



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ)

«ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα:

Κίνδυνοι και προοπτικές

από την εφαρμογή του Ευρωπαϊκού “Green Deal”



Γκιόκας Αλ. Κωνσταντίνος

Επιβλέπων : **Σαρηγιάννης Γεώργιος**, Ομότιμος καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (Δ.Π.Μ.Σ)
«ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑ»

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ:

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ “GREEN DEAL”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΚΙΟΚΑΣ ΑΛ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Σαρηγιάννης Γεώργιος
Ομότιμος καθηγητής Ε.Μ.Π.

Κλαμπατσέα Ειρήνη
Αν. καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Στρατηγέα Αναστασία
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2021

Κωνσταντίνος Αλ. Γκιόκας

Διπλωματούχος Αρχιτέκτονας - Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξολοκλήρου 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.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Copyright © Κωνσταντίνος Αλ. Γκιόκας, 2021
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο **«Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα: Κίνδυνοι και προοπτικές από την εφαρμογή του Ευρωπαϊκού “Green Deal”»** εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ) «Πολεοδομία και Χωροταξία» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, βασιζόμενη σε ελληνική και ξένη βιβλιογραφία.

Η συνεισφορά και η υποστήριξη κάποιων ανθρώπων για την υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί.

Πιο συγκεκριμένα, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή, κύριο Σαρηγιάννη Γεώργιο, για την πολύτιμη βοήθειά του σε όλα τα στάδια της διπλωματικής εργασίας και τη στήριξη που προσέφερε ώστε η αρχική μου ιδέα, με τη σωστή καθοδήγηση, να μπορέσει να μετουσιωθεί στην παρούσα εργασία και να καταλήξω στο καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους δικούς μου ανθρώπους, για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση καθ' όλο το διάστημα των επαγγελματικών και ακαδημαϊκών μου υποχρεώσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	11
ABSTRACT.....	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1. Σκοπός έρευνας.....	12
1.2. Υπόθεση εργασίας.....	12
1.3. Δομή εργασίας.....	13
1.4. Μεθοδολογία έρευνας - συλλογή στοιχείων.....	13
2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ - ΜΥΘΟΣ Η' ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ;.....	14
2.1. Ορισμός φαινομένου.....	14
2.2. Αποδείξεις – Αίτια.....	14
2.2.1. Αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας.....	14
2.2.2. Το φαινόμενο του «θερμοκηπίου»	18
2.2.3. Αύξηση των τιμών του διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂)	19
2.2.4. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα.....	21
2.3. Επιπτώσεις – Στοιχεία.....	24
2.3.1. Αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών.....	24
2.3.2. Απώλεια μάζας ηπειρωτικών παγετώνων.....	25
2.3.3. Άνοδος της στάθμης της θάλασσας.....	27
2.3.4. Αλλαγή των ωκεάνιων ρευμάτων.....	29
2.3.5. Οξίνιση των ωκεανών.....	29
2.3.6. Απειλή για τη βιοποικιλότητα του πλανήτη.....	30
2.3.7. Μειωμένη χιονοκάλυψη.....	31
2.3.8. Αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης.....	32
2.3.9. Διαθεσιμότητα και ποιότητα γλυκού νερού.....	33
2.3.10. Ακραία καιρικά φαινόμενα.....	33
2.3.11. Υποβάθμιση του εδάφους.....	36
2.3.12. Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις.....	36
3. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΛΙΜΑ - Η ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΟΥ “GREEN DEAL”	40
3.1. Διεθνής Δράση.....	40
3.1.1 Ο δρόμος για μια νέα Συμφωνία για το Κλίμα.....	40
3.1.2 Η Συμφωνία του Παρισιού.....	42

3.2. Ο ρόλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	44
3.3. Η πρόταση του “ Green New Deal”- Κυρίαρχος Λόγος.....	45
3.3.1.Οι πρώτες αναφορές.....	45
3.3.2. Η υλοποίηση του ευρωπαϊκού “Green Deal”.....	46
4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ «ΜΕΤΑΒΑΣΗ» ΤΗΣ Ε.Ε. - Η ΛΥΣΗ ΤΩΝ Α.Π.Ε.....	51
4.1. Η εφαρμογή του “Green Deal” στην Ενέργεια.....	51
4.2. Παραγωγή ενέργειας και κλιματική αλλαγή.....	53
4.3. Ενεργειακός «Χάρτης» Ε.Ε. – Δεδομένα.....	54
4.4. Η λύση των Α.Π.Ε. (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας).....	61
4.4.1. Είδη των Α.Π.Ε.	62
4.4.2. Παραγωγή - κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ.....	64
4.4.3. Περιβαλλοντικό αποτύπωμα ΑΠΕ.....	66
4.4.4. Κύκλος ζωής ΑΠΕ.....	68
4.4.5. Διασυννοριακή συνεργασία για τις ΑΠΕ.....	71
5. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	72
5.1. Η μηχανική του ανέμου.....	72
5.1.1. Λειτουργία ανεμογεννήτριας.....	72
5.1.2. Εγκαταστάσεις.....	73
5.2. Η θέση της Αιολικής ενέργειας στην ΕΕ.....	75
6. ΕΛΛΑΔΑ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ - ΘΕΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	79
6.1. Το ελληνικό “Green Deal” στην ενέργεια.....	79
6.2. Ενεργειακός «Χάρτης» Ελλάδας.....	83
6.2.1. Διασυνδέσεις.....	83
6.2.2. Ενεργειακό σύστημα.....	84
6.3. Η θέση της αιολικής ενέργειας.....	86
7. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ & ΚΙΝΔΥΝΟΙ	90
7.1. Προοπτικές.....	90
7.2. Κίνδυνοι.....	93
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	97
9.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	98

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τους κινδύνους και τις προοπτικές από τη χρήση της αιολικής ενέργειας, ενταγμένης στο πλαίσιο που ορίζουν οι κεντρικές πολιτικές κατευθύνσεις σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο και εστιασμένης στις ιδιαιτερότητες και τις παθογένειες της σύγχρονης ελληνικής πραγματικότητας. Η καλύτερη κατανόηση της έννοιας της κλιματικής αλλαγής και η διαλεκτική σχέση της με την οικονομία και την κοινωνία, συντελεί στο να ανακαλυφθούν οι όροι και οι τρόποι που επηρεάζει την καθημερινότητα μας και τη χάραξη στρατηγικών για την αντιμετώπισή της. Η σειρά μέτρων της «Πράσινης Συμφωνίας» συνθέτει το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο έρχεται να πατήσει ο χωροταξικός και πολεοδομικός σχεδιασμός στον κλάδο της ενέργειας. Αναλύεται η αιολική ενέργεια εκτενώς, καθώς αποτελεί μια από τις πρωτοπόρες τεχνολογίες των Ανανεώσιμων Πηγών, ενώ κατέχει ιδιαίτερα αυξημένο μερίδιο στο ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας, λόγω του φυσικού και γεωμορφολογικού της πλούτου. Παράλληλα, αποτελεί αντικείμενο διαμάχης μεταξύ των επενδυτών με την τοπική κοινωνία, φανερώνοντας τα αντικρουόμενα συμφέροντα και πώς αυτά εκφράζονται στο χώρο.

Abstract

This dissertation deals with the risks and prospects from the use of wind energy, integrated within the framework set by the central policy directions at national and European level and focused on the specifics and pathogenesis of the modern Greek reality. A better understanding of the concept of climate change and its dialectical relationship with the economy and society, contributes to the discovery of the terms and ways that affect our daily lives and the development of strategies to address it. The series of measures of the "Green Deal" composes the socio-economic background on which the spatial and urban planning in the energy sector comes to work. Wind energy is analyzed extensively, as it is one of the pioneering technologies of Renewable Sources, while it holds a particularly high share in the energy mix of Greece, due to its natural and geomorphological wealth. At the same time, it is the subject of controversy between investors and the local community, revealing the conflicting interests and how these are expressed in the field.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σκοπός έρευνας - Επιλογή Θέματος

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη των κινδύνων και των προοπτικών από τη χρήση της αιολικής ενέργειας όχι με τρόπο τεχνοκρατικό, αλλά ενταγμένης στο αυστηρό πλαίσιο που ορίζουν οι κεντρικές πολιτικές κατευθύνσεις σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο και εστιασμένης στις ιδιαιτερότητες και τις παθογένειες της σύγχρονης ελληνικής πραγματικότητας.

Επέλεξα το συγκεκριμένο θέμα καθώς προσπάθησα να κατανοήσω καλύτερα την έννοια της κλιματικής αλλαγής και τη διαλεκτική της σχέση με την οικονομία και την κοινωνία, τους όρους και τους τρόπους που επηρεάζει όχι μόνο την καθημερινότητα μας, αλλά και τη χάραξη στρατηγικών για την αντιμετώπισή της, την επιστημονική προσέγγιση στις προκλήσεις που θέτει με γνώμονα πάντα το συμφέρον του κοινωνικού συνόλου. Η σειρά μέτρων της «Πράσινης Συμφωνίας» αναλύεται με κριτική σκέψη συνθέτοντας το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο έρχεται να πατήσει ο χωροταξικός και πολεοδομικός σχεδιασμός στον πολύ σημαντικό κλάδο της ενέργειας. Επιλέγεται η αιολική ενέργεια για περαιτέρω ανάλυση καθώς αποτελούν μαζί με την ηλιακή τις πρωτοπόρες τεχνολογίες των Ανανεώσιμων Πηγών, ενώ κατέχει ιδιαίτερα αυξημένο μερίδιο στο ενεργειακό μείγμα της χώρας μας λόγω φυσικού και γεωμορφολογικού πλούτου. Παράλληλα, αποτελούν και το πιο συχνό «σκάνδαλο» στις συγκρούσεις των επενδυτών με την τοπική κοινωνία, επιδιώκοντας να σκιαγραφήσω τα αντικρουόμενα συμφέροντα και πως αυτά εκφράζονται στο χώρο.

Τα τελευταία χρόνια το ζήτημα της αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας ήρθε στο προσκήνιο με τρόπο προβληματικό, περισσότερο ως απόλυτης επενδυτικής ευκαιρίας σε όλη την Ελλάδα και όχι από τη σκοπιά της παραγωγής φτηνής, ασφαλούς και περιβαλλοντικά φιλικής ενέργειας που να καλύπτει τις ανάγκες της κοινωνίας.

1.2. Υπόθεση εργασίας - Ερωτήματα

Η υποθέσεις που εξετάζονται είναι:

α) Η κλιματική αλλαγή δεν αποτελεί επιστημονική φαντασία, αλλά δεδομένη κατάσταση. Ο αντίκτυπος της θέτει σε κίνδυνο την φυσιολογική και φυσική λειτουργία του πλανήτη, των οικοσυστημάτων και την εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού σε χρονικές κλίμακες που δεν μπορούμε να αντιληφθούμε στο χρονικό μέγεθος μιας ανθρώπινης ζωής, δημιουργώντας ένα αφιλόξενο μέλλον για τις επόμενες γενιές.

β) Η λύση της Πράσινης Συμφωνίας στις περιβαλλοντικές και κοινωνικές προκλήσεις αντιμετωπίζεται κριτικά καθώς με το μανδύα του περιβαλλοντικού οφέλους αποκρύπτονται συγκρούσεις συμφερόντων ανάμεσα σε κράτη και ομίλους επιχειρήσεων, ενώ παρουσιάζεται περισσότερο ως επενδυτική ευκαιρία παρά ως στοιχείο προβληματισμού για τον τρόπο που ζούμε και παράγουμε, ο οποίος δεν θα είναι πάντα δεδομένος λόγω των συντριπτικών αλλαγών στο περιβάλλον.

γ) Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας αναμφισβήτητα έχει πολλά πλεονεκτήματα και σίγουρα θα ενταθεί η επιστημονική έρευνα για τη βελτίωση της τεχνολογίας και της αποδοτικότητάς της τα επόμενα χρόνια, όμως συνοδεύεται με πληθώρα προβλημάτων που έχουν να κάνουν περισσότερο με τον τρόπο που αξιοποιείται στις μέρες μας. Το που χωροθετούνται τέτοιες εγκαταστάσεις, το μέγεθος τους, με ποιες διαδικασίες και ποιους περιορισμούς καθορίζονται από τη λογική κόστους-οφέλους, θυσιάζοντας τις περισσότερες φορές τις τοπικές οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές συνέπειες

δ) Η Ελλάδα συμμετέχει ενεργά σε αυτούς τους σχεδιασμούς αλλάζοντας ραγδαία το ενεργειακό της προφίλ βάσει των υποχρεώσεων και των στόχων που θέτει, με προοπτικές για την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών όπως οι ανεμογεννήτριες αλλά και σοβαρούς κινδύνους για την πρόσβαση σε φτηνή και ασφαλή ενέργεια, ως κοινωνικό αγαθό απαραίτητο για τη ευημερία του ανθρώπου.

γ) Ο χωροταξικός και πολεοδομικός σχεδιασμός δεν μπορεί να δώσει ολική απάντηση σε προβλήματα που έχουν τη ρίζα τους στο σημερινό τρόπο παραγωγής. Παρόλα αυτά σίγουρα μπορεί να βάλει εμπόδια και να δώσει λύσεις, δρώντας προστατευτικά ως προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον, και αποτρεπτικά σε σχέδια που υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής.

1.3. Δομή εργασίας

Για το ορθότερο της ροής της εργασίας και την διευκόλυνση του αναγνώστη, χώρισα την εργασία σε ενότητες που απεικονίζουν τις βασικές υποθέσεις εργασίας και δείχνουν τη μεταξύ τους διαλεκτική σχέση:

α) η 2η ενότητα προσπαθεί να εξηγήσει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και να δώσει απτές αποδείξεις για τα αίτια που την προκαλούν, παρουσιάζοντας τις σημαντικότερες επιπτώσεις

β) η 3η ενότητα αποτυπώνει τις πολιτικές που αναπτύχθηκαν για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε διεθνές και ευρωπαϊκό επίπεδο, επικεντρώνοντας στην ουσία και τα μέσα υλοποίησης της «Πράσινης Συμφωνίας».

γ) η 4η ενότητα αναλύει την σταθερή ενεργειακή μετάβαση της ΕΕ σε τρόπους παραγωγής ενέργειας φιλικότερους για το περιβάλλον και τον κεντρικό ρόλο των ΑΠΕ σε αυτή την προσπάθεια.

δ) η 5η ενότητα παρουσιάζει τη μηχανική των ανεμογεννητριών, τις νέες τεχνολογίες και τη θέση που κατέχει η αιολική ενέργεια στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ.

ε) η 6η ενότητα αναλύει την εφαρμογή της Πράσινης Συμφωνίας σε εθνικό επίπεδο εστιάζοντας στον τομέα της ενέργειας, παρουσιάζοντας τα σύγχρονα ενεργειακά δεδομένα

ζ) η 7η ενότητα καταλήγει μέσα από την πορεία της εργασίας στις προοπτικές και τους κινδύνους από την χρήση αιολικής ενέργειας

Τέλος συμπυκνώνονται τα συμπεράσματα και καταγράφονται οι τρόποι που μπορούν να αντιστρέψουν τη σημερινή κατάσταση με άξονες την οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον.

1.3. Μεθοδολογία έρευνας – Συλλογή στοιχείων

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η συγκεκριμένη εργασία δεν αποτελεί διεξοδική έρευνα πάνω στο θέμα και δεν εξαντλεί τα ζητήματα που καταπιάνεται, καθώς κάτι τέτοιο δεν θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί στα πλαίσια μιας διπλωματικής εργασίας, πόσο μάλλον για ένα τόσο σύνθετο ζήτημα που θα απαιτούσε διακλαδική συνεργασία πολλών επιστημόνων για εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Η εργασία προσπαθεί μεθοδολογικά να «κατέβει» από το γενικότερο επίπεδο στο ειδικό με γνώμονα την απάντηση των υποθέσεων εργασίας, κάνοντας προσπάθεια να εντοπίσει τη ρίζα του προβλήματος, τις σωστές πρακτικές και τις ωφέλιμες ενέργειες. Η προσέγγιση του θέματος πραγματοποιήθηκε με αξιοποίηση δευτερογενών πηγών και η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε μέσω βιβλιογραφικής και διαδικτυακής έρευνας. Τα κατάλληλα υλικά με περαιτέρω επεξεργασία αντλήθηκε από τους αρμόδιους πολιτικούς και επιστημονικούς φορείς καθώς και δημοσιευμένες έρευνες.

2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ - ΜΥΘΟΣ Η' ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ;

Το κλίμα της Γης έχει αλλάξει αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της ιστορίας. Μόλις τα τελευταία 650.000 χρόνια υπήρξαν επτά κύκλοι ανάπτυξης και υποχώρησης των παγετώνων, με το απότομο τέλος της τελευταίας εποχής των παγετώνων πριν από περίπου 11.700 χρόνια να σηματοδοτεί την αρχή της σύγχρονης κλιματικής εποχής και του ανθρώπινου πολιτισμού. Οι περισσότερες από αυτές τις αλλαγές αποδίδονται σε μικρές διακυμάνσεις της τροχιάς της Γης που αλλάζουν το ποσό της ηλιακής ενέργειας που λαμβάνει ο πλανήτης μας. Παρ' όλα αυτά, η τρέχουσα τάση θέρμανσης του πλανήτη έχει τραβήξει το ενδιαφέρον των επιστημόνων σε όλο τον κόσμο, καθώς προχωρά με ρυθμό που δεν έχει προηγούμενο εδώ και χιλιετίες και είναι εξαιρετικά πιθανό το μεγαλύτερο μέρος του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής να είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας από τα μέσα του 20ού αιώνα.

2.1. Ορισμός φαινομένου

Οι όροι «υπερθέρμανση του πλανήτη» και «κλιματική αλλαγή» χρησιμοποιούνται μερικές φορές λανθασμένα ως ταυτόσημες.

Η «υπερθέρμανση του πλανήτη» αποτελεί μόνο μία πτυχή της κλιματικής αλλαγής και αναφέρεται στη μακροπρόθεσμη θέρμανση του πλανήτη. Η παγκόσμια θερμοκρασία παρουσιάζει μια καλά τεκμηριωμένη άνοδο από τις αρχές του 20ού αιώνα και κυρίως από τα τέλη της δεκαετίας του 1970. Σε όλο τον κόσμο από το 1880, η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας έχει αυξηθεί περίπου 1 ° C, σε σχέση με την αρχική γραμμή των μέσων του 20ού αιώνα (του 1951-1980). Αυτό έρχεται να προστεθεί στους 0,15 ° C θέρμανσης μεταξύ 1750 και 1880.

Η «κλιματική αλλαγή», σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε από τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών , αναφέρεται στο ευρύτερο φάσμα των παρατηρούμενων αλλαγών στον πλανήτη μας λόγω της μεταβολής του παγκόσμιου κλίματος και των μετεωρολογικών συνθηκών σε βάθος χρόνου, με καθοριστικό παράγοντα την ανθρώπινη δραστηριότητα ως αιτία της υπερθέρμανσης.

2.2. Αποδείξεις - Αίτια

Οι δορυφόροι σε τροχιά γύρω από τη Γη και άλλες τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν στους επιστήμονες να δουν τη μεγάλη εικόνα, συλλέγοντας διαφορετικούς τύπους πληροφοριών για τον πλανήτη μας και το κλίμα του σε παγκόσμια κλίμακα. Το σύνολο δεδομένων, που συλλέχθηκε για πολλά χρόνια, αποκαλύπτει τα σήματα ενός μεταβαλλόμενου κλίματος.

Οι περισσότεροι από τους κορυφαίους επιστημονικούς οργανισμούς σε όλο τον κόσμο συμφωνούν ότι οι άνθρωποι προκαλούν την υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή, συμπεριλαμβανομένων διεθνών επιστημονικών ακαδημιών, της Διακυβερνητικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή και πλήθους έγκριτων επιστημονικών φορέων σε όλο τον κόσμο. Τα στοιχεία για την ταχεία κλιματική αλλαγή είναι αδιαμφισβήτητα.

2.2.1. Αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας

Τρία από τα πιο πλήρη κέντρα καταγραφής και παρακολούθησης θερμοκρασίας στον κόσμο - το Ινστιτούτο Goddard της NASA για Διαστημικές Μελέτες, το Εθνικό Κέντρο Κλιματικών Δεδομένων της National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) και το Hadley Center του Μετεωρολογικού Γραφείου του Ηνωμένου Βασιλείου - ξεκίνησαν το 1880. Πριν από το 1880, είχαν πραγματοποιηθεί μετρήσεις με όργανα όπως τα θερμόμετρα, αλλά υπάρχουν λίγα και με μη αντιπροσωπευτική κατανομή δεδομένα ώστε να μπορέσουν οι σύγχρονοι επιστήμονες να εντοπίσουν τις μέσες θερμοκρασίες σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι προαναφερθείσες υπηρεσίες όπως και άλλες συλλέγουν θερμοκρασιακά δεδομένα από χιλιάδες μετεωρολογικούς σταθμούς παγκοσμίως,

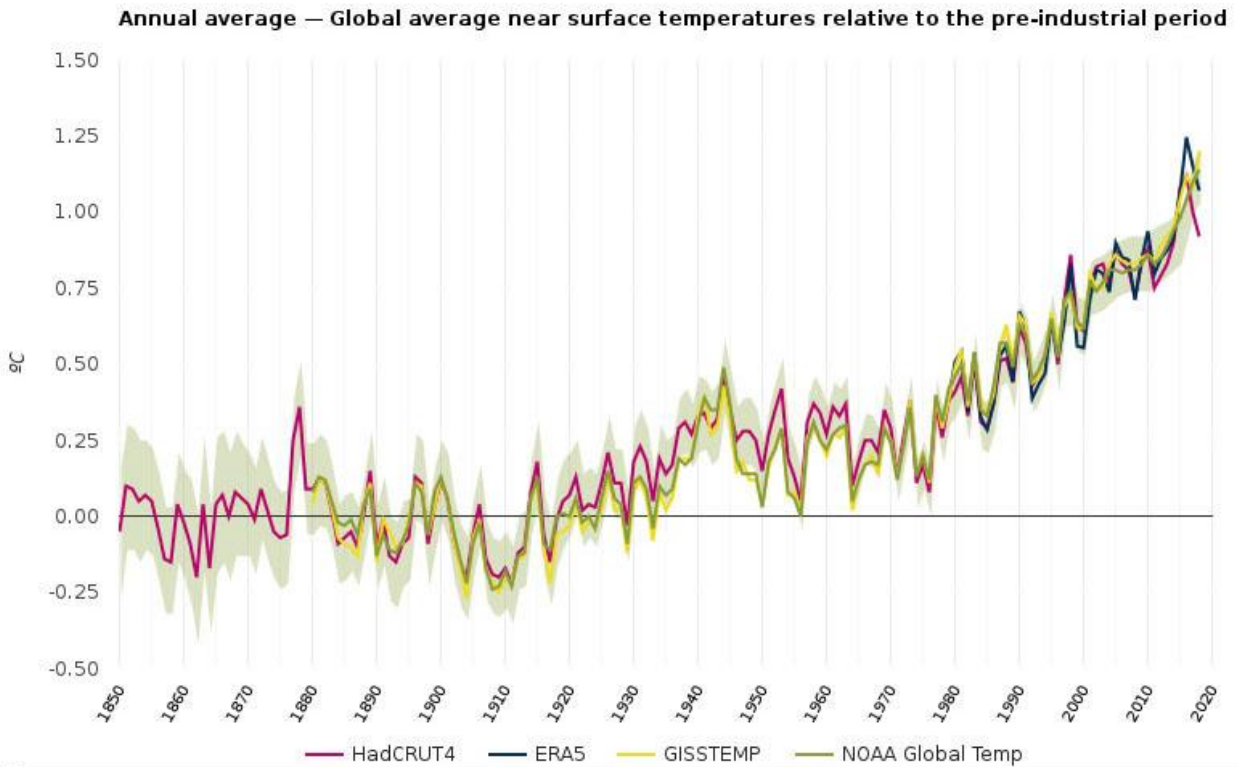
συμπεριλαμβανομένου του ωκεανού, της Ανταρκτικής και δορυφορικές μετρήσεις. Ωστόσο, τα όργανα δεν είναι τέλεια κατανεμημένα σε όλο τον κόσμο, ενώ παράλληλα ορισμένες τοποθεσίες μέτρησης έχουν αποψιλωθεί ή αστικοποιηθεί από το 1880, επηρεάζοντας σημαντικά τις καταγραφές. Κάθε οργανισμός χρησιμοποιεί αλγόριθμους που φιλτράρουν τα αποτελέσματα αυτών των αλλαγών στις καταγραφές θερμοκρασίας και παρεμβαίνει στον υπολογισμό των παγκόσμιων μέσων όρων όπου τα δεδομένα είναι αραιά, όπως π.χ. στον νότιο Ειρηνικό Ωκεανό.

Τα δεδομένα από τα προηγούμενα χρόνια αναδημιουργούνται από δοκίμια έμμεσης καταγραφής. Οι πυρήνες πάγου είναι η καλύτερη πηγή άντλησης ιστορικών δεδομένων για το κλίμα. Με την εξαγωγή κυλίνδρων πάγου από παγετώνες πάχους χιλιάδων μέτρων σε περιοχές όπως η Αρκτική, η Ανταρκτική κ.α. οι επιστήμονες μπορούν να αναλύσουν σκόνη, τέφρα, γύρη και φυσαλίδες ατμοσφαιρικού αερίου που έχουν παγιδευτεί στο εσωτερικό. Οι βαθύτεροι ανακαλυφθέντες πυρήνες πάγου έχουν ηλικία περίπου 800.000 ετών. Τα σωματίδια που έχουν παγιδευτεί στο εσωτερικό δίνουν στους επιστήμονες ενδείξεις για ηφαιστειακές εκρήξεις, την έκταση της ερήμου και πιθανές δασικές πυρκαγιές. Η παρουσία ορισμένων ιόντων φανερώνει προηγούμενη δραστηριότητα των ωκεανών, τα επίπεδα πάγου στη θάλασσα, ακόμη και την ένταση του Ήλιου. Οι φυσαλίδες μπορούν να απελευθερωθούν για να αποκαλύψουν τη σύνθεση της αρχαίας ατμόσφαιρας, συμπεριλαμβανομένων των επιπέδων αερίων του «θερμοκηπίου». Οι δακτύλιοι ανάπτυξης των κορμών δέντρων διατηρούν μια πρόχειρη καταγραφή της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της συννεφιάς κάθε περιόδου που χρονολογούνται περίπου 2.000 χρόνια πριν. Τα κοράλλια σχηματίζουν επίσης δακτυλίους ανάπτυξης που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη θερμοκρασία και τα θρεπτικά συστατικά στον τροπικό ωκεανό.



Εικ.2.1- 2.2.: Πυρήνας πάγου - Δακτύλιοι ανάπτυξης κορμών (πηγή: NASA Goddard Space Flight Center)

Η εκτίμηση της παγκόσμιας μέσης αύξησης της θερμοκρασίας του επιφανειακού αέρα απαιτεί προσεκτική ανάλυση εκατομμυρίων μετρήσεων από όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων χερσαίων σταθμών, πλοίων και δορυφόρων. Παρά τις δυσκολίες της σύνθεσης τέτοιων δεδομένων, πολλές ανεξάρτητες ομάδες κατέληξαν χωριστά και ομόφωνα ότι η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας του πλανήτη έχει αυξηθεί περίπου 1,18 βαθμούς Κελσίου από τα τέλη του 19ου αιώνα, μια αλλαγή που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και σε άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, με χαρακτηριστικά παραδείγματα την θερμότερη δεκαετία 2010-2020 και το 2020 με το 2016 να ξεχωρίζουν ως τα θερμότερα έτη, που έχουν καταγραφεί από το 1880.

**Notes:**

Mean, lower limit and upper limit take into account the HadCRUT4 values.

HadCRUT4: Met Office Hadley Centre and Climatic Research Unit (Morice et al. 2012).

GISTEMP: NASA Goddard Institute for Space Studies (Hansen et al. 2010).

NOAA Global Temp: National Centers for Environmental Information (Karl et al. 2015).

Light green area: interval between HadCRUT4 2.5 % confidence limit and HadCRUT4 97.5 % confidence limit.

Data sources:

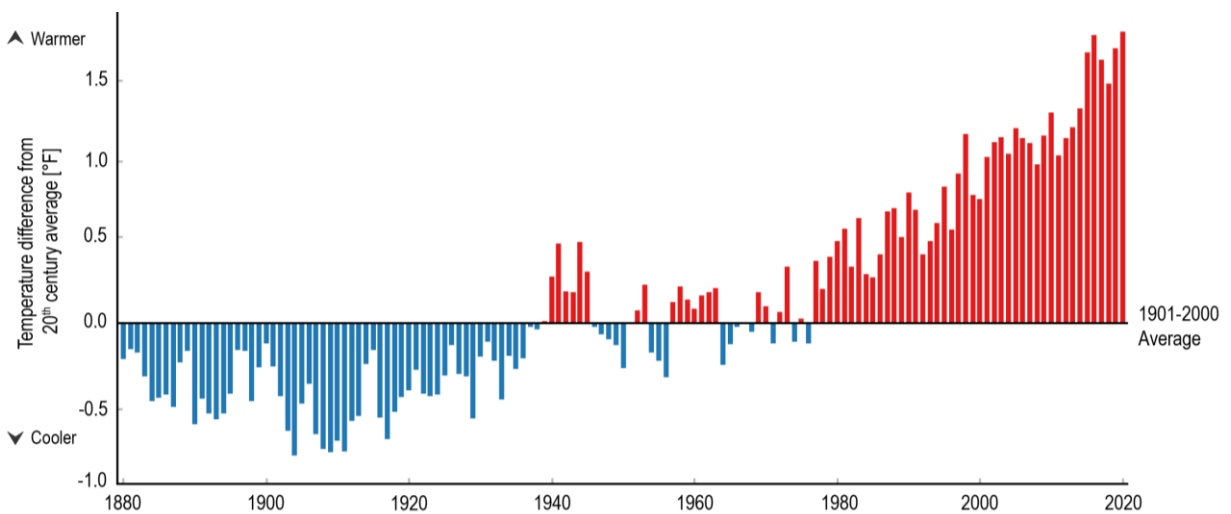
[Global Surface Temperature Anomalies and Annual Global \(land and ocean combined\) Anomalies \(degrees C\) provided by National Oceanic and Atmospheric Administration \(NOAA\)](#)

[Annual Global \(Land and Ocean\) temperature anomalies – HadCRUT \(degrees Celsius\)](#)

[NASA – Goddard Institute for Space Studies Surface Temperature Analysis \(GISTEMP\) provided by NASA](#)

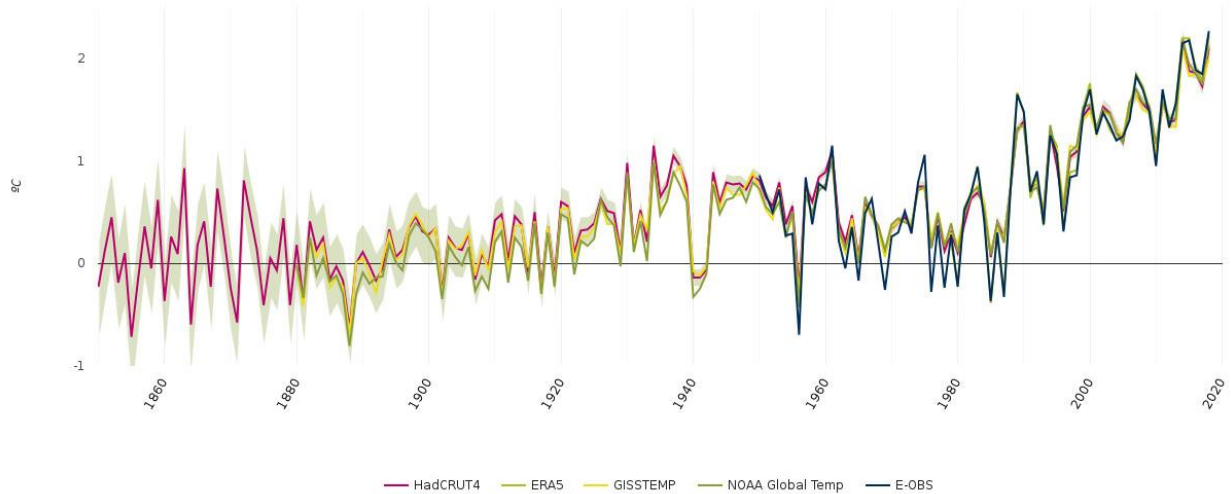
[ERA-Interim provided by European Centre for Medium-Range Weather Forecasts \(ECMWF\)](#)

Γραφ.2.1: Παγκόσμιος μέσος όρος θερμοκρασιών επιφάνειας σε σχέση με σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο από 4 διαφορετικές καταγραφές. (πηγή: European Environment Agency).



Γραφ.2.2: Θερμοκρασιακή μεταβολή συνδυαστικά για ξηρά και θάλασσα σε σχέση με τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία του 20^{ου} αιώνα. (πηγή: NOAA)

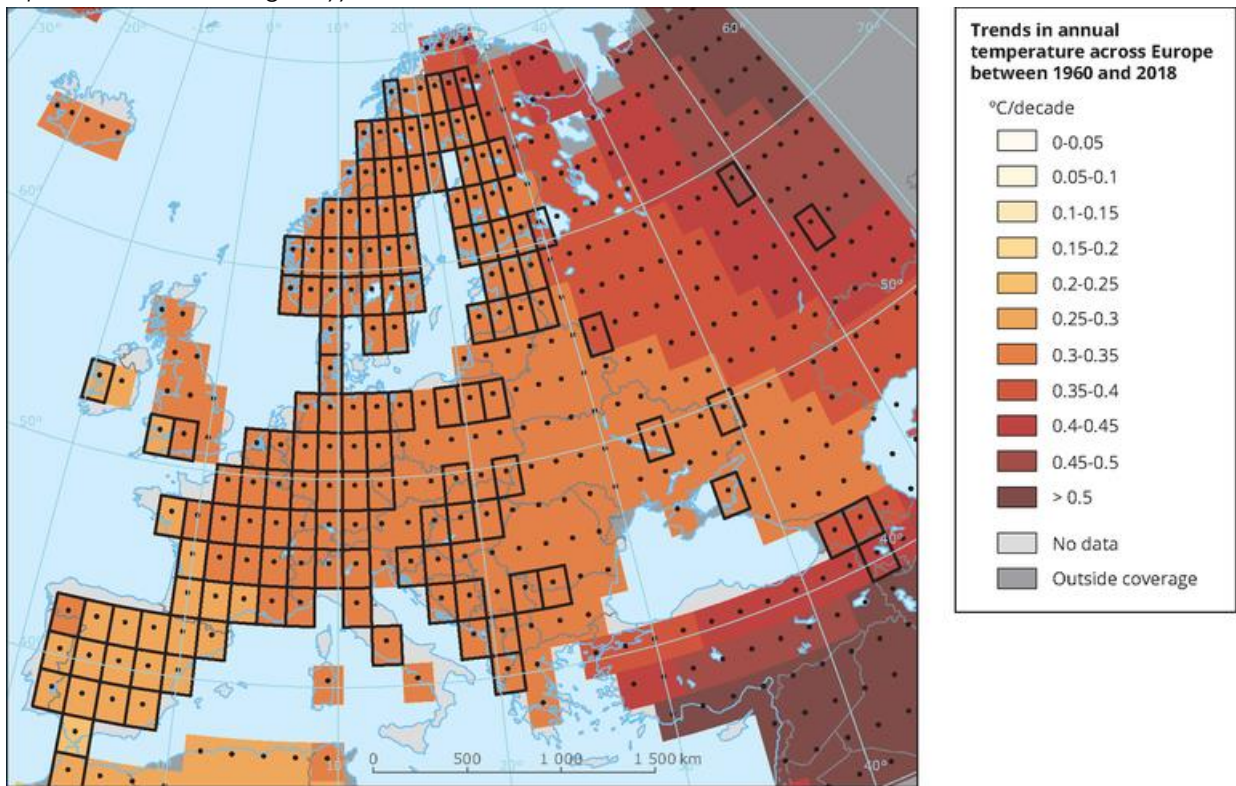
Annual average — European average temperatures over land areas relative to the pre-industrial period



Notes:
 HadCRUT4: Climatic Research Unit and Met Office Hadley Center (Jones et al. 2012)
 NCEI: NOAA National Climatic Data Center (Karl et al, 2015)
 GISS: NASA Goddard Institute for Space Studies (Hansen et al. 2010)
 Light green area: interval between HadCRUT4 2.5% confidence limit and HadCRUT4 97.5% confidence limit
 Bottom chart:
 NCEI (Dark green line): NOAA National Climatic Data Center (Smith et al. 2008)
 GISS: NASA Goddard Institute for Space Studies (Hansen et al. 2010)

Data sources:
 Annual Global (Land and Ocean) temperature anomalies - HadCRUT (degrees Celsius)
 NASA - Goddard Institute for Space Studies Surface Temperature Analysis (GISTEMP) provided by NASA
 Global Surface Temperature Anomalies and Annual Global (land and ocean combined) Anomalies (degrees C) provided by National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Γραφ.2.3: Ευρωπαϊκές μέσες θερμοκρασίες σε χερσαίες περιοχές σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο. (πηγή: European Environment Agency)



Γραφ.2.4: Τάσεις της ετήσιας θερμοκρασίας σε ολόκληρη την Ευρώπη μεταξύ 1960 και 2018 (πηγή: European Environment Agency)

Τα αρχεία της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας δείχνουν μακροπρόθεσμες τάσεις θέρμανσης από τα τέλη του 19ου αιώνα, οι οποίες ήταν πιο γρήγορες από τη δεκαετία του 1970 με μέση αύξηση 0,1 °C κάθε πέντε έως έξι χρόνια. Τρεις ανεξάρτητες αναλύσεις της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας

χρησιμοποιώντας αρχεία παρατήρησης κοντά στην επιφάνεια-HadCRUT4 ¹, NOAA Global Temp ² και GISTEMP ³ από το Ινστιτούτο NASA Goddard για Διαστημικές Μελέτες-δείχνουν πολύ παρόμοιες ποσότητες θέρμανσης. Το σύνολο δεδομένων αναλύσεων ERA5, που ετοιμάστηκε από την ECMWF Copernicus Climate Change Service (C3S), δείχνει ελαφρώς υψηλότερες αυξήσεις της παγκόσμιας θερμοκρασίας από τα σύνολα δεδομένων που βασίζονται μόνο σε επί τόπου παρατηρήσεις. Αυτές οι διαφορές προκύπτουν από περιοχές όπου υπάρχουν λίγες άμεσες μετρήσεις θερμοκρασίας - ειδικά στην Αρκτική και την Ανταρκτική όπου η διακύμανση είναι μεγάλη από έτος σε έτος - καθώς και από τις προσαρμογές που απαιτούνται για την εκτίμηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας.

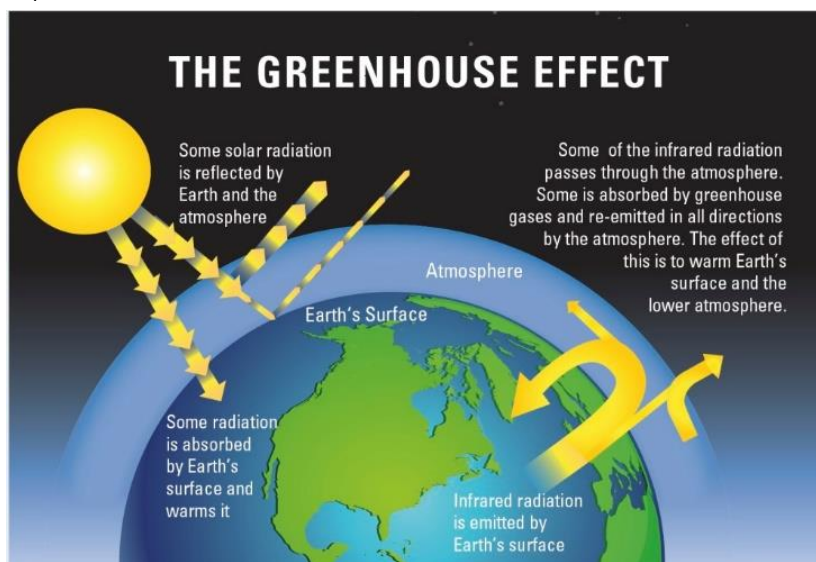
Η παγκόσμια μέση θερμοκρασία θα συνεχίσει να αυξάνεται καθ' όλη τη διάρκεια αυτού του αιώνα ως αποτέλεσμα της περαιτέρω αύξησης των συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου. Οι κλιματικές προβλέψεις συνοψίζονται στο έργο IPCC AR5 ⁴ με την παγκόσμια θερμοκρασία να αυξάνεται έως τα μέσα του αιώνα (2046-2065 σε σχέση με το 1986-2005) κατά 0,4-1,6 ° C για το σενάριο χαμηλότερων εκπομπών (RCP2.6), κατά 0,9-2,0 ° C για τη μεσαία οδό (RCP4,5), κατά 0,8-1,8 ° C για το RCP6.0 και κατά 1,4-2,6 ° C για το σενάριο υψηλότερων εκπομπών (RCP8.5). Η υπερθέρμανση του πλανήτη όμως επηρεάζει την προβλεψιμότητα των γεγονότων με τα υπάρχοντα κλιματικά μοντέλα, επομένως και την ικανότητά για αποτελεσματική ανταπόκριση.

2.2.2. Το φαινόμενο του «θερμοκηπίου»

Η θερμότητα του ηλιακού φωτός αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας για το κλίμα της Γης. Μέρος του ηλιακού φωτός ανακλάται απευθείας πίσω στο διάστημα, ιδιαίτερα από φωτεινές επιφάνειες όπως ο πάγος και τα σύννεφα, ενώ το υπόλοιπο απορροφάται από την επιφάνεια και την ατμόσφαιρα. Μεγάλο μέρος αυτής της απορροφημένης ηλιακής ενέργειας εκπέμπεται ξανά ως θερμότητα (ακτινοβολία μεγάλου κύματος ή υπέρυθη ακτινοβολία) ακολουθώντας την αντίθετη πορεία. Η ατμόσφαιρα με τη σειρά της απορροφά και εκπέμπει εκ νέου θερμότητα, τμήμα της οποίας διαφεύγει πίσω στο διάστημα. Οποιαδήποτε διαταραχή αυτού του ισοζυγίου εισερχόμενης και εξερχόμενης θερμότητας-ενέργειας επηρεάζει το κλίμα.

Εάν όλη η θερμική ενέργεια που εκπέμπεται από την επιφάνεια περνούσε μέσω της ατμόσφαιρας απευθείας στο διάστημα, η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης θα ήταν 10ο C ψυχρότερη από τη σημερινή. Τα αέρια του «θερμοκηπίου» στην ατμόσφαιρα δρουν, απορροφώντας και εκπέμποντας θερμική ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις, διατηρώντας

Εικ.2.3.: Σχεδιάγραμμα του φαινομένου του θερμοκηπίου (πηγή: Royal Society of London)



2. Colin P. Morice et al., Quantifying Uncertainties in Global and Regional Temperature Change Using an Ensemble of Observational Estimates: The HadCRUT4 Data Set, *Journal of Geophysical Research* 117, no. D8 (April 17, 2012): D08101, <https://doi.org/10.1029/2011JD017187>.

3. Thomas R. Karl et al., Possible Artifacts of Data Biases in the Recent Global Surface Warming Hiatus, *Science* 348, no. 6242 (June 26, 2015): 1469–72, <https://doi.org/10.1126/science.aaa5632>.

4. J. Hansen et al., GISS Analysis of Surface Temperature Change, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 104, no. D24 (December 27, 1999): 30997–22, <https://doi.org/10.1029/1999JD900835>.

5. IPCC, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2013), <http://www.climatechange2013.org/>.

με αυτόν τον τρόπο ζεστή την επιφάνεια της Γης και τα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Χωρίς το φυσικό φαινόμενο του «θερμοκηπίου», η ζωή όπως τη γνωρίζουμε δεν θα μπορούσε να έχει εξελιχθεί. Η προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας αερίων «θερμοκηπίου» στην ατμόσφαιρα καθιστά ακόμη πιο αποτελεσματική την αποτροπή της διαφυγής θερμότητας στο διάστημα. Όταν η ενέργεια που φεύγει από τη Γη είναι μικρότερη από την ενέργεια που εισέρχεται σε αυτήν, τότε θερμαίνεται μέχρι να δημιουργηθεί μια νέα ισορροπία.

Οι επιστήμονες αποδίδουν την τάση υπερθέρμανσης του πλανήτη στην ανθρώπινη επέκταση του «φαινομένου του θερμοκηπίου». Οι άνθρωποι επηρεάζουν το ενεργειακό ισοζύγιο της Γης μεταβάλλοντας παράλληλα το κλίμα, τόσο με την αλλαγή της φύσης των επιφανειών της, όσο και με την εκπομπή ρύπων που επηρεάζουν την ποσότητα και τον τύπο των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

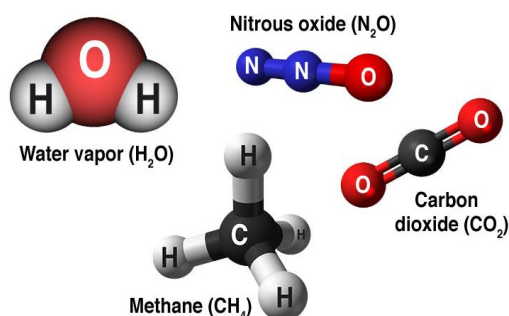
Τα βασικότερα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο είναι:

α) Υδρατμοί. Το πιο άφθονο αέριο του «θερμοκηπίου». Όσο η ατμόσφαιρα της Γης θερμαίνεται αυξάνονται οι ποσότητες των υδρατμών, αυξάνοντας παράλληλα και την πιθανότητα σύννεφων και βροχοπτώσεων, καθιστώντας τους μερικούς από τους σημαντικότερους μηχανισμούς ανάδρασης για το φαινόμενο.

β) Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Ένα αέριο που παράγεται τόσο από φυσικές διαδικασίες όσο και από ανθρώπινες δραστηριότητες. Το CO₂ που παράγεται από ανθρώπινες δραστηριότητες είναι ο κυριότερος παράγοντας που συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Αυτό συμβαίνει επειδή η διαδικασία καύσης άνθρακα ή λαδιού συνδυάζει άνθρακα με οξυγόνο στον αέρα για να δημιουργήσει CO₂, ενώ η αποψίλωση των δασών διαταράσσει την ποσότητα CO₂ που φυσικά αποθηκεύεται στα δέντρα, απελευθερώνοντας τη στην ατμόσφαιρα. Από την προβιομηχανική εποχή, η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του CO₂ έχει αυξηθεί πάνω από 40%.

γ) Μεθάνιο. Ένα αέριο που επίσης παράγεται τόσο από φυσικές διαδικασίες όσο και από ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της αποσύνθεσης, της γεωργίας και κυρίως της καλλιέργειας ρυζιού, καθώς και την πέψη των μηρυκαστικών και τη διαχείριση της κοπριάς που σχετίζεται με τα οικόσιτα ζώα. Το μεθάνιο σε μοριακό επίπεδο είναι πολύ πιο ενεργό αέριο θερμοκηπίου από το διοξείδιο του άνθρακα, αλλά εντοπίζεται σε πολύ χαμηλότερες ποσότητες. Από την προβιομηχανική εποχή το μεθάνιο έχει αυξηθεί περισσότερο από 150%.

δ) Οξείδιο του αζώτου. Ένα ισχυρό αέριο θερμοκηπίου που παράγεται από πρακτικές καλλιέργειες εδάφους, ιδιαίτερα τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, καύσης ορυκτών καυσίμων και καύσης βιομάζας. Από την προβιομηχανική εποχή το οξείδιο του αζώτου έχει αυξηθεί κατά περίπου 20%.



ε) Χλωροφθοράνθρακες (CFC). Συνθετικές ενώσεις βιομηχανικής προέλευσης που χρησιμοποιούνται σε εξοπλισμό και προϊόντα, αλλά ρυθμίζονται σε μεγάλο βαθμό στην παραγωγή και την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα με διεθνή συμφωνία για την ικανότητά τους να συμβάλλουν στην καταστροφή του στρώματος του όζοντος. Είναι επίσης αέρια θερμοκηπίου.

Εικ.2.4.: Τα σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου (πηγή: NASA)

2.2.3. Αύξηση των τιμών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)⁵

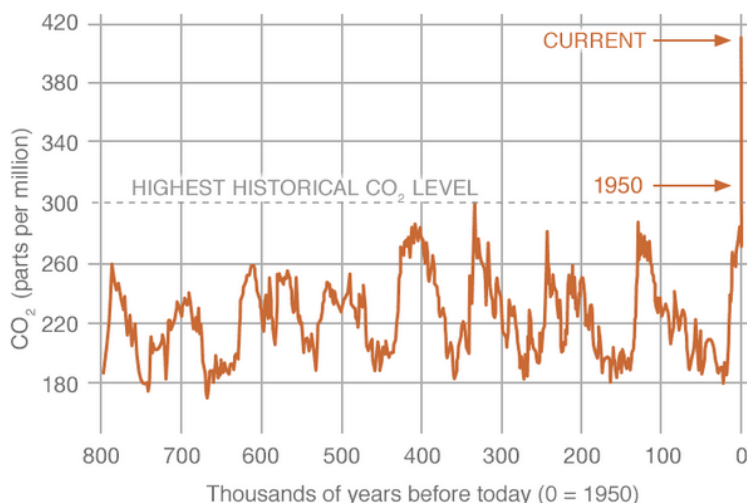
Ο μηχανισμός παγίδευσης θερμότητας του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων αποδείχθηκε στα μέσα του 19ου αιώνα. Απελευθερώνεται μέσω φυσικών διαδικασιών όπως π.χ. η

ανθρώπινη αναπνοή και οι εκρήξεις ηφαιστειών καθώς και μέσω ανθρώπινων δραστηριοτήτων όπως π.χ. η αποψίλωση των δασών και η καύση ορυκτών καυσίμων.

Γραφ.2.5: Επίπεδα CO₂ κατά τους τρεις τελευταίους κύκλους των παγετώνων, όπως ανακατασκευάστηκαν από πυρήνες πάγου (πηγή: NOAA)

PROXY (INDIRECT) MEASUREMENTS

Data source: Reconstruction from ice cores.
Credit: NOAA

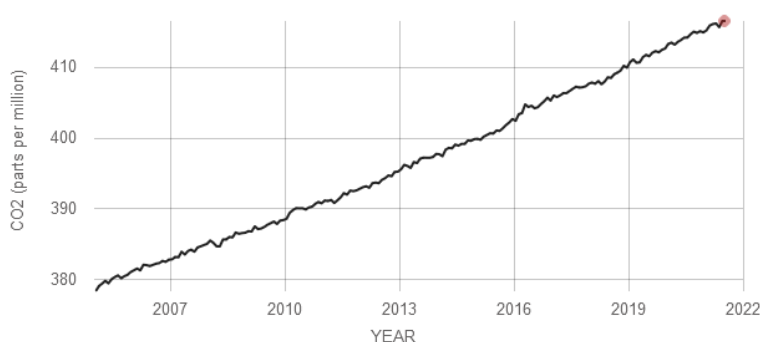


κάθε 125 χρόνια. Από 10.500 χρόνια πριν έως το έτος 1850, τα επίπεδα του CO₂ αυξήθηκαν με αργό ρυθμό σε περίπου 280 ppm, αύξηση στην οποία πιστεύεται ότι συνέβαλαν οι πρώτοι άνθρωποι με την ανάπτυξη της γεωργίας και την αργή αποψίλωση των δασών με την πάροδο του χρόνου.

Από το 1850, τα επίπεδα CO₂ αυξήθηκαν από 280 ppm σε σχεδόν 420 ppm, δηλαδή 48% αύξηση των επιπέδων CO₂ σε μόλις 171 χρόνια (περίπου 1 μέρος ανά εκατομμύριο κάθε 20 εβδομάδες). Οι επιστήμονες κατανοούν ότι αυτή η αύξηση συνδέεται άρρηκτα με την ανθρώπινη καύση ορυκτών καυσίμων. Παράλληλα, οι χημικές μετρήσεις των μορφών (ισότοπων) του άνθρακα στη σύγχρονη ατμόσφαιρα δείχνουν σαφές αποτύπωμα της ύπαρξης «παλαιού» άνθρακα (εξαντλημένο σε φυσικά ραδιοϊσότοπα ¹⁴C) που προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (σε αντίθεση με τον «νέοτερο» άνθρακα που προέρχεται από τα φυσικά συστήματα. Επιπλέον, οι ανθρώπινες δραστηριότητες (εξαιρουμένων των αλλαγών στη χρήση γης) εκπέμπουν σήμερα περίπου 10 δισεκατομμύρια τόνους άνθρακα κάθε χρόνο, κυρίως με καύση ορυκτών καυσίμων, κάτι που είναι περισσότερο από αρκετό

DIRECT MEASUREMENTS: 2005-PRESENT

Data source: Monthly measurements (average seasonal cycle removed). Credit: NOAA



Γραφ.2.6: Επίπεδα ατμοσφαιρικού CO₂ που μετρήθηκαν στο Παρατηρητήριο Mauna Loa τα τελευταία χρόνια, με τον μέσο εποχικό κύκλο να έχει αφαιρεθεί (πηγή: NOAA)

Περίπου 20.500 χρόνια πριν, στο ψυχρότερο μέρος της τελευταίας παγετώδους φάσης (Εποχή των Παγετώνων), τα επίπεδα CO₂ ήταν περίπου 185 ppm, με βάση τα χρονολογημένα δείγματα παγιδευμένου αέρα σε πυρήνες πάγου από τους παγετώνες της Ανταρκτικής και τη Γροιλανδία. Περίπου 10.000 χρόνια αργότερα, ο κόσμος πέρασε από εκείνη την παγωμένη εποχή στη σημερινή ζεστή περίοδο που ονομάζεται Ολόκαινο, λόγω των αργών μεταβολών στην τροχιά της Γης. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, τα επίπεδα CO₂ αυξήθηκαν στα 265 ppm, δηλαδή περίπου 1 ppm

για να εξηγήσει την παρατηρούμενη αύξηση της συγκέντρωσης.

Η μέση συγκέντρωση που μετρήθηκε στο Παρατηρητήριο Mauna Loa στη Χαβάη αυξήθηκε από 316 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) το 1959 (το πρώτο πλήρες έτος διαθέσιμων δεδομένων) σε περισσότερα από 411 ppm το 2019. Οι ίδιοι ρυθμοί αύξησης έχουν καταγραφεί από τότε σε πολλούς άλλους σταθμούς παγκοσμίως.

Με βάση τη φυσική ποσότητας ενέργειας που απορροφά και εκπέμπει το CO₂, ο διπλασιασμός της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης CO₂ από τα προβιομηχανικά επίπεδα θα μπορούσε να προκαλέσει από μόνος του μια αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά περίπου 1°C. Στο συνολικό κλιματικό σύστημα, ωστόσο, τα πράγματα είναι πιο περίπλοκα, καθώς η αρχική θέρμανση οδηγεί σε περαιτέρω ανατροφοδοτήσεις που είτε ενισχύουν είτε μειώνουν την αρχική θέρμανση.

Οι φυσικοί «συλλέκτες» που αφαίρεσαν περίπου το 60% των ετήσιων εκπομπών CO₂ που προκλήθηκαν από τον άνθρωπο το 1959, σήμερα αφαιρούν περίπου το 55%, δηλαδή έχουν γίνει λιγότερο αποτελεσματικοί με την πάροδο του χρόνου. Οι επιστήμονες ανησυχούν ότι μπορεί να χάσουν ακόμη περισσότερο την απορροφητική τους δύναμη στο μέλλον. Για παράδειγμα, η συνεχιζόμενη αποψίλωση των δασών στον Αμαζόνιο μετατρέπει την περιοχή από μεγάλη δεξαμενή αποθήκευσης σε εποχική πηγή παραγωγής CO₂. Οι σημερινοί φυσικοί «συλλέκτες» έχουν αρχίσει με την ανθρώπινη παρέμβαση να γίνονται οι αυριανές πηγές CO₂, αυξάνοντας το ποσοστό των ετήσιων εκπομπών που παραμένουν στην ατμόσφαιρα της Γης.

2.2.4. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα

Για να διακρίνουν την ανθρώπινη επιρροή στο κλίμα, οι επιστήμονες πρέπει να λάβουν υπόψη πολλούς φυσικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία, εστιάζοντας από την παγκόσμια κλίμακα στην τοπική, μελετώντας χρονικά διαστήματα από ημέρες έως δεκαετίες κ.α.

Για εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια, οι αργές και επαναλαμβανόμενες παραλλαγές στην τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο οι οποίες μεταβάλλουν την κατανομή της ηλιακής ενέργειας που λαμβάνει, ήταν αρκετές για να ενεργοποιήσουν τους κύκλους της εποχής των παγετώνων. Οι ηφαιστειακές εκρήξεις επίσης αλλάζουν το κλίμα, αυξάνοντας εν μέρει την ποσότητα των μικρών σωματιδίων (αερολύματος) στη στρατόσφαιρα που αντανακλούν ή απορροφούν το φως του ήλιου, οδηγώντας σε βραχυπρόθεσμη επιφανειακή ψύξη που διαρκεί συνήθως περίπου δύο έως τρία χρόνια. Ξεχωριστό φυσικό παράγοντα αποτελεί η Νότια Ταλάντωση «El Niño» (ENSO), μια ακανόνιστη εναλλαγή μεταξύ θέρμανσης και ψύξης (διάρκειας περίπου δύο έως επτά ετών) στον Ισημερινό Ειρηνικό Ωκεανό που προκαλεί σημαντικές περιφερειακές και παγκόσμιες μεταβολές της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων. Οι επιστήμονες δοκιμάζουν τακτικά εάν οι αμιγώς φυσικές αλλαγές στον Ήλιο, στην ηφαιστειακή δραστηριότητα ή την εσωτερική κλιματική μεταβλητότητα θα μπορούσαν να εξηγήσουν εύλογα τα πρότυπα αλλαγών που έχουν παρατηρήσει. Αυτές οι αναλύσεις έχουν δείξει ότι οι παρατηρούμενες κλιματικές αλλαγές τις τελευταίες δεκαετίες δεν μπορούν να εξηγηθούν μόνο από φυσικούς παράγοντες.

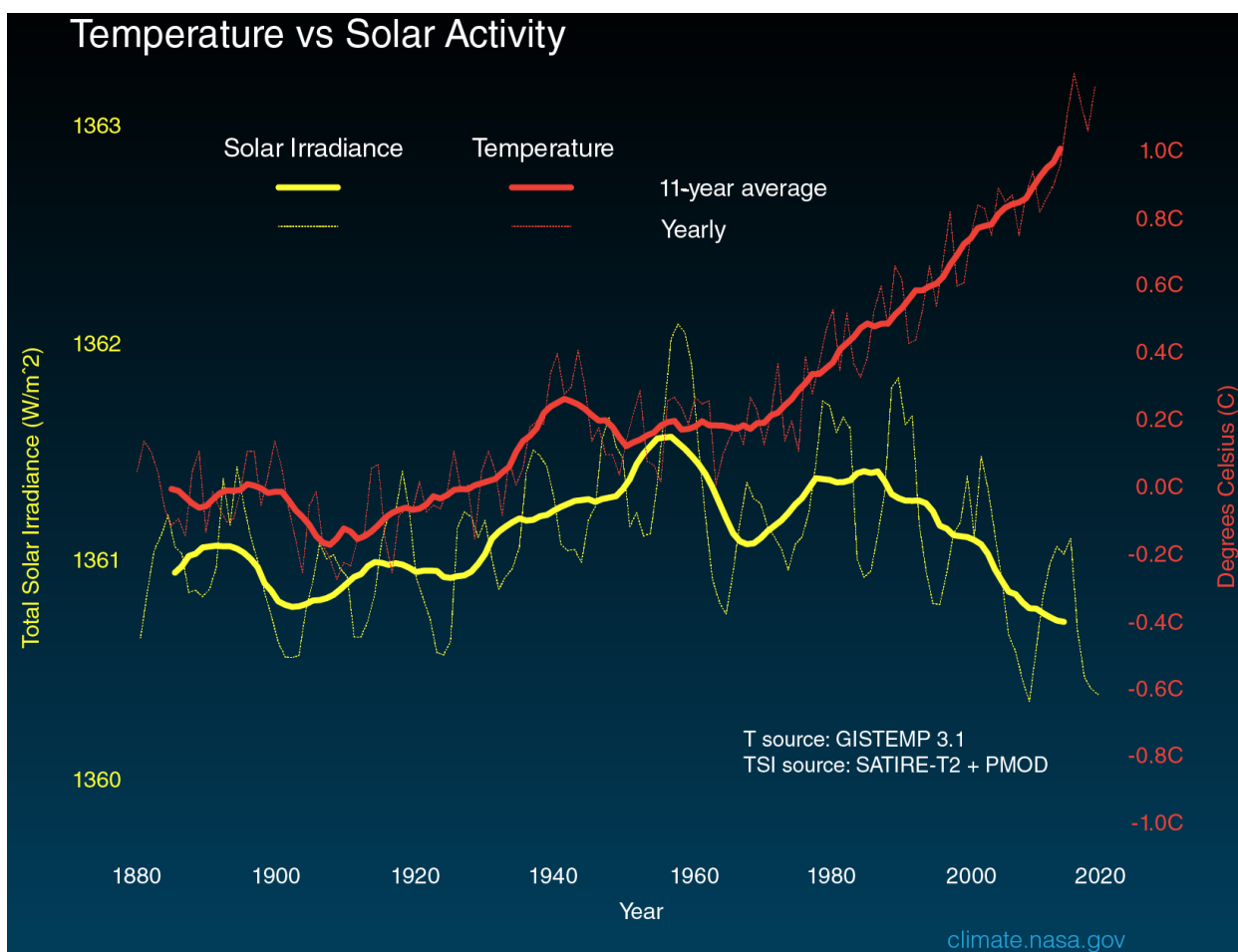
Οι διαφορετικές επιρροές στο κλίμα οδηγούν σε διαφορετικά πρότυπα που παρατηρούνται στα αρχεία του κλίματος. Αυτό γίνεται προφανές όταν οι επιστήμονες ερευνούν πέρα από τις αλλαγές στη μέση θερμοκρασία του πλανήτη, εξετάζοντας πιο προσεκτικά τα γεωγραφικά και χρονικά πρότυπα της κλιματικής αλλαγής. Για παράδειγμα, μια αύξηση της ενέργειας που παράγει ο Ήλιος οδηγεί σε διαφορετικό μοτίβο αλλαγής θερμοκρασίας σε σύγκριση με αυτό που προκαλείται από την αύξηση της συγκέντρωσης CO₂. Οι παρατηρούμενες αλλαγές θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας δείχνουν ένα αποτύπωμα πολύ πιο κοντά σε εκείνο μιας μακροπρόθεσμης αύξησης του CO₂, καθώς τα φυσικά αίτια εκτιμάται ότι έχουν συμβάλει λιγότερο από 0,1 °C στη συνολική αύξηση της θερμοκρασίας μεταξύ 1890 και 2010.

ΗΛΙΟΣ

Είναι λογικό να υποθέσουμε ότι οι αλλαγές στην παραγωγή ενέργειας του Ήλιου θα προκαλούσαν την αλλαγή του κλίματος, αφού αποτελεί τη θεμελιώδη πηγή ενέργειας για το κλιματικό μας σύστημα. Πράγματι, μελέτες δείχνουν ότι η ηλιακή μεταβλητότητα έπαιξε ρόλο στις προηγούμενες κλιματικές αλλαγές. Για παράδειγμα, η μείωση της ηλιακής δραστηριότητας σε συνδυασμό με την αύξηση της ηφαιστειακής δραστηριότητας πιστεύεται ότι συνέβαλε στη «Μικρή Εποχή των Παγετώνων» μεταξύ περίπου 1650 και 1850. Μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις για την ηλιακή ακτινοβολία έχουν γίνει

χρησιμοποιώντας αρχεία ηλιακών κηλίδων και δεικτών όπως η ποσότητα άνθρακα στους δακτυλίους των δέντρων.

Η ποσότητα ηλιακής ενέργειας που λαμβάνει η Γη ακολουθεί τον φυσικό 11χρονο κύκλο μικρών σκαμπανεβασμάτων του ήλιου χωρίς καθαρή αύξηση από τη δεκαετία του 1950. Από το 1978, μια σειρά δορυφορικών οργάνων έχουν μετρήσει την ενέργεια που παράγει ο ήλιος απευθείας. Τα δορυφορικά δεδομένα δείχνουν μια πολύ μικρή πτώση της ηλιακής ακτινοβολίας σε αυτό το χρονικό διάστημα. Την ίδια περίοδο, η παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί σημαντικά. Είναι επομένως εξαιρετικά απίθανο ο ήλιος να έχει προκαλέσει την παρατηρούμενη τάση αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη τον τελευταίο μισό αιώνα.



Γραφ.2.7: Σύγκριση στις παγκόσμιες μεταβολές θερμοκρασίας επιφάνειας (κόκκινη γραμμή) με την ενέργεια του ήλιου που λαμβάνει η Γη (κίτρινη γραμμή) σε W/m^2 . Οι λεπτότερες γραμμές δείχνουν τα ετήσια επίπεδα ενώ οι παχύτερες τις τάσεις των 11 ετών κατά μέσο όρο. Οι μέσοι όροι 11 ετών χρησιμοποιούνται για τη μείωση του θορύβου από έτος σε έτος στα δεδομένα, καθιστώντας τις τάσεις πιο προφανείς. (πηγή: NASA/JPL-Caltech)

Ακόμα και αν η θέρμανση προκαλούνταν από έναν πιο ενεργό Ήλιο, τότε οι επιστήμονες θα περίμεναν να δουν θερμότερες θερμοκρασίες σε όλα τα στρώματα της ατμόσφαιρας. Αντ' αυτού, έχουν παρατηρήσει ψύξη στην ανώτερη ατμόσφαιρα και θέρμανση στην επιφάνεια και τα χαμηλότερα επίπεδα της ατμόσφαιρας, εξαιτίας των αερίων του θερμοκηπίου. Από την άλλη, αν η ποσότητα ακτινοβολίας που προέρχεται από τον Ήλιο μειωνόταν όπως παλαιότερα, δεν θα επηρέαζε σημαντικά την υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι ακόμη και ένα παρατεταμένο Ηλιακό Ελάχιστο θα αντιστάθμιζε τη θέρμανση μόνο μερικών ετών που προκλήθηκε από ανθρώπινες δραστηριότητες. Τι σημαίνει αυτό: η θέρμανση που προκαλείται από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την ανθρώπινη καύση ορυκτών καυσίμων είναι 6 φορές μεγαλύτερη από την πιθανή ψύξη δεκαετιών από ένα παρατεταμένο Ηλιακό Ελάχιστο.

