



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΝΕΡΟΥ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΧΡΗΣΕΩΝ
ΓΗΣ, ΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
(MARINE NEXUS)**

Βλάχου Αριστέα

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Παπαδοπούλου Μαρία, Καθηγήτρια ΣΑΤΜ ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνώνται οι διασυνδέσεις νερού, ενέργειας, χρήσεων γης, τροφής και κλίματος στο θαλάσσιο περιβάλλον (Marine Nexus). Η μελέτη επικεντρώνεται στην περίπτωση της Ελλάδας, όπου για το θαλάσσιο περιβάλλον της χώρας αναπτύσσεται μια έρευνα των διασυνδέσεων αυτών και των προεκτάσεών τους. Αρχικά, πραγματοποιείται μια εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα, κατά την οποία οι διασυνδέσεις αναλύονται ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Στη συνέχεια, για την περίπτωση του θαλάσσιου χώρου της Ελλάδας αξιολογείται η ένταση της κάθε διασύνδεσης ποιοτικά, ενώ στη συνέχεια με βάση συγκεκριμένο ευρετικό αλγόριθμο ποσοτικοποιείται το μέγεθος αυτής. Ακολούθως, γίνεται ανάλυση προκειμένου να ιεραρχηθούν οι διασυνδέσεις, μέσω διαγραμμάτων γίνεται μελέτη των αποτελεσμάτων και σύνδεση αυτών με την πραγματική εικόνα των περιπτώσεων. Τέλος, πραγματοποιείται σύγκριση με τα αποτελέσματα αντίστοιχης μελέτης των μεταβλητών αυτών για το χερσαίο περιβάλλον της Ελλάδας (Nexus), των Laspidou et al. (2019) και συζήτηση των συμπερασμάτων.

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the interlinkages between water, energy, land use, food and climate in the marine environment (Marine Nexus). For the case study of the marine environment of Greece, an analysis of the interlinkages and their intensities is conducted. Initially, an extensive literature review is conducted, in which the interlinkages are analyzed based on their impacts on all aspects of the marine environment. Then, the intensity of each interlinkage is qualitative assessed, and the results are quantified by a proposed heuristic algorithm. Moreover, a series of analysis of the classification is following, from different perspectives and through diagrams. Finally, including a comparable analysis between similar analysis of the Nexus in the terrestrial environment conducted by Laspidou et al. (2019) and the present study is performed.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 Σκοπός της Εργασίας.....	6
1.2 Nexus	6
1.3 Marine Nexus	8
1.4 Ευρωπαϊκή Θαλάσσια Πολιτική	9
1.4.1 Ολοκληρωμένη Θαλάσσια Πολιτική.....	9
1.4.2 Γαλάζια Ανάπτυξη	11
1.4.3 Η θαλάσσια Λεκάνη της Μεσογείου	13
2. ΟΙ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΟΥ MARINE NEXUS	15
2.1 Καθορισμός.....	15
2.2 Σχηματισμός των διασυνδέσεων	16
2.3 Οι διασυνδέσεις.....	16
2.3.1 Θαλασσινό νερό προς Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης.....	16
2.3.2 Θαλασσινό νερό προς Ενέργεια	17
2.3.3 Θαλασσινό νερό προς Τροφή	18
2.3.4 Θαλασσινό νερό προς Κλίμα	18
2.3.5 Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης προς Θαλασσινό νερό.....	19
2.3.6 Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης προς Ενέργεια	19
2.3.7 Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης προς Τροφή.....	20
2.3.8 Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης προς Κλίμα	21
2.3.9 Ενέργεια προς Θαλασσινό νερό	21
2.3.10 Ενέργεια προς Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης	23
2.3.11 Ενέργεια προς Τροφή	24

2.3.12 Ενέργεια προς Κλίμα.....	26
2.3.13 Τροφή προς Θαλασσινό νερό.....	26
2.3.14 Τροφή προς Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης.....	27
2.3.15 Τροφή προς Ενέργεια.....	27
2.3.16 Τροφή προς Κλίμα.....	28
2.3.17 Κλίμα προς Θαλασσινό νερό.....	28
2.3.18 Κλίμα προς Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης.....	29
2.3.19 Κλίμα προς Ενέργεια.....	31
2.3.20 Κλίμα προς Τροφή.....	31
2.4 Συγκεντρωτικός Πίνακας των Διασυνδέσεων.....	33
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....	36
3.1 Οι διασυνδέσεις του Marine Nexus.....	36
3.1.1 Άμεσες.....	36
3.1.2 Έμμεσες.....	37
3.2 Ποιοτική Ανάλυση.....	39
3.3 Ποσοτική Ανάλυση.....	41
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	44
5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	55
5.1 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων.....	55
5.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Nexus – Marine Nexus.....	56
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	61

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της Εργασίας

Ο ανταγωνισμός που παρατηρείται στο θαλάσσιο χώρο, για την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας και τουρισμού, έχει αναδείξει την ανάγκη συνεκτικότερης διαχείρισης του. Για τον σκοπό αυτό, ο θαλάσσιος χωροταξικός σχεδιασμός αναπτύσσεται σε διατομεακό επίπεδο, ώστε οι ανθρώπινες δραστηριότητες στη θάλασσα να διεξάγονται με αποτελεσματικό, ασφαλή και βιώσιμο τρόπο.

Με στόχο την ανάπτυξη αυτή, στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, προσεγγίζεται μια μέθοδος που αφορά την ολοκληρωμένη διαχείριση του θαλάσσιου χώρου. Στο πλαίσιο της μελέτης των διασυνδέσεων του Nexus πραγματοποιείται εμβάθυνση στις μεταβλητές του, αλλά με μια προσπάθεια συσχέτισης αυτών χωρικά στο θαλάσσιο περιβάλλον. Οι υπό μελέτη μεταβλητές συσχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του θαλασσινού νερού, τις χρήσεις στο θαλάσσιο χώρο, τη παραγωγή της ενέργειας και τη συσχέτιση του με το θαλάσσιο περιβάλλον, την παραγωγή τροφής από τη θάλασσα και την κλιματική αλλαγή. Επιπλέον, για την μελέτη περίπτωσης της Ελλάδας γίνεται μια προσπάθεια ποσοτικοποίησης των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των μεταβλητών αυτών.

Στόχος είναι από τον προσδιορισμό των αλληλεξαρτήσεων, να προκύψουν δεδομένα σε σχέση με τους θαλάσσιους τομείς στους οποίους θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία, στο πλαίσιο της ανάπτυξης θαλάσσιας χωροταξικής πολιτικής. Πιο συγκεκριμένα, να γίνουν εμφανή τα ευαίσθητα σημεία, αυτά που είναι δύσκολα διαχειρίσιμα, αλλά και οι τομείς του θαλάσσιου χώρου που επιδρούν περισσότερο και λιγότερο στο υπόλοιπο περιβάλλον.

1.2 Nexus

Στο πλαίσιο της προσέγγισης που αναπτύχθηκε στο ερευνητικό έργο *Horizon 2020 SIM4NEXUS*, εξετάζεται το πολύπλοκο δίκτυο των διασυνδέσεων πέντε στοιχείων τα οποία ορίζουν το Nexus και είναι το Νερό, οι Χρήσεις Γης, η Τροφή, η Ενέργεια και το Κλίμα. Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη παρουσίαση που προσδιορίζει το εύρος της ανάλυσης για κάθε στοιχείο του Nexus,

όπως αυτά διατυπώθηκαν στο πλαίσιο της επιστημονικής καταγραφής του παραπάνω ερευνητικού έργου.

Ως νερό ορίζεται:

1. Το σύστημα ύδρευσης, ο υδρολογικός κύκλος, το υδάτινο οικοσύστημα, με τα χαρακτηριστικά του, η στάθμη των υδάτων, η μορφολογία του υδάτινου σώματος, οι βροχοπτώσεις και η εξατμισοδιαπνοή, η χημική και οικολογική ποιότητα των υδάτων, η υδάτινη βιοποικιλότητα.
2. Ο φυσικός πόρος, η χρήση νερού για κάθε είδους ανθρώπινες ανάγκες, οι απορρίψεις, η απόσυρση και η κατανάλωση, το αποτύπωμα του νερού. Η ποσότητα και η ποιότητα του νερού επηρεάζονται από την ανθρώπινη χρήση.
3. Το νερό ως γεωγραφικό στοιχείο, γραμμικό (κανάλια και ποτάμια) και επιφάνειες/περιοχές που συνδέονται, χρησιμοποιούνται για μεταφορές και προσφέρουν χώρο για δραστηριότητες.

Ως χρήσεις γης ορίζονται:

1. Το σύστημα εδάφους και υπεδάφους με τους κύκλους των θρεπτικών ουσιών και της οργανικής ύλης, οι οικότοποι για είδη, τα χερσαία οικοσυστήματα με τα χαρακτηριστικά τους π.χ. τύπος εδάφους, κλίση, βιοποικιλότητα.
2. Ένας φυσικός πόρος, η χρήση γης, με ποσότητα και ποιότητα/ένταση, αποτύπωμα γης. Οι εκτάσεις και το έδαφος επηρεάζονται από την ανθρώπινη χρήση, είτε με σκοπό τη διαχείριση της γης, τη γεωργία, είτε λόγω διάβρωσης και υποβάθμισης.
3. Η γη ως γεωγραφικό στοιχείο είναι ο «χώρος» για διαβίωση, δράση και μεταφορά π.χ. αστικοποίηση, βιομηχανικές περιοχές, οδοί, χωροταξικός σχεδιασμός.

Ως τροφή ορίζεται:

Εξ ορισμού ένας κοινωνικοοικονομικός τομέας, που στοχεύει 1) στην παραγωγή τροφίμων, την πρωτογενή (γεωργία) και τη δευτερογενή (βιομηχανική επεξεργασία τροφίμων), και 2) στην κατανάλωση τροφίμων, και οι οποίες συνδέονται μέσω των αλυσίδων εφοδιασμού, του εμπορίου, των αγορών, των τιμών και της αστάθειας των τιμών.

Ως ενέργεια ορίζεται:

Εξ ορισμού ένας κοινωνικοοικονομικός τομέας, που στοχεύει 1) στην παραγωγή ενέργειας, πρωτογενή και εξορυκτική, δευτερογενής π.χ. άνθρακα σε ηλεκτρική ενέργεια και 2) στην

κατανάλωση ενέργειας, τα οποία συνδέονται μέσω της μετατροπής ενέργειας από τη μία μορφή στην άλλη, της αλυσίδας εφοδιασμού και των δικτύων, του εμπορίου, των αγορών και των τιμών.

Ως κλίμα ορίζεται:

Το μακροπρόθεσμο πρότυπο των καιρικών συνθηκών. Υπάρχει το πραγματικό κλίμα και αλλαγή του κλίματος, η οποία είναι η μεταβολή των μακροπρόθεσμων καιρικών συνθηκών. Το κλίμα μπορεί επίσης να θεωρηθεί ποσοτικά ως "πόρος" εάν θεωρηθεί ως η ποσότητα του CO₂. Η αλλαγή του κλίματος επηρεάζεται από τη μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα.

Το Nexus προσεγγίζεται ως ένα σύστημα συζευγμένων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των 5 αυτών στοιχείων. Καθορίζεται ότι μια διασύνδεση μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση, ανάλογα με το γεγονός αν μια αλλαγή σε μια συνιστώσα του Nexus έχει προκαλέσει αλλαγή σε μια άλλη απευθείας ή μέσω μιας τρίτης συνιστώσας ή μέσω περισσότερων.

Το Nexus αποσκοπεί στην κατανόηση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ αυτών των πέντε στοιχείων του περιβάλλοντος στοχεύοντας στην ενθάρρυνση διεπιστημονικών λύσεων ενισχύοντας την μεταξύ τους συνεργασία. Ο κάθε τομέας των πέντε υπό μελέτη στοιχείων θα πρέπει να ενεργεί υπό την προοπτική της αλληλοσύνδεσης προκειμένου να γίνονται αντιληπτές όλες οι επιπτώσεις των άμεσων και έμμεσων διασυνδέσεων.

1.3 Marine Nexus

Το Marine Nexus είναι μια προσέγγιση που βασίζεται στις αρχές του Nexus, μέσω του οποίου μελετάται το θαλάσσιο περιβάλλον και με ποιον τρόπο οι μεταβλητές του Νερού, των Χρήσεων γης, της Ενέργειας, της Τροφής και του Κλίματος μπορούν να αναπτυχθούν και να αλληλοεπιδράσουν σε αυτό. Το θαλάσσιο και ωκεάνιο περιβάλλον αποτελεί σημαντικό φορέα κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης για τη Ευρώπη, καθώς ενισχύει πολλές οικονομικές δραστηριότητες, όπως το διεθνές και ευρωπαϊκό εμπόριο, ενώ και οι παράκτιες κοινότητες και οι λιμένες υπήρξαν παραδοσιακά κέντρα νέων ιδεών και καινοτομίας. Την τελευταία δεκαετία, έχει σημειωθεί ραγδαία τεχνολογική πρόοδος ως προς την ανάπτυξη δραστηριοτήτων στην ανοικτή θάλασσα, σε ολοένα και πιο βαθιά ύδατα, ενώ λόγω του πεπερασμένου των πόρων της γης και του γλυκού νερού έχει δημιουργηθεί η ανάγκη εξέτασης του θαλάσσιου χώρου ως προς την προσφορά αγαθών πρώτης ανάγκης για τον άνθρωπο, όπως είναι τα τρόφιμα και η ενέργεια, με πιο βιώσιμο τρόπο. Επιπλέον, η ανάγκη να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είχε

ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη εγκαταστάσεων ανοικτής θαλάσσης για την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά προσέφερε ταυτόχρονα και ώθηση για την εξοικονόμηση ενέργειας και έναν επιπλέον λόγο για να προωθηθούν οι θαλάσσιες μεταφορές. Με γνώμονα τους παραπάνω παράγοντες, φαίνεται πως τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση για πλήρη εκμετάλλευση του θαλάσσιου πόρου. Στα πλαίσια αυτών των διαδικασιών εξελίσσεται το Marine Nexus, το οποίο προσπαθεί σε επίπεδο περιβαλλοντικών επιπτώσεων να προσδιορίσει τις επιδράσεις μεταξύ των συνιστωσών του, σε ένα περιβάλλον που εξελίσσεται συνεχώς κάτω από την επίδραση της κλιματικής αλλαγής.

1.4 Ευρωπαϊκή Θαλάσσια Πολιτική

1.4.1 Ολοκληρωμένη Θαλάσσια Πολιτική

Η Ολοκληρωμένη Θαλάσσια Πολιτική (ΟΘΠ) είναι μια ολιστική προσέγγιση όλων των πολιτικών της ΕΕ που αφορούν τη θάλασσα. Βάσει της ιδέας ότι η Ένωση, συντονίζοντας τις πολιτικές της, μπορεί να αποκομίσει περισσότερα οφέλη από τις θάλασσες και τους ωκεανούς με μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον, η ΟΘΠ καλύπτει διάφορους τομείς όπως η αλιεία και η υδατοκαλλιέργεια, η ναυτιλία και οι θαλάσσιοι λιμένες, το θαλάσσιο περιβάλλον, η θαλάσσια έρευνα, η υπεράκτια παραγωγή ενέργειας, η ναυπηγική βιομηχανία και οι κλάδοι της βιομηχανίας που σχετίζονται με τη θάλασσα, η θαλάσσια επιτήρηση, ο θαλάσσιος και ο παράκτιος τουρισμός, η απασχόληση, η ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών, καθώς και οι εξωτερικές σχέσεις στις θαλάσσιες υποθέσεις (<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/121/>).

Στόχοι

Η ΟΘΠ αποτελεί ένα πλαίσιο για τη διευκόλυνση της ανάπτυξης και του συντονισμού ποικίλων και μερικές φορές αντικρουόμενων δραστηριοτήτων στη θάλασσα, με σκοπό:

- τη μεγιστοποίηση της αειφόρου χρήσης των ωκεανών και των θαλασσών, προκειμένου να καταστεί δυνατή η ανάπτυξη των θαλάσσιων περιφερειών και των παράκτιων περιοχών όσον αφορά:

- τη ναυτιλία: με στόχο τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των θαλάσσιων μεταφορών στην Ευρώπη και εξασφάλιση της μακροπρόθεσμης ανταγωνιστικότητάς της, μέσω της δημιουργίας ενός ευρωπαϊκού χώρου θαλάσσιων μεταφορών χωρίς σύνορα, και μιας στρατηγικής θαλάσσιων μεταφορών για την περίοδο 2008-2018,
 - τους θαλάσσιους λιμένες: με την έκδοση κατευθυντήριων γραμμών για την εφαρμογή περιβαλλοντικής νομοθεσίας που αφορά τους λιμένες, και υποβολή πρότασης για μια νέα πολιτική για τους λιμένες,
 - τη ναυπηγική βιομηχανία: με στόχο την προώθηση της τεχνολογικής καινοτομίας και ενός ευρωπαϊκού δικτύου θαλάσσιων πολυτομεακών συνεργατικών σχηματισμών,
 - τις θέσεις εργασίας στη θάλασσα: με την ενίσχυση επαγγελματικών προσόντων με σκοπό την προσφορά καλύτερων προοπτικών σταδιοδρομίας στον τομέα,
 - το περιβάλλον: με τη μείωση των επιπτώσεων και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή στις παράκτιες ζώνες, καθώς και μείωση της ρύπανσης και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία,
 - τη διαχείριση της αλιείας: εξάλειψη των απορρίψεων, των καταστροφικών αλιευτικών πρακτικών (π.χ. η αλιεία με τράτες βυθού σε ευαίσθητους τομείς) και της παράνομης, λαθραίας και άναρχης αλιείας, καθώς και προώθηση περιβαλλοντικά ασφαλούς υδατοκαλλιέργειας
- τη δόμηση μιας βάσης γνώσεων και καινοτομίας για τη θαλάσσια πολιτική, μέσω:
- μιας ολοκληρωμένης ευρωπαϊκής στρατηγικής για τη θαλάσσια και τη ναυτιλιακή έρευνα (οδηγία πλαίσιο για τη θαλάσσια στρατηγική (2008/56/EK)). Το έβδομο πρόγραμμα πλαίσιο για την έρευνα συνέβαλε στην εφαρμογή της μέσω καινοτομίας που προέκυψε από την έρευνα για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στις θαλάσσιες υποθέσεις (2007-2013),
 - κοινών, διατομεακών προσκλήσεων υποβολής προτάσεων και ευκαιριών για καινοτομία στη γαλάζια οικονομία στο πλαίσιο του «Ορίζοντα 2020», του προγράμματος πλαισίου για την έρευνα και την τεχνολογική ανάπτυξη (2014-2020),
 - της υποστήριξης της έρευνας για την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της στις ναυτιλιακές δραστηριότητες, το περιβάλλον, τις παράκτιες ζώνες και τα νησιά,

- μιας ευρωπαϊκής εταιρικής σχέσης για τη θαλάσσια επιστήμη με στόχο τη θέσπιση ενός διαλόγου μεταξύ της επιστημονικής κοινότητας, της βιομηχανίας και των φορέων χάραξης πολιτικής
- τη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις παράκτιες περιοχές, με:
 - την ενθάρρυνση του παράκτιου και του θαλάσσιου τουρισμού,
 - την προετοιμασία μιας βάσης δεδομένων που αφορά την κοινοτική χρηματοδότηση για τα θαλάσσια προγράμματα και τις παράκτιες περιφέρειες,
 - τη δημιουργία μιας κοινοτικής στρατηγικής για την πρόληψη των καταστροφών,
 - την ανάπτυξη του θαλάσσιου δυναμικού των εξόχως απόκεντρων περιοχών και των νησιών της ΕΕ
- την ενίσχυση του ηγετικού ρόλου της ΕΕ στον διεθνή θαλάσσιο τομέα, μέσω:
 - της συνεργασίας στις θαλάσσιες υποθέσεις στο πλαίσιο της πολιτικής για τη διεύρυνση και της ευρωπαϊκής πολιτικής γειτονίας καθώς και στο πλαίσιο της Βόρειας Διάστασης, με σκοπό την κάλυψη θεμάτων θαλάσσιας πολιτικής και διαχείρισης κοινών θαλασσών,
 - της προώθησης της Θαλάσσιας Πολιτικής της ΕΕ μέσα από διαρθρωμένο διάλογο με τους βασικούς εταίρους
- τη βελτίωση της προβολής της θαλάσσιας Ευρώπης, μέσω:
 - της δρομολόγησης του Ευρωπαϊκού Άτλαντα των Θαλασσών, ως μέσου ανάδειξης της κοινής ευρωπαϊκής κληρονομιάς στη θάλασσα,
 - του ετήσιου εορτασμού της Ευρωπαϊκής Ημέρας για τη Θάλασσα, στις 20 Μαΐου κάθε χρόνο
- τη δημιουργία εσωτερικών συντονιστικών δομών για τις θαλάσσιες υποθέσεις και τον καθορισμό των ευθυνών και αρμοδιοτήτων των παράκτιων περιοχών.

1.4.2 Γαλάζια Ανάπτυξη

Η Γαλάζια Ανάπτυξη είναι η μακροπρόθεσμη στρατηγική για τη στήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης του θαλάσσιου και ναυτιλιακού τομέα. Η στρατηγική αυτή αναγνωρίζει ότι οι θάλασσες και οι

ωκεανοί είναι μοχλοί της ευρωπαϊκής οικονομίας, με μεγάλο δυναμικό για καινοτομία και ανάπτυξη. Αποτελεί τη συμβολή της Ολοκληρωμένης Θαλάσσιας Πολιτικής στην επίτευξη των στόχων της στρατηγικής "Ευρώπη 2020" για έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη.

Η "γαλάζια" οικονομία αντιπροσωπεύει 5,4 εκατομμύρια θέσεις εργασίας και ακαθάριστη προστιθέμενη αξία σχεδόν 500 δισ. ετησίως. Υπάρχει, όμως, δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης σε ορισμένους τομείς που επισημαίνονται στο πλαίσιο αυτής της στρατηγικής (https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth_el).

Η στρατηγική "Γαλάζια Ανάπτυξη" αποτελείται από τρεις βασικούς άξονες:

1. Συγκεκριμένα μέτρα ολοκληρωμένης θαλάσσιας πολιτικής
 - γνώσεις για τη θάλασσα: βελτίωση της πρόσβασης σε πληροφορίες για τη θάλασσα
 - θαλάσσιος χωροταξικός σχεδιασμός: αποτελεσματική και βιώσιμη διαχείριση των θαλάσσιων δραστηριοτήτων
 - ολοκληρωμένη θαλάσσια επιτήρηση: παροχή στις αρχές μιας καλύτερης εικόνας για το τι συμβαίνει στη θάλασσα.
2. Στρατηγικές για τις θαλάσσιες λεκάνες με στόχο να διασφαλιστεί ο πλέον κατάλληλος συνδυασμός μέτρων προώθησης της βιώσιμης ανάπτυξης, τα οποία λαμβάνουν υπόψη τοπικούς κλιματικούς, ωκεανογραφικούς, οικονομικούς, πολιτιστικούς και κοινωνικούς παράγοντες:
 - Αδριατική και Ιόνιο Πέλαγος
 - Αρκτικός Ωκεανός
 - Ατλαντικός Ωκεανός
 - Βαλτική Θάλασσα
 - Εύξεινος Πόντος
 - Μεσόγειος Θάλασσα
 - Βόρεια Θάλασσα
3. Στοχευμένη προσέγγιση για συγκεκριμένες δραστηριότητες:
 - Υδατοκαλλιέργεια
 - Παράκτιος τουρισμός
 - Θαλάσσια βιοτεχνολογία
 - Ωκεάνια ενέργεια

- Εκμετάλλευση κοιτασμάτων του θαλάσσιου βυθού

1.4.3 Η θαλάσσια Λεκάνη της Μεσογείου

Παρόλο που περισσότερες από 20 χώρες περιβάλλονται από τη Μεσόγειο Θάλασσα, μεγάλο μέρος της βρίσκεται εκτός εθνικής δικαιοδοσίας. Συνεπώς, απαιτείται συνεργασία για:

- τη διαχείριση των θαλάσσιων δραστηριοτήτων,
- την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της θαλάσσιας κληρονομιάς,
- την πρόληψη και την καταπολέμηση της ρύπανσης,
- τη βελτίωση της ασφάλειας στη θάλασσα,
- την προώθηση της γαλάζιας ανάπτυξης και της απασχόλησης.

