

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Αειφορική διαχείριση σε παράκτιες ζώνες στην πόλη του Βόλου»

Χριστίνα Κατσιούλα

ΒΟΛΟΣ 2021

**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT**

POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

«Sustainable coastal zone management in in the city of Volos»

Christina Katsioul

VOLOS 2021

«Αειφορική διαχείριση σε παράκτιες ζώνες στην πόλη του Βόλου»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1) Δημήτριος Βέντζας, Καθηγητής, Βιοϊατρικά Όργανα, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Επιβλέπων**,

2) Δημήτριος Κλαουδάτος, Επίκουρος Καθηγητής, Αλιεία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**,

3) Νικόλαος Νεοφύτου, Αναπληρωτής Καθηγητής, Υδατοκαλλιέργειες και Περιβάλλον, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, **Μέλος**.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα κ. Δημήτριο Βέντζα για τη βοήθειά του στη συγγραφή της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας, καθώς και για την υποστήριξή του. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά την εξεταστική επιτροπή κ. Δημήτριο Κλαουδάτο και κ. Νικόλαο Νεοφύτου για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και τις πολύτιμες διορθώσεις τους.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου και στους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση και κατανόηση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αειφορική διαχείριση και η κλιματική αλλαγή ξεκίνησε να απασχολεί όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια, διότι έγινε αντιληπτό ότι η επέμβαση του ανθρώπου στα οικοσυστήματα έχει αυξηθεί, πράγμα που οδήγησε στη θέσπιση νομοθεσιών, πλαισίων και κανόνων.

Στην εργασία αναπτύχθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά του Παγασητικού, ενός ημίκλειστου κόλπου ως προς τη γεωμορφολογία, το κλίμα, την ωκεανογραφία, τους φυσικούς πόρους, με περιοχές υψηλής αισθητικής αξίας και υπό καθεστώς προστασίας.

Πραγματοποιήθηκε μία ανάλυση και εκτίμηση της περιβαλλοντικής κατάστασης στο θαλάσσιο μέτωπο της πόλης του Βόλου, όπου αναπτύσσονται ανθρωπογενείς δραστηριότητες, με κυριότερες τη γεωργία, τον τουρισμό, την αλιεία και τη βιομηχανία με φαινόμενα σημειακής ρύπανσης.

Λέξεις-κλειδιά: Παγασητικός Κόλπος, Βόλος, αειφορική διαχείριση, ρύπανση, θαλάσσια ρύπανση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.2. Αειφορική διαχείριση	1
1.3. Νομοθεσία για παράκτιες ζώνες	4
1.4. Κλιματική αλλαγή	8
2. ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ	10
2.1. Περιοχή μελέτης	10
2.2. Υδατικοί πόροι	14
2.3. Δεδομένα χρονοσειρών	17
2.4. Προστατευόμενες περιοχές	20
2.4.1. Δίκτυο NATURA 2000	22
2.5. Ρύπανση	24
2.5.1. Πηγές ρύπανσης	31
2.6. Υδατοκαλλιέργειες	37
2.7. Αλιεία	40
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	46
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48
5. ABSTRACT	61

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Αειφορική διαχείριση

Το 1987 εισήχθη η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης στην Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον (World Commission on Environment and Development, WCED), μέσω της δημοσίευσης του «Our Common Future» που σηματοδότησε ένα κομβικό σημείο στη σκέψη για το περιβάλλον, την ανάπτυξη και τη διακυβέρνηση (Sneddon et al. 2006). Η επιστήμη της αειφορίας αντιμετωπίζει τον θεμελιώδη χαρακτήρα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ φύσης και κοινωνίας και την ικανότητα της κοινωνίας να καθοδηγεί αυτές τις αλληλεπιδράσεις σε βιώσιμες τροχιές (Weinstein et al. 2007). Η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης εγκαινιάστηκε από το WCED ως «παγκόσμιος στόχος» για την καθοδήγηση πολιτικών με στόχο την εξισορρόπηση «οικονομικών και κοινωνικών συστημάτων και οικολογικών συνθηκών». Συχνά εκπροσωπείται με το τρίπτυχο της οικονομίας, του περιβάλλοντος και της κοινωνίας (Seghezze 2009). Ο ορισμός για τη βιώσιμη ανάπτυξη που δόθηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη είναι: «Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες.» (WCED 1987). Επιτυγχάνεται με τη χρήση και διατήρηση της βάσης των φυσικών πόρων και τη διατήρηση και επέκταση της ποικιλίας των κοινωνικών, τεχνολογικών και παραγωγικών επιλογών (Winograd & Fargow 2007).

Ένα περιβαλλοντικά βιώσιμο σύστημα πρέπει να διατηρεί μια σταθερή βάση πόρων, αποφεύγοντας την υπερβολική εκμετάλλευση συστημάτων ανανεώσιμων πόρων ή περιβαλλοντικών λειτουργιών και εξαντλώντας μη ανανεώσιμους πόρους μόνο στο βαθμό που επενδύονται σε επαρκή υποκατάστατα. Αυτό περιλαμβάνει τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την ατμοσφαιρική σταθερότητα και άλλες λειτουργίες του οικοσυστήματος που δεν ταξινομούνται συνήθως ως οικονομικοί πόροι (Harris 2000).

Για να προσδιοριστούν τα σύνορα μεταξύ του χερσαίου και του θαλάσσιου τμήματος σε μία παράκτια ζώνη, θα πρέπει να γίνει διάκριση ανάλογα με το πως είναι διαμορφωμένο το συγκεκριμένο περιβάλλον και με τις διαχειριστικές του ανάγκες. Αποτελεί όμως περίπλοκος ο ορισμός της ακριβούς έκτασης, ως προς την ξηρά ή τη θάλασσα. Ο όρος «coastality» αποτελεί ένα νέο δείκτη που έχει ως στόχο τον υπολογισμό του πόσο «η γη επηρεάζεται από

τη γειτνίασή της με τη θάλασσα». Ο συγκεκριμένος όρος σχεδιάστηκε για να δείχνει την κατάσταση του παράκτιου χώρου, μέσω του συνδυασμού των φυσικών-αβιοτικών χαρακτηριστικών και των ανθρωπογενών επιπτώσεων και χωρίζεται σε φυσική και τεχνητή (Κίουςοπουλος & Stathakis 2009). Στα χερσαία και θαλάσσια οικοσυστήματα υπάρχει μεγάλη αλληλεπίδραση, διότι μία μεταβολή σε οποιοδήποτε παράκτιο σημείο θα επιφέρει ορισμένα αποτελέσματα σε κάποιο άλλο (Brachya et al. 1994).

Η παράκτια ζώνη θεωρείται ως η έκταση της γης που επηρεάζεται από τη θάλασσα και η περιοχή της θάλασσας που επηρεάζεται από τη στεριά. Αρχικά η ερμηνεία του αφορούσε την παράκτια πεδιάδα μέχρι την άκρη της υφαλοκρηπίδας. Τα όρια της διαχείρισης της παράκτιας ζώνης στις περισσότερες χώρες αποτελούνται από μια λωρίδα ακτογραμμής εντός 1-2 km από την ακτογραμμή. Σε μερικές περιπτώσεις τα εσωτερικά όρια της παράκτιας διαχείρισης περιλάμβαναν παράκτιες λεκάνες απορροής ή λεκάνες απορροής (Ehler & Douvère 2009). Η Παπαθεοχάρη (2017) αναφέρει για τις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, μεταξύ της ζώνης ξηράς και θάλασσας, τη διάκριση τους σε τρεις ζώνες:

1. Κρίσιμη ζώνη: υπολογίζεται σε μερικές εκατοντάδες μέτρα και αφορά κατά κύριο λόγο τις περιοχές μεγάλης οικολογικής σημασίας και ακραίων πιέσεων.
2. Δυναμική ζώνη: βρίσκεται σε μερικά χιλιόμετρα. Περιλαμβάνει ισχυρές αλληλεξαρτήσεις/αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις ανθρώπινες παράκτιες δραστηριότητες και τις φυσικές διαδικασίες.
3. Ζώνη επιρροής: έχει πλάτος αρκετά χιλιόμετρα και επιδρούν άμεσα ή έμμεσα οι παραπάνω ζώνες.



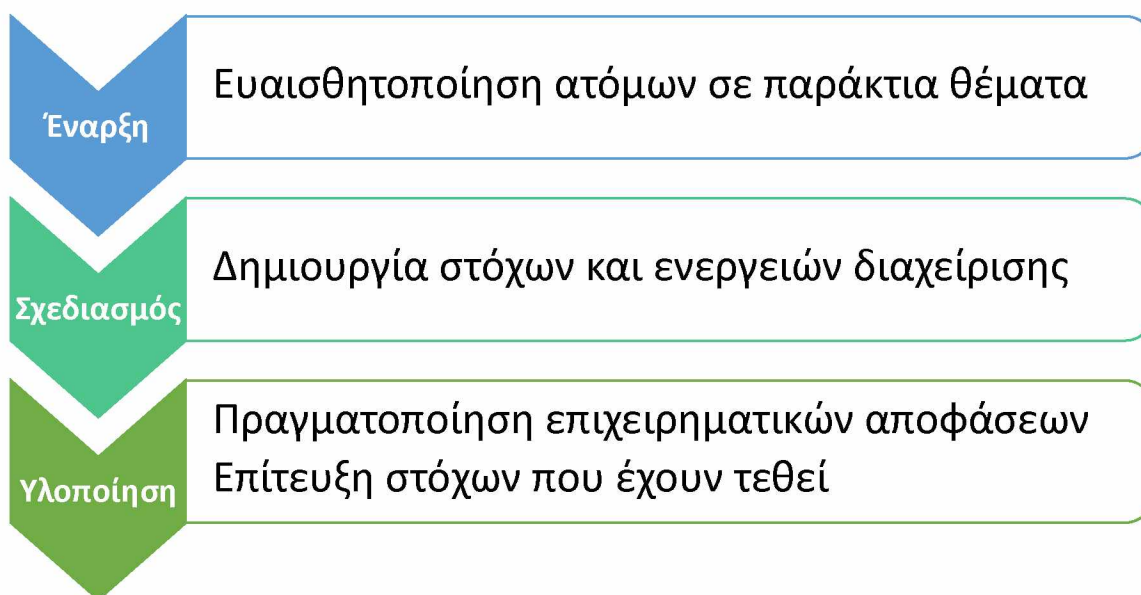
Εικόνα 1: Κατηγορίες οικοσυστημάτων (pinterest.com)

Για την αντιμετώπιση των αρνητικών επιπτώσεων στις θαλάσσιες κοινότητες αναπτύχθηκαν ορισμένες αρχές διαχείρισης τους, οι οποίες αποκαλούνται ως Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης (Integrated Coastal Zone Management, ICZM). Σύμφωνα με μελέτες φαίνεται ότι οι φυσικοί πόροι άρχισαν να λαμβάνουν μεγαλύτερη προσοχή ως προς τη διαχείρισή τους από τη δεκαετία του 1970 (Khakzad et al. 2015). Το πρώτο νομικό ορόσημο ήταν ο νόμος των Ηνωμένων Πολιτειών για τη διαχείριση της παράκτιας ζώνης του 1972, ο οποίος θέσπισε ένα εσωτερικό δίκαιο που αποσκοπούσε στη μείωση των συγκρούσεων μεταξύ διαφόρων παράκτιων δραστηριοτήτων, όπως η αλιεία, η λειτουργία των λιμένων και ο τουρισμός. Μετά από αυτήν την εξέλιξη, υιοθέτησαν πολλές χώρες, όπως ο Καναδάς, η Γαλλία και το Ηνωμένο Βασίλειο τους δικούς τους νόμους που σχετίζονται με τις παράκτιες δραστηριότητες και τη διαχείρισή τους. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 υπήρχαν δυσκολίες σχετικά με τη χρήση μιας προσέγγισης για την προσπάθεια διαχείρισης κάτι τόσο πολύπλοκου, όσο είναι η παράκτια ζώνη. Έτσι προστέθηκε στη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης ο όρος «Ολοκληρωμένη», ο οποίος περιλάμβανε όλες τις δραστηριότητες που επιδρούν στην παράκτια ζώνη. Στόχος ήταν να εναρμονιστούν όλες οι δραστηριότητες με τέτοιο τρόπο, ώστε όλες να υποστηρίζουν ένα ευρύτερο σύνολο βασικών στόχων για την παράκτια ζώνη (Post & Lundin 1996). Η ΟΔΠΖ προωθεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που περιλαμβάνει όλους τους σχετικούς ενδιαφερόμενους φορείς και λαμβάνει μια μακροπρόθεσμη άποψη των παράκτιων ζωνών. Προσπαθεί να εξισορροπήσει τις ανάγκες ανάπτυξης με την προστασία των πόρων που συντηρούν τις παράκτιες οικονομίες. Λαμβάνει επίσης υπόψη την ανησυχία του κοινού για την επιδεινούμενη περιβαλλοντική, κοινωνικοοικονομική και πολιτιστική κατάσταση της ακτογραμμής (Protocol on ICZM in the Mediterranean 2008).