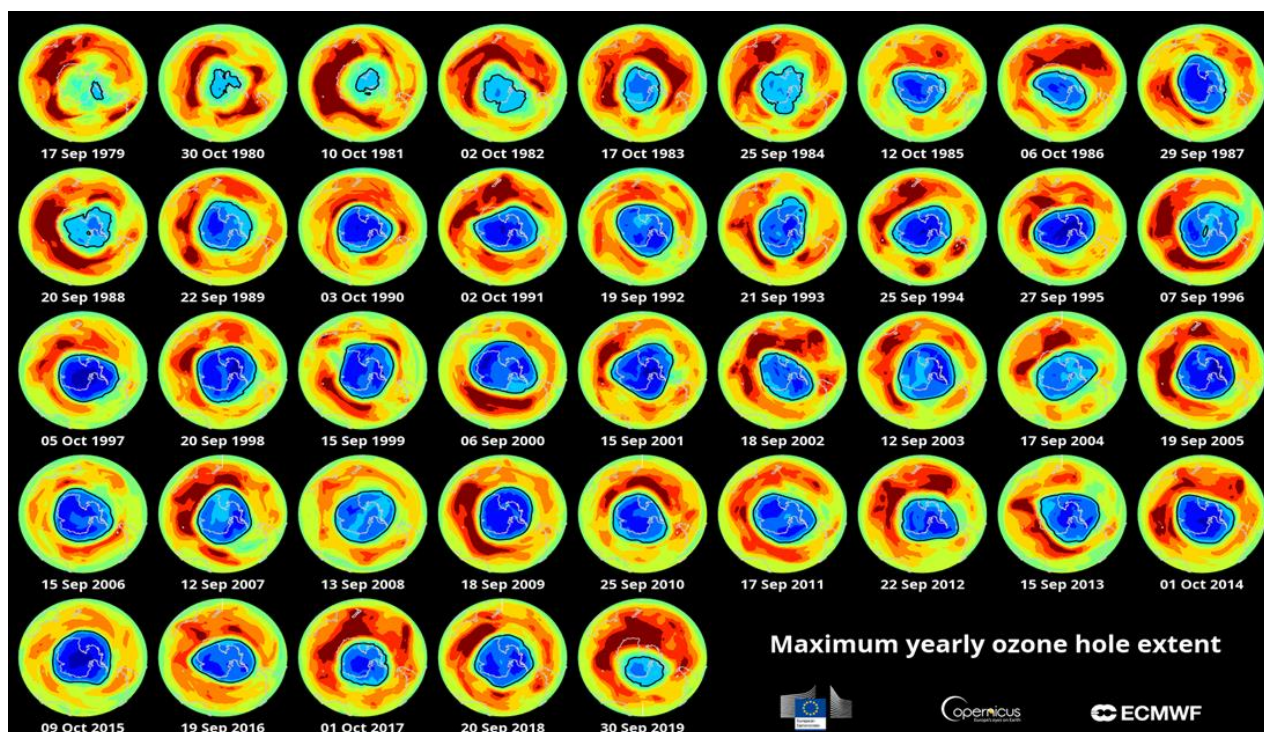
ΗΦΑΙΣΤΕΙΑ

Συνολικά, τα ηφαίστεια απελευθερώνουν περίπου το 1% της αντίστοιχης ποσότητας CO₂ που απελευθερώνεται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Ωστόσο, περίπου μία φορά κάθε 20 χρόνια συμβαίνει μια μεγάλη ηφαιστειακή έκρηξη (π.χ., το όρος Pinatubo, El Chichon) που εκτοξεύει τεράστιο αριθμό σωματιδίων και άλλων αερίων. Οι μεγαλύτερες πιθανές εκρήξεις προέρχονται από υπερ-ηφαίστεια όπως το Yellowstone ή το Mount Toba (εκρήγνυνται πολύ σπάνια, περίπου κάθε 100.000-200.000 ή περισσότερα χρόνια). Όμως οι συνολικές ετήσιες εκπομπές CO₂ από ανθρώπινες δραστηριότητες αντιστοιχούν σε μία ή περισσότερες υπερ-εκρήξεις μεγέθους Yellowstone κάθε χρόνο.

ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

Το στρώμα του όζοντος, που βρίσκεται στα υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας, μας προστατεύει από τις βλαβερές υπεριώδεις ακτίνες (UV) που προέρχονται από τον Ήλιο. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες με την πάροδο των χρόνων έχουν δημιουργήσει μια «τρύπα» στη συνέχεια του προστατευτικού αυτού στρώματος, η οποία εντοπίζεται πάνω από τον Νότιο Πόλο, με τη χρήση αερίων όπως χλωροφθοράνθρακες (CFC) σε δοχεία ψεκασμού και ψυκτικά, τα οποία διασπών τα μόρια του όζοντος στην ανώτερη ατμόσφαιρα.

Πολλές κυβερνήσεις αναγνώρισαν τον κίνδυνο που ενέχουν τα CFC στο στρώμα του όζοντος της Γης και εφαρμόστηκαν διεθνείς συμφωνίες τη δεκαετία του 1980 για τη μείωση της παραγωγής CFC. Αυτές οι χημικές ουσίες αντικαταστάθηκαν από υδροφθοράνθρακες (HFC). Από τη δεκαετία του 1990, τα επίπεδα επιφανειακής υπεριώδους ακτινοβολίας ήταν σχετικά σταθερά και η ανάκτηση των οπών του όζοντος συνέβαλε σε λιγότερη υπεριώδη ακτινοβολία στην επιφάνεια από το αναμενόμενο. Ωστόσο, ενώ οι HFC έχουν βοηθήσει το στρώμα του όζοντος να ανακάμψει, εξακολουθούν να προκαλούν κάποια ζημιά, με αποτέλεσμα η περιοχή να αναμορφώνεται πιο αργά από ό, τι πιστεύαμε. Οι τρύπες του όζοντος εξακολουθούν να σχηματίζονται τακτικά στην Ανταρκτική.



Εικ.2.5: Μέγιστο εύρος της τρύπας του όζοντος ανά έτος (πηγή: Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Copernicus)

Ενώ μερικές επιπλέον υπεριώδεις ακτίνες είναι δυνατό να περάσουν από την τρύπα, το καθαρό αποτέλεσμα τους είναι να δροσίσουν τη στρατόσφαιρα περισσότερο από όσο θερμαίνουν την τροπόσφαιρα. Έτσι, η αύξηση των ακτίνων UV δεν μπορεί να εξηγήσει τη θέρμανση της επιφάνειας του πλανήτη με το ρόλο της να είναι σημαντικά μικρότερης της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Στην Πέμπτη Έκθεση Αξιολόγησης, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, μια ομάδα 1.300 ανεξάρτητων επιστημονικών εμπειρογνομόνων από χώρες σε όλο τον κόσμο υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει πιθανότητα άνω του 95 % ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες τα τελευταία 50 χρόνια έχουν ζεστάνει σε καθοριστικό βαθμό τον πλανήτη μας εξαιτίας των αερίων του θερμοκηπίου.

2.3. Επιπτώσεις - Στοιχεία

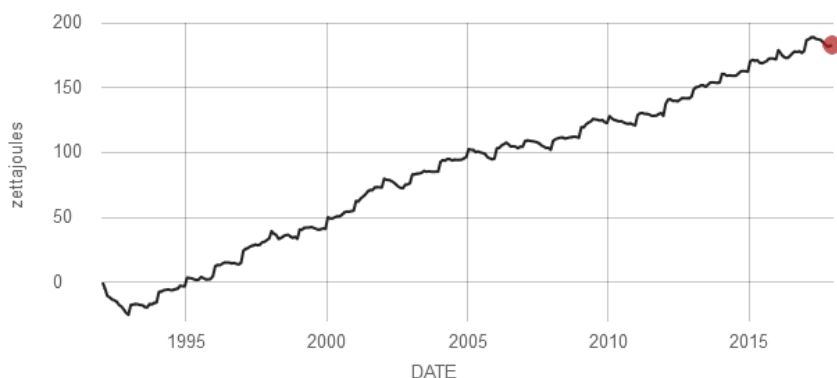
Η κλιματική αλλαγή έχει ήδη παρατηρήσιμες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), η έκταση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής ανά περιοχή θα ποικίλει με την πάροδο του χρόνου και με την ικανότητα των διαφορετικών κοινωνικών και περιβαλλοντικών συστημάτων να μετριάζουν ή να προσαρμόζονται στις αλλαγές.

2.3.1. Αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών

Ένας από τους αντίκτυπους της κλιματικής αλλαγής είναι η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας. Τα ανώτερα επίπεδα του ωκεανού αποθηκεύουν τόση θερμότητα όσο ολόκληρη η ατμόσφαιρα της Γης. Έτσι το 90% της υπερθέρμανσης του πλανήτη απορροφάται από τον ωκεανό, προκαλώντας αύξηση της εσωτερικής θερμότητας του νερού, σύμφωνα με τη σύγχρονη τήρηση αρχείων που ξεκίνησε το 1955. Οι παρατηρήσεις του υπο-επιφανειακού ωκεανού ήταν περιορισμένες πριν από το 1970, αλλά έκτοτε, η θέρμανση των άνω των 700 μέτρων είναι άμεσα εμφανής, και η βαθύτερη θέρμανση παρατηρείται σαφώς από το 1990 περίπου. Τα τελευταία 10 χρόνια ήταν η θερμότερη δεκαετία και το έτος 2020 ήταν το θερμότερο έτος που καταγράφηκε για τα ωκεάνια ύδατα.

OCEAN HEAT CONTENT CHANGES SINCE 1992 (NASA)

Data source: Observations from satellites and various ocean measurement devices, including conductivity-temperature-depth instruments (CTDs), Argo profiling floats, expendable BathyThermographs (XBTs), instrumented mooring arrays, and ice-tethered profilers (ITPs). Credit: NASA ECCO



Ο ωκεανός είναι μια τεράστια δεξαμενή θερμότητας, αλλά είναι δύσκολο να θερμανθεί όλο το βάθος του επειδή το ζεστό νερό τείνει να παραμένει κοντά στην επιφάνεια. Ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα μεταφέρεται στο βαθύ ωκεανό είναι συνεπώς αργός.

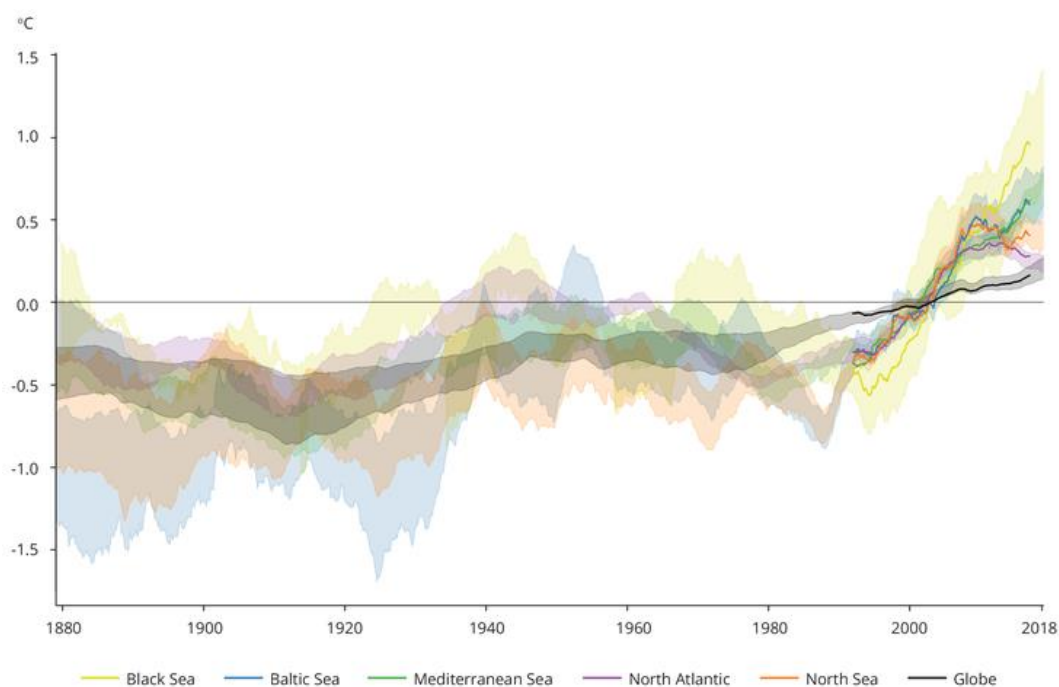
Γραφ.2.8.: Ετήσιες εκτιμήσεις περιεχόμενης θερμότητας στο σύνολο των ωκεάνιων υδάτων (πηγή: NASA ECCO)

Οι γραμμικές τάσεις θέρμανσης των ανώτατων 700 m του ωκεανού και του στρώματος

700-2000 m κατά τη χρονική περίοδο 1955-2013 ήταν $0,27 \text{ W/m}^2$ και $0,39 \text{ W/m}^2$ (ανά μονάδα επιφάνειας του ωκεανού), αντίστοιχα. Τα δύο τρίτα της παρατηρούμενης αύξησης του OHC συνέβη στα πάνω 700 μέτρα του ωκεανού, ενώ οι αυξήσεις στα στρώματα κάτω από το βάθος των 700 m αντιπροσωπεύουν το υπόλοιπο τρίτο. Η ισχυρότερη θέρμανση εντοπίζεται κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας, με τα πάνω 75 μέτρα να έχουν θερμανθεί κατά περισσότερο από $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ανά δεκαετία από το 1971. Σε βάθος 700 m, η θέρμανση μειώνεται σε περίπου $0,015 \text{ }^\circ\text{C}$ ανά δεκαετία.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι μέσες θερμοκρασίες των ωκεανών στην επιφάνεια και για διαφορετικά βάθη των ωκεανών αναμένεται να αυξηθούν περαιτέρω τον 21ο αιώνα, αν και ο μέσος όρος επιφάνειας θάλασσας αναμένεται να αυξηθεί με ρυθμό περίπου 30 % πιο αργό από αυτόν της μέσης

θερμοκρασίας του επιφανειακού αέρα. Τα θαλάσσια θερμά ρεύματα αναμένεται επίσης να αυξηθούν σε συχνότητα, διάρκεια, χωρική έκταση και μέγιστη ένταση ⁶.



Γραφ.2.9.: Δεκαετής μέση θερμοκρασιακή μεταβολή της επιφάνειας της θάλασσας σε διαφορετικές ευρωπαϊκές θάλασσες (1870 έως 2018). Το σχήμα δείχνει τις παγκόσμιες και περιφερειακές μέσες μεταβολές της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας σε σχέση με την αρχική γραμμή 1981-2010. Οι σταθερές γραμμές δείχνουν δορυφορικές σειρές, συνδυάζοντας δεδομένα ανάλυσης SST CCI (Sea Surface Temperature Climate Change Initiative) (έως το 2016) με το OSTIA (Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis) κοντά σε ενημερωμένα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο (έως το 2018). Η σκιασμένη περιοχή σε κάθε γράφημα υποδεικνύει το ανώτερο και το χαμηλότερο εύρος αβεβαιότητας της μακροπρόθεσμης εξέλιξης των μέσων όρων της περιοχής βάσει τριών παγκόσμιων συνόλων δεδομένων (HadSST.4.0.0.0, ERSSTv5 και HadISST) (πηγή: European Environment Agency)

2.3.2. Απώλεια μάζας ηπειρωτικών παγετώνων

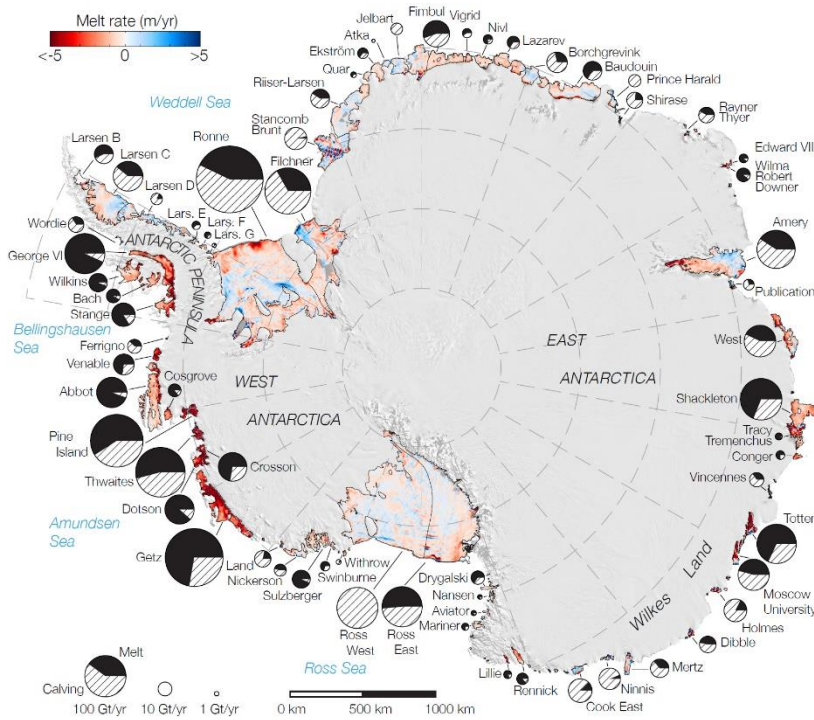
Ο Παγετώνας της Ανταρκτικής διατηρεί περίπου το 60 % του γλυκού νερού του πλανήτη. Τα θερμαινόμενα νερά των ωκεανών ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος της απώλειας μάζας των προεκτάσεων των ηπειρωτικών παγετώνων καθώς λιώνουν τα κατώτατα επίπεδα τους, σύμφωνα με μελέτη της NASA, η οποία αποτελεί και την πρώτη ολοκληρωμένη έρευνα για το σύνολο της ηπείρου.

Από το 2002, οι δίδυμοι δορυφόροι του GRACE έφτιαχναν έναν πλήρη χάρτη του βαρυτικού πεδίου της Γης κάθε 30 ημέρες. Το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του πλανήτη - η γη και ο πυρήνας του - δεν κινείται πολύ σε 30 ημέρες, σε αντίθεση με το νερό και τον πάγο, προκαλώντας μετατόπιση της βαρύτητας της Γης. Ο χερσαίος πάγος προσθέτει συνεχώς μάζα λόγω των βροχοπτώσεων και χάνει μάζα από την απορροή του λιωμένου νερού και της γέννησης πάγου στον ωκεανό. Εάν οι απώλειες είναι μεγαλύτερες από τα κέρδη, ο πάγος της ξηράς χάνει μάζα, προκαλώντας την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η μελέτη διαπίστωσε το 55 % του συνόλου της απώλειας μάζας πάγου με απώλειες 1.325 τρισεκατομμύρια κιλά πάγου ετησίως από το 2003 έως το 2008 συνέβη λόγω της τήξης. Τα δεδομένα από τους δορυφόρους δείχνουν ότι τα στρώματα πάγου τόσο στην Ανταρκτική όσο και τη Γροιλανδία χάνουν μάζα σταθερά από το 2002.

Ο προσδιορισμός του τρόπου με τον οποίο λιώνουν τα ράφια πάγου βοήθησε τους επιστήμονες να βελτιώσουν τις προβλέψεις για το πώς ανταποκρίνεται η Παγωμένη Ήπειρος σε σχέση με τους θερμαινόμενους ωκεανούς, το πώς συμβάλλει στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας βελτιώνοντας

8. IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.

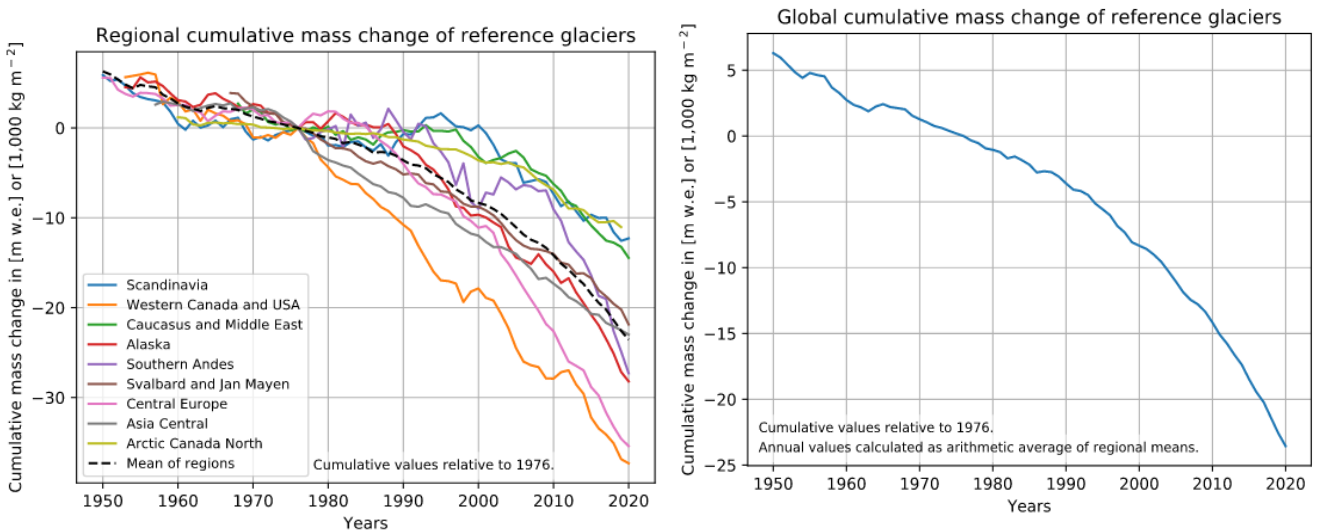
παράλληλα τα παγκόσμια μοντέλα υδάτινης κυκλοφορίας των ωκεανών παρέχοντας μια καλύτερη εκτίμηση της ποσότητας του λιωμένου πάγου γλυκού νερού που προστίθεται στα παράκτια ύδατα της.



Γραφ.2.10.: Οι τιμές του ρυθμού τήξης/ψύξης των παγετώνων της Ανταρκτικής (2009) από δεδομένα του οργάνου (MODIS) της NASA. Κάθε κυκλική γραφική παράσταση είναι ανάλογη με τη συνολική απώλεια μάζας πάγου. Το ποσοστό τήξης σημειώνεται με μαύρο χρώμα. (πηγή: NASA/JPL-Caltech/Irvine/Columbia University)

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970, η αθροιστική αλλαγή μάζας των παγετώνων των παγκόσμιων αναφοράς εκτιμάται ότι ξεπερνά τα 24 m w.e. Ο σχεδόν διπλασιασμός των ποσοστών απώλειας πάγου σε κάθε δεκαετία μέχρι σήμερα δεν αφήνει καμία αμφιβολία για τη συνεχιζόμενη κλιματική αλλαγή. Οι εκτιμήσεις

του ισοζυγίου μάζας βασίζονται σε ένα σύνολο παγκόσμιων παγετώνων αναφοράς με περισσότερα από 30 έτη συνεχούς παρατήρησης τα οποία καταρτίζονται από την Παγκόσμια Υπηρεσία Παρακολούθησης Παγετώνων (WGMS) σε ετήσιες βάσεις δεδομένων σε περισσότερες από 40 χώρες παγκοσμίως.



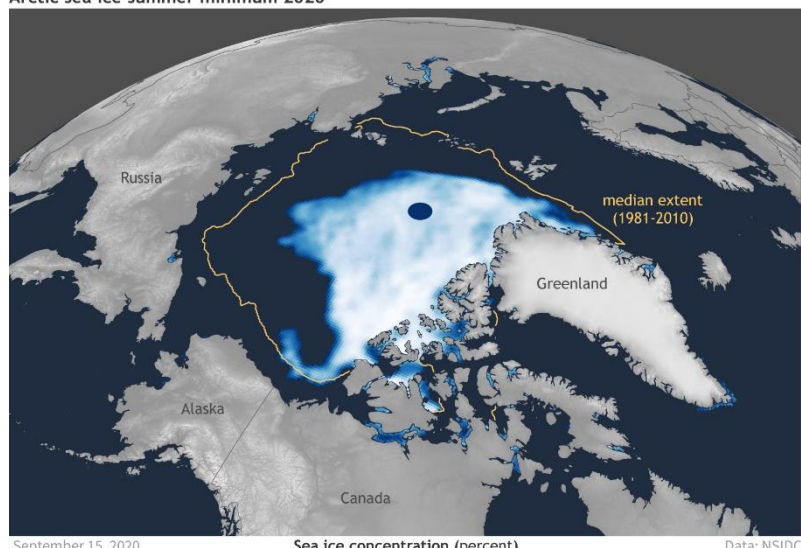
Γραφ.2.11.(αριστερά): Ετήσιο ισοζύγιο μάζας παγετώνων αναφοράς. Οι ετήσιες τιμές μεταβολής μάζας δίνονται στον άξονα γ σε μονάδα μέτρησης ισοδύναμου νερού (m w.e.) που αντιστοιχεί σε τόνους ανά τετραγωνικό μέτρο (1.000 kg m⁻²). (πηγή: WGMS)

Γραφ.2.12.(δεξιά): Αθροιστική αλλαγή μάζας παγετώνων αναφοράς. Οι αθροιστικές τιμές σε σχέση με το 1976 δίδονται στον άξονα γ στο μονάδα μέτρησης ισοδύναμου νερού (m w.e.). (πηγή: WGMS)

Ο πάγος της Αρκτικής θάλασσας μειώνεται με ρυθμό 13,1 % ανά δεκαετία, σε σχέση με τον μέσο όρο 1981 έως 2010. Η ελάχιστη έκταση του πάγου της Αρκτικής για το 2020 ήταν 3,74 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα, στις 15 Σεπτεμβρίου 2020. Αυτή ήταν η δεύτερη χαμηλότερη έκταση στις δορυφορικές καταγραφές 40 ετών. Η μέγιστη έκταση του 2021 ήταν 5,70 εκατομμύρια τετραγωνικά

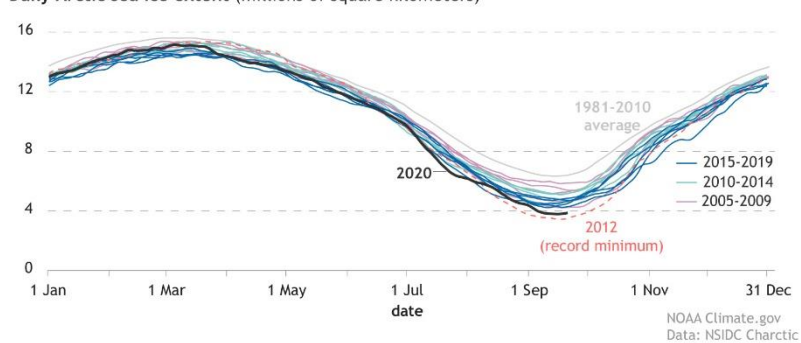
μίλια (14,77 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα), που έφτασε στις 21 Μαρτίου 2021. Αυτό ήταν το έβδομο χαμηλότερο στο δορυφορικό ρεκόρ.

Arctic sea ice summer minimum 2020



September 15, 2020 Sea ice concentration (percent) 15 100 Data: NSIDC

Daily Arctic sea ice extent (millions of square kilometers)



γραμμή είναι η μέση έκταση για το 1981-2010. (πηγή: NOAA)

Γραφ.2.14.: Γράφημα της καθημερινής έκτασης πάγου από το 2005. Τα έτη 2005-2009 είναι μωβ, το χαμηλότερο ρεκόρ 2012 ροζ, τα έτη 2010-2014 ανοιχτό πράσινο και τα έτη 2015-2019 μπλε. Η γραμμή καθημερινής έκτασης 2020 είναι μαύρη. (πηγή: NOAA)

2.3.3. Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Σε μεγάλη γεωλογική χρονική κλίμακα, οι αλλαγές στο σχήμα των ωκεάνιων λεκανών και στην κατανομή της ξηράς/θάλασσας επηρεάζουν το επίπεδο της θάλασσας. Κατά τους κύκλους της εποχής των παγετώνων των τελευταίων εκατομμυρίων ετών, η στάθμη της θάλασσας έχει μεταβληθεί κατά περισσότερο από 100 μέτρα.

Το λιώσιμο των θαλάσσιων πάγων δεν μπορεί να αυξήσει την παγκόσμια στάθμη της θάλασσας καθώς ο πάγος επιπλέει ήδη στη θάλασσα. Ωστόσο, ο πάγος των ηπειρωτικών παγετώνων και των προεκτάσεων τους στο νερό, προσθέτει νερό στα ωκεάνια ύδατα όταν λιώνει και συμβάλλει στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Το λιώσιμο των παγετώνων συμβάλλει σημαντικά στην παγκόσμια άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Για την περίοδο 2003-2009, η παγκόσμια συνεισφορά ήταν $0,71 \pm 0,08$ mm ετησίως, αντιπροσωπεύοντας το 29 ± 13 % της παρατηρούμενης αύξησης της στάθμης της θάλασσας. Το ποσοστό τις τελευταίες δύο δεκαετίες, ωστόσο, είναι σχεδόν διπλάσιο από αυτό του προηγούμενου αιώνα και επιταχύνεται ελαφρώς κάθε χρόνο.

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας τα τελευταία χρόνια προκαλείται κυρίως από δύο παράγοντες που σχετίζονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη: το πρόσθετο νερό από την τήξη των ηπειρωτικών παγετώνων και την διαστολή του θαλασσινού νερού λόγω θέρμανσης. Η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας (GMSL) έχει αυξηθεί περίπου 19 εκατοστά από το 1900, με επιταχυνόμενο

Αν και οι χειμερινές απώλειες ήταν μικρότερες από τις θερινές απώλειες, οι ειδικοί ανέφεραν ότι οι μειώσεις ήταν ακόμα σημαντικές: 2,6% ανά δεκαετία. Ανοίγει επίσης επιχειρηματικές ευκαιρίες που θα μπορούσαν να επιβαρύνουν επιπλέον το περιβάλλον, όπως η εκτεταμένη έρευνα πετρελαίου και φυσικού αερίου και το άνοιγμα νέων ναυτιλιακών οδών.

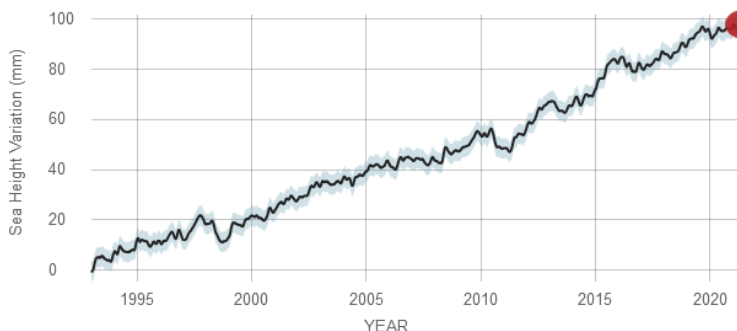
Στην Ευρώπη η συντριπτική πλειοψηφία των παγετώνων βρίσκονται σε υποχώρηση, γεγονός που αποδίδεται κυρίως στις αυξημένες καλοκαιρινές θερμοκρασίες. Οι παγετώνες στις Άλπεις έχουν χάσει περίπου το 50% του όγκου τους από το 1900, με σαφή επιτάχυνση από τη δεκαετία του 1980.

Γραφ.2.13.: Συγκέντρωση πάγου θάλασσας (γαλάζιο έως λευκό) στις 15 Σεπτεμβρίου 2020, την ημέρα της ελάχιστης θερινής έκτασης. Η κίτρινη

SATELLITE DATA: 1993-PRESENT

Data source: Satellite sea level observations.
Credit: NASA's Goddard Space Flight Center

RATE OF CHANGE
↑ **3.4**
millimeters per year

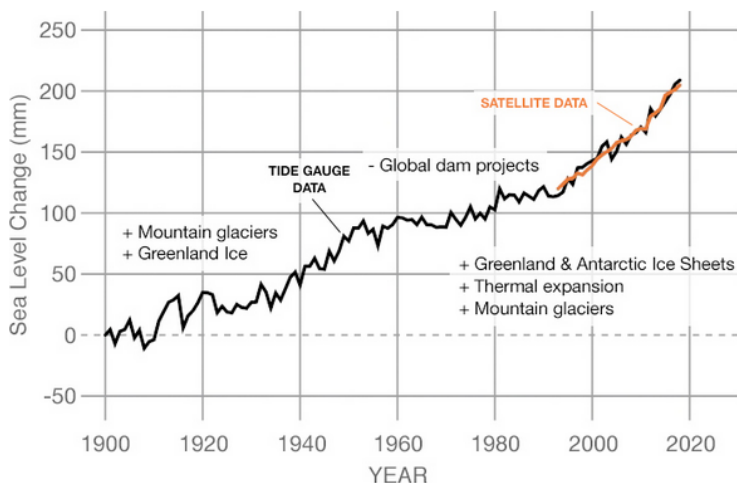


ρυθμό, φτάνοντας στην υψηλότερη τιμή του το 2019. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα συνεχιστεί και μετά το 2100 καθώς οι ωκεανοί χρειάζονται χρόνο για να ανταποκριθούν σε θερμότερες συνθήκες στην επιφάνεια της Γης. Ο Αρκτικός Ωκεανός αναμένεται να μείνει ουσιαστικά χωρίς πάγο το καλοκαίρι πριν από τα μέσα του αιώνα.

Γραφ.2.15.: Αλλαγή της στάθμης της Θάλασσας από το 1993, όπως παρατηρήθηκε από τους δορυφόρους. (πηγή: NASA)

SOURCE DATA: 1900-2018

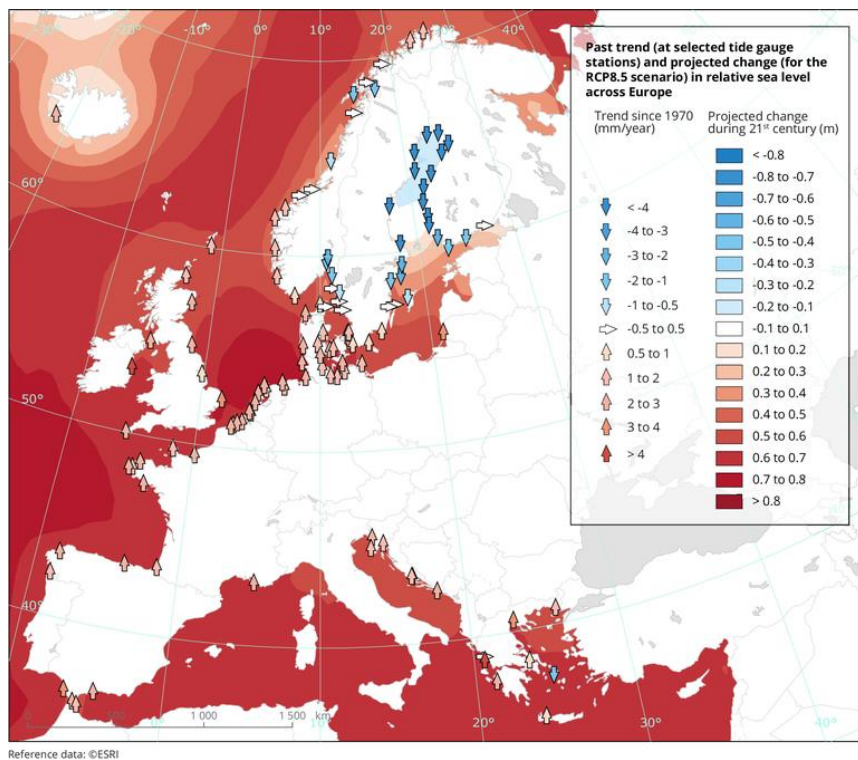
Data source: Frederikse et al. (2020)
Credit: NASA's Goddard Space Flight Center/PO.DAAC



Προβλέπεται ότι η Ευρώπη θα γνωρίσει κατά μέσο όρο 60-80 cm άνοδο της στάθμης της θάλασσας μέχρι το τέλος του αιώνα, ανάλογα με τον ρυθμό με τον οποίο λιώνει το πάγο της Ανταρκτικής. Στο μέλλον, η σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας στο μεγαλύτερο μέρος της ευρωπαϊκής ακτογραμμής αναμένεται να είναι αρκετά παρόμοια με τον παγκόσμιο μέσο όρο.

Γραφ.2.16.: Αλλαγή στάθμης της Θάλασσας (παράκτιοι μετρητές παλίρροιας και δορυφορικά δεδομένα). Τα στοιχεία με συν (+) είναι παράγοντες που προκαλούν αύξηση της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας, ενώ τα μείον (-) που προκαλούν μείωση της

στάθμης της θάλασσας. Τα στοιχεία σημειώνονται χρονικά την περίοδο που ξεκίνησαν να επηρεάζουν το επίπεδο της θάλασσας. (πηγή: NASA)



Γραφ.2.17.: Προηγούμενη τάση και προβλεπόμενη αλλαγή στη σχετική στάθμη της θάλασσας σε ολόκληρη την Ευρώπη (πηγή: European Environment Agency)

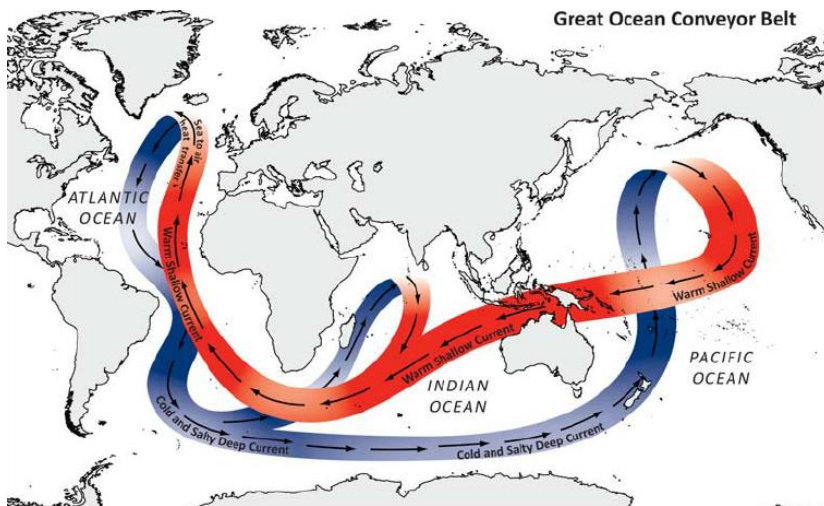
Οι περισσότερες παράκτιες ευρωπαϊκές περιοχές παρουσιάζουν αυξήσεις τόσο στην απόλυτη στάθμη της θάλασσας (όπως μετρήθηκε από δορυφόρους) όσο και στη σχετική στάθμη της θάλασσας (όπως μετρήθηκε με μετρητές παλίρροιας), με την τελευταία να έχει μεγαλύτερη σημασία για την προστασία των ακτών. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα ποσοστά μεταβολής της στάθμης της θάλασσας σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Reference data: ©ESRI

Συγκεκριμένα, τα επίπεδα της θάλασσας σε σχέση με τη στεριά κατά μήκος της βόρειας ακτής της Βαλτικής Θάλασσας και -σε μικρότερο βαθμό- οι βόρειες ακτές του Ατλαντικού βυθίζονται επειδή τα επίπεδα της γης εξακολουθούν να αυξάνονται, λόγω της μετά-παγετώδους ανάκαμψης από την τελευταία εποχή των παγετώνων και των αλλαγών στο πεδίο βαρύτητας του πάγου της Γροιλανδίας.

2.3.4. Αλλαγή των ωκεάνιων ρευμάτων

Η ποσότητα αλατιού στο νερό των ωκεανών επηρεάζει τα ρεύματα. Όσο πιο αλμυρό το νερό τόσο βαρύτερο, επομένως βυθίζεται. Η «Μεγάλη Ωκεάνια Ζώνη Μεταφοράς» μεταφέρει θερμότερο και λιγότερο αλμυρό νερό κοντά στην επιφάνεια των ωκεανών με κατεύθυνση από τον ισημερινό προς τους πόλους. Η ζέστη που μεταφέρεται βόρεια βοηθά να διατηρηθεί ο Ατλαντικός ωκεανός πιο ζεστός το χειμώνα, γεγονός που επηρεάζει ευεργετικά το κλίμα των κοντινών χωρών. Αντίστοιχα το πιο κρύο

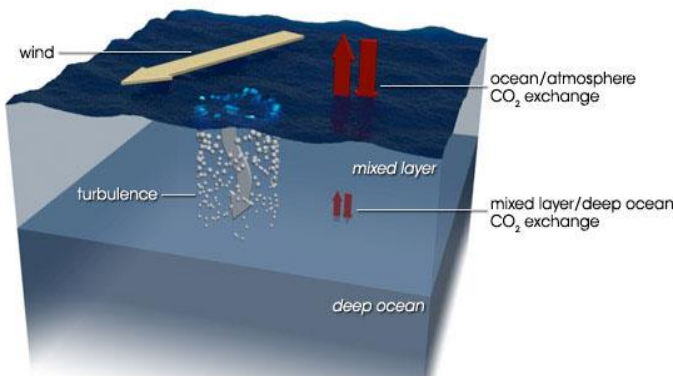


και πιο αλμυρό νερό βυθίζεται πολύ βαθιά και ρέει με κατεύθυνση από τους πόλους πίσω προς τον ισημερινό. Το νερό στον Βόρειο Ατλαντικό βυθίζεται αρκετά λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας και της υψηλής περιεκτικότητας σε αλάτι. Αν λιώσει επαρκής ποσότητα από τους ηπειρωτικούς παγετώνες στον Βόρειο Ατλαντικό, το νερό θα μπορούσε να γίνει λιγότερο αλμυρό, επομένως να επηρεάσει το φυσικό αυτό φαινόμενο.

Εικ.2.6.: Απλοποιημένη απεικόνιση της «Μεγάλης Ωκεάνιας Ζώνης Μεταφοράς» (πηγή: Broecker 1987)

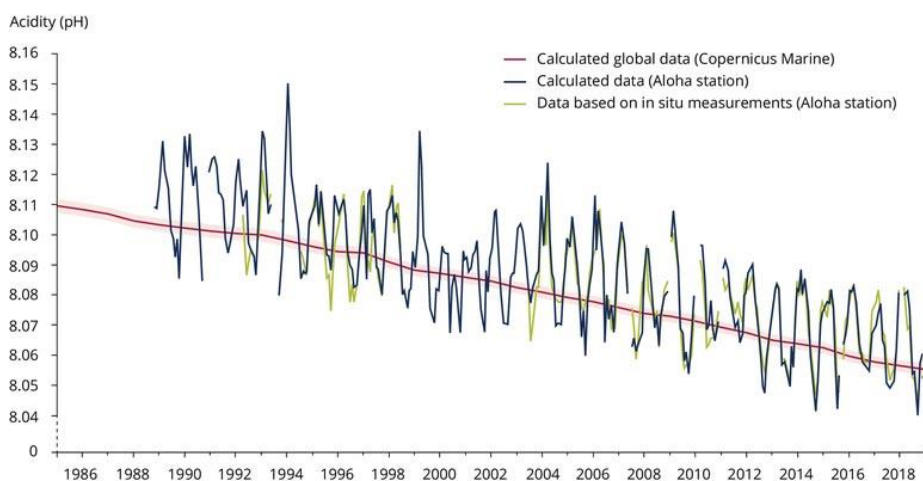
2.3.5. Οξίνιση των ωκεανών

Τα τελευταία εκατομμύρια χρόνια, το μέσο επιφανειακό pH του θαλασσινού νερού ήταν σχετικά σταθερό, ταλαντώθηκε μεταξύ 8,3, κατά τη διάρκεια ψυχρών περιόδων (π.χ. κατά το τελευταίο μέγιστο παγετώνα πριν από 20.000 χρόνια) και 8,2, κατά τη διάρκεια θερμών περιόδων (π.χ. ακριβώς πριν από τη βιομηχανική επανάσταση). Οι ραγδαίες αυξήσεις των ατμοσφαιρικών επιπέδων CO₂ λόγω των εκπομπών από ανθρώπινες δραστηριότητες απειλούν τώρα αυτή τη σταθερότητα, καθώς το εκπεμπόμενο CO₂ απορροφάται σε ποσοστό 20-30% από τον ωκεανό στην επιφάνεια όπου συναντάται με την ατμόσφαιρα. Ο άνεμος, προκαλώντας κύματα και αναταράξεις, αυξάνει τις απορροφήσιμες ποσότητες CO₂ καθώς αυξάνει την επιφάνεια επαφής και η ανάμειξη τους στα βαθύτερα επίπεδα του ωκεανού τροφοδοτεί τη θαλάσσια πανίδα εκπέμποντας πίσω οξυγόνο. Όταν το CO₂ απορροφάται από το θαλασσινό νερό, συμβαίνουν χημικές αντιδράσεις που μειώνουν το pH του θαλασσινού νερού δηλαδή γίνεται πιο όξινο, τη συγκέντρωση ανθρακικών ιόντων και τις καταστάσεις κορεσμού βιολογικά σημαντικών ανθρακικών ανόργανων μεταλλευμάτων.



Εικ.2.7.: Ο μηχανισμός απορρόφησης CO₂ από τα ωκεάνια ύδατα (πηγή: NASA)

Το pH της επιφάνειας του ωκεανού μειώθηκε από 8,2 σε κάτω από 8,1 κατά τη βιομηχανική εποχή ως αποτέλεσμα της αύξησης των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων CO₂. Αυτή η πτώση αντιστοιχεί σε αύξηση της οξύτητας περίπου 30%.



Γραφ.2.18.: Μείωση του pH του ωκεανού (σταθμός Aloha) και ετήσιο μέσο pH επιφανειακού θαλασσινού νερού σε παγκόσμια κλίμακα (πηγή: Copernicus Marine)

Η παγκόσμια ετήσια μέση συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα ξεπέρασε τα 400 ppm το 2016, 40% πάνω από το προ-βιομηχανικό επίπεδο (280 ppm). Το μισό αυτής της

αύξησης συνέβη από τη δεκαετία του 1980. Κατά την ίδια περίοδο, το pH του ωκεανού μειώθηκε από 8,11 σε κάτω από 8,06, που αντιστοιχεί σε περίπου 30% αύξηση της οξύτητας. Αυτή η μείωση εμφανίστηκε με ρυθμό περίπου 100 φορές ταχύτερη από οποιαδήποτε αλλαγή στην οξύτητα που παρατηρήθηκε τα τελευταία 55 εκατομμύρια χρόνια. Ο σταθμός Aloha στην ανοικτή θάλασσα της Χαβάης διαθέτει τη μεγαλύτερη χρονική σειρά μετρημένων τιμών pH.

Η μείωση του pH που μετράται σε επιφανειακά βάθη έως 100 m είναι συνεπής με εκείνη που υπολογίζεται από τις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις CO₂, υποθέτοντας θερμοδυναμική ισορροπία μεταξύ της επιφάνειας του ωκεανού και της ατμόσφαιρας. Οι βορειότερες θάλασσες, δηλαδή οι θάλασσες της Νορβηγίας και της Γροιλανδίας, έχουν σημειώσει σημαντικά μεγαλύτερη μείωση του pH από τον παγκόσμιο μέσο όρο.

Το μέσο pH του ανοιχτού ωκεανού επιφάνειας αναμένεται να μειωθεί περαιτέρω, με τη μεγαλύτερη αναμενόμενη πτώση να υπερδιπλασιάζει την οξύτητα. Χωρίς ουσιαστικές μειώσεις στις εκπομπές CO₂, θα χρειαστούν χιλιάδες χρόνια για να επανέλθει το σύστημα της Γης σε ισορροπημένες χημικές συνθήκες του ωκεανού και να ανακάμψει από την ανθρωπογενή οξίνιση.

2.3.6. Απειλή για τη βιοποικιλότητα του πλανήτη

Η κλιματική αλλαγή έχει άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στα είδη και τα οικοσυστήματα. Οι άμεσες επιπτώσεις περιλαμβάνουν αλλαγές στη φαινολογία, την αφθονία και την κατανομή των ειδών, τη σύνθεση της κοινότητας, τη δομή των οικοτόπων και τις διαδικασίες του οικοσυστήματος.

Η κλιματική αλλαγή οδηγεί επίσης σε έμμεσες επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα μέσω αλλαγών στις χρήσεις γης και άλλων πόρων. Αυτές μπορεί να είναι πιο επιζήμιες από τις άμεσες επιπτώσεις λόγω της κλίμακας, του εύρους και της ταχύτητάς τους και περιλαμβάνουν κατακερματισμό και απώλεια οικοτόπων, εξάπλωση διεισδυτικών ειδών κ.α. Πολλά είδη που ζουν στην ξηρά ή σε γλυκά και θαλασσινά νερά έχουν ήδη μετακινηθεί σε νέες περιοχές. Ορισμένα είδη φυτών και ζώων θα αντιμετωπίσουν υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης εάν η μέση θερμοκρασία της γης εξακολουθήσει να αυξάνεται ανεξέλεγκτα. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες αναμένεται επίσης να προκαλέσουν αλλαγή στη γεωγραφική κατανομή των κλιματικών ζωνών, επηρεάζοντας την κατανομή και την αφθονία πολλών φυτικών και ζωικών ειδών.

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει σημαντικά τη φυσική και βιολογική σύνθεση των ωκεανών. Οι μεταβολές της θερμοκρασίας και της κυκλοφορίας των ωκεανών έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν τη γεωγραφική κατανομή των ψαριών, ενώ επηρεάζονται δραματικά τα οικοσυστήματα των κοραλλιογενών υφάλων. Η θερμική καταπόνηση λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας των υδάτων συμβάλλει στη λεύκανση των κοραλλιών και στις μολυσματικές ασθένειες. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας οδηγεί σε αύξηση της καθίζησης για υφάλους που βρίσκονται κοντά σε χερσαίες πηγές ιζημάτων. Ισχυρότερες και συχνότερες καταιγίδες μπορούν να προκαλέσουν την καταστροφή των κοραλλιογενών υφάλων. Η αυξημένη απορροή γλυκού νερού, ιζημάτων και ρύπων από τη γη

συμβάλλουν στην άνθηση φυκιών και προκαλούν θολές συνθήκες νερού που μειώνουν το φως. Η οξίνιση των ωκεανών μειώνει την ανάπτυξη των κοραλλιών και τη δομική ακεραιότητα των κελυφών τους. Μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα, οι κοραλλιογενείς ύφαλοι μπορεί να διαβρωθούν γρηγορότερα από ότι μπορούν να ξαναχτιστούν. Αυτό θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα αυτών των οικοσυστημάτων και ίσως να επηρεάσει το εκτιμώμενο ένα εκατομμύριο είδη που εξαρτώνται από τον βιότοπο των κοραλλιογενών υφάλων.



Μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα, οι κοραλλιογενείς ύφαλοι μπορεί να διαβρωθούν γρηγορότερα από ότι μπορούν να ξαναχτιστούν. Αυτό θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα αυτών των οικοσυστημάτων και ίσως να επηρεάσει το εκτιμώμενο ένα εκατομμύριο είδη που εξαρτώνται από τον βιότοπο των κοραλλιογενών υφάλων.

Εικ.2.8.: Το φαινόμενο της «λεύκανσης» των κοραλλιών λόγω αύξησης της θερμοκρασίας (πηγή: NASA)

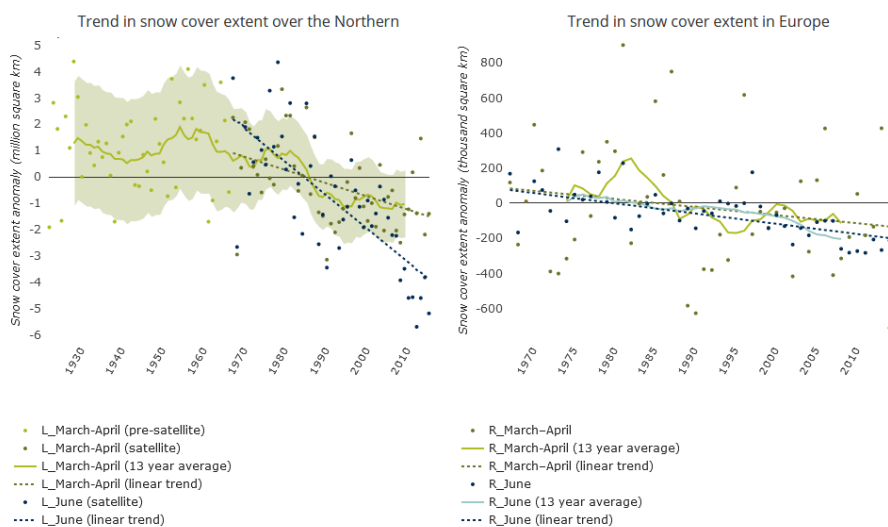
2.3.7. Μειωμένη χιονοκάλυψη

Το χιόνι και ο πάγος καλύπτουν τις περισσότερες πολικές περιοχές της Γης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αλλά η κάλυψη σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη εξαρτάται από την εποχή και το υψόμετρο. Οι δορυφορικές παρατηρήσεις αποκαλύπτουν ότι η ποσότητα της ανοιξιάτικης κάλυψης χιονιού στο βόρειο ημισφαίριο έχει μειωθεί τις τελευταίες πέντε δεκαετίες και το χιόνι λιώνει νωρίτερα. Το χιόνι παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος: αντανακλά το εισερχόμενο ηλιακό φως πίσω στο διάστημα, δροσιζοντας τον πλανήτη. Η μάζα χιονιού (δηλαδή η ποσότητα νερού που περιέχει το χιόνι) είναι μια σημαντική μεταβλητή, καθώς επηρεάζει το ρόλο του χιονιού στον υδρολογικό κύκλο. Το λιώσιμο του εποχιακού χιονιού όπως και των παγετώνων παρέχει νερό για πόση και άρδευση καλλιεργειών ενώ ενυδατώνει το έδαφος, μειώνοντας τον κίνδυνο πυρκαγιάς.

Η έκταση της ξηράς είναι μεγαλύτερη, επομένως και η κάλυψη του χιονιού είναι πιο μεταβλητή στο βόρειο ημισφαίριο παρά στο νότιο ημισφαίριο, έχοντας μειωθεί σημαντικά τα τελευταία 90 χρόνια, με τις περισσότερες μειώσεις να σημειώνονται από το 1980. Κατά την περίοδο 1967–2015, η έκταση της χιονοκάλυψης στο βόρειο ημισφαίριο μειώθηκε κατά 7 % κατά μέσο όρο τον Μάρτιο-Απρίλιο και κατά 47 % τον Ιούνιο. Οι παρατηρούμενες μειώσεις στην Ευρώπη είναι ακόμη μεγαλύτερες, στο 13 % για τον Μάρτιο-Απρίλιο και 76 % για τον Ιούνιο.

Οι μειώσεις της έκτασης της χιονοκάλυψης προκαλούνται από την πρόωρη έναρξη της τήξης και τη μικρότερη διάρκεια της περιόδου του χιονιού. Από το 1972, η διάρκεια της σεζόν του χιονιού κατά μέσο όρο στο Βόρειο Ημισφαίριο μειώθηκε κατά πέντε ημέρες ανά δεκαετία, αλλά με σημαντική περιφερειακή διακύμανση. Η διάρκεια της περιόδου του χιονιού μειώθηκε έως και 25 ημέρες στη δυτική, βόρεια και

ανατολική Ευρώπη λόγω της πρόωμης τήξης της άνοιξης, ενώ αυξήθηκε έως και 15 ημέρες στη νοτιοανατολική Ευρώπη λόγω της πρόωμης έναρξης της περιόδου του χιονιού.



Γραφ.2.19 - 2.20.: Τάση χιονοκάλυψης 1930-2019 – Εστίαση στην περίοδο μετά 1966 από δορυφορικά δεδομένα (πηγή: European Environment Agency)

Note:

- Left chart: Satellite observations were converted to monthly information. Yearly anomalies calculated relative to the 1971-2000 average as in Brown and Robinson (2011). Smoothing used a 13-year centred running average. The 95% confidence intervals also smoothed in the same way.
- Right chart: Satellite-derived maps of changes in snow cover extent (SCE) since late 1966. The Rutgers Snow lab maintains consistent data and regularly updates available information. SCE data since 1966 for the Northern hemisphere are regularly updated and downloadable. The analysis for the EEA region was conducted manually by Rutgers.

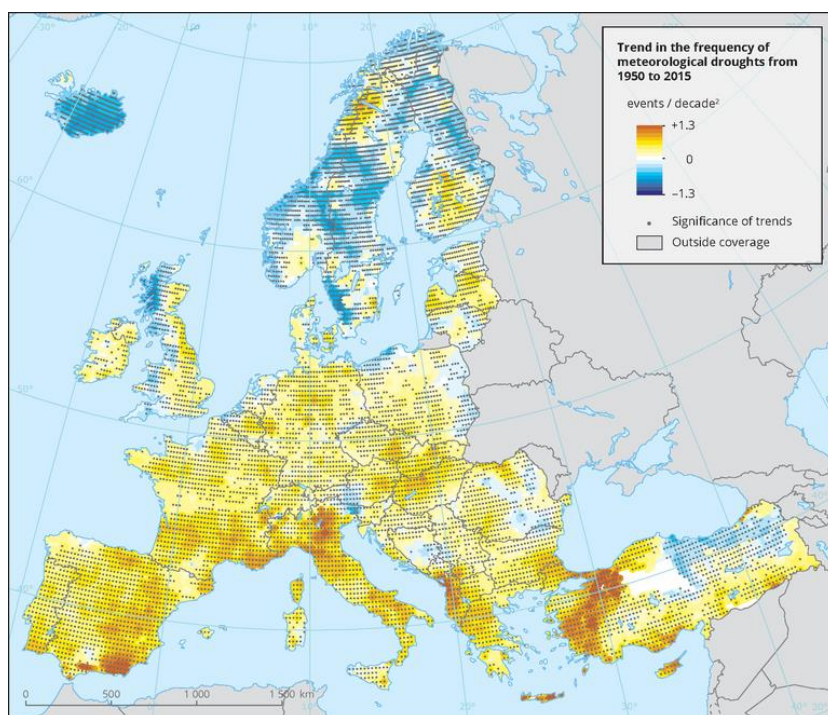
2.3.8. Αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης

Το νερό μπορεί να πάρει πολλά μονοπάτια καθώς ταξιδεύει σε όλο τον πλανήτη. Για παράδειγμα, το νερό βρίσκεται στην ατμόσφαιρα για μόλις 8 έως δέκα ημέρες, αλλά μπορεί να μείνει στο έδαφος για 1 έως 2 μήνες και ως εποχιακό χιόνι για 2 έως 6 μήνες. Μπορεί να παραμείνει κλειδωμένο σε έναν παγετώνα ως πάγος για 20 έως 100 χρόνια, στους ωκεανούς για 3.000 χρόνια ή να αποθηκευτεί σε βαθιά υπόγεια ύδατα για 10.000 χρόνια.

Μία από τις πέντε θεμελιώδεις διαδικασίες στον κύκλο του νερού, η εξάτμιση, περιλαμβάνει τη μετατροπή του νερού από υγρό σε αέριο. Ο Ήλιος ρυθμίζει πόσο νερό εξατμίζεται, συμπυκνώνεται, πέφτει ως βροχόπτωση, απορροφάται από το έδαφος και τρέχει ή ρέει πάνω από τη γη. Περίπου το 29 % της εισερχόμενης ενέργειας του ήλιου αντανακλάται απευθείας πίσω στο διάστημα (από την ατμόσφαιρα και τις φωτεινές επιφάνειες του εδάφους) και ένα άλλο 23 % απορροφάται από την ατμόσφαιρά μας. Αυτό αφήνει το 48 % να απορροφηθεί από την επιφάνεια της γης και το νερό.

Περίπου το 70 % της Γης καλύπτεται από νερό και το μεγαλύτερο μέρος αυτού (97%) βρίσκεται στους ωκεανούς. Το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό εξάτμισης σε παγκόσμιο επίπεδο είναι λογικό να συμβαίνει πάνω από τον ωκεανό με το μεγαλύτερο μέρος αυτού του νερού να επιστρέφει σε αυτόν ως βροχόπτωση. Μόνο περίπου το 22 % μεταφέρεται προς την ξηρά για να πέσει ως βροχή ή χιόνι.

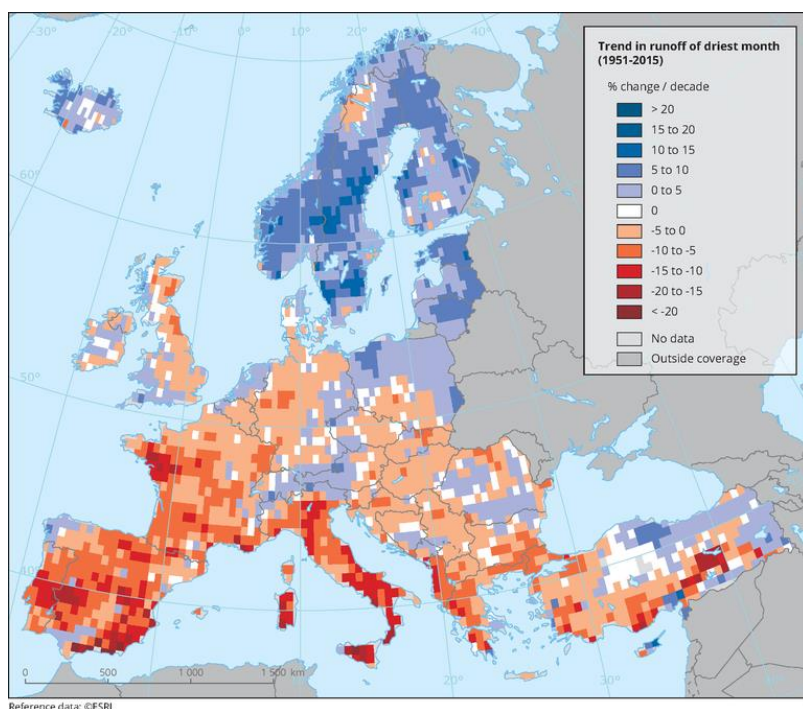
Ο ζεστός αέρας μπορεί να συγκρατήσει περισσότερη υγρασία από τον κρύο αέρα. Αυτό συμβαίνει επειδή σε υψηλότερες θερμοκρασίες, εξατμίζονται περισσότερα υγρά μόρια νερού, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχουν περισσότεροι υδρατμοί. Η πρόσθετη θερμότητα στην ατμόσφαιρα και τους ωκεανούς λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη τροφοδοτεί εντονότερα καιρικά φαινόμενα και ισχυρές βροχοπτώσεις σε ορισμένες περιοχές, αλλά και περιορισμό των υδάτινων πόρων σε άλλες.



Η ξηρασία είναι ένα ασυνήθιστο και προσωρινό έλλειμμα στη διαθεσιμότητα νερού που προκαλείται από έλλειψη βροχοπτώσεων και αυξημένη εξάτμιση λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Πολλές κεντρικές και νότιες ευρωπαϊκές περιοχές αντιμετωπίζουν ήδη συχνότερες, σοβαρές και μεγαλύτερης διάρκειας ξηρασίες, με την περιοχή της Μεσογείου να επηρεάζεται εντονότερα, με πολύ αρνητικές επιπτώσεις στη γεωργία, τη δασοκομία, το νερό, τη βιοποικιλότητα.

Γραφ.2.21.: Τάση στη συχνότητα των μετεωρολογικών ξηρασιών στην Ευρώπη (1950-2015) (πηγή: European Environment Agency)

Παράλληλα για τις περισσότερες ευρωπαϊκές περιοχές προβλέπεται όλο και πιο έντονη ξηρασία ροής ποταμών, εκτός από την κεντροανατολική και τη βορειοανατολική Ευρώπη. Η ελάχιστη απορροή έχει μειωθεί στη νότια Ευρώπη και το μεγαλύτερο μέρος της κεντρικής Ευρώπης, ενώ έχει αυξηθεί στη βόρεια Ευρώπη. Χωρικά συνεπείς τάσεις παρατηρήθηκαν στις χαμηλές ροές ποταμών και αποδόθηκαν στην ανθρωπογενή κλιματική αλλαγή.



Γραφ.2.22.: Τάσεις της απορροής κατά τη διάρκεια του πιο ξηρού μήνα (1950-2015) με βάση το σύνολο δεδομένων E-RUN (πηγή: European Environment Agency)

2.3.9. Διαθεσιμότητα και ποιότητα γλυκού νερού

Οι ποταμοί της Ευρώπης προέρχονται γενικά από ορεινές περιοχές και το 40% του γλυκού νερού της Ευρώπης προέρχεται από τις Άλπεις. Ωστόσο, οι αλλαγές στη δυναμική του χιονιού και των παγετώνων και τα πρότυπα βροχοπτώσεων μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα διαθεσιμότητας γλυκού νερού σε όλη την Ευρώπη.

Οι αλλαγές στις ροές των ποταμών λόγω ξηρασίας επηρεάζουν την εσωτερική ναυσιπλοΐα και την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Οι προβλεπόμενες αυξήσεις στην άντληση και χρήση του νερού, ιδίως για τη γεωργία, θα επιδεινώσουν τις ελάχιστες χαμηλές ροές σε πολλές περιοχές της Μεσογείου, οδηγώντας σε αυξημένες πιθανότητες έλλειψης νερού λόγω μειωμένης διαθεσιμότητας και αυξημένης ζήτησης. Οι αλλαγές που θα προκύψουν θα επηρεάσουν πολλές χερσαίες και θαλάσσιες περιοχές και πολλά διαφορετικά φυσικά περιβάλλοντα και είδη. Παράλληλα οι αλλαγές στο κλίμα, που έχουν αυξήσει τις θερμοκρασίες των ποταμών και των λιμνών, επηρεάζουν τη συνολική υγεία των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς οι υδρόβιοι οργανισμοί έχουν ένα συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών που μπορούν να ανεχτούν. Τέτοιες συνθήκες ενθαρρύνουν την ανάπτυξη τοξικών φυκιών και βακτηρίων, επιδεινώνοντας το πρόβλημα της λειψυδρίας. Η αύξηση των φαινομένων με ξαφνικές ακραίες βροχοπτώσεις είναι επίσης πιθανό να επηρεάσει την ποιότητα και την ποσότητα του διαθέσιμου γλυκού νερού, καθώς τα νερά της βροχής μπορούν να προκαλέσουν ακάθαρτα λύματα να εισέλθουν στα επιφανειακά ύδατα.

2.3.10. Ακραία καιρικά φαινόμενα

Οι χώρες της νότιας και κεντρικής Ευρώπης πλήττονται όλο και πιο συχνά από κύματα καύσωνα, δασικές πυρκαγιές και ξηρασίες. Η λειψυδρία στις περιοχές της Μεσογείου αυξάνεται συνεχώς με αποτέλεσμα να μεγαλώνουν οι κίνδυνοι ξηρασίας και ανεξέλεγκτων πυρκαγιών. Η Βόρεια Ευρώπη δέχεται μεγαλύτερες ποσότητες βροχοπτώσεων και οι πλημμύρες γίνονται σύνηθες φαινόμενο τον χειμώνα. Οι αστικές περιοχές, όπου ζουν σήμερα 4 στους 5 Ευρωπαίους, εκτίθενται σε καύσωνες, πλημμύρες ή στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, αλλά δεν είναι κατάλληλα προετοιμασμένες για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Περίπου το ένα τρίτο του πληθυσμού της ΕΕ ζει σε απόσταση 50 χιλιομέτρων από την ακτή και οι περιοχές αυτές παράγουν πάνω από το 30% του συνολικού ΑΕΠ της Ένωσης.

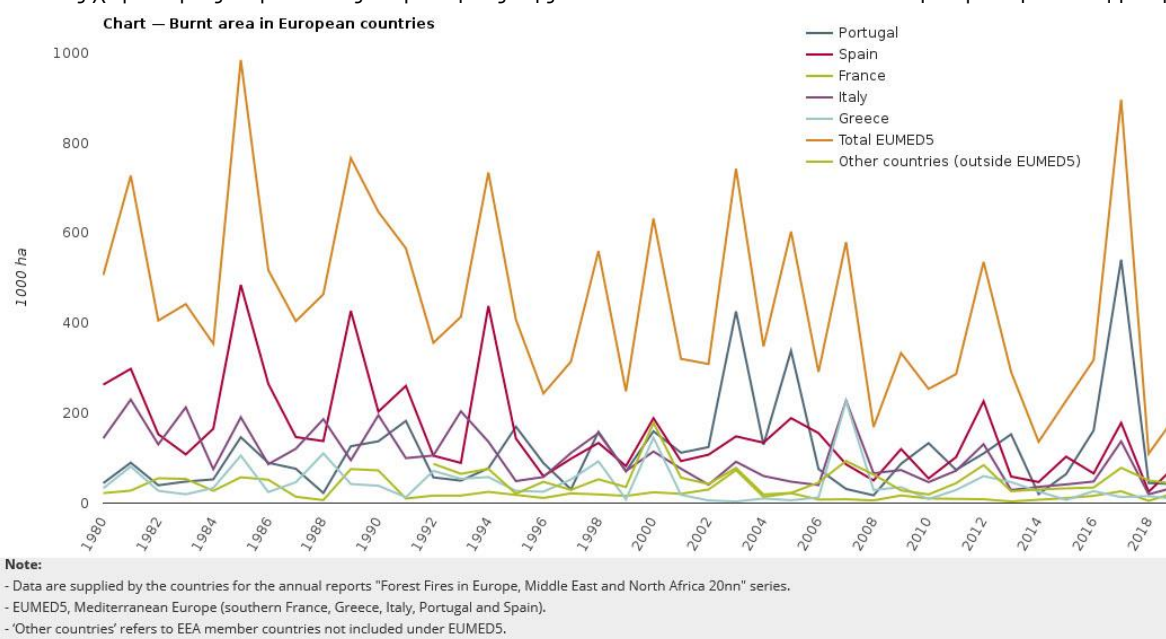
Τα δεδομένα παρατήρησης δείχνουν μια συνεχή αύξηση των ακραίων θερμοκρασιών πάνω από τη στεριά. Τα πιο έντονα κύματα καύσωνα χαρακτηρίζονται από τη διατήρηση των εξαιρετικά υψηλών θερμοκρασιών τη νύχτα. Σε παγκόσμια κλίμακα, οι ζεστές μέρες και νύχτες, καθώς και τα κύματα καύσωνα, έχουν γίνει πιο συχνά τις τελευταίες δεκαετίες. Η αύξηση των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών ήταν γενικά ταχύτερη από την αύξηση της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας. Στην Ευρώπη, από τη δεκαετία του 1950, μεγάλες περιοχές υπέστησαν έντονα και μεγάλα κύματα καύσωνα, με αξιοσημείωτες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και τα κοινωνικοοικονομικά συστήματα. Ο αριθμός των ασυνήθιστα ζεστών ημερών αυξήθηκε έως και 10 ημέρες ανά δεκαετία μεταξύ 1960 και 2018 στο

μεγαλύτερο μέρος της νότιας Ευρώπης και της Σκανδιναβίας. Οι πιο σοβαροί κίνδυνοι για την υγεία προβλέπονται για λεκάνες ποταμών χαμηλού υψομέτρου στη νότια Ευρώπη και για τις ακτές της Μεσογείου, όπου βρίσκονται πολλά πυκνοκατοικημένα αστικά κέντρα.