Στην περιοχή της Μεσογείου, η ολοκληρωμένη θαλάσσια πολιτική στοχεύει στη βελτίωση της συνεργασίας και της διακυβέρνησης, καθώς και στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης μέσω:

- ομάδων εργασίας για την ολοκληρωμένη θαλάσσια πολιτική στη Μεσόγειο, στις οποίες εκπροσωπούνται όλες οι χώρες της Μεσογείου και οι περιφερειακές οργανώσεις, που συνεδριάζουν σε ετήσια βάση.
- της τριμερούς συνεργασίας μεταξύ της Γενικής Διεύθυνσης Θαλάσσιας Πολιτικής και Αλιείας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων και του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού - για την ανάπτυξη των θαλάσσιων τομέων στη Μεσόγειο, κυρίως στις νότιες χώρες εταίρους της ΕΕ. Στη βάση αυτής της συνεργασίας και σε συνέχεια του 12ου συνεδρίου FEMIP, τα τρία αυτά μέρη συνεργάζονται με τη γραμματεία της Ένωσης για τη Μεσόγειο και τις ενδιαφερόμενες χώρες για βασικά θέματα, όπως:
 - την ανάπτυξη θαλάσσιων συνεργατικών σχηματισμών
 - την προώθηση ενός δικτύου ιδρυμάτων και ακαδημιών ναυτικής εκπαίδευσης
 - την ανάπτυξη ενός εικονικού κέντρου γνώσεων για τη θαλάσσια και ναυτιλιακή πολιτική στη Μεσόγειο.
- του σχεδίου για την ολοκληρωμένη θαλάσσια πολιτική στη Μεσόγειο - το οποίο χρηματοδοτούν οι χώρες του Νότου στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πολιτικής Γειτονίας, και στοχεύει να βοηθήσει αυτές τις χώρες να αναπτύξουν ολοκληρωμένες στρατηγικές για θαλάσσια και ναυτιλιακά θέματα.

- της ανάπτυξης υποπεριφερειακών στρατηγικών για την αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων και την αντιμετώπιση των αδυναμιών συγκεκριμένων θαλάσσιων περιοχών, π.χ. η νέα στρατηγική της ΕΕ για την περιοχή της Αδριατικής Θάλασσας και του Ιονίου Πελάγους και το σχέδιο δράσης της.
- του ετησίου Μεσογειακού Φόρουμ για τις Υπηρεσίες Ακτοφυλακής – ένα εθελοντικό, ανεξάρτητο και μη πολιτικό φόρουμ στο οποίο συμμετέχουν εκπρόσωποι διοικητικών αρχών, οργανισμών και φορέων αρμόδιων για τις υπηρεσίες ακτοφυλακής σε όλες τις χώρες της Μεσογείου. Το φόρουμ χρηματοδοτείται από τη Γενική Διεύθυνση Θαλάσσιας Πολιτικής και Αλιείας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.
- προσπαθειών για την ανάπτυξη του Εικονικού Κέντρου Γνώσεων για θαλάσσια και ναυτιλιακά θέματα στη Μεσόγειο, με στόχο τη συγκέντρωση και την ανταλλαγή γενικών, τεχνικών και τομεακών πληροφοριών. Το κέντρο αυτό θα συμβάλει στη βελτίωση των συνεργειών μεταξύ των πρωτοβουλιών και των προγραμμάτων, στη διευκόλυνση του συντονισμού και της συνεργασίας, στην προώθηση των επενδύσεων και της καινοτομίας, και στην ενίσχυση των θαλάσσιων επιχειρήσεων.

Τα χρηματοδοτούμενα από την ΕΕ σχέδια για τη θάλασσα και τη ναυτιλία εμπίπτουν σε διάφορους τομείς πολιτικής. Μερικά από αυτά είναι:

- η ανάπτυξη δικτύου προστατευμένων θαλάσσιων και παράκτιων περιοχών της Μεσογείου
- η ενίσχυση της συνεργασίας για την ασφάλεια στη θάλασσα και την πρόληψη της ρύπανσης
- η στήριξη της ολοκληρωμένης Θαλάσσιας Πολιτικής για τη Μεσόγειο
- η συνεργασία θαλάσσιων περιοχών για τη Μεσόγειο
- ο θαλάσσιος χωροταξικός σχεδιασμός Αδριατικής και Ιονίου
- η θαλάσσια περιβαλλοντική έρευνα με γνώμονα την πολιτική για τις θάλασσες της Νότιας Ευρώπης

(https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/sea_basins/mediterranean_sea_da?2nd-language=el)

2. ΟΙ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΟΥ MARINE NEXUS

2.1 Καθορισμός

Στο πλαίσιο της προσέγγισης αυτής, εξετάζεται το πολύπλοκο δίκτυο των διασυνδέσεων του Marine Nexus, το οποίο περιλαμβάνει ως στοιχεία το θαλασσινό νερό, τις χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης, την τροφή, την ενέργεια και το κλίμα στοιχεία που το καθένα από αυτά περιλαμβάνει διαφορετικές πτυχές σε σχέση με τις αλληλεπιδράσεις που εξετάζονται. Ο καθορισμός των πέντε μεταβλητών του Marine Nexus αποκαλύπτει τις βασικές πτυχές που λαμβάνονται υπόψη στην μετέπειτα ανάλυση και καθορίζει το πλαίσιο στο οποίο αυτή αναπτύσσεται.

- Ως θαλασσινό νερό ορίζεται:

Η σύσταση του θαλασσινού νερού, τα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά, η οικολογική του ποιότητα, η στάθμη των θαλάσσιων υδάτων, το μέσο στη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής και του υδρολογικού κύκλου, η μορφολογία του πυθμένα, ο τύπος του πυθμένα, η κλίση, η επιφάνεια που χρησιμοποιείται για μεταφορές και προσφέρει χώρο για δραστηριότητες, ως το μέσο ανάπτυξης όλων των υπόλοιπων συνιστωσών.

- Ως χρήσεις στη θαλάσσια έκταση ορίζεται:

Η θαλάσσια έκταση ως χώρος ανάπτυξης δραστηριοτήτων, εμπορικών ροών και οι υπό προστασία θαλάσσιες περιοχές.

- Ως ενέργεια ορίζεται:

Η παραγωγή ενέργειας σε θαλάσσια περιοχή, η εξόρυξη υδρογονανθράκων σε θαλάσσια έκταση, οι εγκαταστάσεις και οι υποδομές για τη λειτουργία των μονάδων παραγωγής ενέργειας, η κατανάλωση ενέργειας στο θαλάσσιο χώρο.

- Ως τροφή ορίζεται:

Η παραγωγή και συλλογή τροφής στη θαλάσσια έκταση, η βιοποικιλότητα.

- Ως κλίμα ορίζεται:

Η μεταβολή των μακροπρόθεσμων καιρικών συνθηκών, η αύξηση ή μείωση των συγκεντρώσεων CO₂ στην ατμόσφαιρα, το κυματικό και αιολικό δυναμικό.

2.2 Σχηματισμός των διασυνδέσεων

Το κλίμα, το θαλασσινό νερό, η ενέργεια, η τροφή και οι χρήσεις στη θαλάσσια έκταση, ορίζονται στην παρούσα ανάλυση ως οι πέντε συνιστώσες ή μεταβλητές του Marine Nexus αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσω πολυάριθμων διασυνδέσεων. Μια άμεση διασύνδεση μεταξύ δύο συνιστωσών θεωρείται η μεταβολή της κατάστασης της μιας που προκαλείται από τη μεταβολή στην κατάσταση μιας άλλης, υποθέτοντας ότι οι υπόλοιπες συνιστώσες δεν παρεμβαίνουν σε αυτόν το δεσμό των δύο πρώτων. Το σύνολο των αλλαγών που προκλήθηκαν σε μια συνιστώσα λόγω των μεταβολών σε κάποια άλλη μέχρι την άμεση διασύνδεση που υποδηλώνεται με δύο γράμματα, η πρώτη αναφέρεται στο στοιχείο του Marine Nexus, του οποίου η αλλαγή επηρεάζει τη μεταβολή της δεύτερης συνιστώσας, που υποδηλώνεται με το δεύτερο γράμμα. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι κάθε διασύνδεση είναι μοναδική και έχει μια αντίθετη κατεύθυνση που χαρακτηρίζεται από διαφορετικά στοιχεία δεσμού. Όλες οι άμεσες διασυνδέσεις περιγράφονται λεπτομερώς στο συγκεκριμένο κεφάλαιο. Η περιγραφή των διασυνδέσεων είναι αποτέλεσμα μιας βιβλιογραφικής διαδικασίας. Η πορεία καθορισμού των διασυνδέσεων πραγματοποιείται μέσω αναλύσεων και ανασκοπήσεων, ώστε να διασφαλιστεί ότι περιλαμβάνονται όλες οι πτυχές.

2.3 Οι διασυνδέσεις

2.3.1 Θαλασσινό νερό προς Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης

Η διασύνδεση ανάμεσα στο θαλασσινό νερό και τις χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης είναι πάρα πολύ ισχυρή, καθώς τα φυσικοχημικά συστατικά του νερού και η γεωμορφολογία του ευρύτερου υδάτινου περιβάλλοντος καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο δύναται να αξιοποιηθεί η έκταση. Ακόμη, ο ρυθμός ανανέωσης των θαλάσσιων μαζών είναι μια παράμετρος που χαρακτηρίζει τα θαλάσσια περιβάλλοντα, αφού είναι ένα μέσο αξιολόγησης των χαρακτηριστικών των θαλάσσιων ρευμάτων. Οποιαδήποτε κοινωνικο-οικονομική ανάγκη θαλάσσιας ανάπτυξης, έχει ως πρωταρχική μέριμνα την μελέτη της ποιότητας των υδάτων στη συγκεκριμένη περιοχή, ώστε να γίνει μία πρώτη αξιολόγηση των συνθηκών για την επιλογή και εφαρμογή της κατάλληλης χρήσης.

Στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των υδάτων περιλαμβάνεται η θερμοκρασία τους, η αλατότητα και το τροφικό καθεστώς τους το οποίο επικρατεί. Για παράδειγμα, για την ανάπτυξη

ιχθυοκαλλιέργειών, κατάλληλη περιοχή ορίζεται εκείνη της οποίας η αλατότητά της δεν υποδεικνύει άμεση επίδραση γλυκών νερών. Επιπλέον, εκεί όπου ο όγκος των θαλάσσιων μαζών είναι μεγάλος, προκειμένου να μην επηρεάζεται από τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας (χειμερινές θερμοκρασίες πάνω από 13 βαθμούς Κελσίου) και όπου το τροφικό καθεστώς είναι ολιγοτροφικό - μεσοτροφικό για να υπάρχει μικρή πιθανότητα εμφάνισης πληθυσμιακών εκρήξεων πλαγκτονικών ειδών. Στην περίπτωση της ανάπτυξης μυδοκαλλιέργειας σημαντικό ρόλο κατέχει η ανανέωση των θαλάσσιων μαζών να γίνεται με ρυθμό της τάξης των ημερών, καθώς και τα ρεύματα να μην είναι τόσο ισχυρά ώστε να εμποδίζουν τη λειτουργία της καλλιέργειας. (Yokoyama, 2003).

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό του θαλασσινού νερού και της θάλασσας γενικότερα που επιδρά σε μεγάλο βαθμό στις διάφορες χρήσεις είναι τα χαρακτηριστικά των κυματισμών. Αυτά περιλαμβάνουν το ύψος κύματος, την ταχύτητα των κυμάτων και το μήκος κύματος. Στην περίπτωση των υδατοκαλλιέργειών για να μην εμποδίζεται η λειτουργία της υδατοκαλλιεργητικής δραστηριότητας, κατάλληλο κυματικό κλίμα ορίζεται εκείνο που στο σύνολό του παρουσιάζει μικρή συχνότητα κυμάτων με σημαντικό ύψος μεγαλύτερο από 2 μέτρα και μεγάλη συχνότητα νηνεμίας (20-30%). Αντίθετα, στην περίπτωση εκμετάλλευσης του κυματικού δυναμικού, όπως αυτή για την αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας, προτιμώνται οι τοποθεσίες με υψηλά κύματα μεγάλης ταχύτητας (Yokoyama, 2003).

2.3.2 Θαλασσινό νερό προς Ενέργεια

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί έρευνες πάνω στην αξιοποίηση του θαλασσινού νερού για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Η χρήση θαλάσσιου νερού για την παραγωγή βιοαιθανόλης έχει διερευνηθεί παλαιότερα, αλλά οι προηγούμενες μέθοδοι απαιτούσαν δαπανηρή διεργασία αφαλάτωσης υψηλής κατανάλωσης ενέργειας, αφού τα κανονικά στελέχη της ζύμης που χρησιμοποιούνταν στη διαδικασία ήταν ευαίσθητα στο αλάτι. Σε πρόσφατες έρευνες αποκαλύφθηκε ότι θαλάσσια στελέχη είχαν σημαντικά καλύτερη απόδοση όταν χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή της ζύμωσης σε θαλασσινό νερό. Αυτές οι ζυμώσεις χρησιμοποίησαν μόνο θαλασσινό νερό και μελάσα και δεν προστέθηκαν πρόσθετα ορυκτά που να δείχνουν ότι το θαλασσινό νερό έχει την ικανότητα να παρέχει τα απαραίτητα μέταλλα για την ανάπτυξη των κυττάρων και την παραγωγή αιθανόλης (D'Amore, et al., 1989).

2.3.3 Θαλασσινό νερό προς Τροφή

Η επιρροή του θαλασσινού νερού προς τη τροφή γίνεται κυρίως μέσω της συνιστώσας του κλίματος. Η βασική επίδραση αφορά τις μεταβολές που επιφέρει στο νερό η κλιματική αλλαγή και πως αυτό στη συνέχεια επιδρά στους θαλάσσιους οργανισμούς. Στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής συμπεριλαμβάνεται η αύξηση της θερμοκρασίας και η εισαγωγή ξενικών ειδών από πιο νότιες περιοχές λόγω αυτής, η όξυνση των θαλασσών όπου αποτελεί απειλή για την επιβίωση μεγάλου αριθμού θαλασσίων ειδών, κυρίως για εκείνους με ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3), όπως κοράλλια, μαλάκια και φυτοπλαγκτόν (κοκκολιθοφόρα), η απώλεια αζώτου με απονίτρωση με συνέπεια τον κίνδυνο αύξησης περιόδων χαμηλού οξυγόνου με ζωτικές συνέπειες στους οργανισμούς, τις εισροές οργανικής ύλης και ανόργανων ουσιών με συνέπεια επικράτησης ευτροφικού καθεστώτος (Amber, et al., 2008). Κατά τον ευτροφισμό η υπερβολική συγκέντρωση θρεπτικών αλάτων, όπως άλατα φωσφόρου και αζώτου που προέρχονται συχνά ως απορροή από λιπάνσεις που έχουν εφαρμοστεί σε αγρούς, προκαλούν την ταχεία ανάπτυξη των φυκιών και των υδρόβιων φυτών, περιορίζοντας τελικά την ποσότητα του οξυγόνου και το φως που είναι διαθέσιμο σε άλλους οργανισμούς στο οικοσύστημα.

2.3.4 Θαλασσινό νερό προς Κλίμα

Λόγω της σχετικά υψηλής θερμικής ικανότητας (περίπου $4,2 \text{ MJ} / (\text{m}^3 \text{ K})$), τα υδάτινα σώματα επιβραδύνουν τις ακραίες θερμοκρασίες στην περιοχή τους. Αυτές οι θερμοκρασιακές επιδράσεις έχουν παρατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα και πλέον έχουν διαμορφωθεί επαρκώς (Rogelj, et al., 2015). Σε διάφορες μελέτες (Wilson, J.W., 1977, Scott, et al. 1996) επισημαίνεται η αύξηση έως και ο διπλασιασμός των βροχοπτώσεων στο ευρύτερο περιβάλλον των μεγάλων υδάτινων σωμάτων. Κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι, οι επιφάνειες νερού ψύχουν το στρώμα αέρα πάνω από αυτά, το οποίο οδηγεί σε σταθεροποίηση της ατμόσφαιρας και μείωση του αριθμού των καταιγίδων.

2.3.5 Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης προς Θαλασσινό νερό

Οι αλλαγές στις χρήσεις σε θαλάσσιες έκτασης μπορούν να επηρεάσουν το νερό με διάφορους τρόπους σχετικά με την ποσότητα, την ποιότητα και τη μορφολογία του πυθμένα. Χρήσεις έκτασης, όπως η ιχθυοκαλλιέργεια, η παραγωγή ενέργειας, οι θαλάσσιες μεταφορές μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο, είτε ταυτόχρονα, είτε ως μεμονωμένα στο υδάτινο καθεστώς. Ειδικότερα, στα πλαίσια των υδατοκαλλιεργειών, παρατηρούνται μεταβολές στις χημικές παραμέτρους της στήλης του νερού, λόγω της ύπαρξης παραπροϊόντων στη συγκέντρωση θρεπτικών (κυρίως αμμωνιακά και φωσφορικά ιόντα) και στην εναπόθεση ιζήματος.

Η μεταβολή των υδρογραφικών συνθηκών λόγω των έργων ενεργειακού ενδιαφέροντος απαντάται στη μεταβολή του παλιρροιακού καθεστώτος, στη μεταφορά ιζημάτων και γλυκού νερού και στη δράση ρευμάτων ή κυμάτων που έχουν ως συνέπεια αλλαγές στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των υδάτων. (Fortune, et al., 2009)

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται κατά τις θαλάσσιες μεταφορές μπορεί να προκαλέσουν οξίνιση των ωκεανών και να επηρεάσουν αρνητικά τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Δεδομένου του ρόλου του ωκεανού ως απορροφητήρα άνθρακα, τα αυξανόμενα επίπεδα CO₂ από τα πλοία οδηγούν σε αυξημένη απορρόφηση του CO₂ στα επιφανειακά ύδατα του ωκεανού. Καθώς το CO₂ διαλύεται στο θαλασσινό νερό και δρα ως αββαϊκό οξύ, τα ανθρακικά άλατα στον ωκεανό μειώνονται (Currie and Wowk, 2009). Αυτή η χημική διαδικασία είναι γνωστή ως οξίνιση των ωκεανών. Οι επιπτώσεις της οξίνισης των ωκεανών στα θαλάσσια οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα είναι σημαντική (Logan, 2010), βάσει των οποίων οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (ΑΕΘ) από τα πλοία μπορούν να θεωρηθούν ως ένας τύπος θαλάσσιας ρύπανσης.

2.3.6 Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης προς Ενέργεια

Η διασύνδεση αυτή αφορά τις διάφορες χρήσεις έκτασης που μπορούν να αναπτυχθούν στο θαλάσσιο χώρο και το αντίκτυπο που έχουν στον ευρύτερο ενεργειακό τομέα. Η βασική δραστηριότητα σε αυτή την ενότητα είναι οι θαλάσσιες μεταφορές, οι οποίες έχουν μεγάλο ενεργειακό αποτύπωμα. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία αυτών αυξάνεται με το πέρασμα των χρόνων, αφού και το διεθνές εμπόριο και μεταφορές όλο και αναπτύσσονται. Στην αντίθετη όψη, η ανάπτυξη θαλάσσιων αιολικών πάρκων και η αξιοποίηση της κυματικής και

παλιρροιακής ενέργειας δίνει την αίσθηση, για μία προσπάθεια ένταξης του θαλάσσιου πόρου στην παραγωγή ενέργειας, με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

2.3.7 Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης προς Τροφή

Όπως και στην περίπτωση της μεταβλητής του θαλασσινού νερού, έτσι και στην τροφή, οι χρήσεις στις θαλάσσιες έκτασεις έχουν άμεσες επιδράσεις στους βιοτικούς οργανισμούς της θάλασσας και γενικότερα στην βιοποικιλότητα. Δραστηριότητες όπως η αλιεία, η ναυτιλία και οι ιχθυοκαλλιέργειες επηρεάζουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα, τα οποία υποφέρουν από μαζική μείωση της βιοποικιλότητας και τις ανεπανόρθωτες αλλαγές στη λειτουργία τους.

Οι επιπτώσεις από τη ναυσιπλοΐα, λόγω του μεγάλου όγκου των ναυτιλιακών οδών, της μακρόχρονης χρήσης και των ευαίσθητων ενδαιτημάτων ρηχών και βαθέων υδάτων, είναι μεγάλες. Κατά τον τελευταίο μισό αιώνα, η ναυτιλία έχει επεκταθεί σε σημαντικό βαθμό και έχει καταγραφεί αύξηση 77% στον όγκο των εμπορευμάτων που φορτώνονται και εκφορτώνονται στα λιμάνια της Μεσογείου. Είναι λογικό, λοιπόν, να αναμένονται διάφορες επιπτώσεις στη θαλάσσια βιοποικιλότητα να αυξάνονται με ανησυχητικό ρυθμό. Οι επιπτώσεις αυτές οφείλονται κυρίως στις εκπομπές ρύπων, στα αγκυροβόλια και στη μεταφορά ξενικών ειδών. Μια ιδιαίτερη μορφή θαλάσσιας ρύπανσης είναι η ακουστική, ειδικά σε περιοχές βαριάς ναυσιπλοΐας και κατά μήκος των ακτών. Έντονος υποβρύχιος θόρυβος παράγεται σε έρευνες πετρελαίου και φυσικού αερίου (airguns), καθώς και για στρατιωτικούς λόγους (sonar υψηλής ισχύος) ή/και από τα πλοία της γραμμής. Οι πιο ισχυροί θόρυβοι μπορούν να τραυματίσουν άμεσα ζώα γύρω από την πηγή, αφού ο ήχος ταξιδεύει πέντε φορές πιο γρήγορα στο νερό από ό, τι στον αέρα. Δεδομένου ότι η πυκνότητα του νερού μεταδίδει την ακουστική ενέργεια πολύ αποτελεσματικά σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις από ό, τι στον αέρα, οι επιπτώσεις του υποβρύχιου θορύβου μπορεί να εκτείνονται σε πολύ μεγάλο όγκο νερού. (Amber, et al. 2008)

Οι επιπτώσεις από τις ιχθυοκαλλιέργειες αφορούν στην υποβάθμιση των οικοτόπων που σχετίζονται με τη παρουσία λιβαδιών Ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*), κάτω από τα πάγκα εκτροφής ειδών θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας. Για το λόγο αυτό, και σε ότι αφορά τον χωροταξικό σχεδιασμό ανάπτυξης του κλάδου, η ύπαρξη και προστασία των ευαίσθητων και σημαντικών αυτών οικοτόπων είναι σημαντικό να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη. Σε πολλές περιπτώσεις ιχθυοκαλλιεργειών παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της βενθικής βιοποικιλότητας στις περιοχές κάτω από τους ιχθυοκλωβούς. Τα πορίσματα μελετών σε ευρύτερες περιοχές, έδειξαν ότι η

αλλοίωση στη σύνθεση και τα χαρακτηριστικά των μακροβενθικών οργανισμών είναι περιορισμένες. Επίσης, μια αύξηση της αφθονίας και της συνολικής βιομάζας πληθυσμών άγριων ψαριών, αλλά και μεγαλύτερη ποικιλία ειδών αυτής της κατηγορίας οργανισμών, παρατηρήθηκε σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε ζώνες ανάπτυξης υδατοκαλλιέργειών (Apostolaki, et al., 2009).

