηθεί τη σύνδεση νέου παραγωγού στον υποσταθμό, εκτός αν συντρέχει περίπτωση έλλειψης χωρητικότητας του δικτύου, που τεκμηριώνεται με αιτιολογημένη γνώμη του αρμόδιου διαχειριστή του ηλεκτρικού συστήματος.

Ο νέος χρήστης καταβάλλει στους κατόχους άδειας παραγωγής των συνδεδεμένων σταθμών αντάλλαγμα για τα κοινά έργα σύνδεσης, σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας για την υλοποίηση έργων για σύνδεση χρήστη. Με απόφαση της Ρ.Α.Ε. είναι δυνατόν να θεσπίζεται η ειδικότερη μεθοδολογία καθορισμού του ανωτέρω ανταλλάγματος και ο τρόπος καταβολής του. Ο κύριος των κοινών έργων σύνδεσης υποχρεούται να εκτελεί τις εντολές του Διαχειριστή για τη λειτουργία αυτών.

2. Για την απαλλοτρίωση ακινήτων ή τη σύσταση επ' αυτών εμπράγματων δικαιωμάτων υπέρ του κατόχου της άδειας παραγωγής του συνδεδεμένου σταθμού με σκοπό την εγκατάσταση των έργων σύνδεσης, εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις της παρ. 1 του άρθρου 15 και του άρθρου 22 του ν. 3175/2003 (ΦΕΚ 207 Α'), ανεξαρτήτως του κυρίου των έργων σύνδεσης. Αν Κύριος του εδάφους είναι το Δημόσιο, το αντάλλαγμα χρήσης του εδάφους που αναλογεί στα έργα σύνδεσης που ανήκουν στην κυριότητα του αδειούχου παραγωγής υπολογίζεται επί των μεμονωμένων τμημάτων του εδάφους που καταλαμβάνεται από τις βάσεις των πυλώνων των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας των έργων σύνδεσης, ενώ δεν καταβάλλεται αντάλλαγμα για τα έργα σύνδεσης που ανήκουν στον Κύριο του Συστήματος.

3. Για τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. και τα έργα σύνδεσής τους με το Σύστημα ή το Δίκτυο, εφαρμόζονται αναλόγως, υπέρ του κατόχου της άδειας παραγωγής, οι διατάξεις της παρ. 8 του άρθρου 9 του ν. 2941/2001 (ΦΕΚ 201 Α').

4. Με τους Κώδικες Διαχείρισης του Συστήματος και του Δικτύου που προβλέπονται, αντίστοιχα, στις διατάξεις των άρθρων 19 και 23 του ν. 2773/1999 (ΦΕΚ 286 Α'), όπως ισχύει, καθορίζονται ο τύπος και το περιεχόμενο των συμβάσεων σύνδεσης Σταθμών Α.Π.Ε., με το Σύστημα ή το Δίκτυο και κάθε άλλο σχετικό θέμα. Η σύμβαση σύνδεσης συνάπτεται εντός διαστήματος τριών (3) μηνών από την υποβολή του σχετικού αιτήματος με πλήρη φάκελο για σταθμούς ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ που, σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 4, εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής, και εντός έξι (6) μηνών για τους σταθμούς του άρθρου 3. Οι Διαχειριστές υλοποιούν τα έργα σύνδεσης που αναλαμβάνουν συμβατικά σε διάστημα που δεν μπορεί να υπερβαίνει από την υπογραφή της σύμβασης σύνδεσης: α) τους δώδεκα (12) μήνες για σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο, εφόσον δεν απαιτούνται εργασίες σε υποσταθμούς ΥΤ/ΜΤ, β) τους δεκαοκτώ (18) μήνες για σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο εφόσον απαιτούνται εργασίες σε υποσταθμούς ΥΤ/ΜΤ και γ) τους είκοσι τέσσερις (24) μήνες για τους σταθμούς που συνδέονται στο Σύστημα. Με ειδικά αιτιολογημένη απόφαση τους, που κοινοποιείται στη ΡΑΕ, οι διαχειριστές μπορούν σε συγκεκριμένες περιπτώσεις να θέτουν μεγαλύτερα χρονικά περιθώρια για την υλοποίηση των έργων σύνδεσης, λαμβάνοντας υπόψη το βαθμό δυσκολίας κατασκευής των έργων αυτών. Η υποχρέωση των Διαχειριστών για υλοποίηση των έργων σύνδεσης εντός των ανωτέρω προθεσμιών δεν ισχύει για: α) συγκροτήματα αιολικών πάρκων συνολικής ισχύος μεγαλύτερης από εκατόν πενήντα (150) MW, β) αιολικά πάρκα που συνδέονται με το Σύστημα μέσω ειδικού προς τούτο υποθαλάσσιου καλωδίου και γ) άλλα αναλόγου μεγέθους σύνθετα έργα.

5. Κατά τη σύνδεση σταθμών Α.Π.Ε. στο Σύστημα, ο Διαχειριστής του Συστήματος μπορεί να επιβάλει αιτιολογημένα την υλοποίηση πρόσθετων έργων ή την εγκατάσταση εξοπλισμών που δεν απαιτούνται για τη διοχέτευση της παραγόμενης ενέργειας στο Σύστημα, με σκοπό να πληρούνται πρόσθετες τεχνικές ή λειτουργικές απαιτήσεις, περιλαμβανομένης της απαίτησης για εφαρμογή του κριτηρίου ν-1. Στις περιπτώσεις αυτές το πρόσθετο κόστος καθορίζεται τεκμηριωμένα μεταξύ του παραγωγού Α.Π.Ε., του Διαχειριστή και του Κυρίου του Συστήματος κατά τη χορήγηση της Προσφοράς Σύνδεσης και την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης και καλύπτεται από τον Κύριο του Συστήματος. Ο Κύριος του Συστήματος ανακτά το κόστος αυτό, μέσω του μηχανισμού χρέωσης χρήσης Συστήματος ή κατά τη σύνδεση νέου χρήστη σύμφωνα με τις διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας για την υλοποίηση έργων σύνδεσης.

6α. Εντός εξαμήνου από τη θέση σε ισχύ του παρόντος, εκπονείται από τον Διαχειριστή του Συστήματος ο Στρατηγικός Σχεδιασμός Διασυνδέσεων Νησιών, ο οποίος εντάσσεται στη Μελέτη Ανάπτυξης του Συστήματος Μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Μ.Α.Σ.Μ.) και εγκρίνεται με τη διαδικασία που προβλέπεται στις διατάξεις της περίπτωσης ζ' της παρ. 2 του άρθρου 15 του ν. 2773/1999. Ο σχεδιασμός αυτός μπορεί να εξειδικευτεί για συγκεκριμένα έργα και να τροποποιείται με την ίδια διαδικασία.

β. Η διαδικασία της περίπτωσης α' δεν αναστέλλει την αδειοδότηση έργων για ανάπτυξη σταθμών από Α.Π.Ε. σε νησιά και βραχονησίδες τα οποία διασυνδέονται στο Σύστημα και στα οποία περιλαμβάνονται τα έργα σύζευξης αυτών.

## **Άρθρο 12** **Σύμβαση Πώλησης**

1. Για την ένταξη σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, περιλαμβανομένου και του Δικτύου των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, σύμφωνα με τα άρθρα 9 και 10, ο Διαχειριστής του Συστήματος, εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται στο Σύστημα είτε απευθείας είτε μέσω του Δικτύου ή ο Διαχειριστής Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής συνδέονται με το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, υποχρεούνται να συνάπτουν σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με τον κάτοχο της άδειας παραγωγής της.

2. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από σταθμούς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύει για είκοσι (20) έτη και μπορεί να παρατείνεται, σύμφωνα με τους όρους της άδειας αυτής, μετά από έγγραφη συμφωνία των μερών, εφόσον ισχύει η σχετική άδεια παραγωγής. Ειδικά η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής ισχύει για είκοσι πέντε (25) έτη και μπορεί να παρατείνεται σύμφωνα με όσα ορίζονται στο προηγούμενο εδάφιο.

3. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από εισήγηση του αρμόδιου Διαχειριστή και γνώμη της Ρ.Α.Ε., καθορίζονται ο τύπος, το περιεχόμενο και η διαδικασία κατάρτισης των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος άρθρου, καθώς και κάθε ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ΄** **ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

### **Άρθρο 13** **Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας από** **Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. και από Υβριδικούς Σταθμούς**

1. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή μέσω Υβριδικού Σταθμού και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 9, 10 και 12, τιμολογείται, σε μηνιαία βάση, κατά τα ακόλουθα:

α) Η τιμολόγηση γίνεται με βάση την τιμή, σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (MWh), της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, συμπεριλαμβανομένου και του Δικτύου Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

β) Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την προηγούμενη περίπτωση, εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς για τους οποίους έχουν οριστεί ξεχωριστές τιμές από το ν. 3734/2009 (Α' 8), όπως ισχύει, γίνεται με βάση τα στοιχεία του ακόλουθου πίνακα:

Πίνακας Α

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:		Τιμή Ενέργειας (€/MWh) χωρίς ενίσχυση (XE)	Τιμή Ενέργειας (€/MWh) με ενίσχυση (ME)
1	Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος $\leq 5$ MW	105	85
2	Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος $> 5$ MW	105	82
3	Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά	110	90
4	Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1$ MWe	105	85
5	Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 1 MWe έως και 5 MWe	105	83
6	Υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 5 MWe έως και 15 MWe	100	80
7	Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής χωρίς σύστημα αποθήκευσης	260	200
8	Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με σύστημα αποθήκευσης, το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο	280	220
9	Γεωθερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας κατά την παρ. 1στ του άρθρου 2 του νόμου 3175/2003 (Α' 207)	143	130
10	Γεωθερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας κατά την παρ. 1στ του άρθρου 2 του νόμου 3175/2003 (Α' 207)	110	100
11	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1$ MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	170	180
12	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 1 MW έως και 5 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	170	155

13	Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ > 5 MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	148	135
14	Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων και την οργανική ιλύ/λάσπη βιολογικών καθαρισμών και αξιοποιούνται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 2$ MW	131	114
15	Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων και την οργανική ιλύ/λάσπη βιολογικών καθαρισμών και αξιοποιούνται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ > 2 MW	108	94
16	Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιεργειών, ενσιρωμάτων, χλωρής νομής γεωργικών καλλιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 3$ MW	230	209
17	Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιεργειών, ενσιρωμάτων, χλωρής νομής γεωργικών καλλιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ > 3 MW	209	190
18	Λοιπές ΑΠΕ εκτός Φωτοβολταϊκών (συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων μη εντασσόμενων σε άλλη κατηγορία του πίνακα, που πληρούν τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας όπως εκάστοτε αυτές ισχύουν)	90	80
19	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $\leq 1$ MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος	88+ΠΤ	76+ΠΤ

	κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)		
20	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $\leq 1$ MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	92+ΠΤ	80+ΠΤ
21	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 1$ MW και $\leq 5$ MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	80+ΠΤ	70+ΠΤ
22	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 1$ MW και $\leq 5$ MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	84+ΠΤ	74+ΠΤ
23	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 5$ MW και $\leq 10$ MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	74+ΠΤ	65+ΠΤ
24	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 1$ MW και $\leq 10$ MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	78+ΠΤ	70+ΠΤ
25	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 10$ MW και $\leq 35$ MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	68+ΠΤ	62+ΠΤ
26	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 10$ MW και $\leq 35$ MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	72+ΠΤ	66+ΠΤ
27	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 35$ MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	61+ΠΤ	57+ΠΤ



28	Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος > 35 MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	65+ΠΤ	60+ΠΤ
29	Λοιπές Σ.Η.Θ.Υ.Α. που συνδέονται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα	85	80
30	Λοιπές Σ.Η.Θ.Υ.Α. που συνδέονται στο δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών	95	90

Σε περίπτωση που υλοποιηθεί διασύνδεση νησιού με το Διασυνδεδεμένο Σύστημα της ηπειρωτικής χώρας, η παραγόμενη ενέργεια από αιολικούς σταθμούς και σταθμούς ΣΗΘΥΑ που λειτουργούν στο εν λόγω νησί αποζημιώνεται βάσει των κατηγοριών 1, 2 και 29 του πίνακα Α αντίστοιχα, από την πρώτη ημερολογιακή ημέρα του μη να που έπεται της ημερομηνίας θέσης σε λειτουργία της διασύνδεσης.

Οι κατηγορίες «με ενίσχυση» (ΜΕ) και «χωρίς ενίσχυση» (ΧΕ) του ανωτέρω πίνακα Α έχουν ως ακολούθως:

«Με ενίσχυση» (ΜΕ): Για την υλοποίηση της επένδυσης γίνεται χρήση δημόσιας ενίσχυσης, και συγκεκριμένα χρήση άμεσης ενίσχυσης (επιχορήγηση) ή ισοδύναμης ενίσχυσης με άλλα μέσα (αφορολόγητα αποθεματικά, απαλλαγή από φόρο εισοδήματος, επιδότηση επιτοκίου) σε ποσοστό μεγαλύτερο από 20% επί του κόστους της επένδυσης όπως αυτό έχει διαμορφωθεί έως την ημερομηνία έναρξης της δοκιμαστικής λειτουργίας του σταθμού ή ενεργοποίησης της σύνδεσής του, κατά περίπτωση, και αποτυπώνεται στο λογιστικό σύστημα και τις λογιστικές καταστάσεις του παραγωγού.

«Χωρίς ενίσχυση» (ΧΕ): Η υλοποίηση της επένδυσης πραγματοποιήθηκε χωρίς τη χρήση δημόσιας ενίσχυσης όπως αυτή περιγράφεται στο προηγούμενο εδάφιο.

Προκειμένου για την ένταξη στις ανωτέρω κατηγορίες «με ενίσχυση» και «χωρίς ενίσχυση» οι παραγωγοί δηλώνουν, με υπεύθυνη δήλωση του ν. 1599/1986, κατά περίπτωση:

αα) το κόστος της επένδυσης, το είδος της ενίσχυσης, το ύψος και το ποσοστό της ενίσχυσης επί του κόστους επένδυσης, ανεξάρτητα εάν το σύνολο αυτής έχει καταβληθεί έως την ημερομηνία υποβολής της δήλωσης, ή

ββ) το κόστος της επένδυσης με αναφορά ότι δεν συντρέχουν οι προϋποθέσεις ένταξης στην κατηγορία «με ενίσχυση» του πίνακα Α της παρούσας.

Η ανωτέρω δήλωση υποβάλλεται στο ΛΑΓΗΕ για τις συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και στο ΔΕΔΔΗΕ για τις συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών έως την τελευταία ημερολογιακή ημέρα του μήνα που ο σταθμός τέθηκε σε δοκιμαστική λειτουργία ή, εάν δεν προβλέπεται περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας, ενεργοποιήθηκε η σύνδεσή του. Η κατάταξη στις κατηγορίες «με ενίσχυση» (ΜΕ) και «χωρίς ενίσχυση» (ΧΕ) βάσει της ανωτέρω δήλωσης γίνεται από την ημερομηνία που ο σταθμός τέθηκε σε δοκιμαστική λειτουργία ή, εάν δεν προβλέπεται περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας, ενεργοποιήθηκε η σύνδεσή του. Σε περίπτωση παράλειψης της υποβολής της δήλωσης οι σταθμοί κατατάσσονται στην κατηγορία «με ενίσχυση» (ΜΕ). Σε περίπτωση κατά την οποία για σταθμούς που πληρούν τις προϋποθέσεις κατάταξης στην κατηγορία ΧΕ (χωρίς χρήση ενίσχυσης) υποβληθεί εκπρόθεσμα η σχετική δήλωση, η κατάταξή τους στην κατηγορία ΧΕ (χωρίς χρήση ενίσχυσης) γίνεται από την πρώτη ημερολογιακή ημέρα του επόμενου της υποβολής της δήλωσης μήνα. Η δήλωση για την κατάταξη στις κατηγορίες της παρούσας υποβάλλεται υποχρεωτικά ηλεκτρονικά, και επέχει θέση υπεύθυνης δήλωσης του ν. 1599/1986, στην περίπτωση που βρίσκεται σε λειτουργία σχετικό σύστημα πληροφορικής για την υποδοχή της.

Σε περίπτωση διαπίστωσης ένταξης σταθμού στην κατηγορία «χωρίς ενίσχυση» (ΧΕ) στη βάση ανακριβούς δήλωσης του παραγωγού, πέραν των λοιπών κυρώσεων, ο παραγωγός αποζημιώνεται εφεξής (από την επόμενη περίοδο τιμολόγησης) βάσει του καθεστώτος τιμολόγησης που θα ισχύει για

νεοεισερχόμενους σταθμούς και ανεξάρτητα των όρων της οικείας σύμβασης πώλησης. Επιπλέον, η αποζημίωση της ενέργειας που εγχύθηκε το διάστημα από την πρώτη ημερολογιακή ημέρα του μήνα υποβολής της δήλωσης και μέχρι το μήνα διαπίστωσης της υποβολής ανακριβούς δήλωσης θα επαναυπολογιστεί με την τιμή με την οποία αποζημιώνεται νεοεισερχόμενος σταθμός κατά την ημερομηνία υποβολής της ανακριβούς δήλωσης.

Οι εκάστοτε αρμόδιες Υπηρεσίες του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, σε συνεργασία με το ΛΑΓΗΕ, το ΔΕΔΔΗΕ και τις κατά περίπτωση αρμόδιες αρχές για τη χορήγηση δημόσιας ενίσχυσης, δύνανται να διενεργούν δειγματοληπτικούς ελέγχους για την ακρίβεια των δηλώσεων.

Η προσαρμογή τιμής φυσικού αερίου (ΠΤ) είναι μέγεθος που καλύπτει τις μεταβολές του κόστους του φυσικού αερίου και υπολογίζεται ως εξής:

$$ΠΤ = ((1 - ((\eta - \eta_e) / \eta_{hr})) / \eta_e) \times (ΜΤΦΑτ - 26), \text{ όπου}$$

$\eta_e$ : Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης μονάδας συμπαραγωγής, όπως ορίζεται στην Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/749/21.03.2012 (Β' 889)

$\eta_h$ : Θερμικός βαθμός απόδοσης μονάδας συμπαραγωγής, όπως ορίζεται στην Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/749/21.03.2012 (Β' 889)

$\eta = \eta_e + \eta_h$ : Ολικός βαθμός απόδοσης μονάδας συμπαραγωγής

$\eta_{hr}$ : είναι η τιμή αναφοράς του βαθμού απόδοσης για τη χωριστή παραγωγή θερμικής ενέργειας, όπως ορίζεται στην Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/749/21.03.2012 (Β' 889), όπου οι βαθμοί απόδοσης σε Ανώτερη Θερμογόνο Δύναμη (ΑΘΔ) όπως στον παρακάτω πίνακα Β.

Πίνακας Β

Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $\leq 1$ MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	$\eta=72\%$ , $\eta_e=33\%$ , $\eta_{hr}=81\%$
Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $\leq 1$ MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	$\eta=67\%$ , $\eta_e=33\%$ , $\eta_{hr}=81\%$
Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 1$ MW και $\leq 5$ MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	$\eta=72\%$ , $\eta_e=33\%$ , $\eta_{hr}=81\%$
Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 1$ MW και $\leq 5$ MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	$\eta=67\%$ , $\eta_e=35\%$ , $\eta_{hr}=81\%$
Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 5$ MW και $\leq 10$ MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	$\eta=72\%$ , $\eta_e=35\%$ , $\eta_{hr}=81\%$
Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος $> 1$ MW και $\leq 10$ MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	$\eta=72\%$ , $\eta_e=35\%$ , $\eta_{hr}=81\%$

Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος > 10 MW και ≤ 35 MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστροβίλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	η=72%, η <sub>e</sub> =35%, η <sub>ht</sub> =81%
Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος > 10 MW και ≤ 35 MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	η=67%, η <sub>e</sub> =35%, η <sub>ht</sub> =81%
Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος > 35 MW για τις κατηγορίες (α) «Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας» ή (γ) «Ατμοστροβίλος συμπύκνωσης-απομάστευσης» του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	η=72%, η <sub>e</sub> =35%, η <sub>ht</sub> =81%
Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Φυσικού Αερίου ισχύος > 35 MW λοιπών κατηγοριών του άρθρου 3 της Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420)	η=67%, η <sub>e</sub> =35%, η <sub>ht</sub> =81%

ΜΤΦΑτ: Η ανά μήνα μέση μοναδιαία μικτή τιμή του Φυσικού Αερίου σε €/MWh Ανωτέρας Θερμογόνου Δύναμης (ΑΘΔ), η οποία περιλαμβάνει την τιμή πώλησης με το κόστος μεταφοράς και τον ειδικό φόρο κατανάλωσης (ΜΤΦΑμ ή ΜΤΦΑη) στην οποία προστίθεται και το μέσο κόστος CO<sub>2</sub> που αντιστοιχεί στην ηλεκτροπαραγωγή.

ΜΤΦΑμ: Η ανά μήνα μέση μοναδιαία τιμή πώλησης φυσικού αερίου για συμπαραγωγή σε €/MWh Ανωτέρας Θερμογόνου Δύναμης (ΑΘΔ) στους χρήστες φυσικού αερίου στην Ελλάδα, εξαιρούμενων των πελατών ηλεκτροπαραγωγής. Η τιμή αυτή ορίζεται με μέριμνα της Διεύθυνσης Πετρελαϊκής πολιτικής του ΥΠΕΚΑ και κοινοποιείται ανά μήνα στον ΛΑΓΗΕ.

ΜΤΦΑη: Η ανά μήνα μέση μοναδιαία τιμή πώλησης φυσικού αερίου σε €/MWh ανωτέρας θερμογόνου δύναμης (ΑΘΔ) στους χρήστες ΦΑ στην Ελλάδα οι οποίοι είναι πελάτες ηλεκτροπαραγωγής. Η τιμή αυτή ορίζεται με μέριμνα της Διεύθυνσης Πετρελαϊκής Πολιτικής του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και κοινοποιείται ανά μήνα στον ΛΑΓΗΕ.

Το μέσο κόστος CO<sub>2</sub> υπολογίζεται από την μαθηματική σχέση:

$$\text{Μέσο Κόστος CO}_2 \text{ (€/MWh)} = 0.37 \cdot \text{Μέση Τιμή Δικαιωμάτων CO}_2 \text{ (€/tn)} \cdot \eta_e$$

Μέση Τιμή Δικαιωμάτων CO<sub>2</sub>: Η ανά μήνα μέση τιμή των δικαιωμάτων CO<sub>2</sub> σε €/tn όπως προκύπτει από τα στοιχεία του ΕΕΧ (Energy Exchange). Η τιμή αυτή υπολογίζεται με μέριμνα του Γραφείου Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών του ΥΠΕΚΑ και κοινοποιείται ανά μήνα στον ΛΑΓΗΕ.

Σε εφαρμογή των οριζόμενων σχετικά με τον υπολογισμό του ΜΤΦΑτ κάθε παραγωγός κάτοχος μονάδας ΣΗΘΥΑ, υποβάλλει στο ΛΑΓΗΕ βεβαίωση από φορέα του Μητρώου Φορέων Πιστοποίησης, Επαλήθευσης και Επιθεώρησης του ΛΑΓΗΕ του Άρθρου 3 της Υ.Α. αριθ. Δ5ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.23278/23.11.2012 (Β' 3108), στην οποία βεβαιώνεται για την αντίστοιχη μονάδα ΣΗΘΥΑ εάν ο παραγωγός ως χρήστης Φυσικού Αερίου είναι πελάτης ηλεκτροπαραγωγής ή όχι.

Κάθε παραγωγός κάτοχος Μονάδας Συμπαραγωγής υποβάλλει στο ΛΑΓΗΕ βεβαίωση από φορέα του Μητρώου Φορέων Πιστοποίησης, Επαλήθευσης και Επιθεώρησης του ΛΑΓΗΕ του Άρθρου 3 της Υ.Α. αριθ. Δ5ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.23278/23.11.2012 (Β' 3108) στην οποία καθορίζεται σε ποια από τις κατηγορίες του άρθρου 3 της ΥΑ Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420) εντάσσεται η μονάδα του.

Σε περίπτωση που τροποποιηθούν οι κατηγορίες του άρθρου 3 της ΥΑ Δ5-ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641/14.07.2009 (Β' 1420), εξουσιοδοτείται ο Υπουργός Περιβάλλοντος Ενέργειας και

Κλιματικής Αλλαγής να τροποποιήσει αναλόγως τις κατηγορίες και τις αντίστοιχες τιμές και συντελεστές των πινάκων Α και Β της παρούσας.

Στην περίπτωση που σε σταθμό ΣΗΘΥΑ του πίνακα Α η παραγόμενη θερμική ενέργεια είτε αξιοποιείται για την παραγωγή αγροτικών προϊόντων, και εφόσον η παραγωγή αγροτικών προϊόντων αποτελεί την κύρια δραστηριότητα του παραγωγού, είτε διατίθεται μέσω δικτύου τηλεθέρμανσης πόλεων, το σταθερό τμήμα της τιμής του πίνακα Α (τιμή εξαιρουμένου του ΠΤ) προσαυξάνεται κατά 15%. Σε περίπτωση που σε σταθμό ΣΗΘΥΑ του πίνακα Α τα καυσάερια αξιοποιούνται για γεωργικούς σκοπούς, το σταθερό τμήμα της τιμής του πίνακα (τιμή εξαιρουμένου του ΠΤ) προσαυξάνεται κατά 20% και η προσαύξηση αυτή υπολογίζεται πλέον τυχόν προσαύξησης κατά τις διατάξεις του προηγούμενου εδαφίου.

Όπου στην υφιστάμενη νομοθεσία γίνεται αναφορά στις κατηγορίες α έως ιζ του πίνακα της παρούσης όπως αυτός ίσχυε προ της αντικατάστασής του από τον πίνακα Α, αυτή νοείται ως αναφορά στις κατηγορίες 1 έως 30 του πίνακα Α και η αντιστοίχιση γίνεται με βάση την περιγραφή της κάθε κατηγορίας.

γ) Η παραγόμενη ενέργεια από σταθμούς Α.Π.Ε. πλην φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών σταθμών, εφόσον οι επενδύσεις υλοποιούνται χωρίς τη χρήση δημόσιας επιχορήγησης, τιμολογείται με βάση τις τιμές του ανωτέρω πίνακα τιμολόγησης, προσαυξημένες κατά ποσοστό 20% για τις περιπτώσεις (α), (δ), (ζ), (η) και (ιζ), καθώς και κατά ποσοστό 15% για τις περιπτώσεις (θ) έως (ιε). Για την περίπτωση (ιστ), η προσαύξηση κατά 15% εφαρμόζεται μόνο στο σταθερό σκέλος της τιμολόγησης, εφόσον η επένδυση υλοποιείται χωρίς επιχορήγηση από οποιοδήποτε εθνικό, ευρωπαϊκό ή διεθνές πρόγραμμα ή αναπτυξιακό νόμο, για την κάλυψη τμήματος της σχετικής δαπάνης ούτε υπόκειται σε φοροαπαλλαγή οποιασδήποτε μορφής περιλαμβανομένου και του αφορολόγητου αποθεματικού.

δ) Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από σταθμούς Α.Π.Ε. που εγκαθίστανται σε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και βραχονησίδες της Ελληνικής Επικράτειας και οι οποίοι συνδέονται στο Σύστημα μέσω νέας υποθαλάσσιας διασύνδεσης απαραίτητης για τη διοχέτευση της παραγόμενης ενέργειας, το κόστος της οποίας επιβαρύνονται εξ ολοκλήρου οι κάτοχοι των οικείων αδειών παραγωγής, με εξαίρεση τα τυχόν πρόσθετα έργα της παραγράφου 5 του άρθρου 11 του ν. 3468/2006, όπως ισχύει, τιμολογείται με βάση την τιμή του στοιχείου α' για Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά του ανωτέρω πίνακα τιμολόγησης, προσαυξημένη κατά ποσοστό 10% πλέον του ποσοστού επί τοις εκατό που ορίζεται από την τετραγωνική ρίζα του λόγου της ευθείας απόστασης σε χιλιόμετρα μεταξύ της εξόδου του τερματικού υποσταθμού ανύψωσης των σταθμών και του σημείου του υφιστάμενου Συστήματος τα οποία συνδέονται μέσω του νέου έργου σύνδεσης, προς το δεκαπλάσιο της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών σε MW. Η προσαύξηση δεν επιτρέπεται να είναι μεγαλύτερη από 25%. Η προσαύξηση ισχύει και μετά την πιθανή διασύνδεση του νησιού ή της νησίδας και προσθετικά σε πιθανή προσαύξηση της προηγούμενης περίπτωσης γ'.

ε) Οι ηλιοθερμικοί σταθμοί των περιπτώσεων (ε) και (στ) του ανωτέρω πίνακα επιτρέπεται να χρησιμοποιούν και ενέργεια που προέρχεται από φυσικό αέριο, LPG, ντίζελ, βιοντίζελ ή άλλα βιοκαύσιμα, εφόσον η χρήση της ενέργειας αυτής κρίνεται αναγκαία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η χρησιμοποιούμενη ενέργεια που προέρχεται από φυσικό αέριο, LPG ή ντίζελ δεν μπορεί να υπερβαίνει το 15% της συνολικής ενέργειας που παράγεται σε ετήσια βάση, από τις μονάδες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας. Το όριο αυτό μπορεί να προσαυξάνεται κατά 5% εάν χρησιμοποιείται βιοντίζελ ή άλλα βιοκαύσιμα.

Με απόφαση της ΡΑΕ καθορίζεται η μεθοδολογία και οι παράμετροι αυτής, για τον υπολογισμό του τιμήματος που οφείλεται στον παραγωγό για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τον ηλιοθερμικό σταθμό και εγχέεται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, μέσω της χρήσης των καυσίμων της περίπτωσης αυτής. Το τίμημα θα πρέπει να αντιστοιχεί στο κόστος παραγωγής της ενέργειας αυτής. Η μεθοδολογία θα προβλέπει ανώτατη τιμή λαμβάνοντας υπόψη το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του ηλεκτρικού συστήματος στο οποίο συνδέεται ο σταθμός, όπως αυτό προσδιορίζεται με βάση τα οριζόμενα στους οικείους Κώδικες. Η μεθοδολογία αυτή θα πρέπει να βασίζεται σε

αντικειμενικά και δημοσιευμένα στοιχεία, καθώς και στις τεχνικές και οικονομικές παραμέτρους για τη χρήση των καυσίμων από το σταθμό. Στην περίπτωση χρήσης βιοντίζελ ή άλλων βιοκαυσίμων, η τιμολόγηση της ενέργειας αυτής γίνεται βάσει του πίνακα της περίπτωσης β' της παραγράφου 1. Με την απόφαση της παραγράφου 3 του άρθρου 12 καθορίζεται η μεθοδολογία για τον προσδιορισμό των ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας που παράγονται από ηλιοθερμικό σταθμό και αντιστοιχούν στις διάφορες πρωτογενείς πηγές ενέργειας, καθώς και ο τρόπος εφαρμογής της.

Οι ηλιοθερμικοί σταθμοί επιτρέπεται να απορροφούν ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο, εφόσον τούτο είναι αναγκαίο για την ασφάλεια του εξοπλισμού και τη διατήρηση της αρτιότητας και λειτουργικότητάς τους. Η απορροφώμενη ηλεκτρική ενέργεια συμψηφίζεται με την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το σταθμό η οποία εγχέεται στο δίκτυο, σύμφωνα με τα ειδικότερα καθοριζόμενα στην απόφαση της παραγράφου 3 του άρθρου 12.

Από τη διαδικασία συμψηφισμού εξαιρείται η κατανάλωση από παροχή χαμηλής τάσης.

2. Ειδικά, η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο χαμηλής τάσης, γίνεται κάθε τέσσερις (4) μήνες.

3. Για την τιμολόγηση της διαθεσιμότητας ισχύος Υβριδικών Σταθμών που συνδέονται στο Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφούν οι σταθμοί αυτοί από το Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, καθώς και της ηλεκτρικής ενέργειας που οι Υβριδικοί Σταθμοί εγχέουν στο Δίκτυο αυτό, ισχύουν τα ακόλουθα:

α) Η διαθεσιμότητα ισχύος των μονάδων ελεγχόμενης παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού που συνδέεται στο Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού τιμολογείται, σε μηνιαία βάση, σε ευρώ ανά μεγαβάτ εγγυημένης ισχύος (€/MW). Η εγγυημένη ισχύς, οι χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες παρέχεται αυτή, καθώς και η τιμή με βάση την οποία τιμολογείται η διαθεσιμότητα ισχύος, καθορίζονται στην άδεια παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού. Για την τιμολόγηση διαθεσιμότητας ισχύος λαμβάνεται υπόψη το εκτιμώμενο κόστος κατασκευής και το σταθερό κόστος λειτουργίας νεοεισερχόμενου συμβατικού σταθμού παραγωγής στο Αυτόνομο Ηλεκτρικό Σύστημα του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού. Το τίμημα που λαμβάνει ο Παραγωγός για τη διαθεσιμότητα των μονάδων ελεγχόμενης παραγωγής Υβριδικού Σταθμού δεν μπορεί να υπολείπεται του τιμήματος που καταβάλλεται για τη διαθεσιμότητα των μονάδων του νεοεισερχόμενου συμβατικού σταθμού παραγωγής, με αντίστοιχη ισχύ.

Ως νεοεισερχόμενος συμβατικός σταθμός παραγωγής στο Αυτόνομο Ηλεκτρικό Σύστημα Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, νοείται ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση συμβατικών καυσίμων, που λογίζεται ότι κατασκευάζεται κατά το χρόνο εξέτασης της αίτησης για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Υβριδικό Σταθμό, με σκοπό την απρόσκοπτη ηλεκτροδότηση του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, κατά τα προβλεπόμενα στον Κώδικα Διαχείρισης Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

β) Η τιμή, με βάση την οποία τιμολογείται η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις μονάδες ελεγχόμενης παραγωγής Υβριδικού Σταθμού που αξιοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια στο σύστημα αποθήκευσής του και εγχέεται στο Δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, καθορίζεται στην άδεια παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού. Ο καθορισμός αυτός γίνεται με βάση το μέσο οριακό μεταβλητό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που εκτιμάται ότι έχουν, κατά το χρόνο έκδοσης της άδειας παραγωγής, οι συμβατικές μονάδες του Αυτόνομου Ηλεκτρικού Συστήματος για την κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, η οποία καλύπτεται εν προκειμένω από τις ανωτέρω μονάδες ελεγχόμενης παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού. Η τιμή που ορίζεται στο πρώτο εδάφιο δεν μπορεί να είναι κατώτερη από την τιμή με την οποία τιμολογείται η ηλεκτρική ενέργεια που απορροφά ο Υβριδικός Σταθμός από το Δίκτυο για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσής του, προσαυξημένη με ποσοστό 25%. Επιπλέον της τιμής που ορίζεται στο πρώτο εδάφιο, στην άδεια παραγωγής καθορίζεται ελάχιστη τιμή για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις μονάδες ελεγχόμενης παραγωγής Υβριδικού Σταθμού που αξιοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια στο σύστημα αποθήκευσής του και εγχέεται στο Δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού. Ο προηγούμενος καθορισμός γίνεται με βάση την τιμή αποζημίωσης για

αιολικούς σταθμούς της κατηγορίας 3 του Πίνακα Α του παρόντος άρθρου, επαυξημένη κατά 50%, ώστε να καλύπτονται οι απώλειες ενέργειας στον κύκλο αποθήκευσης του υβριδικού σταθμού.