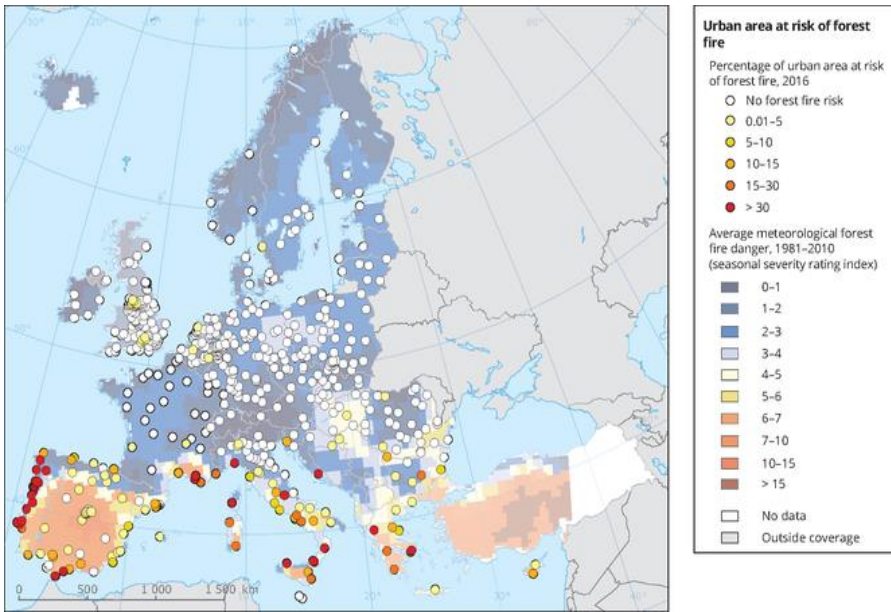
Οι έντονες ξηρασίες δημιουργούν ιδανικές συνθήκες για πυρκαγιές. Τα ξηρά δέντρα και η βλάστηση παρέχουν καύσιμη ύλη, ενώ η χαμηλή υγρασία του εδάφους και του αέρα διευκολύνει τη γρήγορη εξάπλωση των πυρκαγιών. Σε αυτές τις συνθήκες, μια σπύθα από κεραυνό, ηλεκτρικές βλάβες, ανθρώπινο λάθος ή εμπρησμό μπορεί γρήγορα να ξεφύγει από τον έλεγχο. Τα τελευταία χρόνια, οι δασικές πυρκαγιές έχουν επηρεάσει περιοχές στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη που δεν είναι συνήθως επιρρεπείς σε πυρκαγιές και το 2018, περισσότερες χώρες από ποτέ υπέστησαν μεγάλες πυρκαγιές, που συμπίπτουν με ρεκόρ ξηρασιών και καύσωνα. Στις περισσότερες ευρωπαϊκές περιοχές προβλέπεται επέκταση των πυρόπληκτων περιοχών και μεγαλύτερες περιόδους πυρκαγιών, επομένως απαιτούνται πρόσθετα μέτρα προσαρμογής.

Οι συχνές και μεγάλης κλίμακας πυρκαγιές έχουν καταστροφικές συνέπειες στην ποιότητα του αέρα, του εδάφους και των υδάτων και στη βιοποικιλότητα. Απειλούν επίσης τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, καθώς απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου. Σε κατοικημένες περιοχές προκαλούν απώλειες ανθρώπινων ζώων και υποδομών.

Για την παρακολούθηση των τάσεων στις δασικές πυρκαγιές, το Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφοριών για τις Δασικές Πυρκαγιές (EFFIS), το οποίο διαχειρίζεται το Κοινό Κέντρο Ερευνών αναφέρει τον αριθμό των πυρκαγιών και την καμένη έκταση. Μακροχρόνιες καταγραφές ξεκινούν το 1980 και είναι διαθέσιμες για τη Μεσογειακή Ευρώπη - νότια Γαλλία, Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία και Ισπανία (EUMED5). Η καμένη περιοχή EUMED5 μειώθηκε ελαφρώς από το 1980, με εξαίρεση την Πορτογαλία. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλη διαχρονική μεταβλητότητα, που καθορίζεται έντονα από τις μετεωρολογικές συνθήκες. Για παράδειγμα, η καμένη περιοχή το 2017 ήταν η δεύτερη μεγαλύτερη που έχει καταγραφεί, κυρίως λόγω των πρωτοφανούς πυρκαγιών στην Πορτογαλία, ενώ η καμένη περιοχή το 2018 ήταν η χαμηλότερη που έχει καταγραφεί. Περισσότερες χώρες υπέστησαν μεγάλες δασικές πυρκαγιές το 2018 από ποτέ πριν, συμπεριλαμβανομένης της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης, περιοχών που δεν επηρεάστηκαν συνήθως από πυρκαγιές στο παρελθόν. Για παράδειγμα, η Σουηδία γνώρισε τις χειρότερες περιόδους πυρκαγιών της το 2018 και απαιτούσε διεθνή πυροσβεστική βοήθεια.



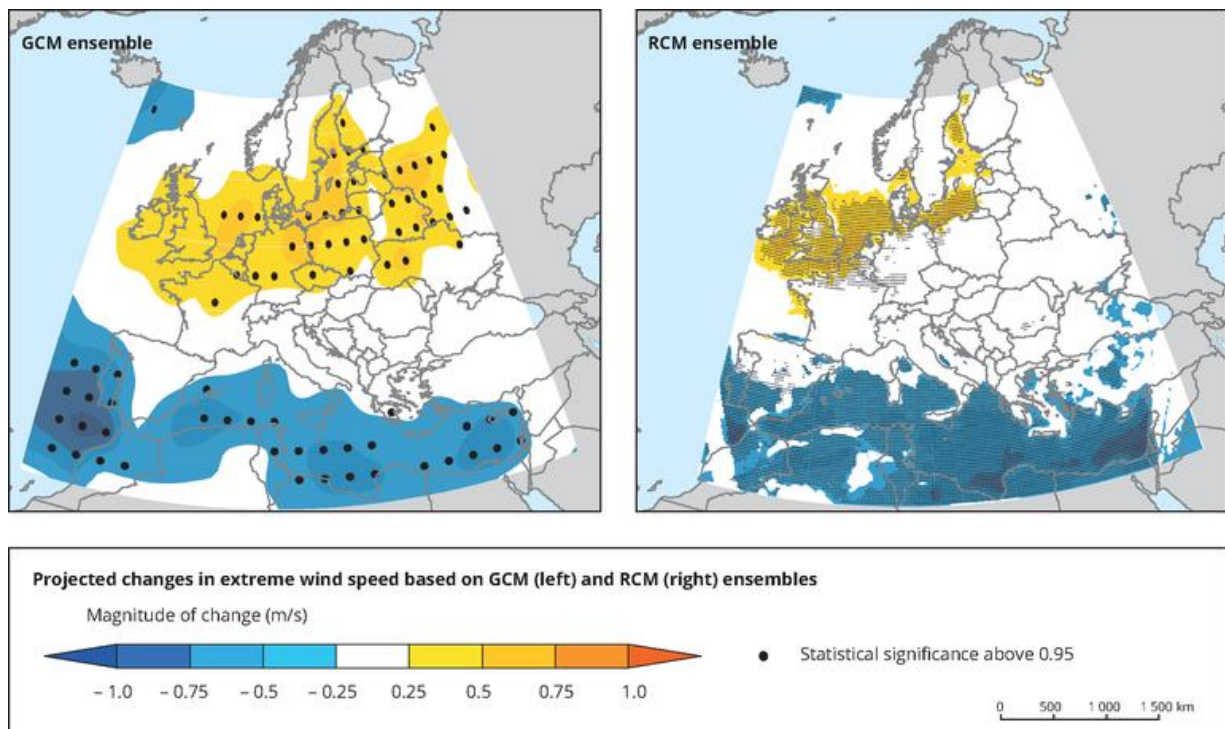
Γραφ.2.23.: Έκταση καμένων περιοχών σε ευρωπαϊκές χώρες εστιασμένη στις EUMED5 (1980-2019) (πηγή: European Environment Agency)



Πολλά από τα πρόσφατα επεισόδια ακραίων πυρκαγιών και τις καταστροφικές περιόδους πυρκαγιών στην Ευρώπη προκλήθηκαν από σοβαρές καιρικές συνθήκες, με ρεκόρ ξηρασιών και καύσωνα που σημειώθηκαν την άνοιξη και το καλοκαίρι του 2017 και του 2018.

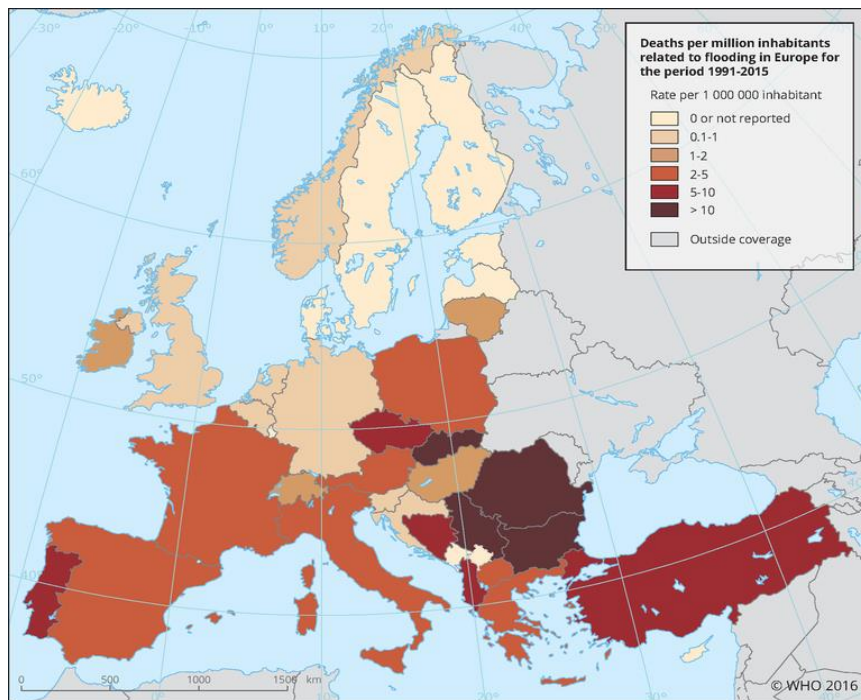
Γραφ.2.24.: Αστικές (τελείες) και δασικές περιοχές κινδύνου πυρκαγιών (χρωματισμός) (πηγή: European Environment Agency)

Η ένταση, η συχνότητα και η διάρκεια των τυφώνων του Βόρειου Ατλαντικού, καθώς και η συχνότητα των ισχυρότερων τυφώνων (κατηγορίας 4 και 5), έχουν αυξηθεί από τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Τις επόμενες δεκαετίες, οι καταιγίδες και οι παλίρροιες θα μπορούσαν να συνδυαστούν με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και την καθίζηση της γης για να αυξήσουν περαιτέρω τις πλημμύρες σε πολλές περιοχές. Πρόσφατες μελέτες σχετικά με τις αλλαγές στα ίχνη χειμερινών καταιγίδων γενικά προβάλλουν μια επέκταση ανατολικά της διαδρομής καταιγίδων του Βόρειου Ατλαντικού προς την κεντρική Ευρώπη και τα Βρετανικά Νησιά. Οι προσομοιώσεις κλιματικής αλλαγής δείχνουν αποκλίνουσες προβολές σχετικά με τις αλλαγές στον αριθμό των χειμερινών καταιγίδων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες συμφωνούν ότι ο κίνδυνος σοβαρών χειμερινών καταιγίδων, και πιθανώς σοβαρών φθινοπωρινών καταιγίδων, θα αυξηθεί για τον Βόρειο Ατλαντικό και τη βόρεια, βορειοδυτική και κεντρική Ευρώπη κατά τον 21ο αιώνα. Μελέτες δείχνουν αποκλίνοντα αποτελέσματα σχετικά με τις αλλαγές στον αριθμό των καταιγίδων σε ολόκληρη την Ευρώπη, αλλά γενικά συμφωνούν σε αυξήσεις των ισχυρότερων, πιο επιζήμιων καταιγίδων στις περισσότερες ευρωπαϊκές περιοχές.



Γραφ.2.21.: Προβλεπόμενες αλλαγές στην ακραία ταχύτητα του ανέμου (πηγή: European Environment Agency)

Οι παρατηρούμενες αυξήσεις των ισχυρών βροχοπτώσεων και των ακραίων επιπέδων των παράκτιων υδάτων έχουν αυξήσει τον κίνδυνο πλημμυρών ποταμών και παράκτιων περιοχών σε πολλές ευρωπαϊκές περιοχές. Η πλημμύρα των ποταμών αποτελεί συνηθισμένη φυσική καταστροφή στην Ευρώπη, η οποία, μαζί με τις καταιγίδες, έχει οδηγήσει σε θανάτους, πλήττει εκατομμύρια ανθρώπους και έχει προκαλέσει τεράστιες οικονομικές απώλειες τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Ελλείψει πρόσθετης προσαρμογής, οι προβλεπόμενες αυξήσεις των ακραίων βροχοπτώσεων και της στάθμης της θάλασσας θα αυξήσουν σημαντικά τους κινδύνους για την υγεία που σχετίζονται με τις πλημμύρες ποταμών και παράκτιων περιοχών στην Ευρώπη.



Γραφ.2.26.: Θάνατοι/ εκατ. κατοίκων που σχετίζονται με πλημμύρες στην Ευρώπη (1991-2015)(πηγή: World health Organization)

Οι εκτιμήσεις για την Ευρωπαϊκή Περιφέρεια του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) βασίζονται σε συνδυασμό δεδομένων από τη Βάση Έκτακτων Εκδηλώσεων (EM-DAT) και το Παρατηρητήριο Πλημμυρών του Ντάρτμουθ (DFO) δείχνουν ότι παράκτιες και εσωτερικές πλημμύρες σκότωσαν περισσότερους από 2000 ανθρώπους και επηρέασαν 8,7 εκατομμύρια την περίοδο 2000–2014. Οι

μεγαλύτεροι αριθμοί θανάτων βρίσκονται στη νοτιοανατολική, την ανατολική και την κεντρική Ευρώπη. Εάν δεν ληφθούν πρόσθετα μέτρα προσαρμογής, ο αριθμός των ανθρώπων που πλήττονται από τις πλημμύρες των ακτών στην ΕΕ στα τέλη του 21ου αιώνα θα κυμαίνεται από 775 000 έως 5,5 εκατομμύρια άτομα ετησίως, ανάλογα με το σενάριο εκπομπών.

2.3.11. Υποβάθμιση του εδάφους

Ακραίες βροχοπτώσεις, γρήγορο λιώσιμο χιονιού ή πάγου, υψηλές απορρίψεις ποταμών και αυξημένες ξηρασίες είναι όλα γεγονότα που σχετίζονται με το κλίμα και επηρεάζουν την υποβάθμιση του εδάφους. Η αποψίλωση των δασών και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες παίζουν επίσης ρόλο. Τα αλατούχα εδάφη αναμένεται να αυξηθούν στις παράκτιες περιοχές ως αποτέλεσμα της εισβολής αλμυρού νερού από τη θάλασσα λόγω της περιοδικής αύξησης της στάθμης της θάλασσας και των χαμηλών απορρίψεων ποταμών. Μεταξύ άλλων πιθανών επιπτώσεων, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αναμένεται να μειώσει την ποσότητα του διαθέσιμου γλυκού νερού, καθώς το θαλασσινό νερό εισχωρεί περαιτέρω στους υπόγεια υδάτινα αποθέματα.

2.3.12. Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις

Οι σημαντικότερες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τη μελλοντική κλιματική αλλαγή περιλαμβάνουν:

- Αύξηση της θνησιμότητας και νοσηρότητας λόγω καύσωνα και αντίστοιχη μείωση λόγω χειμερινού κρυολογήματος.
- Αύξηση του κινδύνου δυστυχημάτων και ευρύτερες επιπτώσεις από ακραία καιρικά φαινόμενα (πλημμύρες, πυρκαγιές και καταιγίδες).
- Αλλαγές στην εποχική κατανομή ορισμένων αλλεργιογόνων ειδών γύρης, εύρος κατανομής ιών, παρασίτων και ασθενειών.

- Αναδυόμενες και επανεμφανιζόμενες ασθένειες των ζώων που αυξάνουν τις προκλήσεις για την ευρωπαϊκή υγεία των ζώων και των ανθρώπων
- Αναδυόμενα παράσιτα φυτών (έντομα, παθογόνα και άλλα παράσιτα) και ασθένειες που επηρεάζουν τα δασικά και καλλιεργητικά συστήματα.

Τα κτίρια και οι υποδομές μπορεί να είναι ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή λόγω του σχεδιασμού τους (χαμηλή αντίσταση στις καταιγίδες) ή της θέσης τους (π.χ. σε περιοχές πλημμύρες, κατολισθήσεις, χιονοστιβάδες) καθιστώντας τα ακατάλληλα και επικίνδυνα για χρήση από οποιαδήποτε μεταβαλλόμενη κλιματική κατάσταση ή ακραία καιρικά φαινόμενα. Τομείς που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων, όπως η γεωργία, η δασοκομία και η ενέργεια πλήττονται σημαντικά.

Η κλιματική αλλαγή και μεταβλητότητα αναμένεται να έχουν ουσιαστική επίδραση στη γεωργική παραγωγή, τόσο όσον αφορά τις αποδόσεις των καλλιεργειών, όσο και την γεωγραφική τοποθεσία όπου μπορούν να καλλιεργηθούν διαφορετικές ποικιλίες. Στις βόρειες ευρωπαϊκές χώρες αναμένονται κάποια θετικά αποτελέσματα στη γεωργία, όπως η εισαγωγή νέων ποικιλιών καλλιεργειών, υψηλότερες αποδόσεις και επέκταση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Αυτά οφείλονται σε εκτεταμένες περιόδους καλλιέργειας χωρίς παγετό και ψύχος. Ωστόσο αναμένονται αρνητικές επιπτώσεις κυρίως εξαιτίας αυξημένων παρασίτων - ασθενειών και μειωμένων θρεπτικών συστατικών λόγω της μειωμένης οργανικής ύλης του εδάφους. Αντίθετα, οι νότιες περιοχές θα πληγούν περισσότερο, αναμένοντας συνολικό αρνητικό αντίκτυπο στη γεωργία. Οι υψηλές θερμοκρασίες, η έλλειψη νερού και τα ακραία καιρικά φαινόμενα μπορεί να προκαλέσουν πολύ χαμηλότερες αποδόσεις, υψηλότερη μεταβλητότητα της σταθερής απόδοσης και, μακροπρόθεσμα, μείωση των κατάλληλων αρόσιμων εκτάσεων.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη δασοκομία περιλαμβάνουν αυξημένο κίνδυνο ξηρασιών, καταιγίδων και πυρκαγιών με ότι συνεπάγεται για την φυσική ισορροπία στην χλωρίδα των δασών. Η ανάπτυξη των δασών προβλέπεται να μειωθεί στη νότια Ευρώπη και να αυξηθεί στη βόρεια. Ωστόσο, η βιοποικιλότητα τους αναμένεται να αλλάξει σε ολόκληρη την Ευρώπη, με την αλλαγή της κατανομής των ειδών των δέντρων και την αύξηση των απειλών για εξειδικευμένες φυτικές κοινότητες. Η περιορισμένη ποικιλία των ειδών δένδρων στα δάση των βορείων αναμένεται να αυξήσει τον κίνδυνο σημαντικών επιπτώσεων από παράσιτα και ασθένειες.

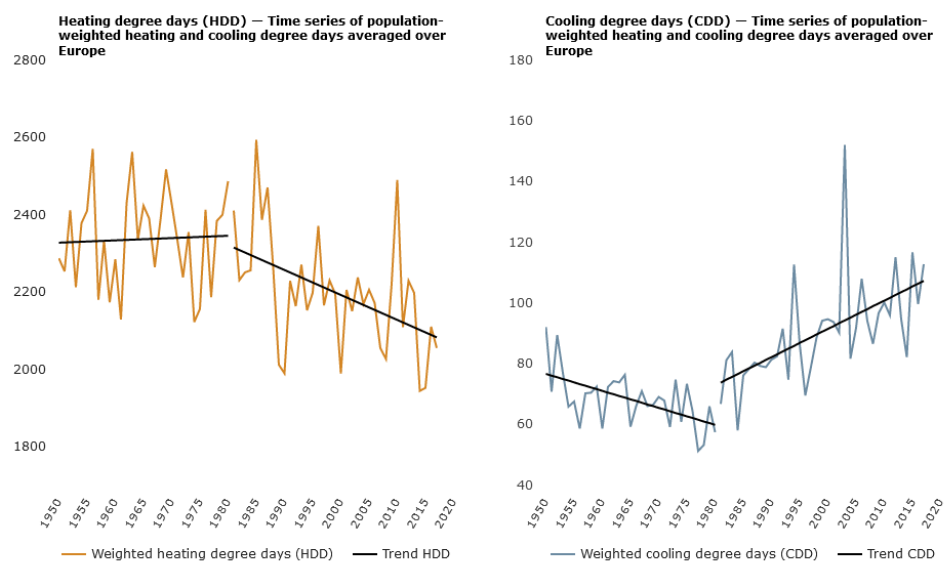
ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι κλιματικές απειλές για το ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα υπάρχουν ήδη και αναμένεται να αυξηθούν. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να μειώσει τη ζήτηση για θέρμανση στη βόρεια και βορειοδυτική Ευρώπη και να αυξήσει σημαντικά την ενεργειακή ζήτηση για ψύξη στη νότια Ευρώπη, γεγονός που θα επιδεινώσει τις αιχμές της ζήτησης παροχής ηλεκτρικής ενέργειας το καλοκαίρι. Τα πιο έντονα και συχνότερα κύματα θερμότητας θα μεταβάλλουν τα πρότυπα ενεργειακής προσφοράς και ζήτησης. Επιπλέον, μεγαλύτερο μέγεθος και συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων θα προκαλέσει απειλές για τη φυσική ενεργειακή υποδομή (εναέρια μεταφορά/διανομή, αλλά και υποσταθμούς ή μετασχηματιστές).

Οι ετήσιες βαθμοημέρες θέρμανσης μειώθηκαν κατά μέσο όρο 6 % μεταξύ των περιόδων 1950-1980 και 1981-2017 με τη μεγαλύτερη μείωση να σημειώνεται στη βόρεια Ευρώπη. Οι ετήσιες ημέρες βαθμού ψύξης αυξήθηκαν κατά μέσο όρο 33 % μεταξύ των περιόδων 1950-1980 και 1981-2017 με τη μεγαλύτερη αύξηση να σημειώνεται στη νότια Ευρώπη. Οι τιμές στις βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης δεν μπορούν να προστεθούν μαζί για να δώσουν έναν νέο δείκτη, ημέρες βαθμού ενέργειας καθώς τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης βασίζονται γενικά σε διαφορετικές τεχνολογίες, με διαφορετικές πρωτογενείς ενεργειακές ανάγκες και οικονομικό κόστος.

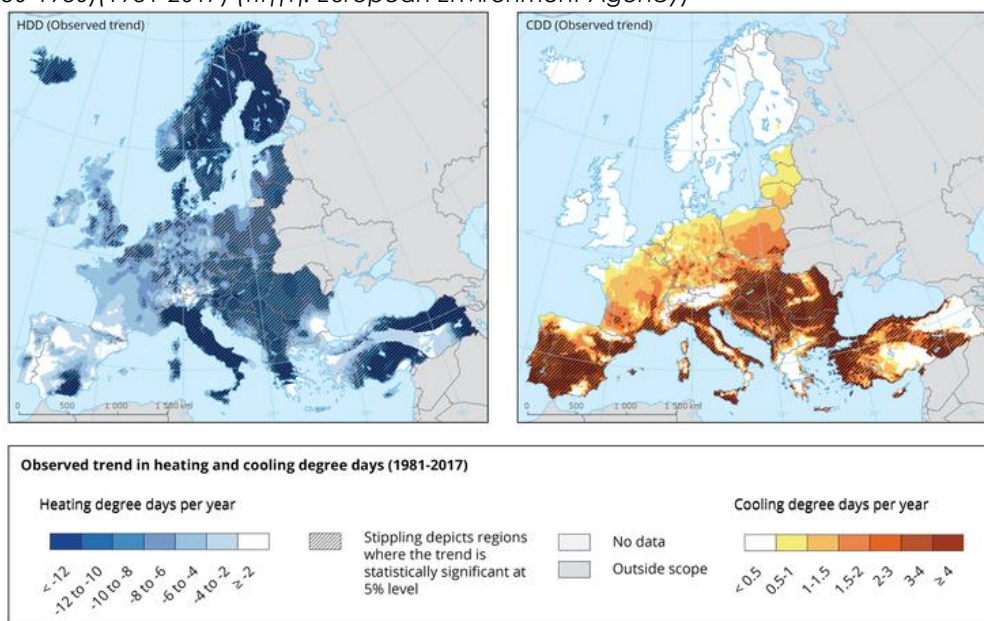
Η μέγιστη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη, η οποία παρέχεται σχεδόν αποκλειστικά από ηλεκτρική ενέργεια, θα αυξηθεί σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι μεγαλύτερες απόλυτες αυξήσεις στη μέγιστη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη έχουν προβλεφθεί για την Ιταλία, την Ισπανία και τη Γαλλία. Η κύρια πρόκληση προσαρμογής σχετίζεται με τη σταθερότητα των δικτύων ηλεκτρικής

ενέργειας κατά τη διάρκεια των κυμάτων θερμότητας, όταν η αυξημένη αιχμή ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μπορεί να συμπίπτει με την περιορισμένη παροχή νερού ψύξης για παραγωγή θερμικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας.

**Note:**

This figure shows time series of heating degree days (left) and cooling degree days (right) averaged over Europe (EU-28 without Cyprus but including Liechtenstein, Norway and Switzerland) over the period 1950–2017, including linear trends for 1950–1980 and 1981–2017. Population weighting based on the GEOSTAT2011 dataset by Eurostat was applied during spatial aggregation.

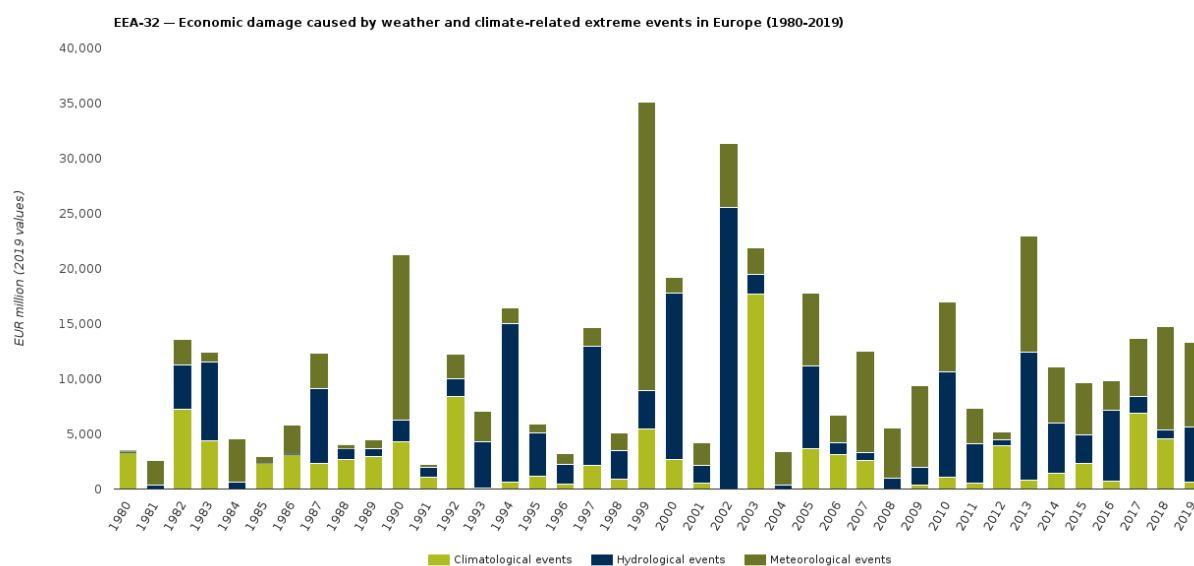
Γραφ.2.27.: Χρονικές σειρές ημερών βαθμού θέρμανσης και ψύξης σταθμισμένες κατά μέσο όρο σε όλη την Ευρώπη (1950-1980)(1981-2017) (πηγή: European Environment Agency)



Γραφ.2.28.: Γεωγραφική κατανομή των τάσεων των βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης (1981-2017) (πηγή: European Environment Agency)

Μεταξύ 1980 και 2019, τα ακραία φαινόμενα που σχετίζονται με το κλίμα προκάλεσαν οικονομικές απώλειες συνολικού ύψους περίπου 446 δισεκατομμυρίων ευρώ στις χώρες μέλη του ΕΟΧ. Αυτό ισοδυναμεί με 11,1 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως και οι σωρευτικές αποπληθωρισμένες ζημιές ισούται με σχεδόν το 3 % του ΑΕΠ των χωρών που προσβλήθηκαν από τα φαινόμενα. Αν και η ανάλυση των τάσεων στις οικονομικές απώλειες είναι δύσκολη, εν μέρει ως αποτέλεσμα της μεγάλης μεταβλητότητας από έτος σε έτος, τα ακραία φαινόμενα που σχετίζονται με το κλίμα γίνονται πιο συνηθισμένα και θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ακόμη μεγαλύτερες απώλειες τα επόμενα χρόνια. Η παρακολούθηση των επιπτώσεων τέτοιων κινδύνων είναι σημαντική για την ενημέρωση των στόχων και τη διασφάλιση ότι λαμβάνονται οι κατάλληλες ενέργειες για την ελαχιστοποίηση των ζημιών.

Ωστόσο, επειδή ένας σχετικά μικρός αριθμός (3 %) μοναδικών γεγονότων ήταν υπεύθυνος για ένα μεγάλο ποσοστό (> 60 %) των οικονομικών απωλειών, με αποτέλεσμα τη μεγάλη μεταβλητότητα από έτος σε έτος, είναι δύσκολο να εντοπιστούν οι τάσεις: ο μέσος ετήσιος (οι ζημιές ήταν περίπου 6,6 δισεκατομμύρια ευρώ το 1980-1989, 12,3 δισεκατομμύρια το 1990-1999, 13,2 δισεκατομμύρια το 2000-2009 και 12,5 δισεκατομμύρια το 2010-2019).

**Note:**

For the purposes of this indicator, weather and climate-related extreme events are defined as meteorological events (storms), hydrological events (floods, mass movements) and climatological events (heatwaves, cold waves, droughts, forest fires).

Total economic damages, in million euros (2019 values), are based on records from the NatCatService provided by Munich Re (dataset url is not available) and Eurostat structural indicators.

- Meteorological events: storms;

- Hydrological events: floods, mass movements;

- Climatological events: heatwaves, cold waves, droughts, forest fires.

Γραφ.2.29.: Οικονομική ζημιά που προκαλείται από ακραία γεγονότα που σχετίζονται με τον καιρό και το κλίμα στην Ευρώπη (198-2019) (πηγή: European Environment Agency)

Ο οικονομικός αντίκτυπος των ακραίων συνθηκών που σχετίζονται με το κλίμα ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των χωρών. Σε απόλυτους αριθμούς, οι υψηλότερες οικονομικές απώλειες κατά την περίοδο 1980-2019 καταγράφηκαν στη Γερμανία, ακολουθούμενη από την Ιταλία και στη συνέχεια τη Γαλλία. Οι μεγαλύτερες κατά κεφαλή απώλειες καταγράφηκαν στην Ελβετία, το Λουξεμβούργο και τη Δανία και οι μεγαλύτερες απώλειες ανά περιοχή σημειώθηκαν στη Μάλτα, την Ελβετία και το Λουξεμβούργο. Περίπου το 27 % των συνολικών ζημιών ήταν ασφαλισμένες, αν και αυτό διέφερε σημαντικά μεταξύ των χωρών, από 1 % στη Ρουμανία και τη Λιθουανία στο 60 % στο Βέλγιο και το Λιχτενστάιν.

Η πλατφόρμα Climate-ADAPT που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τον ΕΟΧ υποστηρίζει τη δράση ανταλλάσσοντας γνώσεις σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της, στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής και μελέτες περιπτώσεων. Δεν υπάρχει επί του παρόντος κανένας μηχανισμός για να αναφέρουν οι χώρες απώλειες στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή ή στον ΕΟΧ. Αυτό θα αποτελέσει βασικό στοιχείο της αναθεωρημένης στρατηγικής προσαρμογής της ΕΕ.



**Climate
ADAPT**

SHARING ADAPTATION
INFORMATION
ACROSS EUROPE

3. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΛΙΜΑ - Η ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΟΥ “GREEN DEAL”

Οι πρώτοι που άρχισαν να κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για την κλιματική μεταβολή λόγω ανθρωπογενών αιτιών ήταν οι επιστήμονες. Ανησυχητικά στοιχεία από τις δεκαετίες του 1960 και 1970 έδειχναν αυξημένες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου, ιδίως CO₂ στην ατμόσφαιρα, γεγονός που οδήγησε τους κλιματολόγους αρχικά, και στη συνέχεια και άλλους επιστήμονες να πιέσουν τις κυβερνήσεις για δράση.

3.1. Διεθνής Δράση



Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) δημιουργήθηκε από το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) και τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO) το 1988. Είναι ένας οργανισμός κυβερνήσεων που απαρτίζεται από 195 μέλη των Ηνωμένων Εθνών ή του WMO. Το αρχικό της καθήκον, όπως περιγράφεται στο ψήφισμα 43/53 της Γενικής Συνέλευσης των Ηνωμένων Εθνών της 6ης Δεκεμβρίου 1988 για την ίδρυσή της, ήταν να προετοιμάσει μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση και αντίστοιχες συστάσεις σχετικά με την κατάσταση της επιστημονικής γνώσης για την κλιματική αλλαγή, τον κοινωνικό και οικονομικό της αντίκτυπο, τις πιθανές στρατηγικές και στοιχεία αντίδρασης με στόχο την ενσωμάτωσή τους σε μια πιθανή μελλοντική διεθνή σύμβαση για το κλίμα.

Η IPCC χωρίζεται σε τρεις Ομάδες Εργασίας και μια Ειδική ομάδα. Η Α' Ομάδα ασχολείται με τη Φυσική Επιστήμη Βάση της Κλιματικής Αλλαγής, η Β' Ομάδα με τις Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής, την Προσαρμογή και την Ευπάθεια και η Γ' Ομάδα με τον Μετριάσμο της Κλιματικής Αλλαγής. Ο κύριος στόχος της Ειδικής ομάδας για τα Εθνικά Αποθέματα Αερίων Θερμοκηπίου είναι να αναπτύξει και να βελτιώσει μια μεθοδολογία για τον υπολογισμό και την αναφορά των εθνικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Από το 1988, η IPCC πραγματοποίησε πέντε κύκλους αξιολόγησης και υπέβαλε πέντε Εκθέσεις Αξιολόγησης, τις πιο ολοκληρωμένες επιστημονικές εκθέσεις για την κλιματική αλλαγή που παράγονται παγκοσμίως. Έχει επίσης εκπονήσει μια σειρά από μεθοδολογικές, ειδικές εκθέσεις και τεχνικά έγγραφα, σε απάντηση αιτημάτων για πληροφορίες σχετικά με συγκεκριμένα επιστημονικά και τεχνικά θέματα από τη Σύμβαση - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), κυβερνήσεις και διεθνείς οργανισμούς.

Οι εκθέσεις της αποτελούν βασική συμβολή στις διεθνείς διαπραγματεύσεις και έχουν τροφοδοτήσει τη χάραξη πολιτικής για την κλιματική αλλαγή. Η IPCC δεν διεξάγει τη δική της έρευνα, αλλά οι επιστήμονες της αξιολογούν εθελοντικά χιλιάδες επιστημονικές εργασίες που δημοσιεύονται κάθε χρόνο, προσδιορίζοντας την επιστημονική συμφωνία σε διαφορετικούς τομείς, υποδεικνύοντας παράλληλα πού χρειάζεται περαιτέρω έρευνα. Η πιο πρόσφατη 5η έκθεση αξιολόγησης της IPCC δείχνει ότι η παρατηρούμενη θέρμανση από τα μέσα του 20ού αιώνα οφείλεται κυρίως στην αύξηση των συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου ως αποτέλεσμα των εκπομπών από ανθρώπινες δραστηριότητες.

3.1.1 Ο δρόμος για μια νέα Συμφωνία για το Κλίμα

Το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτέλεσε έναν «οδικό χάρτη», στον οποίο περιλαμβάνονταν τα απαραίτητα βήματα για τη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Τα κράτη που συνυπέγραψαν δεσμεύτηκαν να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου την πρώτη περίοδο ανάληψης υποχρεώσεων (2008-2012) κατά ένα συγκεκριμένο στόχο σε σχέση με τις εκπομπές του 1990 (ή του 1995 για ορισμένα αέρια). Αυτό επιχειρήθηκε να γίνει με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο, ώστε να μην επιβαρυνθεί η παγκόσμια οικονομία καθώς επικρατεί ανομοιομορφία στις

οικονομίες των χωρών. Περιλάμβανε τρεις ευέλικτους μηχανισμούς: α) την *εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών*, β) την *κοινή εφαρμογή*, και γ) το *μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης*. Ο πρώτος μηχανισμός προβλέπει την αγοραπωλησία δικαιωμάτων εκπομπών μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών (όπως για παράδειγμα κράτη και υπόχρεες εγκαταστάσεις) κατά τη θεωρία των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας, ενώ οι άλλοι δύο βασίζονται σε προγράμματα έργων.

Στις διαπραγματεύσεις για το Πρωτόκολλο του Κιότο παρατηρούμε για πρώτη φορά τη σύγκρουση οικονομικών συμφερόντων των κρατών σε σχέση με την κατανομή υποχρεώσεων για το κλίμα, καθώς επικρατεί μεγάλη ανομοιομορφία από τις διαφορετικά διαρθρωμένες σε μέγεθος και δομή οικονομίες. Κατά συνέπεια, δημιουργήθηκαν αντίπαλα «στρατόπεδα» με αποκλίνουσες απόψεις, κάνοντας το όλο εγχείρημα να φαντάζει ακατόρθωτο. Συγκεκριμένα, τα βασικά στρατόπεδα ήταν:

- Ευρωπαϊκή Ένωση: Η Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν η πιο ενεργή ομάδα όσον αφορά στις διαπραγματεύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος. Την περίοδο των διαπραγματεύσεων η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελούνταν από 15 κράτη μέλη, με αυτά όμως συμάχησαν και τα 12 νέα μέλη της διεύρυνσης.
- «Λέσχη του Άνθρακα» ("Carbon Club"): Περιλαμβάνει τις χώρες «JUSCANZ» (από τα αρχικά των χωρών Ιαπωνία, ΗΠΑ, Καναδάς, Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία στα αγγλικά), τις χώρες μέλη του ΟΠΕΚ, τη Ρωσία και τη Νορβηγία. Τα συμφέροντά τους θίγονταν από το Πρωτόκολλο, καθώς είτε θα έπρεπε να μειώσουν την παραγωγή ορυκτών καυσίμων που αποτελούσε ένα τεράστιο κομμάτι της οικονομίας τους, είτε να στραφούν σε εναλλακτικά καύσιμα και κατά συνέπεια ήταν αντίθετα στην καθιέρωση των δικαιωμάτων και στη λήψη αυστηρών μέτρων.
- Συμμαχία των Μικρών Νησιωτικών Κρατών (AOSIS): Περιλαμβάνει ένα συνασπισμό περίπου 43 μικρών νησιωτικών κρατών, τα οποία είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, εξαιτίας του μικρού τους υψομέτρου σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας. Οι χώρες αυτές ήταν οι πρώτες που πρότειναν με σχέδιο κειμένου μείωση στις εκπομπές CO₂ της τάξης του 20% έως το 2005 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- Λιγότερο αναπτυγμένες οικονομικά χώρες: Πρόκειται για 48 χώρες, οι οποίες συμμετείχαν ενεργά στη διαδικασία των διαπραγματεύσεων, για να υπερασπιστούν την ευάλωτη σε οικονομία τους απαιτώντας μέτρα όπως π.χ. για προσαρμογή και προστασία.
- Ομάδα των 77 (G-77): Πρόκειται για αναδυόμενες τότε οικονομικά χώρες, όπως η Ινδία και η Κίνα, που θεώρησαν ότι είναι εις βάρος των οικονομιών τους να δεσμευτούν να περιορίσουν τις εκπομπές τους. Η δε απαίτηση των βιομηχανικών χωρών (που είναι κυρίως υπεύθυνες για τις μεγαλύτερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως) να αντιμετωπιστούν επί ίσοις όροις με τις αναπτυσσόμενες χώρες τους φαινόταν άδικη και παράλογη.

Τελικά στις 11 Δεκεμβρίου 1997, υιοθετήθηκε στη Διεθνή Διάσκεψη του Κιότο (Ιαπωνία) το σχέδιο Πρωτοκόλλου για την Κλιματική Αλλαγή. Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του, οι βιομηχανικές χώρες συνολικά υποχρεούνται να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 5,2% κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, κατά τη διάρκεια της πρώτης «περιόδου δέσμευσης», η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίζονται στόχοι ως προς τις εκπομπές. Προτιμήθηκε ο καθορισμός πενταετούς περιόδου δέσμευσης αντί ενός έτους στόχου για να εξομαλυνθούν οι ετήσιες διακυμάνσεις των εκπομπών αερίων που οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως ο καιρός. Ο νομικά δεσμευτικός του χαρακτήρας και οι διαφωνίες κατανομής οδήγησαν σε δεύτερο γύρο διαπραγματεύσεων το 2009 για μια διάδοχη συνθήκη.

Κοπεγχάγη, Δανία (2009)

Η Συμφωνία της Κοπεγχάγης αποτέλεσε ένα μη δεσμευτικό έγγραφο που διαπραγματεύτηκαν οι ηγέτες περίπου 30 χωρών τις τελευταίες ώρες της διάσκεψης του ΟΗΕ. Η Συμφωνία δεν υιοθετήθηκε ως απόφαση, αλλά έθεσε το πλαίσιο για αργότερα.

Κανκούν, Μεξικό (2010)

Αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά σε επίσημη απόφαση του ΟΗΕ ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη σε σύγκριση με τις προβιομηχανικές θερμοκρασίες πρέπει να διατηρηθεί κάτω από τους 2°C. Συμφωνήθηκαν ισχυρότεροι κανόνες για την παρακολούθηση, την υποβολή εκθέσεων και την επαλήθευση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ιδρύθηκε το Πράσινο Ταμείο για το Κλίμα και νέες δομές για την ενίσχυση της υποστήριξης στις αναπτυσσόμενες χώρες, επισημοποιώντας τη δέσμευση των ανεπτυγμένων χωρών να παράσχουν σχεδόν 30 δισ. \$ κατά τα έτη 2010-2012 ως ενίσχυση για τις αναπτυσσόμενες.

Ντέρμπαν, Νότια Αφρική (2011)

Δημιουργήθηκε η πλατφόρμα για να συζητηθεί ένα νέο παγκόσμιο νομικό πλαίσιο που θα καλύπτει όλες τις χώρες έως το 2015. Οργανώθηκαν πρακτικά οι συμφωνίες του Κανκούν και αναπτύχθηκε ένας νέος μηχανισμός για την ενίσχυση των οικονομικά αποδοτικών περικοπών των εκπομπών

Ντόχα, Κατάρ (2012)

Ενέκρινε μια δεύτερη περίοδο ανάληψης υποχρεώσεων στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο με παράταση των στόχων έως το 2020. Συμφωνήθηκε ένα σχέδιο εργασίας για διαπραγματεύσεις για τη νέα παγκόσμια συμφωνία.

Βαρσοβία, Πολωνία (2013)

Συμφωνήθηκε ένα χρονοδιάγραμμα ώστε οι ίδιες χώρες να καταθέσουν τις συνεισφορές τους (εθνικά καθορισμένες) για τη νέα συμφωνία και για τρόπους επιτάχυνσης των προσπαθειών πριν από το 2020. Δημιουργήθηκε μηχανισμός αντιμετώπισης των απωλειών και ζημιών που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή σε ευάλωτες αναπτυσσόμενες χώρες.

Λίμα, Περού (2014)

Απαιτήθηκε από όλες τις χώρες να περιγράψουν τις προβλεπόμενες συνεισφορές τους για τη συμφωνία του 2015 με σαφήνεια, διαφάνεια και κατανόηση.

3.1.2 Η Συμφωνία του Παρισιού

Η «Συμφωνία του Παρισιού» είναι το αποκορύφωμα αυτών των πολυετών προσπαθειών για την επίτευξη μιας καθολικής πολυμερούς συμφωνίας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Στη διάσκεψη του Παρισιού για το κλίμα τον Δεκέμβριο του 2015, όλες οι συμμετέχουσες χώρες υιοθέτησαν την πρώτη παγκόσμια, νομικά δεσμευτική συμφωνία για το κλίμα. Η συμφωνία τέθηκε σε ισχύ στις 4 Νοεμβρίου 2016 μετά την επικύρωσή της από 100 από τα 197 μέρη της Σύμβασης. Η συμφωνία στοχεύει να αποτελέσει γέφυρα μεταξύ των σημερινών πολιτικών και της κλιματικής ουδετερότητας πριν από το τέλος του αιώνα. Όσον αφορά τον μετριασμό, οι κυβερνήσεις συμφώνησαν:

- ως μακροπρόθεσμο στόχο, να διατηρηθεί η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας σε αρκετά κάτω από τους 2° C σε σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα και να συνεχιστούν οι προσπάθειες περιορισμού της αύξησης στους 1,5° C καθώς αυτό θα μείωνε σημαντικά τους κινδύνους και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

- αύξηση της ικανότητας προσαρμογής στις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της ανάπτυξης χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με τρόπο που δεν απειλεί την παραγωγή τροφίμων και

- χρηματοδοτικές ροές συμβατές με την κατεύθυνση της ανάπτυξης χαμηλών εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου και της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή.

The State of the Paris Agreement

Countries by their participation in the Paris Agreement
(as of April 21, 2021)

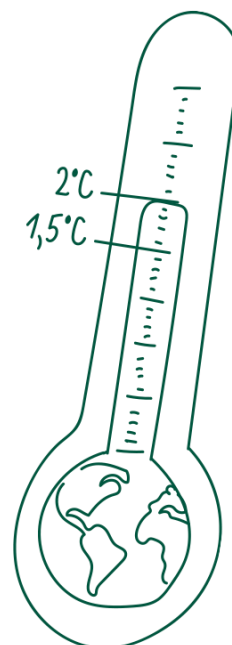


Εικ.3.1.: Με σκούρο πράσινο οι χώρες που έχουν επικυρώσει τη Συμφωνία του Παρισιού και όσες έχουν υπογράψει με ανοιχτό πράσινο (πηγή: UNFCCC)

Σε αντίθεση με το Πρωτόκολλο του Κιότο που έθετε στόχους δέσμευσης με νομική ισχύ, η Συμφωνία του Παρισιού επιτρέπει εθελοντικούς και εθνικά καθορισμένους στόχους οι οποίοι ενθαρρύνονται πολιτικά και δεν είναι νομικά δεσμευτικοί. Μόνο οι διαδικασίες που διέπουν την αναφορά και την αναθεώρηση αυτών των στόχων επιβάλλονται βάσει του

διεθνούς δικαίου. Τα μέρη δεσμεύονται νομικά να παρακολουθείται η πρόοδός τους με τεχνική επανεξέταση εμπειρογνομώνων ώστε να εκτιμηθούν τα επιτεύγματα των συνεισφορών και να καθοριστούν τρόποι ενίσχυσης της φιλοδοξίας. Το άρθρο 13 της συμφωνίας του Παρισιού ορίζει ένα «ενισχυμένο πλαίσιο διαφάνειας όσον αφορά τις δράσεις και τη στήριξη» που θεσπίζει εναρμονισμένες απαιτήσεις παρακολούθησης, υποβολής εκθέσεων και επαλήθευσης (MRV). Έτσι, τόσο τα ανεπτυγμένα όσο και τα αναπτυσσόμενα κράτη πρέπει να υποβάλλουν εκθέσεις κάθε δύο χρόνια με τις προσπάθειές τους για μετριασμό και όλα τα μέρη θα υπόκεινται σε τεχνικούς ελέγχους. Οι κυβερνήσεις συμφώνησαν να συγκεντρώνονται κάθε 5 χρόνια για να αξιολογούν τη συλλογική πρόοδο ως προς τους μακροπρόθεσμους στόχους και να ενημερώνουν τα μέρη σχετικά με την τις εθνικά καθορισμένες συνεισφορές τους, ενώ ζητούμενο είναι να αυξάνουν τους στόχους κάθε φορά μέχρι τον επόμενο Παγκόσμιο Απολογισμό, με πρώτη αξιολόγηση το 2023.

Οι εθνικά καθορισμένες συνεισφορές είναι ανεπαρκείς προς το παρόν για να διατηρηθεί η υπερθέρμανση του πλανήτη κάτω από την αύξηση των 2°C , καθώς οι χώρες έχουν θέσει συγκρατημένους στόχους. Ακόμη και αν τηρηθεί το όριο της αύξησης των 2°C , πολλά μέρη στη Γη θα επηρεαστούν σε ολόκληρο τον πλανήτη. Η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, με πρωταρχική εστίαση στις ευάλωτες αναπτυσσόμενες χώρες, έχει αναγνωριστεί ως εκ τούτου στο πλαίσιο της UNFCCC ως σημαντικός πυλώνας πολιτικής, ο οποίος είναι συμπληρωματικός στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Οι ανεπτυγμένες χώρες επιβεβαίωσαν τη δέσμευσή τους να κινητοποιήσουν 100 δισ. \$ ετησίως στη χρηματοδότηση του κλίματος έως το 2020 και συμφώνησαν να συνεχίσουν τη χρηματοδότηση στο επίπεδο των 100 δισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως έως το 2025. Η χρηματοδότηση προορίζεται για τη στήριξη του μετριασμού και της προσαρμογής στις αναπτυσσόμενες χώρες και περιλαμβάνει τόσο κεφάλαια για το Πράσινο Ταμείο για το Κλίμα, το οποίο αποτελεί μέρος της UNFCCC, όσο και μια ποικιλία άλλων δημόσιων και ιδιωτικών δεσμεύσεων όπως συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, ετοιμότητα έκτακτης ανάγκης και ασφάλιση κινδύνου.



3.2. Ο ρόλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε την «Στρατηγική της ΕΕ για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή» τον Απρίλιο του 2013. Η εν λόγω στρατηγική αφορούσε τρεις κύριους στόχους:

α) Προώθηση της λήψης μέτρων από τα κράτη μέλη: ενθάρρυνση όλων των κρατών μελών προκειμένου να υιοθετήσουν ολοκληρωμένες στρατηγικές προσαρμογής και παροχή χρηματοδότησης προκειμένου να ενισχύσουν τις ικανότητες προσαρμογής τους.

β) Λήψη μέτρων για τη «θωράκιση» έναντι της κλιματικής αλλαγής σε επίπεδο ΕΕ και την περαιτέρω προώθηση της προσαρμογής σε βασικούς ευπαθείς τομείς, όπως η γεωργία, η αλιεία, καθώς και την πολιτική συνοχής, μέσω της διασφάλισης του ότι η ανθεκτικότητα της ευρωπαϊκής υποδομής ενισχύεται περαιτέρω και μέσω της προώθησης ασφάλισης έναντι φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών.

γ) Πιο εμπειριστατωμένη λήψη αποφάσεων μέσω της κάλυψης των κενών γνώσης σχετικά με την προσαρμογή και της περαιτέρω ανάπτυξης της ευρωπαϊκής πλατφόρμας για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (Climate-ADAPT).

Η ΕΕ και τα κράτη μέλη της συγκαταλέγονται στα μέρη της Συμφωνίας του Παρισιού, επικυρώνοντας επίσημα τη συμφωνία στις 5 Οκτωβρίου 2016. Η αρχική εθνικά καθορισμένη συνεισφορά της ΕΕ (NDC) στο πλαίσιο της Συμφωνίας του Παρισιού ήταν η δέσμευση για μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990, στο «Ευρύτερο Πλαίσιο για το Κλίμα και την Ενέργεια το 2030».

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΕΟΠ)

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) είναι οργανισμός της ΕΕ. Αριθμεί επί του παρόντος 32 χώρες μέλη και έξι συνεργαζόμενες χώρες, ενώ αναπτύσσει επίσης διεθνή συνεργασία και με άλλες χώρες. Στόχος του είναι η υποστήριξη της «βιώσιμης ανάπτυξης», συμβάλλοντας στην επίτευξη σημαντικών και μετρήσιμων βελτιώσεων για το περιβάλλον της Ευρώπης μέσα από την παροχή έγκαιρων, στοχευμένων, συναφών και αξιόπιστων πληροφοριών στους φορείς χάραξης πολιτικής και στο κοινό. Στις βασικές δραστηριότητες και προϊόντα περιλαμβάνονται η αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, των τρωτών σημείων στην Ευρώπη και η ανάλυση των εθνικών, αστικών και τομειακών στρατηγικών και σχεδίων δράσης για την κλιματική αλλαγή. Ο σχεδιασμός του βασίζεται στα ακόλουθα καθοριστικά στοιχεία:

- στενή θεσμική συνεργασία σε διάφορα επίπεδα (εθνικό, περιφερειακό, ευρωπαϊκό, διεθνές) και ανάπτυξη εταιρικών σχέσεων με την «κοινωνία των πολιτών», υποβοηθούμενων από έναν συντονιστικό φορέα
- κοινό περιεχόμενο, το οποίο έχει αποτελέσει αντικείμενο συμφωνίας, δεδομένα, πληροφορίες, δείκτες, αναλύσεις
- κοινή υποδομή, κοινά πρότυπα και εργαλεία.



Όλο και περισσότερες χώρες μέλη του ΕΟΠ θεσπίζουν Εθνικές Στρατηγικές Προσαρμογής, με ορισμένες να έχουν εκπονήσει και να εφαρμόζουν ήδη Εθνικά Σχέδια Δράσης για την Προσαρμογή. Στρατηγικές και δράσεις έχουν επίσης αναδυθεί σε πολλές πόλεις και σε διακρατικές περιοχές ανά την Ευρώπη, περιλαμβανομένων των περιοχών της Βαλτικής Θάλασσας, των Καρπαθίων, των Άλπων, της Αδριατικής και του Ιονίου.

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (ΕΙΟΝΕΤ)

Το «Ευρωπαϊκό Δίκτυο Πληροφοριών και Παρατηρήσεων για το Περιβάλλον» είναι ένα δίκτυο εταιρών που απαρτίζεται από τον ΕΟΠ, τις χώρες μέλη του και τις συνεργαζόμενες χώρες. Ξεκίνησε τις εργασίες του το 1994 και αποτελεί έναν ευρέως γνωστό φορέα παροχής υψηλής ποιότητας δεδομένων, πληροφοριών και αξιολογήσεων για την Ευρώπη. Ο ΕΟΠ είναι υπεύθυνος για την ανάπτυξη του Ειονετ και για τον συντονισμό των δραστηριοτήτων του. Ο Οργανισμός συνεργάζεται στενά με τα Εθνικά Εστιακά Σημεία (ΕΕΣ) τα οποία εδρεύουν συνήθως στις Εθνικές Υπηρεσίες Περιβάλλοντος ή στα Υπουργεία Περιβάλλοντος των χωρών και είναι αρμόδια για τον συντονισμό των

εθνικών δικτύων στα οποία συμμετέχουν πολλοί οργανισμοί. Τα εθνικά εστιακά σημεία (ΕΕΣ) είναι υπεύθυνα για τον συντονισμό των δικτύων των εθνικών κέντρων αναφοράς (ΕΚΑ), μέσω των οποίων έρχονται σε επαφή εμπειρογνώμονες από εθνικούς οργανισμούς και άλλους φορείς που διαχειρίζονται περιβαλλοντικές πληροφορίες. Εκτός από τα ΕΕΣ και τα ΕΚΑ, το ΕΙΟΝΕΤ καλύπτει επί του παρόντος έξι ευρωπαϊκά θεματικά κέντρα (ΕΘΚ) στους εξής τομείς:



- Ατμοσφαιρική ρύπανση, μεταφορές, θόρυβος και βιομηχανική ρύπανση
- Βιοποικιλότητα
- Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, ευπάθεια και προσαρμογή
- Μετριασμός των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και Ενέργεια
- Εσωτερικά, παράκτια και θαλάσσια ύδατα
- Αστικά, χερσαία και εδαφικά συστήματα
- Απόβλητα και υλικά στην πράσινη οικονομία

Ως συμβαλλόμενα μέρη της UNFCCC, του Πρωτοκόλλου του Κιότο και της Συμφωνίας του Παρισιού, η ΕΕ και οι χώρες μέλη της υποχρεούνται να αναφέρουν στον ΟΗΕ:

- ετησίως για τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου («απογραφές αερίων θερμοκηπίου»)
- τακτικά σχετικά με τις πολιτικές και τα μέτρα για το κλίμα και την πρόοδο προς τους στόχους («διετείς εκθέσεις» και «εθνικές επικοινωνίες»).

Όλες οι χώρες της ΕΕ υποχρεούνται να παρακολουθούν τις εκπομπές τους βάσει του μηχανισμού παρακολούθησης του κλίματος της ΕΕ, ο οποίος καθορίζει τους εσωτερικούς κανόνες υποβολής εκθέσεων της ΕΕ βάσει διεθνώς συμφωνημένων υποχρεώσεων. Η αναφορά καλύπτει:

- απογραφή 7 αερίων θερμοκηπίου από όλους τους τομείς: ενέργεια, βιομηχανικές διαδικασίες, χρήση γης, αλλαγή χρήσης γης & δασοκομία, απόβλητα, γεωργία κ.λπ.
- προβλέψεις, πολιτικές & μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- εθνικά μέτρα για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή
- στρατηγικές ανάπτυξης χαμηλών εκπομπών άνθρακα
- οικονομική και τεχνική υποστήριξη στις αναπτυσσόμενες χώρες και παρόμοιες δεσμεύσεις
- χρήση από τα κράτη των εσόδων από τον πλειστηριασμό δικαιωμάτων στο σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (έχουν δεσμευτεί να δαπανήσουν τουλάχιστον τα μισά από αυτά τα έσοδα για κλιματικά μέτρα στην ΕΕ και στο εξωτερικό)

3.3. Η πρόταση του “ Green New Deal”- Κυρίαρχος Λόγος

Ο όρος "Green New Deal" χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον βραβευμένο με Pulitzer δημοσιογράφο Thomas Friedman τον Ιανουάριο του 2007 σε άρθρο του στην εφημερίδα New York Times. Με αφορμή την πιο ζεστή χρονιά μέχρι τότε στην ιστορία των ΗΠΑ, ο Friedman αναγνώρισε πως η λύση για την κλιματική αλλαγή δεν θα ήταν εύκολη υπόθεση όπως ήλπιζαν οι πολιτικοί. Θα χρειαζόταν τεράστια χρηματικά ποσά, προσπάθεια και αναδιάρθρωση μιας βιομηχανίας που ήταν πάντα πολύ γενναιόδωρη με συνεισφορές εκλογικών εκστρατειών. Υποστήριξε πως «η μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα θα απαιτούσε από την κυβέρνηση να αυξήσει τις τιμές σε αυτά, να εισαγάγει υψηλότερα ενεργειακά πρότυπα και να αναλάβει ένα τεράστιο βιομηχανικό έργο για την κλιμάκωση της πράσινης τεχνολογίας». «Το σωστό κάλεσμα είναι για μια «Πράσινη Νέα Συμφωνία», έγραψε χρησιμοποιώντας τον όρο "New Deal" που αναφέρεται στα κρατικά οικονομικά μέτρα της κυβέρνησης Ρούσβελτ που στόχευαν την αντιμετώπιση της οικονομικής κρίσης του '37-'38 (Μεγάλη Ύφεση).

3.3.1. Οι πρώτες αναφορές

Τον Φεβρουάριο του 2019, Το Πράσινο Κόμμα, («αριστερή» πτέρυγα των Δημοκρατικών) παρουσίασε στο Κογκρέσο ένα μη δεσμευτικό ψήφισμα 14 σελίδων που καλούσε την ομοσπονδιακή κυβέρνηση να δημιουργήσει μια Πράσινη Νέα Συμφωνία. Το σχέδιο καλούσε τις ΗΠΑ να μεταβούν σε χρήση 100% καθαρής από εκπομπές ρύπων ενέργειας έως το 2030 με εγγύηση των θέσεων εργασίας, επιχειρηματολογώντας πως θα οδηγήσει σε εξοικονόμηση υγειονομικής περίθαλψης, (θα υπάρχουν

λιγότερες περιπτώσεις ασθενειών που σχετίζονται με ορυκτά καύσιμα) και στρατιωτική εξοικονόμηση (δεν θα αποτελεί λόγο προστασίας των προμηθειών καυσίμων στο εξωτερικό). Ενώ η ιδέα για μια τέτοια συμφωνία και η απειλή της κλιματικής αλλαγής ήταν γνωστή στους πολιτικούς, αυτό αποτέλεσε το πιο λεπτομερές σχέδιο για τη μετατροπή της οικονομίας που παρουσιάστηκε μέχρι τότε, παρόλο που ήταν ασαφές και αποτελούσε περισσότερο ένα σύνολο αρχών και στόχων παρά καθορισμένων πολιτικών. Είναι εμφανές πως τα επιχειρήματα που μπήκαν στο προσκήνιο αφορούσαν οικονομικά κίνητρα, σε αντίθεση με περιβαλλοντικές και κοινωνικές ανάγκες.

Το ψήφισμα ανέφερε ότι οι ΗΠΑ πρέπει να αναλάβουν ηγετικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών, επειδή είναι τεχνολογικά προηγμένες και ιστορικά ήταν υπεύθυνες για μια δυσανάλογη ποσότητα εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Αναφέρει τον τρόπο με τον οποίο η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την οικονομία, το περιβάλλον και την εθνική ασφάλεια και περιγράφει τους στόχους και τα έργα για μια 10ετή εθνική κινητοποίηση. Ο κύριος στόχος του σχεδίου είναι να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στις ΗΠΑ στο μηδέν και να καλύψει το 100% της ζήτησης ενέργειας στη χώρα μέσω καθαρών, ανανεώσιμων και μηδενικών εκπομπών ενεργειακών πηγών έως το 2030. Με τις ΗΠΑ να λαμβάνουν περίπου το 80% της ενέργειας τους από άνθρακα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο, το είδος της αναθεώρησης που θα απαιτούσε η συμφωνία θα ήταν δυσθεώρητο (υπολογίζεται κοντά στα 93 τρις. \$) και θα απαιτούσε σημαντική κυβερνητική παρέμβαση.

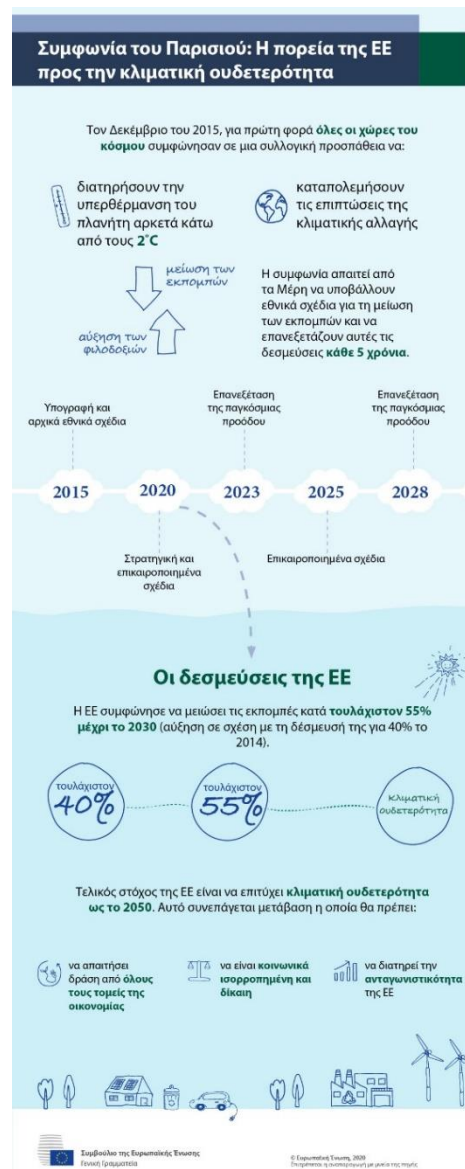
3.3.2. Η υλοποίηση του ευρωπαϊκού “Green Deal”

Στις 11 Δεκεμβρίου 2019 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε σε ανακοίνωσή της την Ευρωπαϊκή «Πράσινη Συμφωνία» (“Green Deal”), η οποία αποτελεί το σχέδιο στρατηγικής και τον χάρτη πορείας της ΕΕ με στόχο «να τεθεί η Ευρώπη σε τροχιά μετασχηματισμού προς μια κλιματικά ουδέτερη, δίκαιη και ευημερούσα κοινωνία, που θα διαθέτει σύγχρονη, αποδοτική ως προς τη χρήση των πόρων και ανταγωνιστική οικονομία»⁷. Κατά τη διάρκεια της συνόδου, οι ηγέτες της ΕΕ επιβεβαίωσαν τη δέσμευση της ΕΕ να διαδραματίσει ηγετικό ρόλο στον παγκόσμιο αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής, ενστερνιζόμενοι τον στόχο για κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, δηλαδή μηδενικές καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η Πράσινη Συμφωνία περιλαμβάνει μέτρα όπως:

- επενδύσεις σε φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες
- υποστήριξη της καινοτομίας
- ανάπτυξη καθαρότερων μορφών μεταφοράς
- απαλλαγή από τον άνθρακα στον τομέα της ενέργειας
- διασφάλιση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων
- διεθνής συνεισφορά για τη βελτίωση των προτύπων σε όλο τον κόσμο

Τον Δεκέμβριο του 2020, με την ΕΕ να έχει μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά σχεδόν 22% σε σύγκριση με το 1990, φτάνοντας τρία χρόνια νωρίτερα στον στόχο που είχε για το 2020 και δεδομένης της δέσμευσης της να αυξήσει τη φιλοδοξία για το κλίμα κατά τα οριζόμενα στη συμφωνία του Παρισιού, το Συμβούλιο επιβεβαίωσε τη δέσμευσή του υπέρ της «πράσινης» μετάβασης.