2.3.8 Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης προς Κλίμα

Πέρα από κάθε άλλη χρήση στο θαλάσσιο χώρο, αυτή που έχει το μεγαλύτερο ενεργειακό αντίκτυπο, είναι αυτή των θαλάσσιων μεταφορών. Μια κλειστή θάλασσα όπως η Μεσόγειος είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στις επιπτώσεις που σχετίζονται με την ναυσιπλοΐα. Κατά τον τελευταίο μισό αιώνα, η ναυτιλία έχει επεκταθεί σε σημαντικό βαθμό, ώσπου να φτάνει 77% αύξηση σε διάρκεια 16 χρόνων. Εκτός αυτού, η Μεσόγειος διασχίζεται ετησίως από 200.000 εμπορικά πλοία. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ένα πλοίο κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του δεν μπορούν να οδηγήσουν σε «επιβλαβείς επιπτώσεις». Παρόλα αυτά, λαμβάνοντας συνολικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία συνολικά, 816 εκατομμύρια τόνοι εκπομπών αερίων θερμοκηπίου εκλύονται ετησίως. Οι εκπομπές αυτές αντιπροσωπεύουν το 2,1% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Smith et al., 2014) και είναι τόσο μεγάλες, που μπορούν να θεωρηθούν ως «σημαντικές».

2.3.9 Ενέργεια προς Θαλασσινό νερό

Οι υπεράκτιες ενεργειακές δραστηριότητες περιλαμβάνουν την εκμετάλλευση υδρογονανθράκων και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η εγκατάσταση και λειτουργία των υποδομών τους επιδρούν στη μεταβλητή του θαλασσινού νερού και συγκεκριμένα στην ποιότητα του, ενώ διαταράσσουν και τη μορφολογία του πυθμένα. Οι επιπτώσεις αυτές, αν και σημαντικές για τα υδάτινα χαρακτηριστικά, είναι μικρού μεγέθους και σημαντικότητας. Εκτός αυτού, τα κατάλληλα μέτρα κατά τη διάρκεια των εργασιών, μειώνουν τον κίνδυνο ρύπανσης.

Κατά την εγκατάσταση υποδομών για την εκμετάλλευση όλων των πηγών ενέργειας, υπάρχει πιθανότητα απελευθέρωσης ρύπων στην υδάτινη στήλη. Το γεγονός αυτό λαμβάνει χώρα κατά

την εκσκαφή του πυθμένα, όπου μπορούν να ελευθερωθούν ρύποι που έχουν απορροφηθεί από τα ιζήματα, απειλώντας την ποιότητα των υδάτων και τους υδρόβιους οργανισμούς.

Κατά τη φάση λειτουργίας των εγκαταστάσεων μπορεί να διοχετευτούν ρύποι στο θαλάσσιο περιβάλλον με δύο τρόπους. Είτε ως τυχαίο γεγονός, δηλαδή ατύχημα, είτε ως φυσική φθορά των κατασκευών. Ατυχήματα μπορεί να προκληθούν από τη σύγκρουση πλοίων τόσο μεταξύ τους, όσο και με τις συσκευές.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Σχετικά με τις ανεμογεννήτριες υπάρχει κίνδυνος διαρροής καυσίμων, λιπαντικών ουσιών αλλά και ψυκτικών μιγμάτων από τα κιβώτια ταχυτήτων και τους μετασχηματιστές τους. Οι τοξικές αυτές ουσίες έχουν επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού και των ιζημάτων. Το μέγεθος των οποίων εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, τη φύση των χημικών ουσιών και την τεχνολογία των εγκαταστάσεων. Κατά τη διάρκεια εγκατάστασης του αιολικού πάρκου παρατηρείται παροδική επαναιώρηση των ιζημάτων και ακολούθως αύξηση της θολότητας του νερού, συνθήκες που μπορούν να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων. Κατά τη λειτουργία του αιολικού πάρκου και με την πάροδο του χρόνου, γύρω από τις κατασκευές αρχίζουν να δημιουργούνται σχηματισμοί που οφείλονται στη μεταβολή της ροής του νερού.

Η εγκατάσταση παλιρροιακών διατάξεων οδηγεί σε αλλαγή στο καθεστώς της ταχύτητας των ρευμάτων γύρω από τις διατάξεις, με συνέπειες την αύξηση της εναπόθεσης ιζήματος και την μεταβολή του υποστρώματος του πυθμένα σε περιοχές κατάντη των κατασκευών. Κατά τη λειτουργία των παλιρροιακών συστημάτων δημιουργούνται στρόβιλοι, που μπορεί να οδηγήσουν επίσης σε εναπόθεση ιζήματος. Η εναπόθεση αυτή, προκαλεί αλλαγές στην υδάτινη στήλη, αλλά και στην ποιότητα του νερού και μπορεί επίσης να προκαλέσει αλλαγές στην τοπική δυναμική του βυθού και των ιζημάτων της περιοχής (Ball, 2002).

Κατά την εγκατάσταση διατάξεων κυματικής ενέργειας, θα επηρεαστεί προσωρινά η ποιότητα του νερού εξαιτίας της αύξησης των αιωρούμενων ιζημάτων και θα δημιουργηθούν εκχλωματώσεις οι οποίες ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες που επικρατούν, μπορεί να επεκταθούν στην ευρύτερη περιοχή (Soerensen *et al*, 2003). Η λειτουργία εγκαταστάσεων κυματικής ενέργειας μπορεί να έχει επιπτώσεις στα θαλάσσια ρεύματα και την υδρογραφία της περιοχής, αφού ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας των κυμάτων συλλέγεται ή ανακλάται. Συγκεκριμένα μειώνουν την ενέργεια των κυμάτων και ενισχύουν την ιζηματοπόθεση. Η μείωση της κυματικής ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολές στα ρεύματα που αναπτύσσονται μακριά από την ακτή, σε μείωση του

πλάτους και της ενέργειας της ζώνης θραύσης των κυμάτων και σε αλλαγές στη διάβρωση και στην εναπόθεση των ιζημάτων κυρίως σε αμμώδεις παραλίες (Harvey et al., 2008).

Υδρογονάνθρακες

Οι υδάτινοι πόροι, τα θαλάσσια ύδατα, μπορούν να επηρεαστούν κατά τις εργασίες της εξόρυξης υδρογονανθράκων, απ' όλες τις φάσεις, την αναζήτηση, την έρευνα και την παραγωγή. Για την υποβάθμιση των υδάτινων πόρων ευθύνονται κυρίως τα στερεά και υγρά απόβλητα τα οποία παράγονται καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης, οποιαδήποτε, εργασίας.

Στη φάση της παραγωγής, οι επιπτώσεις από τις γεωτρήσεις ανάπτυξης και των εργασιών, είναι ποιοτικά παρόμοιες με εκείνες των ερευνητικών γεωτρήσεων. Ωστόσο, επειδή κατά τη φάση της παραγωγής θα γεωτρηθούν πολλά φρεάτια σε κάθε εξεταζόμενη περιοχή, η επιφανειακή έκταση και η σοβαρότητα των επιπτώσεων θα είναι μεγαλύτερες από ό, τι στις ερευνητικές γεωτρήσεις.

Γενικά, επιπτώσεις στο περιβάλλον, κατά τη φάση της εκμετάλλευσης των υδρογονανθράκων, μπορούν να προκληθούν από την εγκατάσταση των μονάδων παραγωγής (μεταβολές στον πυθμένα), το συνεχές θόρυβο και φωτισμό της εξέδρας, τα υγρά και στερεά απόβλητα των γεωτρήσεων και της εξέδρας, την εκπομπή αέριων ρύπων και από την τελική απεγκατάστασή τους (U.S. Environmental Protection Agency, 1998).

2.3.10 Ενέργεια προς Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης

Η παγκόσμια αγορά ενέργειας προσπαθεί να καλύψει συνεχώς την αυξημένη ζήτηση σε θερμότητα και καύσιμα μεταφοράς. Στα πλαίσια αυτής της ανάγκης, τα παγκόσμια ενεργειακά συστήματα έχουν επεκταθεί στην εκμετάλλευση θαλάσσιων εκτάσεων με στόχο την ανάπτυξη πηγών παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμα συστήματα. Ενώ το μερίδιο των πηγών αυτών στο συνολικό μείγμα παραγωγής ενέργειας έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια, η καύση ορυκτών καυσίμων εξακολουθεί να κυριαρχεί και έρευνες για την εύρεση τέτοιων πηγών σε θαλάσσιους χώρους είναι διαρκείς με αποτέλεσμα οι μεταβολές που προκαλούνται εξαιτίας τους να επιδρούν στην λειτουργία των άλλων χρήσεων στο θαλάσσιο χώρο.

Καθ' όλη τη διαδικασία της έρευνας και παραγωγής όλων των πηγών ενέργειας στις συγκεκριμένες περιοχές είναι πιθανό να προκληθούν κοινωνικές και πολιτιστικές αλλαγές ακόμα και οικονομικές συγκρούσεις μεταξύ των διάφορων κλάδων που δραστηριοποιούνται. Επιπτώσεις παρατηρούνται κυρίως στην αλιεία, όπου κατά τη φάση λειτουργίας των

εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ενεργειακών πόρων, απαγορεύεται στη συγκεκριμένη περιοχή, κάθε δραστηριότητα ανεξαρτήτως της διαθεσιμότητας αλιευμάτων. Αντίστοιχα, κατά την εύρεση κοιτασμάτων υδρογονανθράκων σε θαλάσσιες εκτάσεις και κατά τις φάσεις έρευνας και εγκατάστασης γεώτρησης, το θαλάσσιο τοπίο και οι πιθανοί τόποι προστασίας της φύσης και των ειδών αλλοιώνονται.

2.3.11 Ενέργεια προς Τροφή

Ο ενεργειακός τομέας στα πλαίσια του θαλάσσιου περιβάλλοντος προκαλεί επιδράσεις στη βιοποικιλότητα των οργανισμών γύρω από της υποδομές για την εκμετάλλευση των ενεργειακών πόρων. Κυρίως στην ποιότητα του θαλασσινού νερού, στη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα. Οι επιδράσεις αυτές διαχωρίζονται σε αυτές που προκαλούνται από την εκμετάλλευση υδρογονανθράκων και σε αυτές από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Υδρογονάνθρακες

Επιπτώσεις από την έρευνα και παραγωγή υδρογονανθράκων, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, παρουσιάζονται κυρίως στη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα και ενδέχεται να επηρεαστούν άμεσα από τις αλλαγές στο περιβάλλον τους, μέσω διακύμανσης της ποιότητας του νερού, του αέρα και του εδάφους/ιζημάτων, αλλά και μέσω της διαταραχής – όχλησης εξαιτίας του θορύβου, του εξωγενούς φωτός και των αλλαγών στη φυτοκάλυψη. Τέτοιες αλλαγές μπορεί να επηρεάσουν άμεσα την οικολογική κατάσταση της περιοχής και πιο συγκεκριμένα την τροφή των οργανισμών, τις περιοχές αναπαραγωγής και τις μεταναστευτικές οδούς. Η διατάραξη του εδάφους και η απομάκρυνση της βλάστησης, η διάβρωση και μεταφορά ιζημάτων μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην οικολογική ακεραιότητα και ταυτόχρονα να οδηγήσουν σε έμμεσες επιδράσεις στην ισορροπία των θρεπτικών ουσιών και της μικροβιακής δραστηριότητας του εδάφους.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι πληθυσμοί όλων των ιχθύων, μαλακίων και οστρακοδέρμων επηρεάζονται μερικώς κατά τη φάση της εγκατάστασης των παράκτιων έργων. Οι εργασίες κατασκευής διαταράσσουν τους πληθυσμούς των διαφόρων ειδών (αιώρηση ιζημάτων, θόρυβος - δονήσεις), αλλά η επιρροή αυτή είναι μικρής διάρκειας και αναστρέψιμη. Κατά τη φάση λειτουργίας των διαφόρων έργων, η αλιεία στην περιοχή ανάπτυξης των κατασκευών συνήθως απαγορεύεται. Κάτι τέτοιο, σε συνδυασμό με τη χρήση αυτών των υποδομών ως νέα ενδιαιτήματα έχει ως αποτέλεσμα την προσέλκυση ειδών

γύρω από τις κατασκευές παρέχοντας ασφαλέστερους βιότοπους για ορισμένα είδη της περιοχής και αυξάνοντας την αφθονία για κάποια από αυτά. Οι θεμελιώσεις των ανεμογεννητριών λειτουργούν ως νέα τεχνητά ενδιαιτήματα, με αποτέλεσμα να προσελκύουν θαλάσσιους οργανισμούς, αυξάνοντας σε κάποιες περιπτώσεις την αφθονία ορισμένων ειδών (*Linley et al., 2008*).

Κατά τη φάση κατασκευής ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου, η εγκατάσταση των θεμελιώσεων των συσκευών και η τοποθέτηση των υποθαλάσσιων καλωδίων οδηγεί σε διατάραξη του πυθμένα και μεταφορά ιζήματος, με αποτέλεσμα τη τοπική απώλεια ενδιαιτημάτων. Στο ίδιο αποτέλεσμα, οδηγεί ο θόρυβος και οι δονήσεις που παράγονται από τις εργασίες εγκατάστασης. Κατά τη φάση λειτουργίας του πάρκου τα ενδιαιτήματα που είχαν προηγουμένως διαταραχθεί επανακάμπτουν. Επίσης, ο θόρυβος που παράγεται κατά τη λειτουργία των ανεμογεννητριών καθώς και τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι μικρής σημασίας, ενώ οι προσκρούσεις των θαλάσσιων θηλαστικών και των πτηνών στις ανεμογεννήτριες αποτελούν σπάνια γεγονότα (*Evans, 2008*).

Η τοποθέτηση παλιρροιακών εγκαταστάσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον, όπως οι πυλώνες, οι υποθαλάσσιες τουρμπίνες και τα ηλεκτρικά καλώδια, θα οδηγήσει σε διαταραχή του θαλάσσιου βυθού, με τοπική απώλεια ενδιαιτημάτων (*Thrush et al., 2004*). Κατά τη φάση λειτουργίας, ο σχηματισμός στροβίλων, δηλαδή η δημιουργία ταχύτητας γύρω από τις κατασκευές, θα οδηγήσει σε διάβρωση του ιζήματος, γεγονός που μπορεί να διαταράξει τα βενθικά ενδιαιτήματα. Μικρής σημασίας επιδράσεις θα δεχτούν τα διάφορα ευαίσθητα είδη από το θόρυβο, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που παράγονται από τα υποθαλάσσια καλώδια.

Κατά τη φάση εγκατάστασης των συστημάτων κυματικής ενέργειας, οι εργασίες που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή θα διαταράξουν τα διάφορα ενδιαιτήματα και θα οδηγήσουν σε τοπική απώλεια αυτών (*Soerensen et al., 2003*). Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των κυματικών συσκευών τα ενδιαιτήματα που προηγουμένως είχαν διαταραχθεί επανακάμπτουν σταδιακά. Ο υποθαλάσσιος θόρυβος από τους μετατροπείς κυματικής ενέργειας είναι πιθανό να επηρεάσει την κίνηση και τα όργανα επικοινωνίας ορισμένων θαλάσσιων ειδών, αλλά και των πληθυσμών τους (*Soerensen et al, 2003*).

Εκτός από τον υποθαλάσσιο θόρυβο η θερμική ενέργεια, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και το φως δύναται να επηρεάσουν τα θαλάσσια οικυστήματα. Τα συστήματα παλιρροιακής και κυματικής ενέργειας, αλλά και τα αιολικά πάρκα, τόσο κατά την εγκατάσταση, όσο και κατά τη λειτουργία τους, δημιουργούν θορύβους πάνω και κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Σχετικά με τον υποθαλάσσιο θόρυβο από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν προέκυψαν επίπεδα θορύβου 250

dB στο 1 m κατά την διάρκεια των πασσαλομπήξεων (Nedwell et al., 2008). Η εφαρμογή νέων τεχνολογιών θα μειώσει τα επίπεδα του παραγόμενου θορύβου. Με τα κατάλληλα μέτρα, όπως η χρήση ελαστικών συνδέσμων, η ενίσχυση της ηχομόνωσης του κελύφους και του πύργου των ανεμογεννητριών με ηχοαπορροητικές (Hau, 2005) και με την αποφυγή εργασιών σε περιόδους ευαίσθητες για τους θαλάσσιους οργανισμούς, οι επιπτώσεις θα μετριαστούν.

2.3.12 Ενέργεια προς Κλίμα

Η παραγωγή ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας για όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το κλίμα. Ο θαλάσσιος χώρος σε πολλές περιπτώσεις αποτελεί μια τεράστια έκταση αναξιοποίητου περιβάλλοντος ως προς τον τομέα της ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια με την εντατικοποίηση της ενεργειακής κρίσης, τα βλέμματα έχουν στραφεί προς το θαλάσσιο χώρο ως ένα μέσο αξιοποίησης για την παραγωγή ενέργειας. Αυτό αφορά τις ανανεώσιμες πηγές και τις δυνατότητες που μπορεί να δώσει ο θαλάσσιος χώρος στην παραγωγή αιολικής, κυματικής και παλιρροιακής ενέργειας. Οι θαλάσσιες αυτές πηγές πρέπει να αξιοποιηθούν ως αντίβαρο στην κλιματική αλλαγή όντας πόροι μηδενικής εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου. Αντίστοιχα, στη συνεχή αναζήτηση πηγών υδρογονανθράκων, όλο και περισσότερες έρευνες δρομολογούνται για την εύρεση θαλάσσιων κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου.

2.3.13 Τροφή προς Θαλασσινό νερό

Οι θαλάσσιοι έμβιοι οργανισμοί σχετίζονται άμεσα με το θαλασσινό νερό και τα χαρακτηριστικά του. Το νερό είναι ο χώρος στον οποίο ζουν και αναπαράγονται, οπότε οποιαδήποτε μεταβολή στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού επιδρά καθοριστικά στην ποσότητα των οργανισμών, στις μεταναστευτικές τους ροές, στην εξάπλωση των θαλάσσιων πληθυσμών ή στην εξαφάνισή τους. Δραστηριότητες που σχετίζονται με τις μεταβολές της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, όπως η υπερεκμετάλλευση ενός είδους, η απώλεια ενδιαιτημάτων ή η αφαίρεση ενός οργανισμού από το περιβάλλον του ενδέχεται να έχουν μη αναστρέψιμες επιπτώσεις για το ίδιο το περιβάλλον. Οι ενέργειες αυτές επιδρούν στη τροφική αλυσίδα και συνεπώς σχετίζονται

με την αυξομείωση των συστατικών του νερού, όπως τη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων, τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης και του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό.

2.3.14 Τροφή προς Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης

Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΕ η Οικολογική Ποιότητα των Υδάτων είναι η συνολική έκφραση της δομής και λειτουργίας των βιοκοινωνιών. Τα βιολογικά στοιχεία ποιότητας για τα οποία έχουν αναπτυχθεί ποσοτικοί δείκτες είναι το ζωοβένθος και το φυτοβένθος. Επικουρικά χρησιμοποιείται το φυτοπλαγκτόν (εκφρασμένο σε συγκεντρώσεις χλωροφύλλης) και η ιχθυοπανίδα στην περίπτωση των λιμνοθαλασσών. Η υψηλή ποιότητα εξ ορισμού αντανακλά αδιατάρακτες συνθήκες (απουσία ανθρωπογενών πιέσεων και παρουσία υψηλής βιοποικιλότητας), ενώ η χαμηλή αντανακλά παρουσία ανθρωπογενών πιέσεων (πηγές ρύπανσης, απώλεια βιοποικιλότητας), όπως οι απορροές λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων από καλλιεργούμενες γεωργικές εκτάσεις, καθώς και οι αγωγοί ακαθάρτων υδάτων (αστικών, βιομηχανικών). Οι δείκτες αυτοί είναι καθοριστικοί για τον καθορισμό ανάπτυξης οποιασδήποτε χρήσης της θαλάσσιας έκτασης, αφού καθορίζουν μέσω της βιολογικής ποιότητας, αν η περιοχή είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη υδατοκαλλιεργειών, είναι χώρος προστασίας της φύσης ή περιοχή μικρής βιολογικής σημασίας που ευνοεί την ανάπτυξη βιομηχανικών υποδομών.

2.3.15 Τροφή προς Ενέργεια

Σημαντικό ρόλο στη διασύνδεση της τροφής με την ενέργεια παίζουν τα βιοκαύσιμα, τα οποία μπορούν να παραχθούν από καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας. Οι ωκεανοί και οι θάλασσες μπορούν να αποτελέσουν πηγή θαλάσσιας βιομάζας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα για την παραγωγή βιοαιθανόλης, που δεν απαιτεί γλυκό νερό για καλλιέργεια. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη μέσω με βάση το θαλασσινό νερό, μαζί με τη χρήση της μαγιάς στη βιοαιθανόλη, μπορεί να έχει πολύτιμο αντίκτυπο στην υπερνίκηση της ενεργειακής κρίσης. Η θαλάσσια ζύμωση είναι μια προσέγγιση στην οποία παράγονται ενώσεις με προστιθέμενη αξία σε θαλάσσια ύδατα, θαλάσσια βιομάζα και θαλάσσιους μικροοργανισμούς. Με την εφαρμογή της θαλάσσιας ζύμωσης, το θαλασσινό νερό αντικαθιστά το γλυκό νερό για την παραγωγή βιομάζας, την υδρόλυση βιομάζας και την προετοιμασία των μέσων ζύμωσης (Zaky,

et al, 2014). Τα πλεονεκτήματα της χρήσης θαλασσινού νερού στη ζύμωση για παραγωγή βιοαιθανόλης περιλαμβάνουν: α) τα ανόργανα άλατα στο θαλασσινό νερό που θα μειώσουν ενδεχομένως την ανάγκη προσθήκης ορυκτών στα μέσα ζύμωσης, β) την παραγωγή αλατιού ως υποπροϊόντος, γ) την παραγωγή αλατισμένων ζωοτροφών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξάλειψη του κόστους προσθήκης ορυκτών στις ζωοτροφές.