γ) Η τιμή, με βάση την οποία τιμολογείται το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφά ο Υβριδικός Σταθμός από το Δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσής του, καθορίζεται στην άδεια παραγωγής του Υβριδικού Σταθμού. Ο καθορισμός της τιμής αυτής γίνεται με βάση το μέσο μεταβλητό κόστος παραγωγής των μονάδων βάσης του Αυτόνομου Ηλεκτρικού Συστήματος του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού κατά το χρόνο έκδοσης της άδειας παραγωγής.

δ) Το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας που οι μονάδες ΑΠΕ Υβριδικού Σταθμού εγχέουν απευθείας στο Δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, τιμολογείται κατά τα οριζόμενα στην παράγραφο 1, ανάλογα με το είδος του σταθμού Α.Π.Ε.

ε) Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις μονάδες ΑΠΕ του Υβριδικού Σταθμού και εγχέεται απευθείας στο Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, μπορεί να συμψηφίζεται με την ενέργεια που απορροφά από το Δίκτυο αυτό ο Υβριδικός Σταθμός για την πλήρωση των συστημάτων αποθήκευσής του. Το δικαίωμα συμψηφισμού αναγνωρίζεται μετά από σχετική αίτηση του παραγωγού και αναγράφεται στην οικεία άδεια παραγωγής κατά την έκδοση ή την τροποποίηση της άδειας αυτής. Στην περίπτωση αυτή, η τιμολόγηση των περιπτώσεων γ' και δ', αφορά την ηλεκτρική ενέργεια που υπολογίζεται ότι απορροφάται ή εγχέεται στο Δίκτυο, μετά τον ανωτέρω συμψηφισμό, όπως ρητά αναγράφεται στην οικεία άδεια παραγωγής.

στ) Η ετήσια αναπροσαρμογή της τιμής, με βάση την οποία τιμολογείται η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις μονάδες ελεγχόμενης παραγωγής Υβριδικού Σταθμού που αξιοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια στο σύστημα αποθήκευσής του και εγχέεται στο Δίκτυο του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού, καθορίζεται στην άδεια παραγωγής. Ο καθορισμός γίνεται με τη χρήση συντελεστή (Συντελεστής Ρήτρας Πετρελαίου) ο οποίος περιλαμβάνει αποκλειστικά τις μεταβολές των διεθνών τιμών του πετρελαίου Brent.

4. Σε περίπτωση διασύνδεσης του Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού με το Σύστημα, εξακολουθούν να ισχύουν οι συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που έχουν συναφθεί μεταξύ του Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών και του Παραγωγού, χωρίς δυνατότητα παράτασής τους.

5. Με την απόφαση που εκδίδεται κατά την παράγραφο 3 του άρθρου 5, καθορίζονται, η διαδικασία, τα ειδικότερα θέματα και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για τις τιμολογήσεις που γίνονται κατά την παράγραφο 3 του παρόντος άρθρου.

6. Οι τιμές του Πίνακα της παραγράφου 1 αυξάνονται ενιαία κατ' έτος σε ποσοστό 50% επί του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους, όπως αυτός καθορίζεται από την Ελληνική Στατιστική Αρχή. Η τελική τιμή σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (ευρώ/MWh) της ενέργειας που προκύπτει μετά την αύξηση, στρογγυλοποιείται με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, καθορίζεται επαύξηση της ισχύουσας τιμής της παραγόμενης ενέργειας από χερσαίες εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας που εγκαθίστανται σε θέσεις χαμηλού αιολικού δυναμικού εντός Περιοχών Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ) όπως καθορίστηκαν με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΦΕΚ 2464 Β'), με σκοπό τη στήριξη της υλοποίησης αιολικών πάρκων στις περιοχές αυτές. Η επαύξηση πρέπει να είναι αντιστρόφως ανάλογη του αιολικού δυναμικού των θέσεων εκπεφρασμένου σε ισοδύναμες ώρες λειτουργίας όπως αυτές διαπιστώνονται με βάση την απολογιστική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και να λαμβάνει υπόψη την παραγωγική αποδοτικότητα των χρησιμοποιούμενων ανεμογεννητριών. Η παραπάνω υπουργική απόφαση δεν καταλαμβάνει τις ισχύουσες, κατά το χρόνο έκδοσής της, συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας αιολικών πάρκων στις ανωτέρω περιοχές. Η τροποποίηση των ορίων των περιοχών ΠΑΚ, μετά την έκδοση της ανωτέρω απόφασης, δεν επηρεάζει τις ισχύουσες κατά το χρόνο εκείνο συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας αιολικών πάρκων.

7. Με απόφαση της ΡΑΕ θα αναπροσαρμόζονται κατά τα οριζόμενα στις περιπτώσεις α', β' και γ' της παραγράφου 3 ανά πενταετία η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται ή απορροφάται από

Υβριδικό Σταθμό Α.Π.Ε. και ανά δεκαετία η τιμή της διαθεσιμότητας ισχύος του Υβριδικού Σταθμού Α.Π.Ε. διακριτά για κάθε αυτόνομο σύστημα. Οι άδειες που θα χορηγούνται θα αναφέρονται στις τιμές που ισχύουν κατά το χρόνο χορήγησής τους.

8. Στο τέλος κάθε ημερολογιακού έτους, ο αρμόδιος Διαχειριστής καταβάλλει σε κάθε Παραγωγό ηλεκτρισμού από αιολική ενέργεια που συνδέεται στο Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο, πρόσθετη αποζημίωση που ισούται με την αποζημίωση που αντιστοιχεί σε ποσοστό 30% των περικοπών ενέργειας που του έχουν επιβληθεί κατά το προηγούμενο ημερολογιακό έτος από τον αρμόδιο Διαχειριστή σύμφωνα με τα άρθρα 9 και 10 του παρόντος και τους Κώδικες Διαχείρισης του Συστήματος και του Δικτύου. Το ανωτέρω ποσοστό των περικοπών ενέργειας αυξάνεται κάθε έτος κατά μέγιστο έως και το 100%, έτσι ώστε η συνολική αποζημίωση που λαμβάνει ο σταθμός να ισούται με το μικρότερο ποσό μεταξύ: α) της αποζημίωσης που θα ελάμβανε αν λειτουργούσε με δύο χιλιάδες (2.000) ισοδύναμες ώρες και β) της αποζημίωσης που θα ελάμβανε αν λειτουργούσε χωρίς περικοπές. Η μεθοδολογία υπολογισμού των περικοπών ενέργειας καθορίζεται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, η οποία εκδίδεται κατόπιν γνώμης της Ρ.Α.Ε. μετά από εισήγηση και των αρμόδιων Διαχειριστών.

10. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, που εκδίδεται μετά από γνώμη της ΡΑΕ, μπορεί να μεταβάλλεται και να εξειδικεύεται το σύνολο ή μέρος των στοιχείων του ανωτέρω πίνακα Α και ιδίως όσον αφορά στις τιμές και στην ειδικότερη κατηγοριοποίηση ανά τεχνολογία ΑΠΕ και ισχύ, καθώς και να καθορίζεται το σταθερό τμήμα και το μέγεθος Προσαρμογή Τιμής (ΠΤ) για τη ΣΗΘΥΑ με χρήση φυσικού αερίου. Για τη μεταβολή και εξειδίκευση αυτή λαμβάνονται κυρίως υπόψη ο ενεργειακός σχεδιασμός και οι ανάγκες του ενεργειακού συστήματος, η διείσδυση των σταθμών του πίνακα Α της παραγράφου 1 στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, η πορεία επίτευξης των στόχων που καθορίζονται βάσει του άρθρου 1 και η μείωση του κόστους των τεχνολογιών. Η απόφαση της παρούσας αφορά σε σταθμούς που θα συνδεθούν στο Σύστημα ή το Δίκτυο μετά την παρέλευση δύο ημερολογιακών ετών από την παρέλευση του έτους έκδοσής της.

11. α) Για τις κατηγορίες 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16 και 17 του πίνακα Α, τα επίπεδα συνολικής ισχύος σταθμών που τίθενται σε δοκιμαστική λειτουργία ή ενεργοποιείται η σύνδεσή τους μετά την 1.1.2014 και η παραγόμενη ενέργεια των οποίων θα αποζημιώνεται με τις τιμές του πίνακα αυτού έχουν ως ακολούθως:

αα) Κατηγορίες 7 και 8: στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα συνολικά 100 MW, στο Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα συνολικά 10% επί της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος κάθε ανεξάρτητου συστήματος,

ββ) Κατηγορία 9: 50 MW,

γγ) Κατηγορίες 11 έως 13: στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα συνολικά 40 MW κατ' έτος και, εάν το σύνολο της ισχύος σταθμών που τίθενται σε δοκιμαστική λειτουργία ή ενεργοποιείται η σύνδεσή τους στο τέλος εκάστου έτους υπολείπεται των 40 MW, η διαφορά προσαυξάνει το επίπεδο συνολικής ισχύος των 40 MW του επόμενου έτους

δδ) Κατηγορίες 16 και 17: στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα συνολικά 50 MW κατ' έτος και, εάν το σύνολο της ισχύος σταθμών που τίθενται σε δοκιμαστική λειτουργία ή ενεργοποιείται η σύνδεσή τους στο τέλος εκάστου έτους υπολείπεται των 50 MW, η διαφορά προσαυξάνει το επίπεδο συνολικής ισχύος των 50 MW του επόμενου έτους.

β) Τα ανωτέρω επίπεδα ισχύος (MW) μπορούν να αυξάνονται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, που εκδίδεται μετά από γνώμη της ΡΑΕ λαμβάνοντας υπόψη τον ενεργειακό σχεδιασμό και τις ανάγκες του ενεργειακού συστήματος, την πορεία επίτευξης των στόχων που καθορίζονται βάσει του άρθρου 1, τη μείωση του κόστους των τεχνολογιών, και τη διαμόρφωση των τιμών του πίνακα Α της παραγράφου 1.

γ) Η παραγόμενη ενέργεια σταθμών οι οποίοι τίθενται σε δοκιμαστική λειτουργία ή ενεργοποιείται η σύνδεσή τους μετά την 1.1.2014 καθ' υπέρβαση των επιπέδων συνολικής ισχύος της παρούσας παραγράφου αποζημιώνεται με τιμή που προκύπτει στο πλαίσιο του Ημερήσιου

Ενεργειακού Προγραμματισμού και της Εκκαθάρισης των Αποκλίσεων Παραγωγής – Ζήτησης, κατ' εφαρμογή του Κώδικα Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας του άρθρου 120 του ν. 4001/2011. Κατά παρέκκλιση των διατάξεων της περίπτωσης α) της παραγράφου 2 του άρθρου 143 του ν. 4001/2011, η τιμή με την οποία θα αποζημιώνεται η κατά το προηγούμενο εδάφιο παραγόμενη ενέργεια αποτελεί και την τιμή αποζημίωσης που καλείται να καταβάλλει ο Προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας για την εν λόγω ποσότητα ενέργειας Α.Π.Ε. Η ισχύς των σταθμών της παρούσας περίπτωσης που αντιστοιχούν στις υποπεριπτώσεις γγ' και δδ' της περίπτωσης α' προσμετράται στο αντίστοιχο επίπεδο συνολικής ισχύος του επόμενου έτους και, κατά το μέρος που δεν υφίσταται υπέρβαση του σχετικού επιπέδου συνολικής ισχύος για το έτος αυτό, η παραγόμενη ενέργεια των εν λόγω σταθμών αποζημιώνεται εφεξής με τις τιμές του πίνακα Α, όπως κάθε φορά ισχύει.

δ) Κατά παρέκκλιση της περίπτωσης α', με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, που εκδίδεται μετά από γνώμη της ΡΑΕ, δύναται τα επίπεδα ισχύος των υποπεριπτώσεων γγ' και δδ' της περίπτωσης α' να επιμερίζονται στη βάση μειοδοτικής διαγωνιστικής διαδικασίας. Με την ίδια απόφαση καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις, καθώς και λοιπά κριτήρια της διαγωνιστικής διαδικασίας για την υποβολή αιτημάτων βάσει τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

## **Άρθρο 14** **Φωτοβολταϊκοί σταθμοί**

1. Για την προώθηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, καταρτίζεται από τη Ρ.Α.Ε. και εγκρίνεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Σταθμών. Το Πρόγραμμα αυτό, του οποίου η πρώτη φάση υλοποίησης του αρχίζει από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου και λήγει την 31.12.2020, αφορά την ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών που εγκαθίστανται στην ελληνική επικράτεια, συνολικής ισχύος τουλάχιστον 500 MW<sub>peak</sub>, για σταθμούς που συνδέονται με το Σύστημα, απευθείας ή μέσω Δικτύου και συνολικής ισχύος τουλάχιστον 200 MW<sub>peak</sub>, για σταθμούς που συνδέονται στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

2. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, που εκδίδεται μετά από εισήγηση του Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών και γνώμη της Ρ.Α.Ε., η ισχύς των 200 MW<sub>peak</sub>, κατά την προηγούμενη παράγραφο, επιμερίζεται στα Αυτόνομα Ηλεκτρικά Συστήματα των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, με βάση τις δυνατότητες του κάθε Αυτόνομου Ηλεκτρικού Συστήματος. Με όμοια απόφαση καθορίζονται ο τύπος, το περιεχόμενο και η διαδικασία κατάρτισης των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, η διαδικασία σύνδεσης των σταθμών αυτών, η διαπίστωση της λήξης του Προγράμματος, καθώς και κάθε ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια που αφορούν τη λειτουργία των σταθμών αυτών στο πλαίσιο του Προγράμματος.

3. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε., καταρτίζεται Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε στέγες και προσόψεις κτιρίων, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και αυτά όπου στεγάζονται Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.) ή Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου (Ν.Π.Ι.Δ.) μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα σύμφωνα με τους ισχύοντες όρους δόμησης. Κατά την κατάρτιση του προγράμματος, λαμβάνονται ιδίως υπόψη η δυνατότητα απορρόφησης και η ασφάλεια της λειτουργίας των δικτύων.

Για την απορρόφηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα ανωτέρω Συστήματα μπορεί να προβλέπεται ο συμψηφισμός της παραγόμενης και της καταναλισκόμενης ενέργειας στα κτίρια αυτά. Με την ίδια απόφαση, καθορίζεται, κατά παρέκκλιση των λοιπών διατάξεων που αφορούν στην ανάπτυξη φωτοβολταϊκών σταθμών, η αδειοδοτική διαδικασία, στην οποία περιλαμβάνεται και ο τρόπος της υποβολής των σχετικών αιτήσεων, η τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας, το



περιεχόμενο των συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή του ως άνω Ειδικού Προγράμματος.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε΄** **ΕΓΓΥΗΣΕΙΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

### **Άρθρο 15** **Έκδοση Εγγυήσεων Προέλευσης**

1. Η προέλευση της ηλεκτρικής ενέργειας και της θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που παράγεται από εγκαταστάσεις σταθμών που λειτουργούν νόμιμα και χρησιμοποιούν Α.Π.Ε., αποδεικνύεται από τους παράγωγους αποκλειστικά και μόνο με τις Εγγυήσεις Προέλευσης που εκδίδονται από τους φορείς οι οποίοι ορίζονται στο άρθρο 17. Οι εγγυήσεις αυτές προσδιορίζουν την πηγή από την οποία παράγεται η ηλεκτρική, θερμική ή ψυκτική ενέργεια και αναφέρουν την ημερομηνία και τον τόπο παραγωγής της και, στις περιπτώσεις των υδροηλεκτρικών σταθμών, την ισχύ των σταθμών αυτών.

2. Αν η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς οι οποίοι χρησιμοποιούν αντλητικά συστήματα για την πλήρωση της δεξαμενής αποθήκευσης, οι Εγγυήσεις Προέλευσης εκδίδονται μόνο για τη διαφορά μεταξύ της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από υδραυλική ενέργεια και της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, για την πλήρωση της δεξαμενής αποθήκευσης.

3. Αν η ηλεκτρική, θερμική ή ψυκτική ενέργεια παράγεται με αξιοποίηση Βιομάζας, οι Εγγυήσεις Προέλευσης εκδίδονται μόνο για το ποσοστό της ηλεκτρικής, θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που αντιστοιχεί στο βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα που ορίζεται στην παράγραφο 8 του άρθρου 2.

4. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μπορεί να προβλέπεται η έκδοση Εγγυήσεων Προέλευσης και για ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από άλλες πηγές ενέργειας, εκτός των Α.Π.Ε..

### **Άρθρο 16** **Φορείς Έκδοσης και Ελέγχου των Εγγυήσεων Προέλευσης**

1. Ως Φορείς Έκδοσης των Εγγυήσεων Προέλευσης ηλεκτρικής ενέργειας, θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ορίζονται:

α) ο Διαχειριστής του Συστήματος, για την ηλεκτρική ενέργεια που τροφοδοτεί το Σύστημα, απευθείας ή μέσω του Δικτύου,

β) ο Διαχειριστής Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, για την ηλεκτρική ενέργεια που τροφοδοτεί το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών,

γ) το Κ.Α.Π.Ε., για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από αυτόνομους σταθμούς οι οποίοι δεν τροφοδοτούν το Σύστημα ή το Δίκτυο, καθώς και για τη θερμική ή ψυκτική ενέργεια. Για το σκοπό αυτόν, το Κ.Α.Π.Ε. εγκαθιστά τις κατάλληλες μετρητικές διατάξεις με δαπάνες του παραγωγού που υποβάλλει αίτηση για έκδοση των Εγγυήσεων Προέλευσης.

2. Ως Φορέας Ελέγχου του Συστήματος Εγγύησης ορίζεται η Ρ.Α.Ε.. Η Ρ.Α.Ε. επιβλέπει, ως Αρμόδια Αρχή, σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 17 και 18, την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος Εγγύησης Προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χειρίζεται θέματα αμοιβαίας αναγνώρισης των Εγγυήσεων Προέλευσης που εκδίδονται από τις Αρμόδιες Αρχές άλλων κρατών - μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή τρίτων χωρών και συνεργάζεται με τις Αρχές αυτές.

## **Άρθρο 17**

### **Περιεχόμενο και Διαδικασία έκδοσης των Εγγυήσεων Προέλευσης**

1. Με τις Εγγυήσεις Προέλευσης πιστοποιείται η ενέργεια που παράγεται σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Στις Εγγυήσεις Προέλευσης αναγράφονται, τουλάχιστον, το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για το οποίο αυτές εκδίδονται, η καθαρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που παράγεται κατά το διάστημα αυτό, το είδος της πηγής από την οποία προέρχεται η ενέργεια, η θέση εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής της, η Εγκατεστημένη Ισχύς του οικείου σταθμού, ο Παραγωγός και η ημερομηνία έκδοσής τους.

2. Για την έκδοση των Εγγυήσεων Προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας ο ενδιαφερόμενος Παραγωγός υποβάλλει σχετική αίτηση στον αρμόδιο Φορέας Έκδοσης. Οι Εγγυήσεις Προέλευσης εκδίδονται με βάση επαρκή στοιχεία και ακριβείς πληροφορίες που παρέχονται από τον Παραγωγό για την πιστοποίηση της προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως τα πιστοποιημένα στοιχεία μετρήσεων του Διαχειριστή του Συστήματος ή του Διαχειριστή του Δικτύου ή του Διαχειριστή Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών. Τα στοιχεία αυτά κοινοποιούνται, με ευθύνη του Παραγωγού, στο Φορέα Ελέγχου.

3. Αν προκύπτει βάσιμη αμφιβολία για την εγκυρότητα και την ακρίβεια των στοιχείων και των πληροφοριών, με βάση τα οποία εκδίδονται οι Εγγυήσεις Προέλευσης, ο αρμόδιος Φορέας Έκδοσης μπορεί, με αιτιολογημένη απόφαση του, να αρνηθεί την έκδοση των Εγγυήσεων Προέλευσης.

4. Οι Εγγυήσεις Προέλευσης πιστοποιούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας από Α.Π.Ε., για χρονικό διάστημα, τουλάχιστον, τριάντα (30) ημερών. Ο αρμόδιος Φορέας Έκδοσης μπορεί να ανακαλεί ή να τροποποιεί τις Εγγυήσεις Προέλευσης ή να εκδίδει νέες, εφόσον συντρέχουν οι προϋποθέσεις ανάκλησης, τροποποίησης ή έκδοσης νέων Εγγυήσεων Προέλευσης, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην απόφαση που εκδίδεται κατά την παράγραφο 3 του άρθρου 18.

5. Αν μεταβληθεί το πρόσωπο του κατόχου άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμό Α.Π.Ε., οι Εγγυήσεις Προέλευσης μεταβιβάζονται στο νέο κάτοχο από τον αρμόδιο Φορέα Έκδοσής τους. Για τη μεταβίβαση αυτή ενημερώνεται η Ρ.Α.Ε., με ευθύνη του αρχικού κατόχου.

6. Κάθε Φορέας Έκδοσης Εγγυήσεων Προέλευσης τηρεί ειδικό μητρώο, σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή. Στο μητρώο αυτό καταχωρίζονται οι εκδιδόμενες Εγγυήσεις Προέλευσης με τα διαλαμβανόμενα σε αυτές στοιχεία, καθώς και κάθε σχετική τροποποίηση ή ανάκλησή τους. Κάθε ενδιαφερόμενος έχει δικαίωμα ελεύθερης πρόσβασης στο ειδικό μητρώο.

7. Για τις Εγγυήσεις Προέλευσης που εκδίδει το Κ.Α.Π.Ε. κατά την περίπτωση γ' της παραγράφου 1 του άρθρου 16, ο ενδιαφερόμενος Παραγωγός καταβάλλει σε αυτό εύλογη αμοιβή. Το ύψος της αμοιβής αυτής συμφωνείται, κατά περίπτωση, μεταξύ του Κ.Α.Π.Ε. και του Παραγωγού και είναι ανάλογο με το κόστος των απαιτούμενων εργασιών για τη σχετική πιστοποίηση. Αν προκύψει διαφωνία μεταξύ του Κ.Α.Π.Ε. και του ενδιαφερόμενου Παραγωγού για το ύψος της αμοιβής, αυτή καθορίζεται από τη Ρ.Α.Ε., με αιτιολογημένη απόφαση της, μετά από αίτηση του Παραγωγού.

## **Άρθρο 18**

### **Μηχανισμός Διασφάλισης**

1. Για τη διαπίστωση της συνδρομής των προϋποθέσεων έκδοσης των Εγγυήσεων Προέλευσης και της ακρίβειας των στοιχείων και των πληροφοριών με βάση τα οποία αυτή εκδίδεται, ο Φορέας Έκδοσης και τα εξουσιοδοτούμενα από αυτόν πρόσωπα, με την επιφύλαξη της τήρησης του επιχειρηματικού απορρήτου, έχουν ελεύθερη πρόσβαση στον οικείο σταθμό παραγωγής και σε κάθε στοιχείο και πληροφορία, που αφορούν το σταθμό αυτόν. Ο Παραγωγός οφείλει να διευκολύνει το έργο του Φορέα Έκδοσης και των εξουσιοδοτούμενων από αυτόν προσώπων.

2. Αν ο Φορέας Έκδοσης είναι ο Διαχειριστής του Συστήματος, ο Διαχειριστής του Δικτύου οφείλει να συνεργάζεται μαζί του και να παρέχει τα στοιχεία και τις πληροφορίες που κρίνονται αναγκαία για το σκοπό που αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο.

3. Για την εφαρμογή του Συστήματος Εγγυήσεων Προέλευσης και του Μηχανισμού Διασφάλισης του, με απόφαση της Ρ.Α.Ε., καθορίζονται, ιδίως:

α) Η διαδικασία και τα απαιτούμενα δικαιολογητικά για την έκδοση των Εγγυήσεων Προέλευσης.

β) Η προθεσμία εντός της οποίας ο αρμόδιος Φορέας Έκδοσης υποχρεούται να απαντά στις υποβαλλόμενες αιτήσεις και οι έννομες συνέπειες που προκύπτουν από τη μη τήρηση της υποχρέωσης αυτής.

γ) Ο τύπος και το περιεχόμενο των Εγγυήσεων Προέλευσης, κατά αρμόδιο Φορέα Έκδοσης.

δ) Οι όροι, οι προϋποθέσεις και η διαδικασία τροποποίησης, μεταβίβασης, ανάκλησης ή έκδοσης νέων Εγγυήσεων Προέλευσης.

ε) Τα θέματα που αφορούν τη συνεργασία των Φορέας Έκδοσης και του Φορέα Ελέγχου με τις αρμόδιες Αρχές των κρατών - μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) και τρίτων χωρών, καθώς και η διαδικασία και οι προϋποθέσεις της αμοιβαίας αναγνώρισης των Εγγυήσεων Προέλευσης που εκδίδονται από άλλα κράτη - μέλη της Ε.Ε. ή από τρίτες χώρες.

στ) Κάθε άλλο ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή του Συστήματος Εγγυήσεων Προέλευσης και του Μηχανισμού Διασφάλισής του.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ΄** **ΟΡΓΑΝΑ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ** **ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΤΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ Α.Π.Ε. ΚΑΙ Σ.Η.Θ.Υ.Α.**

### **Άρθρο 19**

#### **Επιτροπή Προώθησης Επενδυτικών Σχεδίων Μεγάλης Κλίμακας για Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.**

1. Στο Υπουργείο Ανάπτυξης συνιστάται Επιτροπή Προώθησης Επενδυτικών Σχεδίων Μεγάλης Κλίμακας στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. Η Επιτροπή αυτή, η οποία συγκροτείται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, εντός τριών μηνών από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, αποτελείται από:

α) τον Γενικό Γραμματέα του Υπουργείου Ανάπτυξης, ως πρόεδρο,

β) τον Γενικό Γραμματέα Επενδύσεων και Ανάπτυξης του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών,

γ) τον Γενικό Γραμματέα Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Πολεοδομίας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων,

δ) τον Γενικό Γραμματέα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων,

ε) τον Γενικό Γραμματέα του Υπουργείου Πολιτισμού,

στ) τον Πρόεδρο της Κ.Ε.Δ.Κ.Ε. ή τον αναπληρωτή του που ορίζεται από αυτόν,

ζ) τον Πρόεδρο της Ρ.Α.Ε. ή τον αναπληρωτή του που ορίζεται από αυτόν,

η) τον Πρόεδρο του Κ.Α.Π.Ε. ή τον αναπληρωτή του που ορίζεται από αυτόν,

θ) τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης,

ι) τον Προϊστάμενο της Διεύθυνσης Ηλεκτροπαραγωγής του Υπουργείου Ανάπτυξης.

2. Η Επιτροπή έχει ως αποστολή την ταχεία προώθηση επενδύσεων σε έργα Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., που αφορούν σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με Εγκατεστημένη Ισχύ ίση ή μεγαλύτερη των τριάντα (30) MWe ή συνολικό προϋπολογισμό άνω των τριάντα εκατομμυρίων (30.000.000) ευρώ (Επενδυτικά Σχέδια Μεγάλης Κλίμακας για Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.), καθώς και την επίλυση κάθε ζητήματος που προκύπτει κατά τη διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Η Επιτροπή επιλαμβάνεται των θεμάτων της

αρμοδιότητας της είτε αυτεπάγγελτα είτε μετά από, επαρκώς αιτιολογημένο, αίτημα του ενδιαφερομένου.

3. Για την εκπλήρωση της αποστολής της, η Επιτροπή:

α) Μεριμνά για την ταχεία υλοποίηση των ανωτέρω επενδύσεων, συντονίζοντας και κατευθύνοντας τις αρμόδιες υπηρεσίες, σύμφωνα με τις σχετικές διαδικασίες που προβλέπονται στην κείμενη νομοθεσία.

β) Εξετάζει κάθε υπόθεση σχετική με τις επενδύσεις της παραγράφου 2 και συμβάλλει στην επίλυση των αναφερόμενων προβλημάτων, διατυπώνοντας, προς τούτο, τις κατάλληλες προτάσεις.

γ) Διαμεσολαβεί για την άρση κάθε αμφισβήτησης ή διαφοράς που ανακύπτει κατά τη διαδικασία αδειοδότησης των έργων Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., μεταξύ των ενδιαφερομένων και των αρμόδιων υπηρεσιών, στο πλαίσιο των κειμένων διατάξεων και απευθύνεται, προς τούτο, στους διοικητικούς προϊστάμενους και την πολιτική ηγεσία των αρμόδιων υπηρεσιών.

δ) Υποβάλλει στον Υπουργό Ανάπτυξης και στους, κατά περίπτωση, συναρμόδιους Υπουργούς, εισηγήσεις με προτάσεις για την προώθηση των επενδύσεων στους τομείς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. και λύσεις για την αντιμετώπιση σχετικών ζητημάτων.

4. Στην Επιτροπή παρέχεται γραμματειακή υποστήριξη από τη Διεύθυνση Διοικητικής Υποστήριξης του Υπουργείου Ανάπτυξης.

## **Άρθρο 20** **Υπηρεσία Α.Π.Ε.**

1. Στη Γενική Γραμματεία Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής συνιστάται Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε., στην οποία εντάσσεται το Τμήμα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας της Διεύθυνσης Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας που μετονομάζεται σε Διεύθυνση Αποδοτικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας. Στην Υπηρεσία Α.Π.Ε. συνιστάται θέση μετακλητού υπαλλήλου με βαθμό 2ο της κατηγορίας ειδικών θέσεων, ο οποίος προΐσταται της υπηρεσίας και λαμβάνει τις αντίστοιχες αποδοχές. Η κάλυψη της ανωτέρω θέσης γίνεται κατά παρέκκλιση από κάθε άλλη σχετική διάταξη είτε με διορισμό είτε με τοποθέτηση υπαλλήλου της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής είτε με απόσπαση υπαλλήλου από οποιαδήποτε υπηρεσία του Δημοσίου, νομικών προσώπων δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου ή ανεξάρτητης αρχής, ύστερα από γνώμη του αρμόδιου οργάνου διοίκησης της υπηρεσίας, του νομικού προσώπου ή της αρχής. Ο μετακλητός υπάλληλος ορίζεται με θητεία διάρκειας μέχρι τρία έτη με δυνατότητα ισόχρονης ανανέωσης. Προσόντα για το διορισμό, την τοποθέτηση ή την απόσπαση είναι η κατοχή πτυχίου Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος και σημαντική εμπειρία σε έργα Α.Π.Ε.. Η κάλυψη των εισφορών του αποσπώμενου σε φορείς κοινωνικής ασφάλισης βαρύνει τον προϋπολογισμό του φορέα από τον οποίο προέρχεται. Η θητεία του αποσπώμενου στην ανωτέρω θέση λογίζεται ως πραγματική υπηρεσία για όλες τις συνέπειες και κατά τη διάρκειά της δεν διακόπτεται η βαθμολογική και μισθολογική του εξέλιξη. Ο αποσπώμενος επανέρχεται αυτοδικαίως μετά τη για οποιονδήποτε λόγο λήξη της θητείας του στη θέση που κατείχε πριν από το διορισμό του. Αν η θέση που κατείχε ή στην οποία έχει εξελιχθεί δεν είναι κενή ή έχει καταργηθεί, επανέρχεται σε τουλάχιστον ομοιόβαθμη ή αντίστοιχη, με βάση την εξέλιξη του οργανογράμματος, θέση του κλάδου του, η οποία τυχόν είναι κενή ή άλλως συνιστάται προσωποπαγής θέση με απόφαση των αρμόδιων Υπουργών και καταργείται με την αποχώρησή του από τον φορέα. Η θητεία του υπαλλήλου που τοποθετείται ή αποσπάται στην ανωτέρω θέση προϊσταμένου της Υπηρεσίας Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε. λογίζεται ως πραγματική δημόσια υπηρεσία για όλες τις συνέπειες και κατά τη διάρκεια της δεν διακόπτεται η βαθμολογική και μισθολογική του εξέλιξη. Ο χρόνος της θητείας στην ανωτέρω θέση θεωρείται, για την εφαρμογή των διατάξεων των νόμων 3528/2007 (Α' 26) και 4024/2011 (Α' 226), όπως κάθε φορά ισχύουν, ως χρόνος άσκησης καθηκόντων προϊσταμένου Διεύθυνσης Υπουργείου. Ο υπάλληλος επανέρχεται αυτοδίκαια, μετά την για οποιονδήποτε λόγο λήξη της θητείας του, στη θέση που κατείχε πριν από την τοποθέτησή του.

2. Η Υπηρεσία Α.Π.Ε. έχει τις ακόλουθες αρμοδιότητες:

α. Ενημέρωση και πληροφόρηση των επενδυτών για το θεσμικό, νομοθετικό, φορολογικό και χρηματοοικονομικό πλαίσιο των επενδύσεων σε έργα Α.Π.Ε., καθώς και για τις ενέργειες που απαιτούνται για την αδειοδότηση των έργων αυτών και την ένταξή τους σε υφιστάμενα επενδυτικά προγράμματα ή σχεδιασμούς.

β. Παραλαβή αιτήσεων των επενδυτών, εφόσον επιθυμούν οι ενδιαφερόμενοι, με σκοπό τη διευκόλυνσή τους.

γ. Άμεση διαβίβαση του φακέλου, εφόσον επιθυμούν οι ενδιαφερόμενοι, στις αρμόδιες για τη διεκπεραίωση υπηρεσίες.

δ. Αναζήτηση από τις αρμόδιες υπηρεσίες πληροφοριών για λογαριασμό του αιτούντος επενδυτή σχετικά με την πρόοδο οποιασδήποτε διαδικασίας έχει κινηθεί κατόπιν αιτήσεώς του, καθώς και η μέριμνα για την επίσπευσή της.