Ο όρος «Ολοκληρωμένη» αναφέρεται στα εξής:

- τη διαχείριση των παράκτιων φυσικών πόρων, έτσι ώστε να εναρμονίζονται μεταξύ τους
- τον υπολογισμό και την οργάνωση των ανθρώπινων ενεργειών σε σχέση με το οικοσύστημα, ανάλογα με τις αλληλεπιδράσεις,
- το σύνολο του χώρου της παράκτιας ζώνης μέσω της αλληλεπίδρασης των φυσικών και ανθρώπινων διαδικασιών, από την ανάπτυξη μιας ευρύτερης περιοχής.

Αποτελεί ένα εργαλείο πολιτικής και σχεδιασμού για να εξασφαλιστεί η βιώσιμη ανάπτυξη. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ισορροπίας των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών στόχων που έχουν τεθεί στην παράκτια ζώνη. Ο ορισμός που δόθηκε από το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών χαρακτηρίζει την ΟΔΠΖ ως: «μια προσαρμοστική, πολυτομεακή προσέγγιση διακυβέρνησης, η οποία προσπαθεί να εξισορροπήσει την ανάπτυξη, τη χρήση και την προστασία των παράκτιων περιβαλλόντων. Βασίζεται σε αρχές όπως ολιστική και οικοσυστημική προσέγγιση, ορθή διακυβέρνηση, αλληλεγγύη μεταξύ των γενεών, διατήρηση της ασφάλειας του χαρακτήρα των ακτών, αρχή προφύλαξης και πρόληψης [...]» (UNEP 2009). Τα στάδια της ΟΔΠΖ είναι η έναρξη, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση και περιλαμβάνουν την ενημέρωση της κοινωνίας, τη θέσπιση στόχων και την πραγματοποίηση αυτών, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.



Σχήμα 1: Τα στάδια για την ΟΔΠΖ

1.2 Νομοθεσία για παράκτιες ζώνες

Η Agenda 21 είναι ένα διεθνώς συμφωνημένο σχέδιο δράσης για την παγκόσμια εφαρμογή της αειφόρου ανάπτυξης. Παράλληλα με τις Δασικές Αρχές και τη Διακήρυξη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, ήταν μεταξύ των σημαντικότερων αποτελεσμάτων της Διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (United Nations

Conference on Environment and Development, UNCED) που πραγματοποιήθηκε στο Ρίο Ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας το 1992. Η «Διακήρυξη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη» ορίζει τη βιώσιμη ανάπτυξη σε 27 αρχές. Κάθε αρχή συζητείται ως προς το υπόβαθρο, την εφαρμογή και τις μελλοντικές προοπτικές. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στις αρχές της ισότητας εντός και μεταξύ γενεών, της αρχής της προφύλαξης, των αρχών που ρυπαίνουν και ο χρήστης πληρώνει (Hens 2005). Η Agenda 21 είναι μη νομικά δεσμευτική διεθνής συμφωνία, που σημαίνει ότι οι υπογράφωντες δεν είναι νομικά υποχρεωμένοι να την εφαρμόσουν. Με την διακήρυξη της κατέληξαν σε ορισμένες προτάσεις, ώστε να αντιμετωπίσουν τις περιβαλλοντικές απειλές του πλανήτη. Η Agenda 21 μπορεί να θεωρηθεί ως ένα διακρατικό πρόγραμμα ήπιου δικαίου που περιλαμβάνει στόχους, που μπορούν να επηρεάσουν την κυβερνητική πολιτική και να θέσει στόχους για την αειφόρο ανάπτυξη (Joas & Grönholm 2004, Baldwin 2007).

Η UNCED έχει εφαρμόσει ορισμένες νομικές και θεσμικές αλλαγές σε σχέση με την εκμετάλλευση, τη διαχείριση και τη βιωσιμότητα του θαλάσσιου περιβάλλοντος, όπως είναι (Barange 2003):

- Η Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας του 1992
- Η Σύμβαση για τη βιολογική ποικιλομορφία του 1992
- Η Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή του 1992
- Η Συμφωνία Συμμόρφωσης του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) του 1993
- Οι συμφωνίες των Ηνωμένων Εθνών για τα ιχθυαποθέματα για τα αλληλεπικαλυπτόμενα αποθέματα και τα άκρως μεταναστευτικά είδη του 1995

Η εισαγωγή της Οδηγίας-Πλαίσιο της ΕΕ για τα Νερά 2000/60/ΕΚ είχε ως στόχο «τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων», έχοντας ως επίκεντρο την κατανόηση και την ενσωμάτωση όλων των πτυχών του υδάτινου περιβάλλοντος ώστε να είναι αποτελεσματική και βιώσιμη. Ο γενικός στόχος είναι μια «καλή» και μη επιδεινούμενη «κατάσταση» των εσωτερικών επιφανειακών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων υδάτων. Μέσω της εφαρμογής μιας σειράς μέτρων ελέγχου της ρύπανσης είναι πιθανή η σταδιακή μείωση ή εξάλειψη των ρύπων για τη μακροπρόθεσμη προστασία και βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος. Τα κράτη μέλη που δεν ολοκλήρωσαν

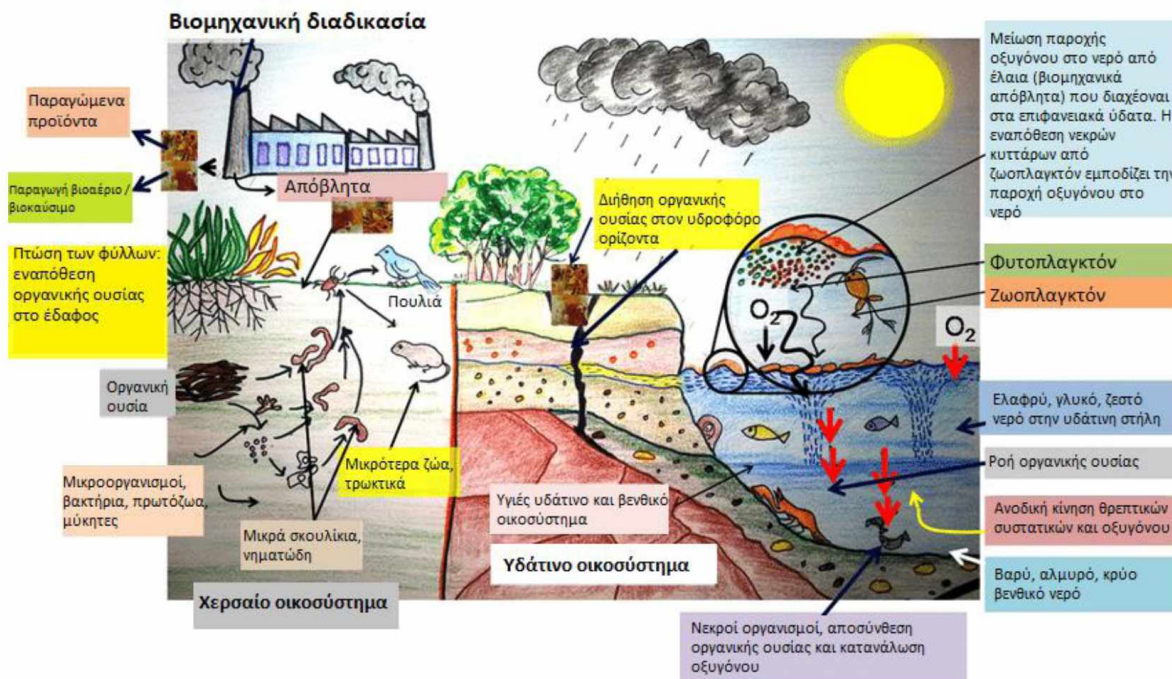
όλους τους περιβαλλοντικούς στόχους που απαιτούνται μέχρι το 2015, είναι απαραίτητο να τους πραγματοποιήσουν έως το τέλος του δεύτερου (2015-2021) και τρίτου κύκλου (2021-2027) (Directive 2000, Kallis & Butler 2001, Voulvoulis et al. 2017). Η σημασία προώθησης και εφαρμογής της Οδηγίας αποδείχθηκε σημαντική από το γεγονός ότι περιείχε καινοτόμα στοιχεία που είχαν σαν αναφορά την ενημέρωση και τη διαβούλευση. Στόχος ήταν η ενθάρρυνση των ατόμων και ομάδων, για την συμμετοχή στις όποιες διαδικασίες προετοιμασίας των εμπλεκόμενων φορέων στην λήψη αποφάσεων και την εφαρμογή του προγράμματος (Myloroulos et al. 2008).

Μία σημαντική κίνηση για τις παράκτιες περιοχές πραγματοποιήθηκε στη Σαντορίνη το 1996 σε μία διεθνή συνάντηση. Το θέμα που τέθηκε ήταν οι Βιώσιμες Αναπτυξιακές Πολιτικές για τις Παράκτιες Περιοχές στην περιοχή της Μεσογείου. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα, μέσω του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. Η επιτροπή που συστάθηκε για την πραγματοποίηση αυτού του προγράμματος καθόρισε ορισμένους στόχους και αρχές, μέσω των οποίων θα καθορίζονταν τα όρια των παράκτιων ζωνών και θα ορίζονταν ένα νομικό πλαίσιο για τη διαχείρισή τους. Τέλος, δόθηκε βάση στην οργάνωση απαραίτητης υποδομής, όσον αφορά τα κατάλοιπα χημικών και πετρελαίου από τα πλοία (Μανωλιάδης 2002).

Η ανάπτυξη των οικολογικών σημάτων στον τουρισμό ξεκίνησε το 1985 με την εισαγωγή της Εκστρατείας «Γαλάζιας Σημαίας». Η εφαρμογή του ξεκίνησε στη Γαλλία το 1987 από το Ίδρυμα για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Foundation of Environmental Education, FEE). Για να λάβουν το βραβείο, οι παραλίες θα πρέπει να πληρούν 33 κριτήρια που αφορούν ορισμένους δείκτες ποιότητας και χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες. Αυτές είναι: περιβαλλοντική εκπαίδευση και ενημέρωση, ποιότητα νερού, περιβαλλοντική διαχείριση και ασφάλεια και υπηρεσίες. Από το 2018, υπήρχαν πάνω από 4400 παραλίες με «Γαλάζια Σημαία» σε 45 χώρες σε όλο τον κόσμο (Lucrezi et al. 2015, Zielinski & Botero 2019).

Σχετικά με τους εσωτερικούς επιφανειακούς υδατικούς παρατηρείται μία καλή κατάσταση στις ποιοτικές παραμέτρους. Τα προβλήματα που εμφανίζονται σε ορισμένες περιπτώσεις προέρχονται από τα βιομηχανικά/αστικά απόβλητα και τις αγροτικές δραστηριότητες. Το κυριότερο πρόβλημα εντοπίζεται στις παράκτιες περιοχές, όπως σε κάποιους κόλπους (Θερμαϊκός, Παγασητικός, Σαρωνικός κ.ά.). Σε αυτές τις περιοχές είναι

δραστηριοποιούνται ναυπηγοεπισκευαστικές, βιομηχανίες, αλλά και υπάρχει καθημερινή μετακίνηση πλοίων, τα οποία επιβαρύνουν το οικοσύστημα με τα απόβλητά τους (Karavitis et al. 2001).



Εικόνα 2: Βιομηχανική διαδικασία και ρύπανση υδάτων (επάνω), αστικά λύματα καταλήγουν στο υδάτινο περιβάλλον (κάτω αριστερά) και απορρίμματα από ανθρωπογενή δραστηριότητα (κάτω δεξιά)

Με την επεξεργασία των λυμάτων έχουν μειωθεί τα προβλήματα επιβάρυνσης των παράκτιων και εσωτερικών υδάτων. Σε αυτό συμβάλλει η εφαρμογή της Οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου για την Ολοκληρωμένη Πρόληψη και Έλεγχο της Ρύπανσης (Integrated

Pollution Prevention and Control, IPPC), εκδόθηκε τον Σεπτέμβριο του 1996 για την επίτευξη ολοκληρωμένης πρόληψης και ελέγχου της ρύπανσης προκειμένου να εξασφαλιστεί ένα υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του. Επίσης, με τη βοήθεια ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (Environmental Management Systems, EMS) μπορούν οι επιχειρήσεις να επιτύχουν βελτίωση των περιβαλλοντικών τους επιδόσεων. Υπάρχουν δύο κύρια πρότυπα αναφοράς που θέτουν απαιτήσεις για ένα EMS: το διεθνές πρότυπο ISO 14001 που σχεδιάστηκε από τον ιδιωτικό φορέα που ονομάζεται Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) και το Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου (Eco-Management and Audit Scheme, EMAS) (O'Malley 1999, Testa et al. 2014).