2.3.16 Τροφή προς Κλίμα

Τα συνεχώς αυξανόμενα επίπεδα CO₂ στην ατμόσφαιρα επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση και την ανάπτυξη των υδρόβιων φυτών. Η αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂ έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής φυτοπλαγκτόν στους ωκεανούς και την ενίσχυση της φωτοσύνθεσης και ανάπτυξης αλγών. (*Καλλογιανάκη, 2010*). Η αξιοποίηση της θαλάσσιας βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς είναι υλικό ανεξάντλητο. Ακόμη, θεωρείται καύσιμο αφού το CO₂ που παράγεται κατά την καύση τους, δεσμεύεται και πάλι από τα φυτά με τη φωτοσύνθεση, ενώ συμμετέχει πολλαπλά στο ισοζύγιο του CO₂ δίνοντας τη δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα σε οργανική μορφή (στα φυτά και τους άλλους οργανισμούς) και εξοικονόμησης ισοδύναμου ποσού CO₂.

2.3.17 Κλίμα προς Θαλασσινό νερό

Η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει έντονα τα θαλάσσια ύδατα με διάφορους τρόπους όσον αφορά την ποσότητα και την ποιότητα του νερού. Οι επιπτώσεις διαφέρουν ανάλογα με τον τόπο και την χρονική διάρκεια. Τα προβλήματα που πιθανώς θα δημιουργηθούν στα θαλάσσια ύδατα οφείλονται και σε άλλες συνιστώσες, όπως οι αλλαγές στις χρήσεις που πιθανότατα μεταβληθούν από την αλλαγή του κλίματος. Η κλιματική αλλαγή συνεπάγεται και την προσαρμογή του ανθρώπου σε αυτή (π.χ. αλλαγές στις μορφές χρήσης, στις ανάγκες άντλησης πηγών ενέργειας ή στην ανθρώπινη συμπεριφορά) που θα οδηγήσει σε δευτερογενείς επιπτώσεις στην ποσότητα και την ποιότητα του νερού. Επομένως, ειδικά για τη κλιματική αλλαγή, είναι σημαντικό να εξεταστούν τα αποτελέσματα συνδυαστικά προς όλες τις συνιστώσες που μπορούν να προκύψουν συνδυάζοντας διαφορετικές μεταβλητές.

Θερμοκρασία Υδάτων και Αύξηση της στάθμης της θάλασσας

Οι υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες αέρα θα οδηγήσουν αναπόφευκτα σε αύξηση της θερμοκρασίας του θαλασσινού νερού, όπως και όλων των υδάτινων συστημάτων (ποτάμια, λίμνες, υγρά τοπία). Οι περίοδοι κάλυψης από πάγο θα μειωθούν περαιτέρω, οι οποίες με τη σειρά τους επιταχύνουν την αύξηση της θερμοκρασίας. Η θερμική διαστολή του νερού των ωκεανών και η τήξη των ηπειρωτικών παγετώνων είναι και οι δύο παράγοντες που προκαλούν αύξηση της στάθμης της θάλασσας (Laspidou, et al., 2017).

Ποιότητα θαλασσινού νερού

Οι συχνά ακραίες βροχοπτώσεις θα αυξήσουν το φορτίο της αιωρούμενης ύλης και των θρεπτικών ουσιών στα υδάτινα συστήματα, ενώ η μεταβολή των ρυθμών ροής θα επηρεάσει την χερσαία απελευθέρωση θρεπτικών ουσιών. Επομένως, η αυξημένη εναπόθεση τύρφης θα αυξήσει την ανοργανοποίηση, την εκκένωση θρεπτικών ουσιών και τις εκπομπές CO₂. Οι συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών στις θάλασσες πιθανόν να αυξηθούν περαιτέρω λόγω της αυξημένης απελευθέρωσης από τα ιζήματα. Στην αντίθετη πλευρά, η απώλεια αζώτου με απονίτροποίηση θα αυξηθεί, με συνέπεια να αυξηθεί και ο κίνδυνος περιόδων χαμηλού οξυγόνου. Ενώ, η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ θα οδηγήσει σε όξινη των ωκεανών (Laspidou, et al., 2017).

2.3.18 Κλίμα προς Χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης

Οι επιπτώσεις του κλίματος στις χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης είναι ποικίλες, επηρεάζουν όλους τους τύπους χρήσης και κατά κύριο λόγο η μεταβλητή του θαλασσινού νερού είναι αναγκαία για την εκδήλωση αυτών. Πιο συγκεκριμένα, ο τρόπος με τον οποίο η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει τις χρήσεις στη θαλάσσια έκταση σχετίζεται με την αύξηση των ακραίων γεγονότων, όπως οι καταιγίδες, που μεταβάλουν την υδρολογική ροή και την ποιότητα του θαλασσινού νερού. Μέσω των μεταβολών στην ποιότητα του θαλασσινού νερού, οι χρήσεις στη θάλασσα επηρεάζονται έντονα, καθώς αυτές είναι ο ισχυρότερος παράγοντας για την επιλογή της χρήσης ανάπτυξης.

Γεγονότα βραχυπρόθεσμης εμφάνισης

Υπάρχουν διάφοροι τύποι τέτοιων γεγονότων που σχετίζονται με τον καιρό, τα οποία εμφανίζονται ξαφνικά και έχουν σύντομη διάρκεια (από μερικές ώρες έως και λίγες ημέρες). Αυτά τα οποία αφορούν το θαλάσσιο περιβάλλον είναι οι καταιγίδες, το χαλάζι και τα έντονα και ξαφνικά

κύματα καύσωνα. Η κλιματική αλλαγή θα αλλάξει το μακροπρόθεσμο πρότυπο εμφάνισης αυτών των γεγονότων. Οι έντονες καταιγίδες και το χαλάζι επιδρούν στην επιφάνεια των θαλασσών και είναι δυνατό να προκαλέσουν καταστροφές στις υποδομές. Οι υποδομές αυτές μπορεί να αφορούν σε εγκαταστάσεις υδατοκαλλιέργειας, όπου προκαλείται καταστροφή στους κλωβούς καλλιέργειας, οπότε και να θέσει ως ακατάλληλη την περιοχή για αυτή τη χρήση αν τα φαινόμενα γίνουν συστηματικά. Επίσης, είναι δυνατό να προκαλέσει ζημιές και στα συστήματα υποδομών για την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως στα συστήματα συλλογής κυματικής και αιολικής ενέργειας, καταστρέφοντας τις εγκαταστάσεις και παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη της χρήσης για ενεργειακούς σκοπούς (Laspidou, et al., 2017).

Γεγονότα μακροπρόθεσμης εμφάνισης

Αυτός ο τύπος επιπτώσεων από το κλίμα έχει μακρά διάρκεια (από μήνες σε έτη) και αργή εμφάνιση. Η επίδραση στο θαλάσσιο περιβάλλον θα είναι αργή και μη αναστρέψιμη και επικεντρώνεται αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα (μέσος όρος), παγκόσμια αλλαγή του κλίματος, οδηγώντας σε δευτερογενείς επιδράσεις (π.χ. κύκλοι παραγωγής καλλιεργειών, αύξηση της στάθμης της θάλασσας, μετατοπίσεις οικοσυστημάτων).

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, επηρεάζει κυρίως τις θαλάσσιες χρήσεις που σχετίζονται με τις παράκτιες περιοχές. Ένα παράδειγμα είναι οι υποστηρικτικές εγκαταστάσεις των πλωτών μονάδων υδατοκαλλιέργειας που βρίσκονται επί χερσαίων πλωτών εγκαταστάσεων, τις οποίες η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει. Επιπλέον, όσον αφορά την εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας μέσω των υπεράκτιων εφαρμογών, η αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας θα επιφέρει αλλαγές στην τεχνολογία των συστημάτων και στις περιοχές τοποθέτησής τους.

Η άνοδος της θερμοκρασίας του αέρα θα επηρεάσει αναπόφευκτα και τη θερμοκρασία των θαλάσσιων υδάτων. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται την εισβολή ξενικών ειδών στις θάλασσες, και ιδιαίτερα στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου όπου η συγκέντρωση είναι μεγαλύτερη, οδηγώντας σε μεταβολή του τροφικού καθεστώτος και των περιοχών αλιείας. Παράλληλα, μια τέτοια αλλαγή της σύστασης του νερού επηρεάζει και τη χλωρίδα, υποβαθμίζοντας το θαλάσσιο φυσικό περιβάλλον (Laspidou, et al., 2017).

2.3.19 Κλίμα προς Ενέργεια

Το κλίμα επηρεάζει την παραγωγή ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον μέσω των μετεωρολογικών συνθηκών που ρυθμίζουν άμεσα την πραγματική παραγωγή των ανεμογεννητριών και των ανεμογενών κυματισμών. Αν και δεν είναι ακόμη εφικτή η ακριβής περιγραφή των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγή αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη, καταγράφονται τάσεις ότι τα έντονα καιρικά φαινόμενα, τα οποία δημιουργούν έντονο αιολικό δυναμικό, επιτρέπουν την ανάπτυξη τέτοιων μορφών αξιοποίησης.

Εστιάζοντας στην κλιματική αλλαγή και τις αλλαγές που θα επιφέρει στην ενεργειακή ζήτηση, δημιουργείται ένα μοτίβο αναγκών που καταλήγει σε μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Παράμετρος αξιοποίησης αποτελεί το θαλάσσιο δυναμικό, όπως η παλιρροιακή και κυματική ενέργεια, καθώς και η παραγωγή βιοκαυσίμων από θαλάσσιους οργανισμούς. Κατά αυτό τον τρόπο, θα εντατικοποιηθεί η εγκατάσταση θαλάσσιων υποδομών εκμετάλλευσης και αξιοποίησης.

2.3.20 Κλίμα προς Τροφή

Η αλλαγή του κλίματος αναμένεται να επιφέρει αύξηση θερμοκρασίας, υψηλότερη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και διαφορετικό πρότυπο κατακρημνίσεων. Οι συνέπειες στο θαλάσσιο οικοσύστημα μπορούν να είναι σε επίπεδο τροφικών σχέσεων, παραγωγικότητας, αναπαραγωγής και βιοποικιλότητας. Αν και οι οργανισμοί κατά την εξέλιξή τους έχουν προσαρμοστεί σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, ανησυχητική είναι η ταχύτητα των αλλαγών τις τελευταίες δεκαετίες. Η ταχύτητα αυτή μπορεί να αποτελέσει σοβαρή απειλή για τις βιοκοινότητες με αργή ανάπτυξη, από τη στιγμή που δεν μπορούν να αντιδράσουν γρήγορα. Φυτά και τα ζώα είναι ευαίσθητα στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας της θάλασσας, ειδικά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης τους. Στοιχεία από απολιθώματα και μελέτες βιολογίας έχουν δείξει και στο παρελθόν ότι περίοδοι ραγδαίας αλλαγής του κλίματος συσχετίζονται με την μαζική εξαφάνιση ειδών. Πιο συγκεκριμένα οι συνέπειες αυτές αφορούν τη βιοποικιλότητα, δηλαδή τα είδη ενδέχεται να μεταναστεύσουν σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές αναζητώντας καταλληλότερα ενδιαίτηματα, αλλάζοντας έτσι το μικροβιακό τοπίο των οικοσυστημάτων και την ανθοφορία των φυκών που μπορούν να παράγουν τοξίνες και να δημιουργήσουν νεκρές ζώνες. Επιπλέον, η

εξάπλωση των ασθενειών μπορεί να διευκολυνθεί από την αύξηση της θερμοκρασίας και τις αυξημένες πλημμύρες.

Συγκέντρωση CO₂

Η συγκέντρωση του CO₂ αυξάνεται τόσο στην ατμόσφαιρα όσο και στις θάλασσες. Οι θάλασσες μοιράζονται με τη βλάστηση την απορρόφηση αυτής της τεράστιας ποσότητας του άνθρακα, αλλά η ικανότητά τους να διατηρήσουν την ισορροπία γρήγορα εξασθενεί. Όσο περισσότερο CO₂ απορροφάται, τόσο περισσότερο όξινη γίνεται (μείωση pH). Η όξυνση αυτή αποτελεί απειλή για την επιβίωση μεγάλου αριθμού θαλασσίων ειδών, κυρίως κοραλλίων, μαλάκιων και του φυτοπλαγκτόν. Επιπλέον, αναμένεται να επηρεάσει τα οστρακοειδή, καθώς με χαμηλό pH, η ανάπτυξη και ο σχηματισμός κελύφους μειώνεται. Επιπλέον, οι νύμφες και τα νεαρά ψάρια θα μπορούσαν να επηρεαστούν από την εξάρτησή τους από τη θαλάσσια τροφική πυραμίδα (IPCC, 1998).

Μετανάστευση ειδών

Στις θάλασσες του βόρειου ημισφαιρίου, η θέρμανση της θάλασσας έχει ως αποτέλεσμα τη μετανάστευση των ειδών στα βόρεια. Αντίθετα η ψύξη προκαλεί κινήσεις προς το νότο. Στο Αιγαίο πέλαγος, το είδος *Sardinella* έχει επεκταθεί ως αποτέλεσμα των αυξημένων θερμοκρασιών του νερού από τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Επίσης, οι αντζούγιες είναι πλέον ευρέως κατανεμημένες σε σχεδόν στο 80% της Βόρειας Θάλασσας (Zenetos et al., 2011).

Φορτία θρεπτικών ουσιών

Τα αυξημένα φορτία θρεπτικών ουσιών θα οδηγήσουν σε μεγαλύτερη βιομάζα φυκιών στα ύδατα. Λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας του νερού, η αναλογία επιβλαβών κυανοβακτηρίων αυξάνεται, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει περαιτέρω απελευθέρωση θρεπτικών ουσιών από τα ιζήματα και τις βαθύτερες στιβάδες του νερού. Ως συνέχεια, το μέγεθος και η βιομάζα του ζωοπλαγκτόν θα μειωθεί, παρεμποδίζοντας τη βόσκηση των φυκιών.

2.4 Συγκεντρωτικός Πίνακας των Διασυνδέσεων

Πίνακας 2.1. Συγκεντρωτικός πίνακας των διασυνδέσεων

	WATER	LAND USE	ENERGY	FOOD	CLIMATE
WATER		<ul style="list-style-type: none"> • Η γεωμορφολογία του ευρύτερου υδάτινου περιβάλλοντος και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού καθορίζουν τον τρόπο αξιοποίησης της έκτασης 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση του θαλασσινού νερού κατά τη ζύμωση για την παραγωγή βιοαιθανόλης • Αξιοποίηση των θαλάσσιων κυματισμών και ρευμάτων για την παραγωγή ανανεώσιμων μορφών ενέργειας • Το βάθος και η μορφολογία του βυθού έχουν καθοριστικό ρόλο στη χωροθέτηση ενεργειακών υποδομών 	<ul style="list-style-type: none"> • Άμεση επίδραση στην ποιότητα και την ποσότητα των θαλάσσιων ειδών προς κατανάλωση • Καθορίζει την ποικιλία των ειδών και τις μεταναστευτικές ροές αυτών • Η αλατότητα, η θερμοκρασία και ο ρυθμός ανανέωσης των θαλάσσιων μαζών καθορίζουν τη καταλληλότητα για τη λειτουργία των υδατοκαλλιεργειών 	<ul style="list-style-type: none"> • Η σχετικά υψηλή θερμική χωρητικότητα του νερού το καθιστά ικανό στην ελάττωση των ακραίων θερμοκρασιών
LAND USE	<ul style="list-style-type: none"> • Η εκτεταμένη εγκατάσταση υδατοκαλλιεργειών και η ανεπαρκής λειτουργία αυτών προκαλεί μεταβολές στη σύσταση του θαλασσινού νερού • Η μεταφορά ιζήματος κατά την εξόρυξη πρώτων υλών προκαλεί αλλοιώσεις στην ποιότητα του νερού • Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις θαλάσσιες μεταφορές προκαλούν οξίνιση των θαλάσσιων υδάτων 		<ul style="list-style-type: none"> • Οι θαλάσσιες μεταφορές έχουν μεγάλο ενεργειακό αποτύπωμα • Θαλάσσιες εκτάσεις αξιοποιούνται για την ανάπτυξη ανανεώσιμων μορφών ενέργειας 	<ul style="list-style-type: none"> • Η χωροθέτηση υδατοκαλλιεργειών και περιοχών αλιείας συμβάλλουν στην παραγωγή τροφής • Η οριοθέτηση τόπων προστασίας της φύσης και των ειδών έχει σκοπό της εξασφάλιση της θαλάσσιας βιοποικιλότητας • Η αλιεία και οι υδατοκαλλιεργείες προκαλούν επιπτώσεις στις βιομάζες, επηρεάζοντας τη χημική σύσταση του θαλασσινού νερού 	<ul style="list-style-type: none"> • Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις θαλάσσιες μεταφορές επιτείνουν τα αίτια της κλιματικής αλλαγής
ENERGY	<ul style="list-style-type: none"> • Ρύπανση των υδάτων με στερεά απόβλητα κατά την εξόρυξη και μεταφορά των ορυκτών καυσίμων • Διατάραξη του πυθμένα, αιώρηση και μεταφορά ιζήματος κατά τη φάση κατασκευής των ενεργειακών εγκαταστάσεων • Εναπόθεση ιζήματος από τους στρόβιλους των παλιρροιακών εγκαταστάσεων • Κίνδυνος εμφάνισης ευτροφισμού κατά τη διάρκεια των εκσκαφών, λόγω απελευθέρωσης φωσφορικών αλάτων από τα ιζήματα 	<ul style="list-style-type: none"> • Απαγόρευση της αλιείας στην περιοχή ανάπτυξης ενεργειακών υποδομών 		<ul style="list-style-type: none"> • Παροχή ασφαλών βιότοπων γύρω από τις κατασκευές και εξυπηρέτηση των θεμελιώσεων ως τεχνητά ενδιαιτήματα • Διαταραχή των βενθικών ενδιαιτημάτων, λόγω των ταχυτήτων των παλιρροιακών εγκαταστάσεων • Επιρροή των ευαίσθητων ειδών από το θόρυβο και τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία των κατασκευών • Επιρροή των βενθικών οργανισμών από τα ρευστά διάτρησης με βάση το πετρέλαιο • Παραγωγή βιοκαυσίμων από θαλάσσια βιομάζα 	<ul style="list-style-type: none"> • Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (αιολικά πάρκα, κυματική ενέργεια) συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου • Η εξόρυξη και εκμετάλλευση πετρελαίου, φυσικού αερίου και άλλων ορυκτών πόρων, ορυκτών και αδρανών υλικών εντείνει την δυσμενή κλιματική κατάσταση
FOOD	<ul style="list-style-type: none"> • Το τροφικό καθεστώς καθορίζει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των υδάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Οι δείκτες του ζωοβένθους και του φυτοβένθους καθορίζουν τα βιολογικά στοιχεία ποιότητας του νερού για την εγκατάσταση ή μη υδατοκαλλιεργείας 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση θαλάσσιων στελεχών ως μαγιά για βιομηχανική παραγωγή αιθανόλης • Καλλιέργεια μικροφυκών για την παραγωγή βιοκαυσίμων 		<ul style="list-style-type: none"> • Οι καλλιέργειες φυκών και η χρήση τους για την παραγωγή βιοκαυσίμων συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου
CLIMATE	<ul style="list-style-type: none"> • Η κλιματική αλλαγή ευθύνεται για την αύξηση της στάθμης της θάλασσας • Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μεταβολές στην ποιότητα του θαλασσινού νερού 	<ul style="list-style-type: none"> • Καταστροφή των θαλάσσιων υποδομών λόγω των ακραίων καιρικών φαινομένων • Αλλαγή του τροφικού καθεστώτος λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και της μεταβολής της ποιότητας του νερού 	<ul style="list-style-type: none"> • Οι μετεωρολογικές συνθήκες ρυθμίζουν άμεσα την πραγματική παραγωγή ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες και τους ανεμογενείς κυματισμούς • Εντατικοποίηση της αξιοποίησης των ανανεώσιμων θαλάσσιων πηγών για τη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής 	<ul style="list-style-type: none"> • Καιρικές διακυμάνσεις που επηρεάζουν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των υδάτων έχουν επιπτώσεις στα αλλειύματα και είναι δυνατόν να επιφέρουν μετανάστευση των ειδών • Έντονα καιρικά φαινόμενα που έχουν επίδραση στη σύσταση του νερού και το τροφικό καθεστώς είναι δυνατόν να συμβάλλουν στην αύξησης παρασίτων 	

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

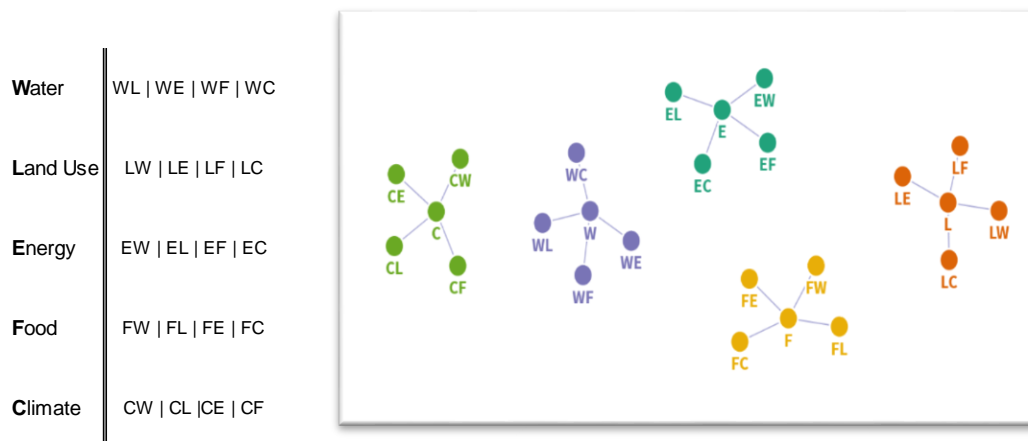
Ο βασικός άξονας της εργασίας αυτής στηρίζεται πάνω σε μια μεθοδολογία ποιοτικής και ποσοτικής αξιολόγησης των διασυνδέσεων των συνιστωσών του Marine Nexus. Η παρούσα εργασία βασίστηκε στην αξιοποίηση του αλγορίθμου που προτάθηκε από τους Laspidou et al. (2019) στο άρθρο τους με τίτλο: «Towards Ranking the Water–Energy–Food–Land Use–Climate Nexus Interlinkages for Building a Nexus Conceptual Model with a Heuristic Algorithm». Σε αυτό το άρθρο, τονίζονται οι πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις που δημιουργούνται μέσα στο Nexus. Θεωρείται ότι η εξέταση των επιδράσεων μεταξύ των συνιστωσών παρέχει κατανόηση της εσωτερικής δυναμικής και καλύτερο προσδιορισμό της ιεραρχίας των επενδυτικών στόχων ή των πολιτικών που θα πρέπει να εφαρμοστούν για να βελτιώσουν την αποδοτικότητα των διασυνδέσεων. Για το σκοπό αυτό, προτείνεται ο ευρετικός αλγόριθμος, ο οποίος ποσοτικοποιεί την ένταση των διασυνδέσεων μεταξύ όλων των συνιστωσών του Nexus, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις άμεσες όσο και τις έμμεσες αλληλεπιδράσεις, ενώ παράλληλα τονίζει την πολυπλοκότητα αυτών των διασυνδέσεων. Αυτός ο αλγόριθμος εφαρμόζεται για την περίπτωση της Ελλάδας και κατατάσσει τις διασυνδέσεις του Nexus με στόχο να βοηθήσει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να δώσουν προτεραιότητα στους διάφορους τομείς.