Εικ.3.2.: Η Συμφωνία του Παρισιού και οι δεσμεύσεις της ΕΕ (πηγή: EU 2020)



ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (2030)

Το πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια του 2030 περιλαμβάνει στόχους και πολιτικές σε επίπεδο ΕΕ για την περίοδο από το 2021 έως το 2030. Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η Επιτροπή πρότεινε τον Σεπτέμβριο του 2020 να αυξήσει τον στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το 2030, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών και των απορρίψεων, σε τουλάχιστον 55% σε σύγκριση με το 1990. Βασικοί στόχοι για το 2030:

- Μειώσεις τουλάχιστον 55% στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (από τα επίπεδα του 1990)
- Μερίδιο τουλάχιστον 32% για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Τουλάχιστον 32,5% βελτίωση στην ενεργειακή απόδοση
- Ο στόχος 55% των αερίων θερμοκηπίου υλοποιείται από το σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ, τον κανονισμό για την κατανομή της προσπάθειας με τους στόχους μείωσης των εκπομπών των κρατών μελών και τον κανονισμό χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοκομίας. Με αυτόν τον τρόπο, όλοι οι τομείς θα συμβάλουν στην επίτευξη του στόχου

Εξετάζει τις ενέργειες που απαιτούνται σε όλους τους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης ενεργειακής απόδοσης και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και ξεκίνησε τη διαδικασία υποβολής λεπτομερών νομοθετικών προτάσεων έως τον Ιούλιο του 2021 για την εφαρμογή και την επίτευξη της αυξημένης φιλοδοξίας.

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΛΙΜΑ

Παράλληλα το Συμβούλιο και το Κοινοβούλιο κλήθηκαν να αποτυπώσουν τον νέο στόχο στον «Ευρωπαϊκό Νόμο για το Κλίμα», ώστε οι πολιτικές δεσμεύσεις να μετατραπούν σε νομική υποχρέωση. Τα θεσμικά όργανα και τα κράτη μέλη της ΕΕ υποχρεώνονται να λάβουν τα αναγκαία μέτρα σε ενωσιακό και εθνικό επίπεδο για την επίτευξη του στόχου, λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία της προώθησης της δίκαιης κατανομής των βαρών και της αλληλεγγύης μεταξύ των κρατών μελών. Ο Νόμος για το Κλίμα περιλαμβάνει μέτρα για την παρακολούθηση της προόδου και την ανάλογη προσαρμογή των δράσεων, με βάση τα υφιστάμενα συστήματα, όπως η διαδικασία διακυβέρνησης για τα εθνικά σχέδια των κρατών μελών για την ενέργεια και το κλίμα, οι τακτικές εκθέσεις του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος και τα πρόσφατα επιστημονικά στοιχεία για την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο έχουν συμφωνήσει ότι ο νόμος για το κλίμα θα περιλαμβάνει:

- νομικά κατοχυρωμένο στόχο της Ένωσης να επιτύχει κλιματική ουδετερότητα έως το 2050
- φιλόδοξο στόχο για το κλίμα έως το 2030 που συνίσταται σε μείωση των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55 % σε σύγκριση με το 1990, με σαφήνεια όσον αφορά τη συμβολή των μειώσεων και των απορροφήσεων εκπομπών
- αναγνώριση της ανάγκης να ενισχυθούν οι «συσσωρευτές» CO₂ της ΕΕ μέσω ενός πιο φιλόδοξου κανονισμού για τη χρήση γης, την αλλαγή χρήσης γης και τη δασοπονία (LULUCF)
- διαδικασία για τον καθορισμό κλιματικού στόχου για το 2040, στον οποίο θα λαμβάνεται υπόψη ενδεικτικός προϋπολογισμός για τα αέρια του θερμοκηπίου για την περίοδο 2030-2050 που θα δημοσιεύσει η Επιτροπή
- δέσμευση για αρνητικές εκπομπές μετά το 2050
- συγκρότηση ευρωπαϊκής επιστημονικής συμβουλευτικής επιτροπής για την κλιματική αλλαγή, η οποία θα παρέχει ανεξάρτητες επιστημονικές συμβουλές
- αποτελεσματικότερες διατάξεις για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή
- ισχυρή συνοχή όλων των πολιτικών της Ένωσης με τον στόχο της κλιματικής ουδετερότητας
- δέσμευση για συνεργασία με τους διάφορους κλάδους της οικονομίας ώστε να καταρτιστούν χάρτες πορείας ανά κλάδο οι οποίοι θα χαράσσουν την πορεία προς την κλιματική ουδετερότητα στους κλάδους αυτούς.

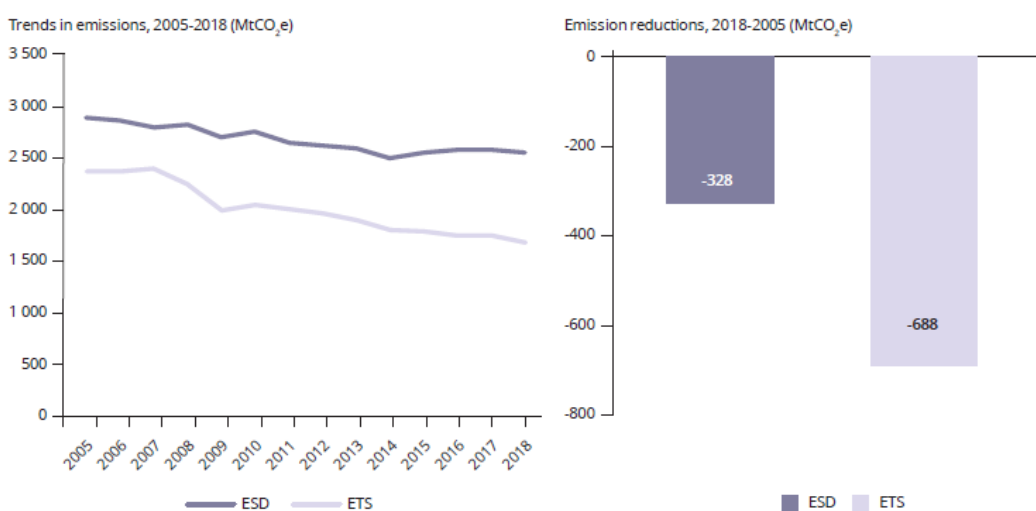
Η πρόοδος θα εξετάζεται ανά πενταετία βάσει της συμφωνίας του Παρισιού, με τη διαδικασία του παγκόσμιου απολογισμού. Τον Ιούλιο του 2021, η Επιτροπή παρουσίασε τη δέσμη «Fit for 55», μια σειρά προτάσεων και πρωτοβουλιών με στόχο την αναθεώρηση και επικαιροποίηση της νομοθεσίας της ΕΕ ώστε να ευθυγραμμιστεί με τους κλιματικούς στόχους της ΕΕ για το 2030 και το 2050. Το πακέτο προτείνει την αναθεώρηση πολλών νομοθετικών πράξεων της ΕΕ για το κλίμα, όπως του ETS, του κανονισμού κοινής προσπάθειας, της νομοθεσίας για τις μεταφορές και τη χρήση της γης.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ (EU ETS)

Το Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ (EU ETS) αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της πολιτικής της ΕΕ για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και βασικό εργαλείο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το EU ETS είναι μια αγορά αδειών άνθρακα που καθορίζει το ποσό των εκπομπών που οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας, οι βιομηχανικές μονάδες και οι αεροπορικές εταιρείες μπορούν να απελευθερώσουν στην ατμόσφαιρα. Ορίζει ένα ανώτατο όριο για τη συνολική ποσότητα αερίων θερμοκηπίου που μπορούν να εκπέμπονται από περισσότερες από 11 000 εγκαταστάσεις που είναι χρήστες μεγάλης ενέργειας σε 31 χώρες. Μέσα στο σύστημα, οι εταιρείες λαμβάνουν ή αγοράζουν δικαιώματα εκπομπής, τα οποία μπορούν να ανταλλάσσουν με άλλες. Σοβαρά πρόστιμα επιβάλλονται σε εταιρείες που εκπέμπουν περισσότερα από τα δικαιώματά τους. Το ανώτατο όριο του συστήματος μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, έτσι ώστε οι συνολικές εκπομπές να μειώνονται. Με τη νομισματική αξία του άνθρακα, το ETS της ΕΕ δημιουργεί κίνητρα για τις εταιρείες να βρουν τις πιο οικονομικά αποδοτικές περικοπές εκπομπών και να επενδύσουν σε καθαρές τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Από την εισαγωγή του ETS το 2005 μέχρι το 2019, οι εκπομπές μειώθηκαν κατά περίπου 43% στους τομείς που καλύπτονται από το εμπόριο εκπομπών, ιδίως στις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Οι εκπομπές από σταθερές εγκαταστάσεις σε όλες τις χώρες που καλύπτονται από το σύστημα μειώθηκαν απότομα κατά 9,1% μεταξύ 2018 και 2019. Περιλαμβάνονται ακόμα η παραγωγή θερμότητας, βιομηχανικοί τομείς εντάσεως ενέργειας και η εμπορική αεροπορία εντός της Ευρώπης. Οι εκπομπές που δεν καλύπτονται από το ETS (όπως εκπομπές από τη βιομηχανία, τις μεταφορές, τα κτίρια, τη γεωργία και τα απόβλητα) παρέμειναν αμετάβλητες μεταξύ του 2018 και του 2019.

Figure 3.2 Greenhouse gas emissions in the Emissions trading system (excluding aviation) and Effort sharing sectors in the EU-27 plus the United Kingdom



Note: ESD emissions have been estimated from total GHG inventory emissions including indirect CO₂, and excluding domestic aviation, nitrogen trifluoride and verified emissions from stationary installations under the EU ETS. The ETS emissions for the years 2005-2012 reflect the current ETS scope, to allow for a consistent-trend comparison for the period 2005-2018.

Sources: GHG data viewer and EU ETS data viewer, EEA.

Γραφ.3.1.: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στο ETS (2005-2018) (πηγή: European Environment Agency)

Η Επιτροπή πρότεινε έναν νέο στόχο για τη μείωση των εκπομπών από τους τομείς ETS της ΕΕ κατά 61% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2005. Αυτό αντιπροσωπεύει αύξηση 18 ποσοστιαίων μονάδων σε σύγκριση με τον στόχο -43% βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η Επιτροπή προτείνει μια εφάπαξ μείωση του συνολικού ανώτατου ορίου εκπομπών κατά 117 εκατομμύρια δικαιώματα και απότομη ετήσια μείωση των εκπομπών κατά 4,2% (αντί 2,2% ετησίως με το ισχύον σύστημα). Με αυστηρότερο όριο για τις εκπομπές, η Επιτροπή προτείνει αλλαγές στην δωρεάν κατανομή δικαιωμάτων στο ETS, ώστε να αντικατοπτρίζεται με μεγαλύτερη ακρίβεια η τεχνολογική πρόοδος και να δοθεί κίνητρο για περαιτέρω ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Για να επιτύχει η ΕΕ τον στόχο μείωσης των εκπομπών για το 2030, οι τομείς που βρίσκονται σήμερα εκτός του ETS πρέπει να εντείνουν τις προσπάθειές τους για απαλλαγή από τον άνθρακα. Στο πλαίσιο της νομοθετικής δέσμης Fit for 55, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει την επέκταση του εμπορίου εκπομπών στους τομείς των κτιρίων και των οδικών μεταφορών. Οι εκπομπές από αυτούς τους τομείς δεν θα καλύπτονται από το υπάρχον ETS, αλλά από ένα νέο, ξεχωριστό σύστημα εμπορίας εκπομπών. Για την αντιμετώπιση των κοινωνικών επιπτώσεων που προκύπτουν από αυτό το νέο σύστημα, η Επιτροπή προτείνει τη δημιουργία του Ταμείου Κοινωνικού Κλίματος.

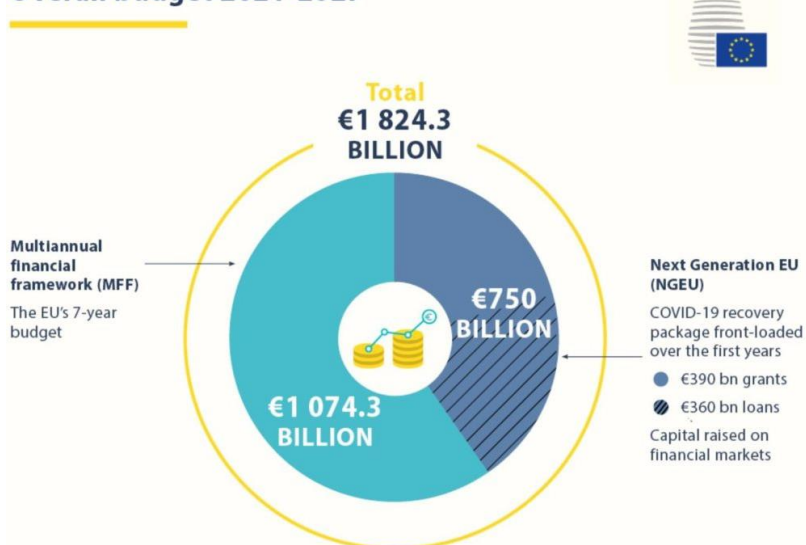
ΕΘΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ

Για την επίτευξη των στόχων της ΕΕ για την ενέργεια και το κλίμα για το 2030, οι χώρες της ΕΕ πρέπει να καταρτίσουν 10ετές ενοποιημένο εθνικό σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα (ΕΣΕΚ) για την περίοδο από το 2021 έως το 2030. Τα εθνικά σχέδια σκιαγραφούν τον τρόπο με τον οποίο οι χώρες της ΕΕ προτίθενται να δραστηριοποιηθούν σε πέντε τομείς: ενεργειακή απόδοση, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, διασυνδέσεις, και έρευνα και καινοτομία.

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

Για να επιτευχθεί ο στόχος για κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, απαιτείται ένας ριζικός μετασχηματισμός της ευρωπαϊκής οικονομίας. Η Επιτροπή υπογράμμισε ότι «απαιτούνται σημαντικές δημόσιες και ιδιωτικές επενδύσεις για να τεθεί η ΕΕ σε τροχιά μετάβασης» και ότι, στο πλαίσιο αυτό, ο επόμενος μακροπρόθεσμος προϋπολογισμός της ΕΕ θα συμβάλει σημαντικά στη δράση για το κλίμα. Η ΕΕ και τα κράτη μέλη της είναι ο μεγαλύτερος πάροχος δημόσιας χρηματοδότησης για το κλίμα

Overall budget 2021-2027



παγκοσμίως. Χρησιμοποίησε το 20% του συνολικού προϋπολογισμού της στο διάστημα 2014 - 2020 για τη χρηματοδότηση δράσεων που συμβάλλουν στον μετριασμό και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και στοχεύει να αυξήσει αυτό το ποσοστό σε τουλάχιστον 30% για το 2021-2027 με τη χρηματοδότηση του σχεδίου ανάκαμψης «Next Generation EU» να ανέρχεται στα 1,8 τρισ. €.

Γραφ.3.2.: Το 7ετές πλάνο της Ε.Ε. (2021-2027) και το πρόγραμμα Next Generation EU (πηγή: EU Council)

Εκτός από τις επιχορηγήσεις έργων, η χρηματοδότηση "LIFE" διοχετεύεται μέσω δύο χρηματοδοτικών προγραμμάτων, της Ιδιωτικής Χρηματοδότησης για την Ενεργειακή Απόδοση (PF4EE) και της Διευκόλυνσης Χρηματοδότησης φυσικού κεφαλαίου (NCFF). Η PF4EE αποσκοπεί στην

αντιμετώπιση της περιορισμένης πρόσβασης σε επαρκή και προσιτή εμπορική χρηματοδότηση. Στοχεύει σε έργα που υποστηρίζουν την εφαρμογή των εθνικών σχεδίων δράσης για την ενεργειακή απόδοση ή άλλων προγραμμάτων ενεργειακής απόδοσης των κρατών μελών της ΕΕ. Η NCFF υποστηρίζει έργα που αποσκοπούν στη βιοποικιλότητα και την κλιματική προσαρμογή μέσω προσαρμοσμένων επενδύσεων, που υποστηρίζονται από εγγύηση της ΕΕ. Τα έργα που χρηματοδοτούνται πρέπει να δημιουργούν έσοδα ή να επιδεικνύουν εξοικονόμηση κόστους.

ΤΑΜΕΙΟ ΔΙΚΑΙΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ

Οι περιφέρειες και τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν διαφορετικό σημείο εκκίνησης όσον αφορά την κλιματική μετάβαση και διαφορετικές ικανότητες για την αντιμετώπιση των δυσκολιών για το μετασχηματισμό της οικονομίας τους. Η ΕΕ εισήγαγε το «Ταμείο Δίκαιης Μετάβασης» για την παροχή υποστήριξης σε περιοχές που θα απαιτήσουν μεγαλύτερες επενδύσεις για την επίτευξη των στόχων. Το Ταμείο Δίκαιης Μετάβασης είναι ένας από τους τρεις πυλώνες του Μηχανισμού Δίκαιης Μετάβασης που προτείνονται στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για να διασφαλιστεί ότι η μετάβαση πραγματοποιείται με δίκαιο τρόπο. Οι άλλοι δύο πυλώνες είναι η εγγύηση του προϋπολογισμού στο πλαίσιο του προγράμματος InvestEU και η δανειακή διευκόλυνση του δημόσιου τομέα. Ο μηχανισμός στοχεύει σε τρεις τομείς:

- i. Άνθρωποι και κοινότητες που είναι πιο ευάλωτες στη μετάβαση: διευκολύνει τις ευκαιρίες απασχόλησης προσφέροντας επανακατάρτιση, με έμφαση στην ενεργειακά αποδοτική στέγαση.
- ii. Εταιρείες και κλάδοι σε βιομηχανίες υψηλής έντασης εκπομπών ρύπων: καθιστά ελκυστική την τεχνολογία χαμηλών εκπομπών άνθρακα προσφέροντας κίνητρα για επενδύσεις με παροχή δανείων, ενώ παράλληλα επενδύει στην έρευνα και τη δημιουργία νέων επιχειρήσεων.
- iii. Κράτη μέλη ή περιοχές που έχουν μεγάλη εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα: επενδύει σε νέες «πράσινες» θέσεις εργασίας, βιώσιμες δημόσιες μεταφορές, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ψηφιακή συνδεσιμότητα και υποδομές καθαρής ενέργειας.

Η χρηματοδότηση θα διατεθεί μόνο βάσει εδαφικών σχεδίων δίκαιης μετάβασης, τα οποία θα καταρτιστούν από τα κράτη μέλη από κοινού με τις αρμόδιες τοπικές και περιφερειακές αρχές. Τα σχέδια θα εντοπίζουν τις περιοχές που πλήττονται περισσότερο και τις επενδυτικές ανάγκες τους.

ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ (LIFE)



Το πρόγραμμα LIFE (2021-2027) χωρίζεται σε 4 επιμέρους προγράμματα:

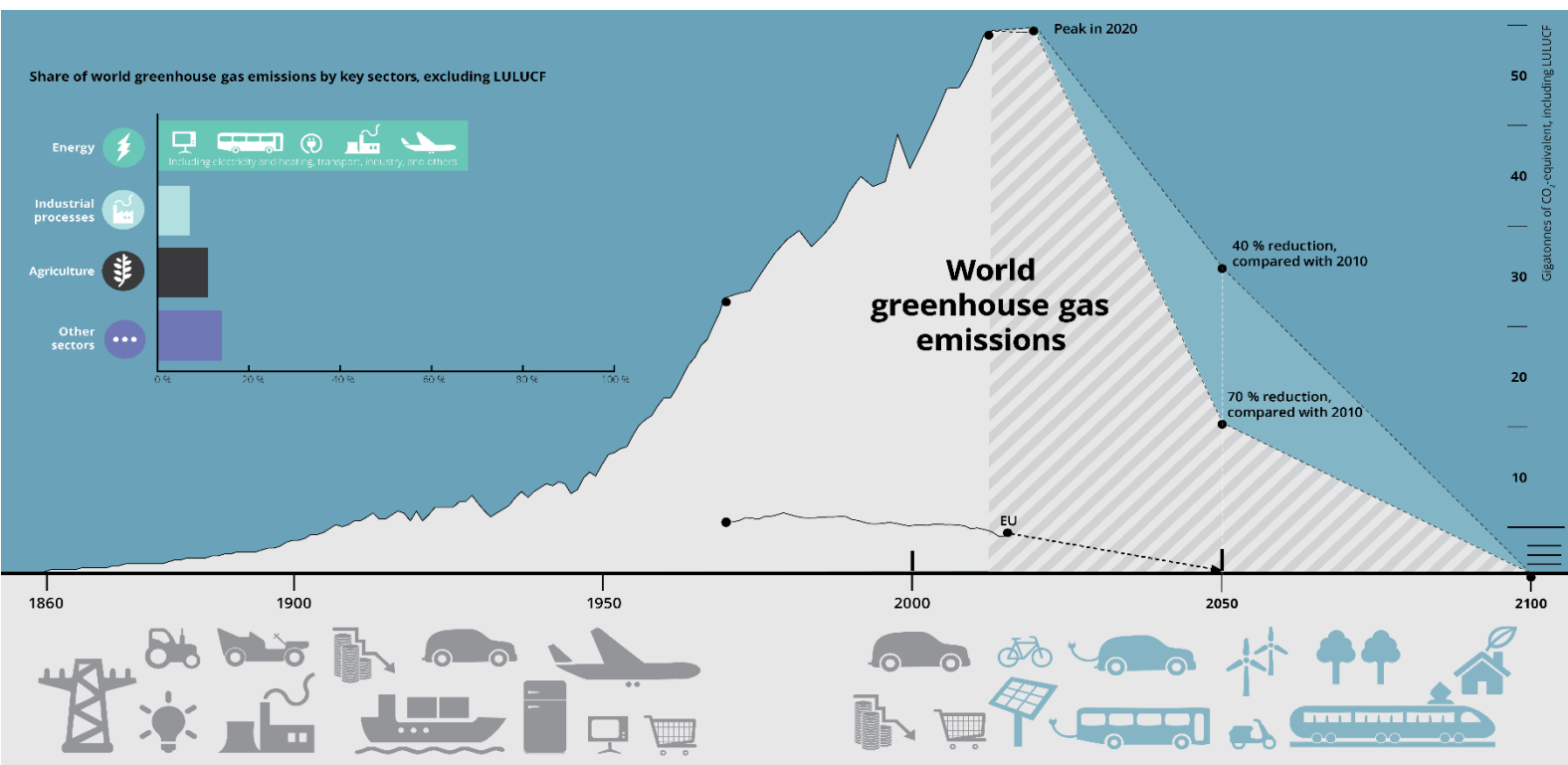
- «Φύση και βιοποικιλότητα»
- «Κυκλική οικονομία και ποιότητα ζωής»-
- «Μετριασμός και προσαρμογή της κλιματικής αλλαγής»
- «Μετάβαση καθαρής ενέργειας».

Το LIFE διαχειρίζεται περίπου 905 εκατ. ευρώ για την ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτόμων τρόπων αντιμετώπισης των κλιματικών προκλήσεων. Οι συγκεκριμένοι στόχοι του είναι:

- ανάπτυξη, επίδειξη και προώθηση καινοτόμων τεχνικών, μεθόδων και προσεγγίσεων για την επίτευξη των στόχων της νομοθεσίας και της πολιτικής της Ένωσης για την κλιματική δράση και συμβολή στη βάση γνώσεων και στην εφαρμογή των βέλτιστων πρακτικών
- να υποστηρίξει την ανάπτυξη, εφαρμογή, παρακολούθηση και επιβολή της σχετικής νομοθεσίας και πολιτικής της Ένωσης για τη δράση στο κλίμα
- να καταλύσει την ευρεία ανάπτυξη επιτυχών τεχνικών και σχετικών με την πολιτική λύσεων για την εφαρμογή της σχετικής νομοθεσίας της Ένωσης και της πολιτικής για την κλιματική δράση, αναπαράγοντας αποτελέσματα, ενσωματώνοντας σχετικούς στόχους σε άλλες πολιτικές και σε πρακτικές του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, κινητοποιώντας επενδύσεις και βελτιώνοντας την πρόσβαση στη χρηματοδότηση.

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ «ΜΕΤΑΒΑΣΗ» ΤΗΣ Ε.Ε. - Η ΛΥΣΗ ΤΩΝ Α.Π.Ε.

Ο βασικός μοχλός αλλαγών στο παγκόσμιο και ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα είναι η ανάγκη για μια καθαρή ενεργειακή μετάβαση που θα μειώσει δραστικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Καθώς το 75 % των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ προέρχεται από την χρήση και παραγωγή ενέργειας, η απαλλαγή του τομέα της ενέργειας από τις εκπομπές CO₂ αποτελεί κείμενο βήμα για μία κλιματικά ουδέτερη ΕΕ για την εκπλήρωση των κλιματικών στόχων έως το 2030 και της μακροπρόθεσμης στρατηγικής της για την ουδέτερο ισοζύγιο CO₂ έως το 2050.



Γραφ.4.1.: Επενδυτικές ανάγκες για την Ε.Ε. (2017-2050) ανά κατηγορία σε 2 πιθανά σενάρια (πηγή: EEA)

4.1. Η εφαρμογή του “Green Deal” στην Ενέργεια

Η Ευρωπαϊκή «Πράσινη Συμφωνία» επικεντρώνεται σε 3 βασικές αρχές για τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια, οι οποίες θα συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου:

1. διασφάλιση ασφαλούς και οικονομικά προσιτού ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ
2. δημιουργία ολοκληρωμένης, διασυνδεδεμένης και ψηφιοποιημένης ενεργειακής αγοράς
3. προώθηση της ενεργειακής απόδοσης και ανάπτυξη ενός τομέα παραγωγής ενέργειας ο οποίος θα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι κύριοι στόχοι της Επιτροπής για την επίτευξη αυτών είναι οι εξής:

- δημιουργία διασυνδεδεμένων ενεργειακών συστημάτων και καλύτερα ολοκληρωμένων δικτύων, ώστε αυτά να υποστηρίζουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- προώθηση καινοτόμων τεχνολογιών και σύγχρονων υποδομών
- ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης και του οικολογικού σχεδιασμού των προϊόντων
- απανθρακοποίηση του τομέα του φυσικού αερίου και προώθηση της διατομεακής «έξυπνης» ολοκλήρωσης
- ενδυνάμωση των καταναλωτών και παροχή βοήθειας στις χώρες της ΕΕ για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας
- προώθηση των ενωσιακών ενεργειακών προτύπων και τεχνολογιών σε παγκόσμιο επίπεδο
- αξιοποίηση όλων των δυνατοτήτων που προσφέρει η υπεράκτια αιολική ενέργεια της Ευρώπης

ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το τρέχον ενεργειακό σύστημα εξακολουθεί να βασίζεται σε παράλληλες και κάθετες αλυσίδες ενεργειακής ροής, οι οποίες συνδέουν συγκεκριμένους ενεργειακούς πόρους με συγκεκριμένους τομείς τελικής χρήσης. Αυτό το μοντέλο είναι τεχνικά και οικονομικά αναποτελεσματικό, ενώ οδηγεί σε σημαντικές απώλειες με τη μορφή σπατάλης θερμότητας και χαμηλής ενεργειακής απόδοσης. Η ολοκλήρωση του ενεργειακού συστήματος, όπως αναφέρεται, αφορά τον προγραμματισμό και τη λειτουργία του συνόλου του ενεργειακού συστήματος που απαρτίζεται από πολλούς φορείς ενέργειας, υποδομές και τομείς κατανάλωσης. Δημιουργεί ισχυρότερους δεσμούς μεταξύ τους με στόχο την παροχή ενεργειακών υπηρεσιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα, αποδοτικών σε πόρους, με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Η τομεακή σύνδεση σημαίνει τη σύνδεση των διαφόρων ενεργειακών φορέων - ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα, ψύξη, αέριο, στερεά και υγρά καύσιμα - μεταξύ τους και με τους τομείς τελικής χρήσης, όπως κτίρια, μεταφορές ή βιομηχανία.

Η στρατηγική καθορίζει 38 δράσεις για την υλοποίηση των αναγκαίων μεταρρυθμίσεων. Αυτές περιλαμβάνουν την αναθεώρηση της υφιστάμενης ενεργειακής νομοθεσίας, την οικονομική στήριξη ή την έρευνα και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και ψηφιακών εργαλείων, καθοδήγηση στα κράτη μέλη για φορολογικά μέτρα και σταδιακή κατάργηση των επιδοτήσεων ορυκτών καυσίμων, μεταρρύθμιση της διακυβέρνησης της αγοράς, ολιστικό σχεδιασμό υποδομών και βελτίωση της ενημέρωσης των καταναλωτών. Η σύνδεση τομέων θα επιτρέψει τη βελτιστοποίηση του ενεργειακού συστήματος στο σύνολό του, αντί να απαλλαγεί από τον άνθρακα και να επιφέρει ξεχωριστά κέρδη απόδοσης σε κάθε τομέα ανεξάρτητα.

Η ηλεκτροδότηση των μεταφορών είναι ένα καλό παράδειγμα της δυνατότητας ολοκλήρωσης. Προς το παρόν, γνωρίζουμε ότι τα ηλεκτρικά οχήματα συνδέουν τους τομείς μεταφορών και ισχύος, αλλά και κτίρια, όπου συχνά βρίσκονται τα σημεία φόρτισης. Επί του παρόντος υπάρχει μόνο μια πολύ περιορισμένη διεπαφή μεταξύ αυτών των τριών τομέων.

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, προκειμένου να ενθαρρυνθεί αυτή η έξυπνη ολοκλήρωση του τομέα, η Επιτροπή παρουσίασε μια στρατηγική της ΕΕ για την ολοκλήρωση του ενεργειακού συστήματος στις 8 Ιουλίου 2020. Η ενσωμάτωση του ενεργειακού συστήματος θα διευκολυνθεί με τη σωστή και έγκαιρη εφαρμογή των οκτώ νομικών πράξεων της δέσμης καθαρής ενέργειας για όλους τους Ευρωπαίους, που εγκρίθηκαν το 2018-2019. Η ενσωμάτωση του συστήματος θα ακολουθήσει πιθανώς διαφορετικούς δρόμους σε κάθε χώρα της ΕΕ, ανάλογα με τα αντίστοιχα σημεία εκκίνησης και τις επιλογές πολιτικής τους. Ορισμένα από αυτά αντικατοπτρίζονται ήδη στα εθνικά ενεργειακά και κλιματικά σχέδια 2021-2030.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση απαιτεί από τα κράτη μέλη να διασφαλίσουν συλλογικά ότι η κατανάλωση ενέργειας θα μειωθεί τουλάχιστον κατά 9% έως το 2030 σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς του 2020. Αυτός ο στόχος 9% ισοδυναμεί με τους στόχους ενεργειακής απόδοσης 39% και 36% για πρωτογενή και τελική κατανάλωση ενέργειας που περιλαμβάνονται στο Σχέδιο Στόχου για το Κλίμα, αλλά απλώς μετράται με βάση τις επικαιροποιημένες βασικές προβλέψεις που έγιναν το 2020. Ο νέος στόχος αντιστοιχεί σε μέγιστη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 1023 εκατομμυρίων τόνων ισοδύναμου πετρελαίου [Mtoe] και τελική κατανάλωση ενέργειας 787 Mtoe έως το 2030.

Η τελική κατανάλωση αντιπροσωπεύει την ενέργεια που καταναλώνουν οι τελικοί χρήστες, ενώ η πρωτογενής κατανάλωση περιλαμβάνει την ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή και την παροχή ενέργειας. Τα κράτη μέλη θα συμβάλουν στην επίτευξη του συνολικού στόχου της ΕΕ μέσω ενδεικτικών εθνικών συνεισφορών βάσει κριτηρίων αναφοράς τα οποία αντικατοπτρίζουν τις εθνικές συνθήκες κάθε χώρας. Αυτά περιλαμβάνουν την ενεργειακή ένταση, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ και τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας για να συμπληρώσουν τα σταθερά ποσοστά μείωσης της ενέργειας. Οι ενισχυμένοι «μηχανισμοί κάλυψης κενών» θα ενεργοποιηθούν όταν οι χώρες υστερούν στην παροχή των εθνικών τους συνεισφορών.

Επιπλέον, η πρόταση σχεδόν διπλασιάζει την ετήσια υποχρέωση εξοικονόμησης ενέργειας, η οποία πρέπει να εκπληρωθεί ατομικά από όλα τα κράτη μέλη, επιπλέον των εξοικονομήσεων που επιτυγχάνουν με την εφαρμογή της νομοθεσίας της ΕΕ. Η υποχρέωση εξοικονόμησης ενέργειας είναι ένα από τα κύρια μέσα πολιτικής για να διασφαλιστεί ότι η ευρωπαϊκή οικονομία είναι πιο ενεργειακά αποδοτική. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να επιτύχουν νέα εξοικονόμηση τελικής κατανάλωσης ενέργειας τουλάχιστον 1,5% κάθε χρόνο από το 2024 έως το 2030, από 0,8% που ήταν σήμερα.

Ο δημόσιος τομέας μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης λόγω του υψηλού επιπέδου κατανάλωσης ενέργειας σε δημόσια κτίρια και υπηρεσίες, ενώ παράλληλα μπορεί να αποτελέσει πρότυπο για τον ιδιωτικό τομέα, ιδιαίτερα τα μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα επιχειρήσεων. Οι εκτιμήσεις της Επιτροπής δείχνουν ότι οι δραστηριότητες του δημόσιου τομέα - εκπαίδευση, υγεία και κοινωνικές υπηρεσίες, δημόσιες συγκοινωνίες, παροχή νερού και επεξεργασία και φωτισμός δρόμων - μαζί χρησιμοποιούν περίπου 50 Mtoe ετησίως, που είναι το 5% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ. Για τους λόγους αυτούς, η πρόταση περιλαμβάνει ειδική υποχρέωση για τον δημόσιο τομέα να επιτύχει ετήσια μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 1,7%. Επιπλέον, τα κράτη μέλη υποχρεούνται να ανακαινίζουν κάθε χρόνο τουλάχιστον το 3% της συνολικής επιφάνειας των κτιρίων που ανήκουν σε όλα τα επίπεδα της δημόσιας διοίκησης.

4.2. Παραγωγή ενέργειας και κλιματική αλλαγή

Η χρήση και η παραγωγή ενέργειας έχουν τεράστιο αντίκτυπο στο κλίμα όπως είδαμε, αλλά και το αντίθετο ισχύει όλο και περισσότερο. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να αλλάξει τις δυνατότητες παραγωγής ενέργειας όπως και τις ενεργειακές μας ανάγκες. Όλα τα μέρη του ενεργειακού συστήματος της Ευρώπης, από τη διαθεσιμότητα πηγών ενέργειας έως την κατανάλωση ενέργειας, είναι δυνητικά ευάλωτα στην κλιματική αλλαγή και τα ακραία καιρικά φαινόμενα, σύμφωνα με έκθεση του ΕΟΠ «Προκλήσεις προσαρμογής και ευκαιρίες για το ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα»⁸. Για να εξασφαλιστεί αξιόπιστη παροχή καθαρής ενέργειας, το ενεργειακό σύστημα της Ευρώπης πρέπει να προσαρμοστεί και να γίνει πιο ανθεκτικό σε αυτές τις μεταβολές. Η έκθεση υποστηρίζει πως η μετάβαση καθαρής ενέργειας συνεπάγεται μαζική επέκταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, πολλές από τις οποίες είναι ευαίσθητες στους κλιματικούς παράγοντες. Οι πιο σημαντικές αλλαγές περιλαμβάνουν αύξηση της μέσης και ακραίας θερμοκρασίας του αέρα και του νερού και αλλαγές στη διαθεσιμότητα νερού, ακραία γεγονότα που σχετίζονται με το κλίμα, παράκτιους και θαλάσσιους κινδύνους. Αυτές οι αλλαγές θα επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα των πρωτογενών πηγών ενέργειας - ιδίως των ανανεώσιμων πηγών - καθώς και τον μετασχηματισμό, τη μετάδοση, τη διανομή και την αποθήκευση ενέργειας και την ενεργειακή ζήτηση.

Ορισμένες από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο ενεργειακό σύστημα μπορεί να είναι οικονομικά επωφελείς, όπως η μειωμένη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση, αλλά πολλές επιπτώσεις είναι αρνητικές τόσο για τον ενεργειακό τομέα όσο και για την κοινωνία στο σύνολό της. Σημαντικά ευρήματα:

- Η διαθεσιμότητα νερού γενικά προβλέπεται να αυξηθεί στη βόρεια Ευρώπη και να μειωθεί στη νότια, αλλά με εμφανείς εποχιακές διαφορές. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα νερού ψύξης για θερμικούς σταθμούς, το δυναμικό υδροηλεκτρικής ενέργειας και βιοενέργειας, τη μεταφορά καυσίμων στους ποταμούς και την ενεργειακή ζήτηση για παροχή νερού.
- Η αντικατάσταση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με CO₂ από αιολική και ηλιακή ενέργεια μειώνει ριζικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την κατανάλωση νερού, συμβάλλοντας έτσι στον μετριασμό καθώς και στην προσαρμογή σε περιοχές με λιγοστό νερό.

10. European Environment Agency, "Adaptation challenges and opportunities for the European energy system: building a climate-resilient low-carbon energy system", 2019, ISBN 978-92-9480-065-7, doi:10.2800/227321

- Τα βιοκαύσιμα και η δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα απαιτούν σημαντικές ποσότητες νερού ή καλλιεργήσιμης γης, γεγονός που ενδέχεται να περιορίσει την επέκτασή τους, ιδίως σε περιοχές με έλλειψη νερού.
- Οι αυξημένες θερμοκρασίες μειώνουν τη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση, αλλά αυξάνουν την ενεργειακή ζήτηση για ψύξη. Μπορούν επίσης να επηρεάσουν την παραγωγή και τη μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει το δυναμικό για αιολική και ηλιακή ενέργεια, αλλά οι διαθέσιμες προβλέψεις σχετίζονται με σημαντική αβεβαιότητα.

Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι, χωρίς τα κατάλληλα μέτρα προσαρμογής, οι άμεσες ζημιές στο ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα από ακραία καιρικά φαινόμενα θα μπορούσαν να ανέλθουν σε δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως έως το τέλος του αιώνα, με πολύ μεγαλύτερο έμμεσο κόστος.

4.3. Ενεργειακός «Χάρτης» Ε.Ε. - Δεδομένα

Η πραγματικότητα βέβαια είναι πιο σύνθετη από ότι παρουσιάζεται για την «πράσινη» στροφή της ΕΕ. Η Ε.Ε. εξαρτημένη κατά 75% σε φυσικό αέριο και κατά 85% σε πετρέλαιο από τρίτες χώρες διαμόρφωσε τα προηγούμενα χρόνια μια διεθνή ενεργειακή στρατηγική, που επικεντρώθηκε στην προώθηση αγωγών και δικτύων (Projects of Common Interests – PCIs), για εισαγωγή ενεργειακών προϊόντων από διαφορετικές πηγές και διαφορετικές διελεύσεις, με στόχο τη μείωση της εξάρτησης. Η ΕΕ εισήγαγε πάνω από το 60% της ενέργειας που κατανάλωσε το 2019 γεγονός που την καθιστά ευάλωτη στους προμηθευτές της. Η Επιτροπή επιδιώκει, πέρα από τα περιβαλλοντικά οφέλη, τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της ΕΕ από το εξωτερικό σε εισαγωγές αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου και το στερεών καυσίμων, όπως ο άνθρακας. Παράλληλα, η ΕΕ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από ένα μόνο προμηθευτή, τη Ρωσία, που την προμήθευσε για το 2020 με το 26% του εισαγόμενου πετρελαίου, το 44% του αερίου και το 26% των στερεών καυσίμων, ενώ έξι χώρες εξαρτώνται αποκλειστικά από αυτήν για την εισαγωγή φυσικού αερίου. Περιορίζοντας αυτή την εξάρτηση, ενισχύει την ενεργειακή της «ασφάλεια» διαφοροποιώντας τις ενεργειακές της πηγές και τους προμηθευτές (ΗΠΑ κ.α.).



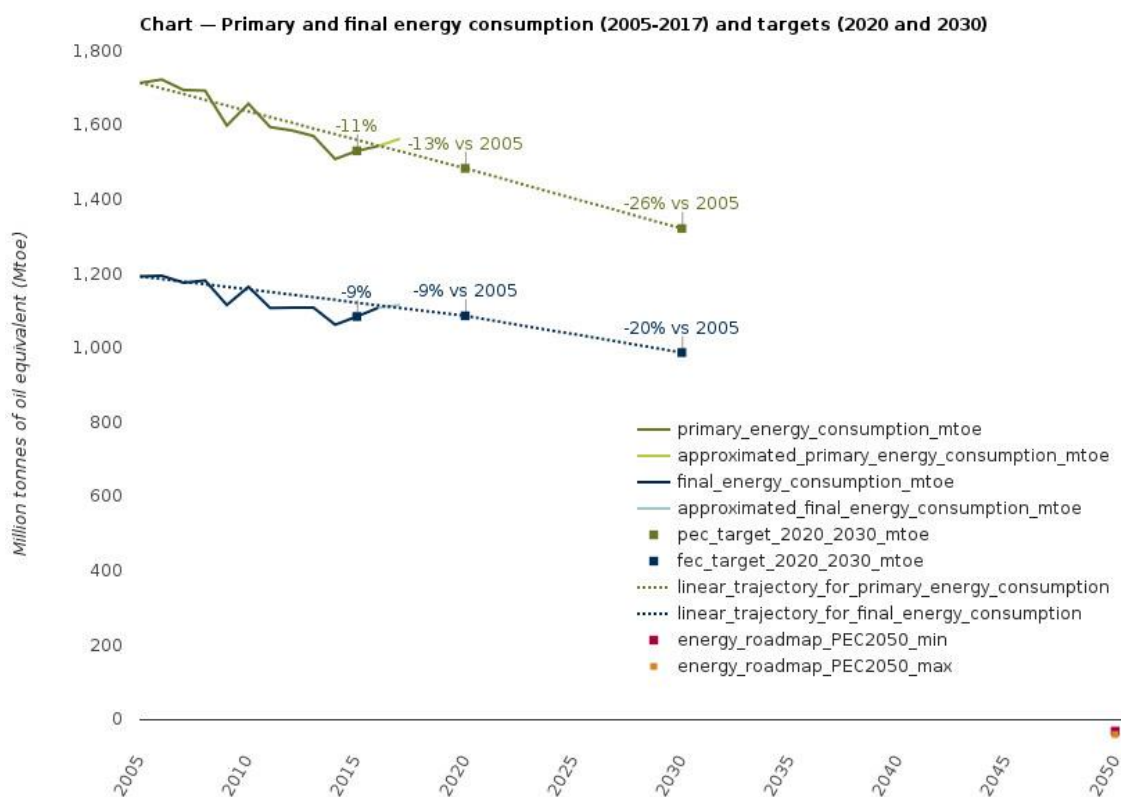
Εικ.4.1.: Οι αγωγοί πετρελαίου (κόκκινο) και φυσικού αερίου (πράσινο) από τη Ρωσία προς την ΕΕ (πηγή: Virginia W. Mason, National Geographic)

Επιδιώκει επίσης να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, να αυξήσει την παραγωγή αλλά και τη συνεργασία της με τρίτες χώρες, προωθώντας τις ΑΠΕ. Η στρατηγική ενσωμάτωσης του ενεργειακού συστήματος θα διευκολύνει αυτή τη διαδικασία.

Το ενδιαφέρον των ΗΠΑ για την επιτάχυνση των σχεδίων «ενεργειακής απεξάρτησης της Ευρώπης» από τη Ρωσία, συνδέονται με τον νότιο διάδρομο ανεφοδιασμού των ευρωπαϊκών κρατών με αζέριο φυσικό αέριο. Κομβικό ρόλο σ' αυτόν το σχεδιασμό κατέχουν ο αγωγός TAP και ο ελληνοβουλγάρικος αγωγός φυσικού αερίου, η ανάπτυξη νέων υποδομών για την αποθήκευση και τη διακίνηση υγροποιημένου φυσικού αερίου από τις ΗΠΑ, αλλά και τα ενεργειακά κοιτάσματα στην Ανατολική Μεσόγειο και συγκεκριμένα σε Ισραήλ, Κύπρο και Αίγυπτο, για τη μεταφορά των οποίων στην Ευρώπη συγκρούονται διαφορετικά επιχειρηματικά συμφέροντα, στα οποία συμμετέχουν ανταγωνιστικά Ελλάδα και Τουρκία. Οι ενεργειακοί ανταγωνισμοί στην ευρύτερη περιοχή λοιπόν παίζουν σημαντικό ρόλο στην χάραξη πολιτικής της ΕΕ για την Ενέργεια και τις ΑΠΕ. Η ενέργεια θα παράγεται συχνότερα σε τοπικό επίπεδο, κυρίως από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και όχι από ορυκτά καύσιμα. Μαζί με τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας μέσω ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων και διαδικασιών, η ΕΕ αναμένεται να μειώσει στο μισό τις εισαγωγές πετρελαίου και φυσικού αερίου μέχρι το 2050.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η τελική κατανάλωση ενέργειας (FEC) στα 27 κράτη μέλη της ΕΕ παρέμεινε σε μεγάλο βαθμό σταθερή μεταξύ 2018 και 2019, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του ΕΟΠ. Η τιμή FEC που έφτασε το 2019 (990 εκατ. τν ισοδύναμου πετρελαίου (Mtoe)) ήταν η υψηλότερη σε σχεδόν μια δεκαετία και πολύ μακριά από το ελάχιστο που επιτεύχθηκε το 2014. Η εκτιμώμενη μείωση των FEC στη βιομηχανία (3,6 Mtoe) το 2019 υπερισχύθηκε από την αύξηση των FEC στον τομέα των μεταφορών (4,4 Mtoe). Τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης, σε συνδυασμό με τη στροφή προς μια οικονομία πιο προσανατολισμένη στις υπηρεσίες, οδηγούν σε μείωση της κατανάλωσης στη βιομηχανία.



Γραφ.4.2.: Πρωτογενής και τελική κατανάλωση και στόχοι για το 2020 και 2030 (πηγή: EEA)

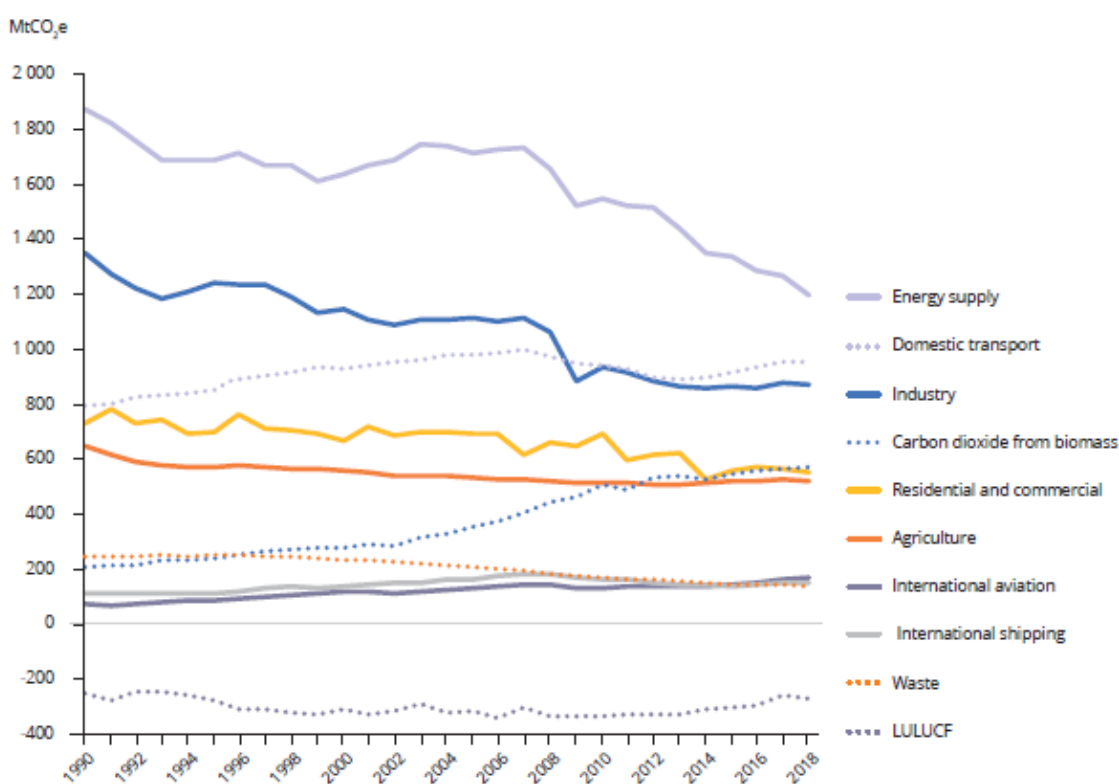
Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (PEC) παρουσιάζει παρόμοια μακροπρόθεσμη τάση με τη FEC, με τη σημαντική διαφορά μιας πτωτικής τάσης τα τελευταία 2 χρόνια. Μεταξύ 2018 και 2019, η PEC μειώθηκε κατά 1,3 %, οδηγούμενη από σημαντική πτώση της κατανάλωσης στερεών ορυκτών καυσίμων κατά 17 %. Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να μειώσει το PEC, ενώ το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση ενέργειας της ΕΕ διπλασιάστηκε από το 2005. Μόνο οκτώ κράτη μέλη, με κορυφαία την Ελλάδα και τη Ρουμανία, πέτυχαν τους στόχους FEC 2020 έως το 2019. Για τον PEC, ο αριθμός είναι 11, με κορυφαία την Κροατία και τη Ρουμανία.

ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Η ένταση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ-27 ήταν 51% χαμηλότερη το 2019 από ό, τι το 1990 (μειώθηκε από 524 g CO₂e/kWh σε 255 g CO₂e/kWh κατά την περίοδο). Αυτό αντιστοιχεί σε μείωση 2,5% ετησίως, κατά μέσο όρο, εκείνη την περίοδο. Μέχρι το 2010, η αυξημένη αποτελεσματικότητα του μετασχηματισμού από ορυκτά καύσιμα σε ηλεκτρική ενέργεια έπαιξε ρόλο στη μείωση των εντάσεων άνθρακα, που προκλήθηκε επίσης από την ανάγκη συμμόρφωσης με τις οριακές τιμές εκπομπών που καθορίζονται στη νομοθεσία για τις βιομηχανικές εκπομπές, όπως η οδηγία 2001/80/ΕΚ για τα μεγάλα εργοστάσια καύσης.

Figure 3.1 Greenhouse gas emissions by main sector in the EU-27 plus United Kingdom



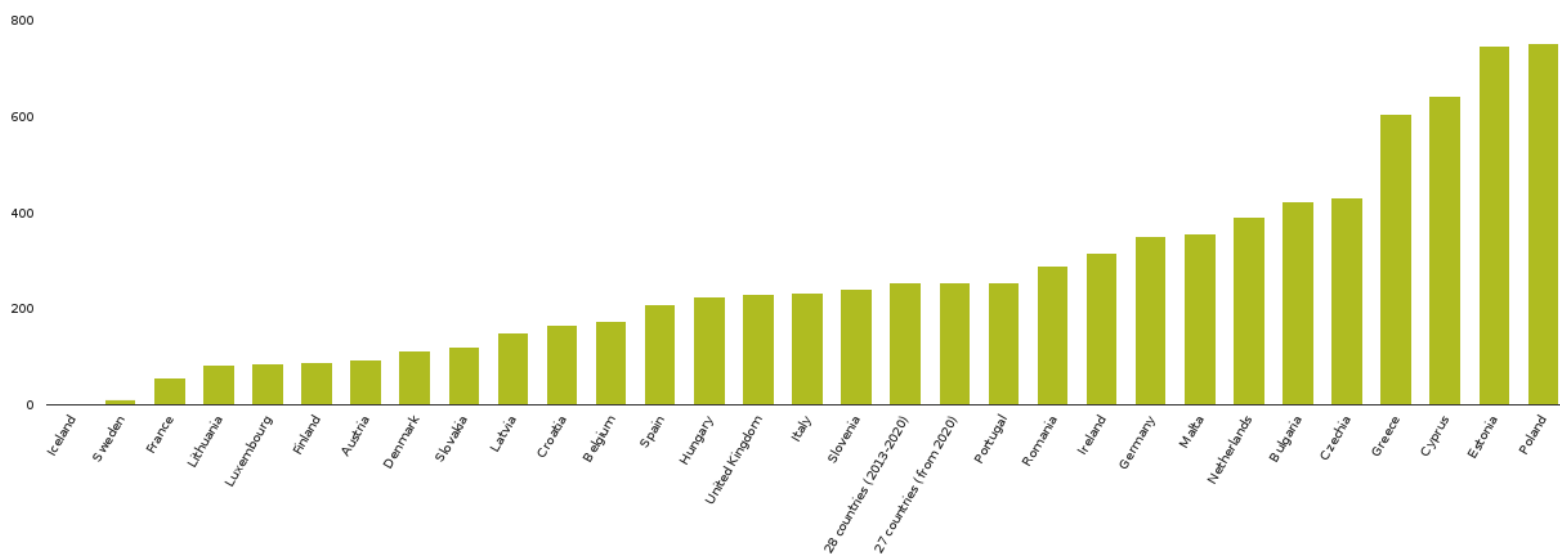
Γραφ.4.3.: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά βασικό κλάδο 1990-2018 (μαζί με Ην.Βασιλείο) (πηγή: EEA)

Από το 2010, η μείωση οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στη μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στα ανανεώσιμα καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με τις τιμές των δικαιωμάτων εκπομπών στο πλαίσιο του Σχεδίου Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ (ΕΕ, 2018) να αυξάνονται σημαντικά ιδίως από το 2019. Εάν η παρατηρούμενη τάση συνέχιζε, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να απαλλαγεί πλήρως από άνθρακα έως το 2050 στην ΕΕ-27. Μια τέτοια μείωση θα ήταν σύμφωνη με τη φιλοδοξία της ΕΕ να μειώσει τα αέρια του θερμοκηπίου κατά 55% το 2030 (σε σύγκριση με το 1990) και να φτάσει στην ουδετερότητα του άνθρακα το 2050.

Η ένταση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διαφέρει σημαντικά από το ένα κράτος - μέλος στο άλλο. Το 2019, η Πολωνία, η Εσθονία, η Κύπρος και η Ελλάδα είχαν την υψηλότερη ένταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ. Αυτό ήταν το αποτέλεσμα της χρήσης στερεών ορυκτών καυσίμων και της ύπαρξης σχετικά λιγότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και περιορισμένων ή μη πυρηνικών σταθμών στα εθνικά τους μίγματα ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εντάσεις των αερίων θερμοκηπίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν οι χαμηλότερες στη

Σουηδία, τη Γαλλία και τη Λιθουανία, λόγω του υψηλού μεριδίου τους σε πηγές ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα (πυρηνική και ανανεώσιμη ενέργεια).

Country level – Greenhouse gas emission intensity of electricity generation



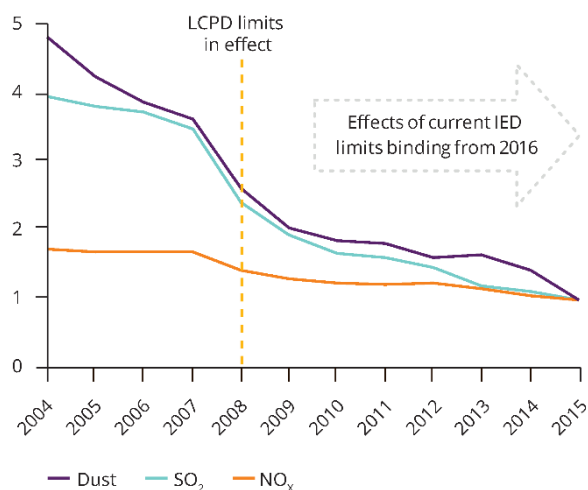
Γραφ.4.4.: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από παραγωγή ηλ. ενέργειας ανά κράτος-μέλος (πηγή: EEA)

Όσον αφορά τα εθνικά επιτεύγματα, τα υψηλότερα ποσοστά απαλλαγής στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά την περίοδο 1990-2018 καταγράφηκαν στη Δανία (μείωση 84%), το Λουξεμβούργο (μείωση 80%), τη Μάλτα (μείωση 78%), τη Σλοβακία (μείωση 76%) και τη Γαλλία (μείωση 73%). Σε χώρες εκτός ΕΕ του ΕΟΧ, όλη η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στην Ισλανδία και η περισσότερη που παράγεται στη Νορβηγία προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, και ως εκ τούτου, οι εντάσεις εκπομπών αερίων θερμοκηπίου είναι πολύ χαμηλές.

ΧΡΗΣΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ποσότητα των χρησιμοποιούμενων ορυκτών καυσίμων μειώθηκε κατά 23%, καθώς η παραγωγή ενέργειας μετατοπίζεται σε φιλικές προς το κλίμα πηγές. Αυστηρότερες οριακές τιμές εκπομπών και πολιτικές που αποσκοπούν στην αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων ή καθαρότερων καυσίμων αναμένεται να οδηγήσουν σε περαιτέρω μείωση των εκπομπών των εγκαταστάσεων καύσης τα επόμενα χρόνια. Οι μεγάλες μονάδες καύσης (LCP) είναι υπεύθυνες για περίπου το 40% της δυναμικότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ. Αυτά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από ορυκτά καύσιμα, με αποτέλεσμα την εκπομπή ρύπων στον αέρα, το νερό και τη γη, με επιζήμιες επιπτώσεις στα οικοσυστήματα.

Οι εκπομπές από LCP μειώθηκαν σημαντικά κατά την περίοδο 2004-2019, οι εκπομπές SO₂ κατά



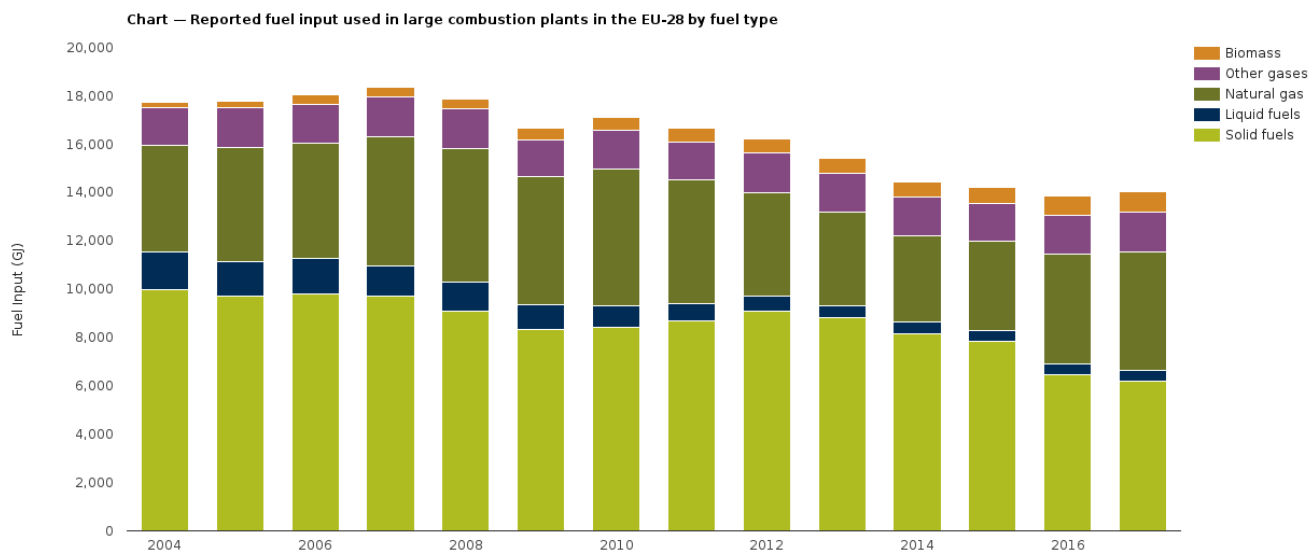
— Dust — SO₂ — NO_x

Notes: LCPD: Large Combustion Plants Directive 2001/80/EC;
IED: Industrial Emissions Directive 2010/75/EC.

89%, NO_x κατά 60% και PM₁₀ κατά 88%. Αυτό συνέβη καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου, αλλά δύο κύρια σημεία καμπής είναι εμφανή. Το πρώτο, κατά την περίοδο 2007-2009, οι φορείς εκμετάλλευσης LCP είχαν τη διπλή επίδραση νέων οριακών τιμών εκπομπών από την οδηγία LCP (EE, 2001) και την οικονομική κρίση που ξεκίνησε στο τέλος του 2008. Η δεύτερη καμπή, περίπου το 2015-2016, συνέπεσε με τη στιγμή που οι φορείς εκμετάλλευσης έπρεπε να συμμορφωθούν με αυστηρότερα όρια που προβλέπονται από την Οδηγία για τις Βιομηχανικές Εκπομπές (IED) (EE, 2010).

Γραφ.4.5.: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από σταθμούς παραγωγής ηλ. ενέργειας ανά κράτος-μέλος (πηγή: EEA)

Το μείγμα καυσίμων παίζει βασικό ρόλο στην παραγωγή εκπομπών, με άνθρακα και υγρά καύσιμα να είναι πολύ πιο ρυπαρά από άλλες επιλογές. Οι αλλαγές στο μείγμα καυσίμων συνέβαλαν επίσης στη μείωση των εκπομπών κατά την περίοδο, μαζί με άλλους παράγοντες, όπως ευρύτερες οικονομικές και κοινωνικές αλλαγές, αλλαγές στις διεθνείς τιμές καυσίμων κ.α.. Ωστόσο, ο άνθρακας εξακολουθεί να είναι κυρίαρχος και το φυσικό αέριο, ένα ορυκτό καύσιμο, είναι επίσης πολύ σημαντικό στο συνολικό μείγμα.



Γραφ.4.6.: Τάσεις κατανάλωσης καυσίμου από σταθμούς παραγωγής ηλ. ενέργειας ανά τύπο (πηγή: EEA)

Συνολικά, η κατανάλωση καυσίμου LCP μειώθηκε κατά 19% μεταξύ 2004 και 2019. Η πλειοψηφία αυτής της μείωσης συνέβη μετά το 2010 και μπορεί να αποδοθεί σε μεγάλο βαθμό στη μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων (κατά 23% από το 2004), ιδιαίτερα άνθρακα (κατά 31% από το 2010) και υγρών καυσίμων (κατά 44% από το 2010). Αυτό θα μπορούσε να αντικατοπτρίζει τη μετατόπιση του ενεργειακού συστήματος της Ευρώπης από ορυκτά καύσιμα σε ανανεώσιμες πηγές, με το φυσικό αέριο να παίζει ακόμη έναν ρόλο «γέφυρας» σε αυτή τη μετάβαση. Ωστόσο, η κατανάλωση άνθρακα είναι η επικρατέστερη στη συνολική κατανάλωση καυσίμου LCP, ακολουθούμενη από φυσικό αέριο.

Οι προηγούμενες τάσεις επέκτασης της διάρκειας ζωής μεγάλων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ορυκτών καυσίμων ή η κατασκευή νέων θα έρχονταν σε σύγκρουση με τα καλύτερα σενάρια απαλλαγής από τον άνθρακα της ΕΕ, όπως ορίζονται στον ενεργειακό χάρτη της ΕΕ 2050. Προς το παρόν, οι φορείς εκμετάλλευσης τέτοιων σταθμών τείνουν να παρατείνουν τη λειτουργία τους. Εάν αυτή η τάση διατηρηθεί ενώ προστίθεται νέα ικανότητα ορυκτών καυσίμων στο σύστημα, όλοι οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής ορυκτών καυσίμων θα πρέπει να περιορίσουν τη δραστηριότητά τους για να ανταποκριθούν στη δέσμευση της ΕΕ για μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Η «Ενεργειακή» Ένωση που προωθεί η ΕΕ μειώνει την ανάγκη για εφεδρική ικανότητα παραγωγής ορυκτών καυσίμων σε εθνικό επίπεδο.

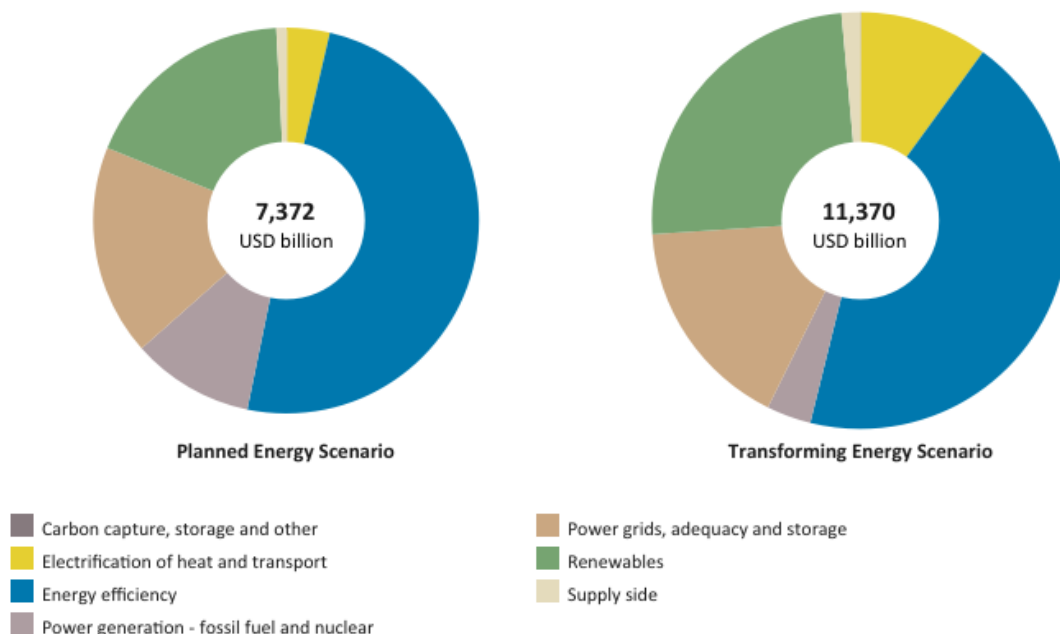
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ - ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

Για να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, η ΕΕ θα πρέπει να επενδύει περίπου 392 δισ. ευρώ κάθε χρόνο στο ενεργειακό σύστημα από ό, τι την περίοδο 2011-2020. Η ενεργειακή απόδοση αντιμετωπίζει ένα από τα μεγαλύτερα επενδυτικά κενά, που εκτιμάται σε περίπου 165 δισ. ευρώ. Πρόκειται για πρόσθετες επενδύσεις που απαιτούνται κάθε χρόνο στον τομέα των κτιρίων (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ενεργειακή απόδοση) μεταξύ 2021-2030 λόγω του αυξημένου στόχου για το κλίμα.

Τα δημόσια κεφάλαια συνεχίζουν να παίζουν σημαντικό ρόλο στην προσέλκυση ιδιωτικών επενδύσεων καθώς παρέχουν ασφάλεια και οικονομική στήριξη. Υπάρχουν πολλά νέα και υφιστάμενα προγράμματα στο πλαίσιο του Πολυετούς Δημοσιονομικού Πλαισίου και του NextGenerationEU για

την υποστήριξη της ενεργειακής μετάβασης. Ο κύριος όγκος των επενδύσεων σχεδιάζεται να προέλθει από ιδιωτικά κεφάλαια και ήδη βλέπουμε μια αύξηση της ιδιωτικής χρηματοδότησης.

Το κύριο μέσο της ΕΕ που θα υποστηρίξει τις επενδύσεις στην ενεργειακή μετάβαση στο άμεσο μέλλον θα είναι η διευκόλυνση ανάκαμψης και ανθεκτικότητας ύψους 672,5 δισεκατομμυρίων ευρώ, τουλάχιστον το 37% της οποίας θα αφιερωθεί στη δράση για το κλίμα. Πολλά κράτη μέλη έχουν επιβεβαιώσει την πρόθεσή τους να δαπανήσουν σημαντικά ποσά για ενεργειακή απόδοση και ανανεώσιμες πηγές στα εθνικά τους σχέδια ανάκαμψης και ανθεκτικότητας.