1.3 Κλιματική αλλαγή

Ο κύκλος του νερού περιλαμβάνει αλληλεπίδραση με την λιθόσφαιρα, την ατμόσφαιρα και τη βιόσφαιρα. Συνδέει όλες τις μορφές της υδρόσφαιρας, κυρίως ωκεανούς, ποτάμια, υγρασία εδάφους, υπόγεια ύδατα και ατμοσφαιρικό νερό. Ο κύκλος του νερού ενεργοποιείται από την ηλιακή ενέργεια και τη βαρύτητα.



Εικόνα 3: Υδρολογικός κύκλος (usgs.com)

Τα απολιθωμένα καύσιμα αντιστοιχούν στο 88% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας. Η καύση τους οδηγεί στην παραγωγή εκπομπών αερίων, όπως το: διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, οξείδια του αζώτου, μονοξείδιο του άνθρακα και πτητικές οργανικές

ενώσεις. Οι συγκεκριμένες εκπομπές προκαλούν την κλιματική αλλαγή, ιδιαίτερα υπό την μορφή του ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου ή παγκόσμια υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη δυναμική των θαλάσσιων οικοσυστημάτων μέσω των αθροιστικών επιδράσεων των φυσικών και χημικών διεργασιών σε μεμονωμένους οργανισμούς και μια ποικιλία έμμεσων επιπτώσεων που αφορούν τους πληθυσμούς, τις κοινότητες και τη δομή του οικοσυστήματος (Lazzari et al. 2014).

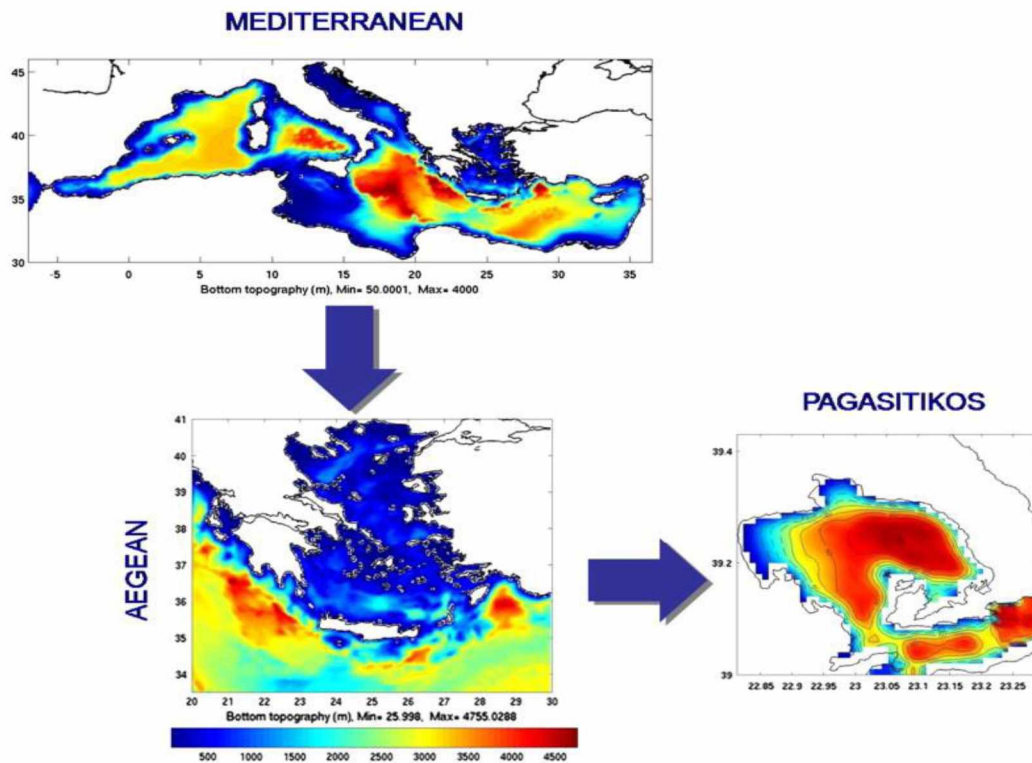
Ως προς την θέρμανση των παράκτιων υδάτων παρατηρείται ένας αριθμός συνεπειών: ο σχηματισμός σταθερών, θερμικών στρωμάτων παρεμποδίζει την κάθετη κυκλοφορία και η αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης και ανάπτυξης αλγών είναι δυνατόν να προκαλέσει τον αλματώδη πολλαπλασιασμό τοξικών ειδών αλγών. Η θέρμανση μπορεί να επιδράσει αρνητικά στο ανοσοποιητικό σύστημα θαλάσσιων θηλαστικών και τα κοράλλια, πέρα από το γεγονός ότι ευνοεί την ανάπτυξη επιβλαβών βακτηρίων και ιών στους ιστούς τους.

Στα παράκτια οικοσυστήματα, μεγάλο και ουσιαστικό ρόλο έχει το κλίμα καθώς οι ενδεχόμενες κλιματικές αλλαγές θα μπορούσαν να επιφέρουν σοβαρά επιπτώσεις σε αυτά (Stanners & Bourdeau 1995).

Η κλιματική αλλαγή εντείνει τις πιέσεις στα υδατικά συστήματα που προκαλούνται από τις ακόλουθες πηγές:

- Υπερβολική συγκέντρωση των μεταλλικών και οργανικών θρεπτικών συστατικών, όπου ευνοούν την ανάπτυξη της χλωρίδας εις βάρος της ανάπτυξης πανίδας
- Υποβάθμιση των υδροβιότοπων, που λειτουργούν ως φίλτρο για τα νιρώδη και τους ρύπους από τις παράκτιες περιοχές. Επίσης, λειτουργούν και ως τόποι αναπαραγωγής για τα πτηνά και τα ψάρια
- Η χημική ρύπανση και η ακτινοβολία UVB προκαλεί μεταλλαξιγόνες αλλαγές στη θαλάσσια ζωή. Τα βαρέα μέταλλα κ.ά. βιοσυσσωρεύονται στην τροφική αλυσίδα και μπορούν να προκαλέσουν ιστοπαθολογικές μεταβολές και γενετικές βλάβες στους θαλάσσιους οργανισμούς που βρίσκονται πλησίον των ακτών (Aswathanarayana 2001).

- Εξωτερικός κόλπος 490km² 100m
- Εσωτερικός κόλπος 30km² 50m
- Κόλπος Βόλου 2km² 15m



Εικόνα 5: Τα τρία ένθετα υδροδυναμικά μοντέλα και η βαθυμετρία τους: μοντέλα Μεσογείου (1/10 °), Αιγαίου (1/30 °) και Παγασητικού Κόλπου (1/100 °) (Korres et al.,2011).

Το μεγαλύτερο κομμάτι του πυθμένα καλύπτεται από ήλυ. Ενώ στο βορειοδυτικό (Αλμυρός) και ανατολικά (Τρίκερι) παρατηρείται κάλυψη του πυθμένα με άμμο (Περισοράτης και συν. 1993).

Σύμφωνα με τους Petihakis et al. (2005, 2012), τα νερά στον κόλπο ανανεώνονται, ως επί το πλείστον μέσω του φυσικού καναλιού του Τρικεριού, κατά μέσο όρο κάθε 105 ημέρες. Η είσοδος του κόλπου έχει αρκετό βάθος, περίπου 80 m, παρότι το πλάτος δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο (5,5 km). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο Παγασητικός να διαφέρει όσον αφορά την ικανότητα ανανέωσης των νερών, συγκριτικά με άλλους κλειστούς κόλπους της Ελλάδας. Από τις ανατολικές ακτές του Αιγαίου εισρέουν οι βαθύτερες υδάτινες μάζες και

εκρέουν από το δυτικό τμήμα, ενώ στην επιφάνεια της θάλασσας υπάρχει αντίθετη κίνηση του νερού. Η κυκλοφορία του νερού στον κόλπο μπορεί να χαρακτηριστεί ως σύνθετη, διότι υπάρχει ένας κυκλώνας στο κεντρικό και δυτικό τμήμα και ένας αντικυκλώνας στο ανατολικό, ο οποίος παρουσιάζεται από πιο μικρούς στροβίλους. Μέσω αυτής της κυκλοφορίας μεταφέρεται στο βένθος οργανικό υλικό και εμποδίζεται η μετακίνηση διάφορων θρεπτικών ουσιών και διαλυμένου οργανικού άνθρακα στα ανώτερα στρώματα.

Οι κυρίαρχοι αδύναμοι άνεμοι της περιοχής έχουν ως αποτέλεσμα μικρά έως μέτρια ρεύματα νερού. Η υδάτινη μάζα του Παγασητικού αναμιγνύεται επαρκώς τη χειμερινή περίοδο δημιουργώντας μια θερμοκλινή δύο στρώσεων και διατηρείται όλο το χρόνο, εκτός από το μήνα Αύγουστο που υπάρχουν τρεις στρώσεις. Η εισροή γλυκών υδάτων στις περιοχές του Βόλου και του Αλμυρού που παρατηρείται το χειμώνα και την άνοιξη αυξάνει την πολυπλοκότητα του συστήματος. Λόγω του ανθρωπογενούς παράγοντα, το εσωτερικό κομμάτι του κόλπου παρουσιάζει ευτροφικά χαρακτηριστικά, ενώ κεντρικά έχει μεσοτροφικά χαρακτηριστικά, γιατί επηρεάζεται από την ολιγοτροφική εξωτερική περιοχή. Ο Παγασητικός αποτελεί ένα ευαίσθητο οικοσύστημα εξαιτίας της ημίκλειστης φύσης του, καθώς και της ρηχότητας του (Korres et al. 2012).

Το χειμώνα η στήλη του νερού παρουσιάζει ομογενοποίηση δημιουργώντας ένα εποχιακό αλοκλινές, πυκνοκλινές και θερμοκλινές σε βάθη 20-40 m. Τον υπόλοιπο χρόνο υπάρχουν δύο στρώματα, που εμφανίζουν διαφορά στην πυκνότητα και την αλατότητα (Petihakis et al. 2005, Petihakis et al. 2012 part I). Αυτό εμφανίζεται περισσότερο τους καλοκαιρινούς μήνες, γιατί εισρέουν θερμότερα νερά από το Αιγαίο. (Petihakis et al. 2005). Κατά το μήνα Αύγουστο εμφανίζονται τρία στρώματα:

- το επιφανειακό από 0-20 m, ↑ θερμοκρασία και ↓ αλατότητα
- το ενδιάμεσο από 20-50 m, ↓ θερμοκρασία και ↑ αλατότητα
- το τρίτο >50 m, πιο σταθερά χαρακτηριστικά

Οι κύριες αυξήσεις της θερμοκρασίας είναι μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου, όπου σχηματίζεται ένα αλοκλινές και ένα θερμοκλινές (Kormas et al. 2014). Στην περιοχή του Πηλίου και του Αλμυρού υπάρχει είσοδος φρέσκου νερού, σε αντίθεση με τα επιφανειακά νερά στο διάυλο του Τρίκερι (Petihakis et al. 2005, Petihakis et al. 2012a). Σύμφωνα με τους Gabrielides & Theocharis (1978), η αλατότητα κυμαινόταν 36-38 ‰ στην επιφάνεια και 38-

38,5 % στα βαθύτερα στρώματα. Σε μία άλλη μελέτη που έγινε από τους Theodorou & Petihakis (2000), παρουσιάστηκαν μεγαλύτερες διαφορές στις τιμές της αλατότητας 32-38 % και αυτό συμβαίνει στην εισροή υδάτων.

Ο Παγασητικός θα μπορούσε να χωριστεί σε τρεις υποπεριοχές. Αρχικά, τον εσωτερικό κόλπο που βρίσκεται από 0-60 m, όπου υπάρχει πιο έντονη σύνδεση της στήλης του νερού και του βένθους και μικρότερη επιρροή από το Αιγαίο Πέλαγος, και τις δύο υποπεριοχές του εξωτερικού κόλπου. Στην κεντρική-εξωτερική περιοχή, η βαθύτερη στήλη του νερού σε συνδυασμό με το έντονο θερμοκλίνας και τις συνθήκες χαμηλού φωτισμού κοντά στο κάτω μέρος, έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη δύο σημαντικών διαφορετικών τμημάτων: το ανώτερο στρώμα καταλαμβάνει τα πάνω 50 m και το κάτω στρώμα της στήλης του νερού (50-70 m) που χαρακτηρίζεται από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και συνθήκες φωτός.