3.1 Οι διασυνδέσεις του Marine Nexus

3.1.1 Άμεσες

Το θαλασσινό νερό, οι χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης, η ενέργεια, η τροφή και το κλίμα είναι οι πέντε συνιστώσες του Marine Nexus που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία και οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με άμεση ή έμμεση διασύνδεση. Οι άμεσες διασυνδέσεις ή διασυνδέσεις πρώτης τάξης, όπως αναλύθηκαν και σε προηγούμενη ενότητα, ορίζονται ως την επιρροή που έχει μία συνιστώσα (π.χ. κλίμα) σε μία άλλη (π.χ. θαλασσινό νερό), θεωρώντας ότι οι υπόλοιπες (π.χ. χρήση, ενέργεια, τροφή) παραμένουν ανεπηρέαστες, όπως και ότι δεν επηρεάζουν την κατάσταση των μεταβλητών της άμεσης διασύνδεσης. Συμβολικά, η άμεση διασύνδεση κλίματος (C) και θαλασσινού νερού (W) απεικονίζεται με CW και περιλαμβάνει όλες τις περιπτώσεις όπου μια μεταβολή του κλίματος ενδέχεται να επηρεάσει το θαλασσινό νερό (σε όλες τις παραμέτρους

του, όπως αυτές έχουν αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο). Αντίστοιχα, ο συμβολισμός WC αντιπροσωπεύει την άμεση διασύνδεση θαλασσινού νερού και κλίματος και συγκεκριμένα τις μεταβολές του θαλασσινού νερού που δύναται να επηρεάσουν άμεσα το κλίμα. Συγκεντρωτικά, όλες οι άμεσες διασυνδέσεις των συνιστωσών του Marine Nexus είναι είκοσι και παρατίθενται παρακάτω συμβολικά και σχηματικά στο Σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1 Σχηματική απεικόνιση των πέντε συνιστωσών του Marine Nexus και των άμεσων διασυνδέσεών τους

3.1.2 Έμμεσες

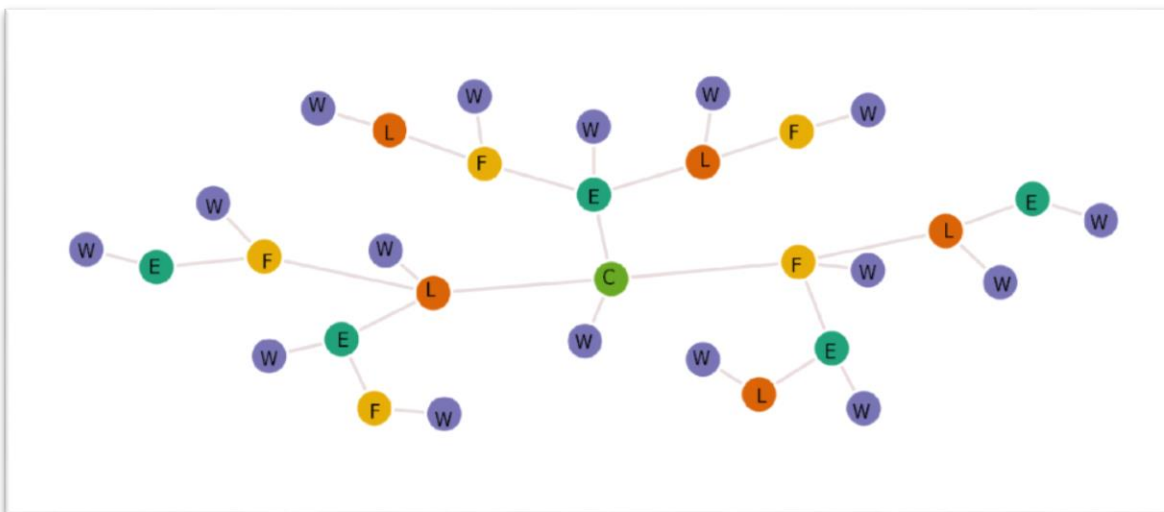
Εκτός από τις πρώτης τάξης διασυνδέσεις, οι συνιστώσες είναι δυνατό να επιδράσουν και μέσω έμμεσων διασυνδέσεων δεύτερης έως και τέταρτης τάξης, ανάλογα με τον αριθμό των συνιστωσών που αλληλοεπιδρούν. Πιο συγκεκριμένα, μια διασύνδεση δεύτερης τάξης μεταξύ κλίματος (C) και θαλασσινού νερού (W) μπορεί να σχηματιστεί μέσω της ενέργειας (E), δηλαδή μέσω της αλυσιδωτής επιρροής που μπορεί να έχει η μεταβολή του κλίματος στον τομέα της ενέργειας και στη συνέχεια η επιρροή που θα έχει αυτή στο θαλασσινό νερό. Η διασύνδεση αυτή συμβολίζεται ως CWE, ενώ όμοια, οι διασυνδέσεις CEFW και CELFW είναι τρίτης και τέταρτης τάξης αντίστοιχα. Για την κατασκευή των έμμεσων διασυνδέσεων, όπως σε αυτή της διασύνδεσης CELFW, όλες οι ενδιάμεσες συνδέσεις (όπως η **CE** στην **CELFW**, η **EL** στην **CELFW**, η **LF** στην **CELFW** και η **FW** στην **CELFW**) είναι άμεσες. Για τον σχεδιασμό όλων των έμμεσων διασυνδέσεων μεταξύ δύο συνιστωσών, όπως αυτές του κλίματος (C) και του

θαλασσινού νερού (W), προοδευτικά κατασκευάζονται όλες οι τάξεις διασυνδέσεων με αφετηρία το C και τελικό στόχο το W , οπότε προκύπτουν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί (Σχήμα 3.2).

$C \rightarrow W$	=	CW	+									1ης τάξης		
		CLW	+	CEW	+	CFW	+					2ης τάξης		
		$CLEW$	+	$CLFW$	+	$CELW$	+	$CEFW$	+	$CFLW$	+	$CFEW$	+	3ης τάξης
		$CLFEW$	+	$CLEFW$	+	$CFLEW$	+	$CFELW$	+	$CELFW$	+	$CEFLW$		4ης τάξης

Σχήμα 3.2 Αναλυτική περιγραφή διασυνδέσεων μεταξύ κλίματος και θαλασσινού νερού.

Οι διαδρομές αυτές, άμεση και έμμεσες, αντιπροσωπεύουν τους τρόπους μέσω των οποίων μια μεταβολή του κλίματος είναι εφικτό να επηρεάσει το θαλασσινό νερό (σε όλα του τα χαρακτηριστικά). Ως εκ τούτου, η συνολική επιρροή μιας αλλαγής του κλίματος στο θαλασσινό νερό θα είναι το άθροισμα της άμεσης και όλων των έμμεσων διασυνδέσεων, όπως αυτές προέκυψαν (Σχήμα 3.3). Παράλληλα, είναι αναμενόμενο κάποιες διασυνδέσεις ανώτερης τάξης να απορριφθούν, καθώς οι εσωτερικές άμεσες διασυνδέσεις να θεωρηθούν αμελητέες.



Σχήμα 3.3 Δεντρικό διάγραμμα για τη διασύνδεση Κλίμα προς Θαλασσινό Νερό

3.2 Ποιοτική Ανάλυση

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μοντελοποίηση των διασυνδέσεων του Marine Nexus, σε πρώτο στάδιο αναπτύχθηκε ένα σύστημα ταξινόμησης των διασυνδέσεων πρώτης τάξης. Στόχος ήταν η κατάταξη των άμεσων συσχετισμών των στοιχείων του Nexus, ώστε να δημιουργηθεί μια αρχική εικόνα βαρύτητας της κάθε διασύνδεσης για την περίπτωση ελληνικού θαλάσσιου χώρου. Αυτή η αρχική αξιολόγηση βασίστηκε στη διατήρηση της απλοϊκότητας, χωρίς να χρειάζεται να γίνουν πολλές υποθέσεις και να εισαχθεί η αβεβαιότητα, ενώ καθοδηγήθηκε βάση πληροφοριών από την βιβλιογραφία, όπως αυτή αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Χρησιμοποιήθηκε ένα τυπολόγιο τριών σημείων για να αξιολογηθεί η ένταση των διασυνδέσεων, όπου όλες οι διασυνδέσεις πρώτης τάξης χαρακτηρίστηκαν ως “ισχυρές”, “ασθενείς” ή “αμελητέες”. Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί όλες οι άμεσες διασυνδέσεις παρατίθενται με μια αντίστοιχη αξιολόγηση ως "ισχυρή", "ασθενής" και "αμελητέα" επιρροή και μια συνοπτική επεξήγηση του λόγου για τον οποίο αυτός ο χαρακτηρισμός τέθηκε στην συγκεκριμένη διασύνδεση. Οι προκύπτουσες άμεσες διασυνδέσεις και χαρακτηρισμός αυτών παρουσιάζεται σε σχηματική μορφή στο Σχήμα 3.4.

Πίνακας 3.1 Πίνακας ταξινόμησης των άμεσων διασυνδέσεων και αντίστοιχες επεξηγήσεις για την περίπτωση της Ελλάδας

Άμεση Διασύνδεση	Κατάταξη	Επεξήγηση
WL	Ισχυρή	Μια αλλαγή στην ποσότητα, την ποιότητα του νερού ή ακόμα και τη μορφολογία του βυθού θα επηρεάσει άμεσα και έντονα τις χρήσεις στη θαλάσσια έκταση που μπορούν να αναπτυχθούν . Τα χαρακτηριστικά του θαλάσσιου νερού είναι πρωταρχικός παράγοντας αξιολόγησης για την ανάπτυξη διαφόρων χρήσεων.
WE	Ασθενής	Η αλλαγή στα χαρακτηριστικά των θαλάσσιων υδάτων και στη μορφολογία του πυθμένα μπορεί να επηρεάσει την ευκολία πρόσβασης για άντληση των πηγών ενέργειας στο θαλάσσιο χώρο. Στην Ελλάδα η αξιοποίηση των πηγών ενέργειας της θάλασσας δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη.
WF	Ισχυρή	Το θαλασσινό νερό αποτελεί χώρο στον οποίο ζουν όλοι οι έμβιοι οργανισμοί της θάλασσας, οπότε και η ελαχιστή μεταβολή στο περιβάλλον αυτό θα επηρεάσει την ανάπτυξη τους.
WC	Αμελητέα	Το θαλασσινό νερό δεν έχει άμεσες επιδράσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
LW	Ισχυρή	Οι χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης, όπως οι περιοχές υδατοκαλλιέργειας και οι οδοί θαλάσσιας μεταφοράς, επιδρούν αλλάζοντας τη σύσταση του νερού.
LE	Ισχυρή	Μια αλλαγή στη χρήση της θαλάσσιας έκτασης μπορεί να επηρεάσει την ενέργεια μέσω των εγκαταστάσεων εξόρυξης υδρογονανθράκων και των υποδομών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
LF	Ισχυρή	Ο θαλάσσιος χώρος ως περιοχή υδατοκαλλιέργειας και αλιείας είναι κρίσιμη για την παραγωγή τροφής. Οι τόποι προστασίας των ειδών και γενικότερα οι προστατευόμενες περιοχές είναι σημαντικές για την εξασφάλιση της βιοποικιλότητας.
LC	Ισχυρή	Η οριοθέτηση θαλάσσιων εκτάσεων για την αξιοποίηση τους στην παραγωγή από ΑΠΕ συμβάλλει στη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
EW	Ασθενής	Οι θαλάσσιες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας διαταράσσουν τα χαρακτηριστικά των θαλάσσιων υδάτων. Η διασύνδεση θεωρείται "ασθενής" γιατί πρόκειται για έναν μη ανεπτυγμένο κλάδο στην Ελλάδα.
EL	Ασθενής	Το ενεργειακό δυναμικό της περιοχής καθορίζει τη χρήση της θαλάσσιας έκτασης.
EF	Ισχυρή	Οι εγκαταστάσεις αξιοποίησης ενέργειας έχουν επιπτώσεις στους θαλάσσιους βιοτόπους.
EC	Ισχυρή	Πολύ ισχυρή διασύνδεση, καθώς οι αλλαγές στην παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας επηρεάζουν άμεσα τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
FW	Ισχυρή	Η ελάχιστη μεταβολή στον τομέα των έμβιων όντων της θάλασσας θα επηρεάσει έντονα το θαλασσινό νερό, καθώς είναι το μέσο ανάπτυξής τους.
FL	Ισχυρή	Η παραγωγή τροφίμων ορίζει τις χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης ως περιοχή υδατοκαλλιέργειών ή αλιείας, επομένως αυτή η διασύνδεση είναι ισχυρή.
FE	Ασθενής	Μια αλλαγή στη θαλάσσια βιοποικιλότητα και το τροφικό καθεστώς θα μεταβάλλει τις ποσότητες ενέργειας που απαιτούνται για την παραγωγή και την κατανάλωση, ενώ θα επηρεάσει και τον τομέα παραγωγής βιοκαυσίμων από θαλάσσια στελέχη.
FC	Αμελητέα	Ο τομέας τροφίμων της θάλασσας έχει άμεση επιρροή στο κλίμα μόνο κατά τη συλλογή και επεξεργασία της τροφής, η οποία είναι μηδαμινή σε σύγκριση με τις υπόλοιπες διασυνδέσεις.
CW	Ισχυρή	Η θερμοκρασία, τα ακραία γεγονότα και η μεταβολή των εποχιακών προτύπων επηρεάζουν τη στάθμη της θάλασσας και μεταβάλλουν την ποιότητα του νερού.
CL	Ασθενής	Οι κλιματικές συνθήκες ορίζουν την κατανομή των χρήσεων στο θαλάσσιο χώρο. Η συνολική επιρροή θεωρείται ασθενής σε σύγκριση με άλλες.
CE	Ασθενής	Οι μετεωρολογικές συνθήκες ρυθμίζουν την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.
CF	Ασθενής	Το κυματικό δυναμικό και οι καιρικές διακυμάνσεις καθορίζουν το τροφικό καθεστώς. Η συνολική επιρροή θεωρείται ασθενής σε σχέση με άλλες.

	W	L	E	F	C
W	Grey	Red	Green	Red	Yellow
L	Red	Grey	Red	Red	Red
E	Green	Green	Grey	Red	Red
F	Red	Red	Green	Grey	Yellow
C	Red	Green	Green	Green	Grey

Σχήμα 3.4 Σχηματική αναπαράσταση των διασυνδέσεων μεταξύ των πέντε συνιστωσών του Marine Nexus. Το πράσινο αντιπροσωπεύει μια "ασθενής" διασύνδεση, το κόκκινο μια "ισχυρή" και το κίτρινο μια "αμελητέα". Οι συνιστώσες που ασκούν επιρροή εμφανίζονται στις σειρές και οι επηρεαζόμενες στις στήλες

3.3 Ποσοτική Ανάλυση

Στα πλαίσια της ποσοτικής μοντελοποίησης και αφού αναπτύχθηκε το αρχικό ποιοτικό σύστημα ταξινόμησης των διασυνδέσεων, εφαρμόστηκε ένας ευρετικός αλγόριθμος. Αυτός ο ευρετικός αλγόριθμος χρησιμοποιήθηκε μόνο για τον υπολογισμό της επίδρασης των διασυνδέσεων υψηλότερης τάξης (έμμεσες). Στις άμεσες διασυνδέσεις αποδίδεται τιμή 60, εάν είναι "ισχυρή", τιμή 30 αν είναι "ασθενής" και 0 αν είναι "αμελητέα". Μόνο ισχυρές και ασθενείς διασυνδέσεις χαρτογραφούνται στο γράφημα, ενώ οι αμελητέες διασυνδέσεις εξαλείφονται πλήρως και δεν εμφανίζονται καθόλου. Στους αρχικούς κόμβους (n_0) αποδίδεται η τιμή 20 ($c_0 = 20$). Για τον υπολογισμό από τον αρχικό κόμβο σε έναν κόμβο υψηλότερης τάξης (n_0 προς n_1 , n_1 προς n_2 ή n_1 προς n_{i+1} , όπου i είναι ο αριθμός των κόμβων σε μια διαδρομή που κυμαίνεται από 0 έως 4), ακολουθείται η άκρη που συνδέει τους δύο κόμβους και υπολογίζεται η τιμή του κόμβου υψηλότερης τάξης ως εξής:

$$c_{i+1} = c_i - \left(\frac{1}{(5-i)!} \times c_i^\beta \right) \quad (3.1)$$

όπου το β παίρνει την τιμή των $\frac{2}{3}$, αν η διασύνδεση ταξινομείται ως "ασθενής" και $\frac{1}{3}$, αν η διασύνδεση είναι ταξινομημένη ως "ισχυρή".

Ο πλήρης υπολογισμός για κάθε διασύνδεση επιτυγχάνεται ξεκινώντας από τον αρχικό κόμβο και περνώντας μέσα από τις διαφορετικές διαδρομές, μέχρις ότου όλα τα μονοπάτια έχουν σαρωθεί. Η επιρροή κάθε διαδρομής έμμεσης διασύνδεσης είναι η τιμή του τελικού κόμβου της, όπως αυτή υπολογίζεται από την εξίσωση (3.1).

Για παράδειγμα, σύμφωνα με το γράφημα που φαίνεται στο σχήμα , θα έπρεπε να υπολογιστούν όλες οι διαδρομές δεύτερης, τρίτης και τέταρτης τάξης, συνολικά 15 διαδρομές. Σε κάθε περίπτωση, η συμβολή κάθε διαδρομής στη συνολική επίδραση C προς W θα είναι η τιμή του τελευταίου κόμβου στο W και η τελική τιμή της συνολικής διασύνδεσης C προς W θα είναι το άθροισμα όλων των τελικών τιμών κόμβων διαδρομής συν την πρώτη τάξης διασύνδεση, η οποία βαθμολογείται χωριστά. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.2, για τη διασύνδεση C προς W, η συνολική τιμή προκύπτει ως άθροισμα των τελικών τιμών των κόμβων. Στον πίνακα αναγράφεται όλη η διαδικασία των πράξεων του αλγόριθμου, προς την τελική τιμή κάθε διασύνδεσης, όπου είναι και αυτή που λαμβάνεται υπόψη. Όσο μεγαλώνει η τάξη της διασύνδεσης, τόσο μικρότερη και η τελική τιμή, η οποία προστίθεται στο τελικό σύνολο.

Πίνακας 3.2 Διαδικασία εύρεσης της τελικής τιμής της διασύνδεσης C προς W

		1ης Τάξης	2ης Τάξης	3ης Τάξης	4ης Τάξης
1ης Τάξης	CW	60.00			
	CLW	19.94	19.83		
2ης Τάξης	CEW	19.94	19.63		
	CFW	19.94	19.83		
3ης Τάξης	CLEW	19.94	19.83	18.60	
	CLFW	19.94	19.83	19.37	
	CELW	19.94	19.63	19.18	
	CEFW	19.94	19.83	19.37	
	CFLW	19.94	19.83	19.37	
	CFEW	19.94	19.63	18.42	
	CLFEW	19.94	19.83	18.60	15.09
	CLEFW	19.94	19.83	19.37	18.03
4ης Τάξης	CFLEW	19.94	19.83	19.37	15.77
	CFELW	19.94	19.63	18.42	17.10
	CELFW	19.94	19.63	19.18	17.84
	CEFLW	19.94	19.83	19.37	18.03
Συνολική Τιμή:					335.48

Ο αλγόριθμος είναι προσεγγιστικός και δημιουργήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνει υπόψη τόσο τη σειρά όσο και την ισχύ των διασυνδέσεων. Επομένως, μία διαδρομή με ισχυρή διασύνδεση πρώτης τάξης και αδύναμη διασύνδεση δεύτερης τάξης δίνει υψηλότερη τιμή από μια διαδρομή με αδύναμη αλληλεξάρτηση πρώτης τάξης και ισχυρή διασύνδεση δεύτερης τάξης.

Επιπλέον, όσο πιο μακριά από τον αρχικό κόμβο, τόσο μικρότερη είναι η επιρροή. Επομένως, σε καμία περίπτωση, μια διαδρομή τέταρτης τάξης δεν δίνει υψηλότερη τιμή επιρροής από μια διαδρομή τρίτης τάξης, αφού τα τέταρτα μονοπάτια είναι μακρύτερα και η επιρροή τους στον αρχικό κόμβο εξασθενεί.

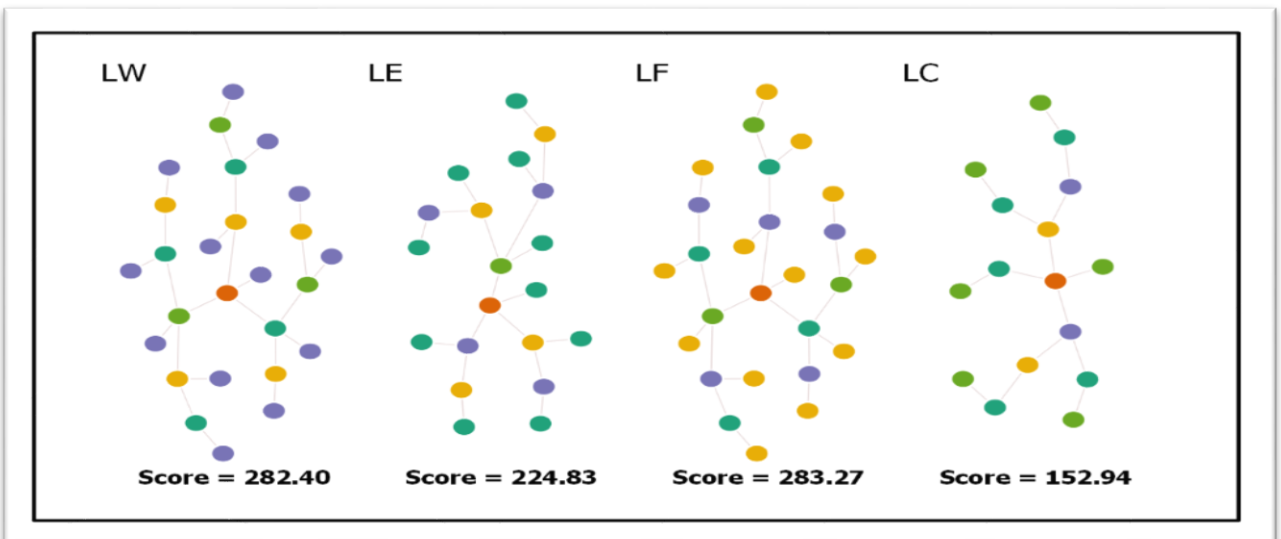
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η απεικόνιση όλων των πιθανών συνδυασμών μεταξύ δύο συνιστωσών αποτελεί μια πολύ χρήσιμη σχεδιαστική προσέγγιση. Η οπτικοποίηση υπό τη μορφή δικτύου δίνει τη δυνατότητα να σχεδιαστούν άμεσες και έμμεσες διασυνδέσεις, να ληφθούν συμπεράσματα από το πλήθος των έμμεσων σχέσεων, ενώ αυτή η προσέγγιση βήμα προς βήμα εξυπηρετεί και στο να ληφθούν όλες οι διασυνδέσεις υπόψιν και να μην απουσιάζει καμία. Στο Σχήμα 4.1 και παρόμοια με το Σχήμα 3.3, για τη περίπτωση του ελληνικού θαλάσσιου χώρου, σχεδιάστηκαν όλες οι εφικτές διασυνδέσεις από την κάθε συνιστώσα του υπό μελέτη Marine Nexus προς όλες τις υπόλοιπες. Σύμφωνα με την κατάταξη που έγινε στον Πίνακα 3.1, μόνο οι "ισχυρές" και οι "ασθενείς" συνδέσεις απεικονίζονται, καθώς οι "αμελητέες" έχουν εξαλείψει όλο τον κλάδο. Από τα δίκτυα, παρατηρείται ότι κάποια, όπως αυτά που απεικονίζουν τις επιρροές από τη μεταβλητή του κλίματος προς τις υπόλοιπες, είναι περίπλοκα με πολλαπλούς κόμβους, συνδέσμους και αλληλεπιδράσεις, ενώ κάποια άλλα όπως αυτό του LC είναι πιο απλό με λιγότερους κλάδους.