Source IRENA (2020), Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
<https://irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020> © IRENA

Γραφ.4.7.: Εκτίμηση στις συγκεντρωτικές επενδυτικές ανάγκες (2017-2050) βάσει του σχεδιασμένου σεναρίου ενεργειακής μετάβασης και ενός μεταβλητού σεναρίου ανά ενεργειακό τομέα (πηγή: IRENA)

Το 30% του Πολυετούς Δημοσιονομικού Πλαισίου 2021-2027 αφιερώνεται σε δαπάνες που σχετίζονται με το κλίμα. Ένα σημαντικό μερίδιο των κονδυλίων της Πολιτικής Συνοχής θα συνεχίσει να διοχετεύεται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενεργειακή απόδοση και ανακαίνιση κτιρίων. Η InvestEU θα κινητοποιήσει, μέσω ειδικών χρηματοδοτικών μέσων και τεχνικής βοήθειας, όπως η διευκόλυνση ELENA, ιδιωτικές και δημόσιες επενδύσεις σε όλες τις χώρες της ΕΕ. Τα κεντρικά διαχειριζόμενα προγράμματα όπως το LIFE ή το Horizon Europe, θα έχουν ειδικές χρηματοδοτικές προτεραιότητες που υποστηρίζουν μια την «πράσινη» μετάβαση. Τα έσοδα του συστήματος εκπομπών ETS από πλειστηριασμούς σε επίπεδο ΕΕ και σε εθνικό επίπεδο πρέπει να διοχετεύονται σε πράσινες επενδύσεις, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων σε μέτρα ενεργειακής απόδοσης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Μια από τις μεγαλύτερες τράπεζες επενδύσεων στον κόσμο, η Goldman Sachs προβλέπει ότι η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια στην Ευρώπη θα αυξηθεί σχεδόν κατά 200% έως το 2050 ή κατά 3,5% ετησίως, προκειμένου να επιτευχθούν οι «πράσινοι» στόχοι που έχουν τεθεί. Πρόκειται για τεράστια αλλαγή, εάν αναλογιστεί κανείς ότι τα τελευταία 30 χρόνια, η ευρωπαϊκή ζήτηση ενέργειας αυξάνεται λιγότερο από 1% το χρόνο. Η μεγάλη στροφή στην ηλεκτρική ενέργεια την οποία πυροδοτεί το Green Deal θα μπορούσε να αυξήσει το μερίδιο του ηλεκτρισμού στο βασικό ενεργειακό μείγμα στο 78-85% από 15% που είναι σήμερα. Ακόμα και εάν συνυπολογίσει μία ουσιαστική προσπάθεια για αποδοτικότερη ενέργεια, ο οίκος εκτιμά ότι η ζήτηση για ηλεκτρικό ρεύμα θα αυξηθεί κατά 184% έως το 2050. Η Goldman Sachs αναβαθμίζει κατά 200% τις εκτιμήσεις της για τις ιδιωτικές δαπάνες σε

επενδύσεις για «πράσινες» υποδομές ενέργειας για τους μεγάλους ομίλους του κλάδου στην Ευρώπη. Η μεγαλύτερη αναβάθμιση γίνεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπου οι κεφαλαιουχικές δαπάνες αναμένεται να αυξηθούν τουλάχιστον κατά 300%. Και με δεδομένο ότι οι επενδύσεις αυτές γίνονται σε μεγάλο βαθμό στο πλαίσιο συμβολαίων, η Goldman προβλέπει ότι οι υψηλότερες δαπάνες θα μεταφραστούν σε υψηλότερη αύξηση εταιρικών αποτελεσμάτων.

Από την άλλη ο μεγαλύτερος παγκοσμίως τραπεζικός χρηματοδότης εταιρειών ορυκτών καυσίμων, η JPMorgan, δεσμεύτηκε να μειώσει κατά 35% την ένταση χρήσης άνθρακα στο χαρτοφυλάκιο πετρελαίου και φυσικού αερίου μέχρι το τέλος της δεκαετίας, ευθυγραμμίζοντας τις χρηματοδοτικές της δραστηριότητες με τις προβλέψεις της Συμφωνίας του Παρισιού για το Κλίμα. Έθεσε στόχο να χρηματοδοτήσει με 2,5 τρισ. δολάρια («πρωτοβουλίες») που καταπολεμούν την κλιματική αλλαγή, εκ των οποίων περίπου 1 τρισ. δολάρια θα κατευθυνθούν σε έργα που θα ενισχύσουν καθαρότερες πηγές ενέργειας τα επόμενα 10 χρόνια.

Παρατηρείται επίσης το φαινόμενο ευρωπαϊκές εταιρείες, προκειμένου να παραμείνουν ανταγωνιστικές, να μεταφέρουν συχνά την παραγωγή τους σε χώρες με λιγότερο αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς, δημιουργώντας έτσι το φαινόμενο της «διαρροής άνθρακα», ακυρώνοντας ουσιαστικά μεγάλο μέρος της «πράσινης» ευρωπαϊκής στρατηγικής.

Είναι φανερό πως η «Πράσινη Συμφωνία», με τις όποιες ευεργετικές για το περιβάλλον επιπτώσεις, διασφαλίζει με τη μεγάλη κρατική παρέμβαση, αφενός τη διαμόρφωση κινήτρων με τη χρηματοδότηση νέων ιδιωτικών επενδύσεων στους τομείς της ενέργειας, των μεταφορών και των συγκοινωνιών, της μεταποίησης και του αγροτικού τομέα σε συνδυασμό με την ενίσχυση της διάχυσης της ψηφιακής οικονομίας και αφετέρου την ελεγχόμενη απαξίωση κεφαλαίου (π.χ. κλείσιμο λιγνιτικών σταθμών, απόσυρση συμβατικών αυτοκινήτων, αλλαγή ενεργειακών δικτύων). Από το σύνολο των χρηματοδοτικών προγραμμάτων θα ωφεληθούν πρώτιστα τα μεγάλα ιδιωτικά κεφάλαια στην ενέργεια αλλά και σε άλλους τομείς, καθώς θα εισπράξουν τη μερίδα του λέοντος από την γιγαντιαία κρατική χρηματοδότηση στο όνομα της προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας σε αντίθεση με τους πόρους που θα διατεθούν για τις ανάγκες των πολιτών όπως π.χ. το Κοινωνικό Ταμείο για το Κλίμα κ.α. Προβάλλεται τόσο στην ΕΕ όσο και στις ΗΠΑ ότι το «Πράσινο New Deal» θα διασφαλίσει τη γρήγορη, σταθερή και κοινωνικά δίκαιη επιστροφή στον «παράδεισο» της ανάπτυξης και θα αποτελέσει λύση στην πρόσφατη οικονομική κρίση, η οποία σε συνδυασμό με την πανδημία έχει περιορίσει τις επιλογές και τα μεγέθη των κερδών των ιδιωτικών επενδύσεων.

Από την άλλη, με τα δικαιώματα των ρύπων να κινούνται πλέον πάνω από τα 50 €/tn, έναντι 25 € στις αρχές του 2021, η αγορά ενέργειας και συνολικότερα η οικονομία μπαίνει σε μια εποχή ανατιμήσεων στο ρεύμα. Από τον Ιανουάριο του 2021 τα δικαιώματα ρύπων που εκχωρούνται στα κράτη μειώθηκαν στο 43% του συνόλου και το υπόλοιπο 57% οδεύει προς αγορά και πώληση στο χρηματιστήριο ρύπων. Το γεγονός ότι τα δικαιώματα ρύπων διαπραγματεύονται χρηματιστηριακά τα καθιστά εύκολα αντικείμενο κερδοσκοπίας, καθώς η τιμή τους ανεβαίνει προεξοφλώντας την αύξηση στη ζήτηση που φέρνει η διαρκής μείωση των δωρεάν δικαιωμάτων. Αυτό δημιουργεί κίνδυνο διαρκούς ανόδου του ενεργειακού κόστους με ανεξέλεγκτες επιπτώσεις για τις οικονομίες της ΕΕ. Μάλιστα, η ταυτόχρονη αύξηση στην τιμή του φυσικού αερίου από τα 16 €/MWh στα 23 €/MWh στο ίδιο διάστημα, λόγω αυξημένης ζήτησης καθώς έχει τα χαμηλότερα δικαιώματα ρύπων από τα ορυκτά καύσιμα, πιέζει ακόμη περισσότερο το κόστος της ενέργειας για το σύνολο των Ευρωπαίων καταναλωτών ενέργειας.

Η ενεργοποίηση των ρητρών CO₂ έχει ως αποτέλεσμα να έχουν επιβληθεί το τελευταίο διάστημα αυξήσεις της τάξης των 20 ευρώ/MWh στις βιομηχανίες. Οι αυξήσεις στην ενέργεια συμπαρασύρουν σε ανατιμήσεις όλη την αγορά, καθώς η αύξηση τιμών στη χονδρεμπορική αγορά αυξάνει το κόστος παραγωγής όλων των προϊόντων. Επομένως είναι φανερό πως ο τρόπος που λειτουργεί η οικονομία επηρεάζει τον κλάδο την ενέργειας και αντίστροφα, σε μια διαλεκτική σχέση, η οποία κάποιες φορές οδηγεί σε απρόβλεπτες ή και υποτιμημένες συνέπειες για την κοινωνία πέρα από τεχνοκρατικούς προγραμματισμούς και προβλέψεις, βάζοντας σε δεύτερη μοίρα ή αγνοώντας τις κοινωνικές ανάγκες.

4.4. Η λύση των Α.Π.Ε. (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας)

Σημαντικές αλλαγές πραγματοποιούνται στο μείγμα παραγωγής ενέργειας των κρατών - μελών στο δρόμο για «καθαρή» από ρύπους παραγωγή ενέργειας μέχρι το 2050. Η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω μέτρων ενεργειακής απόδοσης και η μαζική αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι το κλειδί για την απαλλαγή από το CO₂ - σε κτίρια, τη βιομηχανία, μεταφορές ή άλλους τομείς. Και τα δύο μέτρα μειώνουν άμεσα τις εκπομπές, την ατμοσφαιρική ρύπανση και την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα. Δύο πράγματα κρίνονται απαραίτητα για την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: έρευνα σε υπάρχουσες και νέες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας και την περαιτέρω μείωση του κόστους από τη μία και τη δημιουργία ενός ενεργειακού συστήματος ικανού να ενσωματώσει μεγάλα μερίδια ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τους τελικούς χρήστες όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά από την άλλη.

Οι πολιτικές για επιδότηση μιας πηγής ενέργειας επηρεάζουν τις επενδυτικές αποφάσεις. Από αυτή την άποψη, οι επιδοτήσεις και τα φορολογικά κίνητρα συνέβαλαν καθοριστικά στην ενίσχυση της παραγωγής ΑΠΕ από ηλιακή και αιολική ενέργεια. Αυτό ισχύει επίσης για τις επενδύσεις σε ορυκτά καύσιμα, οι οποίες εξακολουθούν να επιδοτούνται σε πολλές χώρες. Η αναθεωρημένη οδηγία για τις ΑΠΕ (2018/2001/ΕΕ), παρέχει εγγυήσεις στους υποψήφιους επενδυτές με αυξημένη στήριξη των ανανεώσιμων πηγών στους τομείς όπου η πρόοδος δεν ήταν αρκετά γρήγορη και συγκεκριμένη προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων καυσίμων, όπως το υδρογόνο σε τομείς που είναι δύσκολο να απαλλαχθούν από τον άνθρακα. Παράλληλα διευκολύνονται οι διαδικασίες αδειοδότησης και προωθούνται περαιτέρω οι άμεσες συμβάσεις μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών, σε μια προσπάθεια να προσελκυσθούν ιδιωτικά κεφάλαια.

Η οδηγία για τις ΑΠΕ έθεσε ως στόχο για το 2030 τουλάχιστον το 32% των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ, με βάση τις εθνικές συνεισφορές. Όταν τα κράτη μέλη υπέβαλαν τα Εθνικά τους σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (NECP) το 2020, ο σωρευτικός αντίκτυπος των 27 σχεδίων ήδη ξεπέρασε αυτό το ποσοστό, προσθέτοντας ένα προβλεπόμενο μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας 33,1-33,7%. Η πρόταση της Επιτροπής αυξάνει τον δεσμευτικό στόχο σε επίπεδο ΕΕ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο 40%. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να αυξήσουν τη συνεισφορά τους για να επιτύχουν συλλογικά τον νέο στόχο, στηριζόμενοι στη φιλοδοξία που περιγράφεται στο αντίστοιχο ΕΣΔΕ τους. Οι νέοι ανανεωμένοι στόχοι:

- για μεταφορές: μείωση έντασης αερίων θερμοκηπίου κατά 13%
- για θέρμανση και ψύξη: ετήσια δεσμευτική αύξηση κατά 1,1 % σε εθνικό επίπεδο
- για τη βιομηχανία: 1,1 % ετήσια αύξηση στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- για κτίρια τουλάχιστον 49% μερίδιο ανανεώσιμης ενέργειας

Η οδηγία δίνει επίσης μια πρόσθετη ώθηση στα προηγμένα βιοκαύσιμα και εισάγει επιμέρους στόχους για ανανεώσιμα υδρογόνα και συνθετικά καύσιμα με βάση το υδρογόνο:

- στις μεταφορές: 2,6% για ανανεώσιμα καύσιμα μη βιολογικής προέλευσης
- στη βιομηχανία: 50% ανανεώσιμο μερίδιο στην κατανάλωση υδρογόνου



4.4.1. Είδη των Α.Π.Ε.

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια είναι μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας. Η χρήση αυξάνεται παγκοσμίως, εν μέρει επειδή μειώνεται το κόστος. Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία της IRENA, η παγκόσμια εγκατεστημένη αιολική παραγωγή χερσαίας και υπεράκτιας αυξήθηκε κατά σχεδόν 75 φορές τις τελευταίες δύο δεκαετίες, πηδώντας από 7,5 GW το 1997 σε περίπου 564 GW έως το 2018. Η παραγωγή αιολικής ενέργειας διπλασιάστηκε μεταξύ 2009 και 2013 και το 2016 η αιολική ενέργεια αντιπροσώπευε το 16% της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πολλά μέρη του κόσμου έχουν ισχυρές ταχύτητες ανέμου, αλλά οι καλύτερες τοποθεσίες για την παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι μερικές φορές απομακρυσμένες. Η υπεράκτια αιολική ενέργεια προσφέρει τεράστιες δυνατότητες.

Οι ανεμογεννήτριες πρωτοεμφανίστηκαν πριν από περισσότερο από έναν αιώνα. Μετά την εφεύρεση της ηλεκτρικής γεννήτριας τη δεκαετία του 1830, οι μηχανικοί άρχισαν να προσπαθούν να αξιοποιήσουν την αιολική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή αιολικής ενέργειας πραγματοποιήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο και στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1887 και το 1888, αλλά η σύγχρονη αιολική ενέργεια θεωρείται ότι αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στη Δανία, όπου κατασκευάστηκαν ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα το 1891 και ξεκίνησε μια ανεμογεννήτρια 22,8 μέτρων να λειτουργεί το 1897.

Ο άνεμος αρχικά κινεί τα πτερύγια μιας τουρμπίνας, με αποτέλεσμα να περιστρέφονται και να γυρίζουν τον στρόβιλο που είναι συνδεδεμένος με αυτές. Αυτό αλλάζει την κινητική ενέργεια σε περιστροφική ενέργεια, μετακινώντας έναν άξονα που είναι συνδεδεμένος με μια γεννήτρια και παράγοντας έτσι ηλεκτρική ενέργεια μέσω του ηλεκτρομαγνητισμού. Η ποσότητα ισχύος που μπορεί να συλλεχθεί από τον άνεμο εξαρτάται από το μέγεθος της τουρμπίνας και το μήκος των λεπίδων της. Η παραγωγικότητα των ανεμογεννητριών έχει αυξηθεί με την πάροδο του χρόνου.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί απευθείας από τον ήλιο, ακόμη και σε συννεφιασμένο καιρό. Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται παγκοσμίως και γίνεται όλο και πιο δημοφιλής για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θέρμανσης και αφαλάτωσης του νερού. Η ηλιακή ενέργεια παράγεται με δύο βασικούς τρόπους:

- Τα φωτοβολταϊκά (PV), που ονομάζονται επίσης ηλιακά κύτταρα, είναι ηλεκτρονικές συσκευές που μετατρέπουν το ηλιακό φως απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι ηλιακές φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις μπορούν να συνδυαστούν για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε εμπορική κλίμακα ή να διαταχθούν σε μικρότερες διαμορφώσεις για μίνι δίκτυα ή προσωπική χρήση. Τα μίνι δίκτυα είναι ένας εξαιρετικός τρόπος για να έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια άτομα που δεν ζουν κοντά σε γραμμές μεταφοράς ενέργειας, ιδιαίτερα σε αναπτυσσόμενες χώρες με εξαιρετικούς ηλιακούς πόρους. Το κόστος κατασκευής ηλιακών συλλεκτών έχει πέσει δραματικά την τελευταία δεκαετία, καθιστώντας τα όχι μόνο προσιτά αλλά συχνά τη φθηνότερη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ηλιακά πάνελ έχουν διάρκεια ζωής περίπου 30 χρόνια.
- Η συμπυκνωμένη ηλιακή ενέργεια (CSP), χρησιμοποιεί καθρέφτες για να συγκεντρώσει τις ηλιακές ακτίνες. Αυτές οι ακτίνες θερμαίνουν κάποιο ρευστό, το οποίο δημιουργεί ατμό για να κινήσει έναν στρόβιλο και να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Το CSP χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας. Ένας σταθμός ηλεκτροπαραγωγής CSP διαθέτει συνήθως ένα πεδίο καθρεφτών που ανακατευθύνουν τις ακτίνες σε έναν ψηλό λεπτό πύργο. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής CSP έναντι ενός ηλιακού φωτοβολταϊκού σταθμού είναι ότι μπορεί να αποθηκευτεί θερμότητα, επιτρέποντας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μετά τη δύση του ήλιου.

ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η υδροηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από την αξιοποίηση των υδάτινων ροών. Πριν από περισσότερα από 2.000 χρόνια, οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν τη δύναμη του νερού για να κινούν τροχούς για την άλεση σιτηρών. Σήμερα αποτελεί ένα από τα πιο οικονομικά αποδοτικά μέσα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και είναι συχνά η προτιμώμενη μέθοδος. Στη Νορβηγία, για παράδειγμα, το 99% της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από υδροηλεκτρική ενέργεια. Μικρής κλίμακας έργα υδροηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να κάνουν μεγάλη διαφορά στις κοινότητες σε απομακρυσμένες τοποθεσίες.

Η βασική αρχή της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι η χρήση νερού για την κίνηση στροβίλων. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί αποτελούνται από δύο βασικές διαμορφώσεις: με φράγματα και δεξαμενές ή χωρίς. Τα φράγματα υδροηλεκτρικής ενέργειας με μεγάλη δεξαμενή μπορούν να αποθηκεύσουν νερό για μικρές ή μεγάλες περιόδους για να καλύψουν την αιχμή της ζήτησης. Οι εγκαταστάσεις μπορούν επίσης να χωριστούν σε μικρότερα φράγματα για διαφορετικούς σκοπούς, όπως νυχτερινή ή ημερήσια χρήση, εποχιακή αποθήκευση ή αναστρέψιμες μονάδες άντλησης αποθήκευσης, τόσο για άντληση όσο και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υδροηλεκτρική ενέργεια χωρίς φράγματα και δεξαμενές σημαίνει παραγωγή σε μικρότερη κλίμακα, συνήθως από εγκατάσταση σχεδιασμένη να λειτουργεί σε ποτάμι χωρίς να παρεμβαίνει στη ροή του. Για το λόγο αυτό, πολλοί θεωρούν την υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας μια πιο φιλική προς το περιβάλλον επιλογή.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η θερμότητα που προέρχεται από χαμηλότερα στρώματα από την επιφάνεια της γης. Το νερό και/ή ο ατμός μεταφέρουν τη γεωθερμική ενέργεια στην επιφάνεια της Γης. Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σκοπούς θέρμανσης και ψύξης ή να αξιοποιηθεί για την παραγωγή καθαρού ηλεκτρισμού. Ωστόσο, για την ηλεκτρική ενέργεια, χρειάζονται πόροι υψηλής ή μέσης θερμοκρασίας παραγωγής, οι οποίοι συνήθως βρίσκονται κοντά σε τεκτονικά ενεργές περιοχές. Αυτή η βασική ανανεώσιμη πηγή καλύπτει ένα σημαντικό μερίδιο της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε χώρες όπως η Ισλανδία, ιδίως το 90% της ζήτησης θέρμανσης. Τα κύρια πλεονεκτήματα είναι ότι δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και έχει πολύ υψηλούς παράγοντες χωρητικότητας.

Υπάρχουν διαφορετικές γεωθερμικές τεχνολογίες με ξεχωριστά επίπεδα ωριμότητας. Οι τεχνολογίες για άμεσες χρήσεις όπως η τηλεθέρμανση, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, τα θερμοκήπια και άλλες εφαρμογές χρησιμοποιούνται ευρέως και μπορούν να θεωρηθούν ώριμες. Η τεχνολογία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υδροθερμικές δεξαμενές είναι επίσης ώριμη και αξιόπιστη και λειτουργεί από το 1913. Πολλές από τις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που αξιοποιούν θερμοκρασίες πάνω από 180 °C. Ωστόσο, τα πεδία μέσης θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για συνδυασμένη θερμότητα και ισχύ. Επιπλέον, αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες όπως τα Ενισχυμένα Γεωθερμικά Συστήματα (EGS), τα οποία βρίσκονται στο στάδιο της επίδειξης.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΩΚΕΑΝΟΥ

Οι παλίρροιες, τα κύματα και τα ρεύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αν και στο στάδιο της έρευνας και ανάπτυξης δεν είναι ακόμη εμπορικά διαθέσιμες, οι πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες των ωκεανών περιλαμβάνουν:

- Κυματική ενέργεια, με την οποία οι μετατροπείς συλλαμβάνουν την ενέργεια που περιέχεται στα κύματα του ωκεανού και τη χρησιμοποιούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μετατροπείς περιλαμβάνουν ταλαντευόμενες στήλες νερού που παγιδεύουν θύλακες αέρα για να κινούν έναν στρόβιλο, μετατροπείς ταλαντευόμενου σώματος που χρησιμοποιούν την κίνηση του κύματος και μετατροπείς που χρησιμοποιούν διαφορές ύψους.

- Παλιρροϊκή ενέργεια, που παράγεται είτε από τεχνολογίες που χρησιμοποιούν κάποιο φράγμα για τη συγκομιδή ισχύος μεταξύ υψηλής και χαμηλής παλίρροιας, τεχνολογίες παλιρροιακού ρεύματος ή υβριδικές εφαρμογές.
- Μετατροπή θερμικής ενέργειας στον ωκεανό, η οποία παράγει ισχύ από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ζεστού επιφανειακού θαλασσινού νερού και κρύου θαλασσινού νερού σε βάθος 800-1.000 μέτρων.

ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η χρήση βιοενέργειας χωρίζεται σε δύο κύριες κατηγορίες: «παραδοσιακή» και «σύγχρονη». Η παραδοσιακή αναφέρεται στην καύση βιομάζας σε μορφές όπως ξύλο, ζωικά απόβλητα και παραδοσιακός ξυλάνθρακας. Οι σύγχρονες τεχνολογίες βιοενέργειας περιλαμβάνουν υγρά βιοκαύσιμα που παράγονται από φυτά, βιοαέριο που παράγεται μέσω αναερόβιας χώνευσης υπολειμμάτων, συστήματα θέρμανσης pellet ξύλου κ.α.

Η βιοενέργεια αντιπροσώπευε περίπου το 10% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας και το 1,9% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας το 2015. Η βιομάζα μπορεί να καεί απευθείας για θέρμανση ή παραγωγή ενέργειας ή μπορεί να μετατραπεί σε υποκατάστατα πετρελαίου ή αερίου. Τα υγρά βιοκαύσιμα, ένα βολικό ανανεώσιμο υποκατάστατο της βενζίνης, χρησιμοποιούνται κυρίως στον τομέα των μεταφορών. Η Βραζιλία είναι ο ηγέτης στα υγρά βιοκαύσιμα και έχει το μεγαλύτερο στόλο οχημάτων βιοκαυσίμων, τα οποία μπορούν να λειτουργούν με βιοαιθανόλη-αλκοόλη που παράγεται κυρίως από τη ζύμωση υδατανθράκων σε καλλιέργειες ζάχαρης ή αμύλου, όπως καλαμπόκι, ζαχαροκάλαμο κλπ.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

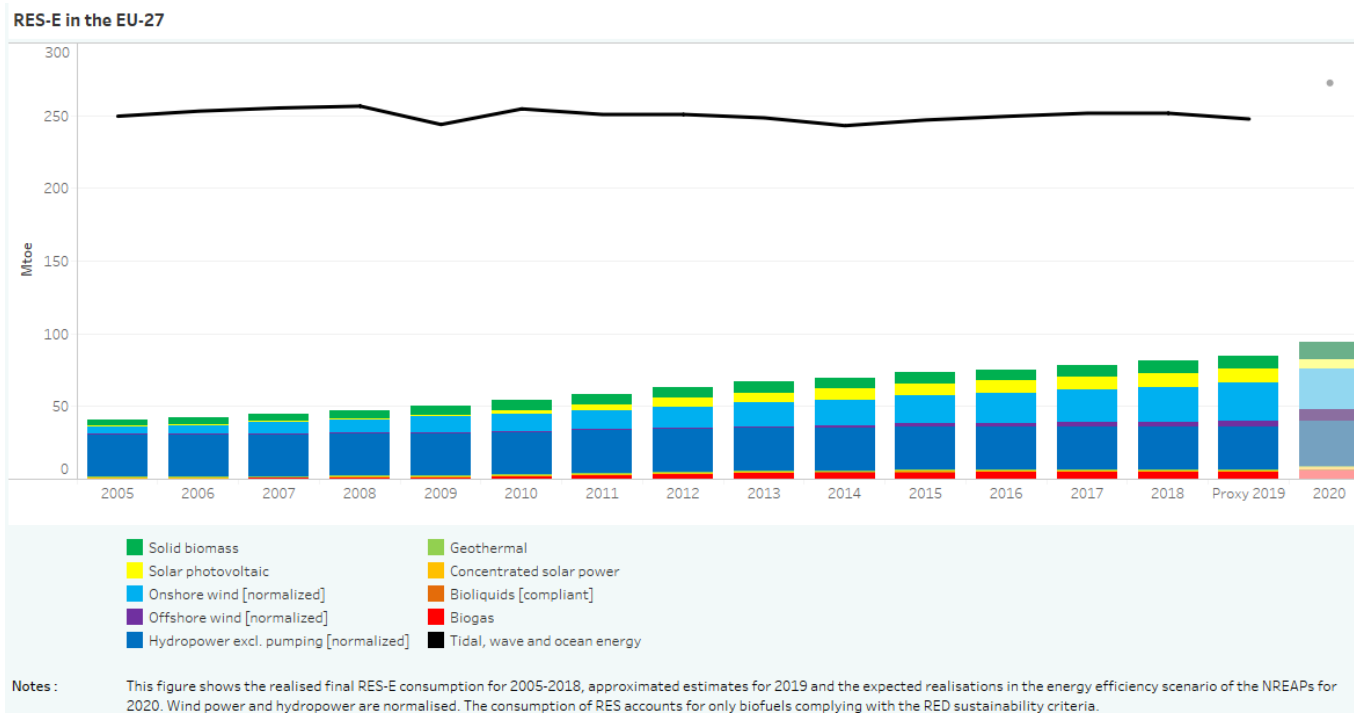
Η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μπαταρίες είναι μια βασική τεχνολογία για τη μετάβαση σε ένα βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Τα συστήματα μπαταριών μπορούν να υποστηρίξουν ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών, ιδιαίτερα την αποθήκευση της πλεονάζουσας μεταβλητής ενέργειας των ΑΠΕ όταν αυξάνεται η παραγωγή λόγω καιρικών συνθηκών και την τροφοδότηση του δικτύου με αυτή ανάλογα τη ζήτηση και κατά τις ώρες που δεν παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, π.χ. τη νύχτα για τα Φ/Β και τις ώρες που δεν υπάρχει αέρας για τις ανεμογεννήτριες. Ενώ τα υδροηλεκτρικά συστήματα εξακολουθούν να κυριαρχούν στην αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, τα συστήματα μπαταριών για σταθερές εφαρμογές έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται ραγδαία. Η ευρύτερη ανάπτυξη και η εμπορευματοποίηση νέων τεχνολογιών αποθήκευσης μπαταριών οδήγησε σε ταχεία μείωση του κόστους, όπως π.χ. για τις μπαταρίες ιόντων λιθίου κ.α. Στη Γερμανία, για παράδειγμα, το κόστος μπαταρίας ιόντων λιθίου μικρής κλίμακας μειώθηκε πάνω από 60% από τα τέλη του 2014.

Τα συστήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας μπαταριών προσφέρουν τεράστια δυνατότητα ανάπτυξης και μείωσης του κόστους. Μέχρι το 2030, το συνολικό κόστος εγκατάστασης θα μπορούσε να πέσει μεταξύ 50% και 60% (και το κόστος των μπαταριών ακόμη περισσότερο), που οφείλεται στη βελτιστοποίηση των εγκαταστάσεων παραγωγής, σε συνδυασμό με καλύτερους συνδυασμούς και μειωμένη χρήση υλικών. Η διάρκεια ζωής και η απόδοση της μπαταρίας θα συνεχίσουν να βελτιώνονται, συμβάλλοντας στη μείωση του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών. Το κόστος μπαταρίας ιόντων λιθίου για σταθερές εφαρμογές θα μπορούσε να πέσει κάτω από τα 200 USD/KWh έως το 2030 για εγκατεστημένα συστήματα. Η αποθήκευση μπαταρίας σε σταθερές εφαρμογές φαίνεται ότι θα αυξηθεί από μόλις 2 GW παγκοσμίως το 2017 σε περίπου 175 GW μέχρι το 2030.

4.4.2. Παραγωγή - κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ

Η ΕΕ είχε θέσει ως στόχο να διασφαλίσει ότι το 20 % της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας προερχόταν από ανανεώσιμες πηγές έως το 2020, αυξάνοντας το σε 32 % έως το 2030. Η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξήθηκε από 18,9 % της ακαθάριστης τελικής

κατανάλωσης ενέργειας το 2018 σε 19,7 % το 2019 στα 27 κράτη μέλη της ΕΕ. Αυτό οφείλεται στη συνεχή αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), αυξανόμενη από 32,2 % σε 34,1 % το 2019. Αντίθετα, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις μεταφορές αυξήθηκε οριακά μόνο την ίδια περίοδο. Δεδομένου ότι το μερίδιο των ΑΠΕ εξαρτάται από το μέγεθος της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η συνολική ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε ελαφρώς μεταξύ του 2018 και του 2019 (-0,9 %), πράγμα που σημαίνει ότι η κατανάλωση ενέργειας από μη ανανεώσιμες πηγές μειώθηκε τόσο σχετικούς όσο και απόλυτους όρους.



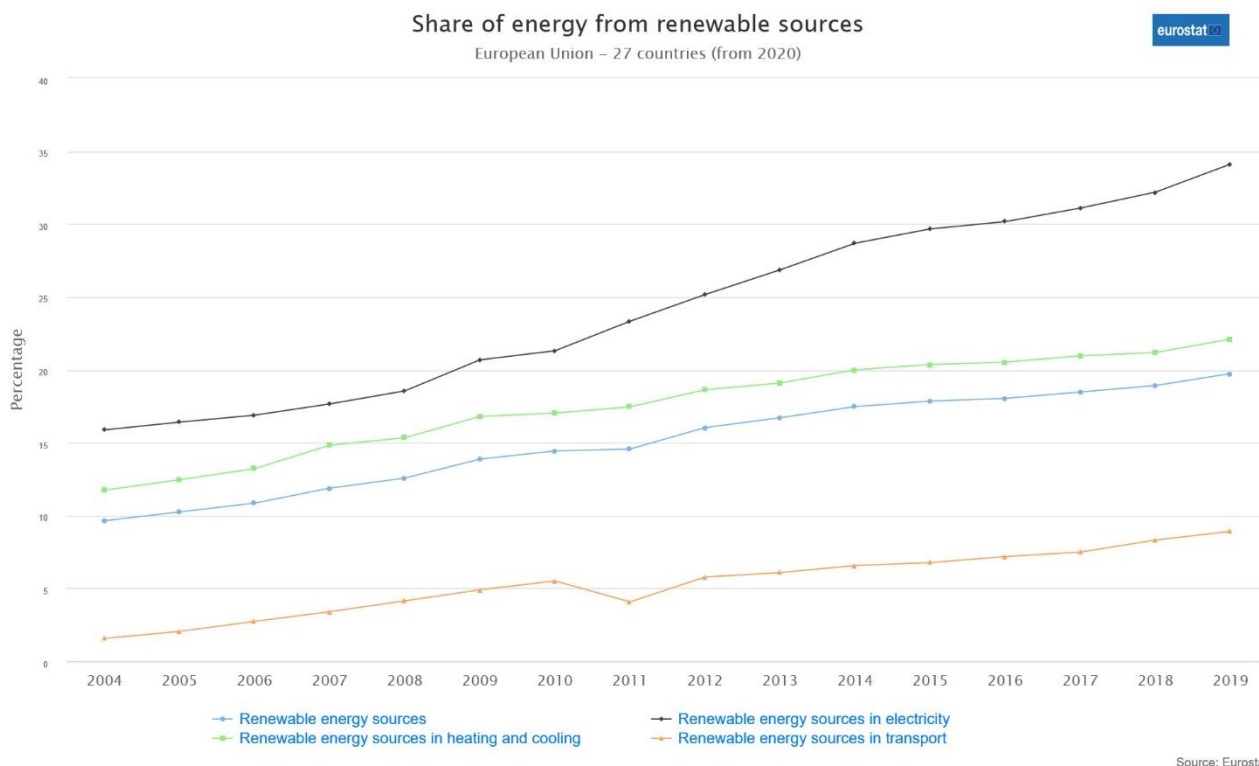
Γραφ.4.8.: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά τεχνολογία ΑΠΕ (2005-2019)(πηγή: Eurostat)

Μεταξύ του 2005 και του 2019, το μερίδιο των ΑΠΕ σχεδόν διπλασιάστηκε, λόγω των ειδικών πολιτικών και των σχεδίων στήριξης, καθώς και της αυξημένης οικονομικής ανταγωνιστικότητας. Αυτό ισοδυναμούσε με μέση ετήσια αύξηση 0,7 %. Η αύξηση που παρατηρήθηκε το 2019 (0,8 %) ήταν η μεγαλύτερη των τελευταίων 7 ετών.

Το 2019, 14 κράτη μέλη (Βουλγαρία, Κροατία, Κύπρος, Τσεχία, Δανία, Εσθονία, Φινλανδία, Ελλάδα, Ιταλία, Λετονία, Λιθουανία, Ρουμανία, Σλοβακία και Σουηδία) είχαν επιτύχει τους στόχους τους για το 2020, όπως και η Ισλανδία και η Νορβηγία. Δεκατρία κράτη μέλη έπρεπε ακόμη να αυξήσουν το μερίδιό τους στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μεταξύ 2019 και 2020 για να επιτύχουν τους στόχους τους. Το 2019, τα τρία κράτη μέλη που απέχουν περισσότερο από την επίτευξη των στόχων τους ήταν η Γαλλία, η Ιρλανδία και οι Κάτω Χώρες.

Το 2019, το μερίδιο ΑΠΕ σε ολόκληρη την ΕΕ ήταν λιγότερο από 0,5% κάτω από τον δεσμευτικό στόχο 20% για το 2020. Στο 34% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η ανανεώσιμη ενέργεια έχει σχεδόν διπλασιαστεί από το 2005 και ο άνθρακας δεν παρέχει πλέον το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ. Πάνω από το 30 % του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στην ΕΕ το 2018 προήλθε από ΑΠΕ. Η αύξηση της ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας από το 2005 οφείλεται στην αύξηση της χερσαίας και υπεράκτιας αιολικής ενέργειας και της ηλιακής φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και ΑΠΕ, π.χ. καύση στερεάς βιομάζας. Ωστόσο, τα ορυκτά καύσιμα εξακολουθούν να παράγουν το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας συνολικά (38% του συνόλου της παραγωγής). Στις μεταφορές, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούσαν το 8 % της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε το 2018. Τα βιοκαύσιμα αντιπροσώπευαν το μεγαλύτερο μέρος αυτού. Σήμερα, τα μερίδια ΑΠΕ συνεχίζουν να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των χωρών.

Η αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το 2005 μείωσε την ετήσια χρήση πρωτογενούς ενέργειας της ΕΕ από ορυκτά καύσιμα κατά 13 % το 2018, σύμφωνα με την ανάλυση του ΕΟΠ. Με την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων, μειώθηκαν αντίστοιχα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την καύση τους. Το μεγαλύτερο μέρος της αντικατάστασης πραγματοποιήθηκε σε βιομηχανικούς κλάδους έντασης ενέργειας που καλύπτονται από το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της ΕΕ (ETS), συμβάλλοντας στα τρία τέταρτα της συνολικής εξοικονόμησης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ το 2018. Μέχρι σήμερα, την ταχύτερη πρόοδο στον τομέα της απαλλαγής από τον άνθρακα στον τομέα της ενέργειας της ΕΕ, σε σύγκριση με τις μεταφορές, τη θέρμανση και τη βιομηχανία, επιβεβαιώνει τα ευρήματα.



Γραφ.4.9.: Μερίδιο ανά τεχνολογία ΑΠΕ στην ενέργεια ανά τομέα ενέργειας (2005-2019)(πηγή: Eurostat)

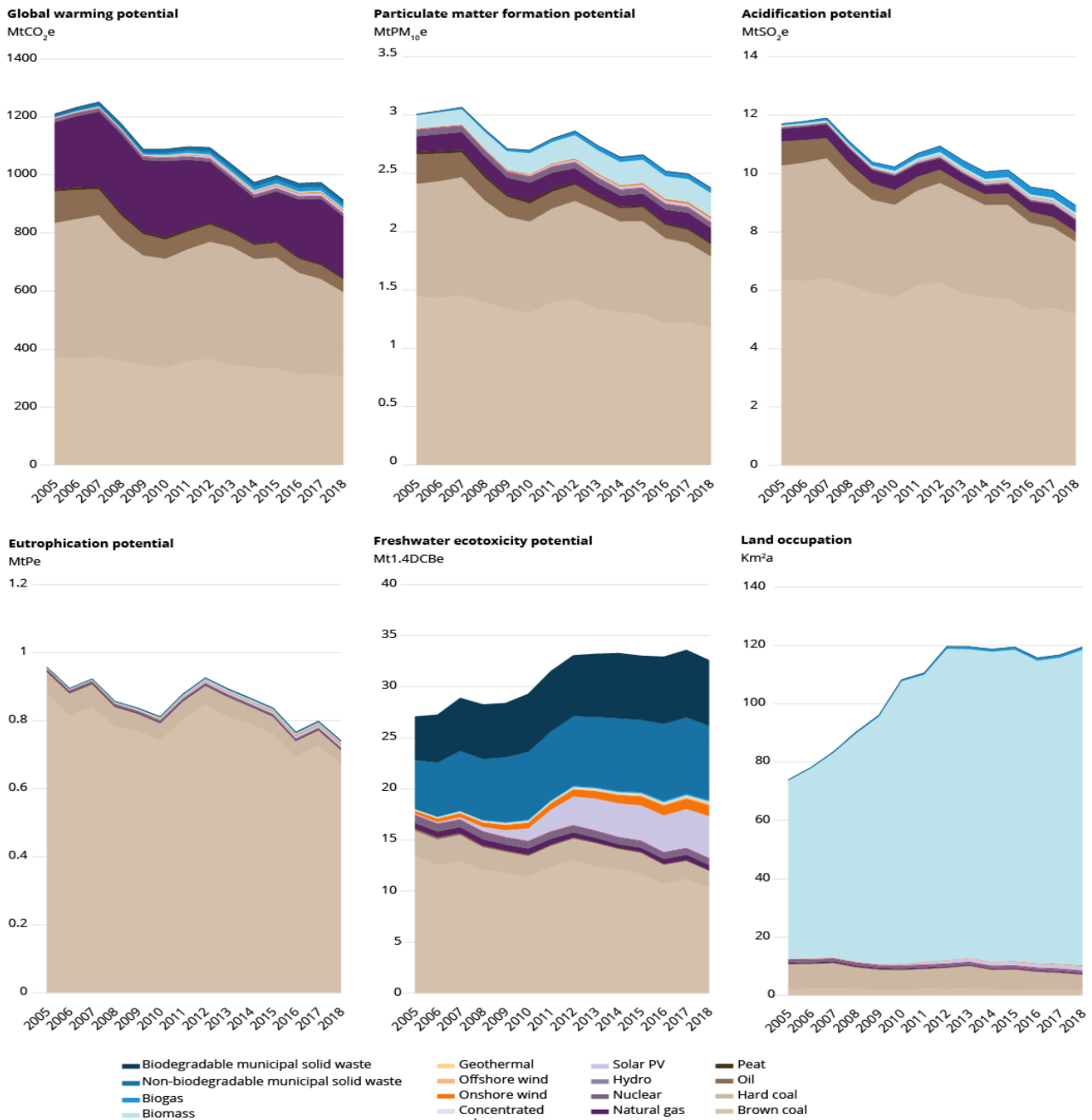
Η ΕΕ είναι κοντά στην επίτευξη του στόχου της για το 20% της ενέργειας που καταναλώνεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2020, αλλά η πρόοδος σε εθνικό επίπεδο είναι άνιση. Η κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξήθηκε από 18,9% σε 19,7% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από το 2018 έως το 2019, και 14 κράτη μέλη είχαν επιτύχει τους στόχους τους για το 2020 έως το 2019. Απαιτήθηκε περισσότερη δράση σε πολλά κράτη μέλη για να διασφαλιστεί ότι η ΕΕ παραμένει σε καλό δρόμο για την επίτευξη των Στόχων 2020, ιδίως στη Γαλλία, την Ιρλανδία και τις Κάτω Χώρες. Επιπλέον, ένας πρωτοφανής μετασχηματισμός στο ενεργειακό σύστημα θα είναι απαραίτητος για την επίτευξη του στόχου 32% που έχει τεθεί για το 2030.

4.4.3. Περιβαλλοντικό αποτύπωμα ΑΠΕ

Η αύξηση της παραγωγής ΑΠΕ σε ολόκληρη την ΕΕ από το 2005 είναι πιθανό να έχει μειώσει τις παγκόσμιες πιέσεις που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή.

Σε σύγκριση με το 2005, η αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έως το 2018 είχε μειώσει σημαντικά τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου του κύκλου ζωής σε επίπεδο ΕΕ. Στην πραγματικότητα, για τις περισσότερες από τις κατηγορίες επιπτώσεων που διερευνήθηκαν, η μετάβαση από ορυκτά καύσιμα σε ανανεώσιμες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας οδήγησε σε σαφείς βελτιώσεις το 2018, σε σύγκριση με το 2005: σε επίπεδο ΕΕ, οι πιθανότητες επιπτώσεων του κύκλου ζωής του ευτροφισμού, του σχηματισμού σωματιδίων και της οξίνισης ήταν όλα χαμηλότερα το 2018 σε σχέση με το 2005.

Ωστόσο, για την οικοτοξικότητα των γλυκών υδάτων και για την κατάληψη γης, οι εντάσεις των επιπτώσεων του κύκλου ζωής είναι πιο ομοιόμορφα κατανεμημένες σε ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές, με εξαίρεση τις σαφείς αποστάσεις, όπως οι εντάσεις οικοτοξικού αντίκτυπου που σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αστικά στερεά απόβλητα. Κατά συνέπεια, η ανάλυση υποδεικνύει ότι η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με ένα αυξανόμενο μερίδιο ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη την ΕΕ έχει αυξήσει τις πιθανότητες αντίκτυπου για οικοτοξικότητα γλυκού νερού και κατάληψη γης έως το 2018, σε σύγκριση με το 2005.



Γραφ.4.10.: Περιβαλλοντικός αντίκτυπος ανά τεχνολογία ΑΠΕ σε 6 μετρούμενες επιπτώσεις, από αριστερά πάνω: i) εκπομπές CO₂, ii) σχηματισμός σωματιδίων, iii) οξίνιση υδάτων, iv) ευτροφισμός πλαγκτόν v) οικοτοξικότητα γλυκού νερού vi) εδαφοκάλυψη (2005-2018) (πηγή: Eurostat)

Διαπιστώθηκε επίσης ότι η ανανεώσιμη ενέργεια απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες μετάλλων και άλλων ορυκτών ανά μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται, ενώ γενικά έχει σταθερά χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την ενέργεια που παράγεται από ορυκτά καύσιμα σε όλες σχεδόν τις κατηγορίες επιπτώσεων που ερευνηθήκαν. Για την οικοτοξικότητα του γλυκού νερού, η πιθανή αύξηση σχετίζεται με τις αυξήσεις της ηλιακής φωτοβολταϊκής ισχύος και την αποτέφρωση

βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων (και σε μικρότερη έκταση στη γεωθερμική ενέργεια), για την κατάληψη της γης η επιδείνωση σχετίζεται με αύξηση της χρήσης βιομάζας και Φ / B ισχύς [2]. Μικρές, αλλά αισθητές, επιπτώσεις παρατηρούνται επίσης για το σχηματισμό σωματιδίων, που σχετίζονται με αυξημένη παραγωγή βιομάζας.

Οι περισσότερες από τις αποφευχθείσες επιπτώσεις οφείλονταν στην αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από χερσαία αιολική ενέργεια και ηλιακές φωτοβολταϊκές πηγές, ακολουθούμενη από παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά και αέρια καύσιμα βιομάζας. Ένα σημαντικό μέρος των αποφευχθέντων επιπτώσεων μπορεί να αποδοθεί στη σταδιακή κατάργηση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με σκληρό άνθρακα υπέρ της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών και φυσικού αερίου. Στοχευμένες ενέργειες μπορούν να βοηθήσουν στην ελαχιστοποίηση ορισμένων αρνητικών επιπτώσεων της μετάβασης σε ΑΠΕ.

Για τις μη καύσιμες πηγές ενέργειας, τα μέτρα περιλαμβάνουν επίσης επεκτάσεις διάρκειας ζωής για τη μείωση της έντασης των εκπομπών που συνδέονται με διαδικασίες. Οι δράσεις θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στη μείωση των επιπτώσεων που σχετίζονται με την προμήθεια υλικών και τις διαδικασίες παραγωγής σε διάφορες αλυσίδες εφοδιασμού (π.χ. για φωτοβολταϊκά στοιχεία ηλιακής ενέργειας και καύσιμα βιομάζας), μαζί με βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση και την αποδοτικότητα των πόρων. Τέλος, οι προσπάθειες για τη βελτίωση του σχεδιασμού και της χωροθέτησης των έργων σε σχέση με τις τοπικές συνθήκες και τις ευρύτερες ανάγκες του οικοσυστήματος είναι ουσιαστικές για τη μείωση των δυσμενών αντισταθμίσεων που σχετίζονται με τη μετάβαση στην ενέργεια.

Άλλες διαστάσεις που είναι σημαντικές για τη διασφάλιση μιας βιώσιμης μετάβασης στον τομέα δεν συμπεριλήφθηκαν σε αυτήν την αξιολόγηση. Από τις επιπτώσεις σε χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα (αλλαγές στη χρήση της γης, οικολογία και μορφολογία των ποταμών) έως την εξάντληση των πόρων, η κατανόηση και η αντιμετώπιση αυτών των πτυχών θα αποδειχθούν απαραίτητες για την αποφυγή και τη μείωση των μελλοντικών επιπτώσεων.

4.4.4. Κύκλος ζωής ΑΠΕ

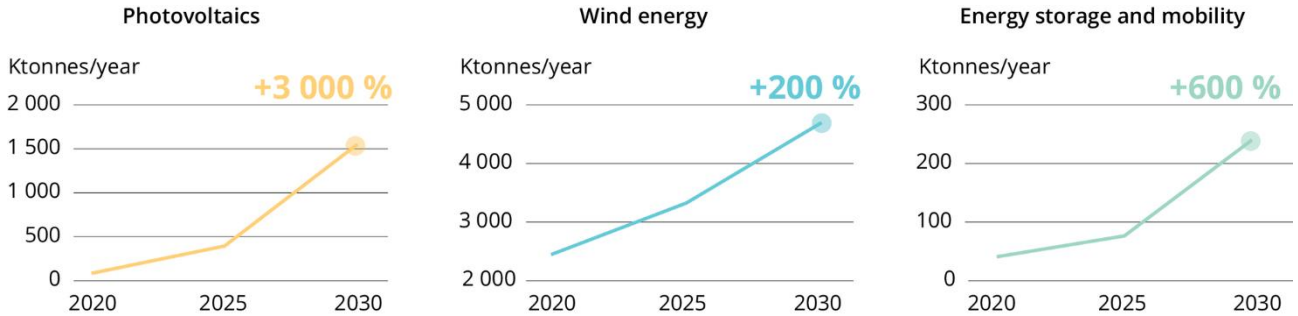
Η ανάλυση του κύκλου ζωής είναι μια ποσοτική προσέγγιση για την αξιολόγηση των προϊόντων από την άποψη των επιπτώσεών τους στο περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την κατανάλωση πόρων. Περιλαμβάνει δραστηριότητες που σχετίζονται με την εξόρυξη υλικών και καυσίμων, τη μεταφορά και τη διύλιση, την κατασκευή εξαρτημάτων και υποδομών (εγκαταστάσεων), τη λειτουργία των εγκαταστάσεων και τον παροπλισμό των εγκαταστάσεων στο τέλος του κύκλου ζωής τους.

Η ανάπτυξη, συντήρηση και αντικατάσταση των υποδομών απαιτούν σημαντικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένων πολλών ουσιών που περιλαμβάνονται στον κατάλογο κρίσιμων πρώτων υλών της ΕΕ. Τα απόβλητα που προέρχονται από υποδομές καθαρής ενέργειας στο τέλος του κύκλου ζωής τους αναμένεται να αυξηθούν έως και 30 φορές τα επόμενα 10 χρόνια, παρουσιάζοντας σημαντικές ευκαιρίες για μείωση της κατανάλωσης σπάνιων πρώτων υλών με ανακύκλωση μετάλλων και άλλων πολύτιμων πόρων ώστε να επανεισαχθούν στα συστήματα παραγωγής. Οι προσεγγίσεις της κυκλικής οικονομίας, όπως η επισκευή και η αναβάθμιση του εξοπλισμού και η ανακύκλωση υποδομών στο τέλος του κύκλου ζωής τους, μπορούν να στηρίξουν τα διαπιστευτήρια βιωσιμότητας της ευρωπαϊκής μετάβασης από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Τα απόβλητα που προκύπτουν από την ανάπτυξη και χρήση υποδομών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πλούσια σε πόρους και περιλαμβάνουν στοιχεία σπάνιας γης καθώς και άλλα πολύτιμα υλικά όπως χάλυβα, χαλκό και γυαλί. Ο γρήγορος ρυθμός της τεχνολογικής ανάπτυξης σημαίνει ότι ο εξοπλισμός μπορεί να υποστεί σχετικά γρήγορη παλαιώση και μπορεί να δημιουργήσει πολύπλοκα ρεύματα αποβλήτων, παρουσιάζοντας έτσι τεχνικές και υλικοτεχνικές προκλήσεις για τη διαχείριση αυτής της υποδομής στο στάδιο του τέλους ζωής. Η ανάκτηση υλικών και η επανεισαγωγή τους στον κύκλο παραγωγής αντιμετωπίζει προκλήσεις: πολύπλοκη εφοδιαστική (μεγάλος όγκος και υλικό που συχνά χρειάζεται ανάκτηση από απομακρυσμένες τοποθεσίες), σχεδιασμός που δεν λαμβάνει υπόψη το τέλος της ζωής ή την ανακυκλωσιμότητα και παρουσία επικίνδυνων ουσιών.

Οι φορείς χάραξης πολιτικής και η βιομηχανία μπορούν να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις για τα απόβλητα και τους πόρους που σχετίζονται με τη στροφή προς τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσω προσεγγίσεων της κυκλικής οικονομίας, όπως οικολογικού σχεδιασμού, στόχων ανακύκλωσης ειδικών υλικών και εκτεταμένων προγραμμάτων ευθύνης παραγωγού. Τρεις βασικοί τύποι υποδομής ΑΠΕ, λόγω του εκτεταμένου μεριδίου τους στην παραγωγή ενέργειας χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης:

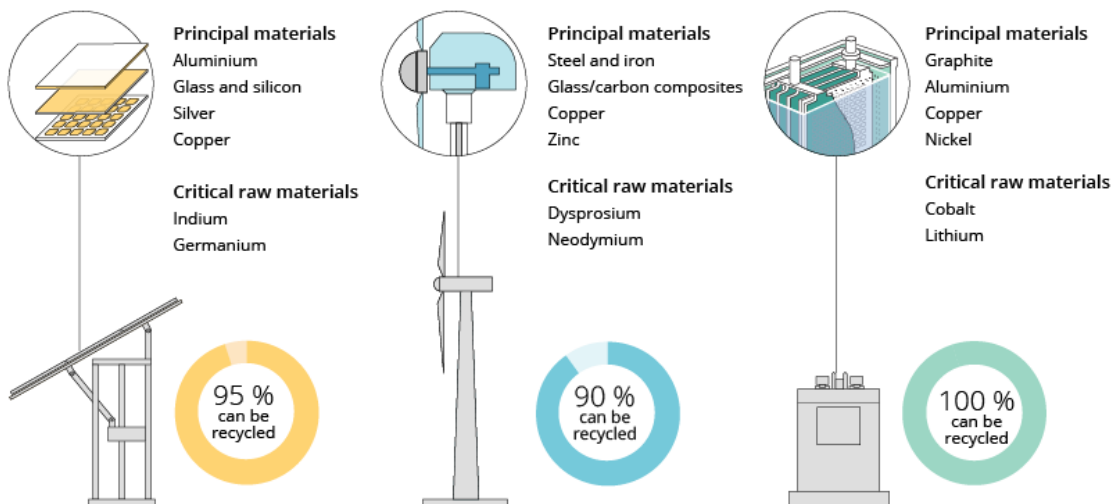
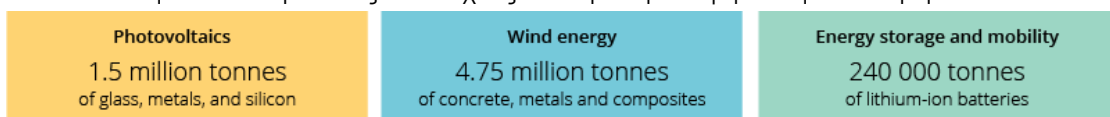
- ηλιακά φωτοβολταϊκά στοιχεία για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,
- ανεμογεννήτριες
- μπαταρίες για αποθήκευση ενέργειας.



Γραφ.4.11.: Ευκαιρίες ανάκτησης υλικών που προκύπτουν ετησίως από τον τομέα της καθαρής ενέργειας έως το 2030 (2005-2018) (πηγή: Eurostat)

Η παραγωγή αποβλήτων, που σχετίζεται με αναδυόμενα ρεύματα από τους τρεις τύπους ενεργειακής υποδομής που μελετήθηκαν, είναι σήμερα σχετικά χαμηλή, καθώς οι εγκαταστάσεις είναι σχετικά νέες και, γενικά, δεν έχουν εξαντλήσει ακόμη τη διάρκεια ζωής τους. Η **ανάκτηση αυτών των υλικών** και η επανεισαγωγή τους σε κύκλους παραγωγής παρουσιάζει προκλήσεις όπως:

- δυσκολίες επεξεργασίας λόγω: χρήσης σύνθετων υλικών, παρουσίας επικίνδυνων ουσιών ή/και χαμηλών συγκεντρώσεων πιο πολύτιμων στοιχείων
- εξοπλισμός που δεν έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει πτυχές στο τέλος του κύκλου ζωής/ανακυκλωσιμότητας
- αδύναμη ικανότητα και τεχνολογίες ανακύκλωσης
- αγορά που επιλέγει τη χρήση πρωτογενών υλικών έναντι των ανακυκλωμένων
- θέματα υλικοτεχνικής υποστήριξης λόγω των απομακρυσμένων τοποθεσιών, του μεγέθους και των απαιτήσεων ασφάλειας που σχετίζονται με την ενεργειακή υποδομή.

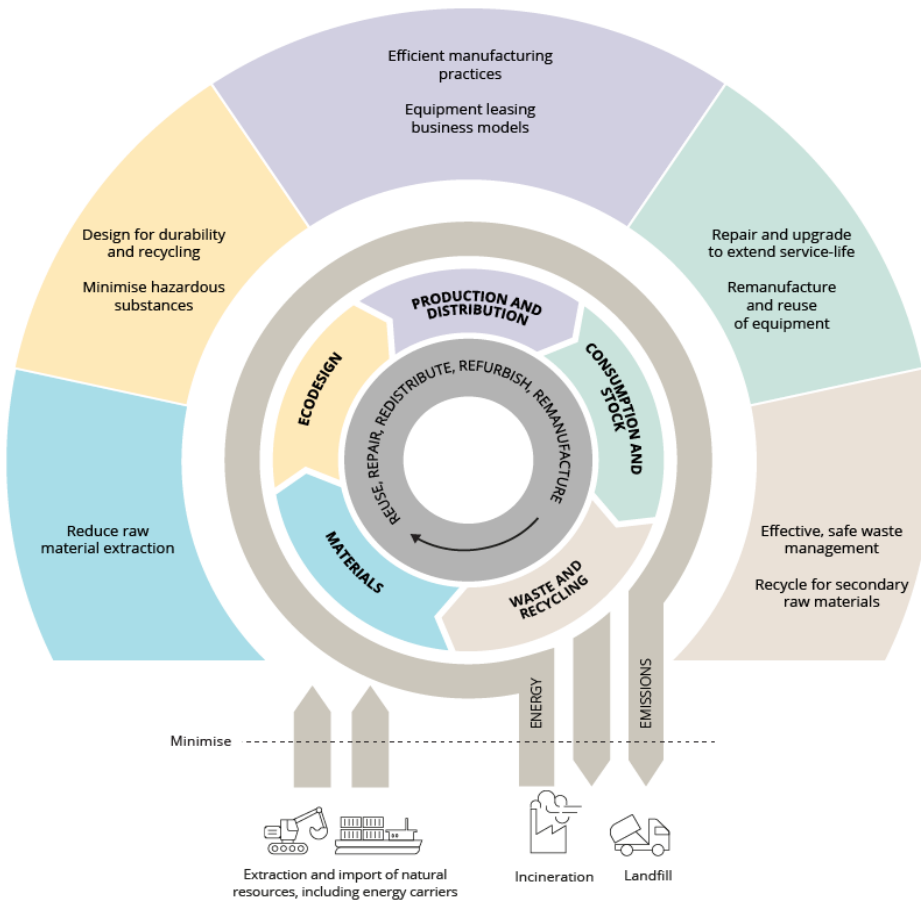


Εικ.4.2.: Ευκαιρίες και προκλήσεις για τις τρεις επιλεγμένες ενεργειακές τεχνολογίες (πηγή: Eurostat)

Η εφαρμογή καινοτόμων κυκλικών επιχειρηματικών μοντέλων εμποδίζεται επίσης επειδή τα οικολογικά και κλιματικά οφέλη από τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών δεν έχουν ακόμη υπολογιστεί πλήρως στο κόστος των υλικών. Επομένως, τα κατάλληλα δευτερεύοντα υλικά πρέπει να

ανταγωνίζονται τακτικά την τιμή τους με τα πρωτογενή υλικά που είναι συχνά φθηνότερα.

Τα χρονικά πλαίσια είναι σημαντικά για την ανάπτυξη πολιτικών και πρωτοκόλλων για την αντιμετώπιση των μελλοντικών αποβλήτων που δημιουργούνται από αυτόν τον τομέα. Μεγάλο μέρος της υποδομής που εγκαθίσταται θα έχει σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής γι' αυτό και απαιτούνται διατάξεις για να σχεδιαστούν τώρα οι περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις της αντιμετώπισης αυτών των αποβλήτων όπως προκύπτουν στο μέλλον.



Εικ.4.3.: Κυκλικό μοντέλο παραγωγής (πηγή: EEA)

Φωτοβολταϊκά (Φ / Β)

Ευκαιρίες: Το 95 % των υλικών μπορούν να ανακυκλωθούν (π.χ. γυαλί, χαλκός, αλουμίνιο κλπ.)

Προκλήσεις: Βασικές προκλήσεις στην ανακύκλωση, τόσο από οικονομική όσο και από τεχνολογική άποψη, είναι η αποκόλληση, ο διαχωρισμός και ο καθαρισμός του πυριτίου από το γυαλί και η λεπτή μεμβράνη ημιαγωγών. Άλλες προκλήσεις για την ανακύκλωση των φωτοβολταϊκών μονάδων προέρχονται από την παρουσία επικίνδυνων ουσιών όπως το κάδμιο, το αρσενικό, ο μόλυβδος, το αντιμόνιο, το φθορίδιο του πολυβινυλίου και το φθορίδιο του πολυβινυλιδενίου. Δυσκολίες προκύπτουν επίσης λόγω προβλημάτων πρόσβασης για εργασία σε πάνελ εγκατεστημένα σε ύψος, κάτι που συχνά δεν προβλέπεται στο στάδιο σχεδιασμού των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Ανεμογεννήτριες

Ευκαιρίες: Το 90 % της μάζας των πόρων μπορεί να ανακυκλωθεί (π.χ. χάλυβας, αλουμίνιο, χαλκός, χυτοσίδηρος και σκυρόδεμα). Οι κρίσιμες πρώτες ύλες (νεοδύμιο, πρασεοδύμιο, βόριο, δυσπρόσιο και νιόβιο) θα μπορούσαν να κάνουν την ανακύκλωση των γεννητριών μαγνήτη κερδοφόρα, ανάλογα με τη συγκέντρωση.

Προκλήσεις: Η υποδομή ανακύκλωσης είναι ακόμη υπό ανάπτυξη για λεπίδες στροβίλων κατασκευασμένες από ελαφριά υλικά όπως ίνες άνθρακα, ίνες γυαλιού και σύνθετα υλικά, ενώ απαιτείται περαιτέρω έρευνα και εφαρμογή. Εφαρμόζεται ανακύκλωση ινών άνθρακα ως πλαστικοποιημένες παλέτες και πολυμερές σκυρόδεμα, καθώς και άλλες εφαρμογές κατασκευής, όπως ηχοπετάσματα ή θερμομονωτικά υλικά. Το τεράστιο μέγεθος των λεπίδων μπορεί να καταστήσει το κόστος μεταφοράς απαγορευτικό για μεγάλες αποστάσεις προς εγκαταστάσεις ανακύκλωσης που βρίσκονται μακριά.

Αποθήκευση ενέργειας

Ευκαιρίες: Όλα τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται στις μπαταρίες μπορούν να ανακυκλωθούν. Το κοβάλτιο και το νικέλιο θα μπορούσαν να είναι αρκετά πολύτιμα για να καταστήσουν την ανακύκλωση κερδοφόρα, ανάλογα με τα επίπεδα τιμών και τα ποσά που μπορούν να ανακτηθούν στις μπαταρίες.

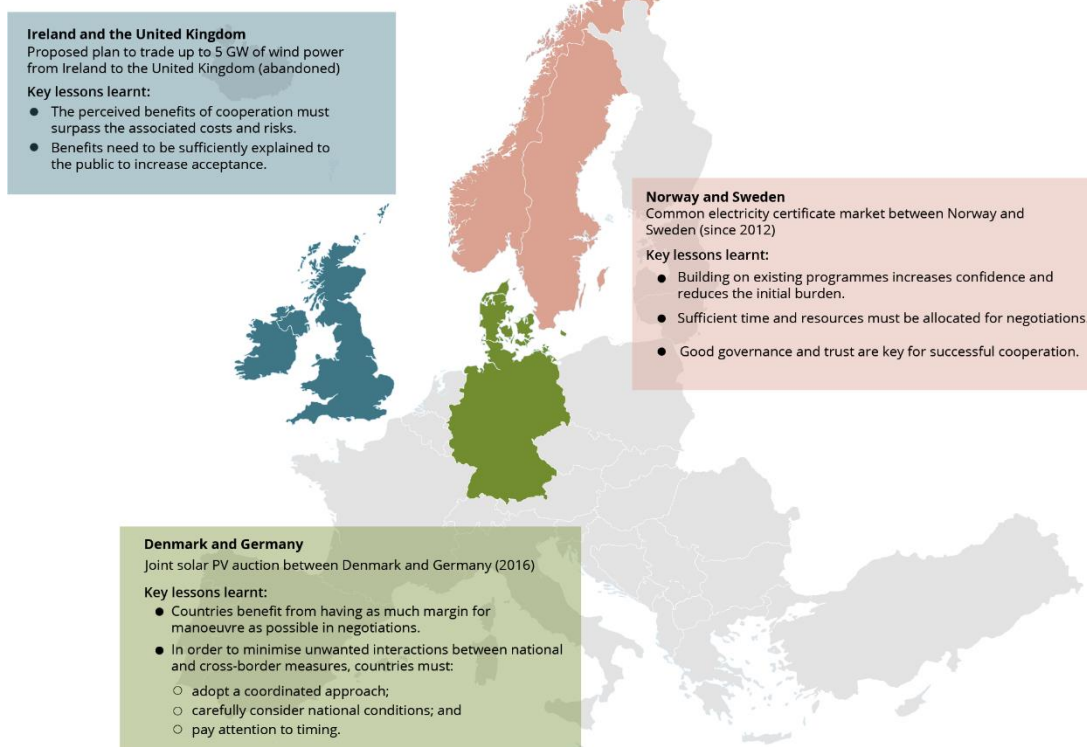
Προκλήσεις: Η υποδομή για τη μεταφορά και την αποθήκευση του αυξανόμενου αριθμού αποβλήτων μπαταριών είναι ελλιπής και πρέπει να δημιουργηθεί για να αντιμετωπιστεί ο προβλεπόμενος μελλοντικός μεγάλος όγκος μπαταριών. Επί του παρόντος, υπάρχει επίσης έλλειψη τεχνολογιών ανακύκλωσης μπαταριών και μεγάλης κλίμακας ικανότητες ανακύκλωσης στην Ευρώπη. Η οικονομική απόδοση της ανακύκλωσης μπαταριών μπορεί να είναι δύσκολο να επιτευχθεί, λόγω των διακυμάνσεων των τιμών των υλικών.

4.4.5. Διασυνοριακή συνεργασία για τις ΑΠΕ

Στο πλαίσιο του στόχου της να επιτύχει ένα κλιματικά ουδέτερο ενεργειακό σύστημα, η ΕΕ ενθάρρυνε την περιφερειακή συνεργασία στον τομέα των ΑΠΕ, η οποία μπορεί να λάβει τη μορφή κοινών έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προγραμμάτων στήριξης ή στατιστικών μεταφορών. Η διασυνοριακή συνεργασία στον τομέα των ΑΠΕ προσφέρει πολλαπλά οφέλη για τις συμμετέχουσες χώρες: πιο αποδοτική και φθηνότερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αυξημένη βεβαιότητα στην αγορά, ανοιχτή πρόσβαση σε νέους πόρους και ευκαιρίες και διευκόλυνση άλλων διεθνών έργων.

Η διασυνοριακή συνεργασία μπορεί επίσης να συμβάλει στην ολοκλήρωση της «Ενεργειακής Ένωσης» της ΕΕ, στην εναρμόνιση των εθνικών νομοθετικών και πολιτικών προσεγγίσεων μεταξύ των κρατών-μελών και στην επίτευξη των ενεργειακών στόχων της ΕΕ. Παρά τα σαφή οφέλη, υπάρχουν λίγα παραδείγματα διασυνοριακής συνεργασίας σήμερα. Δύο εφαρμοζόμενα κοινά προγράμματα στήριξης (η κοινή αγορά πιστοποιητικών ηλεκτρικής ενέργειας που δημιουργήθηκε μεταξύ Νορβηγίας και Σουηδίας και η κοινή δημοπρασία για επίγεια ηλιακή φωτοβολταϊκή (ΦΒ) ενέργεια μεταξύ Δανίας και Γερμανίας) καθώς και ένα επιχειρούμενο, αλλά τελικά εγκαταλειμμένο σχέδιο (κοινό έργο για την αιολική ενέργεια μεταξύ Ιρλανδίας και Ηνωμένου Βασιλείου).