Η περιοχή εντάσσεται στο κλασικό μεσογειακό κλίμα, που περιλαμβάνει ζερά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες με κάποιες βροχοπτώσεις (Petihakis et al. 2005). Τα μελέτνια (etesian blow) από τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο με κατεύθυνση βορειοδυτικά, εμφανίζουν μέγιστες τιμές το απόγευμα και ελάχιστες τη νύχτα. Η δεύτερη ομάδα είναι οι νότιοι ζεστοί και ξηροί άνεμοι. Τον Ιούλιο η μέγιστη θερμοκρασία του αέρα είναι 31°C, τον Ιανουάριο 11°C και η μέση 16,5°C. Ο συνολικός αριθμός ημερών βροχής είναι 89 (Petihakis et al. 2012).

Ο νομός αποτελείται από το ηπειρωτικό τμήμα, τα νησιά των Βορείων Σποράδων, ορισμένα μικρότερα νησιά και βραχονησίδες και η συνολική του έκταση είναι 2.636 km². Το μεγαλύτερο μέρος του νομού κατέχει το ορεινό κομμάτι του (45%). Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές στο ανάγλυφο και στο υψόμετρο σχηματίζονται οι παρακάτω κατηγορίες (Βαβίζος κ.ά. 1997):

- Ορεινό: με τις οροσειρές της Όθρυς και του Πήλιου
- Ημιορεινό: καλλιεργήσιμες εκτάσεις, βοσκότοπους, δάση
- Πεδινό: οικιστική ζώνη και οι περισσότερες καλλιέργειες



Εικόνα 6: Παράκτιες περιοχές (επάνω αριστερά), αγροτικές καλλιέργειες (επάνω δεξιά), δενδρώδης καλλιέργειες – ελαιόδεντρα (κάτω αριστερά) και βιομηχανική περιοχή ΑΒΙΠΕ στην περιοχή του Βόλου στον Παγασητικό κόλπο

Γύρω από τον Παγασητικό είναι αναπτυγμένες διάφορες δραστηριότητες: αστικές, τουριστικές, βιομηχανικές και αγροτικές. Ο Βόλος, η βιομηχανική και αστική περιοχή, συνδέονται σε μεγάλο βαθμό με τη θάλασσα, λόγω του τουρισμού, της αλιείας και των θαλάσσιων συγκοινωνιών. Ο πληθυσμός της περιφέρειας του Βόλου είναι 144.449 (Δήμος Βόλου 2017).

2.2 Υδατικοί πόροι

Οι υδατικοί πόροι περιλαμβάνουν τα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα. Σε γενικά πλαίσια αφορούν τους φυσικούς πόρους και τα οικοσυστήματα (άρθρο 1 παρ.3β του Ν.1650/1986). Συνοψίζοντας τη νομοθεσία και τη θεωρία, φαίνεται ότι υπάρχουν διάφορες διακρίσεις. Σύμφωνα με το Ν.1739/1987, ο οποίος αντικαταστάθηκε από το Ν.3199/2003, οι υδατικοί πόροι αποτελούνται από:

1. Επιφανειακά και υπόγεια νερά, χωρίς να διακρίνονται προς την προέλευση, την ποιότητα ή τη δυνατή χρήση.
2. Νερά που προέρχονται από φυσικές πηγές, χερσαίες και υποθαλάσσιες.
3. Θερμομεταλλικά νερά, όπως είναι τα ιαματικά. Σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται τα νερά, που εμφανίζονται ή αξιοποιούνται για άλλους εμπορικούς σκοπούς.

Το επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο διοχετεύει σε λεκάνες απορροής, όπου η έκτασή τους είναι 1.506 km² και το μέγιστο υψόμετρο 1.529 m. Η πυκνότητα που εμφανίζει είναι ιδιαίζουσα και αυτό οφείλεται στην πληθώρα των υδατορευμάτων, μη συνεχούς ροής, και την έντονη χειμαρρικότητα ανά περιόδους. Ορισμένα υδατορεύματα διατηρούνται λόγω κάποιων πηγών, όπως είναι το: Κακόρεμα, Μέγα, Φελούκα, Κισσιώτικο, Βρύχωνας, Κουφάλας, Κακοσκάλι και Πλατανόρεμα (Βαβίζος κ.ά. 1997). Για την εμφάνιση πολυάριθμων πηγών παίζουν σημαντικό ρόλο ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως: το ετήσιο ύψος βροχής, οι χιονοπτώσεις, τα πετρώματα και η πυκνή βλάστηση. Η υδροληψία των δημοτικών διαμερισμάτων και των οικισμών πραγματοποιείται κυρίως από αυτές τις πηγές. Ο αριθμός τους επαρκεί, ως προς την παροχή (>35 m³/h) και υπάρχει σχετική σταθερότητα σε όλη τη διάρκεια του έτους.

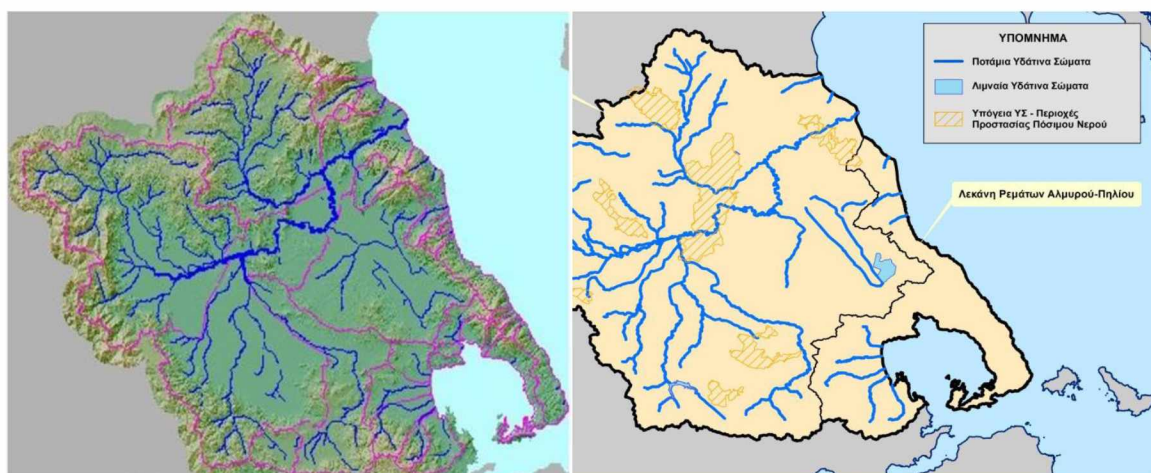
Υπάρχουν αρκετές γεωτρήσεις στις πεδινές εκτάσεις, κατά κύριο λόγο για τον γεωργικό τομέα, οι οποίες βοηθούν στις αυξημένες απαιτήσεις. Στην περιοχή παρατηρούνται αρκετά ρέματα (Ξηριάς, Κραυσίδωνας, Άναυρος κ.λπ.) χειμαρροι και πηγές με υψηλή παροχή, τα οποία αξιοποιούνται για την άρδευση και πιο σημαντικό για την ύδρευση. Οι λεκάνες απορροής που καλύπτουν το νομό είναι οι εξής (ΕΛΚΕΠΑ 1989):

1. Περιοχή λεκανών απορροής Αναύρου, Κραυσίδωνα και Ξεριά Βόλου. Αποτελούνται από της Δήμους του Βόλου και της Νέας Ιωνίας, την α' βιομηχανική περιοχή και ορισμένους οικισμούς την Άλλη Μεριά, της Αλυκές, το Διμήνι, τα Μελισσιάτικα και το Σέσκλο.

2. Λεκάνη απορροής της Κάρλας. Αποτελείται από το δήμο Βελεστίνου, το υπόλοιπο μέρος της βιομηχανικής περιοχής. Δεν περιλαμβάνονται το Διμήνι και το Σέσκλο και οι οικισμοί: Άγιος Γεώργιος Φερρών, Κανάλια, Κερασιά, Στεφανοβίκειο.

3. Περιοχή εκβολής στον Παγασητικό των παράκτιων ρεμάτων, της χερσονήσου του Πηλίου. Περιλαμβάνεται η περιοχή από την Αγριά έως τη Μηλίνα.

4. Περιοχή όπου εντοπίζονται τα ρέματα στην παράκτια περιοχή του Μαυροβουνίου και Πήλιου, που καταλήγουν στο Αιγαίο.



Εικόνα 7: Οι λεκάνες απορροής και τα ρέματα της περιοχής (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας)

Στο παράκτιο υδάτινο σώμα «Παγασητικός Κόλπος» παρουσιάζεται η οικολογική κατάσταση μέτρια και η χημική λίγο καλή, με βάση το Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας. Σύμφωνα με τις μετρήσεις για τις φυσικοχημικές και βιολογικές παραμέτρους, του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης και με την Οδηγία-Πλαίσιο 2000/60/EK, βρέθηκε πως η χημική και οικολογική κατάσταση του κόλπου είναι καλή. Τα αποτελέσματα αυτά συμπεριλήφθηκαν στην 1^η Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής για τη συγκεκριμένη περιοχή (Παπαδημητρίου 2018).

Τα θαλάσσια ρεύματα έχουν πιο χαμηλές ταχύτητες από τα 40 cm/sec και είναι κυρίως ανεμογενή, ενώ τα παλιρροιακά δεν είναι έντονα. Τα ρεύματα στην επιφάνεια της θάλασσας είναι πιο ισχυρά στην ανατολική πλευρά σε σχέση με τη δυτική. Το σύστημα ρευμάτων στην είσοδο του κόλπου δείχνει ότι έχει ευθύγραμμη και εναλλασσόμενη ροή που βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση με την μορφολογία της περιοχής. Τα ρεύματα στον πυθμένα έχουν μικρότερη ταχύτητα σε αντίθεση με την επιφάνεια.

Πίνακας 1: Ταχύτητες θαλασσίων ρευμάτων στον Παγασητικό Κόλπο (Voutsinou-Taliadouri & Balopoulos 1989).

	Ανατολικό τμήμα		Δυτικό τμήμα	
	Μέση	Μέγιστη	Μέση	Μέγιστη
Επιφάνεια	10 cm/s	38 cm/s	6 cm/s	29 cm/s
Πυθμένας	6 cm/s	32 cm/s	5 cm/s	24 cm/s

Πίνακας 2: Εποχικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του νερού του Παγασητικού κόλπου.

	Ελάχιστη	Μέγιστη
Επιφανειακά στρώματα	12°C Χειμώνας	25.5°C Θέρος
Ενδιάμεσα στρώματα	11.5°C	24° C
Βάθος > 50 m	10°C Άνοιξη	15°C Φθινόπωρο

Πίνακας 3: Συγκριτικές μελέτες στα φυσικά χαρακτηριστικά του Παγασητικού κόλπου.

	Θερμοκρασία (C°)		Αλατότητα (psu)		Δ.Ο (mg/l)		pH	
Gabrielides & Theocharis (1978)	25,5	12	37,5	36	6	4,5		
Ψόχιου (2003)	25,3	12,9	37,81	35,89	9,16	6,97		
Νεοφύτου (2007)	27,8	11,6	37,78	36,85	6,4	4,95	8,1	7,8
Νταλαμάγκα (2010)	28,28	13,27	38,34	36,12	6,84	2,04	8,43	8,26
	27,92	13,13	38,46	36,18	7,02	2,41	8,41	8,23

2.3 Δεδομένα χρονοσειρών

Όπως αναφέρει η Αλεξίου (2003), το ανατολικό τμήμα της Θεσσαλίας απαρτίζεται από προαλπικούς, αλπικούς και μετααλπικούς σχηματισμούς με ποικιλία πετρωμάτων: εκρηξιγενή, ιζηματογενή, και μεταμορφωμένα. Σύμφωνα με την ηλικία υπάρχει η διάκριση σε παλαιοζωικά, μεσοζωικά, τριτογενή και τεταρτογενή. Στο νομό Μαγνησίας επικρατούν μεταμορφωμένοι σχηματισμοί που υπολογίζονται ότι είναι παλαιοζωικής ηλικίας και η ονομασία τους είναι «Κρυσταλλοσχιστώδης Πελαγονική Μάζα».

Τα πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης έχουν επηρεαστεί από δύο φάσεις μεταμόρφωσης. Η μία είναι η πρασινοσχιστολιθική φάση Ιουρασικού-Κρητιδικού στα πετρώματα του Άνω Παλαιοζωικού-Ιουρασικού και η άλλη είναι η ερκύνια αμφιβολιτική φάση στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο. Η ανάδυση της Ζώνης ολοκληρώθηκε στο Ανώτερο Κρητιδικό-Ηώκαινο (Χατζηπέτρος 2006).