ε. Διατύπωση προτάσεων και λύσεων για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των διοικητικών δυσχερειών και προβλημάτων τα οποία προκύπτουν κατά την αδειοδοτική ή άλλη συναφή διαδικασία που αφορά σε έργα Α.Π.Ε..

στ. Επεξεργασία σχεδίων γενικών οδηγιών, εγκυκλίων και αποφάσεων για τη διευκόλυνση της αδειοδότησης των έργων Α.Π.Ε..

ζ. Υποβολή ερωτήσεων προς τις λοιπές Υπηρεσίες που εμπλέκονται στην αδειοδοτική διαδικασία έργων Α.Π.Ε. σε σχέση με την πορεία και την εξέλιξη της αδειοδότησης των έργων. Οι ανωτέρω Υπηρεσίες οφείλουν να αποστέλλουν αμελλητί στην Υπηρεσία Α.Π.Ε. σαφείς και πλήρεις απαντήσεις επί των ερωτημάτων αυτών, παρέχοντας διευκρινίσεις για τυχόν ελλείψεις του φακέλου που υπέβαλε ο επενδυτής και ακριβείς οδηγίες για τον τρόπο συμπλήρωσής τους.

η. Όλες τις αρμοδιότητες του Τμήματος Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής μπορεί να καθορίζεται ο τρόπος και η διαδικασία άσκησης των αρμοδιοτήτων της Υπηρεσίας Α.Π.Ε., καθώς και κάθε άλλο σχετικό θέμα.

3. Με προεδρικό διάταγμα, που εκδίδεται με πρόταση των Υπουργών Εσωτερικών, Αποκέντρωσης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής καθορίζεται η οργάνωση της Υπηρεσίας Α.Π.Ε., η διάρθρωσή της σε διευθύνσεις και τμήματα και συνιστώνται οι αναγκαίες για τη λειτουργία της οργανικές θέσεις μόνιμου και με σύμβαση εργασίας ιδιωτικού δικαίου αορίστου χρόνου προσωπικού κατά κλάδους, κατηγορίες και ειδικότητες.

4. Μέχρι να πληρωθούν οι θέσεις που συνιστώνται με το προεδρικό διάταγμα που προβλέπεται στην παράγραφο 3, επιτρέπεται η απόσπαση προσωπικού κατά παρέκκλιση των κειμένων διατάξεων από υπηρεσίες του Δημοσίου, νομικών προσώπων δημοσίου δικαίου και από φορείς του ευρύτερου δημόσιου τομέα ή φορείς που εποπτεύονται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, καθώς και Ανεξάρτητες Αρχές, με οποιαδήποτε σχέση εργασίας. Η διάρκεια της απόσπασης ορίζεται σε τρία έτη με δυνατότητα ανανέωσης για ίσο χρονικό διάστημα.

5. Μέχρι την κάλυψη των θέσεων της Υπηρεσίας Α.Π.Ε., που συνιστώνται σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμα που προβλέπεται στην παράγραφο 3, η Υπηρεσία αυτή ασκεί μόνο τις αρμοδιότητες του τμήματος Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

6. Η Υπηρεσία Α.Π.Ε. υποβάλλει, μέχρι την 1η Φεβρουαρίου κάθε έτους, στον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και τη Ρ.Α.Ε. έκθεση, στην οποία περιγράφονται και τεκμηριώνονται τα σημαντικότερα προβλήματα που αφορούν επενδύσεις στους τομείς Α.Π.Ε., καθώς και προτάσεις για την επίλυσή τους.

7. Τα έργα Α.Π.Ε., τα οποία σύμφωνα με τα κριτήρια του άρθρου 9 του ν. 3775/2009 (ΦΕΚ 122 Α') εντάσσονται στην εκεί θεσπιζόμενη διαδικασία ταχείας αδειοδότησης, εξακολουθούν να διέπονται από τις διατάξεις του ανωτέρω νόμου που αφορούν τη διαδικασία αυτή.

8. Οι έχοντες την εκμετάλλευση των μονάδων Α.Π.Ε. υποχρεούνται να υποβάλλουν στοιχεία και πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία τους στην Υπηρεσία Α.Π.Ε. της Γενικής Γραμματείας

Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Τα στοιχεία αυτά είναι εμπιστευτικά και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την παραγωγή στατιστικών στοιχείων του ενεργειακού τομέα, σε συνεργασία με τη Διεύθυνση Ενεργειακής Πολιτικής, καθώς και για το γενικότερο σχεδιασμό του Υπουργείου. Τα στατιστικά στοιχεία που καταρτίζονται με βάση το πρωτογενές στατιστικό υλικό δημοσιοποιούνται και παρέχονται σε τρίτους κατά τρόπο ώστε να αποκλείεται η άμεση ή έμμεση αποκάλυψη της ταυτότητας εκείνων που παρείχαν τις πληροφορίες ή εκείνων τους οποίους αφορά το πρωτογενές στατιστικό υλικό.

9. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής επιβάλλεται πρόστιμο σε όσους παραβιάζουν την υποχρέωση υποβολής των στοιχείων και των πληροφοριών της προηγούμενης παραγράφου, το οποίο αποδίδεται στο Πράσινο Ταμείο. Το ύψος του προστίμου είναι ανάλογο της βαρύτητας και συχνότητας της παράβασης, κυμαίνεται από πέντε χιλιάδες (5.000) έως και πενήντα χιλιάδες (50.000) ευρώ και μπορεί να αναπροσαρμόζεται με απόφαση του πιο πάνω Υπουργού. Με όμοια απόφαση ρυθμίζεται η διαδικασία επιβολής των προστίμων, τα κριτήρια επιμέτρησής τους, η υποβολή και εξέταση των ενστάσεων κατά της απόφασης επιβολής τους και κάθε άλλο σχετικό θέμα.

10. Υποχρέωση υποβολής στοιχείων στην Υπηρεσία Α.Π.Ε. της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, σχετικών με τις Α.Π.Ε. έχουν επίσης όλες οι υπηρεσίες και οι φορείς του Δημοσίου, στους οποίους περιλαμβάνεται και η Ρ.Α.Ε.. Το σχετικό αίτημα υποβάλλεται από τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ή, με εξουσιοδότησή του, από τον Προϊστάμενο της Υπηρεσίας Α.Π.Ε..

11. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής καθορίζονται η διαδικασία υποβολής των ανωτέρω στοιχείων, το περιεχόμενό τους, η περιοδικότητα υποβολής τους, καθώς και κάθε άλλο σχετικό θέμα.

## **Άρθρο 21**

### **Εκθέσεις για την ανανεώσιμη ενέργεια (Άρθρο 22 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ)**

1. Με μέριμνα της Υπηρεσίας Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε. της Γενικής Γραμματείας Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, σε συνεργασία με τη Ρ.Α.Ε. και το Γραφείο Εποπτείας της Αειφορίας των Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Γ.Ε.Α.Β.Β.), κατά το μέρος που έχουν αρμοδιότητα, συντάσσεται έκθεση σχετικά με την πρόοδο που σημειώνεται ως προς την προώθηση και τη χρήση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Η έκθεση αυτή υποβάλλεται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ανά διετία, κατόπιν έγκρισης της από τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Η έκθεση πρέπει να αναφέρει ιδίως:

α) τα κατά τομέα (ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη, και μεταφορές) και τα συνολικά μερίδια της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές κατά τα προηγούμενα δύο ημερολογιακά έτη και τα μέτρα που έχουν ληφθεί ή προγραμματισθεί σε εθνικό επίπεδο για την προώθηση της ανάπτυξης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, λαμβανομένης υπόψη της ενδεικτικής πορείας που καθορίζεται στο εθνικό σχέδιο δράσης,

β) την εισαγωγή και τη λειτουργία των καθεστώτων στήριξης και άλλων μέτρων προώθησης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, καθώς και την τυχόν εξέλιξη των χρησιμοποιούμενων μέτρων σε σχέση με εκείνα που καθορίζονται στο εθνικό σχέδιο δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια της χώρας, όπως επίσης πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η ηλεκτρική ενέργεια για την οποία χορηγείται στήριξη κατανέμεται στους τελικούς καταναλωτές,

γ) τον τρόπο με τον οποίο έχουν διαμορφωθεί τα καθεστώτα στήριξης που εφαρμόζονται, ώστε να ληφθούν υπόψη οι εφαρμογές ανανεώσιμης ενέργειας, οι οποίες παρουσιάζουν πρόσθετα πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες συγκρίσιμες εφαρμογές, αλλά οι οποίες μπορεί να έχουν

υψηλότερο κόστος, συμπεριλαμβανομένων των βιοκαυσίμων που παράγονται από απόβλητα, υπολείμματα, μη εδώδιμες κυτταρινούχες ύλες και λιγνοκυτταρινούχες ύλες,

δ) τη λειτουργία του συστήματος εγγύησης της προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, της θέρμανσης και της ψύξης από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα μέτρα που έχουν ληφθεί για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας του συστήματος και της προστασίας του από απάτες,

ε) την πρόοδο που έχει σημειωθεί στην αξιολόγηση και τη βελτίωση των διοικητικών διαδικασιών για την άρση των κανονιστικών και μη κανονιστικών φραγμών στην ανάπτυξη της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές,

στ) τα μέτρα που έχουν ληφθεί για τη διασφάλιση της μεταφοράς και της διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και για τη βελτίωση του πλαισίου ή των κανόνων ανάληψης και επιμερισμού του κόστους που αναφέρεται στο άρθρο 16 παράγραφος 3 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ,

ζ) την εξέλιξη της διαθεσιμότητας και της χρήσης πόρων βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς,

η) τις αλλαγές στις τιμές βασικών αγαθών και στις χρήσεις γης στη χώρα, οι οποίες συνδέονται με την αυξημένη χρήση βιομάζας και άλλων μορφών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές,

θ) την ανάπτυξη και το μερίδιο των βιοκαυσίμων που παράγονται από απόβλητα, υπολείμματα, μη εδώδιμες κυτταρινούχες ύλες και λιγνοκυτταρινούχες ύλες,

ι) τον εκτιμώμενο αντίκτυπο της παραγωγής βιοκαυσίμων και βιορευστών στη βιοποικιλότητα, στους υδάτινους πόρους, στην ποιότητα των υδάτων και του εδάφους στη χώρα,

ια) την εκτιμώμενη καθαρή μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που οφείλεται στη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές,

ιβ) την εκτιμώμενη πλεονασματική παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε σχέση με την ενδεικτική πορεία η οποία μπορεί να μεταβιβάζεται σε άλλα κράτη - μέλη, καθώς και τις εκτιμώμενες δυνατότητες κοινών έργων, μέχρι το 2020,

ιγ) την εκτιμώμενη ζήτηση για ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, η οποία πρέπει να καλυφθεί με άλλα μέσα πλην της εγχώριας παραγωγής μέχρι το 2020 και

ιδ) πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο εκτιμήθηκε το βιοαποικοδομήσιμο ποσοστό στα απόβλητα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας και για τα μέτρα που έχουν ληφθεί για τη βελτίωση και την επαλήθευση των εκτιμήσεων αυτών.

2. Στην πρώτη έκθεση, επισημαίνεται κατά πόσον η χώρα προτίθεται:

α) να δημιουργήσει ενιαίο διοικητικό φορέα αρμόδιο για την επεξεργασία των αιτήσεων χορήγησης άδειας, πιστοποίησης και έκδοσης αδειών λειτουργίας για τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, και για την παροχή βοήθειας στους αιτούντες,

β) να προβλέψει την αυτόματη έγκριση των αιτήσεων έκδοσης πολεοδομικής άδειας και άδειας δόμησης για εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όταν ο αρμόδιος για την έκδοση τέτοιων αδειών οργανισμός δεν έχει αντιδράσει μέσα στις καθορισμένες προθεσμίες,

γ) να καθορίσει γεωγραφικές τοποθεσίες κατάλληλες για την εκμετάλλευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο χωροταξικό σχεδιασμό και για την εγκατάσταση τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης.

3. Σε κάθε έκθεση υπάρχει δυνατότητα διόρθωσης των δεδομένων των προηγούμενων εκθέσεων.

4. Για τη σύνταξη των εκθέσεων της παραγράφου 1 μπορεί να παρέχεται τεχνική και επιστημονική υποστήριξη από το Κ.Α.Π.Ε., στο πλαίσιο προγραμματικών συμβάσεων κατά το άρθρο 2B παράγραφος 3.

## Άρθρο 22

### Διοικητικές κυρώσεις

1. Με απόφαση της Ρ.Α.Ε., η οποία εκδίδεται μετά από ακρόαση των ενδιαφερομένων σύμφωνα με το άρθρο 6 του ν. 2690/1999 (ΦΕΚ 45 Α') επιβάλλεται, ανάλογα με τη βαρύτητα και τη συχνότητα

της παράβασης, πρόστιμο από πέντε χιλιάδες (5.000) έως πεντακόσιες χιλιάδες (500.000) ευρώ, στις περιπτώσεις που:

α) Δεν ενημερώνεται ο αρμόδιος Διαχειριστής, σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 4.

β) Δεν ενημερώνεται ο Υπουργός Ανάπτυξης και η Ρ.Α.Ε., όταν δεν απαιτείται τροποποίηση της άδειας παραγωγής, σύμφωνα με την παράγραφο 5 του άρθρου 3.

γ) Αναγράφονται στις Εγγυήσεις Προέλευσης ανακριβή στοιχεία, κατά παράβαση των διατάξεων της παραγράφου 2 του άρθρου 17.

δ) Παραβιάζονται επιτακτικές διατάξεις του παρόντος νόμου ή των κανονιστικών αποφάσεων που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότηση του, καθώς και των αποφάσεων της Ρ.Α.Ε. που εκδίδονται σύμφωνα με τις διατάξεις της παραγράφου 3 του άρθρου 5, ή οι όροι των αδειών που εκδίδονται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος νόμου. Οι αποφάσεις της Ρ.Α.Ε. που εκδίδονται στις ανωτέρω περιπτώσεις δημοσιεύονται στην ιστοσελίδα της.

2. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης, η οποία εκδίδεται μετά από πρόταση της Ρ.Α.Ε., μπορεί να αναπροσαρμόζονται τα κατώτερα και τα ανώτερα όρια των προστίμων που προβλέπονται στην προηγούμενη παράγραφο.

3. Τα πρόστιμα που επιβάλλονται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος άρθρου βεβαιώνονται υπέρ του Ελληνικού Δημοσίου και εισπράττονται κατά τις διατάξεις του Κώδικα Είσπραξης Δημοσίων Εσόδων (Κ.Ε.Δ.Ε.).

4. Η επιβολή των προστίμων κατά τις διατάξεις του παρόντος άρθρου δεν αποκλείει την επιβολή, για την ίδια παράβαση, άλλων διοικητικών κυρώσεων που προβλέπονται από άλλες κείμενες διατάξεις ή ποινικών κυρώσεων κατά το άρθρο 458 του Ποινικού Κώδικα.

5. Αν παραβιάζονται διατάξεις του παρόντος νόμου, σύμφωνα με τις οποίες χορηγούνται οι προβλεπόμενες από τις διατάξεις του άδειες ή δεν τηρούνται οι όροι των αδειών αυτών, ο Υπουργός Ανάπτυξης μπορεί, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε., να ανακαλεί τις ανωτέρω άδειες. Οι άδειες μπορεί να ανακαλούνται παράλληλα με την επιβολή προστίμων.

### **Άρθρο 23**

#### **Κωδικοποίηση της νομοθεσίας**

Με προεδρικό διάταγμα, που εκδίδεται με πρόταση του Υπουργού Ανάπτυξης, μπορεί να κωδικοποιούνται, σε ενιαίο κείμενο, οι διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας που διέπουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από οποιαδήποτε πηγή και αν παράγεται αυτή. Κατά την κωδικοποίηση επιτρέπεται να μεταβάλλεται η σειρά των άρθρων, ο ορισμός των υποτίτλων τους, η διαίρεση της ύλης σε τμήματα και κεφάλαια, καθώς και η συντακτική βελτίωση και κάθε αναγκαία φραστική μεταβολή, χωρίς αλλοίωση της έννοιας του κειμένου.

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ΄**

#### **ΤΡΟΠΟΠΟΙΟΥΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ**

### **Άρθρο 24**

#### **Τροποποιούμενες διατάξεις**

Α. 1. Το πρώτο εδάφιο της παραγράφου 2 του άρθρου 58 του ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289 Α') αντικαθίσταται.

2. α) Αν συντρέχει περίπτωση εφαρμογής της διαδικασίας που προβλέπεται στο άρθρο 14 του ν. 998/1979 για το χαρακτηρισμό, κατά τις διατάξεις του άρθρου αυτού, περιοχής όπου σχεδιάζεται η εγκατάσταση σταθμών Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Α.Π.Ε., συμπεριλαμβανομένων των έργων σύνδεσης με το Σύστημα ή το Δίκτυο, εσωτερικής οδοποιίας και οδοποιίας πρόσβασης και των λοιπών συνοδών έργων, η πράξη χαρακτηρισμού του δασάρχη εκδίδεται κατά προτεραιότητα σε σχέση με



άλλα αιτήματα που δεν αφορούν περιοχές εγκατάστασης Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Α.Π.Ε., σε χρόνο που δεν υπερβαίνει τον ένα (1) μήνα από την υποβολή της σχετικής αίτησης.

β) Η πράξη χαρακτηρισμού, μετά τη νόμιμη δημοσιοποίησή της, έχει το τεκμήριο νομιμότητας και δεσμεύει τις αρμόδιες υπηρεσίες της Διοίκησης, οι οποίες οφείλουν, εφόσον πληρούνται οι λοιπές προϋποθέσεις του νόμου, να προωθήσουν το φάκελο έγκρισης επέμβασης σε εκτάσεις που διαχειρίζονται από τη δασική υπηρεσία, να χορηγήσουν την έγκριση επέμβασης αν απαιτείται, να εγκρίνουν τους οικείους περιβαλλοντικούς όρους, να εκδώσουν την άδεια εγκατάστασης, να εγκαταστήσουν το φορέα του έργου στην έκταση, εκδίδοντας και το σχετικό πρωτόκολλο εγκατάστασης, ανεξαρτήτως εάν έχουν υποβληθεί ή όχι ενστάσεις κατά της Πράξης Χαρακτηρισμού και ανεξαρτήτως εάν έχει τελεσιδικήσει ή όχι η πράξη χαρακτηρισμού. Ακόμα και στην περίπτωση που σύμφωνα με την πράξη χαρακτηρισμού η έκταση ή μέρος αυτής δεν εμπίπτει στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας, ο φορέας του έργου οφείλει να μεριμνά για τη μέγιστη προστασία των τυχόν στοιχείων δασικού περιβάλλοντος και να τεκμηριώνει κατά την εκπόνηση της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων την προστασία αυτή.

γ) Εφόσον η εγκατάσταση σταθμού Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. με χρήση Α.Π.Ε. σχεδιάζεται σε έκταση που υπάγεται στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας και ως προς την κυριότητά της ισχύουν οι διατάξεις του άρθρου 10 του ν. 3208/2003 η άδεια εγκατάστασης του σταθμού εκδίδεται μόνο αν εξασφαλιστεί δικαίωμα αποκλειστικής χρήσης ή μίσθωσης της έκτασης αυτής από τον ιδιοκτήτη της.

Β. 1. Το πρώτο εδάφιο της παραγράφου 5 του άρθρου 2 του ν. 2244/1994 (ΦΕΚ 168 Α') αντικαθίσταται.

2. Στο τέλος της παραγράφου 3 του άρθρου 5 του ν. 2244/1994 προστίθεται φράση.

Γ. Η περίπτωση α' της παραγράφου 1 του άρθρου 10 του ν. 2773/1999 αντικαθίσταται.

Δ. Στο άρθρο 14 του ν. 2971/2001 προστίθεται παράγραφος 9.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Η΄ ΛΟΙΠΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

### Άρθρο 25 Λοιπές διατάξεις

Α.1. Κάθε παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., στον οποίο χορηγείται άδεια παραγωγής μετά την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, επιβαρύνεται, από την έναρξη της εμπορικής λειτουργίας του σταθμού του, με ειδικό τέλος. Το τέλος αυτό αντιστοιχεί σε ποσοστό 3% επί της, προ Φ.Π.Α., τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στον Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου ή των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών. Απαλλάσσονται από την καταβολή του ειδικού τέλους οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας από συστήματα Α.Π.Ε. σε κτίρια ή από φωτοβολταϊκά συστήματα.

Α.2. Τα έσοδα που προέρχονται από τις δημοπρατήσεις των αδιάθετων δικαιωμάτων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, σύμφωνα με την παρ. 3.3.1 του Παραρτήματος 34 του άρθρου 3 της υπ' αριθ. 52115/2970/2008 (Β' 2575) κοινής απόφασης των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, καθώς και σύμφωνα με το άρθρο 7 της υπ' αριθ. 54409/2632/2004 (Β' 1931) κοινής απόφασης των Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων αποτελούν πόρο του ειδικού λογαριασμού, που διαχειρίζεται ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ ΑΕ) κατά το άρθρο 40 του ν. 2773/1999, στον οποίο και αποδίδεται. Οι όροι και η διαδικασία για τη διενέργεια των ανωτέρω δημοπρατήσεων καθορίζονται με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής μπορεί τα έσοδα από τις δημοπρατήσεις των αδιάθετων δικαιωμάτων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου να κατανέμονται και να αποδίδονται ως πόροι του Ειδικού Λογαριασμού που τηρείται

από τον Διαχειριστή του Συστήματος Μεταφορών Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ ΑΕ) ή την ΛΑΓΗΕ ΑΕ και υπέρ του νομικού προσώπου δημοσίου δικαίου με την επωνυμία «Πράσινο Ταμείο» του πρώτου εδαφίου της παρούσας περίπτωσης (Α2) είτε να καταβάλλονται για την αύξηση του μετοχικού κεφαλαίου της ΛΑΓΗΕ ΑΕ υπέρ του Ελληνικού Δημοσίου. Με την ίδια απόφαση καθορίζεται το ποσοστό των εσόδων και η διαδικασία κατανομής και απόδοσης των πόρων αυτών στα παραπάνω νομικά πρόσωπα και κάθε σχετικό θέμα. Για την περίοδο 2013-2015, το σύνολο των εσόδων από πλειστηριασμούς δικαιωμάτων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου αποτελούν πόρο του ειδικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν. 2773/1999.

Α.3. Τα ποσά που αντιστοιχούν στο ειδικό τέλος κατά την παράγραφο Α.1 παρακρατούνται από τον αρμόδιο Διαχειριστή και αποδίδονται ως ακολούθως:

(i) Ποσό μέχρι ποσοστού 1% της προ Φ.Π.Α. τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. αποδίδεται στους κατόχους άδειας προμήθειας που προμηθεύουν ηλεκτρική ενέργεια στους οικιακούς καταναλωτές των Δήμων στους οποίους λειτουργούν οι σταθμοί Α.Π.Ε., με σκοπό να πιστωθούν οι οικιακοί καταναλωτές μέσω των λογαριασμών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Δικαιούχοι της πίστωσης της παρούσας παραγράφου είναι οι οικιακοί καταναλωτές εντός των διοικητικών ορίων της δημοτικής ή τοπικής κοινότητας του Δήμου, εφόσον υπάρχει, όπου λειτουργούν οι σταθμοί Α.Π.Ε.. Η πίστωση αφορά στη χρέωση των καταναλώσεων ενέργειας και όλων των πρόσθετων επιβαρύνσεων επί αυτής. Τυχόν υπόλοιπο της ανωτέρω πίστωσης επιμερίζεται ανά παροχή στους οικιακούς καταναλωτές του αντίστοιχου Δήμου ή Κοινότητας του ν. 2539/1997 (Α'244), ως αντιστάθμισμα των χρεώσεων υπέρ τρίτων στους οποίους και αποδίδεται σύμφωνα με τα ισχύοντα. Με απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Αποκέντρωσης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής καθορίζονται ο τρόπος προσδιορισμού και επιμερισμού των ανωτέρω ποσών, ο χρόνος εκκαθάρισης, τα ανώτατα όρια καταναλώσεων προς πίστωση των δικαιούχων, η σχετική διαδικασία και κάθε άλλο σχετικό θέμα. Με την ίδια κοινή υπουργική απόφαση μπορεί να προβλέπεται η έκδοση αποφάσεων από τη Ρ.Α.Ε. για τον καθορισμό της τεκμαρτής μοναδιαίας πίστωσης για οικιακούς καταναλωτές σε ευρώ ανά μεγαβατόρα, βάσει της μεθοδολογίας που ορίζεται σε αυτήν.

(ii) Ποσό ποσοστού 0,3% επί της προ Φ.Π.Α. τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. αποδίδεται υπέρ του Ειδικού Ταμείου Εφαρμογής Ρυθμιστικών και Περιβαλλοντικών Σχεδίων (Ε.Τ.Ε.Ρ.Π.Σ.).

(iii) Το υπόλοιπο ποσό αποδίδεται κατά ποσοστό 80% στον Ο.Τ.Α. πρώτου βαθμού, εντός των διοικητικών ορίων του οποίου είναι εγκατεστημένοι οι σταθμοί Α.Π.Ε. και κατά ποσοστό 20% στον ή τους Ο.Τ.Α. πρώτου βαθμού, από την εδαφική περιφέρεια των οποίων διέρχεται η γραμμή σύνδεσης του σταθμού με το Σύστημα ή το Δίκτυο.

Αν ο σταθμός είναι εγκατεστημένος εντός των διοικητικών ορίων περισσοτέρων του ενός Ο.Τ.Α., τα ποσά από το ειδικό τέλος κατανέμονται σε αυτούς, ανάλογα με την ισχύ των μονάδων του σταθμού που είναι εγκατεστημένες στην περιοχή κάθε Ο.Τ.Α. ή, προκειμένου για υδροηλεκτρικό σταθμό με Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των δεκαπέντε (15) ΜWe, ανάλογα με το μήκος του τμήματος του αγωγού που είναι εγκατεστημένο στην περιοχή κάθε Ο.Τ.Α.. Στην περίπτωση σημειακών υδροηλεκτρικών σταθμών, χωρίς αγωγό, τα ποσά από το ειδικό τέλος κατανέμονται ισόποσα μεταξύ των Ο.Τ.Α. εντός των ορίων των οποίων εγκαθίσταται το έργο. Αν η γραμμή σύνδεσης του σταθμού με το Σύστημα ή το Δίκτυο διέρχεται από την περιοχή περισσοτέρων του ενός Ο.Τ.Α., τα ποσά του ειδικού τέλους κατανέμονται σε αυτούς ανάλογα με το μήκος του τμήματος της γραμμής σύνδεσης που βρίσκεται στην περιοχή κάθε Ο.Τ.Α.. Το σημείο σύνδεσης του σταθμού καθορίζεται με τους όρους σύνδεσής του, που διατυπώνονται από τον αρμόδιο Διαχειριστή.

Α.4. Τα ποσά που αντιστοιχούν στο ειδικό τέλος εγγράφονται σε χωριστό κωδικό του προϋπολογισμού εσόδων του οικείου Ο.Τ.Α. πρώτου βαθμού («Εσοδα από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας») και διατίθενται υποχρεωτικά και αποκλειστικά, σε ποσοστό 80%, για την εκτέλεση περιβαλλοντικών δράσεων, έργων τοπικής ανάπτυξης και κοινωνικής υποστήριξης, σε περιοχές εντός των ορίων του δημοτικού ή κοινοτικού

διαμερίσματος όπου είναι εγκατεστημένος ο σταθμός ή διέρχεται η γραμμή σύνδεσης και, σε ποσοστό 20%, στην υπόλοιπη περιφέρεια του οικείου Ο.Τ.Α. πρώτου βαθμού. Κατά την εκτέλεση και λειτουργία των έργων αυτών, με μέριμνα του οικείου Ο.Τ.Α. που εκτελεί τα έργα, αναρτάται ειδική σήμανση όπου αναγράφεται η προέλευση των σχετικών πόρων. Οι οικείοι Ο.Τ.Α. υποχρεούνται να υποβάλλουν στον Υπουργό Ανάπτυξης και τον Γενικό Γραμματέα της οικείας Περιφέρειας, εντός του πρώτου τριμήνου κάθε επόμενου έτους, έκθεση με τον απολογισμό της αξιοποίησης των εσόδων που προέρχονται από το ειδικό τέλος.

Α.5. Αν στον οικείο Ο.Τ.Α. δεν λειτουργεί ταμειακή υπηρεσία, τα ποσά από το ειδικό τέλος κατατίθενται στην οικεία Δημόσια Οικονομική Υπηρεσία (Δ.Ο.Υ.), υπέρ του δικαιούχου Ο.Τ.Α., ο οποίος και ενημερώνεται εγγράφως.

Α.6. Εντός του πρώτου διμήνου κάθε έτους, οι αρμόδιοι Διαχειριστές ενημερώνουν, εγγράφως, τον Υπουργό Ανάπτυξης για τα ποσά που κατέβαλαν σε κάθε δικαιούχο, κατά το προηγούμενο έτος.

Α.7. Ο Γενικός Γραμματέας της οικείας Περιφέρειας ασκεί έλεγχο νομιμότητας για την αξιοποίηση, από τους δικαιούχους Ο.Τ.Α., των ποσών που προέρχονται από το ειδικό τέλος, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου αυτού και υποβάλλει στον Υπουργό Ανάπτυξης σχετική έκθεση, στο τέλος κάθε έτους.

Α.8. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης μπορεί να καθορίζονται η διαδικασία και κάθε ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή των διατάξεων του παρόντος άρθρου.

Β.1. Τα πάγια περιουσιακά στοιχεία επιχειρήσεων που ενισχύονται σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 3299/2004 (ΦΕΚ 261 Α') για επενδυτικά σχέδια παραγωγής ηλεκτρισμού από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) και αντιστοιχούν στις δαπάνες έργων επέκτασης για τη σύνδεση τους με το Δίκτυο περιέρχονται, μετά την ολοκλήρωσή τους, στην κυριότητα του Κυρίου του Συστήματος ή του Δικτύου, κατά τα οριζόμενα στο ν. 2773/1999, όπως ισχύει, καθώς και τις υπουργικές αποφάσεις που έχουν εκδοθεί κατ' εξουσιοδότηση του, κατ' εξαίρεση των διατάξεων του άρθρου 10 του ν. 3299/2004.

2. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης καθορίζονται η μέθοδος και τα κριτήρια καταβολής της ενίσχυσης των δαπανών κατασκευής των έργων που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο στις περιπτώσεις που περισσότεροι του ενός χρήστες συνδέονται με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. και προκύπτουν θέματα επιμερισμού του κόστους της σύνδεσης αυτής με επιστροφή ποσών στους αρχικά συνδεδεμένους χρήστες.

3. Η ρύθμιση των προηγούμενων παραγράφων 1 και 2 καταλαμβάνει και τις εγκριτικές αποφάσεις Επενδυτικών Σχεδίων που έχουν εκδοθεί σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 3299/2004, καθώς και τις εκκρεμείς αιτήσεις που έχουν κατατεθεί για την υπαγωγή τους στις διατάξεις του νόμου αυτού.

Γ. Στο τέλος του πρώτου στίχου της περίπτωσης α' της παραγράφου 1 του άρθρου 10 του ν. 2323/1995 (ΦΕΚ 145 Α'), όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 10 του ν. 3377/2005 (ΦΕΚ 202 Α'), μετά τη λέξη «Κέρκυρα» διαγράφεται το κόμμα και προστίθεται φράση.

Δ.1. Στην παράγραφο 1 του άρθρου 3 του ν. 3438/ 2006 (ΦΕΚ 33 Α') στους στίχους 13 και 14 διαγράφεται φράση

2. Στο άρθρο 4 του ν. 3438/2006 προστίθεται παράγραφος 3, ως εξής:

«3. Στην Ειδική Επιστημονική Γραμματεία συνιστώνται πέντε (5) θέσεις ειδικών συνεργατών με σύμβαση εργασίας ιδιωτικού δικαίου, δύο (2) του Προέδρου και τρεις (3) του Επιστημονικού Γραμματέα του Σ.Ε.Ε.Σ., για την υποστήριξη του έργου τους.

Η πρόσληψη στις ανωτέρω θέσεις γίνεται με αντίστοιχες αποφάσεις του Προέδρου και του Επιστημονικού Γραμματέα του Σ.Ε.Ε.Σ., εφαρμοζομένων, κατά τα λοιπά, αναλόγως, των διατάξεων της παραγράφου 1 του άρθρου 8 του ν. 2623/1998 (ΦΕΚ 139 Α').»

3. Προσωπικό που απασχολείται στο ΚΑΠΕ με οποιαδήποτε έννομη σχέση δύναται, με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, κατά παρέκκλιση από κάθε γενική ή ειδική διάταξη, να αποσπάται στη Γενική Διεύθυνση Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης για παροχή επιστημονικής, τεχνικής και

γραμματειακής υποστήριξης. Οι αποδοχές του αποσπώμενου προσωπικού καταβάλλονται από το Υπουργείο Ανάπτυξης.

### **Άρθρο 25Α**

Κάθε παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας, στον οποίο χορηγείται άδεια παραγωγής από Υδροηλεκτρικό Σταθμό εντός των κατά τις διατάξεις του άρθρου 18 του ν. 1650/ 1986 προστατευόμενων περιοχών, επιβαρύνεται από την έναρξη της εμπορικής λειτουργίας του σταθμού του με ειδικό τέλος υπέρ του κατά τις διατάξεις του άρθρου 15 του ν. 2742/1999 συνιστώμενου Φορέα Διαχείρισης της οικείας προστατευόμενης περιοχής. Το τέλος αυτό αντιστοιχεί σε ποσοστό ένα τοις εκατό (1%) επί της, προ ΦΠΑ, τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στον Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου ή των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών. Τα ποσά που αντιστοιχούν στο ειδικό τέλος του παρόντος άρθρου παρακρατούνται από τον αρμόδιο Διαχειριστή και αποδίδονται στον Φορέα Διαχείρισης της προστατευόμενης περιοχής στην οποία εγκαθίσταται ο σταθμός.