Η ανάλυση συγκεκριμένων παραδειγμάτων αναδεικνύει πολλά εμπόδια, όπως η πολυπλοκότητα της επίτευξης συμφωνιών, οι ανησυχίες σχετικά με συγκρούσεις με τα εθνικά μέτρα, η αβεβαιότητα για τον επιμερισμό του κόστους και των οφελών και η αποδοχή από το κοινό.



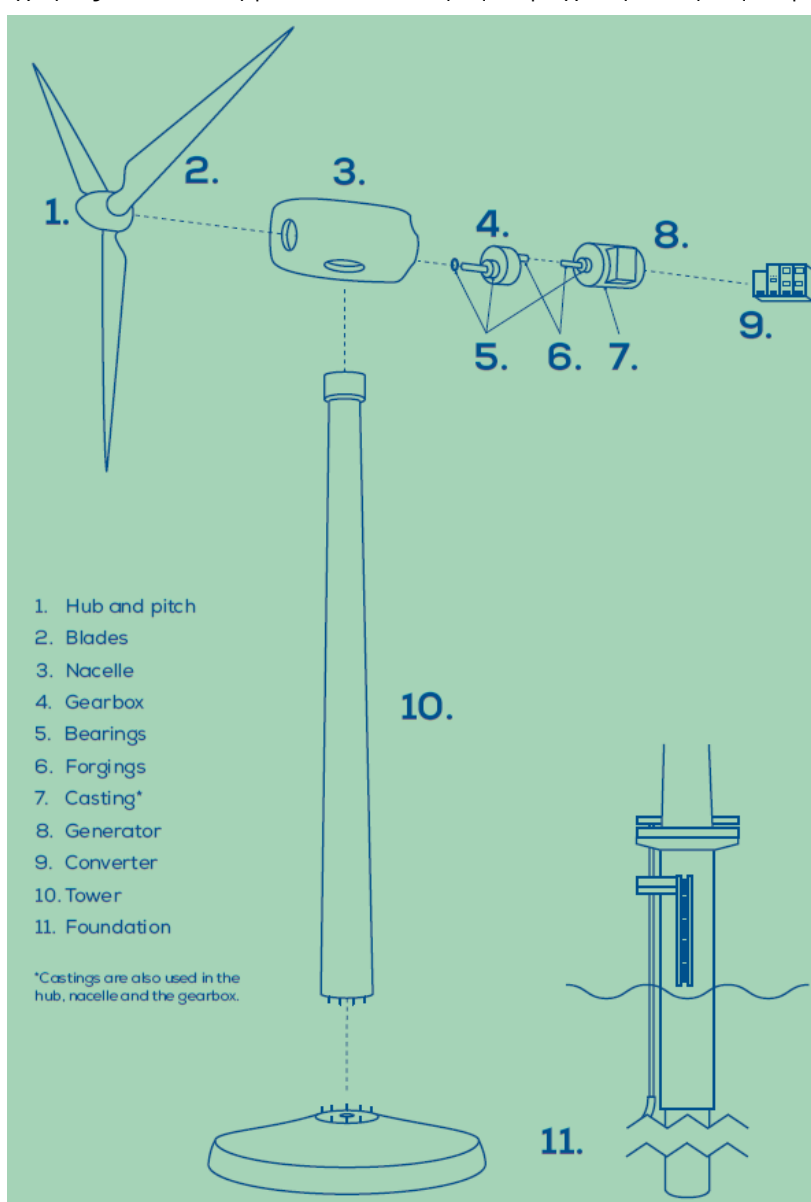
Εικ.4.4.: Τα 3 project διασυνοριακής συνεργασίας στην ΕΕ (πηγή: Eurostat)

5. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

5.1. Η μηχανική του ανέμου

5.1.1. Λειτουργία ανεμογεννήτριας

Στην πραγματικότητα, η αιολική ενέργεια είναι μια μετατρεπόμενη μορφή ηλιακής ενέργειας. Η ακτινοβολία του ήλιου θερμαίνει μέρη της γης με διαφορετικούς ρυθμούς λόγω της περιστροφής της Γης (εναλλαγή μέρας-νύχτας), αλλά και όταν επιφάνειες (π.χ. νερό και έδαφος) απορροφούν ή ανακλούν τη θερμότητα με διαφορετικούς ρυθμούς. Ο ζεστός αέρας ανεβαίνει, μειώνοντας την ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της γης και εισέρχεται ψυχρότερος αέρας για να τον αντικαταστήσει. Το αποτέλεσμα αυτής της αντικατάστασης είναι τα ρεύματα ανέμου. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά πίεσης, τόσο πιο γρήγορα ρέει ο αέρας και τόσο ισχυρότερος είναι ο άνεμος. Ο αέρας έχει μάζα και όταν βρίσκεται σε κίνηση, περιέχει την κινητική ενέργεια.



Εικ.5.1.: Τα τμήματα μιας σύγχρονης ανεμογεννήτριας (πηγή: WindEurope)

Η ανεμογεννήτρια είναι μια μηχανή που μετατρέπει μέρος της κινητικής ενέργειας του αέρα σε ηλεκτρική.

Στην κορυφή κάθε ανεμογεννήτριας τύπου HAWT υπάρχει ένας ανεμοδείκτης ή ηλεκτρονικός αισθητήρας που μετρά την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου. Στη συνέχεια, η άτρακτος(3) της ανεμογεννήτριας στην κορυφή του πύργου(10) περιστρέφεται προς την πλευρά του ανέμου.

Ο άνεμος ρέει στα πτερύγια(2) δημιουργώντας ανύψωση (παρόμοια με την επίδραση στα φτερά του αεροπλάνου), γεγονός που προκαλεί την περιστροφή τους πάνω στην πλήμνη(1) που συνδέεται με έναν άξονα χαμηλής ταχύτητας. Ο άξονας χαμηλής ταχύτητας περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα με τα πτερύγια (7-12 στροφές ανά λεπτό). Χρειάζεται όμως πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής για να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια από τη

γεννήτρια(8).

Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι περισσότερες ανεμογεννήτριες διαθέτουν κιβώτιο ταχυτήτων(4), το οποίο πολλαπλασιάζει την ταχύτητα περιστροφής του άξονα χαμηλής ταχύτητας

κατά πάνω από 100 φορές στον άξονα υψηλής ταχύτητας 5, ο οποίος περιστρέφεται έως και 1.500 στροφές ανά λεπτό. Αυτό συνδέεται με μια γεννήτρια, η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι ανεμογεννήτριες που δεν διαθέτουν κιβώτιο ταχυτήτων συνδέονται απευθείας από τον διανομέα στη γεννήτρια μέσω του άξονά τους (αυτό ονομάζεται «άμεση κίνηση»). Η γεννήτρια παράγει συνήθως ηλεκτρικό ρεύμα εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) το οποίο αποστέλλεται μέσω καλωδίου στον πύργο και στη συνέχεια μέσω υπόγειων καλωδίων σε υποσταθμό. Στον υποσταθμό, η τάση τροποποιείται έτσι ώστε να μπορεί να τροφοδοτηθεί στο δίκτυο και να μεταφερθεί στους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας. Μια ομάδα ανεμογεννητριών ονομάζεται αιολικό πάρκο.

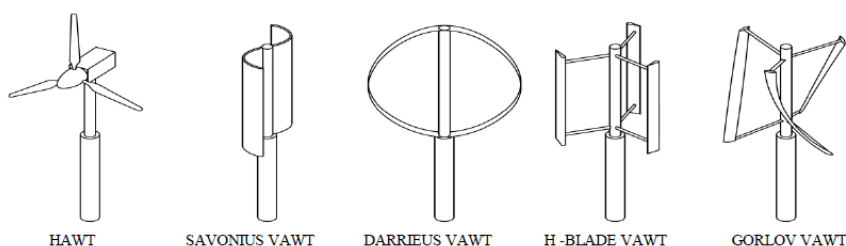
Υπάρχουν δύο κύριες μεταβλητές που καθορίζουν πόση ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παράγει μια ανεμογεννήτρια:

- Ταχύτητα ανέμου: Οι ισχυρότεροι άνεμοι μας επιτρέπουν να παράγουμε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με ταχύτητες ανέμου 4 - 25 μέτρα ανά δευτερόλεπτο.
- Ακτίνα πτερυγίου: Όσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα ή η «σαρωμένη επιφάνεια» των πτερυγίων, τόσο περισσότερος ηλεκτρισμός μπορεί να παραχθεί. Ο διπλασιασμός της ακτίνας των πτερυγίων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τέσσερις φορές περισσότερη ισχύ.

Μια τυπική σύγχρονη ανεμογεννήτρια θα αρχίσει να παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν οι ταχύτητες του ανέμου φτάσουν τα 10-15 kmh, γνωστή ως ταχύτητα «έναρξης λειτουργίας» και θα παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια, όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες θα κλείσουν εάν ο άνεμος φυσάει πολύ δυνατά (περίπου 90 kmh) για να αποφευχθεί ζημιά στον εξοπλισμό. Τα πτερύγια είναι συνήθως λευκό χρώμα για να είναι ορατά από τα αεροσκάφη και το μήκος τους ποικίλει.

Ο όρος συντελεστής χωρητικότητας μετρά την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει μια ανεμογεννήτρια σε μια δεδομένη χρονική περίοδο (συνήθως ένα έτος) σε σχέση με το μέγιστο δυναμικό της. Για παράδειγμα, έστω η μέγιστη θεωρητική ισχύς μιας ανεμογεννήτριας 2MW το χρόνο είναι 17.520 MWh. Ωστόσο μπορεί να παράγει μόνο 7.884 MWh κατά τη διάρκεια του έτους, καθώς ο άνεμος δεν φυσούσε πάντα αρκετά δυνατά για να παράγει τη μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούσε να παράγει ο στρόβιλος. Στην περίπτωση αυτή, ο στρόβιλος έχει συντελεστή χωρητικότητας 45% (7.884 / 17.520). Αυτό δεν σημαίνει ότι ο στρόβιλος παρήγαγε μόνο ηλεκτρική ενέργεια στο 45% του χρόνου. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες μπορούν να παράγουν χρήσιμες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας κατά το 90% της διάρκειας του έτους.

5.1.2. Εγκαταστάσεις

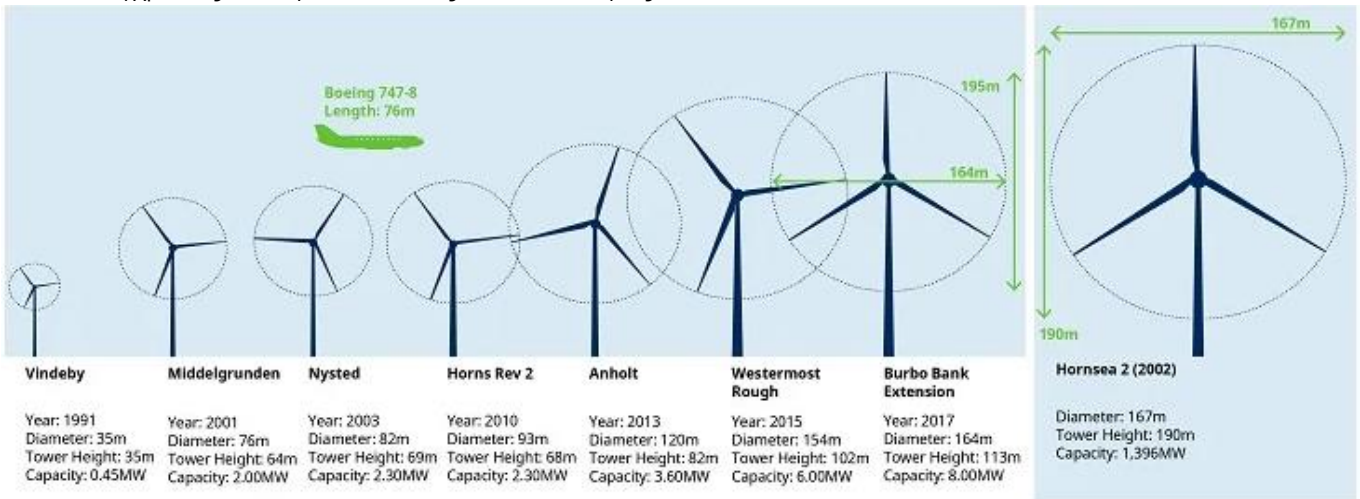


Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι ανεμογεννητριών. Η συντριπτική πλειοψηφία των εγκαταστάσεων αφορά την τεχνολογία οριζοντίου άξονα (HAWT) ενώ τα μεγέθη ποικίλουν ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν.

Εικ.5.2.: Διαφορετικές τεχνολογίες ανεμογεννητριών (πηγή: WindEurope)

Υπάρχουν οι εξής κατατάξεις έργων ανεμογεννητριών: «μεγάλης κλίμακας» που αφορούν χερσαία και υπεράκτια αιολικά και τα διανεμημένα (μικρής κλίμακας). Τα περισσότερα σημαντικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έργα αφορούν αιολικά «μεγάλης κλίμακας» και ένα μικρότερο αλλά ταχέως αναπτυσσόμενο ποσοστό τα υπεράκτια. Τα αιολικά «μεγάλης κλίμακας» έχουν μέγεθος από 100 KW έως αρκετά MW. Η ηλεκτρική ενέργεια παραδίδεται στο ηλεκτρικό δίκτυο και διανέμεται στον τελικό χρήστη από ηλεκτρικές επιχειρήσεις ή φορείς παροχής ηλεκτρικού συστήματος. Οι υπεράκτιες ανεμογεννήτριες είναι μεγαλύτερες από τις χερσαίες τουρμπίνες και μπορούν να παράγουν περισσότερη ενέργεια. Τα διανεμημένα αιολικά αφορούν μικρές ανεμογεννήτριες κάτω των 100 KW που χρησιμοποιούνται για την άμεση τροφοδοσία ενός σπιτιού, ενός αγροκτήματος ή μιας μικρής επιχείρησης και δεν συνδέονται με το δίκτυο.

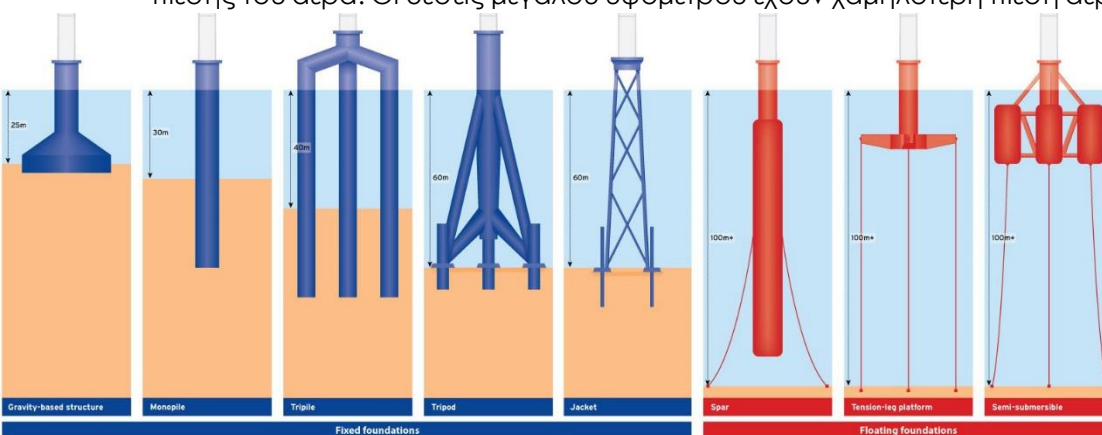
Η αεροδυναμική μοντελοποίηση χρησιμοποιείται για να καθοριστεί το βέλτιστο ύψος του πύργου, τα συστήματα ελέγχου, ο αριθμός και το σχήμα των πτερυγίων. Τα πτερύγια είναι συνήθως λευκό χρώμα για να είναι ορατά από τα αεροσκάφη και το μήκος τους έχει αυξηθεί με την πρόοδο της τεχνολογίας. Ο πύργος στον οποίο στηρίζεται η γεννήτρια, είναι κατασκευασμένος συνήθως από χάλυβα, έχει σχήμα σωληνοειδές και ύψος 70-120 m, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις φτάνει τα 160 m. Μία μέση ανεμογεννήτρια 2,5 MW έχει συνήθως ύψος 80 m. Ο δρομέας με τα πτερύγια ζυγίζει 22 tn ενώ η γεννήτρια, μαζί με τα υπόλοιπα εξαρτήματα ζυγίζει 52 tn. Ο πύργος αποτελείται από 26 tn χαλύβδινου σπλισμού και 190 κ.μ. σκυρόδεμα. Στη βάση, ο πύργος έχει 15 m διάμετρο, ενώ το τοίχωμα έχει πάχος 2,4 m. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν το μέγεθος μιας συμβατικής τέτοιας κατασκευής, σε σύγκριση με τις πιο σύγχρονες που φτάνουν έως τα 160 m ύψος.



Εικ.5.3.: Τα μεγέθη των ανεμογεννητριών (διάμετρος δρομέα, ύψος πύργου, ισχύς) με την πάροδο των ετών, δεξιά: υπεράκτια (1991-2017) (πηγή:WindEurope)

Υπάρχουν δυο τύποι θαλάσσιων αιολικών πάρκων: σταθερής βάσης και πλωτά. Τα σταθερής βάσης είναι για βάθος μέχρι 50 m περίπου και είναι πακτωμένα στον βυθό της θάλασσας. Τα πλωτά επιπλέουν σε ειδικές εξέδρες και μπορούν να εγκατασταθούν σε περιοχές που το βάθος θάλασσας φτάνει μέχρι και 200-300 m.

Η λειτουργία ενός σταθμού αιολικής ενέργειας είναι πιο περίπλοκη από την απλή ανέγερση ανεμογεννητριών σε μια θυελλώδη περιοχή στην ξηρά ή τη θάλασσα. Για να σχεδιάσουν οι μελετητές το μέρος που θα τοποθετηθούν οι ανεμογεννήτριες, πρέπει αρχικά να εξετάσουν το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής, δηλαδή την ένταση των ανέμων και τη συχνότητά τους. Οι ευνοϊκές τοποθεσίες περιλαμβάνουν κορυφές λείων, στρογγυλεμένων λόφων, ανοιχτές πεδιάδες, το νερό και ορεινά κενά διαμέσου των οποίων εντείνονται οι άνεμοι. Ο «βαρύτερος» αέρας ασκεί περισσότερη ανύψωση σε έναν ρότορα. Η πυκνότητα του αέρα είναι συνάρτηση του υψομέτρου, της θερμοκρασίας και της πίεσης του αέρα. Οι θέσεις μεγάλου υψομέτρου έχουν χαμηλότερη πίεση αέρα και «ελαφρύτερο» αέρα,

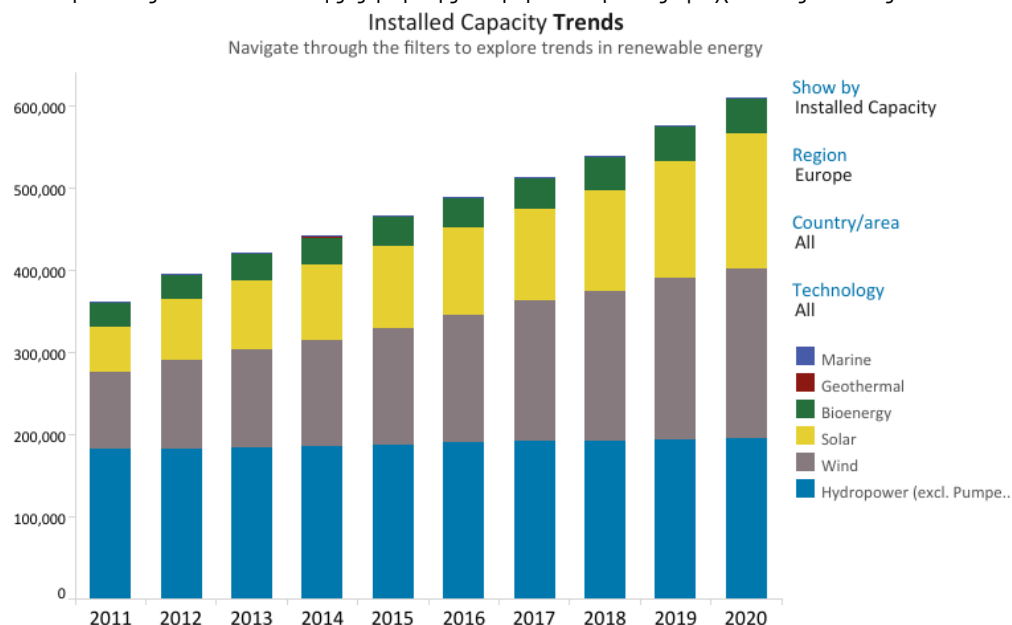


επομένως είναι λιγότερο παραγωγικές θέσεις ανεμογεννητριών. Ο πυκνός «βαρύτες» αέρας κοντά στο επίπεδο της θάλασσας κινεί τις ανεμογεννήτριες πιο αποτελεσματικά.

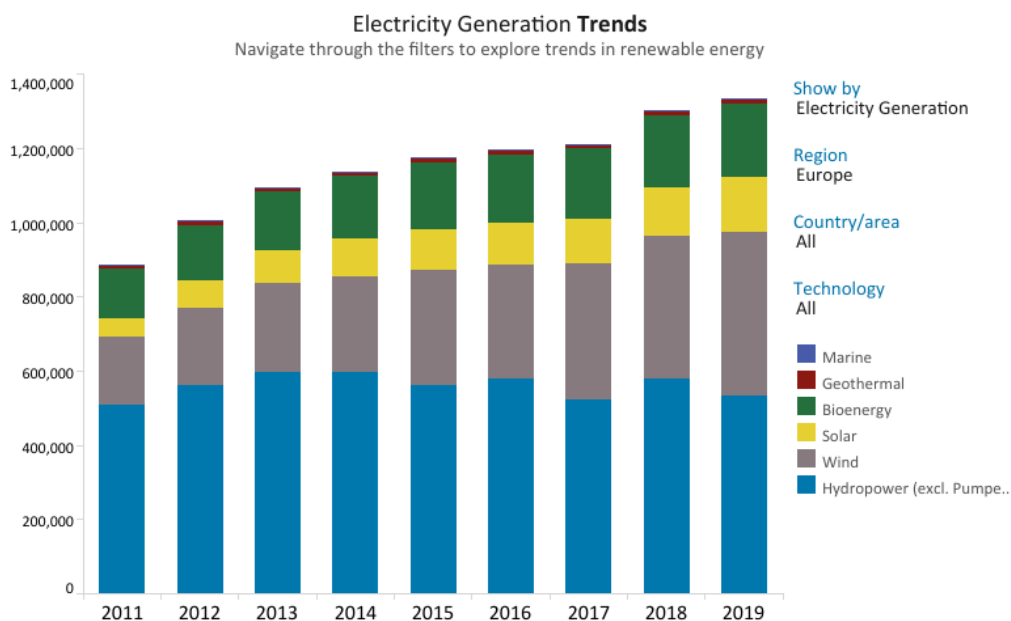
Εικ.5.4.: Τα είδη θεμελιώσεων για ανεμογεννήτριες σταθερής βάσης και πλωτές (πηγή:WindEurope)

5.2. Η θέση της Αιολικής ενέργειας στην ΕΕ

Η αιολική ενέργεια διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια της ΕΕ για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και για να καταστεί η ΕΕ ουδέτερη ως προς τον άνθρακα έως το 2050. Μέχρι το τέλος του 2020 η αιολική ενέργεια κάλυψε το 16% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Μέχρι το 2030 θα μπορούσε να καλύψει έως και το 24% της ζήτησης σύμφωνα με τις τρέχουσες τάσεις.



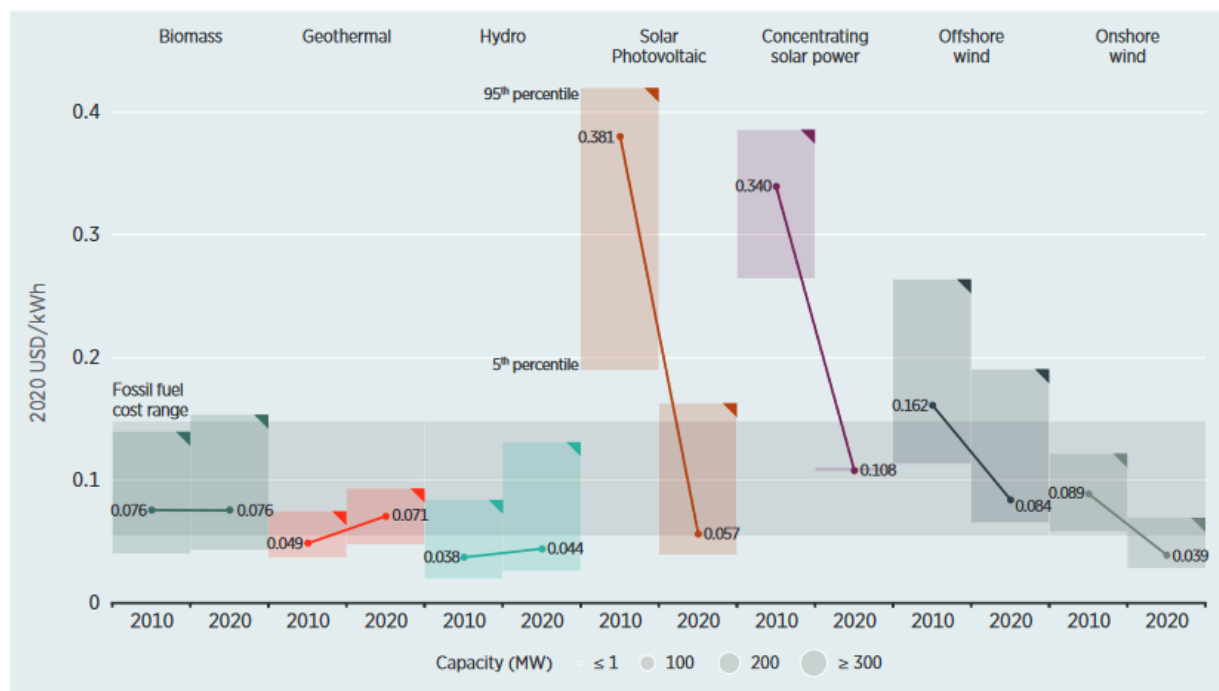
Γραφ.5.1-5.2.: Τάσεις της τελευταίας δεκαετίας στην εγκατεστημένη ισχύ ανά ΑΠΕ (πάνω) και στην παραγωγή ηλεκτρισμού (κάτω) (2011-2020). Είναι εμφανές το αυξανόμενο μερίδιο της αιολικής ενέργειας (πηγή:IRENA)



Η πρόοδος της τεχνολογίας διευκολύνει τη διαχείριση ενεργειακών συστημάτων με μεγάλα μερίδια αιολικής ενέργειας. Οι συνεχείς βελτιώσεις στον σχεδιασμό της κατασκευής των ανεμογεννητριών καθώς και οι βελτιωμένοι παράγοντες χωρητικότητας, μείωσαν το κόστος της αιολικής ενέργειας και επιβεβαίωσαν τη θέση της ως βασικού οδηγού της μετάβασης καθαρής ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες πλέον μπορούν να λειτουργούν με χαμηλότερες ταχύτητες ανέμου και ευθυγραμμίζονται περισσότερο με τη ζήτηση ενέργειας. Νέα χερσαία αιολικά πάρκα λειτουργούν τώρα με συντελεστές χωρητικότητας έως 40% και υπεράκτια πάρκα έως 60%.

Η αιολική ενέργεια είναι ήδη ανταγωνιστική με άλλες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλές χώρες. Η χερσαία και υπεράκτια αιολική ενέργεια είναι από τις φθηνότερες μορφές ΑΠΕ σε όλη την Ευρώπη.

Figure ES.2 Global LCOEs from newly commissioned, utility-scale renewable power generation technologies, 2010-2020



Source: IRENA Renewable Cost Database

Γραφ.5.3.: Διαφορές στα κόστη παραγωγής ανά ΑΠΕ στο διάστημα 2010-2020 (πηγή:IRENA)

Ο άνεμος καλύπτει το 16% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ και πολύ περισσότερο σε πολλές χώρες: Δανία 48%. Ιρλανδία 38%. Γερμανία 27%. Πορτογαλία 24%. Ισπανία 22%. Ο ΙΕΑ αναμένει ότι ο άνεμος θα βρίσκεται στην κορυφή της ισχύος στην Ευρώπη έως το 2027. Η Επιτροπή της ΕΕ υπολογίζει πως τα αιολικά θα αποτελούν το 50% της ηλεκτρικής ενέργειας της Ευρώπης έως το 2050, με την ικανότητα αιολικής ενέργειας να αυξάνεται από 220 GW σήμερα σε 1.300 GW. Αυτό συνεπάγεται αύξηση 25 φορές στον υπεράκτιο άνεμο στην ΕΕ. Αλλά το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της χωρητικότητας GW θα προέλθει από χερσαίους ανέμους.

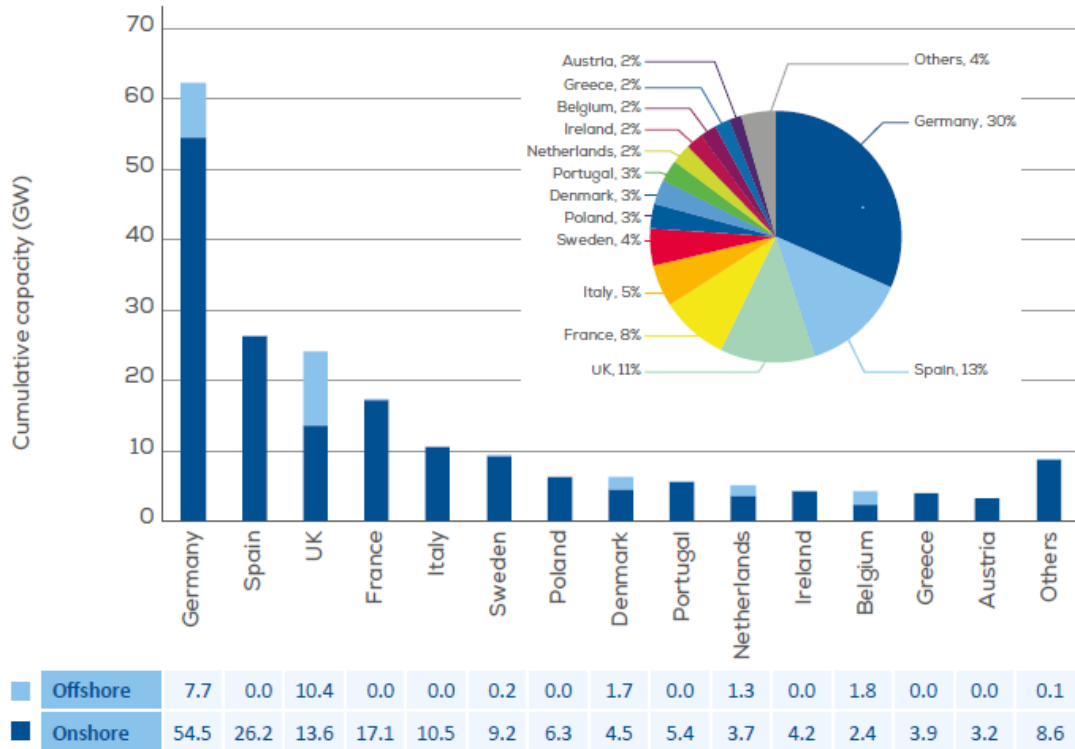
Η ΕΕ πρόκειται να κατασκευάσει 15 GW ετησίως νέας ισχύος για το 2021-25. Χρειάζονται όμως 18 GW ετησίως για να επιτύχει τον τρέχοντα στόχο 32% ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το 2030 - και 27 GW ετησίως για να επιτύχει τον υψηλότερο στόχο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έρχεται με τον νέο κλιματικό στόχο 55%. Η περαιτέρω επέκταση της αιολικής ενέργειας θα οδηγηθεί από νέα αιολικά πάρκα σε νέες τοποθεσίες. Απαιτεί όμως επίσης σημαντικές επενδύσεις στην επέκταση της διάρκειας ζωής των υφιστάμενων αιολικών πάρκων. Σχεδόν τα μισά από τα υπάρχοντα αιολικά πάρκα της Ευρώπης θα φτάσουν στο τέλος της κανονικής τους ζωής έως το 2030.

Ο αιολικός τομέας αποτελεί στρατηγική βιομηχανία για την ΕΕ, καθιστώντας την τον πιο σημαντικό εξαγωγέα σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς το 50% περίπου της παγκόσμιας αιολικής ενέργειας προέρχεται από ανεμογεννήτριες που κατασκευάζονται από ευρωπαϊκούς ομίλους. Ο τομέας παρείχε 356.700 θέσεις πλήρους απασχόλησης στην ΕΕ το 2017, από τα 1,45 εκατομμύρια άτομα που εκτιμάται ότι εργάζονται στον τομέα των ΑΠΕ στο σύνολό του.

ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ

Η ΕΕ διαθέτει σήμερα το μεγαλύτερο μερίδιο στην υπεράκτια αιολική ενέργεια στον κόσμο, δηλαδή περίπου το 70% της συνολικής. Αυτή η θέση πρέπει να διατηρηθεί σε ένα πλαίσιο όπου παγκόσμιοι παίκτες όπως οι ΗΠΑ, η Κίνα, η Κορέα και η Ιαπωνία έχουν αυξήσει την υποστήριξή τους για να ενισχύσουν την υπεράκτια βιομηχανία τους.

FIGURE 2
Cumulative wind power capacity in Europe (EU 27+ UK) as of 1 July 2020

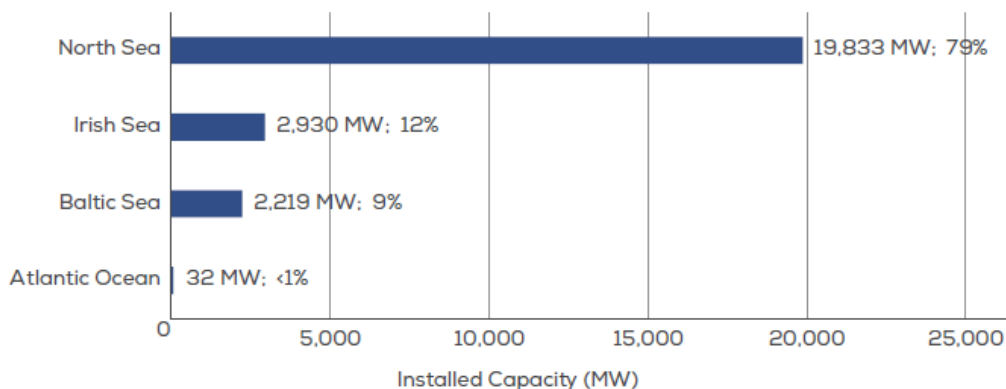


Γραφ.5.4.: Συνολική δυναμικότητα σε GW αιολικής ενέργειας (χερσαία και υπεράκτια) ανά χώρα της ΕΕ(2020) και ποσοστά επί του συνόλου (πηγή:WindEurope))

Η έρευνα και καινοτομία της ΕΕ στοχεύει στη μείωση του κόστους και στην αύξηση της απόδοσης και της αξιοπιστίας της υπεράκτιας τεχνολογίας αιολικής ενέργειας η οποία κατέχει τεχνογνωσία αρκετών ετών. Ενδεικτικά το πρώτο υπεράκτιο αιολικό πάρκο εγκαταστάθηκε στο Vindøby της Δανίας ήδη από το 1991. Υποστηρίζει επίσης πλωτές υποδομές ή ολοκληρωμένα πλωτά συστήματα αιολικής ενέργειας για βαθύτερα νερά και χρήση σε άλλες κλιματικές συνθήκες. Τα πρώτα πιλοτικά έργα βρίσκονται σε λειτουργία και η ανάπτυξη αναμένεται να επιταχυνθεί προς το τέλος αυτής της δεκαετίας.

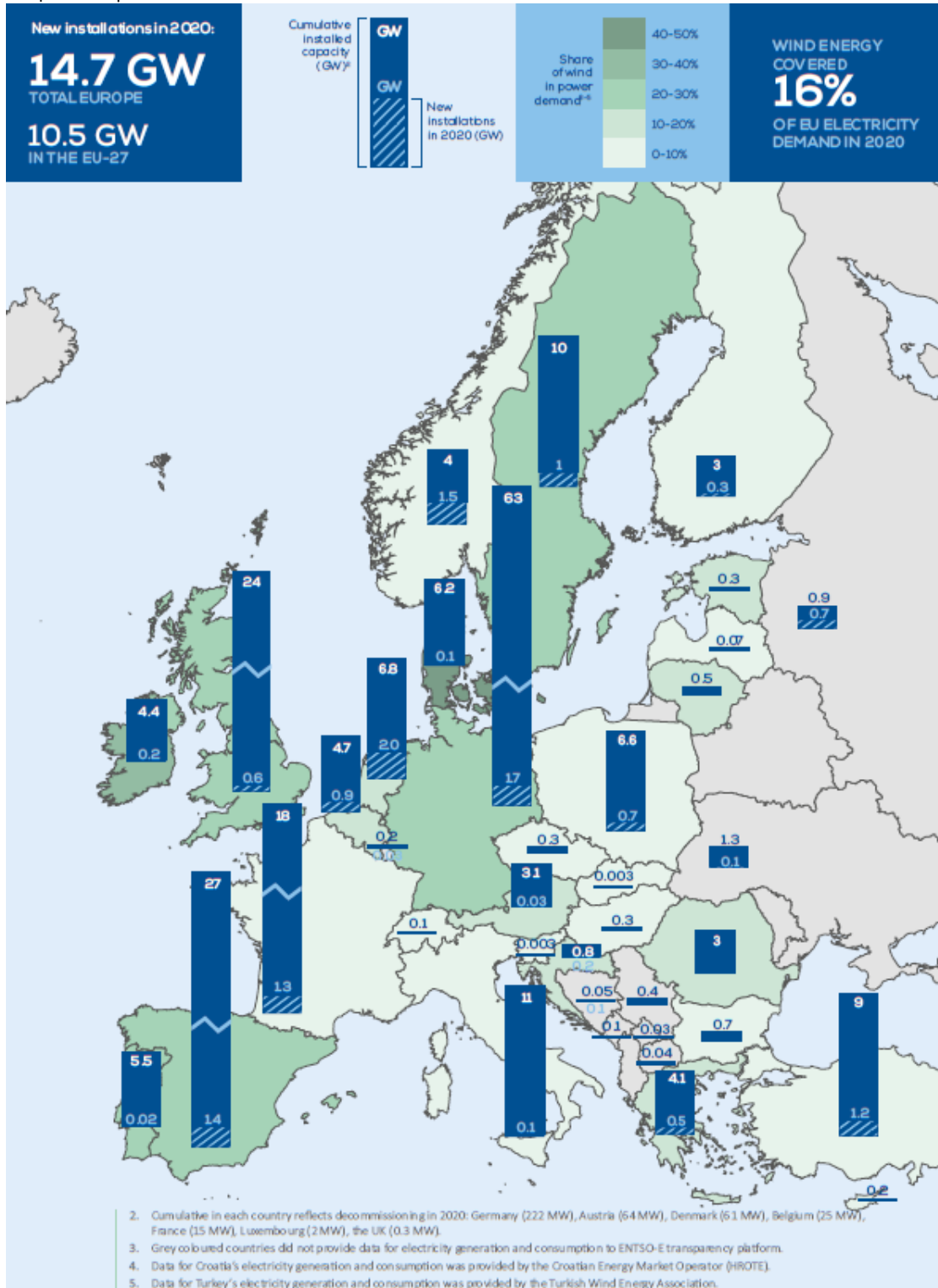
Η υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ευρώπη επικεντρώνεται επί του παρόντος στη Βόρεια Θάλασσα, η οποία έχει σχετικά ρηχά νερά. Ωστόσο, τελευταία δόθηκε μεγαλύτερη προσοχή στη Μεσόγειο και την ακτή του Ατλαντικού, όσο πλωτές τεχνολογίες γίνονται πιο ώριμες. Τον Νοέμβριο του 2020, μια νέα στρατηγική της ΕΕ για υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δημοσιεύθηκε στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμά ότι θα χρειαστούν μεταξύ 240 και 450 GW υπεράκτιας αιολικής ενέργειας έως το 2050 για να διατηρηθεί η αύξηση της θερμοκρασίας κάτω από τους 1,5 °C.

FIGURE 4
Cumulative installed capacity by sea basin (MW)



Γραφ.5.5.: Συνολική δυναμικότητα σε υπεράκτια αιολικά ανά θάλασσα (2020) (πηγή:WindEurope)

Ο παγκόσμιος ανταγωνισμός για την υπεράκτια αιολική ενέργεια είναι τόσο έντονος που οι πλειστηριασμοί αδειών μοιάζουν με τους διαγωνισμούς πετρελαίου και φυσικού αερίου μόλις πριν από λίγα χρόνια και ορισμένα από τα ονόματα είναι επίσης γνωστά, καθώς οι παγκόσμιες μεγάλες πετρελαϊκές εταιρείες κινούνται προς ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μετατρέποντας σταδιακά το χαρτοφυλάκιό τους. Η ώθηση μεταξύ των κορυφαίων παραγωγών ορυκτών καυσίμων για γρήγορη επέκταση σε επιχειρήσεις χαμηλών εκπομπών άνθρακα έρχεται καθώς όλο και περισσότερες χώρες εκπονούν σχέδια για την ενίσχυση της αιολικής ενέργειας σε μια προσπάθεια να μειώσουν το αποτύπωμα άνθρακα.



Γραφ.5.6.: Εγκατεστημένη ισχύς και νέες εγκαταστάσεις ανεμογεννητριών για το 2020 (πηγή: WindEurope)

6. ΕΛΛΑΔΑ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ - ΘΕΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Ελλάδα έχει συνολική έκταση 131,957 km² και καταλαμβάνει τη νοτιότερη προέκταση της Βαλκανικής Χερσονήσου. Η ηπειρωτική χώρα αντιπροσωπεύει το 80% της έκτασης, με το υπόλοιπο 20% να κατανέμεται σε σχεδόν 3000 νησιά. Η εκτεταμένη ακτογραμμή της ξεπερνά τα 15.000 km σε μήκος, εκ των οποίων περίπου 1.000 km είναι περιοχές ιδιαίτερα ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή λόγω της αύξησης της στάθμης της θάλασσας. Το ελληνικό τοπίο συνδέεται στενά με τη θάλασσα, αφού μόνο μια μικρή περιοχή στα βορειοδυτικά απέχει περισσότερο από 80 χιλιόμετρα από τη θάλασσα. Περίπου το 25% του είναι πεδινό, ιδιαίτερα οι παράκτιες πεδιάδες κατά μήκος της ακτής της χώρας.

Η Ελλάδα είναι μια ορεινή χώρα, τα δύο τρίτα της οποίας καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό από βουνά μεσαίου ύψους. Το δάσος καλύπτει το 26,2% της συνολικής έκτασης της χώρας. Άλλο 40,3% της συνολικής έκτασης της χώρας καλύπτεται από λιβάδια και βοσκότοπους με βλάστηση. Η γεωργική γη αντιπροσωπεύει το 25,1% της συνολικής έκτασης. Οι οικισμοί και οι υποδομές μεταφορών αντιπροσωπεύουν το 4,1% της συνολικής έκτασης. Τα προηγούμενα χρόνια, η ταυτόχρονη αύξηση της αστικής γης και η αύξηση και συγκέντρωση του πληθυσμού σε αστικές περιοχές, συνέβαλε στην υψηλή ευπάθεια των πόλεων στα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως κύματα καύσωνα, πλημμύρες και ξηρασίες. Τέλος, υγρότοποι, γη που καλύπτεται ή είναι κορεσμένη από νερό για όλο ή το μεγαλύτερο μέρος του έτους, και άλλη γη, περιοχές που δεν εμπίπτουν σε καμία άλλη κατηγορία χρήσης γης (π.χ. βραχώδεις περιοχές, γυμνό έδαφος, ορυχείο και λατομείο γης), αντιπροσωπεύουν 2,3 % και 2,1 %, αντίστοιχα.

Ο συνολικός πληθυσμός της είναι 10,7 εκατομμύρια (2020) κάτοικοι. Η πυκνότητα πληθυσμού στην Ελλάδα υπολογίζεται σε 84,03 κατοίκους/km². Ο τουριστικός τομέας αποτελεί μία από τις κύριες οικονομικές δραστηριότητες στην Ελλάδα. Ωστόσο, αυτός ο τομέας είναι ιδιαίτερα ευάλωτος στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Ο παραθαλάσσιος τουρισμός και ο τουρισμός που βασίζονται στη φύση βασίζονται σε μια μεγάλη ποικιλία τοπίων, οικοσυστημάτων, παράκτιων περιοχών και εμβληματικών ειδών. Η κλιματική αλλαγή θέτει σοβαρούς κινδύνους με τη μετατόπιση των ζωνών βλάστησης και την εκτεταμένη απώλεια βιοποικιλότητας.

Η περιοχή της Μεσογείου έχει υποστεί σημαντικές επιπτώσεις τις τελευταίες δεκαετίες ως αποτέλεσμα των μειωμένων βροχοπτώσεων και της αυξημένης θερμοκρασίας, και αναμένεται να επιδεινωθούν καθώς το κλίμα συνεχίζει να αλλάζει. Οι κύριες επιπτώσεις είναι η μείωση της διαθεσιμότητας του νερού και των αποδόσεων των καλλιεργειών, ο αυξανόμενος κίνδυνος ξηρασιών και απώλειας βιοποικιλότητας, πυρκαγιές στα δάση και καύσωνες.

6.1. Το ελληνικό “Green Deal” στην ενέργεια

Κεντρικό στοιχείο της «Στρατηγικής Μετάβασης σε μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία» της Ελλάδας, όπως παρουσιάστηκε το Μάιο του 2021 από την κυβέρνηση, αποτελεί η ευθυγράμμιση με τους στόχους και τις κατευθύνσεις που έθεσε η ΕΕ σε κεντρικό επίπεδο για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, θέτοντας ακόμη πιο φιλόδοξους στόχους για το 2030. Βασικό εργαλείο για την επίτευξη του στόχου αποτελεί το Ταμείο Ανάκαμψης, δεδομένου ότι η πλειονότητα των πόρων (σχεδόν 40%) θα κατευθυνθούν σε δράσεις που υποστηρίζουν την «πράσινη ανάκαμψη».

Στο 1ο Συνέδριο «GREEN DEAL GREECE 2021», το οποίο πραγματοποιήθηκε στις 29 Ιουνίου 2021



2021 - 2030

Η δεκαετία μιας Πράσινης Επανάστασης

από το Τεχνικό Επιμελητήριο της Ελλάδας αναλαμβάνοντας κεντρική πρωτοβουλία να παρουσιαστεί για πρώτη φορά στον δημόσιο διάλογο, τι είναι, τι σημαίνει, και πώς θα υλοποιηθεί η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία στην Ελλάδα, επιβεβαιώθηκαν οι ευρωενωσιακές κατευθύνσεις. Στις εργασίες του Συνεδρίου συμμετείχαν κυβερνητικοί αξιωματούχοι, εκπρόσωποι κρατικών φορέων και εκπρόσωποι οργανισμών,

επιχειρήσεων, Ανεξάρτητων Αρχών, ακαδημαϊκοί κ.α.. Το συνέδριο στήριξαν ως χορηγοί γνωστοί επιχειρηματικοί όμιλοι στην ενέργεια, τις κατασκευές, τις επικοινωνίες και τις μεταφορές, γεγονός που φανερώνει τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται για κερδοφόρες επενδύσεις με υψηλές κρατικές επιδοτήσεις.

ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ (ΕΣΕΚ)

Το νέο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα επικεντρώνεται ακριβώς στην επίτευξη των κεντρικών ευρωπαϊκών στόχων για το κλίμα σε εθνικό επίπεδο. Η Ελλάδα ήταν μεταξύ των δύο πρώτων χωρών της ΕΕ που κατέθεσε το σχέδιό της για το Ταμείο Ανάκαμψης. Οι αναθεωρημένοι στόχοι στο νέο ΕΣΕΚ που αφορούν την ενέργεια και την ραγδαία διείσδυση των ΑΠΕ αναφέρουν:

- Αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση ενέργειας από 18% σήμερα στο 35% έως το 2030. Εδώ συμπεριλαμβάνονται και η ενέργεια για τις μεταφορές, τη θέρμανση, τον κλιματισμό των κτιρίων κ.α. Αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή στο 61% μέχρι το 2030 το οποίο αναμένεται να αυξηθεί έως το 67% λόγω των νέων φιλόδοξων στόχων. Αυτό θα αποτελέσει ζήτημα μελέτης για να αναθεωρηθεί το υπάρχον ΕΣΕΚ. Οι πόροι ύψους 44 δισ. ευρώ που περιγράφονται στο ΕΣΕΚ αναφέρονται στη μείωση των εκπομπών κατά τη διάρκεια της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στις μεταφορές αλλά και στην αναβάθμιση του κτιριακού μας αποθέματος.
- Το σύνολο των λιγνιτικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ θα αποσυρθούν ως το 2023, ενώ η -υπό κατασκευή- μονάδα Πτολεμαΐδα 5 θα μετατραπεί σε μονάδα φυσικού αερίου το 2025.
- Απλοποίηση αδειοδότησης των ΑΠΕ
- Αναβάθμιση των ηλεκτρικών δικτύων στη μεταφορά και διανομή. Πόροι 10 δισ. ευρώ θα παραχωρηθούν για την αναβάθμιση των διασυνδέσεων των νησιών όπως και 1,2 δις από το Ταμείο των Πράσινων Νησιών για την κλιματική ουδετερότητα των νησιωτικών συμπλεγμάτων και την απόσυρση των πετρελαϊκών μονάδων.
- Κατασκευή συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας που είναι απαραίτητα για για την αποδοτικότητα των ΑΠΕ και την σταθερότητα του ηλεκτρικού δικτύου. Τουλάχιστον 450 εκατ. ευρώ θα δοθούν για την εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων αποθηκευτικής δυνατότητας 1,2 -1,6 GW.
- Ολοκλήρωση του Υδροηλεκτρικού Σταθμού της Μεσοχώρας στον Αχελώο καθώς έχει μείνει ημιτελής εδώ και χρόνια, το οποίο θα παράγει 360 GWh ηλ. ενέργειας
- Επένδυση 1 δισ. ευρώ στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου, τα οποία θα είναι έτοιμα για να μεταφέρουν λίγο αργότερα και υδρογόνο.
- Ενίσχυση των διασυνδέσεων με τις γειτονικές χώρες και προωθούμε της διασύνδεση μέσω του αγωγού EastMed μεταξύ του Ισραήλ, της Κύπρου και της Ελλάδας για μεταφορά φυσικού αερίου και υδρογόνου και ηλεκτρική διασύνδεση με την Αίγυπτο
- Ενεργειακή αναβάθμιση δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων
- Ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, με στόχο το 2030 1/3 νέα οχήματα να είναι ηλεκτρικά.

ΒΑΣΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΕ

2008: Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ (2464B/2008)

2010: ΚΥΑ37338/2010(1495 Β)για Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ), είδη χαρακτηρισμού

2011: - Ν. 4014/2011* (209Α)για περιβαλλοντική αδειοδότηση

- Ν. 3937/2011 (60Α)για την προστασία της βιοποικιλότητας

2012: ΚΥΑ8353/2012(415B)για ΖΕΠ, μέτρα-περιορισμοί

2013: ΚΥΑ167563/2013(964B): νέα διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης

2014: - ΚΥΑ170225/2014 (135Α): προδιαγραφές περιβαλλοντικών μελετών

- Ν.4280/2014 (159Α): αναδάσωση ίσης έκτασης με τις επεμβάσεις

ΕΙΔΙΚΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ - ΑΙΟΛΙΚΑ

Το υφιστάμενο θεσμικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, έχει στρατηγικό χαρακτήρα και δίνει κατευθύνσεις για την οργάνωση του εθνικού χώρου, όσον αφορά στη χωρική διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, ως κλάδου παραγωγικής δραστηριότητας και ως υποδομής εθνικής σημασίας και κοινής ωφέλειας, με βαρύνουσα σημασία για την προστασία του περιβάλλοντος ενώ δίνει ταυτόχρονα κατευθύνσεις στα Περιφερειακά Πλαίσια Χωροταξικού σχεδιασμού και στα υποκείμενα επίπεδα σχεδιασμού. Αποσκοπεί:

- στον εντοπισμό, με βάση τα στοιχεία αιολικού δυναμικού, κατάλληλων περιοχών που θα επιτρέπουν ανάλογα με τις χωροταξικές και περιβαλλοντικές τους ιδιαιτερότητες τους τη λειτουργία αιολικών εγκαταστάσεων
- στην καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που να επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο
- στη δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι που θέτουν οι εθνικές και ευρωπαϊκές πολιτικές.

Πιο συγκεκριμένα, θέτει κανόνες και κριτήρια χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, καθορίζει ελάχιστες αποστάσεις εγκατάστασης από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος και στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς (άρθρα 7,8,9,10), ορίζει Περιοχές Προτεραιότητας και Καταλληλόλητας (άρθρο 5), προσδιορίζει ρητά περιοχές αποκλεισμού και ζώνες ασυμβατότητας από περιοχές ιδιαίτερου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος -όπως είναι οι περιοχές απολύτου προστασίας, οι εθνικοί δρυμοί, τουριστικών- οικιστικών περιοχών κα- (άρθρο 6), και αντίστοιχες κατευθύνσεις δίνονται για τα συνοδά τους έργα.

Ζώνες Αποκλεισμού για Αιολική ενέργεια

- Περιοχές Προστασίας της Φύσης & Περιοχές Απολύτου Προστασίας της Φύσης
- Πυρήνες Εθνικών Δρυμών, Αισθητικά Δάση
- Οικότοποι προτεραιότητας περιοχών Natura 2000 (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)
- Υγρότοποι Ramsar
- Κηρυγμένα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς & άλλα μνημεία μείζονος σημασίας
- Εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2000 κατοίκων
- ΠΟΤΑ, ΠΟΑΠΔ, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες
- Λατομεία και επιφανειακές μεταλλευτικές και εξορυκτικές ζώνες
- Ακτές κολύμβησης προγράμματος ΥΠΕΧΩΔΕ

Στο ΕΧΠ ΑΠΕ λαμβάνεται μέριμνα για την απόσταση των αιολικών εγκαταστάσεων από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, γίνεται ειδική μνεία στη φέρουσα ικανότητα των Ο.Τ.Α., δηλαδή στο μέγιστο αριθμό τυπικών ανεμογεννητριών που επιτρέπεται να εγκατασταθούν σε μια ενότητα χώρου, και ορίζονται κανόνες ένταξης αυτών στο τοπίο επιδιώκοντας τις μικρότερες δυνατές επιπτώσεις από την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στο χώρο, στο τοπίο και στο περιβάλλον.

Το ΥΠΕΝ μετά από διενέργεια σχετικού διαγωνισμού, έχει προχωρήσει στη σύναψη δημόσιας σύμβασης μελέτης, προκειμένου να αναθεωρηθεί το υφιστάμενο παρωχημένο ΕΧΠ ΑΠΕ. Στόχος της αναθεώρησης είναι ο εκσυγχρονισμός των δεδομένων για τις τεχνολογίες των ανεμογεννητριών, καθώς η τάση κατασκευής μεγαλύτερων και αποδοτικότερων δομών αλλάζει τα δεδομένα του χωροταξικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού. Ενδεικτικά τα ύψη των κατασκευών από 85 m μέγιστο στα μεγαλύτερα αιολικά πάρκα το 2009, έχουν φτάσει στα 165 m ύψος, με ότι συνέπειες μπορεί να επιφέρει στο φυσικό περιβάλλον π.χ. αλλοίωση τοπίου, διάνοιξη δρόμων κλπ.

Κατά την διαδικασία έγκρισης του «νέου» Ειδικού Χωροταξικού Πλαισίου για τις ΑΠΕ, προβλέπεται η τήρηση της διαδικασίας διαβούλευσης σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην κείμενη νομοθεσία [Ν.4447/2016,(Α'241) και ΚΥΑ ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ.107017/2006 (Β' 1225)]. Θέματα σχετικά με την περιβαλλοντική νομοθεσία, εμπίπτουν στην αρμοδιότητα της Διεύθυνσης Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης του ΥΠΕΝ ενώ η εκτίμηση της φέρουσα ικανότητας των Περιοχών Αιολικής

Καταλληλόλητας (όπως είναι η γνωμοδότηση επ' αυτής κατά τη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης), εμπίπτει στην αρμοδιότητα της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (Ρ.Α.Ε).

ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ

Πληθώρα δημοσιευμάτων παρουσιάζουν την «υστέρηση» της χώρας σε βασικούς δείκτες διευκόλυνσης της επιχειρηματικότητας και των επενδύσεων μεταξύ των χωρών του ΟΟΣΑ. Ο μέσος χρόνος που απαιτείται από την έναρξη της διαδικασίας αδειοδότησης μέχρι την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου στην Ελλάδα υπολογίζεται στα 8 με 10 έτη. Σε αυτό το διάστημα συχνά μεταβάλλονται ριζικά βασικές παραδοχές των επιχειρηματικών σχεδίων, από το κόστος του δανεισμού έως τις τιμές διάθεσης ενέργειας και από τους φορολογικούς συντελεστές έως και την ίδια τη ζήτηση. Αυτή τη «δυσκολία» προσπάθησε σε ένα βαθμό να λύσει το ΥΠΕΝ με τροπολογίες στο νομοσχέδιο για τον εκσυγχρονισμό της περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

Ο ν.4685/2020 αφορά τον εκσυγχρονισμό της περιβαλλοντικής νομοθεσίας με την ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις. Σε αυτόν περιέχονται κεφάλαια για την απλοποίηση της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, τη διαδικασία αδειοδότησης ΑΠΕ, τη διαχείριση προστατευόμενων περιοχών, τις ζώνες εντός προστατευόμενων περιοχών, ρυθμίσεις για δασικούς χάρτες και οικιστικές πυκνώσεις. Παράλληλα υπάρχουν κεφάλαια για την ενσωμάτωση στο εθνικό δίκαιο της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την τροποποίηση της οδηγίας σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου, ρυθμίσεις του ελληνικού κτηματολογίου, ζητήματα διαχείρισης αποβλήτων. Τέλος περιλαμβάνονται λοιπές διατάξεις μεταξύ των οποίων και ρυθμίσεις θεμάτων της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας, του Διαχειριστή ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης, του Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας, ρυθμίσεις περί της συμμετοχής του Ελληνικού Δημοσίου στον Ανεξάρτητο Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, καθώς και για τον μετασχηματισμό της Ελληνικής Διαχειριστικής Εταιρείας Υδρογονανθράκων Α.Ε.

Το ΥΠΕΝ δίνει πλέον τη δυνατότητα σε μικρούς παραγωγούς ΑΠΕ που μέχρι σήμερα δεν μπορούσαν να υλοποιήσουν τα έργα τους λόγω κορεσμού του δικτύου, να προχωρήσουν την επένδυσή τους μέσω της υποβολής κοινού αιτήματος με άλλους παραγωγούς για κατασκευή νέου Υποσταθμού στον Διαχειριστή του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ Α.Ε.)

Προωθείται και διευκολύνεται η ταχύτερη υλοποίηση νέων σταθμών που έχουν επιλεγεί μέσω συμμετοχής στις ανταγωνιστικές διαδικασίες υποβολής προσφορών (διαγωνισμούς) της ΡΑΕ. Με τον τρόπο αυτό δίνεται προτεραιότητα στα ώριμα έργα και διευκολύνεται η ταχύτερη διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα της χώρας, που αποτελεί κεντρικό στόχο του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ).

Προβλέπεται η δυνατότητα συνένωσης, υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις, Αδειών Παραγωγής ή Βεβαιώσεων ή Βεβαιώσεων Ειδικών Έργων που βρίσκονται στο ίδιο αδειοδοτικό στάδιο, κατ' αναλογία πρόβλεψης που ήδη υπάρχει στο νομοσχέδιο για την δυνατότητα κατάτμησης Βεβαιώσεων ή Αδειών. Στόχος της ρύθμισης είναι να μειωθεί το συνολικό πλήθος των διακριτών Αδειών, Βεβαιώσεων ή Βεβαιώσεων Ειδικών Έργων και να μειωθεί ο διαχειριστικός φόρτος των υπηρεσιών αδειοδότησης. Τέλος, αποσαφηνίζεται ότι ο Φορέας Αδειοδότησης θα προχωρά με την αξιολόγηση αιτήσεων ενός κύκλου αν έχει ολοκληρώσει την αξιολόγηση αιτήσεων προηγούμενων κύκλων εφόσον δεν παρατηρείται εδαφική επικάλυψη μεταξύ αιτήσεων των δύο κύκλων ή δεν υπάρχει υπέρβαση της φέρουσας ικανότητας του ΟΤΑ που αφορούν οι υπό αξιολόγηση αιτήσεις.

Οι προβληματισμοί πάνω στις κατευθύνσεις του νόμου αφορούν:

- Τα άρθρα 2, 3, 4 και 7 για την «απλοποίηση» της περιβαλλοντικής άδειας, καθώς βγάζουν από τη μέση τη γραφειοκρατία για την αδειοδότηση των ΑΠΕ και έργων, με τους αξιολογητές της άδειας να είναι ιδιώτες, έχοντας οικονομικά συμφέροντα.

- Το άρθρο 11 προβλέπει ότι αντικαθίσταται η άδεια παραγωγής για επιχειρηματική δραστηριότητα σε ΑΠΕ από μια απλή βεβαίωση παραγωγού, υποβαθμίζοντας με αυτόν τον τρόπο περιοχές Natura.
- Με το άρθρο 110 ευνοούνται προκλητικά οι πολυεθνικές εξόρυξης υδρογονανθράκων που μπορούν να χρησιμοποιούν εκτάσεις του Δημοσίου, εκτάσεις Natura, εκτάσεις των ΟΤΑ, για σεισμικές και άλλες γεωφυσικές έρευνες, χωρίς να απαιτείται η λήψη οποιασδήποτε άδειας ή συναίνεσης των φορέων.
- Με το άρθρο 44 διευκολύνεται η επιχειρηματική δράση στην τουριστική βιομηχανία ακόμα και σε εθνικούς δρυμούς που μετονομάζονται πλέον σε «εθνικά πάρκα», ευνοώντας και το κατασκευαστικό κεφάλαιο.
- Με το άρθρο 48 ακυρώνονται οι δασικοί χάρτες ανοίγοντας το δρόμο για νομιμοποίηση κάθε παράνομης χρήσης και καταπάτησης δασικών εκτάσεων.

Από την πλευρά της, η ένωση του αιολικού «λόμπι» στην Ελλάδα (ΕΛΕΤΑΕΝ), υποστηρίζει πως το σχέδιο νόμου κάνει βήματα προς αυτή τη κατεύθυνση αφού περιλαμβάνει γενναίες απλοποιήσεις στην αδειοδότηση των Α.Π.Ε. και εισάγει αποκλειστικές προθεσμίες για τη Διοίκηση σε ορισμένες φάσεις της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης. Περιλαμβάνει επίσης πρόνοιες για το πώς δεν θα παγώνουν οι επενδύσεις στα γρανάζια της γραφειοκρατίας. Είναι σημαντικό όμως αυτή η προσέγγιση να επεκταθεί σε όλες τις σχετικές διατάξεις του σχεδίου, όπως για παράδειγμα στις διαδικασίες τροποποίησης των περιβαλλοντικών αδειών και στις γνωμοδοτήσεις των αρχαιολογικών συμβουλίων.

Στην ίδια κατεύθυνση, η ΕΛΕΤΑΕΝ υποστηρίζει πως θα πρέπει το σχέδιο νόμου να μην διαγράψει τη διάταξη ότι, ύστερα από εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, είναι δυνατό να εγκαθίστανται Α.Π.Ε. σε περιοχές που δεν είναι απόλυτης προστασίας ή προστασίας της φύσης ή RAMSAR ή οικότοποι προτεραιότητας. Διαφορετικά, «η προωθούμενη τροποποίηση μπορεί να ερμηνευθεί ως πολιτική υποχώρηση στο ψευδο-περιβαλλοντικό λαϊκισμό ή ως υπονόμηση της εθνικής κλιματικής πολιτικής».

Παράλληλα, θεωρεί πως δεν πρέπει να εισαχθούν περισσότερο περιοριστικά κριτήρια στο νέο ειδικό χωροταξικό που θα αποκλείουν την ανανέωση λειτουργικών έργων, την υλοποίηση ώριμων αδειοδοτημένων έργων και την ολοκλήρωση της αδειοδότησης πολλών νόμιμων έργων που είναι στη φάση ανάπτυξης. Επίσης, θεωρούν ότι δεν πρέπει να δοθεί η δυνατότητα στον υποκείμενο σχεδιασμό (περιφερειακά σχέδια, τοπικά, διαχείρισης κλπ.) να μην συμμορφώνεται με τις διατάξεις του Ειδικού Χωροταξικού Πλαισίου για τις ΑΠΕ. «Κάτι τέτοιο θα έχει ως συνέπεια την αύξηση της αβεβαιότητας και τη μείωση της επενδυτικής ασφάλειας», τονίζουν.

Δεν είναι τυχαία η πίεση για αλλαγή του θεσμικού πλαισίου για τις περιοχές Natura και οι γενικότερες διευκολύνσεις αδειοδότησης ώστε να εξυπηρετηθούν τα νέα επενδυτικά σχέδια. Στη σημερινή συγκυρία, όχι μόνο οι επιλογές της ΕΕ και της ελληνικής κυβέρνησης για ενίσχυση των ΑΠΕ, αλλά και οι ελληνικές νομοθετικές πρωτοβουλίες εναρμονίζονται στις προτεραιότητες των ενεργειακών κολοσσών.