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου, όταν η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν πολλές δεκάδες μέτρα κάτω από τη σημερινή, πολλοί ημίκλειστοι κόλποι είχαν διαχωριστεί από τη θάλασσα και λειτουργούσαν ως παλαιολίμνες (Παγασητικός, Σαρωνικός, Κορινθιακός, Πατραϊκός, βόρειος και νότιος Ευβοϊκός.). Αναλύσεις ιζημάτων από τον Παγασητικό Κόλπο έδειξαν σχηματισμό αραγωνιτικών αποθέσεων στο κεντρικό του τμήμα, που έχουν μια ηλικία 16.000 έως 17.000 χρόνια. Στην περίοδο αυτή επικρατούν γενικά στον πλανήτη γη οι παγετώδεις κλιματικές συνθήκες και η στάθμη της θάλασσας βρίσκεται 100-120 m χαμηλότερα από την σημερινή. Ο Παγασητικός κόλπος έχει απομονωθεί από το Αιγαίο και αποτελεί μια κλειστή λίμνη. Για το σχηματισμό του αραγωνίτη απαιτούνται μεγάλες συγκεντρώσεις ιόντων HCO^{3-} και Ca^{++} στο «λιμναίο» χώρο και ατμοσφαιρικές συνθήκες θερμοκρασίας ικανές να δώσουν έντονα φαινόμενα εξάτμισης (Αναγνώστου και συν. 2016). Σε πολλές περιπτώσεις έγινε αποκάλυψη από πυρηνοληψίες η ύπαρξη στρωμάτων ανθρακικών ορυκτών αγνώστου συνολικού πάχους, που υπόκεινται των τυπικών θαλάσσιων ιζημάτων του Ολόκαινου.

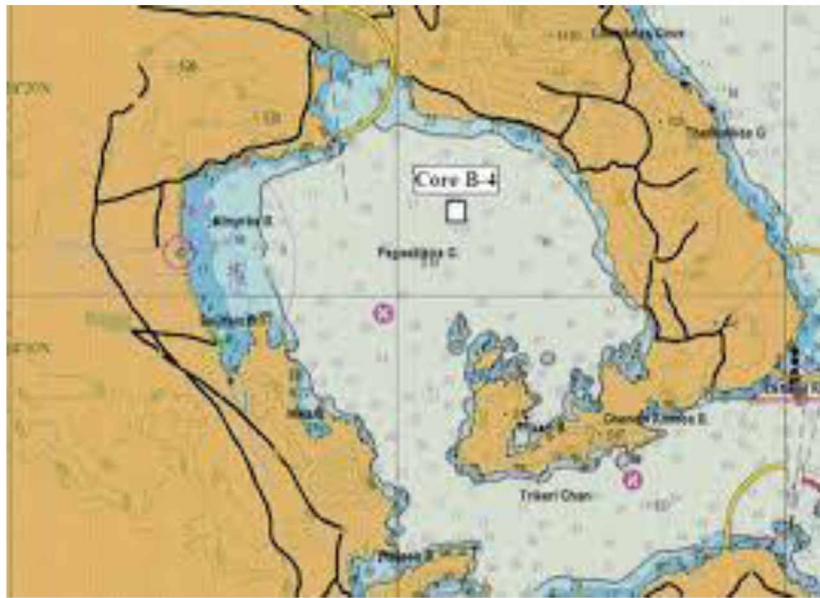
Το 1997 ανακαλύφθηκε μια παρόμοια ακολουθία στον πυρήνα B-4 από τον Παγασητικό κόλπο (βάθος νερού 102 m) (Καραγεώργης και συν. 2016). Στον πυρήνα αυτό έγιναν ιζηματολογικές (Sedigraph 5100), ορυκτολογικές (XRD Rigaku D/ MAX B), γεωχημικές (XRF Philips PW-2400, CHN analyzer Fisons), ισοτοπικές αναλύσεις (Finigan Delta+ analyzer) και χρονολογήσεις με ^{14}C (AMS, Beta Analytics).

Ο πυρήνας B-4 χωρίζεται σε τρεις ιζηματολογικές ενότητες, ως εξής:

1. 0 έως 234 cm, που επικρατούν λεπτόκοκκα χερσογενή Ολοκαινικά ιζήματα με λίγα βιογενή ανθρακικά.
2. 234 έως 243 cm, παρατηρείται μία αμμώδης ακολουθία με πλούσια ανθρακικά μέχρι 73%, που αποτελείται από μεγάλους φακούς κόκκων αραγωνίτη (CaCO_3 ,

ορθορομβικό σύστημα) και ασβεστίτη (CaCO_3 , τριγωνικό σύστημα) συνδεδεμένων με γύψο ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, μονοκλινές σύστημα)

3. 243 έως 260 cm, που χαρακτηρίζεται από λεπτές στρώσεις ιλυωδών λευκόχρωμων ιζημάτων και αποτελούνται από δολομίτη ($\text{Ca} \cdot \text{Mg}(\text{CO}_3)_2$, τριγωνικό σύστημα), αραγωνίτη, ασβεστίτη και γύψο (Καραγεώργης και συν. 2016).



Εικόνα 8: Τοποθεσία πυρήνα B-4 στον Παγασητικό κόλπο (Ενημερωτικό δελτίο Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης 2006)

Στη γεωλογία της περιοχής περιλαμβάνονται αλλούβια Ολοκαίνου στα παράλια, τεταρτογενείς θαλάσσιοι και λιμναίοι σχηματισμοί στην περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλας. Στην περιοχή του Αλμυρού υπάρχουν νεογενείς λιμναίες αποθέσεις κροκαλοπαγών μαργών και αργίλου με στρώσεις από λιγνίτη και φλύσχης στη Σκιάθο, Σκόπελο και στο Βελεστίνο. Επίσης, υπάρχουν κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, βιοσπαρουδίτες (Τριαδικού-Ιουρασικού) και δολομίτες με τοπική εμφάνιση της φάσης Hallstatt στο Μαυροβούνι, Πήλιο και Χλωμό Όρος. Επιπλέον, εμφανίζονται κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και βιοσπαρουδίτες (Άνω Κρητιδικού) στις περιοχές Βελεστίνο, ακρωτήρι Τρίκερι, Κυρα-Παναγιά, Γιούρα, Περιστερά, Παλούκι Σκοπέλου και Αλλόνησο. Παρατηρείται από σχιστοκερατολιθική διάπλαση στη Σκιάθο, Αγκίστρι, Νότιο Πήλιο, και βορειοανατολικά της Νέας Αγχιάλου. Εμφανίζονται αμφιβολίτες,

γνεύσιοι, οφθαλμογνεύσιοι, σχιστόλιθοι του Παλαιοζωϊκού-Τριαδικού στο κάτω Πήλιο, βασάλτης πλειοκαίνου στις Μικροθήβες, οφιόλιθοι στην περιοχή του Βελεστίνου, πρασινοσχιστόλιθοι, φυλλίτες και γραουβάκες στην περιοχή Πτελεού-Γαβριανής-Δρυμόνα και στη Βόρεια Σκόπελο (Κωτουλάκης 2005).

2.4 Προστατευόμενες περιοχές

Με βάση την Παγκόσμια Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα (Global Biodiversity Strategy) που ανακοίνωσε το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Πόρων (World Resources Institute-WRI), όρισε την προστατευόμενη περιοχή ως «μια νομικά κατοχυρωμένη εδαφική ή υδατική περιοχή, δημόσιας ή ιδιωτικής ιδιοκτησίας, η οποία κανονίζεται και διαχειρίζεται κατά τρόπο ώστε να επιτύχει τους ειδικούς σκοπούς διατήρησης». Ο ορισμός που δόθηκε από τη Διεθνή Ένωση για την Προστασία της Φύσης (International Union for the Conservation of Nature, IUCN) για τις Π.Π είναι: «Μια περιοχή γης ή/και θάλασσας, ειδικά αφιερωμένη στην προστασία και διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας και των φυσικών και συναφών πολιτιστικών πόρων, η οποία διαχειρίζεται μέσω νομοθετικών και άλλων αποτελεσματικών μέσων» (IUCN 1994). Μία περιοχή επιλέγεται για προστασία, σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια, από τα οποία μεγαλύτερη σημασία έχει η διατήρηση των οικολογικών αξιών. Για να ενταχθεί μία περιοχή σε καθεστώς προστασίας λαμβάνονται υπόψιν ορισμένα χαρακτηριστικά, για την αξιολόγησή της, όπως είναι (Κασιούμης 1993):

- το μέγεθος, από άποψη δυνατότητας προστασίας οικοσυστημάτων και ειδών,
- η αφθονία και ποικιλία ειδών και βιοτόπων,
- η φυσικότητα, σε σχέση με το βαθμό ανθρωπογενούς επέμβασης και την λειτουργία των οικοσυστημάτων,
- η σπανιότητα, ειδών και οικοσυστημάτων,
- η μοναδικότητα και αντιπροσωπευτικότητα σύμφωνα με τις οικολογικές και ευρύτερες αξίες,
- η τυπικότητα, όσον αφορά τη διατήρηση τυπικών και χαρακτηριστικών βιοτόπων,
- η δυνητική αξία, δηλαδή εφόσον μία περιοχή διαχειρίζεται ως προστατευόμενη, να δημιουργηθούν και ορισμένες αξίες,
- το ιδιαίτερο κάλλος και η αισθητική αξία,

- οι πολιτιστικές αξίες που αφορούν την περιοχή, και
- η θέση της περιοχής, ως προς την ευρύτερη οικολογική ενότητα.

Οι Π.Π. προφυλάσσονται από την ελληνική νομοθεσία, διότι εμφανίζουν μεγάλο αισθητικό, καθώς και ιστορικό ενδιαφέρον. Με το προεδρικό διάταγμα, που εκδόθηκε το 1992 (ΦΕΚ 519/Δ/1992), ιδρύθηκε το θαλάσσιο πάρκο στις Βόρειες Σποράδες, αξιοποιώντας το άρθρο 19 του νόμου 1650/86. Στο Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Αλοννήσου Βόρειων Σποράδων ενσωματώνονται τόσο οι θαλάσσιες όσο και οι χερσαίες περιοχές και οριοθετούνται από δύο ζώνες:

1. Η ζώνη που αποτελείται από:

- τον πυρήνα του θαλάσσιου πάρκου, που αφορά το αυστηρό φυσικό καταφύγιο της πανίδας και της χλωρίδας. Αποτελείται από το νησί Πιπέρι και τη θαλάσσια ζώνη που εκτείνεται σε ακτίνα τριών ναυτικών μιλίων από τις ακτές του.
- το καταφύγιο για επιστημονική έρευνα, που αφορά το νησί Γιούρα, αλλά και τη θαλάσσια ζώνη σε ακτίνα μιλίου από τις ακτές του.
- το καταφύγιο της εποχιακής απαγόρευσης και
- όλη την υπόλοιπη έκταση της ζώνης.

2. Η ζώνη που αποτελείται από δύο ζώνες οικιστικών ρυθμίσεων.

Σε ιδιαίτερα καλή κατάσταση βρίσκεται το θαλάσσιο οικοσύστημα της περιοχής της Σκοπέλου. Σε αυτό βοηθάει η εφαρμογή των αλιευτικών απαγορεύσεων και οι χαμηλές εκροές ρύπων. Η εξαιρετική ποιότητα του οικοσυστήματος στην περιοχή φαίνεται και από την έντονη παρουσία της μεσογειακής φώκιας (Καραμπεσίνης 2000).

Το όρος Πήλιο, η Βυζίτσα, το Τρίκερι, η Τσαγκαράδα, η παραλία του οικισμού Χόρτου, ο όρμος Κουκουναριές και η νησίδα Μπούρτζι στην Σκιάθο, έχουν χαρακτηριστεί ως Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους στα πλαίσια του Ν. 1465/1950. Επιπροσθέτως, το όρος Πήλιο, τα βουνά της Γκούρας, το Μαυροβούνι, ο όρμος Σούρπης και οι ταμιευτήρες της λίμνης Κάρλας έχουν χαρακτηριστεί ως Σημαντικές Περιοχές για την Ορνιθοπανίδα (Important Bird Area, IBA) και ως περιοχή SPA (Special Protected Area), σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 414885/29.11.1985 (ΦΕΚ757/Β/18.12.85). Στην IBA ανήκουν επίσης τα νησιά Κυρά Παναγιά, Πιπέρι, Γιούρα, Σκάντζουρα έχουν χαρακτηριστεί ως και τα νησιά Κυρά Παναγιά, Πιπέρι, Ψαθούρα και οι γύρω νησίδες στην SPA. Στην καταγραφή που

πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Corine Biotopes Project, οι περιοχές Κορυφές του όρους του Πήλιου (120.000 στρ.), βουνά Γκούρας (75.000 στρ.), όρμος Σούρπης και Στόμιο Μαγνησίας (13.000 στρ.), Κουρί Αλμυρού (1.200 στρ.), η νήσος Σκιάθος και τα νησιά Κυρά Παναγιά, Γιούρα, Πιπέρι χαρακτηρίστηκαν ως σημαντικοί βιότοποι. Τα δάση της Νήσου Σκιάθου (3000 στρ.) αποτελούν μία περιοχή, που έχει χαρακτηριστεί ως «αισθητικό δάσος» με το Προεδρικό Διάταγμα 13/6/1977 (ΦΕΚ 248/Δ/1977). Το νησί Πιπέρι έχει χαρακτηριστεί ως Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης με την Υπουργική Απόφαση 200995/7950/1977 (Κιάκου 2010).