### **Άρθρο 26**

1. Αν, στους διαγωνισμούς που διενεργεί ο Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε. (Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε.), σύμφωνα με τις διατάξεις της παραγράφου 4 του άρθρου 15 του ν. 2773/1999, όπως ισχύει, πρόσωπο, φυσικό ή νομικό, που κατέχει άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αναδειχθεί ανάδοχος είτε, το ίδιο, αυτοτελώς είτε ως μέλος κοινοπραξίας ή ένωσης φυσικών ή νομικών προσώπων ή αν ο ανάδοχος αυτός με τις προηγούμενες ιδιότητες υποκατασταθεί νόμιμα, η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τροποποιείται, κατά περίπτωση, στο όνομα του νέου προσώπου το οποίο υπογράφει τις σχετικές συμβάσεις ή στο όνομα του προσώπου που υποκαθιστά τον ανάδοχο, με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε.. Η απόφαση αυτή εκδίδεται εντός δεκαπέντε (15) ημερών από την υποβολή της σχετικής αίτησης.

Στις ανωτέρω περιπτώσεις, η προθεσμία υποβολής αντιρρήσεων σύμφωνα με τον Κανονισμό Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας, που έχει κυρωθεί με την υπ' αριθμόν Δ5-ΗΛ/Β/Φ.1/17951/8.12.2000 απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης (ΦΕΚ 1498 Β'), ορίζεται σε πέντε (5) ημέρες από τη σχετική δημοσιοποίηση της πρόθεσης της Ρ.Α.Ε. να εισηγηθεί τροποποίηση της σχετικής άδειας.

Για την υποκατάσταση του αναδόχου στις συμβάσεις που αποτελούν αντικείμενο των ανωτέρω διαγωνισμών απαιτείται σχετική έγκριση, η οποία χορηγείται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από εισήγηση του Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε. και γνώμη της Ρ.Α.Ε..

2. Για την τροποποίηση άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο, το αρμόδιο όργανο αποφασίζει εντός αποκλειστικής προθεσμίας δέκα (10) ημερών από την υποβολή της σχετικής αίτησης. Αν παρέλθει άπρακτη η προθεσμία αυτή, ο φάκελος της αίτησης διαβιβάζεται, αμελλητί, στον Υπουργό Ανάπτυξης, που αποφασίζει για την τροποποίηση της σχετικής άδειας, εντός δέκα (10) ημερών από τη λήψη του σχετικού φακέλου.

3. Στο τέλος της παραγράφου 3 του άρθρου 15 του ν. 2773/1999, όπως ισχύει, προστίθεται εδάφιο.

4. Οι διατάξεις του παρόντος άρθρου ισχύουν αναδρομικά από 1.4.2006.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Θ΄ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ**

### **Άρθρο 27**

1. Αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., για τις οποίες δεν έχει εκδοθεί η σχετική γνωμοδότηση της Ρ.Α.Ε. κατά την έναρξη ισχύος του παρόντος

νόμου, αξιολογούνται σύμφωνα με τα κριτήρια που ορίζονται στο άρθρο 9 του Κανονισμού Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας, που έχει κυρωθεί με την υπ' αριθμόν Δ5-ΗΛ/Β/Φ.1/17951/8.12.2000 απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης και το κριτήριο της περίπτωσης δ' της παραγράφου 1 του άρθρου 3 του παρόντος νόμου. Κατά τα λοιπά εφαρμόζεται η παράγραφος 2 του άρθρου 3 του νόμου αυτού.

2. Αιτήσεις που έχουν υποβληθεί με σκοπό τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης, την έκδοση γνωμοδότησης για Π.Π.Ε.Α., τη χορήγηση έγκρισης επέμβασης ή έκδοση απόφασης παραχώρησης δασικής έκτασης, την έκδοση απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων ή την έκδοση άδειας λειτουργίας και για τις οποίες δεν έχει εκδοθεί η σχετική διοικητική πράξη μέχρι την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, αξιολογούνται σύμφωνα με τις διατάξεις που ίσχυαν κατά το χρόνο υποβολής των αιτήσεων αυτών.

Η τροποποίηση, παράταση, ανανέωση ή επέκταση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας, οι οποίες έχουν εκδοθεί με τις προϋφιστάμενες του παρόντος νόμου διατάξεις, συντελείται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας, στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός και σύμφωνα με τη διαδικασία και τα δικαιολογητικά που καθορίζονται στην απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, που εκδίδεται σύμφωνα με την παράγραφο 10 του άρθρου 8. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται οι διατάξεις του παρόντος νόμου.

3. Άδειες λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., που βρίσκονται σε ισχύ κατά την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, παρατείνονται αυτοδικαίως και λήγουν είκοσι (20) έτη από την ημερομηνία έκδοσής τους.

4. Οι διατάξεις των άρθρων 7 και 8 του παρόντος νόμου που αφορούν στην εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και στη διαδικασία έκδοσης των σχετικών αδειών, συμπεριλαμβανομένων αυτών που απαιτούνται από την κείμενη δασική νομοθεσία, εφαρμόζονται ομοίως και στις περιπτώσεις υδροηλεκτρικών σταθμών εγκατεστημένης ισχύος άνω των 15 MW, οι οποίοι κατασκευάζονται και λειτουργούν από ιδιωτικούς φορείς. Κατά τα λοιπά, για τους παραπάνω σταθμούς, δεν εφαρμόζονται οι διατάξεις του παρόντος που αφορούν στην προτεραιότητα ένταξης στο Σύστημα ή το Δίκτυο (κατανομή φορτίου), καθώς και την εξασφάλιση εγγυημένης τιμής πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Ο τρόπος και η διαδικασία υποβολής των προσφορών έγχυσης των ανωτέρω υδροηλεκτρικών σταθμών, διέπονται αποκλειστικώς από τις διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας.

5. Το ειδικό τέλος που προβλέπεται στην παράγραφο Α1 του άρθρου 25 ορίζεται, για τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. των οποίων οι σταθμοί τελούσαν σε εμπορική λειτουργία πριν από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, σε ποσοστό 2% από 1.1.2005 και σε ποσοστό 3% από 27.6.2006. Κατά τα λοιπά ισχύουν και για τους παραγωγούς αυτούς οι διατάξεις των δεύτερου, τρίτου και τέταρτου εδαφίων της παραγράφου 1 και των λοιπών παραγράφων του άρθρου 25.

6. Η παράγραφος 5 του άρθρου 2 του ν. 2244/1994, όπως αντικαθίσταται με το άρθρο 24 στοιχείο Β, 1 του παρόντος νόμου, εφαρμόζεται μέχρι την έναρξη ισχύος του Κώδικα Διαχείρισης του Δικτύου και του Κώδικα Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

7. Όπου στην κείμενη νομοθεσία γίνεται παραπομπή στα άρθρα 35 έως 39 του ν. 2773/1999, όπως ισχύει, η παραπομπή αυτή λογίζεται ότι γίνεται στα άρθρα 9, 10, 12 και 13 του παρόντος νόμου.

8. Συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. που βρίσκονται σε ισχύ κατά τη δημοσίευση του παρόντος νόμου και δεν έχουν ανανεωθεί σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 37 του ν. 2773/1999, όπως ισχύει, μπορεί να παραταθούν για δέκα (10) επιπλέον έτη, κατά τα οριζόμενα στην παράγραφο 2 του άρθρου 12. Συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., που ισχύουν κατά τη δημοσίευση του παρόντος νόμου, διέπονται από τις διατάξεις του άρθρου 13 του νόμου αυτού.

10. Για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης υδροηλεκτρικών σταθμών μετά την 22.12.2009, απαιτείται κατάρτιση και έγκριση Σχεδίου Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, κατά τα προβλεπόμενα στο άρθρο 7 του ν. 3199/2003 (ΦΕΚ 280 Α').

11. Συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. που βρίσκονται σε ισχύ κατά τη δημοσίευση του παρόντος νόμου και δεν έχουν ανανεωθεί σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 37 του ν. 2773/1999, όπως ισχύει, μπορεί να παραταθούν για δέκα (10) επιπλέον έτη, κατά τα οριζόμενα στην παράγραφο 2 του άρθρου 12. Συμβάσεις πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., που ισχύουν κατά τη δημοσίευση του παρόντος νόμου, διέπονται από τις διατάξεις του άρθρου 13 του νόμου αυτού.

## **Άρθρο 28** **Καταργούμενες διατάξεις**

Από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου καταργούνται:

1. α) Το τελευταίο εδάφιο της παραγράφου 4 του άρθρου 3, καθώς και το άρθρο 10 του ν. 3175/2003.

β) Οι παράγραφοι 1, 2 και 3 του άρθρου 35 και τα άρθρα 36, 37, 38 και 39 του ν. 2773/1999.

γ) Η παράγραφος 4 του άρθρου 2 του ν. 2244/1994.

δ) Οι παράγραφοι 1, 2, 3, 5, 6 και 7 του άρθρου 3 του ν. 2244/1994, όπως ισχύει, κατά το μέρος που αφορούν σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή από εφεδρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Όπου στην κείμενη νομοθεσία γίνεται παραπομπή στις διατάξεις των παραγράφων αυτών για τους ανωτέρω σταθμούς, η παραπομπή αυτή λογίζεται ότι γίνεται στις διατάξεις των άρθρων 8 και 24, στοιχείο Γ του παρόντος νόμου.

2. Κάθε άλλη γενική ή ειδική διάταξη, που έρχεται σε αντίθεση με τις διατάξεις του παρόντος νόμου ή αναφέρεται σε θέμα που ρυθμίζεται από αυτόν.

## **Άρθρο 29**

1. Στο άρθρο 40 του ν. 3428/2005 (ΦΕΚ 313 Α΄) προστίθεται νέα παράγραφος 5, ως εξής:

«5. Μέχρι την έκδοση του Κώδικα Διαχείρισης του Ε.Σ.Φ.Α. κατά τα προβλεπόμενα στις διατάξεις του άρθρου 9 και την έγκριση των πρότυπων συμβάσεων Μεταφοράς και Χρήσης Εγκατάστασης Αποθήκευσης, κατά τα οριζόμενα στην περίπτωση α΄ της παραγράφου 2 του άρθρου 8, για την άσκηση του δικαιώματος πρόσβασης στο Ε.Σ.Φ.Α. και τη χρήση αυτού συνάπτονται συμβάσεις ορισμένου χρόνου μεταξύ της Δ.Ε.Π.Α. Α.Ε. και των προσώπων που έχουν δικαίωμα πρόσβασης στο Ε.Σ.Φ.Α.. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, μετά από σύμφωνη γνώμη της Ρ.Α.Ε., καθορίζονται η διαδικασία σύναψης, το περιεχόμενο και οι όροι των συμβάσεων αυτών.»

## **Άρθρο 30**

Το τρίτο εδάφιο της παραγράφου 1 του άρθρου 9 του ν. 2545/1997 (ΦΕΚ 254 Α΄), που προστέθηκε με την παράγραφο 2 του άρθρου 30 του ν. 3325/2005 (ΦΕΚ 68 Α΄), αντικαθίσταται ως εξής:

«Ειδικά για την περίπτωση των ΒΙ.ΠΑ., ΒΙΟ.ΠΑ. και Τεχνοπόλεων, η αναστολή έκδοσης οικοδομικών αδειών αίρεται μετά την έγκριση της πράξης εφαρμογής της πολεοδομικής μελέτης.»

## **Άρθρο 31**

1. Συνιστάται ειδικό πρόγραμμα υπό την επωνυμία «ΔΙΟΔΟΣ», με σκοπό την παροχή στους προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές όλων των Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων της Ανώτατης εκπαίδευσης, προνομακικής πρόσβασης στο Διαδίκτυο (Internet) και σε τεχνολογίες της πληροφορίας, σε συνεργασία με φορείς του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, με χρήση των υποδομών των φορέων αυτών.

Το πρόγραμμα «ΔΙΟΔΟΣ» καταρτίζεται από την Ειδική Επιτροπή της παραγράφου 3, σύμφωνα με το περιεχόμενο της απόφασης που εκδίδεται κατά την παράγραφο 4 και εγκρίνεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης.

2. Σε κάθε προπτυχιακό φοιτητή παρέχεται η δυνατότητα προνομιακής πρόσβασης στις υπηρεσίες της παραγράφου 1, για χρόνο τουλάχιστον ίσο με τα προβλεπόμενα από τις σχετικές διατάξεις έτη φοίτησής του. Σε κάθε φοιτητή που εγγράφεται για τη λήψη μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης ή διδακτορικού διπλώματος, παρέχεται η δυνατότητα προνομιακής πρόσβασης στις υπηρεσίες της παραγράφου 1 για τουλάχιστον δύο (2) και τέσσερα (4) έτη από την οικεία εγγραφή τους, αντίστοιχα.

3. Στη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας του Υπουργείου Ανάπτυξης συνιστάται Ειδική Επιτροπή. Η Επιτροπή αυτή παρακολουθεί την υλοποίηση και εξέλιξη του προγράμματος «ΔΙΟΔΟΣ» και υποβάλλει προτάσεις και εισηγήσεις στον Υπουργό Ανάπτυξης για τη βελτίωση και προσαρμογή στα δεδομένα των εξελίξεων του ανωτέρω προγράμματος. Η Ειδική Επιτροπή, που συγκροτείται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, αποτελείται από:

α. τον Γενικό Γραμματέα Έρευνας και Τεχνολογίας, ως Πρόεδρο,

β. έναν εκπρόσωπο του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών με τον αναπληρωτή του, που ορίζονται από τον οικείο Υπουργό,

γ. έναν εκπρόσωπο του Υπουργείου Ανάπτυξης με τον αναπληρωτή του, που ορίζονται από τον οικείο Υπουργό,

δ. έναν εκπρόσωπο του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων με τον αναπληρωτή του, που ορίζονται από τον οικείο Υπουργό,

ε. έναν εκπρόσωπο του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών με τον αναπληρωτή του, που ορίζονται από τον οικείο Υπουργό,

στ. έναν εκπρόσωπο της Συνόδου των Πρυτάνεων με τον αναπληρωτή του, που ορίζονται από τη σύνοδο αυτή,

ζ. έναν εκπρόσωπο της Συνόδου των Προέδρων των Τεχνολογικών Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων (Τ.Ε.Ι.) με τον αναπληρωτή του, που ορίζονται από τη σύνοδο αυτή, και

η. έναν εκπρόσωπο της ανώνυμης εταιρίας του Δημοσίου με την επωνυμία «Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας» με τον αναπληρωτή του, που ορίζονται από τον Πρόεδρο αυτής.

4. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης, Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και Μεταφορών και Επικοινωνιών καθορίζονται η διάρκεια και ο τρόπος παροχής των υπηρεσιών της παραγράφου 1 προς τους δικαιούχους των υπηρεσιών αυτών, η διαδικασία προσδιορισμού του καταβαλλόμενου από αυτούς αντιτίμου προς τους παρόχους, κατά είδος παρεχόμενων υπηρεσιών, οι φορείς του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα που συμμετέχουν στο πρόγραμμα «ΔΙΟΔΟΣ» και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια.

## **Άρθρο 32**

### **Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με την εφαρμογή της συνολικής επιχορήγησης**

1. Στο άρθρο 1 του ν. 2860/2000 «Διαχείριση, παρακολούθηση και έλεγχος του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 251 Α') προστίθεται στοιχείο ια' ως εξής:

«ια) «Συνολική επιχορήγηση»: Το μέρος ενός επιχειρησιακού προγράμματος ή ενιαίου εγγράφου προγραμματισμού ή προγράμματος κοινοτικής πρωτοβουλίας ή στήριξης της τεχνικής βοήθειας και των καινοτόμων ενεργειών που χρησιμοποιούνται κατά κανόνα για την ενίσχυση πρωτοβουλιών τοπικής ανάπτυξης, η υλοποίηση και η διαχείριση του οποίου μπορεί, κατά τον Κανονισμό, να ανατεθεί σε έναν ή περισσότερους ενδιάμεσους φορείς σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις του παρόντος.»

2. Μετά το άρθρο 24 του ν. 2860/2000 προστίθεται άρθρο 24Α με το παρακάτω περιεχόμενο:

## « Άρθρο 24Α

1. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Οικονομίας και Οικονομικών και Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής καθορίζονται οι όροι εφαρμογής συνολικής επιχορήγησης στα πλαίσια Περιφερειακών Επιχειρησιακών Προγραμμάτων για τα μικρά νησιά και τις απομακρυσμένες νησιωτικές περιοχές και ιδιαίτερα ο σκοπός, το αντικείμενο, ο φορέας, ο τρόπος και το ύψος χρηματοδότησης, οι διαδικασίες, τα όργανα υλοποίησης και διαχείρισης και η εποπτεία και ρυθμίζεται ο τρόπος και η διαδικασία καταβολής δαπανών στους ενδιάμεσους φορείς της επόμενης παραγράφου για την πληρωμή επί μέρους αναδόχων, καθώς και κάθε άλλο σχετικό διαδικαστικό θέμα.

Σε περίπτωση που η συνολική επιχορήγηση αφορά στην εκπόνηση μελετών ή στην εκτέλεση τεχνικών έργων και εφόσον απαιτείται από το σκοπό, τη φύση και το νομικό πλαίσιο λειτουργίας του ενδιάμεσου φορέα, με την απόφαση καθορίζονται, ειδικώς και κατά παρέκκλιση κάθε γενικής ή ειδικής διάταξης, οι αρμοδιότητες ανάθεσης και διοίκησης των μελετών ή έργων και τα αποφαινόμενα όργανα, με την επιφύλαξη των σχετικών διατάξεων της κοινοτικής νομοθεσίας.

2. Σε εκτέλεση της κοινής υπουργικής απόφασης της προηγούμενης παραγράφου εκδίδεται απόφαση της Διαχειριστικής Αρχής του αντίστοιχου Περιφερειακού Επιχειρησιακού Προγράμματος, που εγκρίνεται από την Επιτροπή Συντονισμού της παραγράφου 4 του παρόντος, με την οποία η συνολική επιχορήγηση εντάσσεται σε Επιχειρησιακό Πρόγραμμα και ανατίθεται η υλοποίηση και η διαχείρισή της σε έναν ή περισσότερους ενδιάμεσους φορείς, που είναι εγκατεστημένοι ή εκπροσωπούνται στις Περιφέρειες εφαρμογής των σχεδιαζόμενων μέτρων. Οι ενδιάμεσοι φορείς, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης, οργανισμοί περιφερειακής ανάπτυξης, καθώς και μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί κοινής ωφέλειας, πρέπει να εξυπηρετούν σκοπούς δημόσιου συμφέροντος, να διαθέτουν αναγνωρισμένη ικανότητα και πείρα στη διοικητική και οικονομική διαχείριση και πολυετή πείρα στο συγκεκριμένο τομέα στον οποίο αναφέρεται το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα και, γενικά, να πληρούν τις προϋποθέσεις του άρθρου 27 του Κανονισμού. Κατ' εξαίρεση και σε περιορισμένες και αιτιολογημένες περιπτώσεις, η ανάθεση είναι δυνατή και σε ενδιάμεσους φορείς που δεν είναι εγκατεστημένοι και δεν εκπροσωπούνται στις ενδιαφερόμενες Περιφέρειες.

Στους ενδιάμεσους φορείς μπορεί να ανατίθεται με προγραμματική σύμβαση και η εκτέλεση πράξεων σχετικών με τη συνολική επιχορήγηση από τις επί μέρους αρμόδιες υπηρεσίες του κράτους, της τοπικής αυτοδιοίκησης ή από τα νομικά πρόσωπα που εποπτεύονται από αυτούς και για λογαριασμό τους. Οι ενδιάμεσοι φορείς μπορούν να έχουν και την ιδιότητα του τελικού δικαιούχου.

3. Οι ενδιάμεσοι φορείς, στους οποίους ανατίθεται η εφαρμογή και η διαχείριση της συνολικής επιχορήγησης, κατά τα οριζόμενα στην προηγούμενη παράγραφο, συνάπτουν σύμβαση με τον Προϊστάμενο της Διαχειριστικής Αρχής του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, με την οποία καθορίζονται οι λεπτομέρειες εφαρμογής και η διαδικασία εποπτείας της συνολικής επιχορήγησης. Στην ανωτέρω σύμβαση εξειδικεύονται, μεταξύ άλλων, τα εφαρμοστέα μέτρα, τα κριτήρια επιλογής δικαιούχων, οι όροι και τα ποσοστά παρέμβασης των Ταμείων, συμπεριλαμβανομένης της χρησιμοποίησης των τόκων που ενδεχομένως θα προκύψουν, οι διαδικασίες ελέγχου, πληρωμής και αξιολόγησης και κάθε άλλο αναγκαίο στοιχείο.

4. Για το συντονισμό, την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και την έγκριση της συνολικής επιχορήγησης συγκροτείται με την απόφαση της παραγράφου 1 Επιτροπή Συντονισμού, η οποία αποτελείται από τον Υπουργό Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, ως Πρόεδρο, τον Γενικό Γραμματέα Επενδύσεων και Ανάπτυξης του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, τον Γενικό Γραμματέα του Υπουργείου Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής και τους Γενικούς Γραμματείς Περιφερειών Βορείου Αιγαίου, Νοτίου Αιγαίου και Ιονίου ή εκπροσώπους τους και εξειδικεύονται οι αρμοδιότητές της. Με την ίδια απόφαση συνιστάται Τεχνική Γραμματεία υποστηρίξεως της Επιτροπής Συντονισμού, καθορίζεται η στελέχυσή της, καθορίζεται ο τρόπος λειτουργίας της, καθώς και η τυχόν αμοιβή ή αποζημίωση των μελών της, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.



5. Οι ενδιαμέσοι φορείς υποβάλλουν για έγκριση στην Επιτροπή Συντονισμού:

- α) Το αναλυτικό πρόγραμμα της συνολικής επιχορήγησης.
- β) Τα προς ένταξη έργα και υποέργα.
- γ) Το χρονοδιάγραμμα εφαρμογής της συνολικής επιχορήγησης.
- δ) Τα αναλυτικά στοιχεία των επί μέρους δαπανών εφαρμογής της συνολικής επιχορήγησης και
- ε) κάθε πρόσθετο στοιχείο που τυχόν καθορίζεται με την απόφαση της παραγράφου 1.»

### **Άρθρο 32Α** **Στατιστικές μεταβιβάσεις** **(Άρθρο 6 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ)**

1. Είναι δυνατή η συμφωνία με κράτη-μέλη με την οποία μπορεί να ρυθμίζεται η στατιστική μεταβίβαση συγκεκριμένης ποσότητας ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές προς αυτά. Η μεταβιβαζόμενη ποσότητα:

α) αφαιρείται από την ποσότητα ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές η οποία λαμβάνεται υπόψη κατά την εκτίμηση της συμμόρφωσης του μεταβιβάζοντος κράτους -μέλους προς τις απαιτήσεις του άρθρου 3 παράγραφοι 1 και 2 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ και

β) προστίθεται στην ποσότητα ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές η οποία λαμβάνεται υπόψη κατά την εκτίμηση της συμμόρφωσης του κράτους - μέλους που δέχεται τη μεταβίβαση προς τις απαιτήσεις του άρθρου 3 παράγραφοι 1 και 2 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.

Η στατιστική μεταβίβαση δεν επηρεάζει την επίτευξη του εθνικού στόχου του μεταβιβάζοντος κράτους - μέλους.

2. Οι ρυθμίσεις δυνάμει της παραγράφου 1 μπορούν να ισχύουν επί ένα ή περισσότερα έτη, αλλά πρέπει να κοινοποιούνται στην Επιτροπή εντός τριών μηνών το πολύ από τα τέλος κάθε έτους κατά το οποίο ισχύουν. Οι πληροφορίες που διαβιβάζονται στην Επιτροπή περιλαμβάνουν την ποσότητα και την τιμή της συγκεκριμένης ενέργειας.

3. Οι μεταβιβάσεις οριστικοποιούνται μόνο μετά την κοινοποίηση τους στην Επιτροπή από όλα τα ενεχόμενα κράτη-μέλη.

### **Άρθρο 32Β** **Κοινά έργα μεταξύ κρατών – μελών** **(Άρθρο 7 της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ)**

1. Είναι δυνατή η συνεργασία με ένα ή περισσότερα κράτη-μέλη για κοινά έργα οποιουδήποτε τύπου τα οποία αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και της ενέργειας θέρμανσης και ψύξης που παράγονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην εν λόγω συνεργασία μπορούν να συμμετέχουν ιδιωτικοί φορείς.

2. Το ποσοστό ή η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, θερμικής και ψυκτικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η οποία παράγεται από οποιοδήποτε κοινό έργο εντός της Ελληνικής Επικράτειας που άρχισε να λειτουργεί μετά την 25η Ιουνίου 2009, ή από την αυξημένη δυναμικότητα εγκατάστασης η οποία επεκτάθηκε μετά την ημερομηνία αυτή και η οποία καταλογίζεται στον εθνικό συνολικό στόχο άλλου κράτους-μέλους, για τους σκοπούς της εκτίμησης της συμμόρφωσης προς τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ, κοινοποιείται στην Επιτροπή.

3. Η κοινοποίηση της παραγράφου 2:

α) περιγράφει την προβλεπόμενη εγκατάσταση ή ταυτοποιεί την επεκταθείσα εγκατάσταση,

β) προσδιορίζει το ποσοστό ή την ποσότητα ηλεκτρικής ή θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που παράγεται από την εγκατάσταση, η οποία θα καταλογιστεί στους εθνικούς συνολικούς στόχους άλλου κράτους-μέλους,

γ) προσδιορίζει το κράτος-μέλος εξ ονόματος του οποίου πραγματοποιείται η κοινοποίηση,

δ) διευκρινίζει την περίοδο, σε ολόκληρα τα ημερολογιακά έτη, κατά την οποία η ηλεκτρική ή θερμική ή ψυκτική ενέργεια η οποία παράγεται από την εγκατάσταση από ανανεώσιμες πηγές καταλογίζεται στον εθνικό συνολικό στόχο του άλλου κράτους - μέλους.

4. Η περίοδος που αναφέρεται στην περίπτωση δ' της παραγράφου 3 δεν επιτρέπεται να εκτείνεται πέραν του 2020. Η διάρκεια ενός κοινού έργου μπορεί να εκτείνεται πέραν του 2020.

5. Οι κοινοποιήσεις, δυνάμει του παρόντος άρθρου, δεν επιτρέπεται να τροποποιούνται ή να αποσύρονται χωρίς την κοινή συμφωνία του κοινοποιούντος κράτους-μέλους και του κράτους-μέλους που προσδιορίζεται σύμφωνα με την παράγραφο 3 περίπτωση γ'.

### **Άρθρο 32Γ**

#### **Κοινά έργα μεταξύ κρατών-μελών και τρίτων χωρών (Άρθρο 9 της Οδηγίας 2009/28/EK)**

1. Είναι δυνατή η συνεργασία με μια ή περισσότερες τρίτες χώρες για κοινά έργα οποιουδήποτε τύπου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, στην οποία δύνανται να συμμετέχουν και άλλα κράτη-μέλη. Στην εν λόγω συνεργασία μπορούν να συμμετέχουν ιδιωτικοί φορείς.

2. Η ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε τρίτες χώρες λαμβάνεται υπόψη μόνο για τους σκοπούς της εκτίμησης της συμμόρφωσης προς τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2009/28/EK σχετικά με τους εθνικούς συνολικούς στόχους εφόσον πληρούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

α) η ηλεκτρική ενέργεια καταναλίσκεται στην Κοινότητα, απαίτηση που πρέπει να πληρούται όπου:

αα) ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας ισοδύναμη προς την καταλογιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια έχει οριστεί σαφώς στο κατανεμόμενο δυναμικό διασύνδεσης από όλους τους αρμόδιους φορείς εκμετάλλευσης συστημάτων μεταφοράς στη χώρα προέλευσης, στη χώρα προορισμού και, ανάλογα με την περίπτωση, σε κάθε χώρα διέλευσης,

αβ) ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας ισοδύναμη προς την καταλογιζόμενη ηλεκτρική ενέργεια έχει εγγραφεί σαφώς στον ισολογισμό του αρμόδιου φορέα εκμετάλλευσης συστήματος μεταφοράς από την κοινοτική πλευρά διασύνδεσης και

αγ) το οριζόμενο δυναμικό και η ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από την εγκατάσταση που αναφέρεται στην περίπτωση β' αφορούν την ίδια χρονική περίοδο,

β) η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από νέα εγκατάσταση η οποία άρχισε να λειτουργεί μετά την 25η Ιουνίου 2009, ή από την αυξημένη δυναμικότητα εγκατάστασης η οποία επεκτάθηκε μετά την ημερομηνία αυτή, στο πλαίσιο κοινού έργου που αναφέρεται στην παράγραφο 1 και

γ) για την παραγόμενη και εξαγόμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας δεν έχει χορηγηθεί στήριξη δυνάμει καθεστώτος τρίτης χώρας πλην επενδυτικής ενίσχυσης που χορηγείται στην εγκατάσταση.

3. Είναι δυνατόν να ζητείται από την Επιτροπή να λαμβάνεται υπόψη, για τους σκοπούς του άρθρου 2Α, η ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που παράγεται και καταναλίσκεται σε τρίτη χώρα, στο πλαίσιο της κατασκευής σταθμού διασύνδεσης με εξαιρετικά μακρόχρονη φάση αποπεράτωσης μεταξύ της χώρας και τρίτης χώρας υπό τους ακόλουθους όρους:

α) η κατασκευή του σταθμού διασύνδεσης πρέπει να έχει αρχίσει το αργότερο στις 31 Δεκεμβρίου 2016,

β) ο σταθμός πρέπει να μην έχει δυνατότητα να ξεκινήσει τη λειτουργία του το αργότερο στις 31 Δεκεμβρίου 2020,

γ) ο σταθμός πρέπει να μπορεί να ξεκινήσει τη λειτουργία του το αργότερο στις 31 Δεκεμβρίου 2022,

δ) αφού ξεκινήσει να λειτουργεί, ο σταθμός διασύνδεσης θα χρησιμοποιείται για την εξαγωγή στην Κοινότητα σύμφωνα με την παράγραφο 2, ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,

ε) η εφαρμογή σχετίζεται με κοινό έργο που πληροί τα κριτήρια των περιπτώσεων β' και γ' της παραγράφου 2 και ότι θα χρησιμοποιήσει το σταθμό διασύνδεσης αφού τεθεί σε λειτουργία, καθώς και με ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που δεν είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα που θα εξάγεται στην Κοινότητα αφού ξεκινήσει η λειτουργία του σταθμού διασύνδεσης.

4. Το ποσοστό ή η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από οποιαδήποτε εγκατάσταση στην επικράτεια τρίτης χώρας, η οποία καταλογίζεται στον εθνικό συνολικό στόχο ενός ή περισσότερων κρατών-μελών για τους σκοπούς της εκτίμησης της συμμόρφωσης προς το άρθρο 3 της Οδηγίας 2009/28/EK, κοινοποιούνται στην Επιτροπή. Όταν εμπλέκονται και άλλα κράτη-μέλη (ένα ή περισσότερα), η κατανομή αυτού του ποσοστού ή της ποσότητας μεταξύ κρατών - μελών κοινοποιείται στην Επιτροπή. Αυτά το ποσοστό ή η ποσότητα δεν υπερβαίνει το ποσοστό ή την ποσότητα που όντως εξάγεται ή καταναλίσκεται στην Κοινότητα και που αντιστοιχεί στην ποσότητα που αναφέρεται στην παράγραφο 2 υποπερίπτωση αα) και αβ) και πληροί τις προϋποθέσεις της παραγράφου 2 περίπτωση α'. Η κοινοποίηση πραγματοποιείται από κάθε κράτος-μέλος στο συνολικό εθνικό στόχο του οποίου καταλογίζεται το ποσοστό ή η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας.

5. Η κοινοποίηση της παραγράφου 4:

α) περιγράφει την προβλεπόμενη εγκατάσταση ή ταυτοποιεί την επεκταθείσα εγκατάσταση,

β) προσδιορίζει το ποσοστό ή την ποσότητα ηλεκτρικής ή θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας που παράγεται από την εγκατάσταση, η οποία θα καταλογιστεί στον εθνικό συνολικό στόχο κράτους-μέλους, καθώς και με την επιφύλαξη των απαιτήσεων περί εμπιστευτικότητας, τις αντίστοιχες χρηματοοικονομικές ρυθμίσεις,

γ) διευκρινίζει την περίοδο, σε ολόκληρα ημερολογιακά έτη, κατά την οποία η ηλεκτρική ενέργεια καταλογίζεται στον εθνικό συνολικό στόχο του κράτους-μέλους και

δ) περιλαμβάνει γραπτή αποδοχή των περιπτώσεων β' και γ' από την τρίτη χώρα στην επικράτεια της οποίας θα λειτουργήσει η εγκατάσταση και το ποσοστό ή την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από την εγκατάσταση και θα χρησιμοποιηθεί εντός της χώρας αυτής.

6. Η περίοδος που αναφέρεται στην περίπτωση γ' της παραγράφου 5 δεν επιτρέπεται να εκτείνεται πέραν του 2020. Η διάρκεια ενός κοινού έργου μπορεί να εκτείνεται πέραν του 2020.

7. Οι κοινοποιήσεις δυνάμει του παρόντος άρθρου δεν επιτρέπεται να τροποποιούνται ή να αποσύρονται χωρίς τη συμφωνία του κράτους-μέλους και της τρίτης χώρας που αναγνώρισε το κοινό έργο σύμφωνα με την παράγραφο 5 περίπτωση δ'.

## **Άρθρο 32Α**

### **Κοινά καθεστώτα στήριξης (Άρθρο 11 της Οδηγίας 2009/28/EK)**

1. Με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων δυνάμει του άρθρου 3 της Οδηγίας 2009/28/EK, είναι δυνατή η συνένωση ή ο εν μέρει συντονισμός του εθνικού καθεστώτος στήριξης της χώρας με τα εθνικά καθεστώτα στήριξης άλλων κρατών-μελών. Στις περιπτώσεις αυτές, ορισμένη ποσότητα ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές η οποία παράγεται στη χώρα μπορεί να καταλογίζεται στον εθνικό συνολικό στόχο άλλου συμμετέχοντος κράτους-μέλους και, με ανάλογο τρόπο, ορισμένη ποσότητα ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές η οποία παράγεται στην επικράτεια συμμετέχοντος κράτους-μέλους μπορεί να καταλογίζεται στον εθνικό συνολικό στόχο εάν το ενδιαφερόμενο κράτος-μέλος:

α) προβαίνει σε στατιστική μεταβίβαση συγκεκριμένων ποσοτήτων ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές από ένα κράτος-μέλος σε άλλο κράτος-μέλος σύμφωνα με το άρθρο 32Α ή

β) καθιερώνει κανόνα κατανομής για τον οποίο συμφωνούν τα συμμετέχοντα κράτη - μέλη και βάσει του οποίου ποσότητες ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές κατανέμονται μεταξύ των συμμετεχόντων κρατών-μελών, Ο κανόνας αυτός κοινοποιείται στην Επιτροπή εντός τριών μηνών το πολύ από το τέλος του πρώτου έτους κατά το οποίο ισχύει,

2. Εντός τριών μηνών από το τέλος κάθε έτους, σε περίπτωση που έχει γίνει κοινοποίηση δυνάμει της παραγράφου 1 περίπτωση β' εκδίδεται κοινοποιητική επιστολή στην οποία αναφέρεται η συνολική

ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας ή ενέργειας θέρμανσης ή ψύξης η οποία παρήχθη από ανανεώσιμες πηγές κατά τη διάρκεια του έτους και η οποία υπόκειται στον κανόνα κατανομής.