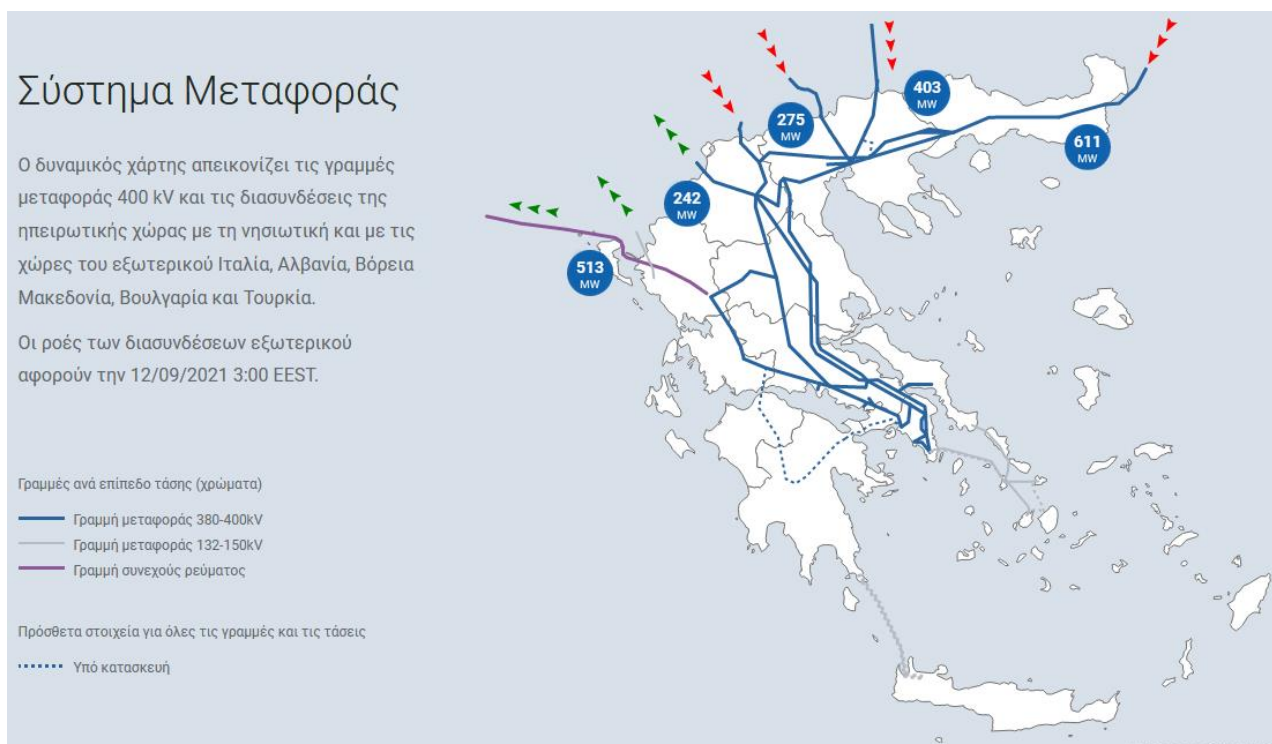
6.2. Ενεργειακός «Χάρτης» Ελλάδας

6.2.1. Διασυνδέσεις

Η διαχείριση της συμφόρησης στις διασυνδέσεις και η εκχώρηση ικανότητας μεταφοράς αυτών, η οποία διενεργείται στο πλαίσιο της ανωτέρω διαχείρισης, διέπεται από τις αρχές του Κανονισμού (ΕΚ)2019/943 σχετικά με τους όρους πρόσβασης στο δίκτυο για τις διασυνοριακές ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο ΑΔΜΗΕ ως Διαχειριστής του ΕΣΜΗΕ (Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) εκχωρεί στους ενδιαφερόμενους ικανότητα μεταφοράς στις διασυνδέσεις σε χρονικό ορίζοντα έως ένα (1) έτος. Η εκχώρηση ικανότητας μεταφοράς στις διασυνδέσεις η οποία ολοκληρώνεται έως και την ημέρα που προηγείται της Ημέρας Κατανομής πραγματοποιείται μέσω εμφανών διαγωνισμών (δυναμικότητας – «explicit auctions») σε ετήσια, εβδομαδιαία και ημερήσια βάση. Ο Διαχειριστής του

ΕΣΜΗΕ διαχειρίζεται τα έσοδα από το αντάλλαγμα που καταβάλλεται για τη δέσμευση ικανότητας μεταφοράς στις διασυνδέσεις όπως προβλέπονται από τον Κανονισμό 2019/943 (Άρθρο 19). Το Ελληνικό Σύστημα Μεταφοράς περιλαμβάνει διασυνδέσεις με την Αλβανία (AL), τη Βόρεια Μακεδονία (MK), τη Βουλγαρία (BG), την Τουρκία (TR) και την Ιταλία (IT).



Εικ.6.1.: Οι διασυνδέσεις του ΕΣΜΗΕ (πηγή: ΑΔΜΗΕ)

6.2.2. Ενεργειακό σύστημα

Το ενεργειακό δυναμικό της Ελλάδας αποτελείται κυρίως από στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα όπως τον λιγνίτη, παράγωγα πετρελαίου και φυσικό αέριο και σε μικρότερο ποσοστό από ΑΠΕ. Ο λιγνίτης είναι ο μεγαλύτερος φυσικός εγχώριος πόρος που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα ως προς τον εξηλεκτρισμό της χώρας, αφού καλύπτει το 42% της εγκατεστημένης ισχύς της. Τα μεγάλα φυσικά κοιτάσματα που έχουν ανακαλυφθεί αναμένεται να μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες της χώρας για τα επόμενα 45 χρόνια. Χαρακτηρίζεται από χαμηλό και σταθερό κόστος εξόρυξης.

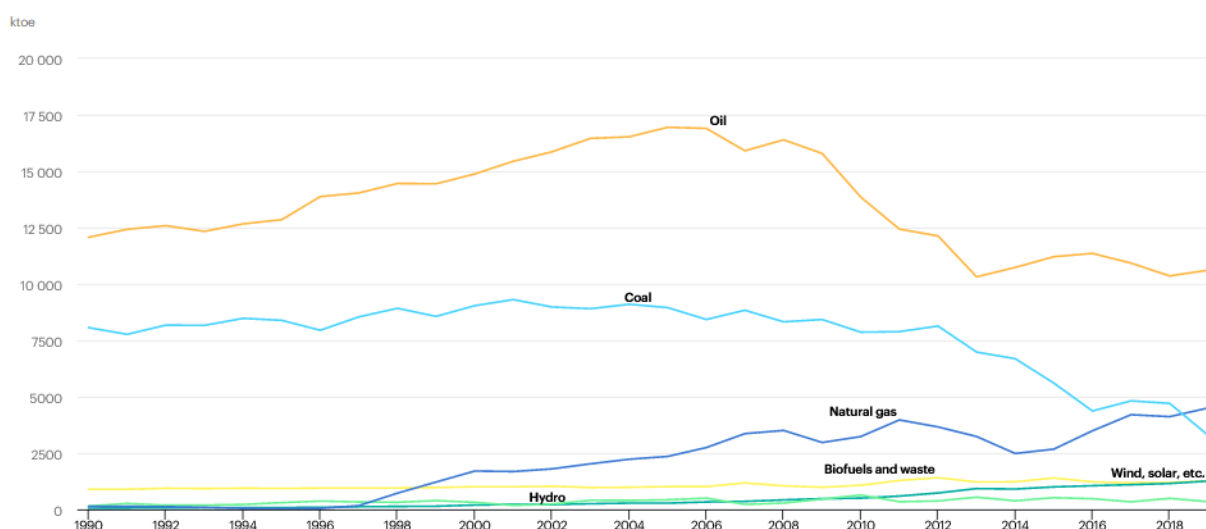
Υπέρ της διατήρησης της λειτουργίας των σύγχρονων λιγνιτικών μονάδων, αλλά κι ενός ποσοστού συμμετοχής του λιγνίτη στο ενεργειακό μείγμα της τάξης του 10-12% για τα επόμενα χρόνια, με σκοπό τη διασφάλιση της ηλεκτρικής επάρκειας και ως στρατηγικής εφεδρείας τοποθετείται το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, σύμφωνα με ψήφισμα που ενέκρινε πρόσφατα η Διοικούσα Επιτροπή του ΤΕΕ. Εκφράζει σοβαρές επιφυλάξεις για την απόφαση του πρόωρου τερματισμού της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη καθώς αναφέρει πως έπρεπε να προηγηθεί εκτενής δημόσιος διάλογος και ουσιαστική μελέτη όπως επιβάλλεται για ένα τόσο σοβαρό, στρατηγικής σημασίας για τη χώρα θέμα, χωρίς μάλιστα να επιβάλλεται από διεθνείς υποχρεώσεις ή συνθήκες. Για παράδειγμα δεν εκτιμήθηκε και δεν προβλέφθηκε επί της ουσίας ο τρόπος της δίκαιης μετάβασης των λιγνιτικών περιοχών της Ελλάδας (Περιφέρεια Δυτ. Μακεδονίας και Δήμος Μεγαλόπολης). Με την πρόωρη απολιγνιτοποίηση, η Θερμική Παραγωγή, δηλαδή το μεγαλύτερο τμήμα της ενέργειας βάσης που είναι ο κρίσιμος παράγοντας για την εύρυθμη λειτουργία του Ηλεκτρικού συστήματος της χώρας αλλά και την ασφάλεια εφοδιασμού και τη λειτουργία της, θα είναι εκτεθειμένο στις διεθνείς τιμές του φυσικού αερίου και στα γεωπολιτικά δεδομένα.

Σε περιοχές όπου η μεταφορά του λιγνίτη ή σύνδεση με το υπόλοιπο δίκτυο της χώρας είναι δύσκολη, όπως τα νησιά, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται κλάσματα πετρελαίου. Τα παράγωγα του πετρελαίου αποτελούν κατά κύριο λόγο το κινητήριο καύσιμο για τα οχήματα. Χωρίς δική της παραγωγή πετρελαίου, η Ελλάδα είναι ισχυρά εξαρτημένη από την εισαγωγή

του από άλλες χώρες, για την κάλυψη των αναγκών της. Οι μεγάλοι εισαγωγείς αργού πετρελαίου στην χώρα είναι η Ρωσία, η Σαουδική Αραβία και το Ιράν. Τα τελευταία χρόνια, το Ελληνικό ενεργειακό σύστημα χαρακτηρίζεται από:

- την απομειούμενη κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και κυρίως του λιγνίτη, καθώς το καύσιμο αυτό αποτέλεσε μια στρατηγική επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μετά την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70.
- την εξάρτηση από μεγάλο όγκο εισαγωγών, που περιλαμβάνουν κυρίως αδιύλιστο πετρέλαιο, προϊόντα πετρελαίου και φυσικό αέριο
- Την αυξανόμενη συμμετοχή των μονάδων φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή μετά την εισαγωγή των σχετικών χρεώσεων εκπομπής ρύπων CO₂ και τη διείσδυση του στην τελική κατανάλωση που παρουσίασε αξιόλογη δυναμική
- την σημαντική ανάπτυξη των ΑΠΕ ως αποτέλεσμα της υιοθέτησης των «πράσινων» Ευρωπαϊκών και Εθνικών πολιτικών

Total energy supply (TES) by source, Greece 1990-2019



IEA. All rights reserved.

● Coal ● Natural gas ● Hydro ● Wind, solar, etc. ● Biofuels and waste ● Oil

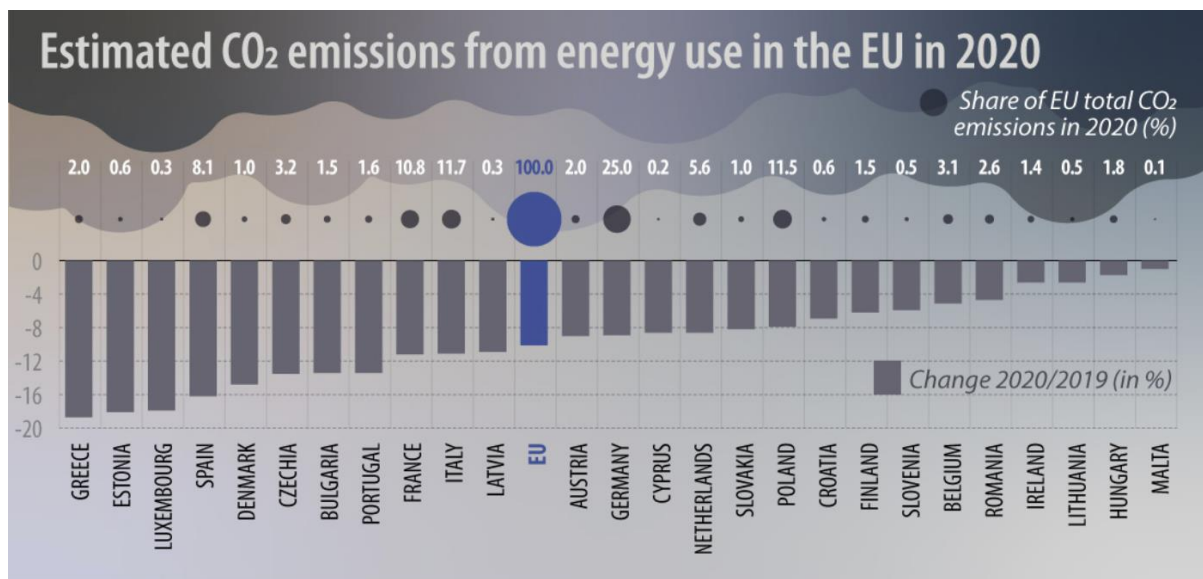
Γραφ.6.1.: Συνολική παραγωγή ενέργειας (ktoe) ανά πηγή (1990-2019) (πηγή: IEA)

Ο ελληνικός ενεργειακός κλάδος αναμένεται να παρουσιάσει σημαντική ανάπτυξη για επενδυτικές ευκαιρίες στα προσεχή έτη, καθοδηγούμενος κυρίως από τους παρακάτω σημαντικούς παράγοντες:

- Την βελτιστοποίηση του ενεργειακού μίγματος, το οποίο συνίσταται από τη μείωση της παραγόμενης από ορυκτά καύσιμα ενέργειας και την περαιτέρω αύξηση αυτής από ΑΠΕ.
- Το εθνικό πρόγραμμα αποκρατικοποιήσεων, το οποίο περιλαμβάνει την ιδιωτικοποίηση μεγάλων επιχειρήσεων παροχής ενέργειας, όπως είναι η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), ο Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ), η Δημόσια Επιχείρηση Αερίου (ΔΕΠΑ) και τα Ελληνικά Πετρέλαια (ΕΛΠΕ)
- Την περαιτέρω απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου και τον περαιτέρω διαχωρισμό της παραγωγής και του εφοδιασμού από τα δίκτυα μεταφοράς
- Τη δυνατότητα της Ελλάδας να εξελιχθεί σε Ευρωπαϊκή πύλη διέλευσης φυσικού αερίου, ηλεκτρισμού και πετρελαίου, μέσα από τα μελλοντικά μεγάλα έργα, όπως αυτό του Διαδριατικού Αγωγού Αερίου-TAP, του αγωγού IGB, του ΑΣΦΑ Αλεξανδρούπολης, του αγωγού East Med, του EuroAsia Interconnector και την αξιοποίηση των κοιτασμάτων φυσικού αερίου και πετρελαίου

- Τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση κόστους από αντίστοιχες τεχνολογίες, όπως τα συστήματα έξυπνων μετρητών, ο φωτισμός LED, οι τεχνολογίες Smartgrid, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, κλπ.
- Τις σημαντικές πρωτοβουλίες ανάπτυξης ενεργειακών υποδομών, όπως η διασύνδεση των ελληνικών νησιών με το ΕΣΜΗΕ

Το 2020, τη χρονιά της πανδημίας και των lockdown η χώρα μας κατέγραψε την καλύτερη επίδοση μεταξύ των 27 κρατών – μελών με τις εκπομπές να κάνουν «βουτιά» 18,7% σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά, καθώς πέραν των περιοριστικών μέτρων ανέβασε στοφές και η προσπάθεια της μετάβασης σε μία πιο «πράσινη» οικονομία. Πολύ κοντά στις δικές μας επιδόσεις και εκείνες της Εσθονίας, όπου οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώθηκαν κατά 18,1%. Ακολουθεί το Λουξεμβούργο με πτώση 17,8%, η Ισπανία όπου υποχώρησαν 16,2% και η Δανία με μείωση κατά 14,8%. «Ξεκάθαρη πτώση στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων - άνθρακα, λιγνίτη πετρελαίου, πετρελαιοειδών και φυσικού αερίου- παρατηρήθηκε στις περισσότερες χώρες» αναφέρει στην ανακοίνωσή της η Eurostat.

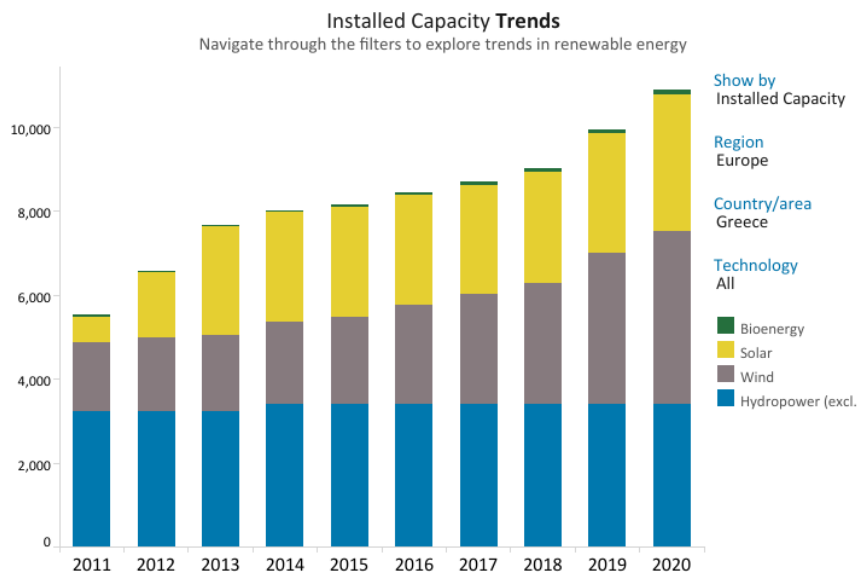


Sweden: data under revision

ec.europa.eu/eurostat

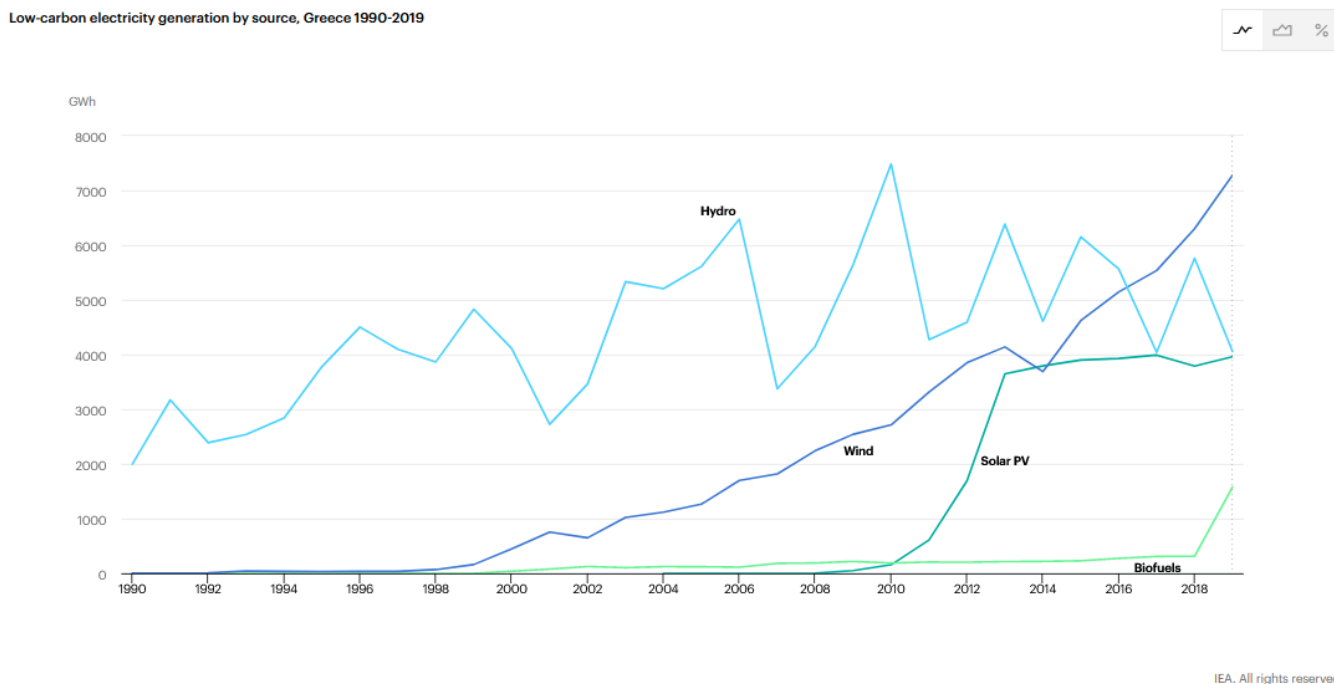
Γραφ.6.2.: Ποσοστό μείωσης εκπομπών CO₂ από χρήση ενέργειας ανά χώρα (2019- 2020) (πηγή: Eurostat)

6.3. Η θέση της αιολικής ενέργειας



Γραφ.6.3.: Συνολικό εγκατεστημένο δυναμικό (κτώε) ανά πηγή (2011-2020) (πηγή: IRENA)

Low-carbon electricity generation by source, Greece 1990-2019

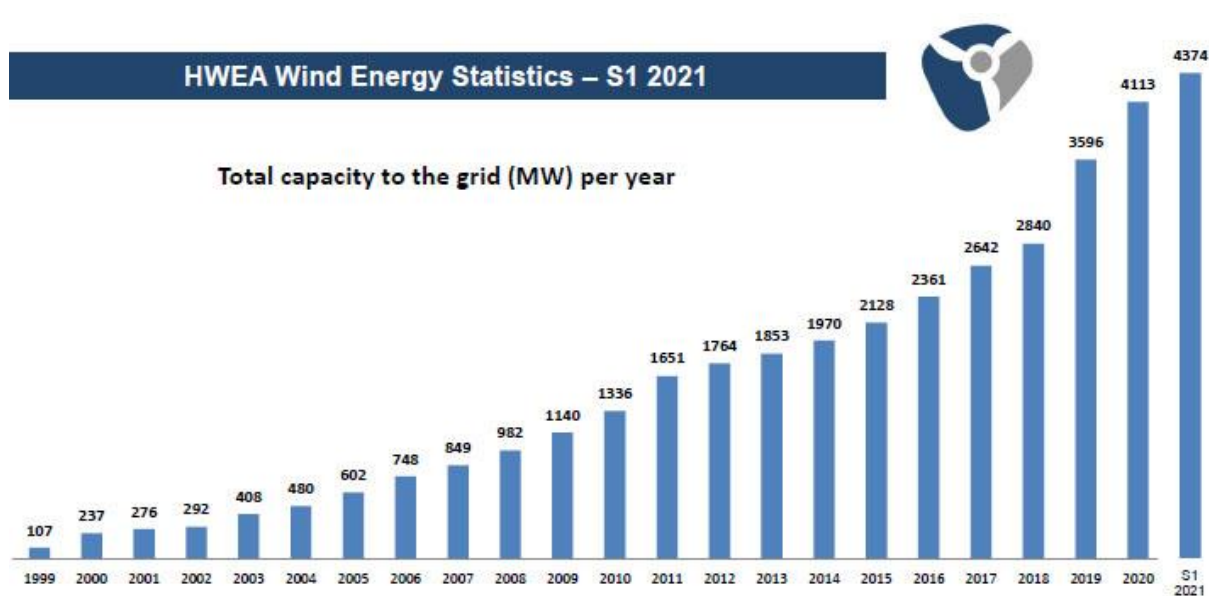


IEA. All rights reserved.

● Hydro ● Wind ● Biofuels ● Solar PV

Γραφ.6.4.: Συνολική παραγωγή ενέργειας (κτοε) ανά πηγή (1990-2019) (πηγή: IEA)

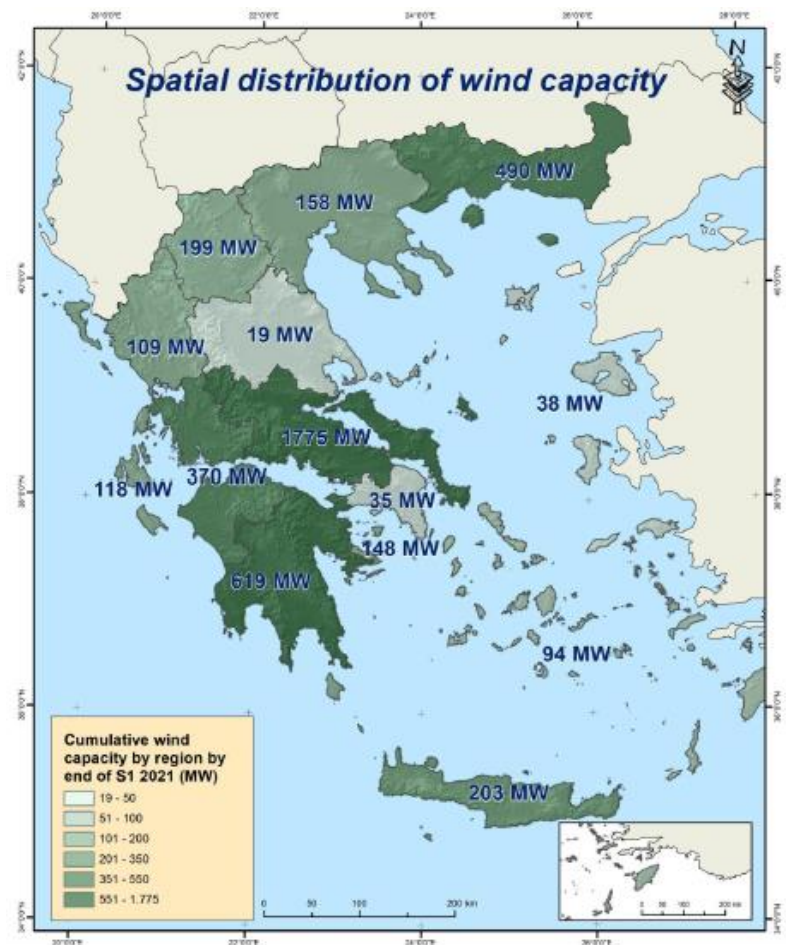
Η αιολική ενέργεια βρίσκεται στην κορυφή της παραγωγής ενέργειας ανάμεσα στις ΑΠΕ, με το μερίδιο της στην παραγωγή την τελευταία 5ετία να έχει ραγδαία ανοδική τάση. 4.374 MW ήταν η συνολική αιολική ισχύς στην Ελλάδα στο τέλος του πρώτου εξαμήνου 2021. Αυτό προκύπτει από την εξαμηνιαία Στατιστική της Αιολικής Ενέργειας στην Ελλάδα που ανακοίνωσε η Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ).



Γραφ.6.5.: Τάση της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος (1999-2021) (πηγή: HWEA)

Με βάση τη Στατιστική, κατά το πρώτο εξάμηνο του 2021 συνδέθηκαν στο δίκτυο 97 νέες ανεμογεννήτριες συνολικής αποδιδόμενης ισχύος 260,5 MW που αντιστοιχούν σε επενδύσεις συνολικού ύψους 260 εκατ. ευρώ περίπου. Αυτό αποτελεί αύξηση 6,3% σε σχέση με το τέλος του 2020. Κατά το πρώτο εξάμηνο 2021:

- η μεγαλύτερη ωριαία διείσδυση αιολικής ισχύος ήταν 66,4% και παρατηρήθηκε τα ξημερώματα της Δευτέρας 11.1.2021 (03:00 – 04:00 CET)



- συνολικά για 847 ώρες η διείσδυση αιολικής ισχύος ήταν πάνω από 30%
- συνολικά για 1752 ώρες η διείσδυση μεταβλητών Α.Π.Ε. ήταν πάνω από 30% και για 350 ώρες ήταν πάνω από 50%

Το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα της χώρας ανταποκρίθηκε χωρίς πρόβλημα στις μεγάλες αυτές διεισδύσεις. Κατά το τέλος του Ιουνίου 2021 ήταν υπό κατασκευή πάνω από 550 MW νέων αιολικών πάρκων, η μεγάλη πλειοψηφία των οποίων αναμένεται να συνδεθεί στο δίκτυο εντός των επόμενων 18 μηνών. Σε επίπεδο Περιφερειών, η Στερεά Ελλάδα παραμένει στην κορυφή των αιολικών εγκαταστάσεων αφού φιλοξενεί 1775 MW (41%) και ακολουθεί η Πελοπόννησος με 619 MW (14%) και η Ανατολική Μακεδονία – Θράκη όπου βρίσκονται 490 MW (11%).

Γραφ.6.6.: Χωρική κατανομή αιολικής ισχύος ανά περιφέρεια (πηγή: HWEA)

Όσον αφορά τους επιχειρηματικούς όμιλους, στο Top-5 κατατάσσονται:

- η ΤΕΡΝΑ Ενεργειακή με 703 MW (16,1%)
- ο ΕΛΛΑΚΤΩΡ με 482 MW (11,0%)
- η ENEL Green Power με 368 MW (8,4%)
- η EREN με 283 MW (6,5%) και
- η Iberdrola Rokas με 271 MW (6,2%)

Ακολουθούν η EDF, η νεοεισερχόμενη στον κλάδο Motor Oil, ο όμιλος Μυτιληναίου, η ΔΕΗ Ανανεώσιμες, η Jasper Energy κ.α. Στα αξιοσημείωτα του Α' εξαμήνου 2021 είναι ότι ολοκλήρωσαν νέα αιολικά πάρκα πάνω από 12 διαφορετικοί επιχειρηματικοί όμιλοι. Ο πλουραλισμός αυτός αποδεικνύει τη δυναμική και την ανθεκτικότητα του κλάδου. Η εικόνα για τους κατασκευαστές των ανεμογεννητριών είναι η εξής: η Vestas έχει προμηθεύσει το 45,2% της συνολικής αποδιδόμενης αιολικής ισχύος στην Ελλάδα. Ακολουθούν η Enercon με 25,5%, η Siemens Gamesa με 17,4%, η Nordex με 7,2% και η GE Renewable Energy με 3,2%. Ειδικά για το πρώτο εξάμηνο 2021 τις νέες ανεμογεννήτριες προμήθευσαν: η Vestas κατά 40,4% (105,2 MW), η Siemens Gamesa κατά 37,6% (98 MW), η Enercon κατά 14,1% (36,6 MW), η Nordex κατά 5,5% (14,4 MW), η Leitwind κατά 1,15% (3MW), η Goldwind κατά 1% (2,6MW) και η EWT κατά 0,3% (0,7 MW). Σημειώνεται ότι όλα τα ως άνω αναφερόμενα μεγέθη αφορούν αιολική ισχύ που αποδίδεται στο δίκτυο.

ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ

Η Ελλάδα δεν έχει υλοποιημένα έργα υπεράκτιων αιολικών προς το παρόν. Παρ' όλα αυτά διαθέτει ένα από τα μεγαλύτερα αιολικά και ηλιακά δυναμικά τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Μέση Ανατολή, ενώ το γεγονός ότι η ξηρά γεινιάζει με τη θάλασσα αποτελεί μία σημαντική ευκαιρία για την υιοθέτηση της πρακτικής των παράκτιων αιολικών πάρκων με εξαιρετικά καλή ενεργειακή απόδοση και μειωμένα κόστη συντήρησης. Ένα ακόμη πολύ ενδιαφέρον στοιχείο για τη χώρα μας είναι ότι τα μελέτσια έχουν καλό συγχρονισμό με τη ζήτηση στο δίκτυο. Αυτό είναι άκρως θετικό διότι το ζητούμενο δεν είναι μόνο τα πολλά GW ΑΠΕ στο σύστημα, αλλά τα GW εκείνα που παράγουν περισσότερο όταν υπάρχει ζήτηση.

Η Ελλάδα έχει μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα σε ότι αφορά τα θαλάσσια αιολικά πάρκα. Το Αιγαίο έχει ένα από τα καλύτερα αιολικά δυναμικά παγκοσμίως. Λόγω των πολλών νησιών η χώρα μας έχει μια πολύ μεγάλη θαλάσσια περιοχή στην επικράτειά της. Συγχρόνως έχει ξεκινήσει η διασύνδεση των νησιών με υποθαλάσσια καλώδια. Οι πλωτές ανεμογεννήτριες έχουν και ένα παραπάνω πλεονέκτημα, ότι δεν χρειάζεται να κατασκευάσεις κάποια τσιμεντένια βάση αλλά μια εξέδρα και ένα αγκυροβόλιο. Συναρμολογούνται σε κάποιο λιμάνι και μεταφέρονται στο σημείο τοποθέτησης με κάποιο ρυμουλκό. Στο τέλος της χρήσιμης λειτουργίας τους θα μεταφέρονται με τον ίδιο τρόπο σε κάποιο τόπο που θα πραγματοποιείται η αποσυναρμολόγηση.

Πρόσφατη μελέτη της E.E. υπολογίζει το διαθέσιμο θαλάσσιο δυναμικό για πλωτά αιολικά στη χώρα μας στα 263 GW. Τα στοιχεία αυτά δεν υπολογίζουν κρίσιμα χωροταξικά, περιβαλλοντικά και εθνικά κριτήρια της θαλάσσιας περιοχής. Εντός των 6 ν.μ. είναι σαφώς μικρότερες, εξαιρώντας θεωρητικά κάθε περιοχή που θα μπορούσε δυνητικά να επιφέρει σύγκρουση με άλλες δραστηριότητες (κριτήρια περιβαλλοντικά, αρχαιολογικά, τουριστικά, στρατιωτικά). Η υλοποίηση των διασυνδέσεων των νησιών σε Αιγαίο και Ιόνιο φέρνει πιο κοντά τον ηλεκτρικό χώρο στην υπεράκτια αιολική ενέργεια, καθώς η απόσταση μεταξύ των πεδίων στα οποία υφίσταται υπεράκτιο αιολικό δυναμικό και του ηλεκτρικού συστήματος μειώνεται.

Από την κρατική νορβηγική Equinor, που φέρεται να ελκύεται από τους ανέμους των Κυκλάδων, τη δανέζικη Copenhagen Offshore Partners, την ισπανική Iberdrola, την Ocean Winds με έδρα τη Μαδρίτη και την αμερικανική Principal Power, μεγάλες εταιρείες της διεθνούς αγοράς των offshore αιολικών έχουν από καιρό βάλει στον χάρτη των επενδυτικών τους σχεδιασμών την Ελλάδα και αναμένουν την ψήφιση του νέου θεσμικού πλαισίου. Το πλούσιο αιολικό δυναμικό της χώρας αλλά και ο ανεξερεύνητος πλούτος των ελληνικών θαλασσών λειτουργούν σαν μαγνήτης για τα διεθνή μεγαθήρια του κλάδου, που αναζητούν στηρίγματα και τοπικές συμμαχίες με ελληνικές εταιρείες για να αξιοποιήσουν τους φυσικούς μας πόρους. Διόλου τυχαίο επίσης είναι το ενδιαφέρον που δείχνουν οι μεγάλοι πετρελαϊκοί κολοσσοί όπως η Repsol, η Shell και η Total αλλά και η Equinor (ο πρώην πετρελαϊκός κολοσσός της Statoil) για ταυτόχρονη εκμετάλλευση υδρογονανθράκων με υπεράκτια αιολικά.

Στην Ελλάδα τα ρηχά νερά (μέχρι 50 m), είναι μικρό ποσοστό της συνολικής επιφάνειας της θάλασσας και αυτά είναι πολύ κοντά στα ακρογιάλια. Αυτός είναι και ένας από τους βασικότερους λόγους που δεν έχουν εγκατασταθεί θαλάσσια αιολικά πάρκα στη χώρα μας μέχρι σήμερα, παρά το ιδιαίτερα υψηλό αιολικό δυναμικό των ελληνικών θαλασσών. Το μεγαλύτερο ποσοστό των Ελληνικών θαλασσών έχει μεγάλα βάθη και αυτό κάνει αναγκαία την χρήση πλωτών αιολικών πάρκων. Αν και η Ευρώπη είναι πρωτοπόρα στα πλωτά, το μέγεθος τους είναι ακόμη πολύ μικρό, ανέρχεται σε 45 MW, και σχεδόν όλα βρίσκονται σε πιλοτικά στάδια. Η Νορβηγία, η Μεγάλη Βρετανία και η Πορτογαλία είναι χώρες πρωτοπόρες σε αυτά τα πιλοτικά στάδια. Η τεχνολογία τώρα αναπτύσσεται και ακόμη δεν έχουν φτάσει σε επίπεδο μαζικής παραγωγής που θα βοηθούσε στην μείωση της τιμής.

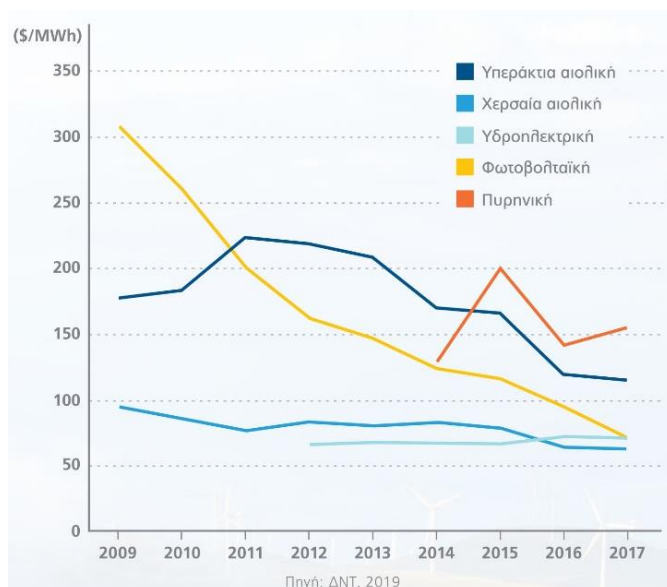


7. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ & ΚΙΝΔΥΝΟΙ

7.1. Προοπτικές

Ο άνεμος είναι μια καθαρή, δωρεάν και άμεσα διαθέσιμη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δεν χρειάζεται εξόρυξη ή αποστολή. Το 2019 η αιολική ενέργεια εξοικονόμησε 118 εκατομμύρια τόνους CO₂ στην Ευρώπη και θα μπορούσε να εξοικονομήσει έως και 270 εκατομμύρια τόνους το 2030 - το ισοδύναμο των ετήσιων εκπομπών CO₂ της Ισπανίας.

1. Αποτελεί μία από τις πιο ανταγωνιστικές λύσεις για νέους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και ο λόγος είναι ότι η τεχνολογική εξέλιξη και οι οικονομίες κλίμακας έχουν οδηγήσει σε ραγδαία πτώση του κόστους παραγωγής την τελευταία δεκαετία. Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες έχει μειωθεί κατά 35% περίπου την περίοδο 2009-2017, σύμφωνα με το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο (ΔΝΤ). Πλέον, η αιολική και η ηλιακή ενέργεια έχουν το χαμηλότερο κόστος ηλεκτροπαραγωγής σε σχέση με όλες τις άλλες συμβατικές και ΑΠΕ.



Εικ.7.1.: Τάση κόστους ανά κλάδο ενέργειας σε \$/MWh (πηγή: ΔΝΤ)

2. Η αιολική ενέργεια είναι αξιόπιστη τεχνολογία μεταβλητής παραγωγής ενέργειας και δεν αυξάνει το κόστος. Σε παλαιότερα συστήματα, ο προγραμματισμός της παραγωγής γινόταν έως και 24 ώρες πριν από τον πραγματικό χρόνο κατανάλωσης. Με τον νέο σχεδιασμό των αγορών το εμπόριο ηλεκτρισμού γίνεται πολύ κοντά στην πραγματική ώρα παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. Έτσι, οι αιολικοί σταθμοί μπορούν να προβλέψουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την παραγωγή σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, οι διαχειριστές των συστημάτων μπορούν να

προγραμματίσουν την κάλυψη της ζήτησης έγκαιρα και αποτελεσματικά, χωρίς να απαιτηθούν πρόσθετα κόστη εξισορρόπησης σε πραγματικό χρόνο. Τα μοντέλα πρόβλεψης ηλεκτροπαραγωγής από αιολικά πάρκα έχουν βελτιωθεί πάρα πολύ. Σε αυτό έχουν συμβάλει μεθοδολογίες τεχνητής νοημοσύνης, και τα περισσότερα δεδομένα σχετικά με το τοπικό κλίμα και τα χαρακτηριστικά του αιολικού δυναμικού κάθε σταθμού.

3. Η αιολική ενέργεια συμβάλλει στη μείωση των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι ανεμογεννήτριες δεν εκπέμπουν αέρια θερμοκηπίου όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) ή οποιονδήποτε άλλο ατμοσφαιρικό ρύπο όπως οξείδιο του αζώτου (NO_x), οξείδιο του θείου (SO_x) ή σωματίδια (PM). Το αποτύπωμα νερού της είναι σχεδόν μηδενικό, σε αντίθεση με τις περισσότερες άλλες μορφές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

4. Οι ανεμογεννήτριες έχουν θετικό ενεργειακό και περιβαλλοντικό ισοζύγιο. Κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της, μια ανεμογεννήτρια παράγει έως και 50 φορές περισσότερη ενέργεια από αυτήν που καταναλώνεται κατά την κατασκευή, λειτουργία και απεγκατάστασή της. Εάν μάλιστα λάβουμε υπόψη την ανακύκλωση των υλικών της ανεμογεννήτριας μετά το πέρας του κύκλου ζωής της, το ποσοστό αυτό αυξάνεται σημαντικά. Στην πραγματικότητα, μια τυπική ανεμογεννήτρια θα αποπληρώσει το αποτύπωμα άνθρακα σε λιγότερο από έξι μήνες και θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια χωρίς εκπομπές για το υπόλοιπο της διάρκειας ζωής 20-30 ετών.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10: ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ



Εικ.7.2.: Μέση ενέργεια κατασκευής ανεμογεννήτριας σε σύγκριση με την παραγωγή (πηγή: HWEA)

4. Τα υλικά μιας ανεμογεννήτριας ανακυκλώνονται κατά 85-90%, ενώ μπορούν και να επαναχρησιμοποιηθούν. Μετά το πέρας του κύκλου ζωής της, η ανεμογεννήτρια αποσυναρμολογείται και γίνεται η διαχείριση των επιμέρους υλικών της. Στόχος του αιολικού κλάδου είναι η ανακύκλωση να φθάσει στο 100% και γίνονται σημαντικές προσπάθειες για αυτό.

Ήδη, τα περισσότερα σύνθετα υλικά της γεννήτριας, του πυλώνα και των θεμελίων μιας ανεμογεννήτριας μπορούν να διατεθούν για δευτερογενείς χρήσεις. Η WindEurope ζήτησε την απαγόρευση σε ολόκληρη την Ευρώπη των απορριμμάτων των πτερυγίων ανεμογεννητριών έως το 2025. Αυτό σημαίνει ότι η ευρωπαϊκή αιολική βιομηχανία δεσμεύεται να επαναχρησιμοποιήσει, να ανακυκλώσει ή να ανακτήσει το 100% των παροπλισμένων πτερυγίων έως το 2025. Η WindEurope έχει συνεργαστεί με την Cefic (η Ευρωπαϊκή Συμβούλιο Χημικής Βιομηχανίας) και EuCIA (η Ευρωπαϊκή Ένωση Βιομηχανίας Συνθέτων) για να δημιουργήσουν μια πλατφόρμα αφιερωμένη στην αναζήτηση των καλύτερων τεχνολογιών, διαδικασιών, διαχείρισης ροής αποβλήτων, επανένταξη της αλυσίδας αξίας και εφοδιαστική γενικότερα για ανακύκλωση λεπίδων και σύνθετων υλικών.

6. Οι ανεμογεννήτριες οφείλουν να πληρούν αυστηρές προδιαγραφές εκπομπών θορύβου. Μάλιστα, μια ανεμογεννήτρια σε απόσταση 200 μ. είναι πιο αθόρυβη (50 dBA) από μια χαμηλόφωνη συνομιλία (60 dBA). Μια ανεμογεννήτρια προκαλεί δύο πηγές θορύβου:

- Μηχανικό θόρυβο από το κιβώτιο των ταχυτήτων ή τη γεννήτρια. Έχει ουσιαστικά εξαλειφθεί στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες.
- Αεροδυναμικό θόρυβο από τα πτερύγια. Πρόκειται για τον θόρυβο περιστροφής των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας, καθώς περνούν μπροστά από τον πυλώνα της. Έχει περιοριστεί δραστικά χάρη στη σημαντική βελτίωση του σχεδιασμού των πτερυγίων (ιδιαίτερα των άκρων και της πίσω πλευράς τους). Επιπλέον, σε αυτές τις αποστάσεις, οποιοσδήποτε θόρυβος κάνουν καλύπτεται από τον φυσικό θόρυβο που κάνει ο ίδιος ο αέρας ή όταν περνάει ανάμεσα στα δέντρα και τη βλάστηση.

7. Η ανάπτυξη αιολικών πάρκων προϋποθέτει την κατασκευή οδοποιίας, ώστε να υπάρχει πρόσβαση για τη μεταφορά των Ανεμογεννητριών. Οι υφιστάμενες οδοποιίες βελτιώνονται και διαπλατώνονται ή διανοίγονται νέες. Οι νέοι δρόμοι που ανοίγονται βάσει των προδιαγραφών των δασαρχείων, είναι κατ' ουσία αυτοί που θα επιτρέψουν τη γρήγορη πρόσβαση των πυροσβεστικών οχημάτων, αποτελώντας και τις απαραίτητες αντιπυρικές ζώνες προστασίας. Επιπλέον τα αιολικά πάρκα συντηρούνται και φυλάσσονται, επομένως υπάρχουν σε 24ωρη βάση άνθρωποι στις περιοχές, που θα ειδοποιήσουν έγκαιρα σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Η καταστροφή ενός δάσους ή μιας δασικής έκτασης, δεν διευκολύνει την αδειοδότηση ή την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου στην περιοχή. Αντιθέτως, η καταστροφή μιας δασικής έκτασης οδηγεί υποχρεωτικά στην άμεση κήρυξή της ως αναδασωτέας. Αυτό συνεπάγεται, εύλογα, αυξημένες προϋποθέσεις και περισσότερους όρους για την εγκατάσταση εντός αυτής ενός επιτρεπόμενου έργου, όπως τα αιολικά πάρκα. Δηλαδή, όχι μόνο δεν υπάρχει διευκόλυνση αλλά υπάρχει εύλογη αύξηση της δυσκολίας τόσο ως προς το εύρος των απαραίτητων μελετών όσο και ως προς τα έργα που πρέπει να γίνουν μετά.

8. Τα αιολικά πάρκα, όπως και οι λοιπές επιτρεπτές επεμβάσεις, όταν εγκαθίστανται σε δασικές εκτάσεις υποχρεούνται και εκτελούν έργα αποκατάστασης στον ευρύτερο χώρο εγκατάστασης. Επιπλέον υποχρεούνται και εκτελούν πρόσθετα έργα αναδάσωσης ή δασοτεχνικά έργα σε άλλους

χώρους. Τους χώρους αυτούς και τα έργα, τα υποδεικνύουν οι δασικές αρχές, οι οποίες εγκρίνουν τις σχετικές μελέτες και επιβλέπουν την εκτέλεσή τους. Μέχρι σήμερα, χάρη στα αιολικά πάρκα, έχουν αναδασωθεί ή έχουν εκτελεστεί δασοτεχνικά έργα προστασίας που αντιστοιχούν σε πάνω από 24.000 στρέμματα δασών.

9. Τα αιολικά πάρκα επιτρέπουν τη βιώσιμη χρήση της γης και της θάλασσας. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να κατασκευαστούν σε αγροκτήματα και να συνυπάρχουν με πολλές μορφές γεωργικών και άλλων δραστηριοτήτων. Πολλά χερσαία αιολικά πάρκα περιέχουν περιοχές φιλικών προς τους επικοινωνιαστές οικοτόπων. Στα υπεράκτια αιολικά πάρκα δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί βυθοκόρηση, πράγμα που μας βοηθά να διατηρήσουμε τον βυθό.

10. Η αιολική ενέργεια είναι πολύ λιγότερο επιβλαβής για την άγρια ζωή από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας που μετατοπίζει, συμπεριλαμβανομένων των πτηνών και των κρίσιμων οικοτόπων τους. Συνολικά, ο άνεμος προκαλεί λιγότερο από το 0,01% όλων των θανάτων πουλιών που σχετίζονται με τον άνθρωπο. Άλλες αιτίες περιλαμβάνουν κτίρια (550 εκατομμύρια), ηλεκτροφόρα καλώδια (130 εκατομμύρια), αυτοκίνητα (80 εκατομμύρια), δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα, (67 εκατομμύρια) και πύργους ραδιοφώνου και κυττάρων (6,8 εκατομμύρια). Αποφεύγεται να εγκαθίσταται ένα αιολικό πάρκο κατά τη διάρκεια της περιόδου φωλιάσματος των πτηνών. Μέσω του σωστού σχεδιασμού και της θέσης, λαμβάνουμε μέτρα για να αποτρέψουμε τα πουλιά και τις νυχτερίδες από τις ανεμογεννήτριες. Όπου ενδείκνυται, χρησιμοποιούμε συστήματα ήχου ή υπερήχων ή δολώματος. Όταν απαιτείται από το συγκεκριμένο τοπικό πλαίσιο, μπορούμε ακόμη και να εξοπλίσουμε τις ανεμογεννήτριες με ένα ειδικό χαρακτηριστικό που εμποδίζει το στροφέιο να περιστρέφεται όταν πουλιά ή νυχτερίδες πετούν πολύ κοντά.

11. Σημαντική είναι η συνεισφορά του στην απασχόληση. Η αιολική ενέργεια έχει δημιουργήσει σαφώς περισσότερες θέσεις εργασίας από άλλους κλάδους του τομέα ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα, και συνεχίζει να δημιουργεί νέες δουλειές. Πιο συγκεκριμένα, το 2018 η αιολική ενέργεια διατηρούσε 5.100 θέσεις εργασίας στην Ελλάδα. Αυτό σημαίνει ότι κάθε ένα από τα 2.849 αιολικά MW που λειτουργούσαν το τέλος του 2018, δημιούργησαν 1,8 θέσεις εργασίας.

12. Τα αιολικά πάρκα κατασκευάζονται και λειτουργούν στην επαρχία και η σχέση τους με τον τόπο που τα φιλοξενεί είναι διαρκής. Έτσι δημιουργείται κίνητρο και πίεση στις αιολικές επιχειρήσεις να καλλιεργούν την εικόνα τους και να προσπαθούν να προσφέρουν περισσότερα στον τόπο, μέσα από έργα υποδομής, ιατρική υποστήριξη, κοινωνικές υποδομές, αναδασώσεις, αντιπλημμυρικά, υποστήριξη πολιτιστικών και αθλητικών δράσεων και εκδηλώσεων, ενίσχυση των τοπικών παραγωγών της περιοχής με ειδικά έργα που διευκολύνουν τις εργασίες τους κ.α. Άλλες πρωτοβουλίες που πραγματοποιούνται είναι η διοργάνωση αγώνων δρόμου βουνού δίπλα στα αιολικά πάρκα όπως έγινε στο Παναχαϊκό, ή το Ελληνικό Πρωτάθλημα Ορεινής Ποδηλασίας στο σύμπλεγμα αιολικών πάρκων του Καφηρεά, συνδυάζοντας έτσι τη φύση και τη θέα που προσφέρουν οι ανεμογεννήτριες με την φυσική δραστηριότητα.



7.2. Κίνδυνοι

Οι κίνδυνοι που παρουσιάζονται δεν αμφισβητούν την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας, ούτε ακυρώνουν τα ευεργετικά οφέλη της αιολικής ενέργειας. Έχουν να κάνουν περισσότερο με τον τρόπο εφαρμογής αυτής της τεχνολογίας στη σύγχρονη πραγματικότητα.

1. Ο βαθμός διείσδυσης της αιολικής ενέργειας στο ενεργειακό σύστημα μιας χώρας δεν τείνει στο άπειρο. Λόγω της περιορισμένης αξιοπιστίας του συστήματος σε διαστήματα αιχμής της ζήτησης ηλεκτρικού ρεύματος και με λιγοστά έργα αποθήκευσης ενέργειας να έχουν ολοκληρωθεί προς το παρόν, δε διασφαλίζεται ότι τα αιολικά πάρκα είναι ικανά να παράσχουν την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια επενδύοντας αποκλειστικά σε αυτά, ως πανάκεια. Γι' αυτό και δεν αποτελούν αποκλειστικό τρόπο παραγωγής στο ελληνικό μείγμα ενέργειας, τουλάχιστον για την επόμενη 20ετία, αλλά λειτουργούν συνδυαστικά με άλλες ΑΠΕ για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητά τους.

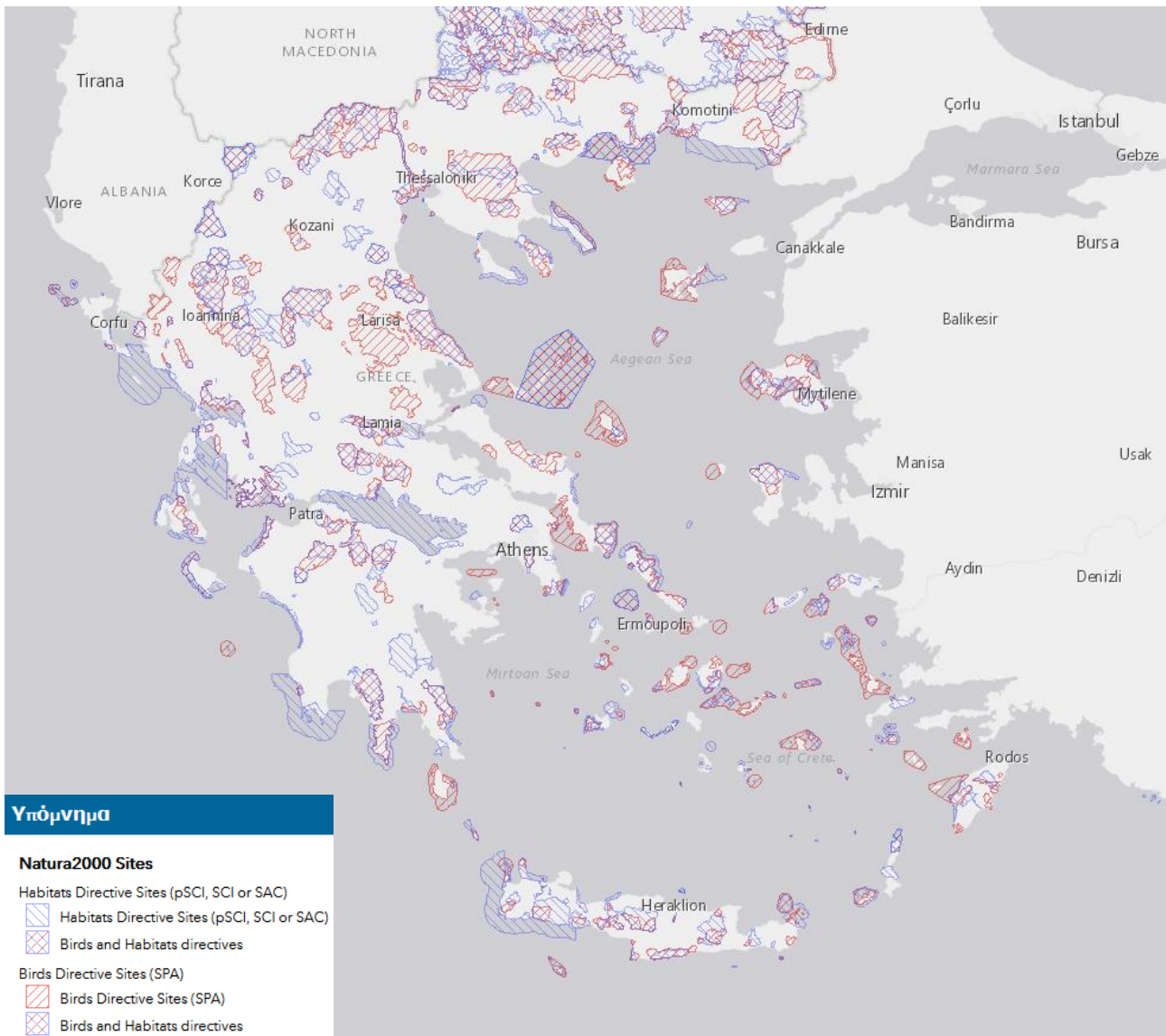
2. Οι αιολικοί σταθμοί που λειτουργούν σήμερα στη χώρα καλύπτουν ήδη το μισό (49,78%) του στόχου μας για το 2030 (7.050 MW). Το μεγαλύτερο μέρος αυτών (37,04% του εθνικού στόχου, ή 1.702 ανεμογεννήτριες) βρίσκεται σε περιοχές εκτός Natura, ενώ εντός λειτουργούν σήμερα 705 ανεμογεννήτριες (12,74% του εθνικού στόχου). Την περίοδο αυτή έχει υποβληθεί προς αδειοδότηση ένας μεγάλος αριθμός επενδυτικών σχεδίων για νέα αιολικά πάρκα. Οι επενδυτές δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον και για τις περιοχές Natura, στις οποίες στο άμεσο μέλλον προγραμματίζεται να εγκατασταθούν επιπλέον 5.514 ανεμογεννήτριες, συνολικής ισχύος 15.265 MW.

Σήμερα, το να εξασφαλίσει κάποιος Βεβαίωση Παραγωγού ΑΠΕ συνιστά μια απλή διαδικασία, που δεν εγγυάται ότι θα μετουσιωθεί σε υλοποίηση. Είναι ενδεικτικό, μάλιστα, το γεγονός ότι ο αιτών δεν υποχρεούται να επιδείξει ότι έχει εξασφαλισμένη τη γη, με συνέπεια να έχει παρατηρηθεί ενδιαφέρον για την ίδια περιοχή από δύο ή και τρεις υποψήφιους επενδυτές, περιλαμβάνοντας πολλές φορές και περιοχές Natura. Ακριβώς για να ξεκαθαριστεί το τοπίο είναι αναγκαίο να ολοκληρωθεί μελέτη που θα αποτυπώνει σε ποιες περιοχές μπορούν να αναπτυχθούν έργα ΑΠΕ και από την άλλη, να θεσμοθετηθούν νομοθετικές ρυθμίσεις για την αποθάρρυνση όσων αποβλέπουν απλά στην αποκόμιση κερδών από την πώληση αδειών.

Χρειάζεται λοιπόν να σταματήσει προσωρινά το υπουργείο Περιβάλλοντος να εγκρίνει τις νέες αιτήσεις για αιολικά πάρκα, μέχρι να ολοκληρωθούν το νέο ειδικό χωροταξικό πλαίσιο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι ειδικές περιβαλλοντικές μελέτες που εκπονούνται σήμερα για τις προστατευόμενες περιοχές. Να επιτραπεί η ολοκλήρωση της διαδικασίας αδειοδότησης μόνο για όσες περιπτώσεις αφορούν αιολικά πάρκα εκτός Natura και μελλοντικά να εξεταστεί η «απόσυρση» όσων βρίσκονται μέσα σε προστατευόμενες. Με αυτά τα στοιχεία λοιπόν δεν συντρέχει λόγος για την επιτάχυνση της διαδικασίας αδειοδότησης, παρά μόνο το «άγχος» των επενδυτών.

3. Το κύριο ζήτημα που έρχεται έντονα στην επιφάνεια είναι οι συνέπειες των αιολικών πάρκων και των συνοδών τους έργων στην «υγεία» των προστατευόμενων περιοχών και ειδών καθώς και το ότι δεν συνεκτιμάται κατά τη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης το περιβαλλοντικό οικονομικό όφελος, δηλαδή οι υπηρεσίες που προσφέρει το περιβάλλον.

Οι περιοχές για την προστασία της φύσης που ανήκουν στο δίκτυο NATURA 2000 καλύπτουν πάνω από το 27% της χερσαίας επιφάνειας της χώρας, σε 446 τοποθεσίες καθιστώντας την Ελλάδα νο7 στην ΕΕ. Σε πολλές από αυτές υπάρχει ισχυρό αιολικό δυναμικό. Οι Οδηγίες της ΕΕ (Birds Directive 79/409 και Habitats Directive 92/43, ζητούν τη διατήρηση ή την επαναφορά σε καλή κατάσταση των σημαντικών βιολογικών ειδών και οικολογικών ενδιαιτημάτων (οικοτόπων) που βρίσκονται στις περιοχές NATURA 2000. Ειδικότερα για τις περιοχές ορνιθολογικής προστασίας, ζητείται αποφυγή ρύπανσης, υποβάθμισης βιοτόπων ή διατάραξης πτηνών, καθώς και ένα καθεστώς προστασίας που θα εξασφαλίσει για τα σημαντικότερα είδη την επιβίωση, τις αναπαραγωγικές διαδικασίες και τη διαχείμαση. Ζητείται επίσης τα τεχνικά ή αναπτυξιακά έργα να υποβάλλονται σε κατάλληλη επιστημονική εκτίμηση, εφόσον ενδέχεται να έχουν επιπτώσεις.



Εικ. 7.3.: Οι περιοχές Natura στην ελληνική επικράτεια (πηγή: Natura2000)

4. Οι ΜΠΕ των έργων συνήθως εμφανίζουν ελλειμματική έως μηδενική γνώση των τοπικών συνθηκών, ενώ κατά κοινή επίσης ομολογία, οι περισσότερες ΜΠΕ είναι αντιγραφές και συρραφές από άλλες ήδη εγκεκριμένες. Απουσιάζει η ουσιαστική αξιολόγηση του τοπίου και η εξειδικευμένη ανάλυση της ιδιαιτερότητας του περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων. Έτσι εμφανίζονται προβληματικές μελέτες τοπογραφικές και γεωλογικές, και ψεύτικοι ισχυρισμοί που πολλές φορές προσβάλλουν και την κοινή λογική. Υποτιμάται το γυμνό αλπικό τοπίο με τον ισχυρισμό ότι αυτό έχει ασήμαντη περιβαλλοντική και αισθητική αξία. Αγνοούνται οι κλίσεις του εδάφους, η αστάθεια των εδαφών και το ανάγλυφο, ιδιαίτερα για τα έργα οδοποιίας –με πλάτος δρόμων πάνω από 10 μέτρα– και τα υπόλοιπα συνοδά έργα.

5. Μια πτυχή που σπάνια ακούγεται στον δημόσιο λόγο, αλλά παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αναδεικνύεται μέσα από την έρευνα του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Πρόκειται για τον αποκαλούμενο «κατακερματισμό» της γης, δηλαδή την ολοένα και αυξανόμενη απώλεια φυσικών οικοσυστημάτων από την επέκταση του οικιστικού ιστού, των υποδομών και των δρόμων. Η ερευνητική ομάδα (σε συνεργασία με την «Πίνδο Περιβαλλοντική» και με χρηματοδότηση από το Πράσινο Ταμείο) «χαρτογράφησε» τις περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση ενός χιλιομέτρου από κάποιον δρόμο και συνιστούν ενότητες μεγαλύτερες των 50 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Υπάρχουν μόλις έξι τέτοιες περιοχές (Λευκά Όρη, Τύμφη, Όλυμπος, Ταΰγετος, όρος Σάος και Σμόλικας) που αντιστοιχούν στο 0,5% της χώρας, να παραμένουν εντελώς «παρθένας», χωρίς καμία μορφή ανθρώπινης παρουσίας. Όπως επισημαίνουν οι ερευνητές, η Ελλάδα καταλαμβάνει μία από τις πρώτες θέσεις στην αύξηση

επιφανειών με έντονο κατακερματισμό (+5% το 2009-2012), ενώ με βάση τη Eurostat καταλαμβάνει την πρώτη θέση στην αύξηση των τεχνητών επιφανειών (2012-2015), με την επέκταση των εργοταξίων να είναι η κύρια πηγή απώλειας φυσικών εκτάσεων. Η δημιουργία αιολικών πάρκων σε απρόσιτα ορεινά ή νησιωτικά οικοσυστήματα προκαλεί επομένως μεγαλύτερη περιβαλλοντική βλάβη από ό,τι περιβαλλοντικό όφελος.



Εικ.7.4.: Κατακερματισμός της γης (πηγή: HWEA)

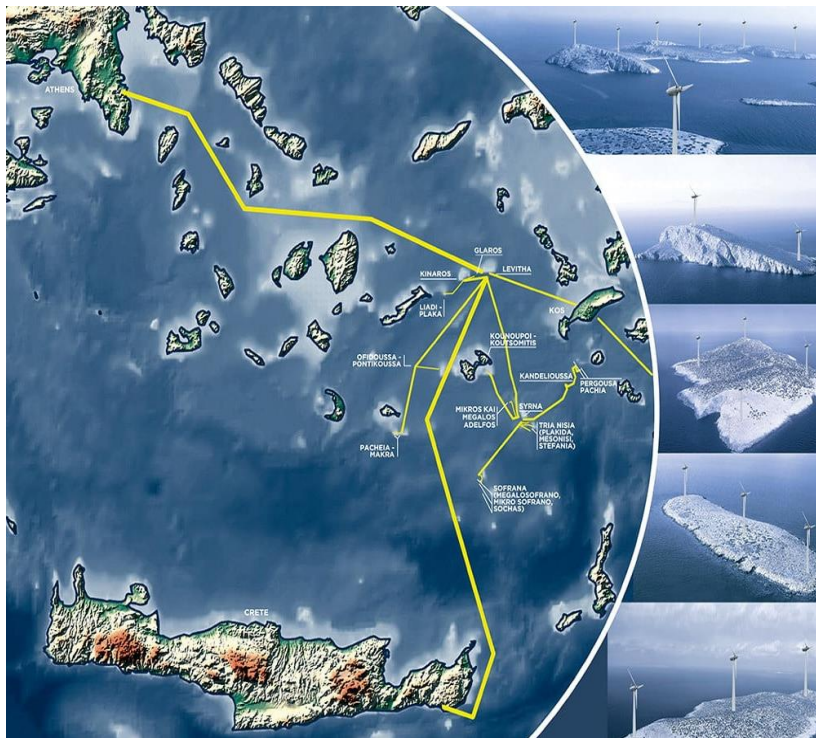
6. Ένα σημαντικό στοιχείο των επιπτώσεων, που αγνοείται επίσης, αφορά τη διαχείριση του υδάτινου πλούτου της περιοχής. Τα έργα στις ορεινές αυτές εκτάσεις και στα υψόμετρα, αναμφισβήτητα αναστατώνουν και ανατρέπουν την κίνηση του νερού και την αποθήκευση στον υδροφόρο ορίζοντα. Η οδοποιία, η σκυροδέτηση μιας σημαντικής έκτασης για τις βάσεις των α/γ και η δημιουργία μακροχρόνια νέων ρεμάτων με νέες κοίτες, αντικειμενικά ανατρέπουν τα υδρολογικά δεδομένα της περιοχής παράλληλα με την αποψίλωση παρθένων δασών για τα έργα οδοποιίας και των γραμμών μεταφοράς.

7. Το μεγάλο πλήθος των αιτήσεων και ο σαρωτικός ρυθμός των επενδύσεων έχει προκαλέσει προβληματισμό και ανησυχία στις τοπικές κοινωνίες. Υπό τον φόβο των γενικευμένων αντιδράσεων κατά της χωροθέτησης έργων ΑΠΕ η πολιτική ηγεσία του ΥΠΕΝ προσπαθεί να αποκτήσει ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης από τους Περιφερειάρχες, ώστε να μπορέσει να χαράξει «μέτωπο αντίστασης» απέναντι σε πολίτες, κοινωνικούς φορείς και περιβαλλοντικές οργανώσεις. Ζητά δεδομένα για τα έργα ΑΠΕ που ήδη λειτουργούν ή βρίσκονται υπό ανάπτυξη σε όλη τη χώρα, την περιοχή όπου χωροθετούνται, τη δυναμικότητά τους, το υψόμετρο του σημείου εγκατάστασης, τον αριθμό των ανεμογεννητριών κ.α. Οι αρνητικές γνωμοδοτήσεις Δήμων και Περιφερειών επί των περιβαλλοντικών όρων κάτω από την πίεση των κατοίκων μπλοκάρουν «πράσινα» έργα σε όλη την Ελλάδα και δημιουργούν έντονο προβληματισμό στην πολιτική ηγεσία του ΥΠΕΝ για την ανάσχεση του «θετικού επενδυτικού κλίματος» που είχε δημιουργήσει στον τομέα της πράσινης ενέργειας. Ο υπουργός Περιβάλλοντος και Ενέργειας χαρακτηριστικά σημείωσε: «Λέμε σε όσους επενδυτές θέλουν να κατασκευάσουν έργα ΑΠΕ, ότι πρέπει πια στα επιχειρησιακά τους πλάνα να βάλουν πολύ ψηλά την τοπική κοινωνία - συμμετοχο, ώστε να μπορούν να πετυχαίνουν τη συναίνεση που χρειάζεται».

Ένα από τα βασικά εργαλεία που χρησιμοποιούν σε τέτοιες επενδύσεις είναι τα λεγόμενα «αντισταθμιστικά οφέλη». Ακόμα και ο όρος «αντισταθμιστικό» αναφέρεται στην εξισορρόπηση μιας αρνητικής επίπτωσης. Αυτά λοιπόν αποτελούν «τυράκι» για να υπαρπάξουν την ανοχή του ντόπιου πληθυσμού, μέσα από την κατασκευή διαφόρων έργων από την ανάδοχο εταιρία με την μορφή

χορηγίας, πχ. αθλητικών εγκαταστάσεων, ανακαινίσεων σχολείων κ.α. ή με την υπόσχεση θέσεων εργασίας που θα είναι περιορισμένες, για λίγο χρονικό διάστημα, και με μεγάλο βαθμό εξειδίκευσης.