Σε παγκόσμια κλίμακα έχει αποδεχθεί, ότι η δημιουργία θαλάσσιων προστατευόμενων περιοχών αποτελεί μία σημαντική πρωτοβουλία όσον αφορά την αειφορική διαχείριση. Ειδικότερα γίνεται αναφορά ότι τα αποτελέσματα των Π.Π θα δημιουργήσουν ένα διαφορετικό υποθαλάσσιο χώρο, ο οποίος θα βρίσκεται δίπλα στις εκμεταλλευόμενες περιοχές, με μεγαλύτερα ψάρια και με ενδιαίτηματα, που δεν θα επηρεάζονται από τον ανθρώπινο παράγοντα (Wing, 2005).

2.4.1 Δίκτυο NATURA 2000

Στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα, υπήρξε μια αυξανόμενη συνειδητοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένης της απώλειας ειδών και οικοτόπων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να ξεκινήσουν πολλές εθνικές και διεθνείς πρωτοβουλίες, που θα περιλάμβαναν τη δημιουργία οργανισμών, αλλά και τη δημιουργία δικτύων προστατευόμενων περιοχών. Το Natura 2000 είναι ένα δίκτυο τοποθεσιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση που στοχεύει στην προστασία των οικοτόπων (Evans 2012). Επηρεασμένη από τις κυρίαρχες αντιλήψεις για την προστασία του περιβάλλοντος και την μεγάλη αύξηση του αριθμού των προστατευόμενων περιοχών στην Ευρώπη, αρχίζει τις πρώτες προσπάθειες για την προστασία της φύσης με την υπαγωγή το 1929 σε προστατευτικό καθεστώς ορισμένων δασών και δασικών εκτάσεων οικολογικής σημασίας (Δημητρίου 2002, Βαβίζος & Ζαννάκη 2006). Οι προσπάθειες για τον εκσυγχρονισμό της περιβαλλοντικής νομοθεσίας κατέληξαν το 1986 στον νόμο πλαίσιο 1650 «Για την προστασία του περιβάλλοντος», ο οποίος περιέχει ειδικό κεφάλαιο για την «προστασία της φύσης και του τοπίου». Η ίδρυση των προστατευόμενων περιοχών ολοκληρώνεται μετά από ειδική περιβαλλοντική μελέτη, μέσω

Προεδρικών Διαταγμάτων, τα οποία θα καθορίζουν τον τρόπο διαχείρισής τους. Το 1992 το ελληνικό κράτος συμμετέχει στη διάσκεψη του ΟΗΕ για το περιβάλλον στο Ρίο Ντε Τζανέιρο και η σχετική σύμβαση επικυρώνεται στο Κοινοβούλιο της χώρας μας. Την ίδια χρονιά εκδίδεται από την Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, που προβλέπει τη δημιουργία ενός δικτύου προστατευόμενων περιοχών στα κράτη μέλη, το οποίο έγινε γνωστό ως Δίκτυο «Natura 2000».

Οι περιοχές «Natura 2000» στο Νομό Μαγνησίας είναι οι παρακάτω (Βάση Δεδομένων για την Ελληνική Φύση):

- Όρος Πήλιο και Παράκτια θαλάσσια ζώνη (GR1430001)
- Κάρλα - Μαυροβούνι - Κεφαλόβρυσο Βελεστίνου - Νεοχώρι (GR1420004)
- Δάσος Κουρί Αλμυρού – Άγιος Σεραφείμ (GR 1430002)
- Σκιάθος-Κουκουναριές (GR 1430003)
- Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Αλοννήσου-Βορείων Σποράδων, Ανατολική Σκόπελος (GR 1430004)
- Όρος Μαυροβούνι (GR1420006)
- Όρος Πήλιο (GR1430008)
- Περιοχή Ταμειυτήρων πρώην λίμνης Κάρλας (GR1430007)

Οι κατηγορίες των προστατευόμενων περιοχών σύμφωνα με το νόμο για το περιβάλλον 1650/1986 είναι ως εξής:

- Περιοχή Απόλυτης Προστασίας της Φύσης,
- Περιοχή Προστασίας της Φύσης,
- Φυσικό Πάρκο και ειδικότερα Εθνικό Πάρκο ή Περιφερειακό Πάρκο
- Περιοχή Προστασίας Οικοτόπων και Ειδών και ειδικότερα Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) ή Ειδική Ζώνη Διατήρησης (ΕΖΔ) ή Καταφύγιο Άγριας Ζωής ή συνδυασμός αυτών,
- Προστατευόμενο Τοπίο και Στοιχείο Τοπίου ή Προστατευόμενος Φυσικός Σχηματισμός,
- Μικροί Νησιωτικοί Υγρότοποι

Τα υδάτινα οικοσυστήματα διαφέρουν σημαντικά από τα χερσαία. Το νερό, το μέσο στο οποίο ζουν οι υδρόβιοι οργανισμοί, τους προστατεύει από τις απότομες περιβαλλοντικές

μεταβλητές λόγω της σχετικής, σε σχέση με την ξηρά, σταθερότητας των φυσικοχημικών παραμέτρων του. Η κατανομή των θαλάσσιων οργανισμών, ο βιολογικός τους κύκλος και οι ποικίλες βιολογικές λειτουργίες τους, ρυθμίζονται από βιολογικούς, φυσικούς και χημικούς παράγοντες. Οι ίδιοι παράγοντες καθορίζουν και την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Χριστοδουλάκη 2011).

2.5 Ρύπανση

Ένας γενικός ορισμός για τη ρύπανση είναι: η έμμεση ή η άμεση εκπομπή ουσιών, θορύβου ή άλλων μορφών ενέργειας στο περιβάλλον, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν αρνητικά αποτελέσματα στα οικοσυστήματα, στους οργανισμούς και στην υγεία του ανθρώπου (Κόλλιας 1988).

Το GESAMP είναι ένα συμβουλευτικό όργανο που αποτελείται από εξειδικευμένους εμπειρογνώμονες (IMO, FAO, Unesco, WMO, WHO, IAEA, UN, UNEP). Το κύριο καθήκον του είναι να παρέχει επιστημονικές συμβουλές σχετικά με προβλήματα θαλάσσιας ρύπανσης σε διάφορους φορείς και στη Διακυβερνητική Ωκεανογραφική Επιτροπή. Ο ορισμός που δόθηκε από τη GESAMP, ως μέρος του βασικού πλαισίου της σύμβασης του ΟΗΕ για το Δίκαιο της Θάλασσας (UNCLOS) 1982 (άρθρο 1.4), για τη ρύπανση είναι: «Η εισαγωγή από τον άνθρωπο, άμεσα ή έμμεσα, ουσιών ή ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον (συμπεριλαμβανομένου εκβολές ποταμών) με αποτέλεσμα τέτοιες επιβλαβείς επιπτώσεις όπως η βλάβη στη ζωή πόροι, κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία, εμπόδια στις θαλάσσιες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας, υποβάθμιση της ποιότητας χρήσης θαλασσινού νερού και μείωση των ανέσεων» (GESAMP 1991, Clark et al. 2001).

Οι διάφοροι τύποι ρύπων του νερού μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κύριες κατηγορίες: 1) οργανικοί ρύποι (απόβλητα που απαιτούν οξυγόνο, συνθετικές οργανικές ενώσεις, έλαια), 2) παθογόνοι παράγοντες, 3) θρεπτικά συστατικά και αγροτική απορροή, 4) αιωρούμενα στερεά και ιζήματα, 5) ανόργανοι ρύποι (άλατα και βαρέα μέταλλα), 6) θερμική ρύπανση, 7) ραδιενεργοί ρύποι, και 8) ναυορύπανση (Ghangrekar & Chatterjee 2018).

Οι ρύποι που καταλήγουν σε κάποιο υδάτινο αποδέκτη πραγματοποιείται με διαφορετικές οδούς (Φυτιανός 1995):

- Με τους ποταμούς, όπου μέσω αυτών μεταφέρονται επικίνδυνες οργανικές, ανόργανες και τοξικές ουσίες.

- Με άμεση απόχυση υγρών αποβλήτων στις ακτές, μέσω των αγωγών με την μεταφορά με πλοία και την απόθεση στη θάλασσα υγρών και στερεών τοξικών ενώσεων.

- Από την ατμόσφαιρα.

- Με τις θαλάσσιες μεταφορές.

Εύτροφα θεωρούνται τα υδατικά συστήματα στα οποία υπάρχει αφθονία φυτικής ανάπτυξης και αυτό οδηγεί στον εμπλουτισμό τους με πολλά θρεπτικά άλατα. Σε αντίθεση, ολιγότροφα είναι τα συστήματα με λίγα θρεπτικά άλατα και με χαμηλή παραγωγή. Μεσότροφα είναι τα συστήματα, που βρίσκονται στην ενδιάμεση κατάσταση. Σε ήπια κατάσταση μπορεί να αυξηθεί η φυτοπλαγκτονική βιομάζα και να αλλάξει η σύνθεση της βιοκοινωνίας, ενώ σε πιο έντονη κατάσταση μπορεί να εμφανιστούν συνθήκες υποξίας ή ανοξίας (Gray 1992).

Ο ευτροφισμός διακρίνεται σε ανθρωπογενή, αλλά και φυσικό. Με το φυσικό, η διαδικασία είναι πιο αργή (103 – 104 έτη) και το σύστημα μπορεί να πραγματοποιήσει την προσαρμογή του καλύτερα στις νέες συνθήκες. Εν αντιθέσει με τον ανθρωπογενή, όπου οι αλλαγές είναι πιο έντονες και πραγματοποιούνται στα 10 έτη ή και λιγότερο. Επακολουθεί η διαταραχή της ισορροπίας του οικοσυστήματος και είναι πιθανός ο ουσιαστικός κίνδυνος του έμβιου παράγοντα (Stirn 1988).

Έχουν διατυπωθεί διάφοροι ορισμοί για το συγκεκριμένο φαινόμενο, στοχεύοντας στην καλύτερη κατανόηση του φαινομένου και την ορθότερη αντιμετώπισή του. Ορισμένοι από τους πιο βασικούς είναι:

1. «η αύξηση των θρεπτικών συστατικών, η οποία οδηγεί σε αυξημένη ανάπτυξη των άλγεων και άλλων φυτικών μορφών» (Rosenberg 1985)
2. «ο εμπλουτισμός του νερού από θρεπτικά συστατικά, κυρίως ενώσεις αζώτου και/ή φωσφόρου, προκαλώντας επιταχυνόμενη ανάπτυξη άλγεων και υψηλότερες μορφές φυτικής ζωής, δημιουργώντας ανεπιθύμητη διαταραχή στην ισορροπία των οργανισμών που υπάρχουν στο νερό και στην ποιότητά του» (Directive 2003)

Σύμφωνα με το Nixon (1995), ο ευτροφισμός είναι «η αύξηση του ρυθμού παροχής οργανικής ύλης σε ένα οικοσύστημα», τονίζοντας ότι αποτελεί μία διαδικασία και όχι μία κατάσταση.

Οι παράμετροι ποσοτικής εκτίμησης του ευτροφισμού παρουσιάζουν σημαντικές δυσκολίες, όπως:

1. η δυσκολία του διαχωρισμού τόσο των φυσικών όσο και των ανθρωπογενών πηγών θρεπτικών αλάτων.
2. η περιγραφή του φαινομένου λόγω μίας σειράς μεταβλητών, οι οποίες αφορούν τη συγκέντρωση των θρεπτικών αλάτων και της χλωροφύλλης *a*, τον κυτταρικό αριθμό του φυτοπλαγκτού και τη διαφάνεια των υδάτων
3. η απόκλιση των μεταβλητών από την κανονική κατανομή
4. η εποχική διακύμανση στις τιμές των μεταβλητών (Karydis 2001).



Εικόνα 9: Το φαινόμενο του θαλάσσιου ευτροφισμού.