3. Για την εκτίμηση της συμμόρφωσης προς τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2009/28/EK όσον αφορά τους εθνικούς συνολικούς στόχους, η ποσότητα ηλεκτρικής ή θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, η οποία κοινοποιείται σύμφωνα με την παράγραφο 2 ανακατανέμεται μεταξύ των ενδιαφερομένων κρατών-μελών σύμφωνα με τον κοινοποιηθέντα κανόνα κατανομής.

### **Άρθρο 32Ε** **Αύξηση δυναμικότητας** **(Άρθρο 12 της Οδηγίας 2009/28/EK)**

Για τους σκοπούς του άρθρου 32B παράγραφος 2 και του άρθρου 32Γ παράγραφος 2 περίπτωση β', οι μονάδες ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που οφείλονται σε αύξηση της δυναμικότητας της εγκατάστασης θεωρείται ότι παρήχθησαν από χωριστή εγκατάσταση η οποία άρχισε να λειτουργεί τη στιγμή κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η αύξηση δυναμικότητας.

### **Άρθρο 32ΣΤ**

1. Η διακρατική συνεργασία που προβλέπεται στα άρθρα 32Α έως 32Δ εξειδικεύεται με συμβάσεις μεταξύ της Ελληνικής Δημοκρατίας και του ενδιαφερόμενου κράτους, οι οποίες κυρώνονται από τη Βουλή σύμφωνα με το άρθρο 28 παράγραφος 1 του Συντάγματος. Στις ανωτέρω συμβάσεις, η Ελληνική Δημοκρατία εκπροσωπείται από τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

2. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής καθορίζονται οι λεπτομέρειες για την εφαρμογή των άρθρων 8 και 10 της Οδηγίας 2009/28/EK.

### **Άρθρο 33** **Ισχύς**

Η ισχύς του παρόντος νόμου αρχίζει από τη δημοσίευσή του στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στις επί μέρους διατάξεις του.

Παραγγέλλομε τη δημοσίευση του παρόντος στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως και την εκτέλεσή του ως νόμου του Κράτους.

Προστιθέμενα παραρτήματα 1, 2 και 3 στο ν. 3468/2006  
(Παράρτηματα II, III και VII της Οδηγίας 2009/28/EK)

**Παράρτημα 1**  
**Κανονικοποίηση για τον καταλογισμό της παραγωγής υδροηλεκτρικής και αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας**  
(Παράρτημα II της Οδηγίας 2009/28/EK)

Για τον καταλογισμό της υδροηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επικράτεια, εφαρμόζεται ο ακόλουθος κανόνας:

$$Q_{N(norm)} = C_N \times \left[ \sum_{i=N-14}^N \frac{Q_i}{C_i} \right] / 15$$

όπου:

N = έτος αναφοράς·

$Q_{N(norm)}$  = κανονικοποιημένη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από όλους τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς το έτος N, για λογιστικούς σκοπούς

$Q_i$  = η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που όντως παράγουν το έτος i όλοι οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί, μετρούμενη σε GWh, εξαιρουμένης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με συστήματα αποθήκευσης μέσω άντλησης από νερό που έχει προηγουμένως αντληθεί στον άνω ταμιευτήρα

$C_i$  = η συνολική εγκατεστημένη ισχύς, αφαιρουμένων των συστημάτων αποθήκευσης μέσω άντλησης, όλων των υδροηλεκτρικών σταθμών στο τέλος του έτους i, μετρούμενη σε MW.

Για τον καταλογισμό της αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επικράτεια, εφαρμόζεται ο ακόλουθος κανόνας:

$$Q_{N(norm)} = \frac{C_N + C_{N-1}}{2} \times \frac{\sum_{i=N-n}^N Q_i}{\sum_{j=N-n}^N \left( \frac{C_j + C_{j-1}}{2} \right)}$$

όπου:

N = έτος αναφοράς

$Q_{N(norm)}$  = κανονικοποιημένη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που έχει παραχθεί από όλους τους αιολικούς σταθμούς το έτος N, για λογιστικούς σκοπούς

$Q_i$  = η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που όντως παράγουν το έτος i όλοι οι αιολικοί σταθμοί, μετρούμενη σε GWh

$C_j$  = η συνολική εγκατεστημένη ισχύς όλων των αιολικών σταθμών στο τέλος του έτους j, μετρούμενη σε MW

n = 4 ή ο αριθμός ετών που προηγούνται του έτους N για το οποίο υπάρχουν δεδομένα εγκατεστημένης ισχύος και παραγωγής, εάν ο αριθμός αυτός είναι χαμηλότερος.

**Παράρτημα 2**  
**Καταλογισμός της παραγωγής ενέργειας από αντλίες θερμότητας**  
(Παράρτημα VII της Οδηγίας 2009/28/EK)

Το ποσό της αεροθερμικής, γεωθερμικής ή υδροθερμικής ενέργειας που δεσμεύεται από αντλίες θερμότητας και μπορεί να θεωρηθεί ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές για τους σκοπούς του παρόντος νόμου,  $E_{RES}$ , υπολογίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$E_{RES} = Q_{usable} * (1-1/SPF)$$

όπου:

- $Q_{usable}$  = η υπολογιζόμενη συνολική χρήσιμη θερμική ενέργεια από αντλίες θερμότητας σύμφωνα με τα κριτήρια του άρθρου 2Α παρ. 3, εφαρμόζεται ως εξής: λαμβάνονται υπόψη μόνο αντλίες θερμότητας για τις οποίες  $SPF > 1.15 * 1/n$
- $SPF$  = ο υπολογιζόμενος παράγοντας μέσης εποχιακής απόδοσης για τις συγκεκριμένες αντλίες θερμότητας.
- n είναι ο λόγος μεταξύ της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ενέργειας και της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και υπολογίζεται ως μέσος όρος της ΕΕ επί τη βάση στοιχείων της Eurostat.

Για τον υπολογισμό των  $Q_{usable}$  και  $SPF$ , λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες θα χρησιμοποιηθούν οι κατευθυντήριες γραμμές που θα θεσπιστούν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, μόλις αυτές είναι διαθέσιμες.

**Παράρτημα 3**  
**Ενεργειακό περιεχόμενο των καυσίμων κίνησης (για μεταφορές)**  
**(Παράρτημα III της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ)**

Καύσιμο	Ενεργειακό περιεχόμενο κατά βάρος (κατώτερη θερμογόνος δύναμη, MJ/kg)	Ενεργειακό περιεχόμενο κατ' όγκο (κατώτερη θερμογόνος δύναμη, MJ/l)
Βιοαιθανόλη (αιθανόλη που παράγεται από βιομάζα)	27	21
Βιο-ΕΤΒΕ (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας που παράγεται από βιοαιθανόλη)	36 (εκ των οποίων 37% από ανανεώσιμες πηγές)	27 (εκ των οποίων 37% από ανανεώσιμες πηγές)
Βιομεθανόλη (μεθανόλη που παράγεται από βιομάζα, για χρήση ως βιοκαύσιμο)	20	16
Βιο-ΜΤΒΕ (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας που παράγεται από βιομεθανόλη)	35 (εκ των οποίων 22% από ανανεώσιμες πηγές)	26 (εκ των οποίων 22% από ανανεώσιμες πηγές)
Βιο-ΔΜΕ (διμεθυλαιθέρας που παράγεται από βιομάζα, για χρήση ως βιοκαύσιμο)	28	19
Βιο-ΤΑΕΕ (τριπαμλαιθυλαιθέρας που παράγεται από βιοαιθανόλη)	38 (εκ των οποίων 29% από ανανεώσιμες πηγές)	29 (εκ των οποίων 29% από ανανεώσιμες πηγές)
Βιοβουτανόλη (βουτανόλη που παράγεται από βιομάζα, για χρήση ως βιοκαύσιμο)	33	27
Βιοντίζελ (μεθυλεστέρας που παράγεται από φυτικά ή ζωικά έλαια, ποιότητας ντίζελ, για χρήση ως βιοκαύσιμο)	37	33
Ντίζελ Fischer-Tropsch (συνθετικός υδρογονάνθρακας ή μείγμα συνθετικών υδρογονανθράκων που παράγεται από βιομάζα)	44	34
Υδρογονοκατεργασμένα φυτικά έλαια (φυτικά έλαια που έχουν υποβληθεί σε θερμοχημική κατεργασία με υδρογόνο)	44	34
Καθαρά φυτικά έλαια (έλαια από ελαιούχα φυτά, παραγόμενα με συμπίεση, έκθλιψη ή ανάλογες μεθόδους, φυσικά ή εξευγενισμένα αλλά μη χημικώς τροποποιημένα, όταν είναι συμβατά με τον τύπο του οικείου κινητήρα και τις αντίστοιχες απαιτήσεις όσον αφορά τις εκπομπές)	37	34
Βιοαέριο (καύσιμο αέριο που παράγεται από βιομάζα ή/και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαριστεί και να αναβαθμιστεί σε ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως βιοκαύσιμο, ή ξυλαέριο)	50	—
Βενζίνη	43	32
Ντίζελ	43	36

**Π.Α.6.3 ΚΥΑ Αριθμ. 49828 (ΦΕΚ 2464/Β'/03.12.2008): Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού**

**ΑΡΘΡΟ ΠΡΩΤΟ**

Εγκρίνουμε:

α) τη Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας με την ενσωμάτωση σε αυτό όρων, περιορισμών και κατευθύνσεων για την προστασία και διαχείριση του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση των σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που ενδέχεται να προκύψουν από την εφαρμογή του και

β) το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, στο οποίο ενσωματώνονται οι αναγκαίοι όροι, περιορισμοί και κατευθύνσεις για την προστασία και διαχείριση του περιβάλλοντος που έχουν προκύψει κατά τη διαδικασία στρατηγικής περιβαλλοντικής εκτίμησης, το κείμενο του οποίου ακολουθεί:

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄  
ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ**

**Άρθρο 1  
Σκοπός**

Σκοπός του παρόντος Ειδικού Πλαισίου είναι:

α. η διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε., ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου.

β. η καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

γ. η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων Α.Π.Ε., ώστε να επιτευχθεί ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

Με τα παραπάνω επιδιώκεται να παρασχεθεί, εκτός των άλλων, ένα σαφές πλαίσιο στις αδειοδοτούσες αρχές και τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις, ώστε να προσανατολιστούν σε καταρχήν κατάλληλες από χωροταξικής απόψεως περιοχές εγκατάστασης και να περιορίσουν έτσι τις αβεβαιότητες και τις συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφύονται επί του πεδίου.

Ελάχιστος στόχος ορίζεται η επίτευξη των εκάστοτε συμβατικών στόχων της Ελλάδας για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως θα απορρέουν από τις ευρωπαϊκές και διεθνείς της υποχρεώσεις.

Ο στόχος αυτός θα συνδυασθεί με τη συμβολή όλων των Α.Π.Ε. στην ανάπτυξη της χώρας μέσω της ορθολογικής εκμετάλλευσης όλων των ενεργειακών πόρων σ' όλη την επικράτεια ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν και με τις δυνατότητες κάθε περιοχής. Η ανάπτυξη αυτή θα άρει την ενεργειακή απομόνωση αποκλεισμένων σήμερα περιοχών, θα συμβάλει στη μείωση της ρυπογόνου ενέργειας, θα δημιουργήσει απασχόληση σε νέες τεχνολογίες αιχμής και θα συμβάλει στην ενεργειακή απεξάρτηση της χώρας και ιδιαίτερα ευαίσθητων περιοχών.

## Άρθρο 2 Ορισμοί

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης, οι όροι που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις της έχουν την ακόλουθη έννοια:

1. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η κυματική ενέργεια, η παλιρροϊκή ενέργεια, η ενέργεια από βιομάζα, ή άλλα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, βιοαέρια, η γεωθερμική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

2. Αιολικές εγκαταστάσεις: Εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού που λειτουργούν είτε με τη μορφή μεμονωμένων ανεμογεννητριών (Α/Γ), είτε με τη μορφή αιολικών πάρκων, δηλαδή συστοιχίας ανεμογεννητριών.

3. Μικρά Υδροηλεκτρικά έργα (Μ.ΥΗ.Ε.): Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση υδατικού δυναμικού, η ισχύς των οποίων δεν υπερβαίνει τα 15 MW.

4. Γεωθερμικές εγκαταστάσεις: Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικά ρευστά υψηλής θερμοκρασίας.

5. Φωτοβολταϊκά συστήματα: Εγκαταστάσεις μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια.

6. Εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαερίου ή της βιομάζας: Εγκαταστάσεις παραγωγής θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας τη βιομάζα ή το βιοαέριο, όπως οι πιο πάνω όροι προσδιορίζονται αντιστοίχως στις παραγράφους 7 και 8 του άρθρου 2 του ν. 3468/2006.

7. Σύστημα: Το, κατά το άρθρο 2 παρ. 23 του ν. 3468/2006, οριζόμενο Σύστημα.

8. Δίκτυο: Το, κατά το άρθρο 2 παρ. 9 του ν. 3468/2006, οριζόμενο Δίκτυο.

9. Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά: Τα, κατά το άρθρο 2 παρ. 15 του ν. 3468/2006, οριζόμενα νησιά.

10. Τυπική ανεμογεννήτρια (Α/Γ) ή ισοδύναμη αυτής: Η ανεμογεννήτρια με διάμετρο ρότορα  $D=85m$ .

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης Α/Γ προκύπτει από τον τύπο  $(N_{ισ})=D/D_{τ}$ , (όπου  $N_{ισ}$  είναι ο ισοδύναμος αριθμός τυπικών Α/Γ,  $D$  η διάμετρος του ρότορα της εγκατεστημένης Α/Γ και  $D_{τ}$  η διάμετρος του ρότορα της τυπικής Α/Γ).

Ο υπολογισμός ανά Ο.Τ.Α. της μέγιστης επιτρεπόμενης πυκνότητας αιολικών εγκαταστάσεων, που ορίζεται στα άρθρα 7, 8, 9 προκύπτει από τον τύπο  $(E_{ισ})=(N_{ισ})x75,86$  στρ, όπου  $E_{ισ}$  είναι η αναλογούσα στην εγκατεστημένη Α/Γ επιφάνεια κάλυψης του χώρου.

11. Φέρουσα Ικανότητα περιοχών εγκατάστασης αιολικών έργων: Ο μέγιστος αριθμός τυπικών α/γ που επιτρέπεται να εγκατασταθούν σε μια ενότητα χώρου.

12. Συνοδευτικές εγκαταστάσεις Α.Π.Ε.: Εγκαταστάσεις που είναι κατά περίπτωση απαραίτητες για τη λειτουργία των έργων Α.Π.Ε., όπως είναι ιδίως οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσεως, οι υποσταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας, οι οδικές συνδέσεις κλπ.

## Άρθρο 3 Έκταση εφαρμογής

1. Δεν υπάγονται στις διατάξεις της παρούσας απόφασης:

α. Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης αδείας παραγωγής και αδείας εγκατάστασης και λειτουργίας, σύμφωνα με τα άρθρα 4 και 8 παρ. 8 του ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α').

β. Τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Έργα, λόγω των ιδιομορφιών που παρουσιάζουν.

γ. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. που χαρακτηρίζονται ως μη οχλούσες εγκαταστάσεις, σύμφωνα με το άρθρο 2 της ΚΥΑ 19500/2004 (ΦΕΚ 1671 Β'/ 11.11.2004), με εξαίρεση τα Μ.ΥΗ.Ε..



2. Επιτρέπεται η εγκατάσταση σταθερών φωτοβολταϊκών συστημάτων στις στέγες όλων των κτιρίων και στους ακάλυπτους χώρους των οικοπέδων. Για τον περιορισμό της οπτικής ρύπανσης προωθείται κατάλληλη προσαρμογή του κτιριοδομικού κανονισμού.

3. Για τις πιο πάνω εγκαταστάσεις απαιτείται, σε κάθε περίπτωση, η περιβαλλοντική αδειοδότηση σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

4. Για την εγκατάσταση Υβριδικών Σταθμών Α.Π.Ε. εφαρμόζονται ανάλογα οι διατάξεις της παρούσας απόφασης που αφορούν τις αντίστοιχες λειτουργικές μορφές Α.Π.Ε.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β΄** **ΚΑΝΟΝΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

### **Άρθρο 4** **Στόχοι**

Ο χωροταξικός σχεδιασμός των αιολικών εγκαταστάσεων αποσκοπεί:

1. Στον εντοπισμό, με βάση τα στοιχεία αιολικού δυναμικού, κατάλληλων περιοχών που θα επιτρέπουν ανάλογα με τις χωροταξικές και περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητές τους τη λειτουργία αιολικών εγκαταστάσεων και την επίτευξη οικονομικών κλίμακας στα απαιτούμενα δίκτυα.

2. Στην καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο.

3. Στη δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

### **Άρθρο 5** **Διάκριση του εθνικού χώρου σε κατηγορίες**

1. Για τη χωροθέτηση των αιολικών εγκαταστάσεων ο εθνικός χώρος, με βάση το εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό του και τα ιδιαίτερα χωροταξικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του, διακρίνεται στις ακόλουθες μείζονες κατηγορίες:

α. Στην ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένης της Εύβοιας.

β. Στην Αττική, που αποτελεί ειδικότερη κατηγορία της ηπειρωτικής χώρας λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της.

γ. Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης.

δ. Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες.

2. Η ηπειρωτική χώρα διακρίνεται περαιτέρω σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.) και σε Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (Π.Α.Κ.) ως εξής:

α. Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.): Είναι οι περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, που προσδιορίζονται υπό μορφή πίνακα στο Παράρτημα Ι και απεικονίζονται στο Διάγραμμα 1 της παρούσας απόφασης, οι οποίες διαθέτουν συγκριτικά πλεονεκτήματα για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών, ενώ ταυτόχρονα προσφέρονται από απόψεως επίτευξης των χωροταξικών στόχων. Στις περιοχές αυτές, εκτιμάται η μέγιστη δυνατότητα χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων (φέρουσα ικανότητα), όπως ειδικότερα αυτή προσδιορίζεται στο Παράρτημα ΙΙΙ.

β. Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (Π.Α.Κ.). Χαρακτηρίζονται όλοι οι πρωτοβάθμιοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) της ηπειρωτικής χώρας που δεν περιλαμβάνονται στις Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας των οποίων περιοχές ή και μεμονωμένες θέσεις που κρίνονται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας κατά το άρθρο 3 παρ. 1.δ του ν. 3468/06, ως ενεργειακά αποδοτικές.

## **Άρθρο 6** **Περιοχές αποκλεισμού και ζώνες ασυμβατότητας**

Σε όλες τις κατηγορίες περιοχών του προηγούμενου άρθρου, πρέπει να αποκλείεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός:

α. Των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και των άλλων μνημείων μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και των οριοθετημένων αρχαιολογικών ζωνών προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.

β. Των περιοχών απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.

γ. Των ορίων των Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας (Υγρότοποι Ραμσάρ).

δ. Των πυρήνων των εθνικών δρυμών και των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της περιπτώσεως β' του παρόντος άρθρου.

ε. Των οικοτόπων προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).

στ. Των εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών.

ζ. Των Π.Ο.Τ.Α. του άρθρου 29 του ν. 2545/97, των Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα του άρθρου 10 του ν. 2742/99, των θεματικών πάρκων και των τουριστικών λιμένων.

η. Των ατύπως διαμορφωμένων, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικών και οικιστικών περιοχών. Ως ατύπως διαμορφωμένες τουριστικές και οικιστικές περιοχές για την εφαρμογή του παρόντος νοούνται οι περιοχές που περιλαμβάνουν 5 τουλάχιστον δομημένες ιδιοκτησίες με χρήση τουριστική ή κατοικία, οι οποίες ανά δύο βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων, και συνολική δυναμικότητα 150 κλίνες τουλάχιστον. Για τον υπολογισμό της δυναμικότητας κάθε δομημένη ιδιοκτησία με χρήση κατοικίας θεωρείται ισοδύναμη με 4 κλίνες ανεξαρτήτως εμβαδού. Οι ανωτέρω περιοχές θα αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της οικείας Π.Π.Ε.Α.

θ. Των ακτών κολύμβησης που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

ι. Των τμημάτων των λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά.

ια. Άλλων περιοχών ή ζωνών που υπάγονται σήμερα σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων και για όσο χρόνο ισχύουν.

Οι κατευθύνσεις των εδαφίων α, β, γ, δ, ε, θ και ι της προηγούμενης παραγράφου εφαρμόζονται και για τη χωροθέτηση των συνοδευτικών έργων Α.Π.Ε., (δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας). Η πιθανή παρέκκλιση πρέπει να τεκμηριώνεται περιβαλλοντικά.

Επιπρόσθετα δίδονται οι παρακάτω κατευθύνσεις:

Ενδείκνυται η αξιοποίηση/χρήση υφισταμένων οδών για την εξυπηρέτηση των αιολικών πάρκων με τις απαραίτητες βελτιώσεις και επεκτάσεις.

Ο σχεδιασμός των έργων αυτών πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγονται, κατά το δυνατόν, μεγάλοι βάθους και εκτεταμένες εκσκαφές το δε πλάτος των δρόμων πρόσβασης πρέπει να περιορίζεται στο αναγκαίο μέτρο.

Παράλληλα πρέπει να εκτελούνται όλα τα απαραίτητα αντιπλημμυρικά έργα και έργα ανάσχεσης της διάβρωσης, ώστε να μην υπάρξει φόβος αλλοίωσης του τοπίου λόγω του έργου.

Η φθορά της βλάστησης πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατόν (η εκχέρσωση θάμνων και δέντρων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις υποδείξεις τις τοπικής Δασικής Υπηρεσίας) και να αποκαθίσταται η αισθητική του τοπίου.

Η εσωτερική οδοποιία να είναι χωμάτινη με επίστρωση χαλικιού (3Α).

Ενδείκνυται η γραμμή μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το δίκτυο της ΔΕΗ να ακολουθεί, κατά το δυνατόν, τις υφιστάμενες οδούς προσπέλασης, ώστε να περιορίζεται στο ελάχιστο η εκχέρσωση εκτάσεων ή η γενικότερη υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

3. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (Ζ.Ε.Π.) της ορνιθοπανίδας της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ ύστερα από τη σύνταξη ειδικής ορνιθολογικής μελέτης και σύμφωνα με τις ειδικότερες προϋποθέσεις και περιορισμούς που θα καθορίζονται στην οικεία πράξη έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.

4. Με την επιφύλαξη των περιπτώσεων β', γ' και δ' της παραγράφου 1 του παρόντος άρθρου, επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός δασών, δασικών και αναδασωτέων εκτάσεων, σύμφωνα με τα άρθρα 45 και 58 του ν. 998/1979 και άρθρου 13 του Ν. 1734/87 όπως ισχύουν.

Στις παραπάνω περιοχές πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για τον περιορισμό της βλάβης της δασικής βλάστησης.

5 α. Σε όλες τις περιοχές του άρθρου 5, η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων πρέπει να πληροί τις ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής που καθορίζονται στους πίνακες του Παραρτήματος ΙΙ της παρούσας απόφασης.

β. Οι αποστάσεις της περίπτωσης α' αφορούν τη χωροθέτηση των κυρίως αιολικών εγκαταστάσεων. Για τις απαιτούμενες κατά περίπτωση αποστάσεις των συνοδευτικών εγκαταστάσεων εφαρμόζονται οι διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας και οι τυχόν ισχύοντες ειδικοί κανονισμοί και πρότυπα.

## Άρθρο 7

### Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στην ηπειρωτική χώρα

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στις Π.Α.Π. και Π.Α.Κ. της ηπειρωτικής χώρας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια:

1. Μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες αιολικών εγκαταστάσεων σε επίπεδο πρωτοβάθμιου Ο.Τ.Α.:

α. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους Ο.Τ.Α. που εμπίπτουν σε Π.Α.Π. της ηπειρωτικής χώρας δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά Ο.Τ.Α. (άλλως 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα). Το πιο πάνω ποσοστό κάλυψης μπορεί να αυξάνεται έως και 30% ανά πρωτοβάθμιο ΟΤΑ ύστερα από σύμφωνη γνώμη του οικείου Δημοτικού ή Κοινοτικού Συμβουλίου, η οποία παρέχεται για όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των σχετικών εγκαταστάσεων και πάντως για χρονικό διάστημα τουλάχιστον ίσο με τον χρόνο ισχύος των σχετικών αδειών παραγωγής (25 έτη). Ειδικά για τα επενδυτικά σχέδια Α.Π.Ε. Μεγάλης Κλίμακας, όπως αυτά προσδιορίζονται στο άρθρο 19 του ν. με το 3468/2006 (Α 129), που εκτείνονται σε περισσότερους από έναν Ο.Τ.Α. που εμπίπτουν σε Π.Α.Π., ο αριθμός των τυπικών Α/Γ που μπορεί να εγκατασταθεί κατά τα παραπάνω σε ένα Ο.Τ.Α. μπορεί να προσαυξηθεί με τη μεταφορά αριθμού Α/Γ από το σύνολο των Ο.Τ.Α. που εκτείνεται το έργο. Ο αριθμός αυτός δεν μπορεί να υπερβεί το 30% των τυπικών Α/Γ που αντιστοιχούν στον Ο.Τ.Α., με το μεγαλύτερο πλεόνασμα αδιάθετων Α/Γ.

β. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους Δήμους Μονεμβασίας, Αραχώβης, Καρπενησίου και Καρύστου που χαρακτηρίζονται από υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά Δήμο (άλλως 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα).

γ. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους Ο.Τ.Α. που εμπίπτουν σε Π.Α.Κ. της ηπειρωτικής χώρας δεν μπορεί να υπερβαίνει το 5% ανά Ο.Τ.Α. (άλλως 0,66 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα). Το πιο πάνω ποσοστό κάλυψης μπορεί να αυξάνεται έως και 50% ανά πρωτοβάθμιο Ο.Τ.Α. ύστερα από σύμφωνη γνώμη του

οικείου Δημοτικού ή Κοινοτικού Συμβουλίου, η οποία παρέχεται για όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των σχετικών εγκαταστάσεων και πάντως για χρονικό διάστημα τουλάχιστον ίσο με τον χρόνο ισχύος των σχετικών αδειών παραγωγής (25 έτη).

δ. Για τις αιολικές εγκαταστάσεις που εμπίπτουν σε περισσότερους του ενός Ο.Τ.Α. των πιο πάνω περιπτώσεων α' έως και γ', οι επιτρεπόμενες κατά περίπτωση πυκνότητες εφαρμόζονται για το τμήμα της αιολικής εγκατάστασης που εμπίπτει σε κάθε ένα Ο.Τ.Α. ξεχωριστά.

2. Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο:

Εφαρμόζονται οι κανόνες τοπίου που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

### **Άρθρο 8**

#### **Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο νησιωτικό χώρο**

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και στην Κρήτη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια:

1. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών σε επίπεδο πρωτοβάθμιου Ο.Τ.Α. δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά ΟΤΑ δηλαδή 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες/1000 στρέμματα.

Ειδικά στα μη διασυνδεδεμένα με το σύστημα και το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της ηπειρωτικής χώρας νησιά και μέχρι τη διασύνδεσή τους η συνολική ισχύς των αιολικών σταθμών ανά νησί δεν πρέπει να ξεπερνά το διπλάσιο του επιπέδου αιχμής της ζήτησης που αυτό εμφανίζει σε μεσο-μακροπρόθεσμο ορίζοντα (δεκαετία). Εξαιρέση από το όριο αυτό, δηλαδή από το διπλάσιο του επιπέδου αιχμής της ζήτησης κάθε νησιού, αποτελούν οι προτάσεις εγκατάστασης αιολικών πάρκων που περιλαμβάνουν την κατασκευή επαρκούς διασύνδεσης με το σύστημα και το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της ηπειρωτικής χώρας καθώς και τα αιολικά πάρκα που αποτελούν μέρος πρότασης υβριδικών σταθμών.

2. Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο:

Εφαρμόζονται οι κανόνες τοπίου που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

### **Άρθρο 9**

#### **Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στην Αττική**

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στην Αττική πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

1. Η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στην Αττική είναι δυνατή σε περιοχές του ορεινού όγκου της Πάστρας, του Πάνειου, του Λαυρεωτικού Ολύμπου και στο εκτός επιρροής του αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος τμήμα της Μερέντας, όπως απεικονίζονται στα διαγράμματα 3 και 4.

2. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά ΟΤΑ (άλλως 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα).

3. Οι κανόνες ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

### **Άρθρο 10**

#### **Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες**

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια:

Α. Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο θαλάσσιο χώρο:

1. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές της χώρας που διαθέτουν προϋποθέσεις αιολικής εκμεταλλευσιμότητας, εφόσον αυτές δεν εντάσσονται σε ιδιαίτερο θεσμικό καθεστώς ρητής απαγόρευσης της εγκατάστασης ή δεν αποτελούν ζώνη

αποκλεισμού, όπως θεσμοθετημένα θαλάσσια ή υποθαλάσσια πάρκα ή βεβαιωμένες γραμμές επιβατικής ναυσιπλοΐας.

2. Ελάχιστες αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.

3. Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε απόσταση μικρότερη των 1500 μ. από τις ακτές που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

4. Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε κλειστούς κόλπους με εύρος ανοίγματος < 1.500 μ.

5. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από περιοχές και στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.

6. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από οικισμούς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.

7. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από παραγωγικές ζώνες ή δραστηριότητες του τριτογενή τομέα: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.

8. Το βάθος θεμελίωσης ή αγκύρωσης της βάσης της ανεμογεννήτριας, προσδιορίζεται από τις δυνατότητες της τρέχουσας τεχνολογίας και τις αντίστοιχες μελέτες στατικής και δυναμικής συμπεριφοράς.

9. Πρέπει να εξασφαλίζεται με την κατασκευή του αιολικού πάρκου η επαρκής διασύνδεση και η μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας είτε με το σύστημα της ηπειρωτικής χώρας είτε με το δίκτυο των μη διασυνδεδεμένων νησιών.

10. Μέγιστη απόσταση χειρσαίας όδευσης από υποσταθμό διασύνδεσης: 20 χλμ.

11. Εφαρμόζονται οι κανόνες του τοπίου που ισχύουν για τις Π.Α.Π., όπως αυτοί προσδιορίζονται ειδικότερα στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

**B. Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων σε ακατοίκητες νησίδες:**

1. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις ακατοίκητες νησίδες της χώρας, εφόσον αυτές δεν εμπίπτουν σε περιοχή αποκλεισμού σύμφωνα με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 6 της παρούσας.

2. Στις ανωτέρω περιοχές δεν έχουν εφαρμογή τα όρια που τίθενται στην παράγραφο 1 του άρθρου 8.

3. Κατά τα λοιπά, εφαρμόζονται τα κριτήρια χωροθέτησης που ορίζονται στην περίπτωση Α' του παρόντος άρθρου για τις θαλάσσιες περιοχές.

## **Άρθρο 11**

### **Έλεγχος και εφαρμογή των κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων**

Ο έλεγχος και η εφαρμογή των κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων που ορίζονται στα άρθρα 5 έως και 10 του Κεφαλαίου αυτού, διενεργείται κατά το στάδιο χορήγησης της άδειας παραγωγής (άρθρο 3 ν. 3468/2006) σύμφωνα με τα ειδικότερα προβλεπόμενα στο Παράρτημα V της παρούσας απόφασης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ'**

### **ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΜΙΚΡΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

## **Άρθρο 12**

### **Στόχοι**

Ο χωροταξικός σχεδιασμός των Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων (Μ.ΥΗ.Ε.) αποσκοπεί:

α. Στον εντοπισμό υδατικών διαμερισμάτων με εκμεταλλεύσιμο υδραυλικό δυναμικό.

β. Στον προσδιορισμό περιοχών ασυμβατότητας ή αποκλεισμού, μέσα στις οποίες πρέπει να αποκλεισθεί η χωροθέτηση των Μ.ΥΗ.Ε. και των συνοδευτικών τους έργων.

γ. Στον καθορισμό κριτηρίων για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας των υποδοχέων Μ.ΥΗ.Ε.

δ. Στον καθορισμό κριτηρίων και κανόνων ένταξης των Μ.ΥΗ.Ε. στο φυσικό, πολιτιστικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής εγκατάστασης.

ε. Στην εφαρμογή των αρχών διαχείρισης των υδάτων σύμφωνα με την ισχύουσα κοινοτική νομοθεσία και ειδικότερα την Οδηγία – πλαίσιο για τα νερά, 2000/60 καθώς και την Οδηγία για τις πλημμύρες 2007/60.

### **Άρθρο 13**

#### **Εντοπισμός υδατικών διαμερισμάτων με εκμεταλλεύσιμο υδραυλικό δυναμικό**

1. Οι περιοχές αξιοποίησης υδατικού δυναμικού εντοπίζονται κυρίως σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές (δασικές ή χέρσες εκτάσεις), όπου η ύπαρξη του φυσικού πόρου (νερό) σε συνδυασμό με την υψομετρική διαφορά που επιτυγχάνεται από το σημείο υδροληψίας μέχρι τον σταθμό παραγωγής ενέργειας, εξασφαλίζουν την σκοπιμότητα και βιωσιμότητα του έργου.

2. Με βάση τις εκτιμήσεις για το υδροηλεκτρικό δυναμικό της χώρας ανά υδατικό διαμέρισμα, μεγάλη πυκνότητα εκμεταλλεύσιμου δυναμικού παρουσιάζουν τα υδατικά διαμερίσματα της Ηπείρου, της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, της Δυτικής Μακεδονίας, της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και της Δυτικής και Βόρειας Πελοποννήσου.