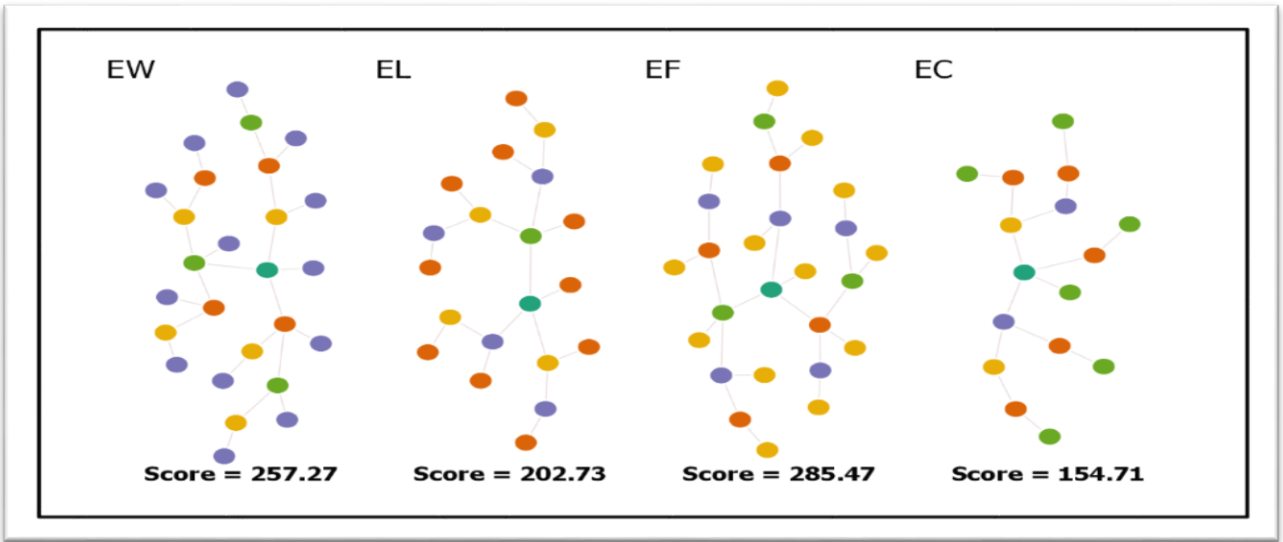
Ο ευρετικός αλγόριθμος, όπως αναλύθηκε προηγουμένως, εφαρμόζεται σε όλα τα δίκτυα, λαμβάνοντας υπόψιν τις διασυνδέσεις πρώτης, δεύτερης, τρίτης και τέταρτης τάξης. Η διεργασία ξεκινά από τον κεντρικό κόμβο προς τα έξω, λαμβάνοντας με αυτό τον τρόπο όλες τις έμμεσες διασυνδέσεις υψηλότερης τάξης, προσδιορίζοντας έτσι της ένταση της σχέσης. Οι τελικές τιμές που προκύπτουν από την εφαρμογή εμφανίζονται κάτω από κάθε δίκτυο και περιλαμβάνονται επίσης στη μήτρα στην εικόνα. Οι τιμές των διασυνδέσεων που υπολογίζονται δεν έχουν φυσικό νόημα, αλλά ποιοτικό χαρακτήρα ώστε να είναι δυνατόν να συγκριθεί η σχετική επίδραση μεταξύ των συνιστωσών του Marine Nexus.



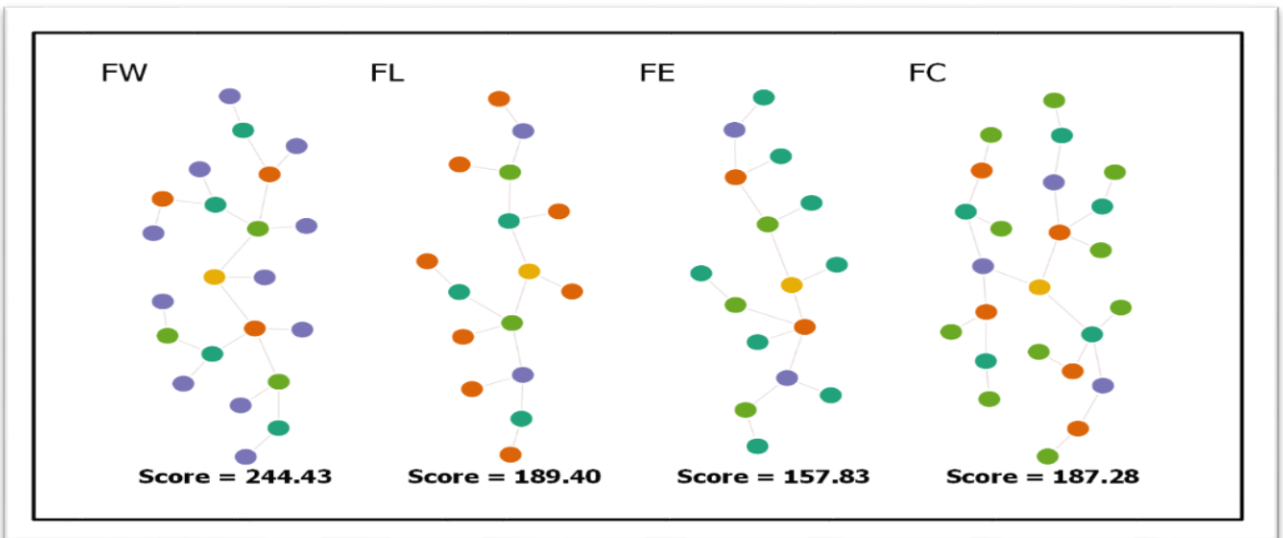
Σχήμα 4.1 Δίκτυα με όλες τις διασυνδέσεις της συνιστώσας του Θαλασσινού Νερού. Η συνολική τιμή της κάθε διασύνδεσης που προέκυψε αναγράφεται κάτω από το αντίστοιχο δίκτυο.



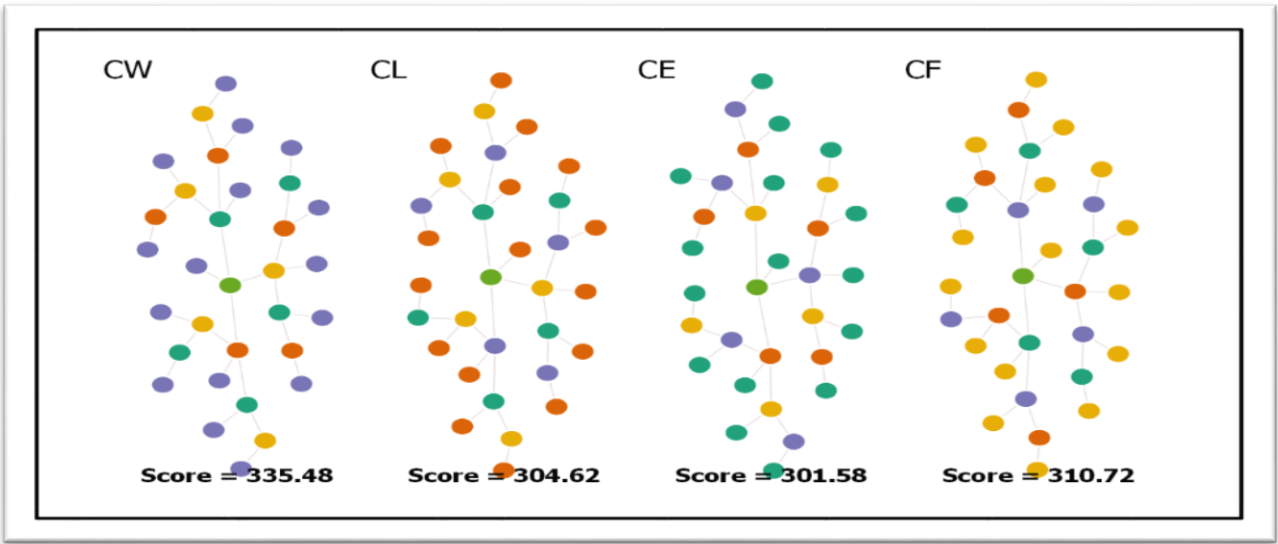
Σχήμα 4.2 Δίκτυα με όλες τις διασυνδέσεις της συνιστώσας των Χρήσεων στη Θαλάσσια Έκταση. Η συνολική τιμή της κάθε διασύνδεσης που προέκυψε αναγράφεται κάτω από το αντίστοιχο δίκτυο.



Σχήμα 4.3 Δίκτυα με όλες τις διασυνδέσεις της συνιστώσας της Ενέργειας. Η συνολική τιμή της κάθε διασύνδεσης που προέκυψε αναγράφεται κάτω από το αντίστοιχο δίκτυο.



Σχήμα 4.4 Δίκτυα με όλες τις διασυνδέσεις της συνιστώσας της Τροφής. Η συνολική τιμή της κάθε διασύνδεσης που προέκυψε αναγράφεται κάτω από το αντίστοιχο δίκτυο.



Σχήμα 4.5 Δίκτυα με όλες τις διασυνδέσεις της συνιστώσας του κλίματος. Η συνολική τιμή της κάθε διασύνδεσης που προέκυψε αναγράφεται κάτω από το αντίστοιχο δίκτυο.

Συνολική Ισχύς Εξάρτησης

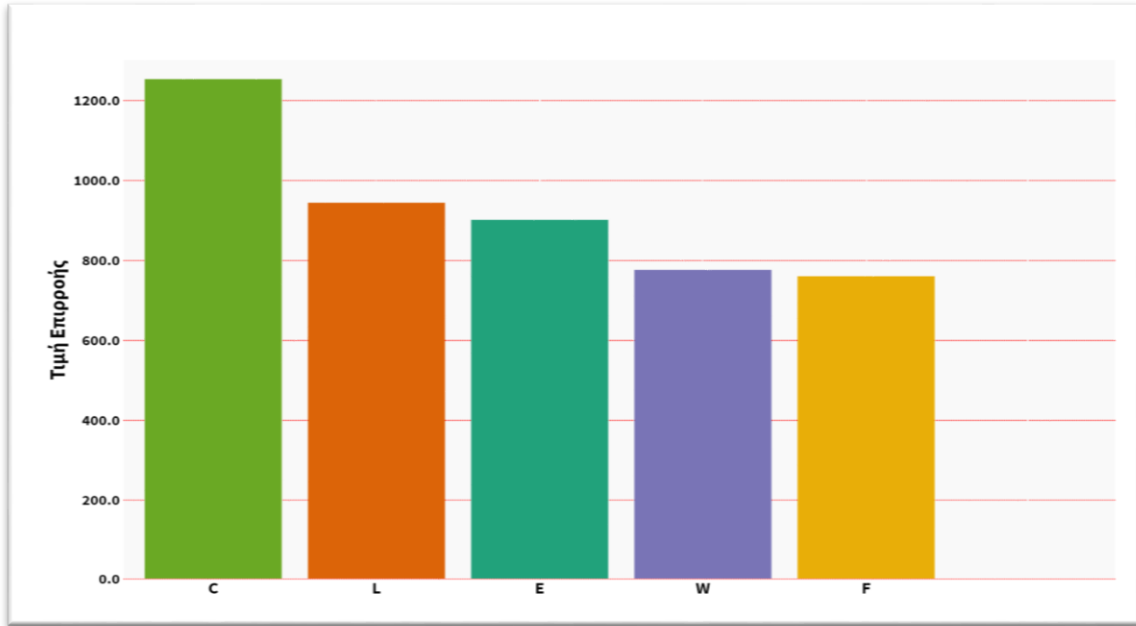
	W	L	E	F	C	SUM
W		188.84	157.16	241.53	187.47	775.00
L	282.40		224.83	283.27	152.94	943.44
E	257.27	202.73		285.47	154.71	900.18
F	244.43	189.40	157.83		187.28	778.95
C	335.48	304.62	301.58	310.72		1252.39
SUM	1119.58	885.60	841.40	1120.98	682.41	

Σχήμα 4.6 Πίνακας διασταυρώσεων των πέντε συνιστωσών και των αλληλεπιδράσεών τους. Η συνολική ισχύς της διασύνδεσης από μια συνιστώσα σε όλες τις άλλες συνιστώσες φαίνεται από το άθροισμα των γραμμών και το άθροισμα της στήλης δείχνει πόσο ένα στοιχείο του hexus επηρεάζεται από όλα τα άλλα συνολικά. Οι υψηλότερες τιμές γραμμών και στηλών τονίζονται με πράσινο χρώμα.

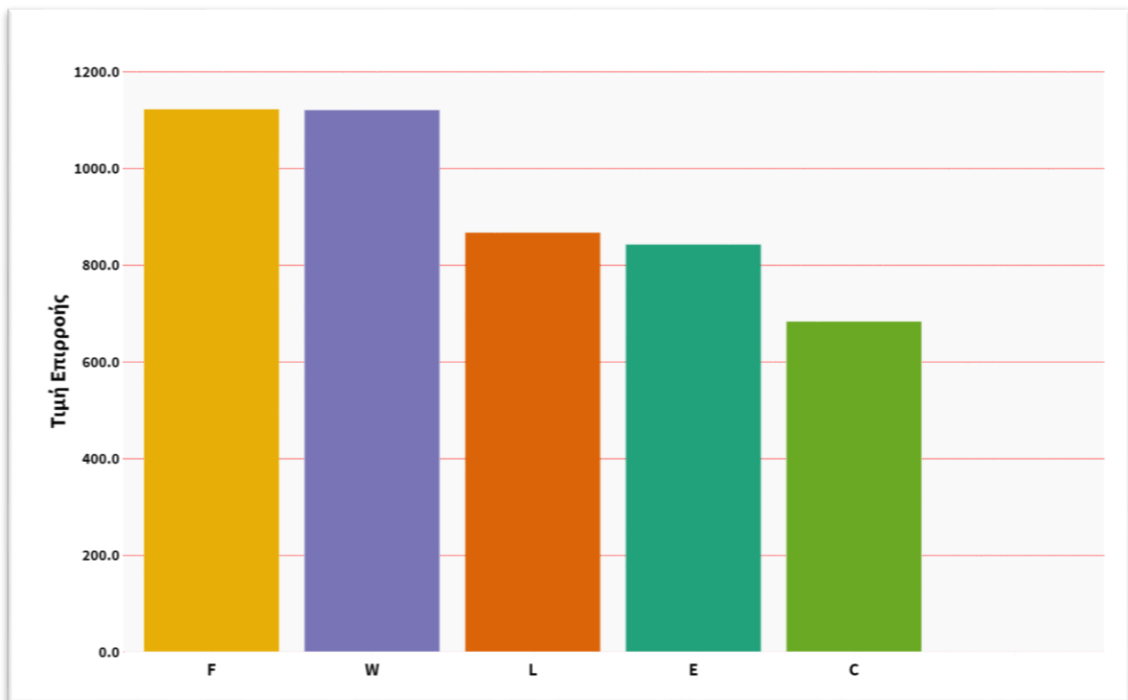
Αναλύοντας τον παραπάνω πίνακα διασταυρώσεων, παρατηρείται ότι το κλίμα είναι αυτό που επηρεάζει περισσότερο όλες τις υπόλοιπες συνιστώσες του Marine Nexus (το υψηλότερο από όλα τα αθροίσματα σειράς). Η διαχείριση των επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής και η ανάγκη δημιουργίας νέων μέτρων για την μείωση των επιπτώσεών της, φαίνεται να είναι ένας αναγκαίος πολιτικός και κοινωνικός στόχος, εξαιτίας την συνεργατικής επίδρασής προς τους άλλους πόρους. Το κλίμα χρήζει μεγάλης προτεραιότητας, καθώς οι επενδύσεις στο θαλάσσιο χώρο, όπως τον τομέα της ενέργειας και της τροφής εξαρτώνται στο μέγιστο βαθμό από το κλιματικό καθεστώς και καθορίζουν τον τρόπο και τα μέσα διαχείρισης των στοιχείων αυτών. Συνεπώς, μία ανεπαρκής διαχείριση της κλιματικής διάστασης, η ελλιπής αξιολόγηση των κλιματικών φαινομένων και η μη επαρκής λήψη μέτρων στα πλαίσια των κλιματικών αλλαγών, έχει το μέγιστο αντίκτυπο στις άμεσες και έμμεσες διασυνδέσεις.

Από την άλλη πλευρά, το πιο ευάλωτο από όλα τα στοιχεία του Marine Nexus, που επηρεάζεται στο μέγιστο βαθμό από τα υπόλοιπα, είναι η τροφή (υψηλότερη τιμή στηλών). Αυτή η υψηλή τιμή που έχει μεγάλη διαφορά από αυτές των υπόλοιπων στοιχείων, υποδεικνύει ότι η τροφή που προέρχεται από το θαλάσσιο περιβάλλον, όπως τα αλιεύματα και οι υδατοκαλλιέργειες, αλλά και σε μια ευρύτερη εικόνα, η θαλάσσια βιοποικιλότητα, επηρεάζεται έντονα από τους υπόλοιπους πόρους. Ως συνέπεια, η καταγραφή προόδου και η επίτευξη στόχων στον τομέα αυτό, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα άλλα στοιχεία του Marine Nexus. Τα αποτελέσματα αυτά προκύπτουν καθώς οι έμβιοι θαλάσσιοι οργανισμοί υπάρχουν στο σύνολο του θαλάσσιου χώρου και οι άμεσες ή έμμεσες διασυνδέσεις των στοιχείων έχουν αναπόφευκτα επιδράσεις σε αυτούς. Σε αντίστοιχα υψηλή τιμή βρίσκεται και η συνιστώσα του θαλασσινού νερού, γεγονός που υποδεικνύει ότι τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του θαλασσινού νερού επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις υπόλοιπες τέσσερις συνιστώσες. Το αποτέλεσμα αυτό δικαιολογείται αφού το νερό είναι ουσιαστικά το μέσο πάνω στο οποίο στηρίζονται και αναπτύσσονται όλες οι υπόλοιπες συνιστώσες. Επομένως, και οποιαδήποτε μεταβολή σε αυτές είναι δυνατόν να το επηρεάσει σε πολύ μεγάλο βαθμό.

Οι πληροφορίες που περιλαμβάνονται στον πίνακα διασταυρώσεων απεικονίζονται επίσης στα Σχήματα 4.7 και 4.8, όπου οι συνιστώσες του Marine Nexus παρατίθενται ξεχωριστά κατά σειρά ταξινόμησης ανάλογα με το πόσο επηρεάζουν τις υπόλοιπες (Σχήμα 4.7) ή επηρεάζονται από τις υπόλοιπες συνιστώσες (Σχήμα 4.8).

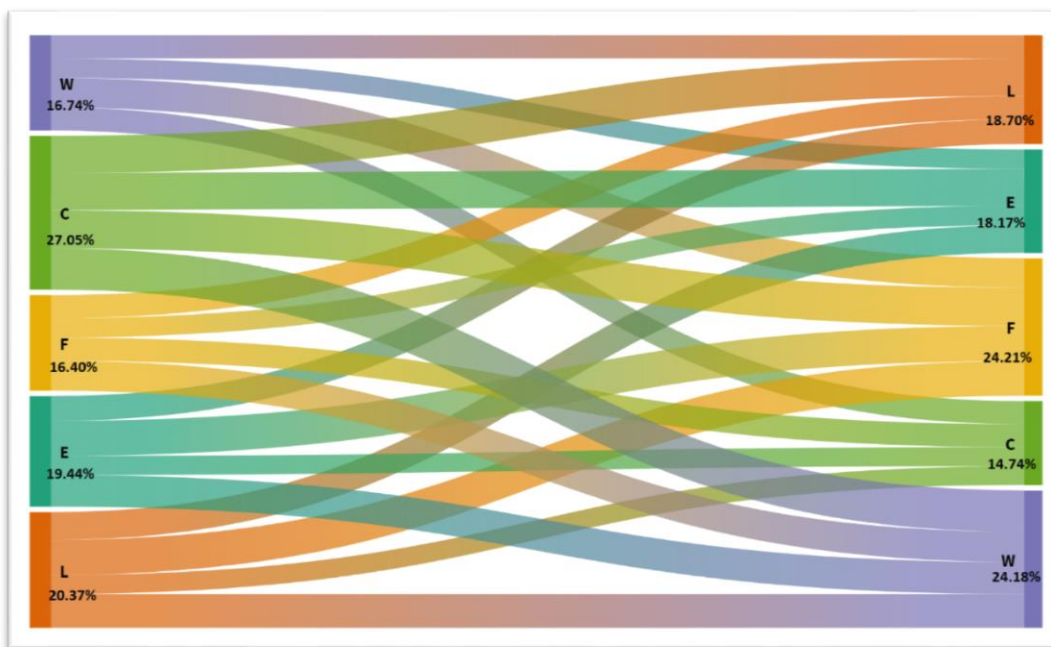


Σχήμα 4.7 Οι συνιστώσες του Marine Nexus και οι τιμές επιρροής που δείχνουν κατά πόσο επηρεάζουν τα άλλα στοιχεία



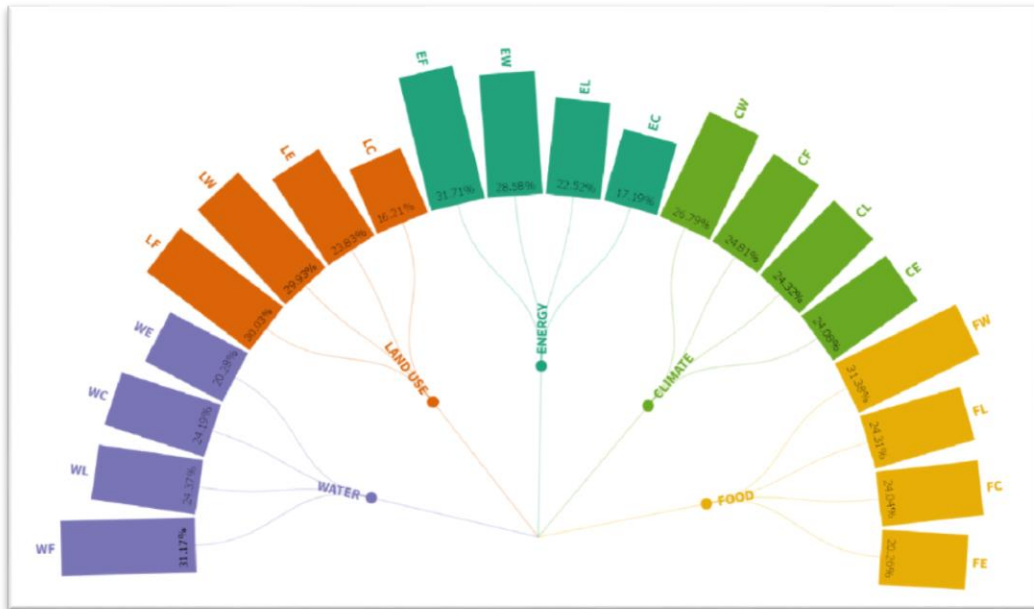
Σχήμα 4.8 Οι συνιστώσες του Marine Nexus και οι τιμές επιρροής που δείχνουν πόσο επηρεάζονται τα στοιχεία από τα υπόλοιπα

Στο Σχήμα 4.9 παρατίθεται το διάγραμμα ροών των συνιστωσών του Marine Nexus. Στην απεικόνιση αυτή, μέσα από ροές, αναπαρίστανται τα συνολικά ποσοστά βάση των οποίων κάθε συνιστώσα επηρεάζει τις υπόλοιπες (ροή από τα αριστερά προς τα δεξιά), ενώ ταυτόχρονα, διαχωρίζοντας την κάθε μεταβλητή σε τέσσερις ροές, εμφανίζεται και το μερίδιο πορείας προς την κάθε επηρεαζόμενη συνιστώσα (κατάληξη στη δεξιά στήλη). Από την σχηματική απεικόνιση διακρίνεται ότι η μεταβλητή του κλίματος είναι αυτή που επηρεάζει ισάξια όλες τις υπόλοιπες, αφού από αυτή αρχίζουν τέσσερις ροές παρόμοιου πάχους. Οι μεταβλητές του θαλασσινού νερού, των χρήσεων της θαλάσσιας έκτασης, της τροφής και της ενέργειας παρουσιάζουν διακυμάνσεις στα πάχη των ροών τους και επομένως επηρεάζουν τις υπόλοιπες συνιστώσες σε ανισότητες. Η κατάληξη των ροών (δεξιά στήλη) απεικονίζει την επιρροή που λαμβάνει κάθε συνιστώσα συνολικά. Από τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι η τροφή και το θαλασσινό νερό έχουν σχεδόν ίσο ποσοστό, καθώς επίσης παρατηρείται ότι σε αυτές καταλήγουν ροές όπου το πάχος τους δεν διαφέρει σημαντικά, δηλαδή ότι επηρεάζονται από τις υπόλοιπες συνιστώσες κατά το ίδιο ποσοστό. Οι υπόλοιπες συνιστώσες επηρεάζονται λιγότερο και αυτές της ενέργειας και των χρήσεων της θαλάσσιας έκτασης έχουν αρκετά όμοια πάχη ροών κατά αντιστοιχία.