Η θαλάσσια επιφάνεια λαμβάνει καθημερινά ηλιακή ενέργεια και ένα μέρος της οποίας δεσμεύεται από τους οργανισμούς μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Με τη βοήθειά της συντίθεται μεγάλο κομμάτι της πρωτογενούς παραγωγής και γίνεται μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε οργανική ύλη από τους αυτότροφους οργανισμούς. Η πρωτογενής παραγωγή απαντάται κυρίως στο επιφανειακό στρώμα των υδάτινων οικοσυστημάτων και φτάνει σε βάθος τα 200 m (εύφωτη ζώνη). Στη συγκεκριμένη ζώνη ενεργούν οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, που έχουν κάποιες φωτοσυνθετικές χρωστικές, όπως οι χλωροφύλλες *a*, *b*, *c* και τα καροτενοειδή (Φριλίγγος 2015).

Η χλωροφύλλη α είναι η κυριότερη και συναντάται στα ανώτερα φυτά, στα άλγη και στα κυανοβακτήρια. Παρουσιάζονται εποχικές καθώς και ημερήσιες διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις ανάλογα με το βάθος της υδάτινης στήλης (Βρυώνης 2013). Η χλωροφύλλη β εξαρτάται από τις χαμηλές τιμές pH του υδάτινου περιβάλλοντος (Khan & Ansari 2005). Η χλωροφύλλη c είναι διαφορετική από τις άλλες χλωροφύλλες ως προς την χημική της δομή (Γαλάτης 1998). Σε σχέση με τις άλλες χλωροφύλλες, η χλωροφύλλη c είναι διαφορετική ως προς τη χημική της δομή. Η χλωροφύλλη α και β απορροφούν ακτινοβολίες σε μήκη κύματος κοντά στα δύο άκρα του ορατού φάσματος (400-700 nm). Δεν απορροφούν όλες οι χρωστικές στα ίδια μήκη κύματος, ενώ ορισμένες από αυτές απορροφούν σε διαφορετικά μήκη κύματος και χρησιμοποιούνται από τα φυτά για την καλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας (Falkowski & Raven 2007). Στους φωτότροφους οργανισμούς για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της φωτοσύνθεσης είναι πολύ σημαντική η παρουσία της χλωροφύλλης, όμως υπάρχουν και άλλες χρωστικές που συνεισφέρουν στη δέσμευση και στην επεξεργασία της ενέργειας του φωτός. Στις κυριότερες χρωστικές ανήκουν τα καροτενοειδή, όπου κυρίως διαδραματίζουν φωτοπροστατευτικό ρόλο στους χλωροπλάστες (Cunyu et al. 2002). Με αυτό το τρόπο περιορίζονται οι τοξικές μορφές του οξυγόνου και έτσι απορροφούν μεγάλο κομμάτι του επιβλαβούς έντονου φωτός.

Η κατηγοριοποίηση των οικοσυστημάτων γίνεται βάσει των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης α (μg/l), ως εξής:

- Ολιγοτροφικό: < 0,1
- Χαμηλό μεσοτροφικό: 0,1-0,6
- Υψηλό μεσοτροφικό: 0,6-2,21
- Ευτροφικό: > 2,21

Η Μεσόγειος Θάλασσα είναι μια ημικλειστή λεκάνη που συνδέεται με την ανοιχτή θάλασσα κυρίως μέσω του στενού του Γιβραλτάρ. Λόγω του τρόπου κυκλοφορίας και του μεγάλου χρόνου παραμονής που κυμαίνεται μεταξύ 80 και 100 ετών, η Μεσόγειος Θάλασσα είναι ένα ευαίσθητο περιβάλλον. Το κύριο υδάτινο σώμα της Μεσογείου χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών. Τα νερά του, ωστόσο, περιλαμβάνουν μερικά από τα πιο ακραία ολιγοτροφικά νερά στον κόσμο, έτσι ώστε να είναι ικανό να καλύψει μόνο το 50% των αναγκών του σε ψάρια. Μέσω μακροχρόνιας επιστημονικής

έρευνας φαίνεται ότι το κύριο σώμα της Μεσογείου βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Σε ορισμένες παράκτιες περιοχές, ειδικά σε κλειστούς κόλπους κοντά σε μεγάλες πόλεις στις εκβολές ποταμών και κοντά σε λιμάνια, κυρίως στο βόρειο τμήμα της λεκάνης δέχονται υπερβολικά φορτία θρεπτικών συστατικών από λύματα, ροές ποταμών, υδατοκαλλιέργειες, λιπάσματα και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, παρουσιάζοντας ευτροφικές συνθήκες με πολλές αρνητικές επιπτώσεις για το θαλάσσιο οικοσύστημα και τον άνθρωπο. Επίσης, στα επιφανειακά νερά παρατηρείται μια γενική αυξανόμενη ολιγοτροφία προς τα ανατολικά με σημαντικά χαμηλότερη παραγωγή φυτοπλαγκτού, βενθικού και ψαριών στην ανατολική λεκάνη (Turley 1999, Karydis & Kitsiou 2012).

Το πρόβλημα του ευτροφισμού στη Μεσόγειο Θάλασσα έχει διαφορετικές επιρροές όπως: η κλιματική αλλαγή, οι χερσαίες πηγές, η ατμοσφαιρική εναπόθεση και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Επίσης, επηρεάζεται από τη συνολική τοπογραφία της λεκάνης, την επικοινωνία με τον Ατλαντικό Ωκεανό και τη Μαύρη Θάλασσα, τα κυκλοφοριακά υδάτινα μοτίβα καθώς και τις βιογεωχημικές διεργασίες. Κάθε περιοχή εμφανίζει διαφορετικά τροφικά χαρακτηριστικά, τα οποία σχετίζονται με τους παρακάτω παράγοντες (UNEP/MAP 2009):

- Τοπογραφία της υπολεκάνης.
- Κυκλοφορία του νερού εντός της υπολεκάνης.
- Ανταλλαγή υδάτινης μάζας μεταξύ της υπολεκάνης και της κύριας υδάτινης μάζας της Μεσογείου.
- Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στην εκάστοτε υπολεκάνη.
- Πολιτικές που σχετίζονται με τη διαχείριση της υπολεκάνης από τις συνορεύουσες χώρες

Στον Παγασητικό εμφανίζεται το φαινόμενο του ευτροφισμού, το οποίο προέρχεται από πολλές οικολογικές αλλοιώσεις, εξαιτίας του πλήθους των ανθρώπινων δραστηριοτήτων κοντά στα παράλιά του. Το συγκεκριμένο φαινόμενο παρατηρείται, διότι ο κόλπος δεν έχει μεγάλο βάθος και η ανακύκλωση των νερών γίνεται σχετικά αργά. Αυτό μειώνει την ικανότητα της ανακύκλωσης των οργανικών βιοαποικοδομήσιμων ουσιών.

Οι ανθρωπογενείς παράγοντες έχουν βοηθήσει στην έντονη ανάπτυξη του ευτροφισμού σε ποτάμια, λίμνες και κλειστούς κόλπους. Τους χειμερινούς μήνες επικρατούν

συχνά έντονες βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα να καταλήγουν σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών στον κόλπο. Τέλος, οι χείμαρροι της περιοχής φέρνουν στον κόλπο ποικίλους ρύπους, μέσω των βροχοπτώσεων.

Οι Petihakis et al. (2012b) επισημαίνουν την ύπαρξη μιας σημαντικής μεταβολής στην πρωτογενή παραγωγή στο οικοσύστημα του Παγασητικού Κόλπου, διότι παρουσιάζονται ευτροφικές συνθήκες που μεταβάλλονται σύμφωνα με την εποχή, παρά τα oligotroφικά χαρακτηριστικά που επικρατούν. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5: Διακυμάνσεις της chlorophyll-a,-b,-c και τα καροτενοειδή σε διαφορετικές μελέτες.

	Chlorophyll-a		Chlorophyll-b		Chlorophyll-c		Καροτενοειδή	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Πάσχου (2016)	3,22	0,35	0,6	0,01	0,79	0,03	1,77	0,07
Αγγελακόπουλος (2016)	2,34	0,34	0,14	0	0,21	0,05	0,71	0,05
Παπαδήμου (2017)	1,6	0,1	0,26	0	0,38	0	0,61	0
Καλαϊτζάκη και Μάρκου (2017)	1,09	0,38	0,18	0	0,24	0	0,46	0
Τζιώγα (2018)	2,08	0,27	1,24	0	0,55	0	0,78	0,08

Τα βαρέα μέταλλα έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από 5,0 gr/cm³ ή ατομικό βάρος μεγαλύτερο του 20, που είναι το ατομικό βάρος του ασβεστίου (Ca) (Ζωτιάδης 2004). Η ρύπανση από βαρέα μέταλλα προκαλεί σημαντική περιβαλλοντική ανησυχία λόγω της επιμονής τους, της τοξικότητάς τους και της δυνατότητάς τους να συσσωρεύονται σε βιοτόπους (Ansari et al. 2004). Τα βαρέα μέταλλα εισάγονται συνεχώς στην παράκτια ζώνη από χερσαίες πηγές ρύπανσης κυρίως σε περιοχές κοντά σε πόλεις, λιμάνια, εκβολές ποταμών και βιομηχανίες. Μόλις τα μέταλλα εισέλθουν στο θαλάσσιο περιβάλλον, κατακάθονται και ενσωματώνονται σε ιζήματα. Τα μέταλλα στα ιζήματα δεν δεσμεύονται μόνιμα. Μερικά μέταλλα ενδέχεται να απελευθερωθούν στο θαλασσινό νερό μέσω διαφόρων διαδικασιών επανασυγκέντρωσης. Δεδομένου ότι τα ιζήματα ενεργούν ως οι κύριες πηγές μετάλλων στο θαλάσσιο περιβάλλον, χρησιμοποιούνται ευρέως ως δείκτες ρύπανσης μετάλλων (Förstner & Salomons 1980; Szefer et al. 1996). Από την άλλη πλευρά, τα επίπεδα μετάλλων στους θαλάσσιους βιοτόπους παρέχουν πληροφορίες για τη βιοδιαθεσιμότητα

μετάλλων, επομένως η μέτρησή τους έχει άμεση οικολογική σημασία και είναι απαραίτητη για την εκτίμηση της ρύπανσης (Rainbow 1995, Walker et al. 2006). Τα μύδια του γένους είναι κοινώς χρησιμοποιούμενα είδη δείκτες λόγω της ευρείας γεωγραφικής τους κατανομής, της αίσθησης της φύσης και της ικανότητας συσσώρευσης υψηλών επιπέδων μολυσματικών ουσιών συμπεριλαμβανομένων των μετάλλων σε αναλογία με τις συγκεντρώσεις του περιβάλλοντος στο θαλασσίνο νερό (Rainbow et al. 2000, Przytarska et al. 2010, Andral et al. 2011).

Με την αύξηση των ρύπων παράγονται ορισμένα προϊόντα, μέσω της διάσπασής τους και αυτό επηρεάζει σημαντικά τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Οι ρύποι έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν έναν οργανισμό με διάφορους τρόπους. Η επίδραση του κάθε ρύπου μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του. Σημαντικό είναι και το νερό στο οποίο εισέρχεται ο ρύπος και η βιολογική κοινότητα του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ρύποι μπορούν να οδηγήσουν στην εξάλειψη κάποιων ειδών, τα οποία σε περίπτωση που έρθουν σε επαφή δεν θα έχουν τη δυνατότητα να ξεπεράσουν την τοξική επίδραση (Abel 2002).

Τα επίπεδα των μετάλλων σε οργανισμούς, όπως είναι τα μύδια, αντανακλούν τις συγκεντρώσεις για μεγάλες περιόδους συσσώρευσης και όχι βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις στο θαλασσίνο νερό. Η χρήση μεταμοσχευμένων μυδιών από έναν μόνο «μη μολυσμένο» πληθυσμό που αναπτύσσεται σε τοποθεσίες υπό διερεύνηση είναι μια συχνά χρησιμοποιούμενη προσέγγιση για την αποφυγή προκατάληψης που σχετίζεται με την ηλικία και την αναπαραγωγική κατάσταση των οργανισμών και επίσης για να επιτρέπονται μετρήσεις ακόμη και αν οι φυσικοί πληθυσμοί είναι σπάνιοι (Hunt & Slone 2010, Andral et al. 2004, 2011).

Ο κόλπος αποτελεί αποδέκτη των αστικών λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων, λόγω της οικιστικής ζώνης του Βόλου και της αναπτυσσόμενης βιομηχανικής ζώνης. Οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr, Ni, Co, Cd) στα ιζήματα, εξαιρώντας το λιμάνι του Βόλου, δεν εμφανίζουν στοιχεία επιβάρυνσης του Παρασητικού, για να θεωρηθεί, ως ρυπασμένος (Anagnostou et al. 1998). Τα φυτοφάρμακα, λόγω της υπολειμματικής τους δράσης, σε συνδυασμό με το μεγάλο οργανικό φορτίο μπορούν να προκαλέσουν ένα ακατάλληλο περιβάλλον στη λειτουργία των οργανισμών με

υψηλές απαιτήσεις σε οξυγόνο και ταυτόχρονα να υποβαθμίσει την ποιότητα του νερού (Πετράκος και συν. 2005).