### **Άρθρο 14**

#### **Περιοχές αποκλεισμού**

1. Η χωροθέτηση Μ.ΥΗ.Ε. αποκλείεται εντός των ακόλουθων περιοχών:

α. Των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και των άλλων μνημείων μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και των οριοθετημένων αρχαιολογικών ζωνών προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.

β. Των περιοχών απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.

γ. Των Υγροτόπων διεθνούς σημασίας (Υγρότοποι Ραμσάρ).

δ. Των πυρήνων των Εθνικών Δρυμών, των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της προηγούμενης περιπτώσεως 1.β'.

ε. Των οικοτόπων προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 2006/613/ΕΚ απόφαση της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ.1).

στ. Των παραδοσιακών οικισμών και των ιστορικών κέντρων ή τμημάτων πόλεων.

ζ. Των τμημάτων των λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά.

η. Άλλων περιοχών ή ζωνών που υπάγονται σήμερα σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση Μ.ΥΗ.Ε. και για όσο χρόνο ισχύουν.

2. Για τα συνοδά έργα των Μ.ΥΗ.Ε. εφαρμόζονται οι κατευθύνσεις της παραγράφου 2 του άρθρου 6.

### **Άρθρο 15**

#### **Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης Μ.ΥΗ.Ε.**

Για τη χωροθέτηση Μικρών Υδροηλεκτρικών Έργων λαμβάνονται υπόψη τα εξής κριτήρια:

1. Τα έργα μικρού ύψους υδραυλικής πτώσης ( $H < 20$  m), πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιον τρόπο ώστε το συνολικό οπτικό αποτέλεσμα από το έργο (κύριο έργο και συνοδά) να έχει τη μικρότερη δυνατή επίπτωση και να καταλαμβάνει τον ελάχιστο δυνατό όγκο. Στην περίπτωση που είναι τεχνικά δυνατό, το έργο υδροληψίας και ο σταθμός παραγωγής πρέπει να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο και να αποφεύγεται η διάσπαση τους σε διακριτές θέσεις. Σε αντίθετη περίπτωση, πρέπει το μεγαλύτερο μέρος των έργων προσαγωγής του νερού και του σταθμού να κατασκευάζεται υπόγεια.

2. Στα έργα μέσου και μεγάλου ύψους υδραυλικής πτώσης ( $H > 20$  m), τα οποία χωροθετούνται εντός των περιοχών του Δικτύου ΦΥΣΗ 2000, κρίνεται σκόπιμη η κατασκευή σηράγγων ή εγκιβωτισμένων αγωγών εντός του εδάφους στο υδραυλικό σύστημα προσαγωγής και απαγωγής της παροχής, ώστε να μην υπάρχει πρόσθετη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Επιβάλλεται η αξιοποίηση/χρήση των υφιστάμενων υποδομών (δρόμοι, δίκτυα κ.λπ.).

3. Το μήκος των συνοδών έργων πρόσβασης (οδοποιία) για τις κατηγορίες έργων με ονομαστική ισχύ μικρότερη του 1 MW, δεν μπορεί να είναι δυσανάλογο των υπολοίπων έργων που απαιτούνται για την κατασκευή του υδροηλεκτρικού έργου (μήκος σωλήνωσης προσαγωγής) και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υπερβαίνει συνολικά τα 3,0 χλμ. Δεν πρέπει να επιτρέπονται έργα οδοποιίας η κατασκευή των οποίων απαιτεί ουσιώδη μεταβολή στην παραποτάμια βλάστηση και σε γεωλογικούς σχηματισμούς ή συνεπάγεται επίχωση της κοίτης του υδατορεύματος ή ενδέχεται να προκαλέσει κατολισθήσεις, διαβρώσεις και ασταθείς εδαφικές συνθήκες. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα εφόσον τεχνικώς είναι εφικτό τα δίκτυα διασύνδεσης να είναι υπόγεια».

4. Η νέα γραμμή ΜΤ που κατασκευάζεται αποκλειστικά για τη διασύνδεση ενός Μ.ΥΗ.Ε. με ονομαστική ισχύ  $< 1$  MWe, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5 χλμ. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις σύνδεσης Μ.ΥΗ.Ε. στο δίκτυο μέσης τάσης που κατασκευάζονται εξ ολοκλήρου επί υφιστάμενων υποδομών ή που δεν απαιτούν συνοδά έργα μήκους μεγαλύτερου των 5 χλμ. Εξαιρούνται επίσης οι περιπτώσεις υπογείου δικτύου που οδεύει κατά μήκος των συνοδών έργων οδοποιίας ή του αγωγού προσαγωγής.

## Άρθρο 16

### Κριτήρια για την εκτίμηση φέρουσας ικανότητας υποδοχέων Μ.ΥΗ.Ε.

1. Για τις ανάγκες της παρούσας απόφασης, ως «φέρουσα ικανότητα» των υποδοχέων (υδατορευμάτων) Μ.ΥΗ.Ε. νοείται η μέγιστη δυνατότητα εγκατάστασης (δηλ. η πυκνότητα εγκατάστασης) Μ.ΥΗ.Ε. στην ίδια «γραμμή» ύπαρξης υδροδυναμικού, δηλαδή στο ίδιο υδατόρευμα.

2. Η φέρουσα ικανότητα των υποδοχέων Μ.ΥΗ.Ε. αποσκοπεί στη διασφάλιση της συνύπαρξης των Μ.ΥΗ.Ε. με άλλες χρήσεις που εξυπηρετούνται από τον ίδιο υποδοχέα, όπως ιδίως η ύδρευση οικισμών και η άρδευση των γεωργικών εκτάσεων και στη διατήρηση των υδροβιολογικών και οικολογικών χαρακτηριστικών τους.

3. Για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας των υποδοχέων Μ.ΥΗ.Ε., καθορίζονται τα εξής ειδικά κριτήρια:

α. Εφόσον στη ζώνη κατάληψης του έργου υφίσταται και άλλη χρήση νερού, πρέπει να εξασφαλίζεται κατά προτεραιότητα η ικανοποίηση των υφιστάμενων υδρευτικών, αρδευτικών και οικολογικών αναγκών.

β. Καθ' όλο το μήκος του τμήματος της φυσικής κοίτης του υδατορεύματος από το οποίο εκτρέπεται το νερό (Από το σημείο υδροληψίας έως το σημείο επαναφοράς του νερού στη φυσική κοίτη), πρέπει να εξασφαλίζεται η ελάχιστη οικολογική παροχή όπως προβλέπεται παρακάτω.

γ. Όταν προβλέπεται εκτροπή του νερού από τη φυσική κοίτη του υδατορεύματος και για μήκος μεγαλύτερο των 250m, το μήκος του τμήματος φυσικής κοίτης που θα αφήνεται μεταξύ δύο επάλληλων Μ.ΥΗ.Ε. (δηλαδή μεταξύ του σημείου επαναφοράς του νερού στη φυσική κοίτη για το ανάντη Μ.ΥΗ.Ε. και του σημείου υδροληψίας ή την αρχή της τεχνητής λίμνης του πλησιέστερου κατάντη Μ.ΥΗ.Ε. δεν μπορεί να είναι μικρότερο των 1000 m.

δ. Οι ανωτέρω περιορισμοί δεν ισχύουν:

δ1) στην περίπτωση που το νέο Μ.ΥΗ.Ε. εκμεταλλεύεται υδατόπτωση υπάρχοντος φράγματος μεγάλου υδροηλεκτρικού έργου,

δ2) στην περίπτωση έργων πολλαπλής χρήσης νερού ή στην περίπτωση ενσωμάτωσης Μ.ΥΗ.Ε. σε υφιστάμενο αρδευτικό ή υδρευτικό δίκτυο, ακόμη και αν απαιτηθεί αντικατάσταση μέρους ή του συνόλου του δικτύου.

ε. Μέχρι να καθορισθούν τα κριτήρια της ελάχιστης απαιτούμενης οικολογικής παροχής ανά λεκάνη απορροής, σύμφωνα και με τις προβλέψεις του ν. 3199/2003, ως ελάχιστη απαιτούμενη οικολογική παροχή νερού που παραμένει στη φυσική κοίτη υδατορεύματος, αμέσως κατάντη του έργου υδροληψίας του υπό χωροθέτηση Μ.ΥΗ.Ε., πρέπει να εκλαμβάνεται το μεγαλύτερο από τα πιο κάτω μεγέθη, εκτός αν απαιτείται τεκμηριωμένα η αύξησή της, λόγω των απαιτήσεων του κατάντη οικοσυστήματος (ύπαρξη σημαντικού οικοσυστήματος):

- 30% της μέσης παροχής των θερινών μηνών Ιουνίου
- Ιουλίου – Αυγούστου ή
- 50% της μέσης παροχής του μηνός Σεπτεμβρίου ή
- 30 lt/sec σε κάθε περίπτωση.

στ. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να αποδίδεται κατά την έγκριση των σχετικών περιβαλλοντικών όρων στην εκτίμηση και αντιμετώπιση των συνολικών και συσσωρευτικών επιπτώσεων των Μ.ΥΗ.Ε., που βρίσκονται εντός απόστασης 10 χλμ. φυσικής κοίτης ανάντη και κατάντη των άκρων του προτεινόμενου έργου.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ΄** **ΚΑΝΟΝΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΟΙΠΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ** **ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ**

### **Άρθρο 17**

#### **Κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας**

1. Ως περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας μπορεί ενδεικτικά να θεωρηθούν οι περιοχές που είναι άγονες ή δεν είναι υψηλής παραγωγικότητας και κατά προτίμηση αθέατες από πολυσύχναστους χώρους, και με δυνατότητες διασύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα.

Ειδικότερα για τα νησιά πλην Κρήτης και Εύβοιας είναι επιθυμητή η κατά προτεραιότητα χωροθέτηση μικρών εγκαταστάσεων όπως αυτές προβλέπονται στα άρθρα 2 παρ. 4, 4, 8 παρ.8, του ν. 3468/2006 και στο άρθρο 2 της υπ' αριθμ. 19500/2004 κοινής υπουργικής απόφασης.

2. Ως ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή ζώνες στις οποίες πρέπει να αποκλείεται η εγκατάστασή τους, ορίζονται οι εξής κατηγορίες περιοχών:

α. Τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και τα άλλα μνημεία μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και οι οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.

β. Οι περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και του τοπίου που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.

γ. Οι πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, τα κηρυγμένα μνημεία της φύσης και τα αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της προηγούμενης περιπτώσεως β'.

δ. Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 2006/613/ΕΚ απόφαση της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).



ε. Τα δάση και οι γεωργικές γαίες υψηλής παραγωγικότητας όπως προβλέπεται από τις διατάξεις του άρθρου 56 του ν. 2637/1998 όπως ισχύουν.

στ. Άλλες περιοχές ή ζώνες που υπάγονται σήμερα σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας και για όσο χρόνο ισχύουν.

3. Ειδικώς για την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Σταθμών σε πολυσύχναστους χώρους πρέπει, στο πλαίσιο της σχετικής περιβαλλοντικής αδειοδότησης, να καθορίζονται τα κατά περίπτωση κατάλληλα μέτρα για να μην υπάρχει οπτική όχληση.

3. Οι αποστάσεις των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας από τις ζώνες αποκλεισμού της παραγράφου 2 και οι ειδικότεροι όροι χωροθέτησης των συνοδευτικών τους έργων καθορίζονται, κατά περίπτωση, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

4. Για τα συνοδά έργα των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας εφαρμόζονται οι κατευθύνσεις της παραγράφου 2 του άρθρου 6 τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και οι τυχόν ειδικοί κανονισμοί και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων (π.χ. γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης).

### **Άρθρο 18**

#### **Κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο**

1. Ως προνομιακές περιοχές χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο, θεωρούνται ενδεικτικά, οι χώροι που ευρίσκονται πλησίον γεωργικών εκμεταλλεύσεων παραγωγής της πρώτης ύλης, ΧΥΤΑ, εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, μεγάλων κτηνοτροφικών ή πτηνοτροφικών μονάδων, μονάδων παραγωγής χαρτοπολτού, μονάδων παραγωγής χυμών και τοματοπολτού, πάσης φύσεως γεωργικών ή κτηνοτροφικών βιομηχανιών, ζωοτροφών κ.λπ.

2. Ως ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο, δηλαδή ζώνες στις οποίες πρέπει να αποκλείεται η εγκατάστασή τους, ορίζονται οι περιοχές που προβλέπονται στο άρθρο 6 παρ.1 της παρούσας απόφασης.

3. Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο πρέπει να τηρούν τις ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής που καθορίζονται στους πίνακες του Παραρτήματος VI της παρούσας απόφασης.

4. Τα κριτήρια χωροθέτησης που ορίζονται στο παρόν άρθρο αφορούν τις κύριες εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο. Οι όροι χωροθέτησης των συνοδευτικών τους έργων πρέπει να καθορίζονται, κατά περίπτωση, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και τους τυχόν ειδικούς κανονισμούς και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων (πχ. γραμμές μεταφοράς ΥΤ).

5. Για τα συνοδά έργα των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας εφαρμόζονται οι κατευθύνσεις της παραγράφου 2 του άρθρου 6.

### **Άρθρο 19**

#### **Κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας**

1. Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας είναι απόλυτα συνυφασμένη με την ύπαρξη γεωθερμικού πεδίου στο οποίο εντοπίζεται αυτοτελές γεωθερμικό δυναμικό υψηλής ενθαλπίας. Εκ του γεγονότος τούτου, σε συνδυασμό με την σπανιότητα της σχετικής ενεργειακής ύλης, ως περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας ορίζονται οι περιοχές της χώρας που διαθέτουν εκμεταλλεύσιμο

γεωθερμικό δυναμικό, όπως ιδίως η Πολυχνίτος της Λέσβου, η Μήλος και η Νίσυρος, για τις οποίες έχει ήδη βεβαιωθεί η ύπαρξη γεωθερμικών πεδίων υψηλής θερμοκρασίας.

Ως ζώνες αποκλεισμού των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας, δηλαδή ως περιοχές στις οποίες δεν επιτρέπεται η εγκατάστασή τους, ορίζονται οι περιοχές που προσδιορίζονται από τα εδάφια με τα στοιχεία α – ι της παραγράφου 1 του άρθρου 6 καθώς και ζώνη πλάτους 500 μέτρων από τα όρια των παραπάνω περιοχών με τα στοιχεία στ, ζ και η.

2. Στις περιπτώσεις όμως που έχει ήδη εξακριβωθεί η ύπαρξη γεωθερμικού δυναμικού και λόγω της μοναδικής και σημειακής δυνατότητας χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας, δεν είναι εκ των προτέρων δυνατός ο καθορισμός άλλων κατηγοριών ζωνών αποκλεισμού (εκτός των πόλεων, οικισμών και κατοικημένων περιοχών). Στις περιπτώσεις αυτές, οι ειδικότερες προϋποθέσεις χωροθέτησης των ανωτέρω εγκαταστάσεων πρέπει να εξετάζονται στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης του έργου, ώστε, με βάση και τις διαθέσιμες τεχνολογίες και τεχνικές, να αντιμετωπίζονται κατά περίπτωση οι ενδεχόμενες επιπτώσεις στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον που προέρχονται από τις σχετικές εκμεταλλεύσεις.

## **Άρθρο 20**

### **Χωροθέτηση εγκαταστάσεων νέων μορφών Α.Π.Ε.**

Για τον καθορισμό κριτηρίων χωροθέτησης νέων μορφών Α.Π.Ε., συμπεριλαμβανομένων αυτών που βρίσκονται μέχρι σήμερα σε πειραματικό στάδιο, όπως η αξιοποίηση της ενέργειας της θάλασσας (κυματική ενέργεια κ.ά.), προβλέπεται, στο πρόγραμμα δράσης, η εκπόνηση σχετικών μελετών.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε΄**

### **ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟ ΚΑΙ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ**

## **Άρθρο 21**

### **Γενικές κατευθύνσεις για τον υποκείμενο χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό**

1. Σύμφωνα με το άρθρο 8 παρ. 2 του ν. 2742/1999, τα Περιφερειακά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης, πρέπει να εναρμονίζονται με τις κατευθύνσεις των Ειδικών Πλαισίων, ενώ παράλληλα οφείλουν να εξειδικεύουν και να συμπληρώνουν τις επιλογές και ρυθμίσεις τους. Επιπλέον, σύμφωνα με το άρθρο 9 του ν. 2742/1999, αντίστοιχη υποχρέωση εναρμόνισης καθιερώνεται και για τα υποκείμενα πολεοδομικά σχέδια και σχέδια χρήσεων γης, όπως είναι ιδίως τα Ρυθμιστικά Σχέδια, τα Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια και τα Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων και οι Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου.

2. Κατά την ανωτέρω διαδικασία εναρμόνισης, πρέπει να λαμβάνονται ειδικότερα υπόψη τα ακόλουθα:

α. Τα Γ.Π.Σ. και τα Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π. δεν μπορούν να εισάγουν περιοριστικές ρυθμίσεις για την ανάπτυξη έργων Α.Π.Ε. πέραν όσων ήδη προβλέπονται με τις διατάξεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου. Παρέκκλιση από την παραπάνω διάταξη είναι δυνατή μετά από σύμφωνη γνώμη του Γενικού Γραμματέα Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. μετά από τεκμηριωμένη πρόταση της οικείας περιφέρειας και εισήγηση της Διεύθυνσης Χωροταξίας.

β. Επιπροσθέτως, κατά την αναθεώρηση ή τροποποίηση των ανωτέρω σχεδίων, λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την αναδιατύπωση των ρυθμίσεων εκείνων που ενδέχεται να δημιουργούν αντιθέσεις ή αντιφάσεις προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου.

3. Η εκπόνηση των υποκείμενων χωροταξικών και πολεοδομικών πλαισίων ή σχεδίων βαίνει παράλληλα προς την υλοποίηση του παρόντος Ειδικού Πλαισίου και δεν αποτελεί προϋπόθεση για την εφαρμογή του.

**Άρθρο 22**  
**Ειδικές κατευθύνσεις για την τροποποίηση των**  
**Ζωνών Οικιστικού Ελέγχου στις νησιωτικές περιοχές**

Ειδικώς για τις εκτός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων και εκτός ορίων οικισμών περιοχές της νησιωτικής Ελλάδας και ιδίως τις περιοχές των νησιών του Αιγαίου Πελάγους, που υπάγονται στη συντριπτική τους πλειονότητα σε καθεστώς Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου κατά το άρθρο 29 του ν. 1337/1983 χωρίς όμως κατά την κατάρτισή τους να έχει μελετηθεί το ζήτημα της χωροθέτησης έργων Α.Π.Ε., καθορίζονται οι ακόλουθες ειδικές κατευθύνσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την τροποποίηση και συμπλήρωση των σχετικών κανονιστικών προβλέψεων ώστε να επιτευχθεί η εναρμόνισή τους με τις ρυθμίσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου:

1. Τήνος: π.δ. 13/27.2.2003 (ΦΕΚ 160 Δ').

Πρέπει να τροποποιηθεί το σχετικό π.δ. περί ΖΟΕ, ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων Α.Π.Ε., σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές βοσκοτόπων και λοιπής γεωργικής γης (ζώνες υπό στοιχείο 2.2.στ.).

2. Σάμος: π.δ. 11.2/ 27.2.1995 (ΦΕΚ 100 Δ').

Απαιτείται η τροποποίηση του σχετικού π.δ., ώστε να επιτραπεί η χωροθέτηση εγκαταστάσεων Α.Π.Ε., σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές με στοιχείο Η (Περιλαμβάνουν τις καλλιεργούμενες εκτάσεις της υδρολογικής λεκάνης των περιοχών Καρλοβασίου (Η1), Πυθαγορείου – Μεσοκάμπου (Η2), Ηραίου – Κάμπου Χώρας (Η3), Μυτιληνίων (Η4), Δρακαίων – Καλλιθέας (Η5) και Κοκκαρίου (Η6)) και στις περιοχές με στοιχείο Θ (περιοχές κυρίως προστασίας δασών και δασικών εκτάσεων). Απαιτείται νέα μελέτη σχετικά με την ένταξη των περιοχών με στοιχείο Β στις περιοχές προστασίας της φύσης.

3. Μύκονος: π.δ. 7./8.3.2005 (ΦΕΚ 243 Δ').

Απαιτείται η τροποποίηση του σχετικού π.δ., ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων Α.Π.Ε., σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές με στοιχείο (2.2στ.2) γεωργοκτηνοτροφική και στις περιοχές συγκέντρωσης εγκαταστάσεων μεταποίησης και αποθήκευσης με στοιχείο 2.1.δ. (κυρίως για εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Πεδίων).

4. Σίφνος: π.δ. 16.7./5.8.2002 (ΦΕΚ 668 Δ').

Κρίνεται αναγκαία η τροποποίηση του σχετικού π.δ. ώστε να επιτραπεί η χωροθέτηση εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. στις περιοχές που βρίσκονται εκτός ζωνών απολύτου προστασίας.

5. Πάρος: π.δ. 16.6/1993 (ΦΕΚ 732 Δ').

Κρίνεται αναγκαία η τροποποίηση του σχετικού π.δ. ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων Α.Π.Ε., σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου και τις διατάξεις των γενικών όρων της παρ. 5 του πιο πάνω π.δ.

6. Δεν κρίνεται αναγκαία, με βάση τις κατευθύνσεις του παρόντος, η τροποποίηση των παρακάτω προεδρικών διαταγμάτων των νήσων:

α. Χίου: π.δ. 24.12.2002/20.2.2003 (ΦΕΚ 130 Δ') και π.δ. 24.12.2002/4.2.2003 (ΦΕΚ 52 Δ')

β. Πάτμου: π.δ. 16.7./1.8.2001 (ΦΕΚ 621 Δ')

γ. Αλυκή Κω: π.δ. 7/28.11.1997 (ΦΕΚ 1024 Δ')

δ. Ρόδου (Λάρδος): π.δ. 7/24.3/1994 (ΦΕΚ 281 Δ')

ε. Θήρας: π.δ. 16.2/19.3.90 (ΦΕΚ 139 Δ')

στ. Σύρου: π.δ. 11.5/2.6.1989 (ΦΕΚ 339 Δ').

ζ. Κύθνου: π.δ. 17.9./24.10.2002 (ΦΕΚ 931 Δ').

η. Κιμώλου, Δονούσας, (Ανω) Κουφονησίου, Ηρακλειάς, Σχοινούσας, Αμοργού, Ανάφης, Σίκινου, Φολέγανδρου, Τήλου, Νίσυρου, Χάλκης, Μεγίστης, Κάσου, Τελένδου, Ψερίμου, Αστυπάλαιας, Λειψών, Αγαθονησίου, Αρκών, Αγ. Ευστράτιου, Οινουσσών, Ψαρών, Φούρνων και Θύμαινας: π.δ. 10/17.5.2002 (ΦΕΚ 402 Δ').

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ΄ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΡΑΣΗΣ

### Άρθρο 23

Εγκρίνεται το ακόλουθο πρόγραμμα δράσης, η μη ολοκλήρωση του οποίου δεν αναστέλλει την εφαρμογή του παρόντος Ειδικού Πλαισίου.

Α. Μέτρα και δράσεις θεσμικού χαρακτήρα:

1. Εναρμόνιση των Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.

α. Ενέργεια: Εναρμόνιση των εγκεκριμένων Περιφερειακών Πλαισίων προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, σύμφωνα και με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 21 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Κατάρτιση εκθέσεων αξιολόγησης των Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και εκπόνηση μελετών για την τροποποίηση και αναθεώρησή τους και την εναρμόνισή τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος (άρθρο 8 παρ. 6 και 5 ν. 2742/1999).

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

2. Εναρμόνιση των Γενικών Πολεοδομικών Σχεδίων (Γ.Π.Σ.) και των Σχεδίων Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων (Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π.):

α. Ενέργεια: Εναρμόνιση των εγκεκριμένων Γ.Π.Σ. και Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π. προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, σύμφωνα και με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 21 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. – Περιφέρειες – Ο.Τ.Α.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Εκπόνηση μελετών για την τροποποίηση / αναθεώρηση των Γ.Π.Σ. και Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π. και την εναρμόνισή τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου (άρθρο 9 ν. 2742/1999, άρθρο 4 παρ.7 ν. 2508/1997 όπως συμπληρώθηκε με την παρ. 3 του άρθρου 19 του ν. 3212/2003).

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» και Π.Ε.Π. – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

3. Τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης των Γ.Π.Σ. και των Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π.:

α. Ενέργεια: Τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης Γ.Π.Σ. και Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π., με σκοπό την προσαρμογή του περιεχομένου τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου (υπουργική απόφαση 9572/1845/2000, ΦΕΚ 209 Δ'/2000).

β. Αρμόδιος Φορέας: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Ανάθεση μελέτης για την τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης των Γ.Π.Σ. και Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π. και την προσαρμογή του περιεχομένου τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

4. Διερεύνηση τοπικών χωροταξικών δεδομένων σε πρωτοβάθμιους ΟΤΑ με υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης και υψηλή ζήτηση αιολικών εγκαταστάσεων:

α. Ενέργεια: Διερεύνηση των τοπικών χωροταξικών δεδομένων στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που χαρακτηρίζονται, με βάση τις κατευθύνσεις του παρόντος, ως Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.) με υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης (Δήμοι Μονεμβασίας, Αραχώβης, Καρπενησίου και Καρύστου).

β. Αρμόδιος φορέας: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. – Περιφέρειες – Ο.Τ.Α.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Προκήρυξη – ανάθεση σχετικών μελετών (Γ.Π.Σ. ή Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π.).

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» και Π.Ε.Π. – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

Β. Μέτρα και δράσεις διοικητικού – οργανωτικού χαρακτήρα:

1. Δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου:

α. Ενέργεια: Δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου για τις Α.Π.Ε.

β. Αρμόδιος φορέας: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. – ΥΠ.ΑΝ.

γ. Βασικές δράσεις: α) συλλογή, ταξινόμηση και επεξεργασία στοιχείων και δεδομένων για το Ειδικό Πλαίσιο για τις Α.Π.Ε., β) επεξεργασία δεικτών παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου, γ) παρακολούθηση των σημαντικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από την εφαρμογή του Ειδικού Πλαισίου, εντοπισμός απρόβλεπτων επιπτώσεων και πρόταση για τη λήψη επανορθωτικών μέτρων, δ) Κατάρτιση εκθέσεων παρακολούθησης και αξιολόγησης (άρθρα 7 παρ. 6 και 14 ν. 2742/1999, άρθρο 9 της υπ' αριθμ. 107017/28.8.2006 κοινής υπουργικής απόφασης, ΦΕΚ 1225 Β' / 5.9.2006).

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

2. Δημιουργία βάσης δεδομένων για τις άδειες παραγωγής και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας έργων Α.Π.Ε.:

α. Ενέργεια: Δημιουργία βάσης δεδομένων για τις άδειες παραγωγής και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας έργων Α.Π.Ε. και τη χαρτογραφική τους απεικόνιση.

β. Αρμόδιος φορέας: ΥΠ.ΑΝ. – Ρ.Α.Ε.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: α) Προκήρυξη ανάθεσης έργου δημιουργίας βάσης δεδομένων, β) Προμήθεια αναγκαίου εξοπλισμού, γ) Κατάρτιση διοικητικού προσωπικού.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

3. Συνεχής καταγραφή και επικαιροποίηση δεδομένων εκμεταλλεύσιμου δυναμικού από Α.Π.Ε.

α. Ενέργεια: Συνεχής καταγραφή και επικαιροποίηση δεδομένων εκμεταλλεύσιμου δυναμικού από Α.Π.Ε.

β. Αρμόδιος Φορέας: ΥΠ.ΑΝ. – Ρ.Α.Ε.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: α) Επικαιροποίηση αιολικού δυναμικού και διερεύνηση νέων μεθόδων καταγραφής και αξιολόγησής του στον χερσαίο και θαλάσσιο χώρο, β) Καταγραφή και αξιολόγηση υδατικού δυναμικού, γ) Έρευνα, καταγραφή και αξιολόγηση γεωθερμικού δυναμικού, δ) Έρευνα, καταγραφή και αξιολόγηση της ενέργειας της θάλασσας με τη μορφή των κυμάτων, της παλίρροιας και της θερμότητάς της.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

4. Επικαιροποίηση δεδομένων χωρικής οργάνωσης με έμφαση στις αναδυόμενες μορφές Α.Π.Ε.

α. Ενέργεια: Εξειδίκευση – συμπλήρωση κριτηρίων χωρικής οργάνωσης Α.Π.Ε.

Καθορισμός κριτηρίων χωροθέτησης νέων μορφών Α.Π.Ε. όπως η αξιοποίηση της ενέργειας της θάλασσας (π.χ. κυματική ενέργεια).

β. Αρμόδιος Φορέας: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. – ΥΠ.ΑΝ.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Εκπόνηση σχετικών μελετών σε συνδυασμό με τα πορίσματα της δράσης 3 της παρούσας ενότητας.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

Γ. Δημιουργία των αναγκαίων έργων υποδομής για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων Α.Π.Ε.:

1. Επέκταση του Συστήματος για την κάλυψη των αναγκών των εγκαταστάσεων Α.Π.Ε.:

α. Ενέργεια: Επέκταση του Συστήματος για την εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.) που ορίζονται στο άρθρο 5 της παρούσας απόφασης καθώς και διασυνδέσεις του συστήματος με τα δίκτυα των μη διασυνδεδεμένων νησιών, σύμφωνα και με τις προβλέψεις του Γενικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης εντός 10 ετίας.

β. Αρμόδιος φορέας: ΥΠ.ΑΝ. – Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. – ιδιώτες.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Προγραμματισμός και εκπόνηση των αναγκαίων μελετών και ανάθεση/υλοποίηση των σχετικών έργων για την εξυπηρέτηση των Π.Α.Π. του άρθρου 5 παρ. 2 της παρούσας απόφασης.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013 – Ιδιωτικοί πόροι.

2. Διερεύνηση βέλτιστων τεχνικών λύσεων για τη διέλευση του Συστήματος από περιοχές που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς προστασίας και διαχείρισης:

α. Ενέργεια: Εξέταση και αξιολόγηση εναλλακτικών τεχνικών λύσεων για τη διέλευση του Συστήματος μέσα από περιοχές που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς προστασίας και διαχείρισης.

β. Αρμόδιος φορέας: ΥΠ.ΑΝ. – Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. – Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Προκήρυξη και ανάθεση σχετικής μελέτης.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013.

3. Προγραμματισμός – κατασκευή τοπικών οδικών δικτύων προσπέλασης εντός των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας:

α. Ενέργεια: Προγραμματισμός και κατασκευή των αναγκαίων τοπικών οδικών δικτύων προσπέλασης εντός των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.) που ορίζονται στο άρθρο 5 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας: Αρμόδιες Περιφέρειες – Ο.Τ.Α. – Ιδιώτες.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Εκπόνηση αναγκαίων μελετών και ανάθεση σχετικών έργων.

δ. Χρηματοδότηση: Π.Ε.Π. – Ε.Σ.Π.Α. 2007–2013 – Ιδιωτικοί πόροι.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ΄ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ**

### **Άρθρο 24 Παραρτήματα**

Προσαρτώνται και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της παρούσας απόφασης τα Παραρτήματα Ι έως VI που ακολουθούν.

### **Άρθρο 25 Διαγράμματα**

Προσαρτώνται και αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της παρούσας απόφασης τα Διαγράμματα 1, 2, 3 και 4 που ακολουθούν.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.)

<b>ΠΕΡΙΟΧΗ 1</b>	
<b>ΝΟΜΟΣ ΕΒΡΟΥ</b>	<b>ΝΟΜΟΣ ΡΟΔΟΠΗΣ</b>
Δ. Φερών	Δ. Αρριανών
Δ. Τραϊανούπολης	Κ. Κέχρου
Δ. Αλεξανδρούπολης	
Δ. Σουφλίου	
Δ. Τυχερού	
<b>Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 1: 538 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 1.076 MWe).</b>	
<b>ΠΕΡΙΟΧΗ 2</b>	
<b>ΝΟΜΟΣ ΕΥΒΟΙΑΣ</b>	<b>ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ</b>
Δ. Αυλώνας	Δ. Αποδοτίας
Δ. Δυστίων	Δ. Πλατάνου
Δ. Καρύστου	Δ. Θέρμου
Δ. Μαρμαρίου	<b>ΝΟΜΟΣ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ</b>
Δ. Μεσσαπίων	Δ. Αγ. Γεωργίου Τυμφρηστού
Δ. Στυραίων	Δ. Σπερχειάδος
Κ. Καφηρέως	Δ. Υπάτης
Δ. Διρφύων	Δ. Αταλάντης
Δ. Κύμης	Δ. Μακρακώμης
	Δ. Οπουντίων
<b>ΝΟΜΟΣ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ</b>	<b>ΝΟΜΟΣ ΦΩΚΙΔΑΣ</b>
Δ. Αγράφων	Δ. Βαρδουσίων
Δ. Βίνιανης	Δ. Λιδωρικού
Δ. Δομίστας	Δ. Δεσφίνης
Δ. Καρπενησίου	Δ. Αμφίσσης
Δ. Κτημενίων	Δ. Καλλιέων
Δ. Ποταμιάς	<b>ΝΟΜΟΣ ΚΑΡΛΙΤΣΑΣ</b>
Δ. Προυσσού	Δ. Καλλιφώνου
Δ. Φουρνά	Δ. Μενελαΐδας

Δ. Φραγκίστας	Δ. Ρεντίνης
<b>ΝΟΜΟΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ</b>	Δ. Ιτάμου
Δ. Δαύλειας	
Δ. Διστόμου	
Δ. Λεβαδέων	
Δ. Ορχομενού	
Δ. Χαιρώνειας	
Δ. Αραχώβης	
Κ. Κυριακίου	
<b>Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 2: 2.174 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 4.348 MWe)</b>	
<b>ΠΕΡΙΟΧΗ 3</b>	
<b>ΝΟΜΟΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ</b>	<b>ΝΟΜΟΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ</b>
Δ. Βοϊών	Δ. Λεωνιδίου
Δ. Γερονθρών	Κ. Κοσμά
Δ. Ζάρακα	
Δ. Μολάων	
Δ. Μονεμβασίας	
Δ. Νιάτων	
<b>Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 3: 478 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 955 MWe)</b>	
<b>Συνολικό αιολικό δυναμικό των Π.Α.Π.: 3.190 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 6.379 MWe)</b>	



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ**  
**Αποστάσεις αιολικών εγκαταστάσεων από γειτνιάζουσες χρήσεις**  
**γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής**

<b>A. Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων</b>	
Α. Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Για εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα κάτω των 10 MWe: Σε Π.Α.Π. και Αττική: 20 χλμ. μήκους όδευσης</li> <li>- Σε άλλες περιοχές (Π.Α.Κ.): 15 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα</li> <li>- Σε νησιά: 10 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα.</li> </ul>
Β. Μέγιστη απόσταση από το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.)	Όπως ορίζει ο Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. στους όρους σύνδεσης της εγκατάστασης (υψηλή τάση) και η ΔΕΗ (μέση και χαμηλή τάση)
Γ. Ελάχιστη απόσταση (A) μεταξύ των ανεμογεννητριών.	2,5 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας (A=2,5d)

<b>B. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης και προστασίας της φύσης του άρθρου 19 παρ.1, 2 ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη Ε.Π.Μ. ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική Κ.Υ.Α. (ν. 3044/02)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης των παρ. 1 και 2 του άρθρου 19 του ν. 1650/1986.</li> <li>- Οι υγρότοποι RAMSAR</li> <li>- Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).</li> </ul>	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ
Ακτές κολύμβησης, που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα	1500μ. <sup>2</sup>

παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.	
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ, μετά από ειδική ορνιθολογική μελέτη

<b>Γ. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση<sup>1</sup> εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικοί χώροι και ιστορικοί τόποι της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3.000 μ.
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.