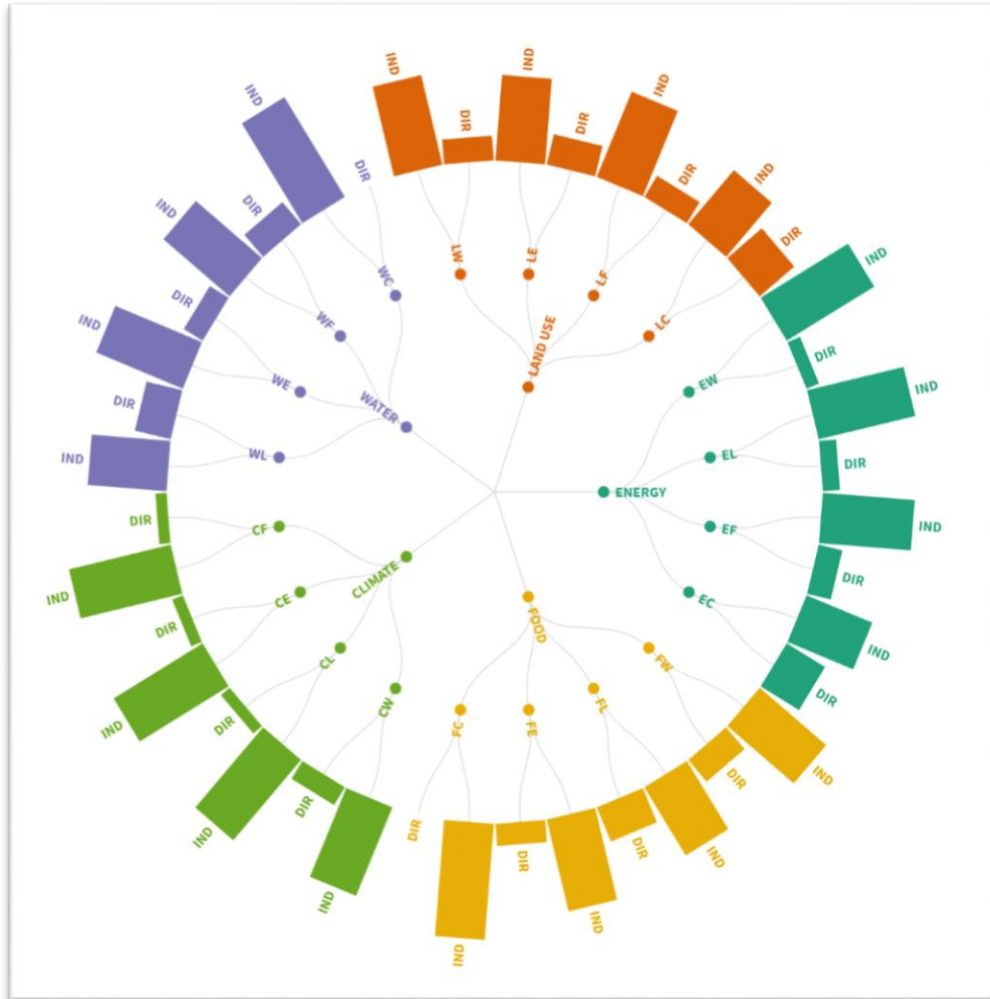
Σχήμα 4.9 Διάγραμμα ροών των συνιστωσών του Marine Nexus. Στα αριστερά απεικονίζονται το ποσοστό που επηρεάζει η κάθε συνιστώσα τις υπόλοιπες και στα δεξιά το ποσοστό που η κάθε συνιστώσα επηρεάζεται από τις υπόλοιπες.

Σε συνδυασμό με το διάγραμμα ροών, στο Σχήμα 4.10 για κάθε μεταβλητή ξεχωριστά ποσοτικοποιήθηκε η τιμή της συνολικής διασύνδεση (άμεσης και έμμεσης) προς τις υπόλοιπες συνιστώσες (ποσοστά ροών). Με μια πρώτη ματια, γίνεται διακριτό ότι οι διασυνδέσεις WF, LF, LW, EF, FW υπερέχουν σε ποσοστό έναντι των υπολοίπων της κατηγορίας τους. Αυτό συνεπάγεται ότι οι συγκεκριμένες συνιστώσες αλληλεπιδρούν έντονα από την πρώτη προς την δεύτερη. Αξιολογώντας την αλληλεπίδραση αυτή προκύπτουν τα συμπεράσματα ότι το θαλασσινό νερό και η ποιότητά του επηρεάζει πολύ έντονα την τροφή, δηλαδή τους έμβιους οργανισμού της θάλασσας και την ποικιλία τους σε σύγκριση με τα ποσοστά που δίνει στην ενέργεια και των χρήσεων της θαλάσσιας έκτασης. Αντίστοιχα, η συνιστώσα των χρήσεων, επιδρά με μεγάλη βαρύτητα στην τροφή και το νερό, σε συγκριση με τις άλλες συνιστώσες, καθώς η επιλογή του τρόπου αξιοποίησης του θαλάσσιου χώρου επιδρά ισχυρά στους οργανισμούς που ζουν εκεί και το περιβάλλον τους. Το υψηλό ποσοστό της διασύνδεσης EF σε σχέση με τα υπόλοιπα της συνιστώσας E αντικατοπτρίζει την ισχυρή επιρροή που έχουν οι εγκαταστάσεις με σκοπό τη διαχείριση πηγών ενέργειας στη θαλάσσια βιοποικιλότητα, καθώς και η διασύνδεση FW που δείχνει το πόσο έντονα μια μεταβολή των θαλάσσιων οργανισμών θα επηρεάσει το περιβάλλον που ζουν, δηλαδή το θαλασσινό νερό. Άξιο προσοχής σε αυτή τη σχηματική απεικόνιση είναι τα ποσοστά στη συνιστώσα του κλίματος, όπου αυτή επηρεάζει όλες τις υπόλοιπες συνιστώσες σε ίσες αναλογίες. Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι διασυνδέσεις LC και EC, οι οποίες αν και ως άμεσες χαρακτηρίστηκαν ισχυρες, η συνολική τους τιμή (άμεση και έμμεση) είναι μικρότερη από αυτή των υπολοίπων της κατηγορίας τους που χαρακτηρίστηκαν ως ασθενείς πρώτης τάξης διασυνδέσεις.



Σχήμα 4.11 Ποσοστά κατανομής υπολογισμένα ανά συνιστώσα προς τις υπόλοιπες τέσσερις.

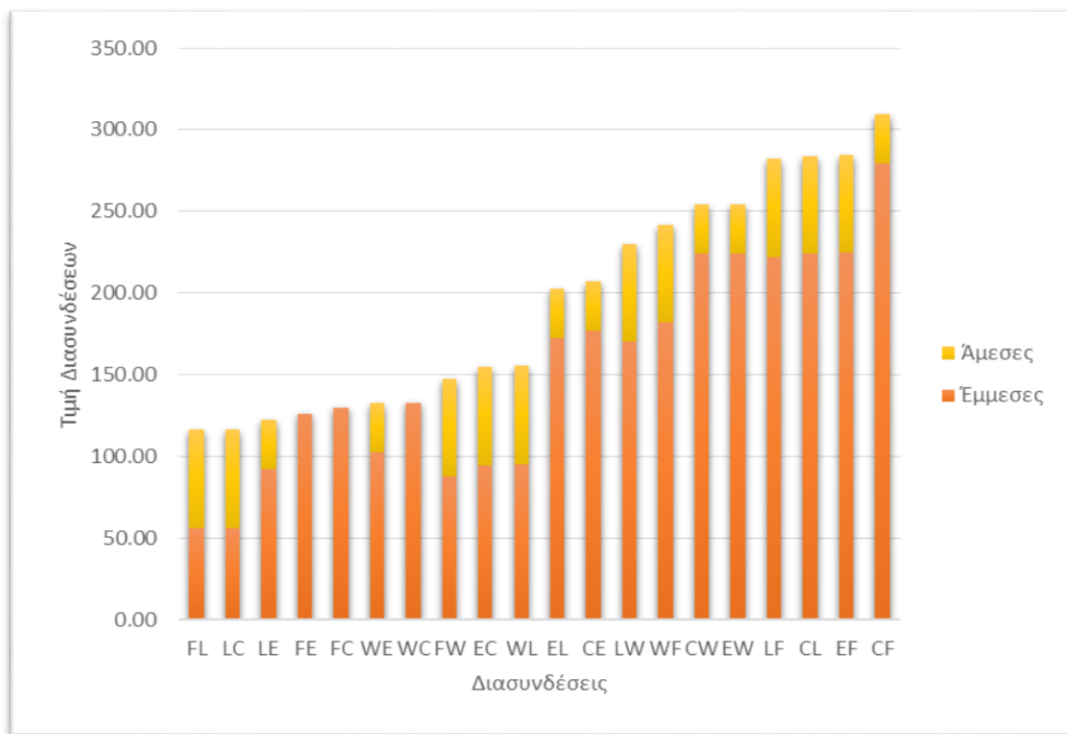
Η τελευταία διαπίστωση επιβεβαιώνεται και στην παρατήρηση του Σχήματος 4.11, όπου η κάθε διασύνδεση αναλύεται με βάση το ποσοστό που έχει λάβει ως άμεση (dir) και ως έμμεση (ind). Οι μπάρες των διασυνδέσεων LC και EC ανά ζεύγος φαίνεται να βρίσκονται πολύ κοντά σε ύψη, σε σχέση με αυτές των υπόλοιπων διασυνδέσεων. Για όλες τις υπόλοιπες διασυνδέσεις παρατηρείται ότι διατηρούν μια αναλογία άμεσης-έμμεσης, καθώς η έμμεση, που προκύπτει ως άθροισμα κατά την εφαρμογή του αλγόριθμου, έχει μεγαλύτερη τιμή. Για αυτές τις δύο διασυνδέσεις φαίνεται ότι, ενώ έχουν χαρακτηριστεί ως ισχυρές πρώτης τάξης, οι επόμενες τάξεις δεν έδωσαν μεγάλο άθροισμα κατά την επίλυση του αλγόριθμου. Αυτό δικαιολογείται γιατί οι διαδρομές δεύτερης έως τέταρτης τάξης ήταν λίγες, καθώς οι άμεσες διασυνδέσεις που τις απαρτίζαν ήταν αμελητέες και κατά συνέπεια διακόπτουν τον αντίστοιχο κλάδο.



Σχήμα 4.11 Αναλογία άμεσων (πρώτης τάξης) και έμμεσων (υψηλότερης τάξης) τιμών για τις είκοσι διασυνδέσεις του Marine Nexus.

Σε ένα τελικό συνθετικό διάγραμμα (Σχήμα 4.12) που περιλαμβάνει το σύνολο της πληροφορίας που αναλύθηκε προηγουμένως, παρατηρείται ότι η ισχυρότερη συνολική διασύνδεση είναι αυτή του κλίματος προς την τροφή (CF), ενώ η υψηλότερη έμμεση τιμή διασύνδεσης είναι επίσης αυτή του κλίματος προς τη τροφή. Στην πραγματικότητα, το ζεύγος κλίματος με τροφή έχει την υψηλότερη συνολική βαθμολογία διασύνδεσης, υποδηλώνοντας ότι η επίδραση του κλίματος στην τροφή είναι ισχυρή, παρόλο που η άμεση σχέση ταξινομείται ως "αμελητέα". Αυτό υποστηρίζεται επίσης από το γεγονός ότι το δίκτυο διαδρομών CF του Marine Nexus είναι πολύπλοκο με πολλούς κόμβους και διαδρομές υψηλής τάξης, με αποτέλεσμα την υψηλή έμμεση βαθμολογία. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι ο αλγόριθμος τονίζει το γεγονός ότι οι έμμεσες διασυνδέσεις μπορεί να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό τις τιμές των

διασυνδέσεων και δεν πρέπει ούτε να αγνοούνται ούτε να υποτιμούνται. Μια ανάλυση της σχέσης που δεν αναγνωρίζει τη σημασία των έμμεσων διασυνδέσεων και επικεντρώνεται μόνο στις άμεσες σχέσεις ενδέχεται να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα.

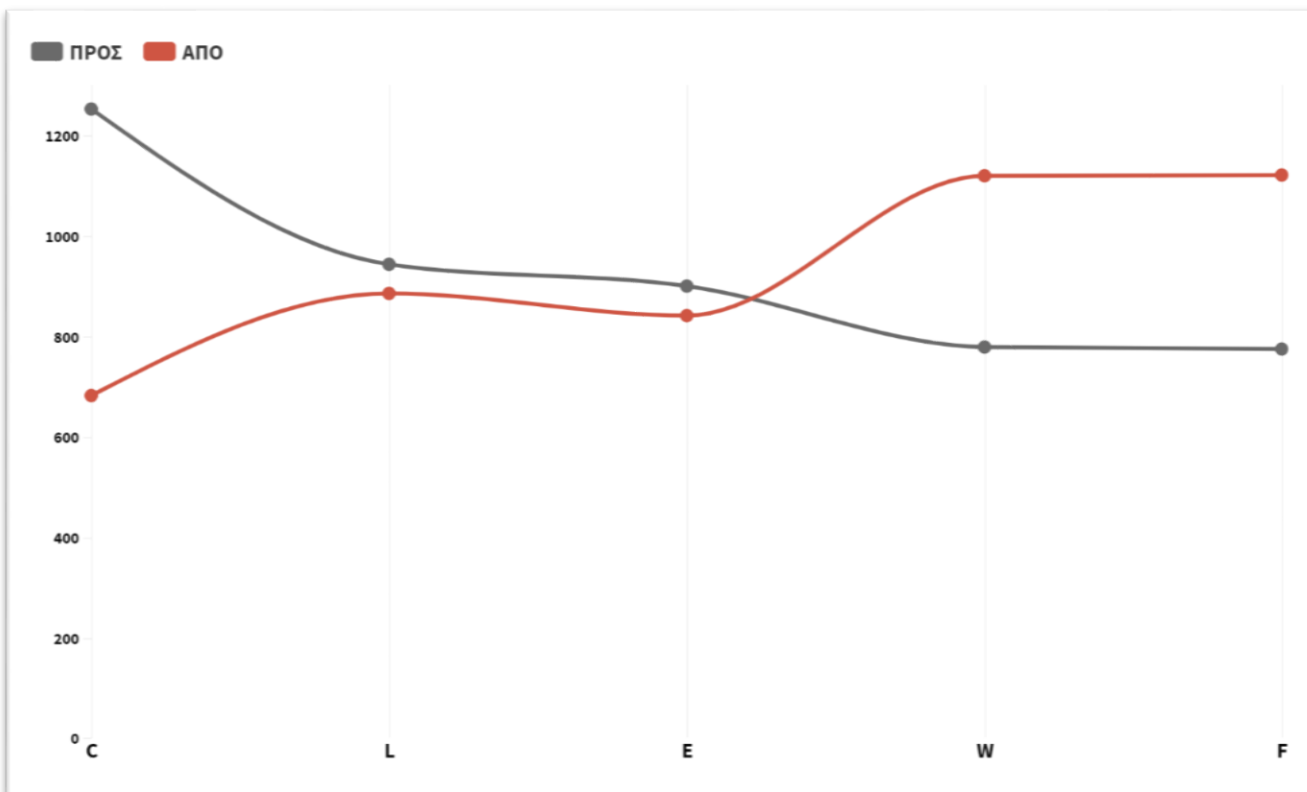


Σχήμα 4.12 Ποσοτικοποιημένη αναπαράσταση μεταξύ των είκοσι ζευγών. Οι διασυνδέσεις εμφανίζονται ως το άθροισμα των άμεσων (πρώτης τάξης) και των έμμεσων (υψηλότερης τάξης).

5. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων

Σε μια μακροσκοπική μελέτη των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την βιβλιογραφική ανάλυση και την εφαρμογή του ευρετικού αλγορίθμου για την μελέτη του Marine Nexus, παρατηρείται ότι δημιουργείται ένα μοτίβο στην επιρροή που πραγματοποιούν και δέχονται οι συνιστώσες. Στο Σχήμα 5.1 παρουσιάζεται μια σύγκριση των προηγούμενων δύο διαγραμμάτων που απεικονίζουν την επιρροή που δέχονται οι συνιστώσες από τις υπόλοιπες και την επίδραση που έχουν προς αυτές. Είναι διακριτό ότι τα στοιχεία όπως το θαλασσινό νερό (W) και η τροφή (F) που δέχονται την μεγαλύτερη σε τιμή επιρροή από τα υπόλοιπα, ταυτοχρόνως επηρεάζουν και λιγότερο τις υπόλοιπες συνιστώσες. Ενώ αντίστοιχα το κλίμα (C) που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στις υπόλοιπες συνιστώσες, δέχεται και την μικρότερη επιρροή από αυτές. Παρόμοια, οι χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης (L) και η ενέργεια (E) ακολουθούν ένα ανάλογο μοτίβο με μικρότερη όμως διαφορά στην τιμή τους. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα πολύ ευαίσθητα στοιχεία, αυτά δηλαδή που είναι ασταθή στις μεταβολές των υπολοίπων και ειδικά για την περίπτωση της τροφής, δεν είναι ικανά η οποιαδήποτε μεταβολή τους να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τα υπόλοιπα. Αντίστοιχα, συνιστώσες όπως το κλίμα όπου οι μεταβολές του επιδρούν άμεσα στις υπόλοιπες, δεν επηρεάζεται τόσο από αυτές. Σε μια μέση λύση βρίσκεται η χρήση και η ενέργεια, όπου φαίνεται να αλληλοεπιδρούν με τις υπόλοιπες συνιστώσες ισότιμα. Τα αποτελέσματα αυτά είναι χρήσιμα για την ανάδειξη του ισοζυγίου που δημιουργείται στον θαλάσσιο χώρο μεταξύ των συνιστωσών του Marine Nexus, ώστε και οι μετέπειτα μελέτες και πολιτικές ανάπτυξης να εφαρμοστούν ανάλογα.



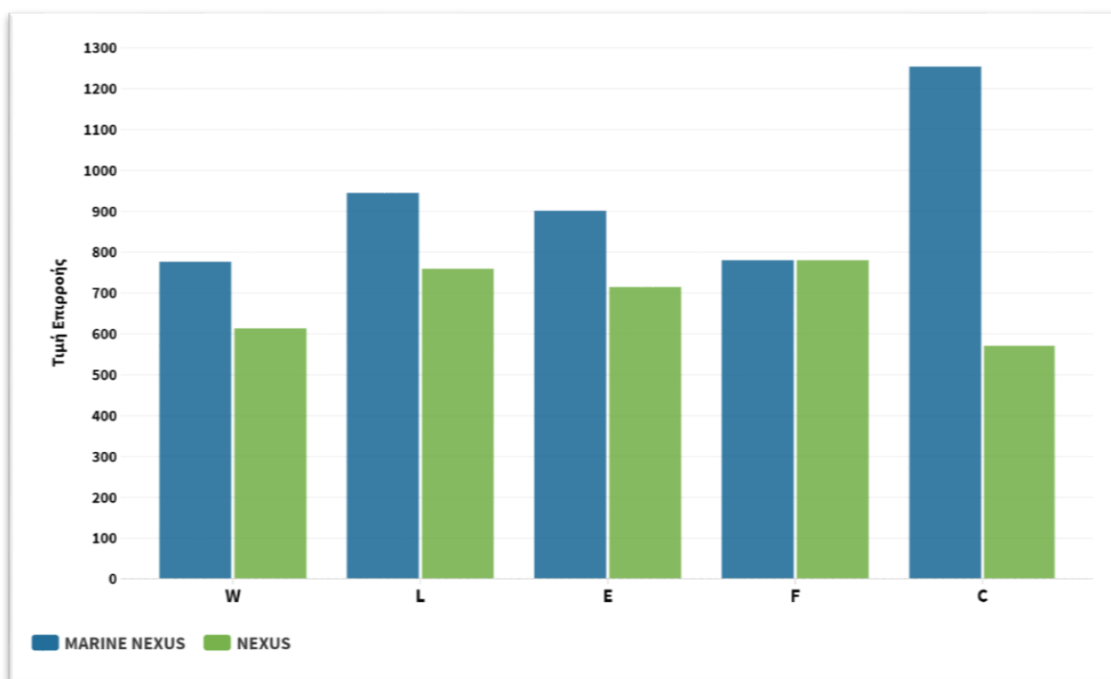
Σχήμα 5.1 Σύγκριση τις επιρροής που δέχονται οι συνιστώσες από τις υπόλοιπες και την επίδραση που έχουν προς τις υπόλοιπες.