8. Παρόμοια πίεση από τις τοπικές κοινωνίες και περιβαλλοντικές οργανώσεις οδήγησε σε απόρριψη από την πολιτεία ακόμα και μεγάλων project όπως του έργου Αιγαίο Project του γνωστού ομίλου Eunice Energy Group στις βραχονησίδες του Αιγαίου και ειδικά στην περιοχή μεταξύ Κυκλάδων και Δωδεκανήσων για προστασία στην βιοποικιλότητας. Η επένδυση σκόπευε να δημιουργήσει ένα δίκτυο αιολικών σταθμών με 106 ανεμογεννήτριες, συνολικής ισχύος 486 MW (106 Α/Γ) σε 14 «ακατοίκητες» βραχονησίδες του Αιγαίου, μαζί με συνοδά έργα αλλά και υποθαλάσσια καλώδια ηλεκτρικής διασύνδεσης προς Κρήτη και Αττική.



Εικ.7.5.: Απεικόνιση του Aigaiο Project (πηγή: Eunice Energy Group)

Πρόκειται για ιστορική απόφαση στην περιβαλλοντική αδειοδότηση ιδίως έργων ΑΠΕ, αντίστοιχη ίσως των αποφάσεων του ΣΤΕ για τον Αχελώο, διότι η διοίκηση κρίνει από με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία και μελέτες, ότι μπορεί η επένδυση να βλάψει το περιβάλλον και ότι πιθανότατα είναι αντίθετη με το κοινοτικό δίκαιο που επιβάλλει την προστασία της βιοποικιλότητας.

9. Το ενδιαφέρον των εγχώριων και διεθνών επενδυτών εστιάζεται στο Αιγαίο, καθώς παρουσιάζει συγκριτικά άριστα ανεμολογικά δεδομένα. Η απουσία Θαλάσσιου

Χωροταξικού Σχεδιασμού παίζει καθοριστικό ρόλο την ανάπτυξη της υπεράκτιας αιολικής βιομηχανίας στη χώρα μας, καθώς συναρτάται με ευαίσθητα εθνικά ζητήματα, όπως το εύρος της αιγιαλίτιδας ζώνης και η εν δυνάμει ΑΟΖ, με την Τουρκία να επιδιώκει αντίστοιχη αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι η Ελλάδα δεν ανταποκρίθηκε στην προθεσμία που έθεσε η Ε.Ε. (Μάρτιος 2021) σε όλα τα κράτη-μέλη της για την υποβολή Θαλάσσιων Χωροταξικών Σχεδίων. Η σχετική Οδηγία 2014/89/ΕΕ περί θεσπίσεως πλαισίου για τον Θαλάσσιο Χωροταξικό Σχεδιασμό έχει ενσωματωθεί στο ελληνικό δίκαιο με το Ν.4546/2018, με στόχο τα ζητούμενα Σχέδια να ενισχύσουν και να προωθήσουν τη βιώσιμη θαλάσσια οικονομία και μέσω της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Από τη στιγμή, λοιπόν, που δεν έχει λυθεί το σύνθετο αυτό θέμα, για το οποίο υπαγορεύεται συνεργασία συναρμόδιων υπουργείων, το ερώτημα που διατυπώνεται είναι πού, πώς και ποιος θα αδειοδοτήσει τα θαλάσσια αιολικά πάρκα.

10. Η εκτίναξη του ενεργειακού κόστους ενδεχομένως να αποτελέσει το διακύβευμα που θα κρίνει αποφασιστικά την πορεία της πράσινης μετάβασης πανευρωπαϊκά. Απία, η δραματική αύξηση της ζήτησης φυσικού αερίου, που υπερβαίνει την προσφορά και οδηγεί στα ύψη τις τιμές του ενόψει της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Οι συνέπειες καταγράφονται ήδη στις χονδρεμπορικές τιμές ηλεκτρισμού, που αναμένεται να δημιουργήσουν ντόμινο ανατιμήσεων σε όλο το φάσμα της οικονομίας. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι ήδη ξένοι αναλυτές μιλούν για ενεργειακό σοκ στην Ευρώπη, με τις κυβερνήσεις να «πονοκεφαλιάζουν» για το πολιτικό κόστος που συνεπάγεται η μετακλίση των αυξήσεων σε προϊόντα, υπηρεσίες και καταναλωτές. Με μια Ευρώπη που φαίνεται ότι μπορεί να έρθει αντιμέτωπη με τον εφιάλη της ενεργειακής φτώχειας, όταν όλες οι πολιτικές της συντείνουν στην αποτροπή αυτού του ενδεχόμενου, δεν είναι παράδοξο, ότι άρχισε να αναπτύσσεται σκεπτικισμός στους κόλπους της για τους φιλόδοξους στόχους της κλιματικής αλλαγής.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα από την πορεία της εργασίας μου θεωρώ πως δεν άλλαξε τόσο ο τρόπος που την προσέγγισα, όσο τα στοιχεία που θεώρησα πιο σημαντικά να αναδειχθούν μέσα από τη διαδικασία διερεύνησης των υποθέσεων εργασίας. Οι υποθέσεις αυτές επιβεβαιώνονται από την σύγχρονη πραγματικότητα στη χώρα μας αλλά και σε διεθνές επίπεδο.

Η κλιματική αλλαγή δεν αποτελεί επιστημονική φαντασία. Αποδεικνύεται με αφοπλιστικό τρόπο και συντριπτική συμφωνία της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας. Από τη στιγμή που εντοπίζουμε τους μηχανισμούς του φαινομένου με καθοριστική ευθύνη της ανθρώπινης δραστηριότητας οφείλουμε να δράσουμε άμεσα.

Η «πράσινη» ανάπτυξη που πολυδιαφημίζεται από διάφορα επενδυτικά κέντρα και τα ΜΜΕ δεν έρχεται να απαντήσει τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργεί ο σημερινός τρόπος παραγωγής, αλλά αντίθετα χρησιμοποιείται ως όχημα για να βρουν διέξοδο τα αναξιποίητα κεφάλαια μεγάλων εταιρειών που θα έρθουν να επενδύσουν στις ΑΠΕ. Πόσο μάλλον ο όρος ανάπτυξη δεν αφορά την πλειοψηφία του κόσμου.

Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας αναμφισβήτητα έχει πολλά πλεονεκτήματα για την οικονομία και το περιβάλλον. Χρειάζεται να ενταθεί η επιστημονική έρευνα για τη βελτίωση της τεχνολογίας και της αποδοτικότητάς της τα επόμενα χρόνια. Δεν πρέπει όμως να συγχέουμε την τεχνολογική της χρησιμότητα με τον τρόπο που προωθείται από το κράτος. Το που χωροθετούνται τέτοιες εγκαταστάσεις, το μέγεθος τους, με ποιες διαδικασίες και ποιους περιορισμούς παραμένει ένα σοβαρό ζήτημα που θα εγείρει αντιδράσεις το επόμενο διάστημα.

Η Ελλάδα συμμετέχει ενεργά σε αυτούς τους σχεδιασμούς αλλάζοντας ραγδαία το ενεργειακό της προφίλ. Γνώμονας αυτής της αλλαγής θα πρέπει να είναι η επιστημονικά τεκμηριωμένη πολιτική για την ενέργεια και όχι βάσει φιλόδοξων στόχων που προκαλούν περισσότερα προβλήματα από όσα μπορούν να λύσουν. Ο χωροταξικός και πολεοδομικός σχεδιασμός δεν μπορεί να λύσει προβλήματα που έχουν τη ρίζα τους στο σημερινό τρόπο παραγωγής. Παρόλα αυτά σίγουρα μπορεί να βάλει εμπόδια και να δώσει λύσεις, δρώντας προστατευτικά ως προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Στην επίμονη ερώτηση: «Είστε υπέρ ή κατά της χρήσης της αιολικής ενέργειας;» απαντώ πως δε θεωρώ σωστή αυτή την αφηρημένη διατύπωση που εγκλωβίζει την τοποθέτηση σ' ένα γενικόλογο ναι ή όχι. Η αξιοποίηση κάθε πηγής ενέργειας (και πιο σωστά ο βαθμός αξιοποίησης κάθε πηγής ενέργειας) εξετάζεται με σαφή και συγκεκριμένα κριτήρια. Εξετάζεται δηλαδή η ορθότητα κάθε λύσης με γνώμονα το αν ανταποκρίνεται στις διευρυνόμενες κοινωνικές ανάγκες, αν διασφαλίζει φθινό και προσβάσιμο ενεργειακό προϊόν, αν συμβάλλει στην αξιοποίηση εγχώριων πηγών ενέργειας, την ασφάλεια κατοίκων και εργαζομένων στον ενεργειακό τομέα καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος. Αν εξασφαλίζει ένα αξιόπιστο και ευσταθές σύστημα ηλεκτροπαραγωγής. Η απάντηση λοιπόν σε αυτό το ερώτημα δεν μπορεί να δοθεί με μια ουδέτερη επιστημονικοφανή εξήγηση. Δεν είμαι αντίθετος σε κανένα επίτευγμα της τεχνολογίας. Το πραγματικό ζήτημα που μπαίνει όταν συζητάμε για την ενέργεια είναι βαθύτατα πολιτικό. Αφορά την πολιτική απάντηση στα ερωτήματα:

α) Ποιος είναι ο ιδιοκτήτης των μέσων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ενέργειας;

β) Με ποιο βασικό κριτήριο επιλέγεται η τεχνολογία, το μέγεθος, η χωροθέτηση κάθε λύσης, δηλαδή γίνεται με γνώμονα το κέρδος ή την ικανοποίηση των κοινωνικών αναγκών;

Καθώς το θέμα των ΑΠΕ είναι ακόμα ανοιχτό, είναι βέβαιο πως οι προκλήσεις που θέτει για τη χώρα μας, θα απασχολήσουν έντονα τα επόμενα χρόνια τους μελετητές – πολεοδόμους.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΜΕΛΕΤΕΣ

- IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
- IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P.Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.
- Anonymous, 2016. Causes of climate change [WWW Document]. Climate Action - European Commission. URL https://ec.europa.eu/clima/change/causes_en (accessed 6.10.21).
- Climate Change [WWW Document], n.d. . World Bank. URL <https://www.worldbank.org/en/topic/climatechange> (accessed 8.24.21).
- Environment, U.N., n.d. UNEP - UN Environment Programme [WWW Document]. UNEP - UN Environment Programme. URL <http://www.unep.org/node> (accessed 6.10.21).
- IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change, n.d. URL <https://www.ipcc.ch/> (accessed 6.10.21).
- NASA Earth Observations (NEO) [WWW Document], 2021. . NASA Earth Observations (NEO). URL <https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/> (accessed 8.19.21).
- Neshovski, R., n.d. Home. United Nations Sustainable Development. URL <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (accessed 6.10.21).
- Overview - Climate change - Eurostat [WWW Document], n.d. URL <https://ec.europa.eu/eurostat/web/climate-change> (accessed 8.14.21).
- UNFCCC [WWW Document], n.d. URL <https://unfccc.int/> (accessed 6.10.21).
- ΑΡΧΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ | Copernicus [WWW Document], n.d. URL <https://www.copernicus.eu/el> (accessed 6.10.21).
- Δράση για το κλίμα [WWW Document], n.d. . Δράση για το κλίμα - European Commission. URL https://ec.europa.eu/clima/index_el (accessed 6.10.21).
- Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, Ελληνική Δημοκρατία, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, <http://www.opengov.gr/minenv/?p=10155> [πρόσβαση 22 Μαρτίου 2020]
- A closer look at the modelling behind our global Roadmap to Net-Zero Emissions by 2050 – Analysis [WWW Document], n.d. . IEA. URL <https://www.iea.org/commentaries/a-closer-look-at-the-modelling-behind-our-global-roadmap-to-net-zero-emissions-by-2050> (accessed 9.18.21).
- CABUZEL, T., 2020. European Climate Law [WWW Document]. Δράση για το κλίμα - European Commission. URL https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_en (accessed 8.8.21).
- Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία [WWW Document], n.d. URL <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/> (accessed 6.16.21).
- Μια Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία | Ευρωπαϊκή Επιτροπή [WWW Document], n.d. URL https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_el#--2 (accessed 6.16.21).

Περιβάλλον και κλιματική αλλαγή - EUR-Lex [WWW Document], n.d. URL https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/environment.html?locale=el&root_default=SUM_1_CODED%3D20 (accessed 8.14.21).

Χρονολόγιο - Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία [WWW Document], n.d. URL <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/timeline-european-green-deal/> (accessed 9.4.21).

PAE | Official website [WWW Document], n.d. . Rae Website. URL <https://www.rae.gr/> (accessed 9.11.21).

Home - Eurostat [WWW Document], n.d. URL <https://ec.europa.eu/eurostat> (accessed 7.5.21).

EU Power Sector in 2020, n.d. . Ember. URL <https://ember-climate.org/project/eu-power-sector-2020/> (accessed 9.12.21).

European Electricity Review: H1-2021, n.d. . Ember. URL <https://ember-climate.org/project/european-electricity-review-h1-2021/> (accessed 9.12.21).

Επιστημονικές έρευνες

Climate change: evidence and causes | Royal Society [WWW Document], n.d. URL <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/climate-change-evidence-causes/basics-of-climate-change/> (accessed 6.10.21).

Climate Change Evidence: How Do We Know? [WWW Document], n.d. . Climate Change: Vital Signs of the Planet. URL <https://climate.nasa.gov/evidence> (accessed 6.10.21).

Global Warming of 1.5 °C —, n.d. URL <https://www.ipcc.ch/sr15/> (accessed 8.10.21).

Global and European consumption of ozone-depleting substances — European Environment Agency [WWW Document], n.d. URL <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/production-and-consumption-of-ozone-4/assessment> (accessed 8.16.21).

EurObserv'ER | Measures the progress made by renewable energies European Union [WWW Document], n.d. . EurObserv'ER. URL <https://www.eurobserv-er.org/> (accessed 9.4.21).

EurObserv'ER online database, n.d. . EurObserv'ER. URL <https://www.eurobserv-er.org/online-database/> (accessed 9.8.21).

European Technology & Innovation Platform on Wind Energy [WWW Document], n.d. . ETIPWind. URL <https://etipwind.eu/> (accessed 9.13.21).

IEA – International Energy Agency [WWW Document], n.d. . IEA. URL <https://www.iea.org> (accessed 9.9.21).

Infographics [WWW Document], n.d. . WindEurope. URL <https://windeurope.org/intelligence-platform/infographics/> (accessed 9.18.21).

IRENA – International Renewable Energy Agency [WWW Document], n.d. . /. URL <https://www.irena.org/> (accessed 9.4.21).

PCI Interactive map [WWW Document], n.d. URL https://ec.europa.eu/energy/infrastructure/transparency_platform/map-viewer/main.html (accessed 9.5.21).

REN21, n.d. RENEWABLES 2021 GLOBAL STATUS REPORT [WWW Document]. URL <https://www.ren21.net/gsr-2021> (accessed 8.31.21).

Renewables Information 2019 – Analysis [WWW Document], n.d. . IEA. URL <https://www.iea.org/reports/renewables-information-overview> (accessed 9.10.21).

- Tracking Clean Energy Progress – Topics [WWW Document], n.d. . IEA. URL <https://www.iea.org/topics/tracking-clean-energy-progress> (accessed 9.9.21).
- Wind - Fuels & Technologies [WWW Document], n.d. . IEA. URL <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/wind> (accessed 9.10.21).
- World Energy Balances – Analysis [WWW Document], n.d. . IEA. URL <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview> (accessed 9.10.21).

Διαδίκτυο

- Newsroom, n.d. Δικαστήριο της Χάγης: «Ανθρώπινο δικαίωμα» η προστασία του κλίματος | Moneyreview.gr [WWW Document]. URL <https://www.moneyreview.gr/green-economy/33858/dikastirio-tis-chagis-anthropino-dikaioma-i-prostasia-toy-klimatos/> (accessed 9.2.21).
- Η COP26 και το τέλος εποχής του άνθρακα [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/i-cop26-kai-telos-epohis-toy-anthraka> (accessed 5.20.21).
- Κλιματική αλλαγή: Οι θερμοκρασίες-ρεκόρ του 2020 ανησυχούν τους επιστήμονες [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%ba%ce%bb%ce%b9%ce%bc%ce%b1%cf%84%ce%b9%ce%ba%ce%ae-%ce%b1%ce%bb%ce%bb%ce%b1%ce%b3%ce%ae-%ce%bf%ce%b9-%ce%b8%ce%b5%cf%81%ce%bc%ce%bf%ce%ba%cf%81%ce%b1%cf%83%ce%af%ce%b5%cf%82-%cf%81%ce%b5%ce%ba/> (accessed 8.27.21).
- Goldman Sachs: Το Green Deal φέρνει αύξηση 200% στην κατανάλωση ρεύματος [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/goldman-sachs-green-deal-fernei-ayxisi-200-stin-katanalosi-reymatos> (accessed 6.22.21).
- JP Morgan-Goldman Sachs: Δίνουν το στίγμα της «πράσινης» στροφής στις ενεργειακές επενδύσεις [WWW Document], 2021. . newmoney.gr. URL <https://energypress.gr/news/jp-morgan-goldman-sachs-dinoyn-stigma-tis-prasinis-strofis-stis-energeiakés-ependúseis> (accessed 5.17.21).
- What is the European Green Deal and will it really cost €1tn? [WWW Document], 2020. . the Guardian. URL <http://www.theguardian.com/world/2020/mar/09/what-is-the-european-green-deal-and-will-it-really-cost-1tn> (accessed 6.16.21).
- What is the Green Deal? [WWW Document], 2020. . POLITICO. URL <https://www.politico.eu/article/what-is-the-green-deal/> (accessed 6.16.21).
- Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία: Ανάπτυξη μιας βιώσιμης γαλάζιας οικονομίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/eyropaiki-prasini-symfonia-anaptyxi-mias-viosimis-galazias-oikonomias-stin-eyropaiki-enosi> (accessed 6.22.21).
- Κλιματική ουδετερότητα: Το Συμβούλιο εγκρίνει το Ταμείο Δίκαιης Μετάβασης [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/klimatiki-oydeterotita-symvoylio-egkrinei-tameio-dikaiis-metavasis> (accessed 6.22.21).
- Το φυσικό αέριο βάζει «φωτιά» στον πληθωρισμό - 100% επάνω φέτος η τιμή [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/fysiko-aerio-vazei-fotia-ston-plithorismo-100-epano-fetos-i-timi> (accessed 8.27.21).
- Newsroom, n.d. Athens Circular Forum: Ο δρόμος για την πράσινη μετάβαση της Ελλάδας | Moneyreview.gr [WWW Document]. URL <https://www.moneyreview.gr/green-economy/35895/athens-circular-forum-o-dromos-gia-tin-prasini-metavasi-tis-elladas/> (accessed 9.2.21).
- TEE Athens, n.d. Green Deal Greece 2021 - Συνέδριο - 29 Ιουνίου 2021 - ΚΠΙΣΝ.

- Κείμενο πολιτικής ΕΑΑ για τις "πράσινες" επενδύσεις για ελαχιστοποίηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα έως το 2050 [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/keimeno-politikis-eaa-gia-tis-prasines-ependyseis-gia-elahistopoiisi-ekprompon-aerion> (accessed 5.20.21).
- Κλιματικός Νόμος - Ετικέτα [WWW Document], n.d. . vouliwatch - Δυναμώνουμε τη Δημοκρατία. URL <https://vouliwatch.gr/tag/klimatikos-nomos> (accessed 9.6.21).
- Ο δίδυμος μετασχηματισμός της Ελλάδας και η πράσινη γεωπολιτική [WWW Document], 2021. . liberal.gr. URL <https://energypress.gr/news/o-didymos-metashimatismos-tis-elladas-kai-i-prasini-geopolitiki> (accessed 5.17.21).
- Οι οκτώ άξονες στρατηγικής μετάβασης σε μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία για την Ελλάδα, n.d. . Green Agenda. URL <https://greenagenda.gr/%ce%bf%ce%b9-%ce%bf%ce%ba%cf%84%cf%8e-%ce%ac%ce%be%ce%bf%ce%bd%ce%b5%cf%82-%cf%83%cf%84%cf%81%cf%84%ce%b7%ce%b3%ce%b9%ce%ba%ce%ae%cf%82-%ce%bc%ce%b5%cf%84%ce%ac%ce%b2%ce%b1%cf%83%ce%b7%cf%82/> (accessed 9.7.21).
- Πλατφόρμα διαλόγου για τον κλιματικό νόμο [WWW Document], n.d. URL <https://klimatikosnomos.gr> (accessed 8.8.21).
- ΠΟΙΟΙ ΕΙΜΑΣΤΕ | ΣΔΑΜ - Σχέδιο Δίκαιης Αναπτυξιακής Μετάβασης [WWW Document], n.d. URL <https://sdam.gr/who-we-are> (accessed 9.7.21).
- Σήμερα στη Βουλή η παρουσίαση της στρατηγικής μετάβασης σε μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία από τον Υπουργό ΠΕΝ [WWW Document], 2021. . ΑΠΕ-ΜΠΕ. URL <https://energypress.gr/news/simera-sti-voyli-i-paroysiati-tis-stratigikis-metavasis-se-mia-klimatika-oydeteri-oikonomia-apo> (accessed 5.20.21).
- Το Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης & η Πράσινη Μετάβαση [WWW Document], n.d. . Ena Institute. URL <https://www.enainstitute.org/publication/%cf%84%ce%bf-%ce%b5%ce%b8%ce%bd%ce%b9%ce%ba%cf%8c-%cf%83%cf%87%ce%ad%ce%b4%ce%b9%ce%bf-%ce%b1%ce%bd%ce%ac%ce%ba%ce%b1%ce%bc%cf%88%ce%b7%cf%82-%ce%b7-%cf%80%cf%81%ce%ac%cf%83%ce%b9%ce%bd%ce%b7-%ce%bc/> (accessed 5.20.21).
- Τσουνάμι αυξήσεων στο κόστος ενέργειας φέρνει το Green Deal για επιχειρήσεις - νοικοκυριά [WWW Document], 2021. . Ημερησία. URL <https://www.imerisia.gr/epiheiriseis/16661-tsoynami-ayxiseon-sto-kostos-energeias-fernei-green-deal-gia-epiheiriseis> (accessed 6.22.21).
- About us - Global Wind Energy Council [WWW Document], n.d. URL <https://gwec.net/> (accessed 9.10.21).
- Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030 [WWW Document], n.d. . /publications/2017/Oct/Electricity-storage-and-renewables-costs-and-markets. URL <https://www.irena.org/publications/2017/Oct/Electricity-storage-and-renewables-costs-and-markets> (accessed 9.11.21).
- Energy Storage – Analysis [WWW Document], n.d. . IEA. URL <https://www.iea.org/reports/energy-storage> (accessed 9.10.21).
- Ανάλυση: Το υψηλό διακύβευμα της θάλασσας σε μια παγκόσμια στροφή για αιολική ενέργεια [WWW Document], 2021. . HuffPost Greece. URL https://www.huffingtonpost.gr/entry/analese-to-epselo-diakeveema-tes-thalassas-se-mia-paykosmia-strofe-gia-aiolike-energeia-gr_606d9d11c5b6865cd296a11e (accessed 9.18.21).
- ΑΠΕ: Εμειναν αλώβητες από την πανδημία - Τι δείχνουν τα στοιχεία της Eurostat [WWW Document], 2021. . Ημερησία. URL <https://www.imerisia.gr/oikonomia/17203-ape-emeinan-alobites-apo-tin-pandimia-ti-deihnoyn-ta-stoiheia-tis-eurostat> (accessed 7.5.21).

- «Οι φόροι άνθρακα της ΕΕ μπορεί να πλήξουν τη Ρωσία περισσότερο από τις κυρώσεις», 2021. . www.euractiv.gr. URL <https://www.euractiv.gr/section/oikonomia/news/oi-foroi-anthraka-tis-ee-mporei-na-plixoun-ti-rosia-perissotero-apo-tis-kyroseis/> (accessed 9.12.21).
- Πώς η αιολική και η ηλιακή ενέργεια βγήκαν νικητές από την πανδημία - Τι δείχνουν τα τελευταία στοιχεία του ΙΕΑ [WWW Document], 2021. . newmoney.gr. URL <https://energyexpress.gr/news/pos-i-aioliki-kai-iliaki-energeia-vgikan-nikites-apo-tin-pandimia-ti-deihnouyn-ta-teleytaia> (accessed 5.20.21).
- Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας [WWW Document], n.d. . ΑΔΜΗΕ. URL <http://www.admie.gr/> (accessed 9.12.21).
- Εθνική Στρατηγική και Πετρέλαιο [WWW Document], n.d. URL <https://www.energia.gr/article/147553/ethnikh-strathgikh-kai-petrelaio-> (accessed 9.18.21).
- Η Ελλάδα πρωταθλήτρια στη μείωση ρύπων στην Ε.Ε. [WWW Document], 2021. . energyexpress.gr. URL <https://energyexpress.gr/news/i-ellada-protathlitria-sti-meiosi-rypon-stin-ee> (accessed 5.20.21).
- Καλαιτζόγλου, Α., 2021. Πράσινο φως από ΠΑΕ για νέες άδειες αποθήκευσης ενέργειας [WWW Document]. [Michanikos Online](http://michanikos-online.gr). URL <https://www.michanikos-online.gr/%cf%80%cf%81%ce%ac%cf%83%ce%b9%ce%bd%ce%bf-%cf%86%cf%89%cf%82-%ce%b1%cf%80%cf%8c-%cf%81%ce%b1%ce%b5-%ce%b3%ce%b9%ce%b1-%ce%bd%ce%ad%ce%b5%cf%82-%ce%ac%ce%b4%ce%b5%ce%b9%ce%b5%cf%82-%ce%b1%cf%80%ce%bf/> (accessed 6.5.21).
- Καλογήρου, Α., 2021. ΔΕΗΑΝ: Πράσινο φως για επένδυση 600 εκατ. ευρώ στην αποθήκευση ενέργειας [WWW Document]. imerisia.gr. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%b4%ce%b5%ce%b7%ce%b1%ce%bd-%cf%80%cf%81%ce%ac%cf%83%ce%b9%ce%bd%ce%bf-%cf%86%cf%89%cf%82-%ce%b3%ce%b9%ce%b1-%ce%b5%cf%80%ce%ad%ce%bd%ce%b4%cf%85%cf%83%ce%b7-600-%ce%b5%ce%ba%ce%b1%cf%84-%ce%b5/> (accessed 6.5.21).
- ΚΑΠΕ | Ποιοι Είμαστε | Γενικά [WWW Document], n.d. URL http://www.cres.gr/cres/pages/parousiasi_cres.html (accessed 9.15.21).
- Οι εξελίξεις στην ενέργεια, θα είναι συγκλονιστικές [WWW Document], 2021. . energyexpress.gr. URL <https://energyexpress.gr/news/oi-exelixeis-stin-energeia-tha-einai-sygklonistikes> (accessed 9.12.21).
- Παπαδημητρίου, Γ., 2021. Επιταχύνει το ΥΠΕΝ για το νέο Ειδικό Χωροταξικό για τις ΑΠΕ - Αναθέτει σε Σύμβουλο την αξιολόγηση [WWW Document]. energyexpress.gr. URL <https://energyexpress.gr/news/epitahynei-ypen-gia-neo-eidiko-horotaxiko-gia-tis-ape-anathetei-se-symvoylo-tin-axiologisi> (accessed 6.5.21).
- Στη δημοσιότητα η μελέτη της ΠΑΕ για τον σχεδιασμό Μηχανισμού Αποζημίωσης Ισχύος (CRM) στην ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας [WWW Document], 2021. . energyexpress.gr. URL <https://energyexpress.gr/news/sti-dimosiotita-i-meleti-tis-rae-gia-ton-shediasmo-mihanismoy-apozimiosis-ishyos-crm-stin> (accessed 5.20.21).
- Στην Ελλάδα η ακριβότερη τιμή ρεύματος τον Αύγουστο με 121,72 ευρώ ανά Μεγαβατώρα - Τι "βλέπουν" οι αναλυτές για τον Σεπτέμβριο [WWW Document], 2021. . energyexpress.gr. URL <https://energyexpress.gr/news/stin-ellada-i-akrivoteri-fimi-reymatos-ton-aygoysto-me-12172-eyro-ana-megavatora-ti-vlepon-oi> (accessed 9.5.21).
- ΥΠΕΝ: Συστήνεται η διυπουργική επιτροπή για την ενέργεια και το κλίμα [WWW Document], 2021. . [Michanikos Online](http://michanikos-online.gr). URL <https://www.michanikos-online.gr/%cf%85%cf%80%ce%b5%ce%bd-%cf%83%cf%85%cf%83%cf%84%ce%ae%ce%bd%ce%b5%cf%84%ce%b1%ce%b9-%ce%b7-%ce%b4%ce%b9%cf%85%cf%80%ce%bf%cf%85%cf%81%ce%b3%ce%b9%ce%ba%ce%ae-%ce%b5%cf%80%ce%b9%cf%84%cf%81%ce%bf/> (accessed 9.19.21).

Simon, F., 2020. As EU plans offshore wind boom, Greens worry about fish. www.euractiv.com. URL <https://www.euractiv.com/section/energy/news/as-eu-plans-offshore-wind-boom-greens-worry-about-fish/> (accessed 6.5.21).

Αντιμέτωπη με ενεργειακό σοκ η Ευρώπη μετά την αύξηση των τιμών φυσικού αερίου και ηλεκτρικού [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%b1%ce%bd%cf%84%ce%b9%ce%bc%ce%ad%cf%84%cf%89%cf%80%ce%b7-%ce%bc%ce%b5-%ce%b5%ce%bd%ce%b5%cf%81%ce%b3%ce%b5%ce%b9%ce%b1%ce%ba%cf%8c-%cf%83%ce%bf%ce%ba-%ce%b7-%ce%b5%cf%85%cf%81%cf%8e%cf%80%ce%b7/> (accessed 8.8.21).

Απειλή για την πράσινη μετάβαση η εκτίναξη του ενεργειακού κόστους [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%b1%cf%80%ce%b5%ce%b9%ce%bb%ce%ae-%ce%b3%ce%b9%ce%b1-%cf%84%ce%b7%ce%bd-%cf%80%cf%81%ce%ac%cf%83%ce%b9%ce%bd%ce%b7-%ce%bc%ce%b5%cf%84%ce%ac%ce%b2%ce%b1%cf%83%ce%b7-%ce%b7-%ce%b5%ce%ba%cf%84%ce%af/> (accessed 8.27.21).

Απέτυχε η βιώσιμη ανάκαμψη – Υψηλότετοι ρύποι από την ηλεκτροδότηση [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%b1%cf%80%ce%ad%cf%84%cf%85%cf%87%ce%b5-%ce%b7-%ce%b2%ce%b9%cf%8e%cf%83%ce%b9%ce%bc%ce%b7-%ce%b1%ce%bd%ce%ac%ce%ba%ce%b1%ce%bc%cf%88%ce%b7-%cf%85%cf%88%ce%b7%ce%bb%cf%8c%cf%84%ce%b1%cf%84/> (accessed 8.27.21).

Ενεργειακή εξάρτηση της ΕΕ: γεγονότα και αριθμοί | Επικαιρότητα | Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο [WWW Document], 2014. URL <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/economy/20140718STO53032/energeiake-exartese-tes-ee-gegonota-kai-arithmoi> (accessed 9.18.21).

Το Ευρωκοινοβούλιο ενέκρινε το ταμείο δικαίης μετάβασης - Το πακέτο περιλαμβάνει 17,5 δισ. ευρώ [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/eyrokoinovoylio-enekrine-tameio-dikaiis-metavasis-paketo-perilamvanei-175-dis-eyro> (accessed 5.20.21).

ACP, n.d. The American Clean Power Association [WWW Document]. ACP. URL <https://cleanpower.org/> (accessed 9.15.21).

Buli, S.T., Nora, 2021. High stakes at sea in global rush for wind power. Reuters.

Ενέργεια & Πολίτης - Αιολική ενέργεια - Ανεμογεννήτριες [WWW Document], n.d. URL http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_windmill.htm (accessed 9.15.21).

ΚΑΠΕ [WWW Document], n.d. URL <http://www.cres.gr/cres/index.html> (accessed 9.15.21).

Παλλιούρης, Γ., 2021. Ανεμογεννήτριες: Η επιστήμη πίσω από την παραγωγή ενέργειας - Πλωτά αιολικά, η επόμενη τεχνολογική πρόκληση [WWW Document]. liberal.gr. URL <https://energypress.gr/news/anemogennitries-i-epistimi-piso-apo-tin-paragogi-energeias-plota-aiolika-i-epomeni-tehnologiki> (accessed 6.5.21).

Πλωτοί υπερράκτιοι αιολικοί σταθμοί. Οι τεχνικές προκλήσεις τους στην Ελλάδα [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%cf%80%ce%bb%cf%89%cf%84%ce%bf%ce%af-%cf%85%cf%80%ce%b5%cf%81%ce%ac%ce%ba%cf%84%ce%b9%ce%bf%ce%b9-%ce%b1%ce%b9%ce%bf%ce%bb%ce%b9%ce%ba%ce%bf%ce%af-%cf%83%cf%84%ce%b1%ce%b8%ce%bc%ce%bf%ce%af-%ce%bf/> (accessed 9.28.21).

- Capital.gr, n.d. "Αντί ΑΠΕ" κινήματα των περιφερειάρχων απειλούν τις πράσινες επενδύσεις [WWW Document]. Capital.gr. URL <https://www.capital.gr/epixeiriseis/3529775/-anti-ape-kinimata-ton-perifereiarxon-apeiloun-tis-prasines-ependuseis> (accessed 6.5.21).
- Karaoulanis, T., Karaoulάνης, Θ., 2021. «Οχι» του ΥΠΕΝ σε αιολικά στις βραχονησίδες του Αιγαίου για προστασία της βιοποικιλότητας. www.euractiv.gr. URL <https://www.euractiv.gr/section/periballon/news/ochi-toy-ypen-se-aiolika-stis-vrachonisides-toy-aigaiou-gia-prostasia-tis-viopoikilotitas/> (accessed 9.12.21).
- Lawandorder. gr, n.d. Οι ανεμογεννήτριες πάνε θάλασσα - Έρχονται μεγάλοι «παικτες» και νέες επενδύσεις [WWW Document]. URL <https://www.lawandorder.gr/Article/117009/oikonomia/oi-anemogennitries-pane-thalassa-erchontai-megaloi-isonpaitessin-kai-nees-ependuseis> (accessed 6.5.21).
- Αγώνας δρόμου του ΥΠΕΝ για να κατευνάσει τις αντιδράσεις τοπικών κοινωνιών για ΑΠΕ [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%b1%ce%b3%cf%8e%ce%bd%ce%b1%cf%82-%ce%b4%cf%81%cf%8c%ce%bc%ce%bf%cf%85-%cf%84%ce%bf%cf%85-%cf%85%cf%80%ce%b5%ce%bd-%ce%b3%ce%b9%ce%b1-%ce%bd%ce%b1-%ce%ba%ce%b1%cf%84%ce%b5%cf%85%ce%ba%ce%ac%cf%83/> (accessed 6.5.21).
- Αιολικά πάρκα – Ιστορικό ρεκόρ ημερήσιας παραγωγής – Ευρωπαϊκή πρωτιά της Ελλάδας [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%b1%ce%b9%ce%bf%ce%bb%ce%b9%ce%ba%ce%ac-%cf%80%ce%ac%cf%81%ce%ba%ce%b1-%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%bf%cf%81%ce%b9%ce%ba%cf%8c-%cf%81%ce%b5%ce%ba%cf%8c%cf%81-%ce%b7%ce%bc%ce%b5%cf%81%ce%ae%cf%83/> (accessed 9.9.21).
- Ασλανίδου, Κ., 2021. Οι Μαυροπετρίτες και οι Θαλασσοκόρακες νίκησαν τα Αιολικά Πάρκα. ΑΘΗΝΑ 9.84. URL <https://www.athina984.gr/2021/05/27/oi-mayropetrites-kai-oi-thalassokorakes-nikisan-ta-aiolika-parka/> (accessed 6.5.21).
- Δελτίο Τύπου: Η Στατιστική της Αιολικής Ενέργειας για το πρώτο εξάμηνο του 2021 – ΕΛΕΤΑΕΝ, n.d. URL <https://eletaen.gr/dt-eletaen-statistiki-a-examino-2021/> (accessed 9.16.21).
- Επ. Ανταγωνισμού: Πράσινο φως στην εξαγορά αιολικών πάρκων από τη Motor Oil [WWW Document], 2021. . energyexpress.gr. URL <https://energyexpress.gr/news/ep-antagonismoy-prasino-fos-stin-exagora-aiolikon-parkon-apo-ti-motor-oil> (accessed 5.17.21).
- Ξεπαγώνουν οι εργασίες για την κατασκευή αιολικού πάρκου στη Φλώρινα [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%be%ce%b5%cf%80%ce%b1%ce%b3%cf%8e%ce%bd%ce%bf%cf%85%ce%bd-%ce%bf%ce%b9-%ce%b5%cf%81%ce%b3%ce%b1%cf%83%ce%af%ce%b5%cf%82-%ce%b3%ce%b9%ce%b1-%cf%84%ce%b7%ce%bd-%ce%ba%ce%b1%cf%84%ce%b1%cf%83%ce%ba/> (accessed 6.5.21).
- Πλαίσιο για την εκμετάλλευση του θαλάσσιου αιολικού δυναμικού στην Ελλάδα – Προκλήσεις και δυνατότητες [WWW Document], 2021. . energyexpress.gr. URL <https://energyexpress.gr/news/plaisio-gia-tin-ekmetalleyisi-toy-thalassioy-aiolikoy-dynamikoy-stin-ellada-prokliseis-kai> (accessed 5.17.21).
- Ποια εταιρία επενδύει σε παράκτια αιολικά και αποθήκευση ενέργειας στην Ελλάδα [WWW Document], 2020. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%cf%80%ce%bf%ce%b9%ce%b1-%ce%b5%cf%84%ce%b1%ce%b9%cf%81%ce%af%ce%b1-%ce%b5%cf%80%ce%b5%ce%bd%ce%b4%cf%8d%ce%b9-%cf%83%ce%b5-%cf%80%ce%b1%cf%81%ce%ac%ce%ba%cf%84%ce%b9%ce%b1-%ce%b1%ce%b9%ce%bf/> (accessed 6.5.21).

Το στοιχείο για υπερράκτια αιολικά πάρκα και ο «άγνωστος Χ» της Τουρκίας [WWW Document], n.d. URL <https://www.euro2day.gr/news/economy/article/2072215/to-stoihma-gia-yperaktia-aiolika-parka-kai-o-agno.html> (accessed 6.5.21).

ΥΠΕΝ: “Εκοψε” την περιβαλλοντική αδειοδότηση στο project «Αιγαίο» της Eunice για 106 ανεμογεννήτριες ισχύος 486 MW σε 14 βραχονησίδες [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/ypen-ekopse-tin-perivallontiki-adeiodotisi-sto-project-aigaio-tis-eunice-gia-106> (accessed 6.5.21).

Φιντικάκης, Γ., 2021. Στο τέλος του 2020 τα εγκατεστημένα αιολικά στη χώρα μας ξεπέρασαν τα 4.000 MW - Ποιά projects ξεχώρισαν στη χρονιά [WWW Document]. energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/sto-telos-toy-2020-ta-egkatestimena-aiolika-sti-hora-mas-xeperasan-ta-4000-mw-poia-projects> (accessed 6.5.21).

Ask 4 Wind |, n.d. URL <https://ask4wind.gr/> (accessed 9.16.21).

People plan to drive more post-Covid, climate poll shows | Greenhouse gas emissions | The Guardian [WWW Document], n.d. URL https://amp.theguardian.com/environment/2020/nov/10/people-drive-fly-climate-crisis-global-poll-green-recovery-covid-pandemic?_twitter_impression=true (accessed 9.16.21).

Ανακοίνωση συλλογικών φορέων ΑΠΕ – ΕΛΕΤΑΕΝ, n.d. URL <https://eletaen.gr/anakoinwsi-sylogikwn-forewn-ape/> (accessed 9.16.21).

Γκαράκης, Κ., 2021. Θα πρέπει να υπάρξει χωροταξικός σχεδιασμός για τα αιολικά πάρκα! Μα, υπάρχει από το 2008 αλλά κάποιοι συνεχίζουν να τον αγνοούν. Ηπειρωτικός Αγών. URL <https://www.agon.gr/triti-aropsi/49760/tha-prepei-na-yparxei-chorotaxikos-schediasmos-gia-ta/> (accessed 6.5.21).

Δελτίο Τύπου: Οι μελλοντικοί διαγωνισμοί Α.Π.Ε. πρέπει να είναι ειδικοί ανά τεχνολογία – ΕΛΕΤΑΕΝ, n.d. URL <https://eletaen.gr/deltio-tyrou-eletaen-gia-mellontikous-diagonismous-ape/> (accessed 9.16.21).

Δημόσια Διαβούλευση για το νέο θεσμικό πλαίσιο θαλάσσιας αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα – ΕΛΕΤΑΕΝ, n.d. URL <https://eletaen.gr/dimosia-dianoulefsi-gia-to-neo-thesmiko-plaisio-thallasias-aiolikis-energeias-stin-ellada/> (accessed 6.5.21).

Διατήρηση του λιγνίτη στο ενεργειακό μείγμα για την ηλεκτρική επάρκεια και ως στρατηγική εφεδρεία ζητά το ΤΕΕ [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/diatisi-toy-ligniti-sto-energeiako-meigma-gia-tin-ilektriki-eparkeia-kai-os-stratigiki> (accessed 9.18.21).

ΕΛΕΤΑΕΝ – ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, n.d. URL <https://eletaen.gr/> (accessed 9.16.21).

ΕΛΕΤΑΕΝ: Χρειαζόμαστε περισσότερη αιολική ενέργεια και τα στοιχεία το επιβεβαιώνουν [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/eletaen-hreiazomaste-perissoteri-aioliki-energeia-kai-ta-stoiheia-epivevaionoun> (accessed 5.17.21).

Έρευνα Πανεπιστημίου Θράκης: Μεγάλη αποδοχή των ΑΠΕ από τους πολίτες – Έξι στους 10 δεν “βλέπουν” αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος [WWW Document], 2020. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/ereyna-panepistimiou-thrakis-megali-apodohi-ton-ape-apo-toys-polites-exi-stoys-10-den-vlepon> (accessed 9.16.21).

Η Grant Thornton Hellas ανέλαβε την εκπόνηση πλαισίου για τα offshore αιολικά πάρκα – Μέχρι το καλοκαίρι στη Βουλή [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/i-grant-thornton-hellas-anelave-tin-ekponisi-plaisiou-gia-ta-offshore-aiolika-parka-mehri> (accessed 6.5.21).

Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα: Η ευκαιρία της Γαλάζιας Οικονομίας [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/thalassia-aiolika-parka-i-eykairia-tis-galazias-oikonomias> (accessed 6.5.21).

Θαλάσσια Αιολικά Πάρκα στην Ελλάδα: Θεσμικό πλαίσιο, προκλήσεις και προοπτικές [WWW Document], n.d. URL <https://www.livemediagr.com/eletaen-webinar-offshore-wind> (accessed 9.16.21).

Μαστοράκης Μιχάλης, 2021. Πως «προσεγγίζει» ο χωροταξικός σχεδιασμός για τις ΑΠΕ τις αιολικές εγκαταστάσεις στη χώρα μας – Τι υποστηρίζει η αρμόδια υπηρεσία του ΥΠΕΝ [WWW Document]. energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/pos-proseggizei-o-horotaxikos-shediasmos-gia-tis-ape-tis-aiolikes-egkatastaseis-sti-hora-mas-ti> (accessed 6.5.21).

Μάχη, Τ., 2021. Οι τρεις άξονες για την ανάπτυξη θαλάσσιων αιολικών πάρκων [WWW Document]. Ειδήσεις - νέα - Το Βήμα Online. URL <https://www.tovima.gr/2021/02/24/finance/oi-treis-aksones-gia-tin-anartyksi-thalassion-aiolikon-parkon/> (accessed 6.5.21).

Νέα έρευνα αποδεικνύει τη συμβατότητα των ανεμογεννητριών με τη διατήρηση της ορνιθοπανίδας [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/nea-ereyna-arodeiknyei-ti-symvatotita-ton-anemogennitriion-me-ti-diatirisi-tis-ornithopanidas> (accessed 9.16.21).

Ξεχωριστούς διαγωνισμούς για αιολικά και φωτοβολταϊκά ζητά η ΕΛΕΤΑΕΝ [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%be%ce%b5%cf%87%cf%89%cf%81%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%bf%cf%8d%cf%82-%ce%b4%ce%b9%ce%b1%ce%b3%cf%89%ce%bd%ce%b9%cf%83%ce%bc%ce%bf%cf%8d%cf%82-%ce%b3%ce%b9%ce%b1-%ce%b1%ce%b9%ce%bf%ce%bb%ce%b9%ce%ba/> (accessed 6.5.21).

Πέντε προαπαιτούμενα για την ανάπτυξη των υπεράκτιων αιολικών στην Ελλάδα - Πως βοηθούν τα μελέμια στην περίπτωση μας [WWW Document], 2020. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/pente-proapaitoymena-gia-tin-anartyxi-ton-yperaktion-aiolikon-stin-ellada-pos-voithoyn-ta> (accessed 6.5.21).

Ποσοστό τουλάχιστον 30% θα καταλαμβάνουν τα αιολικά στους κοινούς διαγωνισμούς ΑΠΕ μετά την έγκριση από τις Βρυξέλλες του νέου σχήματος [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/pososto-toylahiston-30-tha-katalamvanoynta-aiolika-stoys-koinoys-diagonismoys-ape-meta-tin> (accessed 6.5.21).

Σταμέλλος, Σ., 2021. Η Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας προσπαθεί να στείλει μηνύματα τραβώντας το σχοινί [WWW Document]. Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%b7-%ce%b5%ce%bb%ce%bb%ce%b7%ce%bd%ce%b9%ce%ba%ce%ae-%ce%b5%cf%80%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%b7%ce%bc%ce%bf%ce%bd%ce%b9%ce%ba%ce%ae-%ce%ad%ce%bd%cf%89%cf%83%ce%b7-%ce%b1%ce%b9%ce%bf%ce%bb%ce%b9%ce%ba/> (accessed 6.5.21).

Υπεράκτια αιολικά : Πού και γιατί επενδύει το μεγαλύτερο κρατικό ταμείου πλούτου στον κόσμο [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/yperaktia-aiolika-pou-kai-giati-ependyei-megalytero-kratiko-tameiouv-plotoy-ston-kosmo> (accessed 6.5.21).

Υπεράκτια αιολική ενέργεια στην Ελλάδα: Μελέτη των κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων – Alma Economics [WWW Document], 2021. . ΕΛΙΑΜΕΠ. URL <https://www.eliamep.gr/publication/%cf%85%cf%80%ce%b5%cf%81%ce%ac%ce%ba%cf%84%ce%b9%ce%b1-%ce%b1%ce%b9%ce%bf%ce%bb%ce%b9%ce%ba%ce%ae-%ce%b5%ce%bd%ce%ad%cf%81%ce%b3%ce%b5%ce%b9%ce%b1-%cf%83%cf%84%ce%b7%ce%bd-%ce%b5%ce%bb%ce%bb%ce%ac/> (accessed 9.17.21).

Άδειες για ανεμογεννήτριες και σε πυρόπληκτες περιοχές της Εύβοιας [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%ce%ac%ce%b4%ce%b5%ce%b9%ce%b5%cf%82-%ce%b3%ce%b9%ce%b1-%ce%b1%ce%bd%ce%b5%ce%bc%ce%bf%ce%b3%ce%b5%ce%bd%ce%bd%ce%ae%cf%84%cf%81%ce%b9%ce%b5%cf%82-%ce%ba%ce%b1%ce%b9-%cf%83%ce%b5-%cf%80%cf%85%cf%81/> (accessed 9.28.21).

- Αιολικά πάρκα και τοπικές κοινωνίες [WWW Document], 2021. . ProtoThema. URL <https://www.protothema.gr/environment/article/1111634/aiolika-parka-kai-topikes-koinonies/> (accessed 6.5.21).
- Κ. Χατζημπίρος – Η. Ευθυμιόπουλος: «Προστασία στο Περιβάλλον Δεν Σημαίνει Οριζόντιες Απαγορεύσεις» [WWW Document], n.d. URL <https://www.energia.gr/article/180020/k-hatzhmpiros-h-eythymioylos-prostasia-sto-perivallon-den-shmainei-orienties-apagoreyseis> (accessed 9.18.21).
- Με θετική γνώμη η πλειοψηφία των πολιτών για τα μεγάλα Αιολικά Πάρκα - Αναλυτικά τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας του Πολυτεχνείου Κρήτης [WWW Document], 2021. . energypress.gr. URL <https://energypress.gr/news/me-thetiki-gnomi-i-pleiopsifia-ton-politon-gia-ta-megala-aiolika-parka-analytika-ta> (accessed 9.15.21).
- Μιχαηλίδης, Ξ., 2021. Το μεγάλο λάθος της βίαιης απολιγνιτοποίησης [WWW Document]. Εφημερίδα των Συντακτών. URL <https://energypress.gr/news/megalo-lathos-tis-viaiis-apolignitopoiisis> (accessed 5.20.21).
- Παρέμβαση ΥΠΕΝ για «φρένο» στις αντιδράσεις κατά των ΑΠΕ [WWW Document], 2021. . Οικονομικός Ταχυδρόμος - ot.gr. URL <https://www.ot.gr/2021/07/01/energeia/paremnasi-ypen-gia-freno-stis-antidraseis-kata-ton-ape/> (accessed 7.5.21).
- Πιο ανταγωνιστικές πλέον οι μονάδες άνθρακα από τις μονάδες αερίου λόγω του κόστους καυσίμου - Τι σημαίνει αυτό για το χειμώνα [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%cf%80%ce%b9%ce%bf-%ce%b1%ce%bd%cf%84%ce%b1%ce%b3%cf%89%ce%bd%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%b9%ce%ba%ce%ad%cf%82-%cf%80%ce%bb%ce%ad%ce%bf%ce%bd-%ce%bf%ce%b9-%ce%bc%ce%bf%ce%bd%ce%ac%ce%b4%ce%b5%cf%82-%ce%ac/> (accessed 9.19.21).
- «Στέρεψαν» οι ανανεώσιμες τον Αύγουστο, διπλάσια παραγωγή από λιγνίτη [WWW Document], 2021. . Michanikos Online. URL <https://www.michanikos-online.gr/%cf%83%cf%84%ce%ad%cf%81%ce%b5%cf%88%ce%b1%ce%bd-%ce%bf%ce%b9-%ce%b1%ce%bd%ce%b1%ce%bd%ce%b5%cf%8e%cf%83%ce%b9%ce%bc%ce%b5%cf%82-%cf%84%ce%bf%ce%bd-%ce%b1%cf%8d%ce%b3%ce%bf%cf%85%cf%83/> (accessed 9.29.21).
- Φραγμό στο τσουνάμι αιτήσεων για έργα ΑΠΕ ψάχνει το Υπ. Ενέργειας [WWW Document], n.d. URL <https://www.euro2day.gr/news/economy/article/2073333/fragmo-sto-tsoynami-aitheon-gia-erga-ape-psahnei.html> (accessed 9.17.21).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

- Εικ.2.1- 2.2.:** Πυρήνας πάγου - Δακτύλιοι ανάπτυξης κορμών (πηγή: NASA Goddard Space Flight Center).....σελ.15
- Εικ.2.3.:** Σχεδιάγραμμα του φαινομένου του θερμοκηπίου (πηγή: Royal Society of London) ...σελ.18
- Εικ.2.4.:** Τα σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου (πηγή: NASA).....σελ.19
- Εικ.2.5.:** Μέγιστο εύρος της τρύπας του όζοντος ανά έτος (πηγή: Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Copernicus).....σελ.23
- Εικ.2.6.:** Απλοποιημένη απεικόνιση της «Μεγάλης Ωκεάνιας Ζώνης Μεταφοράς» (πηγή: Broecker 1987)σελ.29
- Εικ.2.7.:** Ο μηχανισμός απορρόφησης CO₂ από τα ωκεάνια ύδατα (πηγή: NASA).....σελ.27
- Εικ.2.8.:** Το φαινόμενο της «λεύκανσης» των κοραλλιών λόγω αύξησης της θερμοκρασίας (πηγή: NASA)σελ.31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

- Εικ.3.1.:** Με σκούρο πράσινο οι χώρες που έχουν επικυρώσει τη Συμφωνία του Παρισιού και όσες έχουν υπογράψει με ανοιχτό πράσινο (πηγή: UNFCCC).....σελ.43
- Εικ.3.2.:** Η Συμφωνία του Παρισιού και οι δεσμεύσεις της ΕΕ (πηγή: EU 2020).....σελ.46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

- Εικ.4.1.:** Οι αγωγοί πετρελαίου (κόκκινο) και φυσικού αερίου (πράσινο) από τη Ρωσία προς την ΕΕ (πηγή: Virginia W. Mason, National Geographic).....σελ.54
- Εικ.4.2.:** Ευκαιρίες και προκλήσεις για τις τρεις επιλεγμένες ενεργειακές τεχνολογίες (πηγή: Eurostat)σελ.69
- Εικ.4.3.:** Κυκλικό μοντέλο παραγωγής (πηγή: ΕΕΑ).....σελ.70
- Εικ.4.4.:** Τα 3 project διασυνοριακής συνεργασίας στην ΕΕ (πηγή: Eurostat).....σελ.71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

- Εικ.5.1.:** Τα τμήματα μιας σύγχρονης ανεμογεννήτριας (πηγή: WindEurope).....σελ.72
- Εικ.5.2.:** Διαφορετικές τεχνολογίες ανεμογεννητριών (πηγή: WindEurope).....σελ.73
- Εικ.5.3.:** Τα μεγέθη των ανεμογεννητριών (διάμετρος δρομέα, ύψος πύργου, ισχύς) με την πάροδο των ετών, δεξιά: υπεράκτια (1991-2017) (πηγή: WindEurope).....σελ.74
- Εικ.5.4.:** Τα είδη θεμελιώσεων για ανεμογεννήτριες σταθερής βάσης και πλωτές (πηγή: WindEurope).....σελ.74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

- Εικ.6.1.:** Οι διασυνδέσεις του ΕΣΜΗΕ (πηγή: ΔΜΗΕ).....σελ.84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

- Εικ.7.2.:** Μέση ενέργεια κατασκευής ανεμογεννήτριας σε σύγκριση με την παραγωγή (πηγή: HWEA).....σελ.91
- Εικ.7.3.:** Οι περιοχές Natura στην ελληνική επικράτεια (πηγή: Natura2000).....σελ.94

Εικ.7.4.: Κατακερματισμός της γης (πηγή: HWEA).....	σελ.95
Εικ.7.5.: Απεικόνιση του Aigaiο Project (πηγή: Eunice Energy Group).....	σελ.96

ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Γραφ.2.1: Παγκόσμιος μέσος όρος θερμοκρασιών επιφάνειας σε σχέση με σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο από 4 διαφορετικές καταγραφές. (πηγή: European Environment Agency).....	σελ.16
Γραφ.2.2: Θερμοκρασιακή μεταβολή συνδυαστικά για ξηρά και θάλασσα σε σχέση με τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία του 20 ^{ου} αιώνα. (πηγή: NOAA).....	σελ.16
Γραφ.2.3: Ευρωπαϊκές μέσες θερμοκρασίες σε χερσαίες περιοχές σε σχέση με την προβιομηχανική περίοδο. (πηγή: European Environment Agency).....	σελ.17
Γραφ.2.4: Τάσεις της ετήσιας θερμοκρασίας σε ολόκληρη την Ευρώπη μεταξύ 1960 και 2018 (πηγή: European Environment Agency).....	σελ.17
Γραφ.2.5: Επίπεδα CO ₂ κατά τους τρεις τελευταίους κύκλους των παγετώνων, όπως ανακατασκευάστηκαν από πυρήνες πάγου (πηγή: NOAA).....	σελ.20
Γραφ.2.6: Επίπεδα ατμοσφαιρικού CO ₂ που μετρήθηκαν στο Παρατηρητήριο Mauna Loa τα τελευταία χρόνια, με τον μέσο εποχικό κύκλο να έχει αφαιρεθεί (πηγή: NOAA).....	σελ.20
Γραφ.2.7: Σύγκριση στις παγκόσμιες μεταβολές θερμοκρασίας επιφάνειας (κόκκινη γραμμή) με την ενέργεια του ήλιου που λαμβάνει η Γη (κίτρινη γραμμή) σε W/m ² . Οι λεπτότερες γραμμές δείχνουν τα ετήσια επίπεδα ενώ οι παχύτερες τις τάσεις των 11 ετών κατά μέσο όρο. Οι μέσοι όροι 11 ετών χρησιμοποιούνται για τη μείωση του θορύβου από έτος σε έτος στα δεδομένα, καθιστώντας τις τάσεις πιο προφανείς. (πηγή: NASA/JPL-Caltech).....	σελ.22
Γραφ.2.8.: Ετήσιες εκτιμήσεις περιεχόμενης θερμότητας στο σύνολο των ωκεάνιων υδάτων (πηγή: NASA ECCO).....	σελ.24
Γραφ.2.9.: Δεκαετής μέση θερμοκρασιακή μεταβολή της επιφάνειας της θάλασσας σε διαφορετικές ευρωπαϊκές θάλασσες (1870 έως 2018). Το σχήμα δείχνει τις παγκόσμιες και περιφερειακές μέσες μεταβολές της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας σε σχέση με την αρχική γραμμή 1981-2010. Οι σταθερές γραμμές δείχνουν δορυφορικές σειρές, συνδυάζοντας δεδομένα ανάλυσης SST CCI (Sea Surface Temperature Climate Change Initiative) (έως το 2016) με το OSTIA (Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis) κοντά σε ενημερωμένα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο (έως το 2018). Η σκιασμένη περιοχή σε κάθε γράφημα υποδεικνύει το ανώτερο και το χαμηλότερο εύρος αβεβαιότητας της μακροπρόθεσμης εξέλιξης των μέσων όρων της περιοχής βάσει τριών παγκόσμιων συνόλων δεδομένων (HadSST.4.0.0.0, ERSSTv5 και HadISST) (πηγή: European Environment Agency).....	σελ.25
Γραφ.2.10.: Οι τιμές του ρυθμού τήξης/ψύξης των παγετώνων της Ανταρκτικής (2009) από δεδομένα του οργάνου (MODIS) της NASA. Κάθε κυκλική γραφική παράσταση είναι ανάλογη με τη συνολική απώλεια μάζας πάγου. Το ποσοστό τήξης σημειώνεται με μαύρο χρώμα. (πηγή: NASA/JPL-Caltech/Irvine/Columbia University).....	σελ.26

- Γραφ.2.11.(αριστερά):** Ετήσιο ισοζύγιο μάζας παγετώνων αναφοράς. Οι ετήσιες τιμές μεταβολής μάζας δίνονται στον άξονα y σε μονάδα μέτρησης ισοδύναμου νερού (m w.e.) που αντιστοιχεί σε τόνους ανά τετραγωνικό μέτρο (1.000 kg m⁻²). (πηγή: WGMS).....σελ.26
- Γραφ.2.12.(δεξιά):** Αθροιστική αλλαγή μάζας παγετώνων αναφοράς. Οι αθροιστικές τιμές σε σχέση με το 1976 δίδονται στον άξονα y στο μονάδα μέτρησης ισοδύναμου νερού (m w.e.). (πηγή: WGMS).....σελ.26
- Γραφ.2.13.:** Συγκέντρωση πάγου θάλασσας (γαλάζιο έως λευκό) στις 15 Σεπτεμβρίου 2020, την ημέρα της ελάχιστης θερινής έκτασης. Η κίτρινη γραμμή είναι η μέση έκταση για το 1981-2010. (πηγή: NOAA).....σελ.27
- Γραφ.2.14.:** Γράφημα της καθημερινής έκτασης πάγου από το 2005. Τα έτη 2005-2009 είναι μωβ, το χαμηλότερο ρεκόρ 2012 ροζ, τα έτη 2010-2014 ανοιχτό πράσινο και τα έτη 2015-2019 μπλε. Η γραμμή καθημερινής έκτασης 2020 είναι μαύρη. (πηγή: NOAA).....σελ.27
- Γραφ.2.15.:** Αλλαγή της στάθμης της Θάλασσας από το 1993, όπως παρατηρήθηκε από τους δορυφόρους. (πηγή: NASA).....σελ.28
- Γραφ.2.16.:** Αλλαγή στάθμης της Θάλασσας (παράκτιοι μετρητές παλίρροιας και δορυφορικά δεδομένα). Τα στοιχεία με συν (+) είναι παράγοντες που προκαλούν αύξηση της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας, ενώ τα μείον (-) που προκαλούν μείωση της στάθμης της θάλασσας. Τα στοιχεία σημειώνονται χρονικά την περίοδο που ξεκίνησαν να επηρεάζουν το επίπεδο της θάλασσας. (πηγή: NASA)σελ.28
- Γραφ.2.17.:** Προηγούμενη τάση και προβλεπόμενη αλλαγή στη σχετική στάθμη της θάλασσας σε ολόκληρη την Ευρώπη (πηγή: European Environment Agency).....σελ.28
- Γραφ.2.18.:** Μείωση του pH του ωκεανού (σταθμός Aloha) και ετήσιο μέσο pH επιφανειακού θαλασσινού νερού σε παγκόσμια κλίμακα (πηγή: Copernicus Marine).....σελ.30
- Γραφ.2.19 - 2.20.:** Τάση χιονοκάλυψης 1930-2019 – Εστίαση στην περίοδο μετά 1966 από δορυφορικά δεδομένα (πηγή: European Environment Agency).....σελ.31
- Γραφ.2.21.:** Τάση στη συχνότητα των μετεωρολογικών ξηρασιών στην Ευρώπη (1950-2015) (πηγή: European Environment Agency).....σελ.32
- Γραφ.2.22.:** Τάσεις της απορροής κατά τη διάρκεια του πιο ξηρού μήνα (1950-2015) με βάση το σύνολο δεδομένων E-RUN (πηγή: European Environment Agency).....σελ.33
- Γραφ.2.23.:** Έκταση καμένων περιοχών σε ευρωπαϊκές χώρες εστιασμένη στις EUMED5 (1980-2019) (πηγή: European Environment Agency).....σελ.34
- Γραφ.2.24.:** Αστικές (τελείες) και δασικές περιοχές κινδύνου πυρκαγιάς (χρωματισμός) (πηγή: European Environment Agency)σελ.35
- Γραφ.2.21.:** Προβλεπόμενες αλλαγές στην ακραία ταχύτητα του ανέμου (πηγή: European Environment Agency)σελ.35
- Γραφ.2.26.:** Θάνατοι/ εκατ. κατοίκων που σχετίζονται με πλημμύρες στην Ευρώπη (1991-2015)(πηγή: World health Organization)σελ.36
- Γραφ.2.27.:** Χρονικές σειρές ημερών βαθμού θέρμανσης και ψύξης σταθμισμένες κατά μέσο όρο σε όλη την Ευρώπη (1950-1980)(1981-2017) (πηγή: European Environment Agency).....σελ.38
- Γραφ.2.28.:** Γεωγραφική κατανομή των τάσεων των βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης (1981-2017) (πηγή: European Environment Agency).....σελ.38
- Γραφ.2.29.:** Οικονομική ζημιά που προκαλείται από ακραία γεγονότα που σχετίζονται με τον καιρό και το κλίμα στην Ευρώπη (198-2019) (πηγή: European Environment Agency).....σελ.39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Γραφ.3.1.: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στο ETS (2005-2018) (πηγή: European Environment Agency)σελ.48

Γραφ.3.2.: Το 7ετές πλάνο της E.E. (2021-2027) και το πρόγραμμα Next Generation EU (πηγή: EU Council)σελ.49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Γραφ.4.1.: Επενδυτικές ανάγκες για την E.E. (2017-2050) ανά κατηγορία σε 2 πιθανά σενάρια (πηγή: EEA)σελ.51

Γραφ.4.2.: Πρωτογενής και τελική κατανάλωση και στόχοι για το 2020 και 2030 (πηγή: EEA)...σελ.55

Γραφ.4.3.: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά βασικό κλάδο 1990-2018 (μαζί με Ην.Βασίλειο) (πηγή: EEA)σελ.56

Γραφ.4.4.: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από παραγωγή ηλ. ενέργειας ανά κράτος-μέλος (πηγή: EEA)σελ.57

Γραφ.4.5.: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από σταθμούς παραγωγής ηλ. ενέργειας ανά κράτος-μέλος (πηγή: EEA).....σελ.57

Γραφ.4.6.: Τάσεις κατανάλωσης καυσίμου από σταθμούς παραγωγής ηλ. ενέργειας ανά τύπο (πηγή: EEA)σελ.58

Γραφ.4.7.: Εκτίμηση στις συγκεντρωτικές επενδυτικές ανάγκες (2017-2050) βάσει του σχεδιασμένου σεναρίου ενεργειακής μετάβασης και ενός μεταβλητού σεναρίου ανά ενεργειακό τομέα (πηγή: IRENA)σελ.59

Γραφ.4.8.: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά τεχνολογία ΑΠΕ (2005-2019)(πηγή: Eurostat).....σελ.65

Γραφ.4.9.: Μεριδίδια ανά τεχνολογία ΑΠΕ στην ενέργεια ανά τομέα ενέργειας (2005-2019)(πηγή: Eurostat).....σελ.66

Γραφ.4.10.: Περιβαλλοντικός αντίκτυπος ανά τεχνολογία ΑΠΕ σε 6 μετρούμενες επιπτώσεις, από αριστερά πάνω: i)εκπομπές CO₂, ii) σχηματισμός σωματιδίων, iii) οξίνιση υδάτων, iv) ευτροφισμός πλαγκτόν v)οικοτοξικότητα γλυκού νερού vi)εδαφοκάλυψη (2005-2018)(πηγή: Eurostat).....σελ.67

Γραφ.4.11.: Ευκαιρίες ανάκτησης υλικών που προκύπτουν ετησίως από τον τομέα της καθαρής ενέργειας έως το 2030 (2005-2018)(πηγή: Eurostat).....σελ.69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Γραφ.5.1-5.2.: Τάσεις της τελευταίας δεκαετίας στην εγκατεστημένη ισχύ ανά ΑΠΕ (πάνω)και στην παραγωγή ηλ. ρεύματος (κάτω) (2011-2020. Είναι εμφανές το αυξανόμενο μερίδιο της αιολικής ενέργειας (πηγή: IRENA).....σελ.75

Γραφ.5.3.: Διαφορές στα κόστη παραγωγής ανά ΑΠΕ στο διάστημα 2010-2020 (πηγή: IRENA).....σελ.76

Γραφ.5.4.: Συνολική δυναμικότητα σε GW αιολικής ενέργειας (χερσαία και υπεράκτια)ανά χώρα της ΕΕ (2020) και ποσοστά επί του συνόλου (πηγή: WindEurope).....σελ.77

Γραφ.5.5.: Συνολική δυναμικότητα σε υπερράκτια αιολικά ανά θάλασσα (2020) (πηγή: WindEurope).....σελ.77	σελ.77
Γραφ.5.6.: Εγκατεστημένη ισχύς και νέες εγκαταστάσεις ανεμογεννητριών για το 2020 (πηγή: WindEurope)σελ.78	σελ.78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Γραφ.6.1.: Συνολική παραγωγή ενέργειας (ktoe) ανά πηγή (1990-2019) (πηγή: IEA)..... σελ.85	σελ.85
Γραφ.6.2.: Ποσοστό μείωσης εκπομπών CO2 από χρήση ενέργειας ανά χώρα (2019- 2020) (πηγή: Eurostat)..... σελ.86	σελ.86
Γραφ.6.3.: Συνολικό εγκατεστημένο δυναμικό (ktoe) ανά πηγή (2011-2020) (πηγή: IRENA)..... σελ.86	σελ.86
Γραφ.6.4.: Συνολική παραγωγή ενέργειας (ktoe) ανά πηγή (1990-2019) (πηγή: IEA)..... σελ.87	σελ.87
Γραφ.6.5.: Τάση της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος (1999-2021) (πηγή: HWEA)..... σελ.87	σελ.87
Γραφ.6.6.: Χωρική κατανομή αιολικής ισχύος ανά περιφέρεια (πηγή: HWEA)..... σελ.88	σελ.88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Εικ.7.1.: Τάση κόστους ανά κλάδο ενέργειας σε \$/MWh (πηγή: ΔΝΤ).....σελ.90	σελ.90
--	--------