<b>Δ. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση<sup>2</sup> εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, τουριστικοί ή αξιόλογοι κατά την έννοια του άρθρου 2 του π.δ. 24.4/3.5.1985	1.000 μ από το όριο <sup>2</sup> του οικισμού ή του σχεδίου πόλης κατά περίπτωση
Παραδοσιακοί οικισμοί	1.500 μ. από το όριο <sup>3</sup> του οικισμού <sup>3</sup> Κατά παρέκκλιση από τα παραπάνω είναι δυνατή με απόφαση του Γ.Γ. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. ύστερα από εισήγηση της

<sup>1</sup> Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση.

<sup>2</sup> Στις περιπτώσεις που δεν έχει οριοθετηθεί ο οικισμός η απόσταση υπολογίζεται από το κέντρο του οικισμού προσαυξημένη κατά 500 μέτρα και, σε κάθε περίπτωση, σε απόσταση μεγαλύτερη των 500 μ. από την τελευταία κατοικία του οικισμού.

<sup>3</sup> Σε περίπτωση που υφίσταται ήδη εγκατάσταση αιολικού σταθμού, ή πάρκο κεραιών ή ραντάρ, σε απόσταση μικρότερη των 1500μ από τα όριά του, η ελάχιστη απόσταση κάθε νέας εγκατάστασης αιολικού πάρκου από αυτά, ορίζεται ως αντιστάθμισμα στα 2.500μ.

	αρμόδιας Δ/σης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. η μείωση της ως άνω απόστασης μέχρι τα 1000 μ εφόσον ο αριθμός των κατοικιών που συνθέτουν τον οικισμό είναι μικρότερος των είκοσι.
Λοιποί οικισμοί	500 μ. από το όριο <sup>3</sup> του οικισμού
Οργανωμένη δόμηση Α' ή Β' κατοικίας (Π.Ε.Ρ.Π.Ο., Συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β' κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της Μ.Π.Ε. κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου	1.000 μ. από τα όρια του σχεδίου ή της διαμορφωμένης περιοχής αντίστοιχα.
Ιερές Μονές	500 μ. από τα όρια της Μονής
Μεμονωμένη κατοικία (νομίμως υφιστάμενη)	Εξασφάλιση ελάχιστου επιπέδου θορύβου μικρότερου των 45 db.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να εξασφαλίζεται ελάχιστο επίπεδο θορύβου στα όρια των ανωτέρω οικιστικών δραστηριοτήτων μικρότερο των 45 db.

<b>Ε. Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές.	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια της ζώνης απαλλοτρίωσης της οδού ή του σιδηροδρομικού δικτύου αντίστοιχα.
Γραμμές υψηλής τάσεως	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια από τα όρια διέλευσης των γραμμών Υ.Τ.
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα.
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα.

<b>ΣΤ. Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>
Αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνες αναδασμού, αρδευόμενες εκτάσεις	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Ιχθυοκαλλιέργειες	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Μονάδες εσταυλισμένης κτηνοτροφίας:	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Όπως ορίζεται στην κείμενη νομοθεσία.
Λειτουργούσες επιφανειακά	500 μ.

μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	
ΠΟΤΑ και άλλες Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές (όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ του αιολικού πάρκου για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση). Τουριστικά καταλύματα και ειδικές τουριστικές υποδομές,	1.000 μ από τα όρια της ζώνης / περιοχής <sup>4 5</sup>

<sup>4</sup> Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση.

<sup>5</sup> Οι αποστάσεις αυτές μπορεί να μειώνονται με τη σύμφωνη γνώμη του φορέα της ασύμβατης χρήσης, η οποία παρέχεται για όλη τη διάρκεια κύκλου ζωής των σχετικών εγκαταστάσεων και πάντως για χρονικό διάστημα τουλάχιστον ίσο με τον χρόνο ισχύος των σχετικών αδειών παραγωγής (25 έτη). Σε κάθε περίπτωση η απόσταση αυτή δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 500 μέτρων από τα όρια των εγκαταστάσεων διανυκτέρευσης και 1.5 d από τα όρια των λοιπών εγκαταστάσεων.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

### Φέρουσα Ικανότητα (Χωρητικότητα) Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας

1. Για την Περιοχή Π.Α.Π. 1, που εντοπίζεται στην Βόρειο Ελλάδα (Περιφέρεια Αν. Μακεδονίας και Θράκης), στους νομούς Έβρου και Ροδόπης και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Αλεξανδρούπολης, Αρριανών, Σουφλίου, Τραϊανούπολης, Τυχερού, Φερών, και την Κοινότητα Κέχρου, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 480 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 960 MWe).

2. Για την Περιοχή Π.Α.Π. 2, που εντοπίζεται στην Κεντρική Ελλάδα (Περιφέρειες Στερεάς Ελλάδας, Δυτικής Ελλάδας και Θεσσαλίας) στους νομούς Βοιωτίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Ευρυτανίας, Εύβοιας, Αιτωλοακαρνανίας, Καρδίτσας και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Καρύστου, Μαρμαρίου, Στυραίων, Δυστίων, Αυλώνας, Κύμης, Διρφύων, Μεσσαπίων, Ορχομενού, Χαιρώνειας, Λεβαδέων, Δαύλειας, Αραχώβης, Διστόμου, Αταλάντης, Οπουντίων, Υπάτης, Σπερχειάδος, Αγ. Γεωργίου Τυμφρηστού, Μακρακώμης, Αμφίσσης, Δεσφίνης, Λιδωρικίου, Βαρδουσίων, Καλλιέων, Δομίστας, Προυσσού, Ποταμιάς, Καρπενησίου, Φραγκίστας, Βίνιανης, Κτημενίων, Φουρνά, Αγράφων, Ιτάμου, Καλλιφώνου, Μενελαΐδας, Ρεντίνης, Αποδοτίας, Θέρμου, Πλατάνου και τις Κοινότητες Καφηρέως και Κυριακίου, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 1.619 τυπικές Α/Γ(ενδεικτικά 3.238 MWe).

3. Για την Περιοχή Π.Α.Π. 3, που εντοπίζεται στην Περιφέρεια Πελοποννήσου, στους νομούς Λακωνίας και Αρκαδίας και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Βοϊών, Γερονθρών, Ζάρακα, Λεωνιδίου, Μολάων, Μονεμβασιάς, Νιάτων, και την Κοινότητα Κοσμά, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 438 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 876 MWe).

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα, διαπιστώνεται ότι 'η Φέρουσα Ικανότητα' των Περιοχών Προτεραιότητας, εκτιμάται σε περίπου 2.587 τυπικές Α/Γ ή ενδεικτικά 5.174 MWe (περιορίζοντας έτσι το 'εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό' τους (περίπου σε 3.240 τυπικές Α/Γ ή ενδεικτικά 6.479 MWe) κατά 20%.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

### Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο

Για την εκτίμηση της επίπτωσης μιας υπό αδειοδότηση αιολικής μονάδας στο τοπίο, λαμβάνεται υπόψη η οπτική παρεμβολή της από τα σημεία 'ιδιαίτερου ενδιαφέροντος', που ευρίσκονται εντός κύκλου, που ορίζεται με κέντρο την μονάδα και ακτίνα που διαφοροποιείται ανάλογα με τη σημασία και την ποιότητα του σημείου 'ιδιαίτερου ενδιαφέροντος' και την κατηγορία χώρου που ανήκει σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Μέγιστη απόσταση από Α/Π (χλμ)	
	Εντός Π.Α.Π. - Αττικής - Θαλάσσιου χώρου	Εντός Π.Α.Κ.- Κατοικημένα Νησιά
Το πλησιέστερο όριο των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	6	6
Το πλησιέστερο όριο ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λοιπών αρχαιολογικών χώρων	6	6
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86.	0,8	1
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	6	6
Τα πλησιέστερα όρια πόλεων ή οικισμών	2	3
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	2	3

Οι ανεμογεννήτριες, που χωροθετούνται εκτός του κύκλου ή που η άτρακτος τους δεν έχει οπτική επαφή με το σημείο, δεν λαμβάνονται υπόψη.

Γενικότερα, και παρόλο που η συγκέντρωση αιολικών πάρκων σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού είναι επιθυμητή (περιοχές Προτεραιότητας), τόσο από οικονομικής, όσο και από περιβαλλοντικής απόψεως, η πυκνότητα των ανεμογεννητριών γύρω από τυχόν υφιστάμενα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος των περιοχών αυτών, θα πρέπει να περιορίζεται εντός προδιαγεγραμμένων ορίων. Σε περίπτωση που υπάρχει υπέρβαση αυτού του ορίου πυκνότητας, θα πρέπει να τίθεται περιορισμός στην κάλυψη του οπτικού ορίζοντα των σημείων ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Περαιτέρω, ο

βαθμός επίδρασης της κάθε ανεμογεννήτριας στο τοπίο από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, εξαρτάται από την πραγματική απόσταση της από το σημείο.

Προκειμένου να αντικειμενικοποιηθούν τα πιο πάνω, τίθενται οι παρακάτω απαιτήσεις-κριτήρια, ως προς τα οποία ελέγχεται το αιολικό πάρκο και με τα οποία οφείλει να συμμορφωθεί:

- Το πρώτο κριτήριο αφορά στην συνολική πυκνότητα των ανεμογεννητριών, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των ανεμογεννητριών από το σημείο, η κυκλική επιφάνεια χωρίζεται σε τρία συνολικά ομόκεντρα τμήματα (ζώνες) Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, η μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα εγκατάστασης, είναι διαφορετική.
- Το δεύτερο κριτήριο, το οποίο εφαρμόζεται μόνο στην περίπτωση κατά την οποία υφίσταται υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου, αφορά στο ποσοστό κάλυψης από τις ανεμογεννήτριες του οπτικού ορίζοντα ενός παρατηρητή, που βρίσκεται στο σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και περιστρέφεται 360° περί τον εαυτό του. Για την εκτίμηση του κριτηρίου αυτού, οι ανεμογεννήτριες, μεταξύ των οποίων η πραγματική απόσταση δεν υπερβαίνει τα 500 μέτρα, ενώνονται με νοητά ευθύγραμμα τμήματα και υπολογίζονται οι γωνίες (σε μοίρες), που δημιουργούνται με κέντρο το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και με πλευρές που διέρχονται από τα άκρα των προαναφερθέντων νοητών τμημάτων.

Κατά την εξέταση του κριτηρίου, λαμβάνονται και πάλι υπ' όψη μόνον οι ανεμογεννήτριες, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των Α/Γ από το σημείο, ο κύκλος χωρίζεται και πάλι σε τρεις συνολικά ομόκεντρες ζώνες Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, το άθροισμα των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης, έχει διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας. Δεν λαμβάνονται υπόψη τμήματα αιολικών πάρκων, των οποίων η γωνία θέασης από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, καλύπτεται από άλλα αιολικά πάρκα, που βρίσκονται πλησιέστερα στο σημείο ενδιαφέροντος και συνεπώς η γωνία θέασης τους έχει ήδη ληφθεί υπ' όψη στον συνολικό υπολογισμό (γωνιακή επικάλυψη).

Αν ένα αιολικό πάρκο πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, χωροθετούνται επαρκώς αραιά, ακόμα και αν πιθανόν απλώνονται σε αρκετές περιοχές του ορίζοντα γύρω από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Αν ένα αιολικό πάρκο πληροί το δεύτερο κριτήριο, ακόμη και αν δεν πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι, οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, χωροθετούνται προς μία ή ελάχιστες κατευθύνσεις, ακόμα και αν προς τις ελάχιστες ή τη μία αυτή κατεύθυνση έχουν αυξημένη πυκνότητα.

Οι ομόκεντρες ζώνες είναι κοινές για την εφαρμογή και των δύο κριτηρίων και ορίζονται ανάλογα με τη σημασία του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ανάλογα με την κατηγορία χώρου που χωροθετείται το υπό εξέταση αιολικό πάρκο, ως εξής:

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Ακτίνες ζωνών (σε χλμ.)					
	Εντός Π.Α.Π. Αττικής-Θαλάσσιου χώρου			Εντός Π.Α.Κ. - Κατοικημένα Νησιά		
	Α'	Β'	Γ'	Α'	Β'	Γ'
Όρια των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3	4,5	6	3	4,5	6
Όρια ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λοιπών αρχαιολογικών χώρων	0,5	3	6	0,5	3	6
Όρια θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86	0,2	0,8	-	0,3	1	-
Όρια θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	1,5	3	6	1,5	3	6
Όρια πόλεων ή οικισμών >2000 κατοίκων και όρια οικισμών <2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	1	2	-	1	3	-
Όρια οικισμών <2000 κατοίκων που δεν χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	0,5	1	2	0,5	1	2
Όρια θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής, τουριστικά καταλύματα, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες.	1 <sup>6</sup>	1,5	2	1 <sup>7</sup>	2	3

Για την εφαρμογή του πρώτου κριτηρίου, η μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών ανά ζώνη, ανάλογα με την κατηγορία του χώρου, είναι:

Ζώνες	Κριτήριο 1: Μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών (πλήθος Α/Γ ανά τ.χλμ.)		
	Εντός Π.Α.Π. Αττικής - Θαλάσσιου χώρου	Εντός Π.Α.Κ.	Κατοικημένα Νησιά
Α'	0	0	0
Β'	4	3	2
Γ'	7	6	4

<sup>6</sup> Με τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στην ενότητα ΣΤ του πίνακα του παραρτήματος ΙΙ.



Το παραπάνω πλήθος, αφορά ανεμογεννήτριες με διάμετρο πτερυγίων 85 μέτρων (τυπική Α/Γ). Αν η διάμετρος είναι διαφορετική, το πλήθος προσαρμόζεται ανάλογα με στρογγυλοποίηση προς τα άνω, στον πλησιέστερο μεγαλύτερο ακέραιο αριθμό.

Σε περίπτωση, που υφίσταται υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου «πυκνότητας», θα πρέπει να πληρούται τουλάχιστον το δεύτερο κριτήριο «οπτικής κάλυψης». Για τον υπολογισμό του δεύτερου αυτού κριτηρίου, οι συντελεστές βαρύτητας ανά ζώνη που εφαρμόζονται επί του αθροίσματος των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης (συμπεριλαμβανομένων των προϋφιστάμενων εγκαταστάσεων), ανάλογα με την κατηγορία του χώρου, είναι:

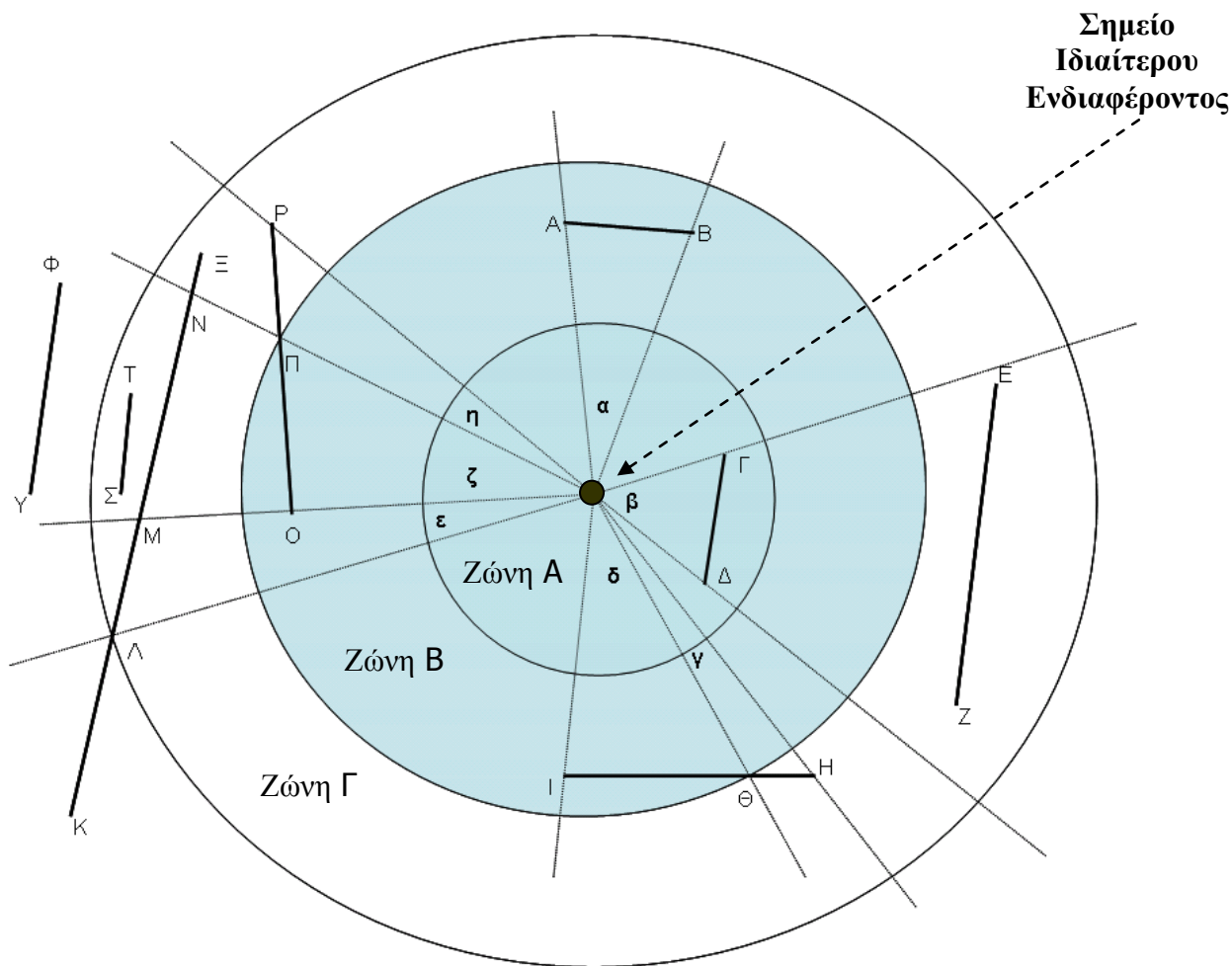
Ζώνες	Συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης για την εφαρμογή του κριτηρίου 2		
	Εντός Π.Α.Π.- Αττικής- Θαλάσσιου χώρου	Π.Α.Κ.	Κατοικημένα Νησιά
Α <sup>7</sup>	1	1	1
Β'	0,5	0,7	0,8
Γ'	0,3	0,5	0,7

Τέλος, για την εφαρμογή του δεύτερου κριτηρίου, τίθεται ανώτατο όριο στο λόγο του σταθμισμένου (με τους ανωτέρω συντελεστές) αθροίσματος των γωνιών που ορίζονται, προς το σύνολο του κύκλου (360°). Το όριο αυτό, ανάλογα με το αν πρόκειται για περιοχή προτεραιότητας ή όχι, είναι:

Κριτήριο 2: Ποσοστό οπτικής κάλυψης του ορίζοντα		
Εντός Π.Α.Π. - Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Π.Α.Κ.	Κατοικημένα Νησιά
30%	20%	15%

Η διαφοροποίηση των πιο πάνω τιμών (μέγιστη πυκνότητα εγκατάστασης Α/Γ, συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης και ποσοστά οπτικής κάλυψης), ανταποκρίνεται στους χωροταξικούς στόχους ευνοϊκότερης αντιμετώπισης των εγκαταστάσεων εντός των περιοχών υψηλής εκμεταλλευσιμότητας του αιολικού δυναμικού (Π.Α.Π., Αττική, θαλάσσιος χώρος), αλλά παράλληλα λαμβάνει υπόψη και τις ιδιαιτερότητες του νησιωτικού χώρου.

<sup>7</sup> Επειδή η ζώνη Α' αποτελεί πρακτικά ζώνη αποκλεισμού, οι παρατιθέμενοι στην ζώνη αυτή συντελεστές βαρύτητας, αφορούν στις τυχόν ήδη υφιστάμενες εγκαταστάσεις, καθώς και στις περιπτώσεις που χωροθετούνται κατά παρέκκλιση από τις οριζόμενες αποστάσεις βάσει των προβλέψεων του παραρτήματος ΙΙ του παρόντος Ειδικού Πλαισίου.  
Σε κάθε περίπτωση πρέπει να τηρείται ο περιορισμός να μην χωροθετούνται ανεμογεννήτριες εντός της ζώνης Α'



Γωνίες	α	β	γ	δ	ε	ζ	η	Σύνολο	Βάρη (Π.Α.Π.)	Σταθμισμένο σύνολο
Τμήματα	ΑΒ	ΓΔ	ΗΘ	ΘΙ	Μ Λ	ΟΠ	ΠΡ			
Τμήματα που επικαλύπτονται		ΕΖ				ΜΝ, ΣΤ, ΥΦ	ΝΞ			
Ζώνη Α		25						25	1,0	25
Ζώνη Β	25			30		25		80	0,5	40
Ζώνη Γ			10		15		20	45	0,3	13,5
										<b>78,5</b>
										<b>21,81%</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

**A: Ελεγκτέα στοιχεία από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) κατά την έκδοση γνωμοδότησης επί της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας**

Ελέγχονται από την Ρ.Α.Ε., στο πλαίσιο της χορήγησης γνώμης για την άδεια παραγωγής, τα εξής:

1. Αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης διαθέτει κατ' αρχήν εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό. (Η εξακρίβωση-επικαιροποίηση του αιολικού δυναμικού και του τεχνοοικονομικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού (εκφραζόμενο σε ισχύ MWe), διενεργείται από τον ιδιώτη, με βάση επιτόπιες ανεμολογικές μετρήσεις).

2. Αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης βρίσκεται:

- εντός Περιοχής Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.) της ηπειρωτικής χώρας,
- εκτός Περιοχής Αιολικής Προτεραιότητας της ηπειρωτικής χώρας,
- εντός Αττικής,
- εντός κατοικημένων νησιών του Αιγαίου ή του Ιονίου Πελάγους ή στην Κρήτη,
- εντός του υπεράκτιου θαλασσίου χώρου ή εντός ακατοίκητης νησίδας.

2.1 Στην περίπτωση που η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης εμπίπτει σε Περιοχή Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.) της ηπειρωτικής χώρας ελέγχεται περαιτέρω:

- αν το προτεινόμενο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό, υπερβαίνει τα όρια της φέρουσας ικανότητάς της Π.Α.Π. εγκατάστασης (άρθρο 5 παρ.2 περίπτωση α, Παράρτημα ΙΙΙ και διάγραμμα 1 της παρούσας).
- αν το προτεινόμενο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό υπερβαίνει τις μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες εγκατάστασης στον οικείο πρωτοβάθμιο ΟΤΑ (άρθρο 7).
- εφόσον τα δεδομένα της προτεινόμενης θέσης υπερβαίνουν ένα από τα πιο πάνω όρια, η πρόταση απορρίπτεται.

2.2 Αν η προτεινόμενη προς χωροθέτηση θέση βρίσκεται εντός Π.Α.Κ. ή εντός κατοικημένων νησιών του Αιγαίου ή του Ιονίου Πελάγους ή στην Κρήτη, ελέγχεται αντιστοίχως:

- αν υπερβαίνει τις μέγιστες -κατά περίπτωση- πυκνότητες του πρωτοβάθμιου Ο.Τ.Α., στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί (άρθρα 7 και 8).
- αν η προτεινόμενη θέση υπερβαίνει τις μέγιστες πυκνότητες εγκατάστασης του οικείου πρωτοβάθμιου Ο.Τ.Α., απορρίπτεται.

2.3 Αν η θέση βρίσκεται εντός Αττικής, ελέγχεται:

- αν εμπίπτει εντός των καθοριζόμενων της παρούσας περιοχών εγκατάστασης (Παράρτημα ΙΙΙ και διαγράμματα 3 και 4), όπως οι περιοχές αυτές ενδεχομένως εξειδικευθούν από άλλα κατώτερα επίπεδα σχεδιασμού.
- αν υπερβαίνει τις μέγιστες πυκνότητες του πρωτοβάθμιου ΟΤΑ, στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί (άρθρο 9).

2.4 Αν η θέση εμπίπτει στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο ή σε ακατοίκητη νησίδα ελέγχεται από τη Ρ.Α.Ε. η βιωσιμότητα της εγκατάστασης.

**Β: Ελεγκτέα στοιχεία κατά την έκδοση γνωμοδότησης της αρμόδιας περιβαλλοντικής αρχής επί της Π.Π.Ε.Α.**

1. Ελέγχεται αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης εμπίπτει εντός μιας εκ των κατηγοριών των περιοχών αποκλεισμού (άρθρο 6 παρ.1).
2. Ελέγχονται τα κριτήρια χωροθέτησης, που αφορούν (κατά κατηγορία χώρου) την τήρηση ελάχιστων αποστάσεων από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής (άρθρο 6 παρ. 5 και Παράρτημα II της παρούσας).
3. Ελέγχεται η εφαρμογή (κατά κατηγορία χώρου) των κανόνων ένταξης της προτεινόμενης θέσης εγκατάστασης στο τοπίο (άρθρα 7, 8, 9 και 10 και Παράρτημα IV της παρούσας).

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

### Αποστάσεις εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο από γειτνιαζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής

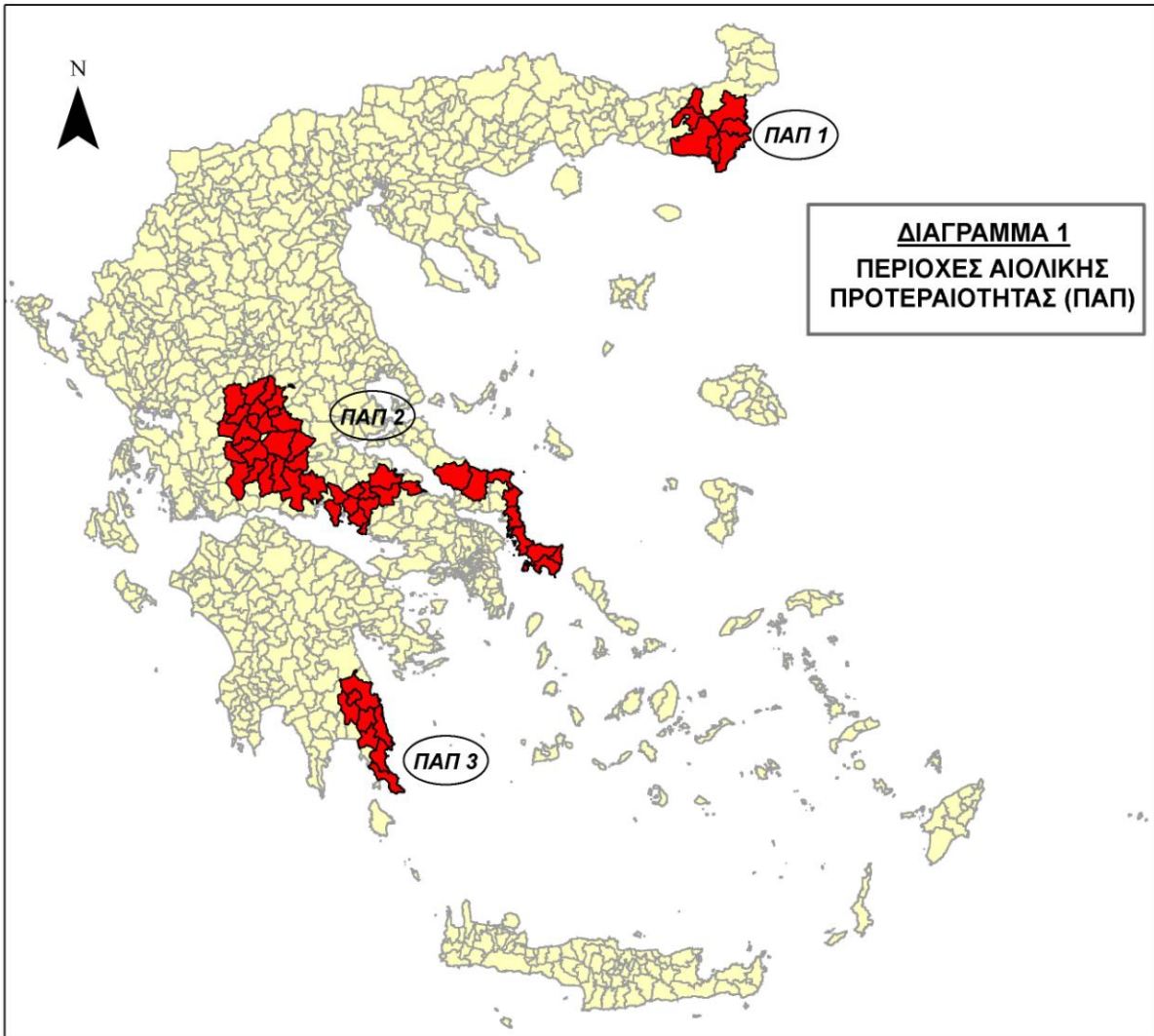
<b>A. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος</b>	
<b>Περιοχή</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης</b>
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης του άρθρου 19 παρ.1,2 Ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΕΠΜ ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική ΚΥΑ (ν. 3044/02)
Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης των παρ. 1 και 2 του άρθρου 19 του ν. 1650/1986 Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της Ε.Π.Ο.
Ακτές κολύμβησης, που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.	1.000 μ.
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	200 μ.