5.2 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Nexus – Marine Nexus

Από το προαναφερθέν άρθρο για την περίπτωση των συνιστωσών του Nexus, κατά την εφαρμογή του αλγορίθμου, προκύπτουν εξίσου αποτελέσματα επιρροής μεταξύ των διασυνδέσεων. Με σκοπό τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το παραπάνω άρθρο, έχουν δημιουργηθεί τα παρακάτω διαγράμματα. Σκόπιμο είναι να αναφερθεί ότι οι τιμές έχουν προκύψει με συγκριτικούς όρους για κάθε μελέτη ξεχωριστά, οπότε και η συνολική ανάλυση αυτών πραγματοποιείται αντίστοιχα.

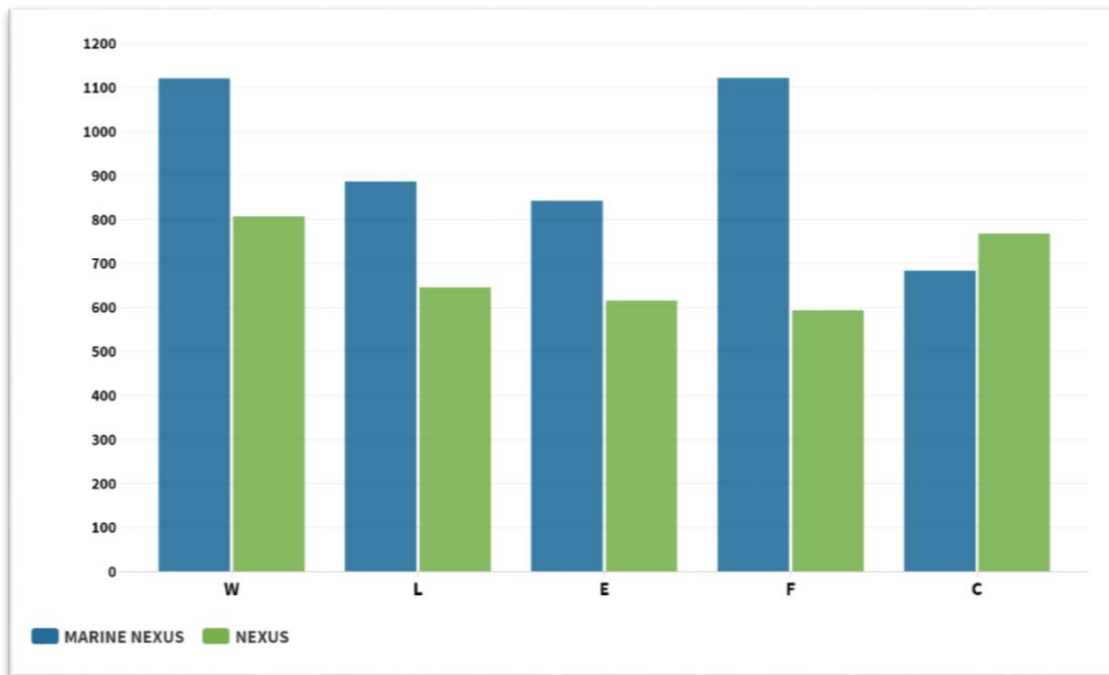
Στο Σχήμα 5.2 οι συνιστώσες του Marine Nexus παρατίθενται σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του Nexus στην τιμή επιρροής προς τις υπόλοιπες συνιστώσες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η διαφοροποίηση στην τιμή επιρροής που έχει το κλίμα προς τις άλλες συνιστώσες. Στην

περίπτωση που αυτό εξετάζεται στο θαλάσσιο περιβάλλον η τιμή του ξεφεύγει από τα υπόλοιπα στοιχεία κατά πολύ, ενώ σε αυτή του Nexus κατέχει την τελευταία θέση επιρροής. Μια λογική εξήγηση για τη συγκεκριμένη διαφορά αυτή είναι η μεγάλη βαρύτητα που δόθηκε στην εργασία αυτή στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής προς τις υπόλοιπες συνιστώσες. Κατά τα υπόλοιπα, και στις δύο μελέτες οι τιμές των υπόλοιπων συνιστωσών κυμαίνονται με παρόμοιους σχηματισμούς.



Σχήμα 5.2 Σύγκριση των τιμών επιρροής των συνιστωσών προς τις υπόλοιπες για το Nexus και το Marine Nexus.

Στο Σχήμα 5.3 οι συνιστώσες του Marine Nexus παρατίθενται σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του Nexus στην τιμή επιρροής από τις υπόλοιπες συνιστώσες. Και σε αυτό το διάγραμμα, στην περίπτωση του κλίματος, η διαφοροποίηση είναι εμφανής. Στο Marine Nexus κλίμα δέχεται την μικρότερη επιρροή από τα υπόλοιπα, ενώ στο Nexus δέχεται τη δεύτερη μεγαλύτερη. Επίσης, οι διακυμάνσεις του Nexus είναι ομαλές σε σύγκριση με αυτές του Marine, όπου οι συνιστώσες W και F ξεφεύγουν στην τιμή επιρροή που δέχονται από τις υπόλοιπες. Η εξήγηση είναι πιθανό να οφείλεται στο μεγάλο βαθμό ευαισθησίας που έχουν αυτά τα στοιχεία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 5.3 Σύγκριση των τιμών επιρροής των συνιστωσών από τις υπόλοιπες για το Nexus και το Marine Nexus.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η δομή αυτής της εργασίας διαχωρίζεται σε δύο βασικά μέρη. Στην πρώτη ενότητα έγινε μια εμβάθυνση στις πέντε συνιστώσες που Marine Nexus, δηλαδή το θαλασσινό νερό, τις χρήσεις της θαλάσσιας έκτασης, την ενέργεια, την τροφή και το κλίμα, ή όπως συμβολίστηκαν λόγω συντομίας, W, L, E, F και C αντίστοιχα. Μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, διερευνήθηκαν όλες οι πιθανές άμεσες διασυνδέσεις των συνιστωσών αυτών (είκοσι στον αριθμό) και αναπτύχθηκαν οι αλληλεπιδράσεις τους με επίκεντρο το αίτιο μεταβολής της υπάρχουσας κατάστασης και την επιρροή προς τις παραμέτρους των υπόλοιπων συνιστωσών. Σε επόμενο βήμα, καθορίστηκε ότι μία διασύνδεση μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση, ανάλογα με το αν η αλλαγή σε μια συνιστώσα του Marine Nexus προκαλεί αλλαγή σε μια άλλη απευθείας ή μέσω μιας τρίτης συνιστώσας ή μέσω περισσότερων. Η συνολική διασύνδεση που προκύπτει από την συνιστώσα που επιδρά προς την επηρεαζόμενη συνιστώσα ορίζεται ως ένα άθροισμα (όχι αλγεβρικό) όλων των άμεσων και έμμεσων διασυνδέσεων μεταξύ δύο συνιστωσών.

Στη δεύτερη ενότητα, παρουσιάζεται μια ποσοτική προσέγγιση για την απόκτηση μιας ακριβέστερης εικόνας της σχέσης των διασυνδέσεων του Marine Nexus. Η προσέγγιση αυτή είναι απλή, βασίζεται σε έναν ευρετικό αλγόριθμο, ο οποίος μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε περίπτωση που μελετάται μια ανάλυση πάνω στο Nexus, καθώς παρέχει έναν δομημένο τρόπο για την τεκμηρίωση και την κωδικοποίηση της συνδεσιμότητας μεταξύ των συνιστωσών. Η μεθοδολογία αναλύεται για την περίπτωση των ελληνικών θαλασσών και βασίζεται στη βιβλιογραφία και στα διαθέσιμα δεδομένα για τη χώρα, οπότε και η σχετική κατάταξη των διασυνδέσεων έγκειται σε αυτά τα δεδομένα. Έπειτα, μέσα από σχηματικές απεικονίσεις και οπτικοποίηση των τιμών των είκοσι διασυνδέσεων γίνεται ένα εμπειριστατωμένος σχολιασμός των αποτελεσμάτων του αλγορίθμου. Κάθε διασύνδεση αναλύεται ως προς την τιμή της ως άμεση και ως έμμεση, ως προς το χάσμα αυτών των δύο τιμών και ως προς τη συνολική εικόνα κατάταξης των είκοσι διασυνδέσεων και τελικά των πέντε συνιστωσών. Εν κατακλείδι, με βάση τα αποτελέσματα του άρθρου «*Towards Ranking the Water–Energy–Food–Land Use–Climate Nexus Interlinkages for Building a Nexus Conceptual Model with a Heuristic Algorithm*», Laspidou, et al. (2019), όπου εφαρμόστηκε ο ίδιος ευρετικός αλγόριθμος για τις συνιστώσες του Nexus, πραγματοποιείται μια σύγκριση των αποτελεσμάτων και ένας ευρύτερος σχολιασμός πάνω στην εφαρμογή του Nexus στο χερσαίο και στο θαλάσσιο περιβάλλον της Ελλάδας.

Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτή τη διπλωματική εργασία εξάγονται μετά την εφαρμογή του αλγόριθμου και επομένως την ποσοτικοποίηση της έντασης των διασυνδέσεων. Αυτά αφορούν τον σημαντικό ρόλο που κατέχει η επίδραση του κλίματος και κατά συνέπεια η κλιματική αλλαγή στις υπόλοιπες συνιστώσες του Marine Nexus. Η συνιστώσα του κλίματος επηρεάζει σχεδόν ισόποσα όλες τις υπόλοιπες συνιστώσες, ενώ ακόμα ξεχωρίζει και στο μεγάλο μέγεθος της επιρροής που έχει και στις έμμεσες διασυνδέσεις. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η συνιστώσα της τροφής η οποία εξαρτάται στο μέγιστο βαθμό από τις υπόλοιπες συνιστώσες και ταυτοχρόνως κατέχει μία από τις μικρότερες επιρροές προς τις υπόλοιπες συνιστώσες.

Μέσω αυτής της εργασίας παρέχεται ένα εργαλείο για τον ποσοτικό προσδιορισμό των επιπτώσεων μεταξύ των μεταβλητών που πλαισιώνουν το θαλάσσιο περιβάλλον της Ελλάδας, καθώς παράλληλα δίνεται μεγάλη βαρύτητα και στην ιεράρχηση των συνιστωσών με σκοπό την εξασφάλιση ισορροπίας των στρατηγικών κινήσεων στο περιβάλλον αυτό. Ταυτοχρόνως, αναδεικνύεται η έντονη σημασία της κάθε συνιστώσας και ο ρόλος της που είναι αδιαχώριστος από το συνολικό περιβάλλον και καθοριστικός για κάθε πολιτική παρέμβασης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Καλλογιανάκη Καλλιόπη (2010) Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων με Μικροάλγη, 42 σελίδες, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Ηράκλειο

APC Advanced Planning-Consulting Σύμβουλοι Επιχειρήσεων Α.Ε. (2009) Μελέτη Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (Ε.Π.Χ.Σ.Α.Α.) για τις Υδατοκαλλιέργειες (Α' Φάση: Υποστηρικτική Μελέτη)

Τριανταφυλλίδου Μαριάννα (2012) Περιβαλλοντική διερεύνηση των παράκτιων εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με έμφαση στις βιολογικές επιπτώσεις, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Abdulla Amber, PhD, Olof Linden, PhD (editors) (2008) Maritime traffic effects on biodiversity in the Mediterranean Sea: Review of impacts, priority areas and mitigation measures. Malaga, Spain: IUCN Centre for Mediterranean Cooperation. 184 pp.

Apostolaki ET, Marba N, Holmer M, Karakassis I (2009) Fish farming enhances mass and nutrient loss in Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*). Marine Ecology Progress Series

Ball Iwan (2002) Turning the Tide Power from the Sea and Protection for Nature. University of Gardiff, UK, pp. 1 - 178.

Carioua Pierre, Francesco Parolab, Theo Notteboomc (2019) Towards low carbon global supply chains: A multi-trade analysis of CO₂ emission reductions in container shipping. International Journal of Production Economics 208: 17–28.

Clement Alain, Pat McCullen (2002) Wave energy in Europe: current status and perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews 6: 405–431.

Cotel J. Aline, Paul W. Webb (2012) The challenge of understanding and quantifying fish responses to turbulence-dominated physical environments.

Cottingham K.L., H.A. Ewing, et al. (2015) Cyanobacteria as biological drivers of lake nitrogen and phosphorus cycling. *Ecosphere* 6 (1): Article 1, 19pp.

Currie, D.E.J., Wowk K. (2009) Climate change and CO₂ in the oceans and global oceans governance. *Carbon & Climate Law Review* 3 (4), 387–404.

D'Amore T., Russell I., Stewart G. G. (1989) Sugar utilization by yeast during fermentation. *Journal of Industrial Microbiology* 4, 315–323.

European Commission (2019) Maritime spatial planning country information: Greece

European Fisheries and Aquaculture Research Organizations EFARO (2012) Climate change and European fisheries: observed changes and future prospects.

Evans Peter G. H. (2008) Offshore Wind Farms and Marine Mammals: Impacts & Methodologies For Assessing Impacts, Spain, pp. 1 – 70.

Fortune Frank, Wright Sarah, Snowball Jennifer (2009) Potential environmental impacts of wave and tidal stream generation, Royal Haskoning, pp. 1 -14.

Fraser Shaun, Benjamin J. Williamson, et al. (2018) Fish distributions in a tidal channel indicate the behavioural impact of a marine renewable energy installation. *Energy Reports* 4: 65–69.

Gephart A. Jessica, Max Troell (2017) The “seafood gap” in the food-water nexus literature— issues surrounding freshwater use in seafood production chains. *Advances in Water Resources* 110: 505–514.

Gill A. B., Taylor H. (2001) The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon Elasmobranch Fishes, University of Liverpool, pp. 1 – 73.

Gissi E., S. Fraschetti, F. Micheli (2019) Incorporating change in marine spatial planning: A review. *Environmental Science and Policy* 92: 191–200.

Grassi S., E. Hillebrand, D. Ventosa-Santaularia (2013). The statistical relation of sea-level and temperature revisited. *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 64: 1–9.

Hau Erich (2005) Wind Turbines. Fundamentals, Technologies, Application, Economics, 2nd edition, Springer Publications, Germany, pp 615 – 652.

Harvey T. H. & Associates (2008) Developing Wave Energy in Coastal California: Potential Socio - Economic and Environmental Effects, California, pp. 145.

IPCC (1998) The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. Special Report of IPCC Working Group II [Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R.H. Moss (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 517 pp.

IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by S. Solomon et al., Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.

Jihong Chena, Yijie Feia, Zheng Wana (2019) The relationship between the development of global maritime fleets and GHG emission from shipping. Journal of Environmental Management 242: 31–39.

Karakassis I., Pitta P, Krom MD (2005) Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. Scientia Marina 62:313-321.

Lapidou Chrysi, et al. (2017) Sustainable Integrated Management for the Nexus of water-land-food-energy-climate for a resource-efficient Europe (SIM4NEXUS). D1.1: Scientific inventory of the Nexus.

Lapidou S. Chrysi, Nikolaos Mellios, Dimitris Kofinas (2019) Towards Ranking the Water–Energy–Food–Land Use–Climate Nexus Interlinkages for Building a Nexus Conceptual Model with a Heuristic Algorithm. Water 11: 306.

Leviston Zoe, Iain Walkerb (2018) Linkages between ecosystem services and human wellbeing: A Nexus Webs approach. Ecological Indicators 93: 658–668.

Linley E.A.S., Wilding T.A., Black K., et al. (2007) Review of the reef effects of offshore wind farm structures and their potential for enhancement and mitigation. Report from PML Applications Ltd and the Scottish Association for Marine Science to the Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR).

Logan, C. (2010) 'A review of ocean acidification and America's response'. Bioscience 60 (10), 819–828.

Meier, H.E.M., B. Müller-Karulis, et al. (2012) Impact of Climate Change on Ecological Quality Indicators and Biogeochemical Fluxes in the Baltic Sea: A Multi-Model Ensemble Study. *AMBIO* 41 (6): 558–573.

Nasha S., A. Phoenixa (2017) A review of the current understanding of the hydro-environmental impacts of energy removal by tidal turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 80: 648–662.

Nedwell, J., Howell D. (2004) A review of offshore windfarm related underwater noise sources. Technical Report 544R0308, Prepared by Subacoustech Ltd., Hampshire, U.K. for COWRIE, pp. 55.

Nedwell J.R., Parvin S.J., et al. (2007) Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters. Subacoustech Report No. 544R0736.

Rogelj J., Luderer G., et al. (2015) Energy system transformations for limiting end-of-century warming to below 1.5°C. *Nature Climate Change*.

Scott R.W., F.A. Huff (1996) Impacts of the Great Lakes on Regional Climate Conditions. *Journal of Great Lakes Research* 22 (4): 845–863.

Senthilraja P., K. Kathiresan, et al. (2011) Comparative analysis of bioethanol production by different strains of immobilized marine yeast. *Journal of Yeast and Fungal Research* Vol. 2(8), pp. 113 – 116.

Shannak Sa'd, Daniel Mabrey, et al. (2018) Moving from theory to practice in the water–energy–food nexus: An evaluation of existing models and frameworks. *Water-Energy Nexus* 1 17–25.

Smith T.W.P., et al. (2014) 'Third IMO GHG Study 2014'. International Maritime Organization (IMO) (executive summary, paras 1.1, 5.1, 5.3).

Soerensen Hans Christian, Lars Kjeld Hansen, et al. (2003) European Thematic Network on Wave Energy. Final Report, Environmental Impact, Denmark, pp. 19 – 23.

Thorpe T. W. (1999) A Brief Review of Wave Energy. A report produced for The UK Department of Trade and Industry.

Thrush S.F., Hewitt J.E., et al. (2004) Muddy waters: elevating sediment input to coastal and estuarine habitats. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: pp. 299-306.

Tsikliras A. C. (2008) Climate-related geographic shift and sudden population increase of a small pelagic fish (*Sardinella aurita*) in the eastern Mediterranean Sea. *Marine Biology Research*, 4: 477 – 481.

U.S. Environmental Protection Agency, U.S. National Imagery and Mapping Agency, et al (1998) Environmental Risk Assessments of Oil and Gas Activities Using National Security and Civilian Data Sources.

Vanham D. (2016) Does the water foot print concept provide relevant information to address the water–food–energy–ecosystem nexus? *Ecosystem Services* 17: 298–307.

Venghaus S., J.-F. Hake (2018) Nexus thinking in current EU policies – The interdependencies among food, energy and water resources. *Environmental Science and Policy* 90: 183–192.

Vermeer M., S. Rahmstorf (2009). Global sea level linked to global temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106 (51): 21527–21532.

Weichselgartner Juergen, Christa A. Marandino (2012) Priority knowledge for marine environments: challenges at the science–society Nexus. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4: 323–330.

Weissa V.C. Carlos, Raúl Guanchea, et al. (2018) Marine renewable energy potential: A global perspective for offshore wind and wave exploitation. *Energy Conversion and Management* 177: 43–54.

Wellyngton Silva de Amorima, Isabela Blasi Valduga, et al. (2018) The nexus between water, energy, and food in the context of the global risks: An analysis of the interactions between food, water, and energy security. *Environmental Impact Assessment Review* 72: 1–11.

Wilson J.W. (1977) Effect of Lake Ontario on precipitation. *Monthly Weather Review* 105 (2): 207–214.

Yokoyama H. (2003) Environmental quality criteria for fish farms in Japan. *Aquaculture* 226: 45-56.

Yubing Shi (2016) Are greenhouse gas emissions from international shipping a type of marine pollution? *Marine Pollution Bulletin* 113: 187–192.

Zaky Saleh Abdelrahman (2017) Marine Fermentation, the Sustainable Approach for Bioethanol Production. *Microbiology ECO.01*: 25-27.

Zaky Saleh Abdelrahman, Darren Greet ham, et al. (2018) The establishment of a marine focused bio refinery for bioethanol production using seawater and a novel marine yeast strain. Scientific Reports 8:12127.

Zenetos A., S. Katsanevakis, et al. (2011) Marine alien species in Greek Seas: Additions and amendments by 2010, Mediterranean Marine Science, 12/1: 95-120.

Πλαίσια και Νομοθεσία

Απόφαση Αριθμ. 31722/4-11-2011 Έγκριση Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις υδατοκαλλιέργειες και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού (ΦΕΚ 2505 Β').

Απόφαση Αριθ. Η.Π. 17239 Καθορισμός δικαιολογητικών, διαδικασίας και προϋποθέσεων χωροθέτησης Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών (ΦΕΚ 1175 Β'/2002).

Απόφαση (2010/631/ΕΕ) Σχετικά με τη σύναψη, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, του πρωτοκόλλου για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών της Μεσογείου στη σύμβαση για την προστασία του θαλασσιού περιβάλλοντος και των παρακτίων περιοχών της Μεσογείου.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2012) Γαλάζια ανάπτυξη: ευκαιρίες για βιώσιμη ανάπτυξη στους τομείς της θάλασσας και της ναυτιλίας.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2013) Στρατηγικές κατευθυντήριες γραμμές για τη βιώσιμη ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας στην ΕΕ.

Απόφαση (1999/801/ΕΚ) Σχετικά με την αποδοχή των τροποποιήσεων του πρωτοκόλλου για την προστασία της Μεσογείου Θαλάσσης από την ρύπανση από χερσαίες πηγές (σύμβαση της Βαρκελώνης).

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2371/2002 Για τη διατήρηση και βιώσιμη εκμετάλλευση των αλιευτικών πόρων στο πλαίσιο της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής.

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 710/2009 Τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του

Συμβουλίου όσον αφορά τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων για τη βιολογική παραγωγή ζώων υδατοκαλλιέργειας και φυκιών.

Οδηγία 2000/60/ΕΚ Για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.

Οδηγία Πλαίσιο για την Θαλάσσια Στρατηγική (2008/56/ΕΚ) Άρθρο 8: Καταγραφή της κατάστασης των θαλασσιών υδάτων, Άρθρα 9 & 10: Προσδιορισμός της Καλής Περιβαλλοντικής Κατάστασης και Περιβαλλοντικοί στόχοι, τελικό προσχέδιο (2018).

Οδηγία 2014/89/ΕΕ Περί θεσπίσεως πλαισίου για τον θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό.

Πρόταση 2011/0309 (Κανονισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου) Για την ασφάλεια των υπεράκτιων δραστηριοτήτων αναζήτησης, εξερεύνησης και παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου περί θεσπίσεως πλαισίου για τον θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό.

European Commission (2014) Blue Energy: Action needed to deliver on the potential of ocean energy in European seas and oceans by 2020 and beyond.

European Commission (2014) Ocean Energy: Action needed to deliver on the potential of ocean energy by 2020 and beyond.

European Commission (2019) Strategic Plan 2016-2020: DG Maritime Affairs and Fisheries.

Ιστότοποι

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ec.europa.eu), τελευταία ανάκτηση 07.03.2020

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (europarl.europa.eu), τελευταία ανάκτηση 07.03.2020

Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (energy.gov), τελευταία ανάκτηση 07.03.2020

European Biotech industry (labiotech.eu), τελευταία ανάκτηση 07.03.2020

Intergovernmental Panel on Climate Change (ipcc.ch), τελευταία ανάκτηση 07.03.2020