<b>B. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς</b>	
<b>Περιοχή</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης</b>
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικούς χώρους και ιστορικούς τόπους. της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του ν. 3028/2002	Κατά περίπτωση μετά από γνώμη του ΥΠ.ΠΟ. στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης .
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων	Κατά περίπτωση μετά από γνώμη του ΥΠ.ΠΟ. στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	Κατά περίπτωση μετά από γνώμη του ΥΠ.ΠΟ. στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης

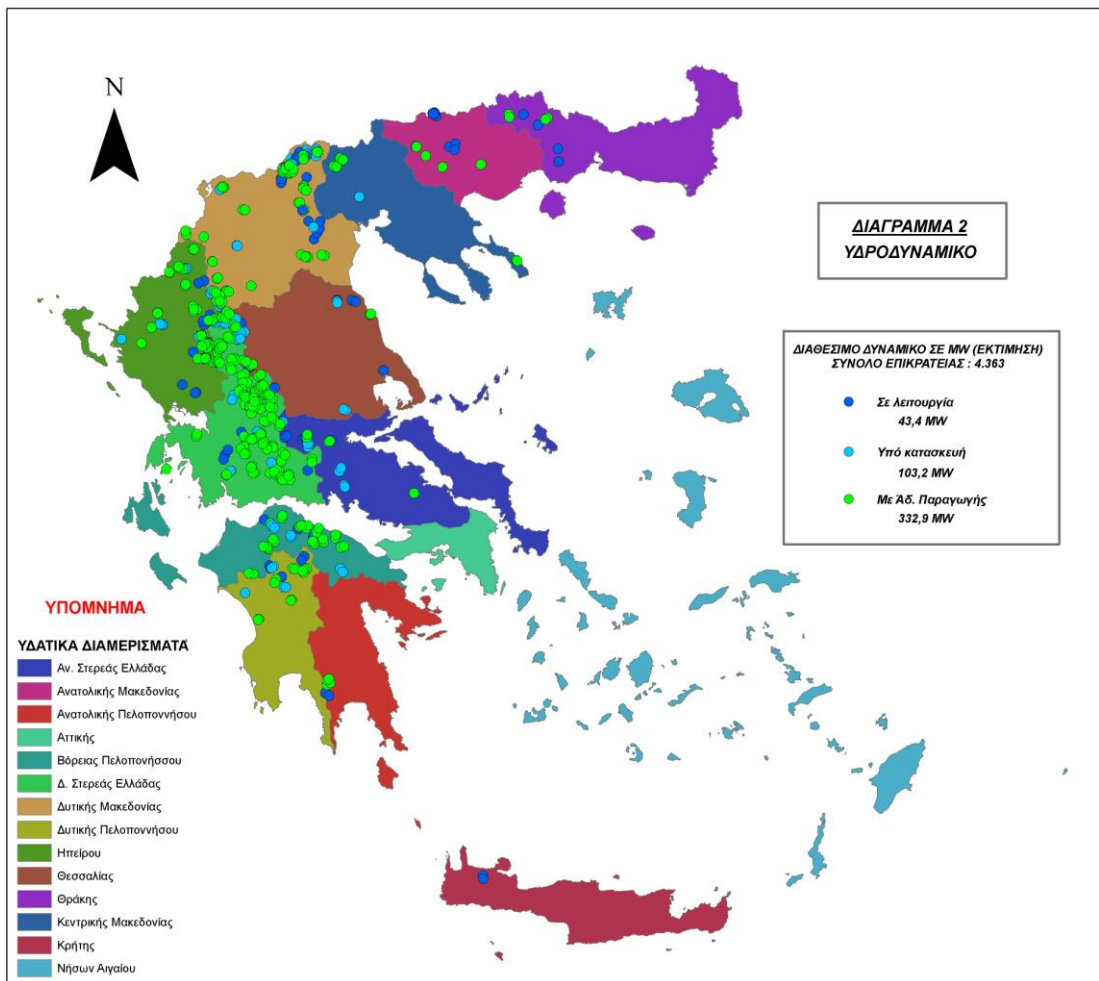
<b>Γ. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες</b>	
<b>Περιοχή</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης</b>
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, τουριστικοί ή αξιόλογοι κατά την έννοια του άρθρου 2 του π.δ. 24.4/3.5.1985	Για τις μονάδες έως 500 kWe (μη οχλούσες δραστηριότητες) δεν τίθεται κανένας περιορισμός. Για τις μονάδες άνω των 500 kWe, απαγορεύεται η εγκατάστασή τους σε περιοχές εντός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων, εντός οικισμών και εντός θεσμοθετημένης περιοχής οργανωμένης δόμησης Α΄ ή Β΄ κατοικίας (ΠΕΡΠΟ κλπ), εκτός αν η εγκατάσταση προορίζεται για εκπαιδευτικούς ή πιλοτικούς σκοπούς (μέχρι 5 MW). Για τις μονάδες μέσης όχλησης (>5 MW) εφαρμόζονται οι ελάχιστες αποστάσεις, που ισχύουν για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
Παραδοσιακοί οικισμοί	
Λοιποί οικισμοί	
Οργανωμένη δόμηση Α΄ ή Β΄ κατοικίας (Π.Ε.Ρ.ΠΟ., συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β΄ κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου	
Ιερές Μονές	
Μεμονωμένη κατοικία (νομίμως υφιστάμενη)	

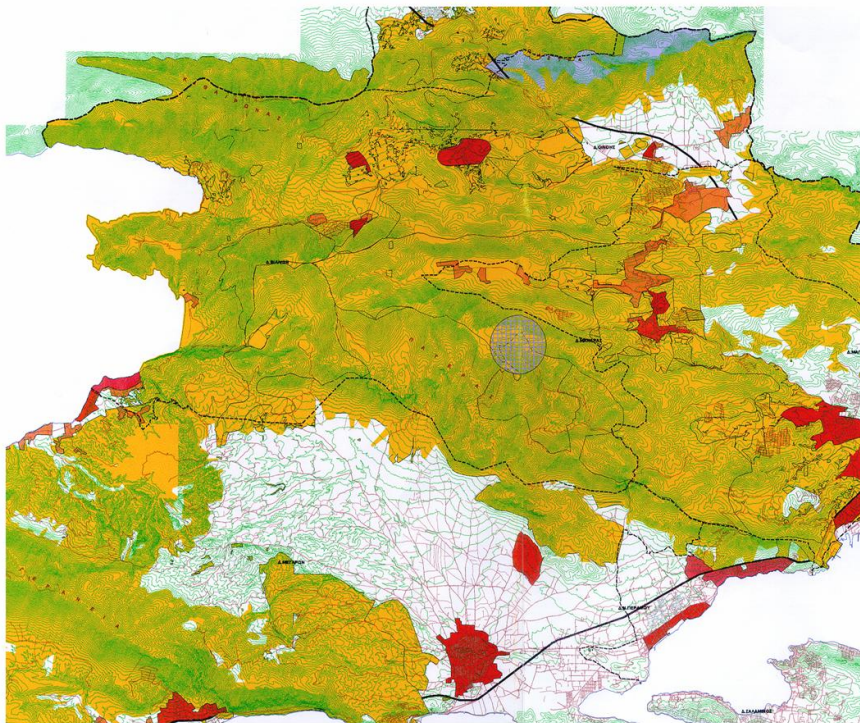
<b>Δ. Αποστάσεις από τα Δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις</b>	
<b>Είδος έργου ή δραστηριότητας</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης</b>
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές	Κατά περίπτωση στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης
Γραμμές υψηλής τάσεως	
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR	
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	
Λιμενικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες	

<b>Ε. Αποστάσεις από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες</b>	
<b>Περιοχή ή δραστηριότητα</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης</b>
ΒΕΠΕ	Εντός οριοθετημένης ζώνης επιτρέπεται η εγκατάσταση
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ.
ΠΟΤΑ, και άλλες περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές (όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση).	500 μ. από τα όρια της ζώνης
Μεμονωμένες τουριστικές μονάδες	Εφαρμόζονται οι ελάχιστες αποστάσεις, που ισχύουν για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις







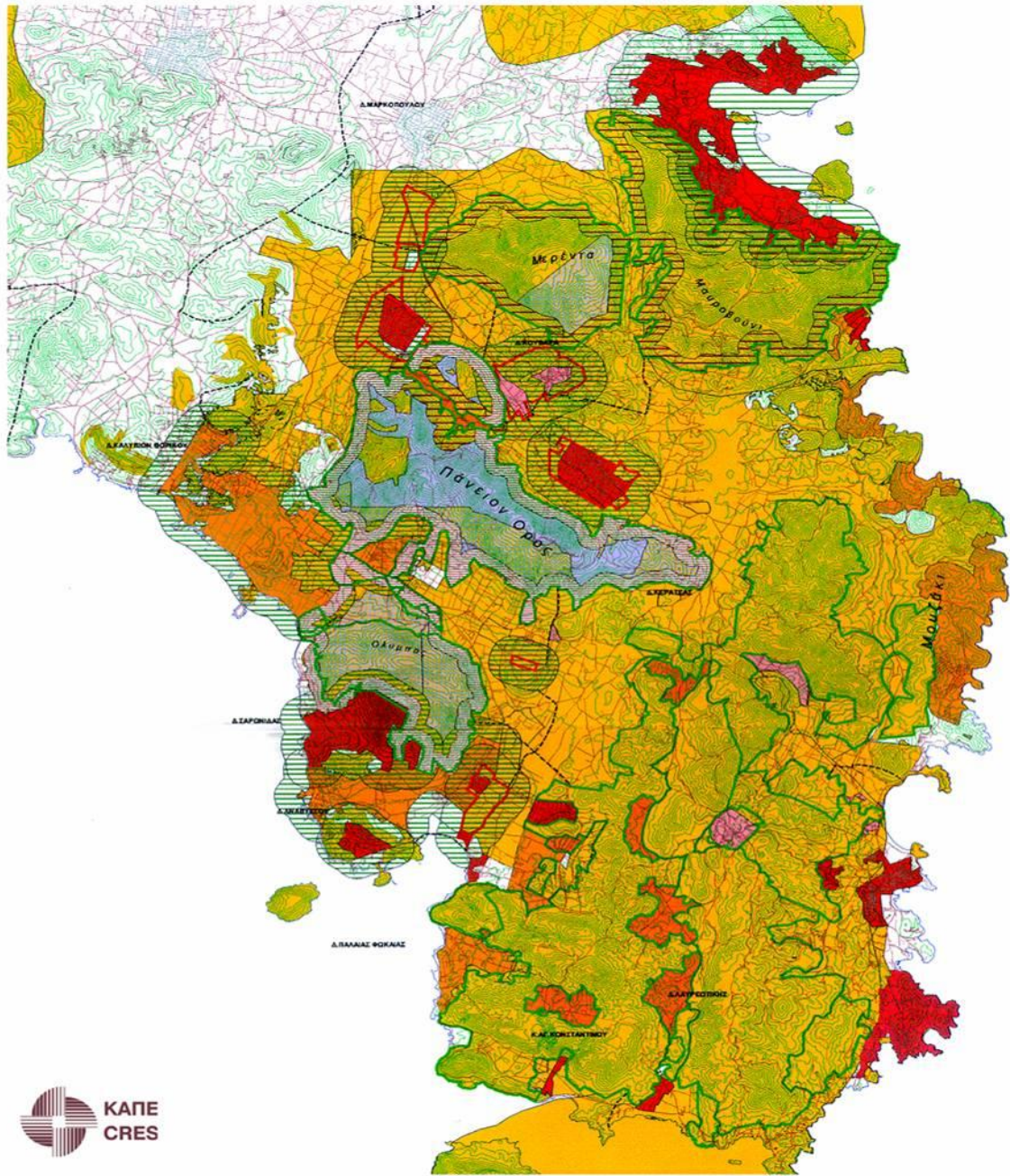



 ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΥ  
 ΣΧΕΔΙΟΥ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ  
 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΘΗΝΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Δ Αττική  
 Περιοχές Αιολικών  
 Πάρκων

- ΥΠΟΜΝΗΜΑ
-  Ακτογραμμή
  -  Ορια θύρων και κοινοτήτων
  -  Οδικός ιστός
  -  Οδικό δίκτυο
  -  Ισοψείς καμπύλες των 20 μέτρων
- 
-  Περιοχές απαγορεύσεων
  -  Περιοχές με δυνατότητα εγκατάστασης (λόγω λιγότερων απαγορεύσεων)
  -  Δυνατή εγκατάσταση υπό προϋποθέσεις
  -  Εγκεκριμένο ρεγιοταμιακό σχέδιο
  -  Ζώνη Δ' Δεύτερης κατοικίας
  -  Οικιστικές συσχετώσεις
- 
- 
 ΚΑΠΕ  
 CRES



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΘΗΝΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΝΑ Αττική**  
**Περιοχές Αιολικών**  
**πάρκων**

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Ακτογραμμή
- Όρια δήμων και κοινοτήτων
- Οικιστικός ιστός
- Οδικό δίκτυο
- Ισοψείς καμπύλες των 20 μέτρων
- Ζώνη 300 μέτρων από περιοχές με δυνατότητα ανάπτυξης κατοικίας
- Ζώνη 500 μέτρων από σχέδιο πόλης
- Περιοχές απαγορεύσεων
- Περιοχές με δυνατότητα εγκατάστασης (λόγω λιγότερων απαγορεύσεων)
- Δυνατή εγκατάσταση υπό προϋποθέσεις
- Εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο
- Ζώνη Δ': Δεύτερης κατοικίας
- Οικιστικές συσπειρώσεις



## **Άρθρο 26**

### **Αποκατάσταση χώρων**

Οι κάτοχοι αδειών λειτουργίας εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. υποχρεούνται, πριν από την καθ' οιονδήποτε τρόπο παύση λειτουργίας της εγκατάστασης, να αποκαθιστούν, με δικές τους δαπάνες και σύμφωνα με τους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους, τους σχετικούς χώρους, μεριμνώντας ιδίως για την αποξήλωση και ασφαλή απομάκρυνση των εγκαταστάσεων, την αποκατάσταση της αυτόχθονης βλάστησης και την εν γένει επαναφορά των πραγμάτων στην προτέρα κατάσταση εφόσον αυτό είναι τεχνικά εφικτό.

## **Άρθρο 27**

### **Μεταβατικές διατάξεις**

Νομίμως λειτουργούσες κατά τη δημοσίευση της παρούσας εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. διατηρούνται μέχρι τη λήξη της άδειας λειτουργίας τους ή την αυτοδίκαιη παράτασή της που ορίζεται στο άρθρο 27 παρ.3 του ν. 3468/2006.

Άδειες εγκατάστασης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. που έχουν εκδοθεί μέχρι τη δημοσίευση της παρούσας εκτελούνται όπως εκδόθηκαν εντός του χρόνου ισχύος τους, όπως αυτός προσδιορίζεται στο άρθρο 8 παρ. 4 του ν. 3468/2006. Οι άδειες λειτουργίας για τους σταθμούς αυτούς εκδίδονται σύμφωνα με τις διατάξεις που ίσχυαν πριν από την έναρξη ισχύος της παρούσας απόφασης.

Πράξεις έγκρισης περιβαλλοντικών όρων που έχουν εκδοθεί μέχρι τη δημοσίευση της παρούσας εκτελούνται όπως εκδόθηκαν, εντός του χρόνου ισχύος τους. Οι πράξεις αυτές δύναται να ανανεώνονται κατά παρέκκλιση των διατάξεων του παρόντος μέχρι τη λήξη της άδειας λειτουργίας τους ή την αυτοδίκαιη παράτασή της που ορίζεται στο άρθρο 27 παρ.3 του ν. 3468/2006.

Άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. που έχουν εκδοθεί μέχρι τη δημοσίευση της παρούσας επανελέγχονται, ως προς τη συμβατότητάς τους με τις διατάξεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στο στάδιο έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων.

## **Άρθρο 28**

### **Καταργούμενες διατάξεις**

Κάθε διάταξη που αντίκειται στις διατάξεις της παρούσας απόφασης ή ανάγεται σε θέματα που ρυθμίζονται από αυτήν, παύει να εφαρμόζεται.

## **ΑΡΘΡΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**

1. Το χρονικό διάστημα ισχύος των εγκρινόμενων κατά το προηγούμενο άρθρο όρων, περιορισμών και κατευθύνσεων για την προστασία και διαχείριση του περιβάλλοντος από την εφαρμογή του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης ορίζεται σε 15 έτη. Τυχόν αναθεώρηση ή (μείζων) τροποποίηση του Ειδικού Πλαισίου, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 7 παρ. 5 του ν. 2742/1999, συνεπάγεται την υποχρέωση πραγματοποίησης νέας διαδικασίας Στρατηγικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης.

2. Η παρακολούθηση των σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή του παρόντος σχεδίου διενεργείται σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 7 παρ. 5 του ν. 2742/1999 και στο άρθρο 22 παρ. Β1 του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

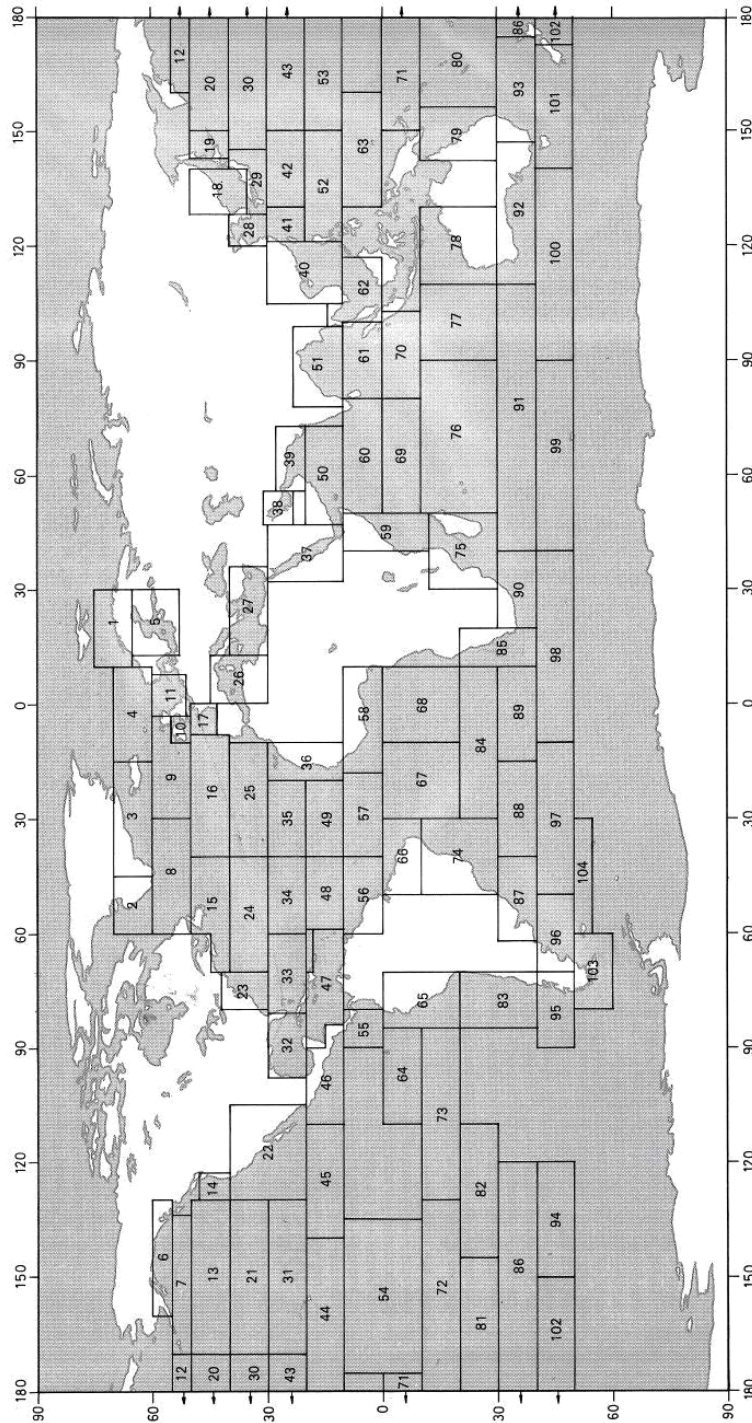
### **ΑΡΘΡΟ ΤΡΙΤΟ**

Η ισχύς της παρούσας απόφασης αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

# Παράρτημα Β: Παραρτήματα Β & Γ Προτύπου DNV-RP-C205

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β ΝΑΥΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΚΥΜΑΤΟΣ



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ**  
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ**

Πίνακας Γ-1: Παράμετροι 2-παραμετρικής κατανομής Weibull και λογαριθμοκανονικής κατανομής για $H_s$ και $T_z$ ( $\gamma_s=0$ )													
Περιοχή	$\alpha_s$	$\beta_s$	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$	Περιοχή	$\alpha_s$	$\beta_s$	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$
1	2,33	1,33	0,974	0,205	0,1263	-0,0201	53	2,56	1,93	1,188	0,129	0,1041	-0,0091
2	1,96	1,34	0,994	0,175	0,1414	-0,0238	54	2,45	2,19	1,176	0,168	0,1097	-0,0091
3	2,74	1,35	1,127	0,160	0,1255	-0,0912	55	1,83	1,96	1,046	0,143	0,1542	-0,0191
4	2,84	1,53	1,125	0,150	0,0978	-0,0074	56	2,40	2,18	1,157	0,157	0,1067	-0,0169
5	1,76	1,59	0,828	0,167	0,3449	-0,2073	57	2,17	2,19	1,083	0,214	0,1202	-0,0173
6	2,76	1,45	1,128	0,154	0,0964	-0,0066	58	1,85	2,08	1,013	0,165	0,1578	-0,0248
7	3,39	1,75	1,256	0,118	0,0809	-0,0069	59	2,02	1,76	1,025	0,159	0,1432	-0,0254
8	3,47	1,57	1,272	0,114	0,0728	-0,0015	60	1,93	1,39	1,057	0,145	0,1349	-0,0215
9	3,56	1,61	1,260	0,119	0,0755	-0,0054	61	2,10	1,82	1,080	0,132	0,1300	-0,0261
10	2,45	1,37	1,036	0,181	0,1166	-0,0137	62	1,73	1,39	0,871	0,214	0,1941	-0,0266
11	2,19	1,26	0,935	0,222	0,1386	-0,0208	63	1,88	1,70	1,026	0,155	0,1477	-0,0244
12	3,31	1,56	1,150	0,150	0,0934	-0,0409	64	2,34	2,16	1,138	0,186	0,1134	-0,0062
13	3,18	1,64	1,257	0,111	0,0850	-0,0032	65	2,02	1,90	1,132	0,169	0,1187	-0,0125
14	2,62	1,46	1,215	0,115	0,0976	-0,0111	66	2,33	2,15	1,115	0,183	0,1192	-0,0203
15	3,09	1,50	1,207	0,134	0,0855	-0,0124	67	2,43	2,21	1,159	0,155	0,1056	-0,0194
16	3,42	1,56	1,243	0,126	0,0898	-0,0528	68	2,42	2,16	1,121	0,155	0,1243	-0,0151
17	2,77	1,41	1,197	0,135	0,0954	-0,0083	69	2,23	1,89	1,177	0,124	0,1176	-0,0101
18	1,66	1,14	1,310	0,121	0,4006	-0,2123	70	2,32	1,84	1,170	0,167	0,1659	-0,2086
19	2,48	1,35	1,085	0,166	0,1071	-0,0096	71	1,79	1,69	1,005	0,147	0,1602	-0,0309
20	3,15	1,48	1,196	0,139	0,0914	-0,0248	72	2,44	1,93	1,158	0,187	0,1068	-0,011
21	2,97	1,69	1,249	0,111	0,1044	-0,0452	73	2,80	2,26	1,174	0,182	0,1050	-0,0493
22	2,29	1,72	1,139	0,117	0,1160	-0,0177	74	2,23	1,69	1,143	0,148	0,1148	-0,0087
23	2,23	1,39	1,039	0,167	0,1248	-0,0131	75	2,69	1,67	1,216	0,118	0,0991	-0,0103
24	2,95	1,48	1,211	0,131	0,0859	-0,0059	76	2,86	1,77	1,218	0,143	0,1016	-0,0251
25	2,90	1,61	1,268	0,096	0,1055	-0,0521	77	3,04	1,83	1,213	0,152	0,0844	0
26	1,81	1,30	0,858	0,232	0,1955	-0,0497	78	2,60	1,70	1,244	0,073	0,1060	-0,0059
27	1,76	1,30	0,880	0,218	0,1879	-0,0419	79	2,18	1,53	1,069	0,131	0,1286	-0,0173
28	1,81	1,28	0,841	0,241	0,1977	-0,0498	80	2,54	1,70	1,201	0,131	0,1019	-0,0101
29	2,31	1,38	0,976	0,197	0,1288	-0,0184	81	2,83	1,71	1,218	0,144	0,1017	-0,0258
30	3,14	1,56	1,243	0,188	0,0861	-0,0122	82	2,84	1,94	1,209	0,146	0,0911	0
31	2,62	1,79	1,219	0,126	0,1022	-0,0116	83	2,60	1,83	1,214	0,132	0,1076	-0,008
32	1,81	1,47	0,950	0,158	0,1685	-0,0312	84	2,92	2,10	1,190	0,170	0,1018	-0,0972
33	2,17	1,66	1,111	0,135	0,1191	-0,0147	85	3,32	1,94	1,226	0,145	0,0947	-0,0505
34	2,46	1,70	1,189	0,141	0,1059	-0,0055	86	2,91	1,54	1,261	0,111	0,0865	-0,0031
35	2,74	2,05	1,219	0,128	0,1097	-0,0101	87	2,43	1,40	1,203	0,129	0,1009	-0,0072
36	2,32	1,82	1,111	0,143	0,1165	-0,0189	88	3,35	1,75	1,248	0,128	0,0842	-0,0194
37	1,66	1,53	0,815	0,199	0,2754	-0,1051	89	3,02	1,45	1,249	0,124	0,0938	-0,0444
38	1,23	1,24	0,616	0,332	0,3204	-0,0054	90	3,35	1,59	1,266	0,116	0,0766	-0,0051
39	1,74	1,37	0,798	0,239	0,2571	-0,0908	91	3,54	1,68	1,281	0,110	0,0829	-0,04
40	2,36	1,42	0,975	0,195	0,1288	-0,0214	92	3,42	1,71	1,283	0,105	0,0831	-0,023
41	2,47	1,50	1,044	0,161	0,1166	-0,0158	93	2,66	1,45	1,233	0,119	0,1011	-0,0198
42	2,32	1,41	1,121	0,128	0,1159	-0,0118	94	3,89	1,69	1,296	0,112	0,0632	0
43	2,78	1,78	1,222	0,124	0,1029	-0,0078	95	3,71	1,93	1,256	0,131	0,0726	-0,0022
44	2,83	2,17	1,181	0,149	0,1005	-0,0124	96	2,65	1,47	1,200	0,110	0,0986	-0,0103
45	2,60	2,07	1,177	0,173	0,1017	-0,0258	97	3,61	1,63	1,279	0,114	0,0733	-0,0029
46	1,76	1,44	1,070	0,139	0,1365	-0,0306	98	3,53	1,70	1,248	0,135	0,0744	-0,0025
47	2,30	1,78	1,058	0,149	0,1301	-0,025	99	4,07	1,77	1,305	0,106	0,0614	-0,0011
48	2,55	2,20	1,160	0,172	0,1048	-0,0233	100	3,76	1,54	1,279	0,120	0,0636	-0,0006
49	2,50	2,13	1,141	0,149	0,1223	-0,0123	101	3,21	1,57	1,261	0,116	0,0934	-0,0049
50	2,05	1,28	0,879	0,237	0,1651	-0,0344	102	3,08	1,60	1,243	0,130	0,0833	-0,0046
51	1,78	1,44	0,952	0,159	0,1763	-0,0544	103	3,52	1,58	1,253	0,122	0,0758	-0,0056
52	2,14	1,50	1,072	0,133	0,1271	-0,0245	104	2,97	1,57	1,267	0,108	0,0847	-0,0049

# Βιβλιογραφία

## Ξενογλώσση βιβλιογραφία

- [1] ISO 19901-3, Petroleum and natural gas industries — Specific requirements for offshore structures — Part 3: Topsides structure
- [2] ISO 19904 [all parts], Petroleum and natural gas industries — Floating offshore structures
- [3] ISO 19905 [all parts], Petroleum and natural gas industries — Site-specific assessment of mobile offshore units
- [4] ISO 19906, Petroleum and natural gas industries — Arctic offshore structures
- [5] BANON, H., CORNELL, C. A., CROUSE, C. B., MARSHALL, P. W., NADIM, F., and YOUNAN, A.H. ISO Seismic design Guidelines for Offshore Platforms. Proc. 20th Offshore Mechanics and Arctic Engineering Conf. (OMAE) June, 2001
- [6] HARMSSEN, S., PERKINS, D., and FRANKE, A. Deaggregation of Probabilistic Ground Motions in the Central and Eastern United States. Bulletin of the Seismological Society of America, **89**, 1999, pp. 1-13
- [7] BERNREUTER, D.L. Determining the Controlling Earthquake from Probabilistic Hazards for the Proposed Appendix B. Lawrence Livermore National Laboratory, UCRL-JC-111964, 1992
- [8] CHAPMAN, M.C. A Probabilistic Approach for Ground Motion Selection for Engineering Design. Bulletin of the Seismological Society of America, **85**, 1995, pp. 937-942
- [9] MCGUIRE, R.K. Probabilistic Seismic Hazard Analysis and Design Earthquakes: Closing the Loop. Bulletin of the Seismological Society of America, **85**, 1995, pp. 1275-1284
- [10] BAZZURRO, P. and CORNELL, C.A. Disaggregation of Seismic Hazard, Bulletin of the Seismological Society of America, **89**, 1999, pp. 501-520
- [11] FRANKEL, A. D. and LEYNDECKER, E. V. USGS Seismic-Hazard Lookup Programs and Map-Viewing Applications, U. S. Geological Survey CD, January, 1998
- [12] NEHRP, Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures, U. S. Federal Emergency Management Agency, 1997 ed.
- [13] NORSAR and NGI, Development of a Seismic Zonation for Norway, Report prepared for Norwegian Council for Building Standardization (NBR), Oslo, Norway, March 1998
- [14] GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA, Web site: [http://seismo.nrcan.gc.ca/index\\_e.php](http://seismo.nrcan.gc.ca/index_e.php)
- [15] STOKOE, K.H. and ROSENBLAD, B.L. Offshore Geotechnical Investigations with Shear Waves, Proc 31st Offshore Technology Conf., OTC 10823, Houston, TX, May 3-6, 1999
- [16] STOKOE, K. H., WRIGHT, S. W., BAY, J. A., and ROESSET, J. M. Characterization of Geotechnical Sites by SASW Method, ISSMFE Technical Committee #10 for XII ICMFE, Geotechnical Characteristics of Sites A.A. Balkema Publishers, Rotterdam & Brookfield, Netherlands, 1994, 46 pp.
- [17] RICHART, F.E., HALL, J. R., and WOODS, R. D. Vibration of Soils and Foundations. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1970, 414 pp.
- [18] HARDIN, B. O. Nature of Stress-Strain Behavior for Soils. Proc ASCE Specialty Conf. on Earthquake Engineering and Soil Dynamics, **1**, Pasadena, 1978, pp. 3-90
- [19] HARDIN, B. O. and DRNEVICH, V. P. Shear Modulus and Damping in Soils: Design Equations and Curves, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, **98**, (SM7), July, 1972, pp. 667-692
- [20] SEED, H. B. and IDRIS, I. M. Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Soil Response. Report EERC 70-10, University of California, Earthquake Engineering Research Center, Berkeley, Dec., 1970
- [21] API RP2A-LRFD Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms, American Petroleum Institute, July 1993, 1st ed.
- [22] WERNER, S. D. (Ed). Seismic Guidelines for Ports. American Society of Civil Engineers (ASCE), March 1988
- [23] CORNELL, C. A. Engineering Seismic Risk Analysis. Bulletin of Seismological Society of America, **58**, 1968, pp. 1583-1606
- [24] DER KIUREGHIAN, A. and ANG A. H-S. A Fault-Rupture Model for Seismic Risk Analysis. Bulletin of the Seismological Society of America, **67**, 1977, pp.1173-1194
- [25] MCGUIRE, R.K. Effects of Uncertainty in Seismicity on Estimates of Seismic Hazard for the East Coast of the United States. Bulletin of the Seismological Society of America, **67**, 1977, pp. 827-848
- [26] CAMPBELL, K.W. Bayesian Analysis of Extreme Earthquake Occurrences: Part I, Probabilistic Seismic Hazard Model. Bulletin of the Seismological Society of America, **72**, 1982, pp. 1689-1706
- [27] KRAMER, STEVEN L. Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1996
- [28] CORNELL, C. A. Calculating Building Seismic Performance Reliability: A Basis for Multi-Level Design



- Norms. Proc of 11th World Conf. on Earthquake Engineering, Acapulco, Mexico, June 1996
- [29] SCHNABEL, P.B., LYSMER, J. and SEED, H.B. SHAKE: A Computer Program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Sites. Report EERC 72-12, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, USA, 1972
- [30] SEED, H.B., UGAS, C. and LYSMER, J. Site-Dependent Spectra for Earthquake Resistant Design. Bulletin of the Seismological Society of America, **66**, 1976, pp. 1323-1342
- [31] IDRIS, I.M., DOBRY, R. E., DOYLE, H., and SINGH, R.D. Behavior of Soft Clays Under Earthquake Loading Conditions. Proc. 8th Offshore Technology Conf., Houston, Texas, OTC Paper No. 2671, 1976
- [32] STREETER, V.L., WYLIE, E.B., and RICHART, F.E. Soil Motion Computations by Characteristic Method. Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers, **100** (GT3), 1974, pp. 247-263
- [33] FINN, W.D.L., LEE, K.W., and MARTIN, G.R. An Effective Stress Model for Liquefaction. Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers, **103**, 1977, (GT6), pp. 517-533
- [34] TSAI, C.F., LAM, I., and MARTIN G.R. Seismic Response of Cohesive Soils. Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers, **106**, (GT19), 1980, pp. 997-1012
- [35] CHEN, A.T.F. MULAP2: A Multi-Linear Analysis Program for Ground Motion Studies of Horizontally Layered Systems. Report No. PB-229016, National Technical Information Service, Springfield, Virginia, USA, 1980
- [36] JOYNER, W.B. A Fortran Program for Calculating Nonlinear Seismic Ground Response, Open File Report 77-671, US Geological Survey, 1977
- [37] Aubault, A., Cermelli, C. and Roddier, D. (2009). WINDFLOAT: A Floating Foundation For Offshore Wind Turbines Part III: Structural Analysis. Proceedings of the ASME 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE2009-79232, Honolulu, Hawaii, USA.
- [38] Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N. and Bossanyi, E., (2001). WIND ENERGY HANDBOOK. Wiley, 643 pp.
- [39] Esteban, MD., Diez JJ, López, JS and Negro, V. (2010). Why offshore wind energy? Renewable energy An International Journal, Elsevier, pp 1-7.
- [40] EWEA, 2011. EU Energy Policy to 2050: Achieving 80-95% emissions reductions. Report by the European Wind Energy Association. European Wind Energy Accusation, 68 pp.
- [41] Frandsen, S. 2009. Offshore wind power. ENERTECH, Athens, Greece.
- [42] Freris, L. and Infield, D (2008). Renewable Energy in Power Systems. Wiley, 302 pp.
- [43] Giovanello, A. and Kaplan, C.S. (2008). Wind Energy Siting Handbook. American Wind Energy Association (AWEA), 183 pp.
- [44] Jain, P. (2011). Wind Energy Engineering, McGraw-Hill, 352 pp.
- [45] Koller, J., Koppel, J. and Peters, W. (2006). Offshore Wind Energy Research on Environmental Impacts. Springer, Berlin.
- [46] Lehmann, L. (2007). Wave Propagation in Infinite Domains With Applications to Structure Interaction. Springer.
- [47] Wang, W. and Bai Y. (2010). Investigation on Installation of Offshore Wind Turbines. Journal Marine Science, DOI: 10.1007/s11804-010-9076-y, pp 1-6.
- [48] Esteban, MD., Diez JJ, López, JS and Negro, V. (2010). Why offshore wind energy? Renewable energy An International Journal, Elsevier, pp 1-7.
- [49] EWEA, 2011. EU Energy Policy to 2050: Achieving 80-95% emissions reductions. Report by the European Wind Energy Association. European Wind Energy Accusation, 68 pp.
- [50] DNV/Risø: Guidelines for Design of Wind Turbines
- [51] DNV-DS-J102: Design and Manufacture of Wind Turbine Blades
- [52] DNV-OS-J201: Offshore Substations for Wind Farms
- [53] DNV-RP-C205: Environmental Conditions and Environmental Loads
- [54] DNV-RP-C207: Statistical Representation of Soil Data
- [55] Classification Notes 30.4: Foundations
- [56] IEC61400-1: Wind Turbines – Part 1: Design Requirements
- [57] IEC61400-3: Wind Turbines – Part 3: Design requirements for offshore wind turbines
- [58] IEC61400-22: Wind Turbines – Part 22: Conformity testing and certification of wind turbines

## Ελληνική βιβλιογραφία

- [1] Μαμάσης Ν., 2010. Σημειώσεις Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία-Αιολική Ενέργεια Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- [2] Μπινόπουλος Ε. και Χαβιαρόπουλος Π. (2006). Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων : "Μύθος και πραγματικότητα". Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).
- [3] Κτενιαδάκης Μ., 1999. Εξοικονόμηση και ,ιαχείριση Ενέργειας. ΤΕΙ Ηρακλείου, Κρήτη.
- [4] Καζαντζίδης Α., 2009. Σημειώσεις για Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Περιβαλλοντική Φυσική, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- [5] Καδέλλης Ι., 2005: Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας
- [6] ΥΠΕΚΑ, 2010, Διαδικασία Προκαταρκτικής Χωροθέτησης Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 6 Ιουλίου.
- [7] ΥΠΕΚΑ, 2010. Προκαταρκτική Χωροθέτηση Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων: Ανταπόκριση του ΥΠΕΚΑ στις Προτάσεις της Άτυπης Διαβούλευσης. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 23 Ιουλίου.
- [8] Χ. Δαμιανού, Ν. Παπαδάτος, Χ. Α. Χαραλαμπίδης, 2003 Τμήμα Μαθηματικών Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών Εισαγωγή στις πιθανότητες και τη στατιστική