Σε δείγματα του επιφανειακού ιζήματος που λήφθηκαν στον Παγασητικό Κόλπο οι Σκόρδας και συν. (2009) αναφέρουν πως βρέθηκαν οι εξής τιμές: Cr 66- 463 ppm, Cu 10-49 ppm και Zn 38-132 ppm. Ενώ σε άλλες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν βρέθηκαν οι τιμές: Cr 267 µg/g, Cu 41 µg/g και Zn 124 µg/g (Scoullou 2004, Tsangaris et al. 2010).

Η Γιανακοπούλου (2018) αναφέρει ότι σχεδόν σε όλα τα δείγματα των ψαριών που ανέλυσε στην περιοχή του Παγασητικού, τα επίπεδα των μετάλλων Cr, Cu, Zn και Cd ήταν χαμηλά. Στους ιστούς, στα όργανα και στα βρώσιμα μέρη στα είδη *Mullus barbatus* και *Pagellus erythrinus* φάνηκε ότι οι περιεκτικότητες των μετάλλων ήταν κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια προς κατανάλωση από τον άνθρωπο. Επίσης, κάτω από το επιτρεπόμενο όριο ήταν και οι περιεκτικότητες του Cd στα συγκεκριμένα ψάρια και είναι ασφαλής τροφή. Την μέγιστη προσωρινή ανεκτή εβδομαδιαία πρόσληψη του Cd αποτελούν τα 0,5 mg/εβδομάδα (Jaishankar et al. 2014). Η μέγιστη επιτρεπτή ημερήσια πρόσληψη για το Cu είναι τα 30 mg/Kg, για το Zn είναι τα 100 mg/Kg και για το Cr είναι τα 50 mg/Kg (WHO 1989).

2.5.1 Πηγές ρύπανσης

Στην περιφέρειά του Βόλου αναπτύσσονται μία σειρά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, με κυριότερες τη γεωργία, τον τουρισμό, την αλιεία και τη βιομηχανία. Αν και στην ευρύτερη περιοχή δεν υπάρχει κανένα αξιοσημείωτο ποτάμι, παρά μόνο κάποιοι μικροί χειμάρροι, σοβαρές ποσότητες ρυπασμένων υδάτων εισάγονται στο σύστημα του κόλπου, τόσο σε μόνιμη όσο και σε περιστασιακή βάση (Triantafyllou et al. 2001).

Η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι μία διεργασία που προκαλείται κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Εντείνεται με την αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής, τις γεωργικές δραστηριότητες (φυτικές και ζωικές) για την κάλυψη αναγκών με αποτέλεσμα την παραγωγή αστικών αποβλήτων που ο όγκος τους είναι συνεχώς αυξανόμενος. Ως επακόλουθο αυτού, ήταν και η ανάγκη διαχείρισης αποβλήτων που επιτεύχθηκε με την κατασκευή μονάδων επεξεργασίας υγρών και στερεών αποβλήτων (Angelakis & Tsompanoglou 1995). Το κόστος αυτών όμως για τη λειτουργία και συντήρησή τους είναι

υψηλό με αποτέλεσμα την προσφυγή σε νέους τρόπους διαχείρισης αποβλήτων με χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Τέτοιου είδους συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι τα φυσικά όπου οι διαδικασίες συμβαίνουν μεταξύ του συστήματος " ατμόσφαιρα - φυτό - βακτήρια - λύματα".

Ο όρος "φυσικά συστήματα επεξεργασίας" σε αντίθεση με τα "συμβατικά συστήματα επεξεργασίας", αναφέρεται στα συστήματα καθαρισμού που αφορούν κυρίως τα φυσικά τους μέρη και όχι τις εξωτερικές πηγές ενέργειας ή τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, ώστε να φτάσουν στο επιθυμητό επίπεδο επεξεργασίας. Ο σκοπός της κάθε μεθόδου επεξεργασίας των αποβλήτων είναι η μείωση των συγκεντρώσεων των ρυπαντικών ουσιών. Στοχεύοντας στην μετατροπή των ουσιών σε λιγότερο επικίνδυνες σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που ορίζονται από την νομοθεσία. Όλες οι διαδικασίες διαχείρισης αποβλήτων εξαρτώνται από φυσικές αντιδράσεις, όπως οι δυνάμεις βαρύτητας για την καθίζηση ή από φυσικά συστατικά, όπως οι βιολογικοί οργανισμοί. Ο όρος φυσικό σύστημα προορίζεται να περιγράψει εκείνες τις διαδικασίες που εξαρτώνται κυρίως στα φυσικά συστατικά τους για να επιτύχουν τον επιδιωκόμενο σκοπό (Μίμης 2006, Crites et al. 2010).

Στα φυσικά συστήματα επεξεργασίας λαμβάνουν χώρα χημικές και βιολογικές διεργασίες με τη χρήση στοιχείων της φύσης (νερό και έδαφος), των συνθηκών της ατμόσφαιρας (οξυγόνο και ηλιακή ακτινοβολία) σε συνδυασμό με την συνύπαρξη φυτικών οργανισμών και βακτηρίων. Ο σκοπός αυτών των συστημάτων είναι η χρήση των παραπάνω στοιχείων για την αποικοδόμηση και την επεξεργασία υγρών αποβλήτων με φυσικό τρόπο και την εκροή όσο το δυνατόν λιγότερο επιβαρυσμένου νερού. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τη βοήθεια της φωτοσύνθεσης και της φωτοοξειδωσης από τα τους φυτικούς οργανισμούς σε φυσικά μέσα, όπως άλλωστε συμβαίνει και στο περιβάλλον (Angelakis & Tsompanoglou 1995). Τα συστήματα αυτά λοιπόν, πραγματοποιείται με φυσικό τρόπο καθίζηση, διήθηση και βιολογική αποδόμηση των λυμάτων μέσα από διαδικασίες όπως είναι η ιοντική εναλλαγή, η χημική κατακρήμνιση και η χημική οξειδοαναγωγή. Αυτός ο τρόπος επεξεργασίας αστικών λυμάτων θεωρείται μία αρκετά οικονομική μέθοδος για τον καθαρισμό υγρών αποβλήτων από ρύπους, καθώς τα έξοδα εγκατάστασης και συντήρησης είναι πολύ περιορισμένα (Ειδική Γραμματεία Υδάτων 2012).

Η προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων με μηχανική επεξεργασία πριν την είσοδό τους στα φυσικά συστήματα γίνεται σε όλους τους τύπους των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας. Τέτοιου είδους επεξεργασία είναι η εσχάρωση και η πρωτοβάθμια καθίζηση όπου συκρατούνται και απομακρύνονται τα στερεά απόβλητα. Στη συνέχεια, τα υγρά απόβλητα συνήθως διοχετεύονται σε φυσικούς ή τεχνητούς υγροτόπους για την μετ' έπειτα επεξεργασία τους (Μίμης 2006).

Αποτελούν ουσιαστικά κριτήρια επιλογής, ο τρόπος διάθεσης, ο χαρακτήρας, η φύση και η απαιτούμενη ποιότητα εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων για τον κάθε αποδέκτη. Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων είναι δυνατόν να διακριθεί σε τρεις κύριες κατηγορίες:

1. Διάθεση σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη (θάλασσα, λίμνη, ποτάμι) με βάση την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ, όπως εντάχθηκε στην Ελληνική Νομοθεσία μέσω της Κ.Υ.Α. 5673/400/1997.
2. Διάθεση στο έδαφος: Σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 145116/2011.
3. Επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση με βάση τις διατάξεις Κ.Υ.Α. 145116 και ΦΕΚ 354/8-5-2011 (ypaka.gr).

Για τη σωστή εγκατάσταση και λειτουργία ενός φυσικού συστήματος επεξεργασίας υγρών αστικών λυμάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να μετρούνται οι εξής παράμετροι:

1. Οργανικό φορτίο – BOD₅:
2. Αιωρούμενα σωματίδια
3. Άζωτο
4. Φώσφορος
5. Μέταλλα
6. Λίπη και έλαια
7. Ίχνη ανόργανων στοιχείων
8. Ίχνη οργανικών στοιχείων

9. Παθογόνοι μικροοργανισμοί (Αγγελίδης & Tsobanoglou 1995).

Οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) του Βόλου βρίσκονται στην τοποθεσία Μπουρμπουλήθρα. Η περιοχή βρίσκεται σε απόσταση 400 m από την Εθνική Οδό Βόλου-Αθηνών και η έκταση των εγκαταστάσεων καταλαμβάνει συνολικά 48 στρέμματα. Η μονάδα επεξεργασίας λειτουργεί από το 1988, αλλά οι εγκαταστάσεις τροποποιήθηκαν, διότι το 2012 πραγματοποιήθηκε η τελευταία επέκταση.

Το αποχετευτικό δίκτυο καταλήγει σε εγκαταστάσεις, που πραγματοποιείται η εξής επεξεργασία: κροκίδωση, συσσωμάτωση, διαύγαση, απολύμανση των λυμάτων, αλλά και των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων. Στη συνέχεια καταλήγουν στον Παγασητικό Κόλπο, μέσω ενός υποθαλάσσιου αγωγού. Άλλη μία πηγή ρύπανσης της λεκάνης του Βόλου οφείλεται και στις εκβολές των όμβριων υδάτων, μέσω των αποπλύσεων των οδοστρωμάτων και των υπόλοιπων επιφανειών της πόλης, που καταλήγουν στη θάλασσα. Επίσης, υπάρχει συμβολή σε αυτήν την κατάσταση από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις που βρίσκονται μεταξύ Αγριάς και Βόλου. Η δυνατότητα εξυπηρέτησης του βιολογικού καθαρισμού περιλαμβάνει το Πολεοδομικό Συγκρότημα Βόλου και τις Α' και Β' Βιομηχανικές Περιοχές του Νομού Μαγνησίας και έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας 32.000 m³/24h. Η επεξεργασία των λυμάτων γίνεται σε πρώτο στάδιο χημικά και βιολογικά και εν συνεχεία εκρέουν στη θάλασσα περιοχή εκτός του εσωτερικού κόλπου, στην περιοχή Αγκίστρι, μέσω ενός αγωγού 8km (Δήμος Βόλου 2009).



Εικόνα 10: Βιολογικός καθαρισμός Δήμου Βόλου.

Η περιοχή είναι βραχώδης και δεν υπάρχουν αμμώδεις ακτές. Οι πλησιέστερες ακτές για κολύμβηση είναι των Αλυκών, 3km βόρεια και της Κριθαριάς 3km δυτικά. Η διάθεση γίνεται τμηματικά, γιατί έτσι τα λύματα υφίστανται τη μεγαλύτερη τυρβώδη διάχυση. Ο ενδιάμεσος χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών απορρίψεων είναι 10-20 min, δηλαδή η μέγιστη διάρκεια απόρριψης είναι 8 ώρες περίπου το 24ωρο (Κόλιου-Μήτσου 1998).

Στις Ε.Ε.Λ. Βόλου πραγματοποιούνται οι εξής λειτουργίες, στη γραμμή επεξεργασίας: προπάχυνση, μηχανική πάχυνση με φυγοκέντριση και βαρύτητα, ομογενοποίηση της ιλύος από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία των λυμάτων, χώνευση, μεταπάχυνση και αφυδάτωση. Στη συνέχεια, η αφυδατωμένη ιλύς με ποσοστό στερεών σχεδόν 20-23% απομακρύνεται, έπειτα εναποτίθεται στο ΧΥΤΑ και συγκεντρώνονται με τα οικιακά απορρίμματα. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων περιέχονται στην Οδηγία 99/31/ΕΚ. Η Οδηγία αφορά την πρόληψη ή τη μείωση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (επιφανειακά/υπόγεια ύδατα, έδαφος, ατμόσφαιρα) καθώς την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις αρνητικές επιδράσεις της τελικής διάθεσης των αποβλήτων (Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης).

Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων, ως μία ακόμη πηγή ρύπανσης, είναι τα πλέον επιβαρυνόμενα από πλευράς οργανικού φορτίου. Στην Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας είναι εν ενεργεία 50 ελαιοτριβεία και βρίσκονται στις περιοχές Βόλου, Αφήσσου, Αγριάς, Νότιου Πήλιου, Νέας Αγχιάλου – Αλμυρού (Αχίλλειο) και Σκοπέλου. Η αντικατάσταση των κλασικών ελαιουργείων από φυγοκεντρικά, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων κατά 8-10%. παράλληλα όμως μειώθηκε το οργανικό φορτίο του κατσίγαρου ανά μονάδα όγκου (Μιχαηλίδου 2003).

Επιπροσθέτως, τα απόβλητα των ελαιοτριβείων διαθέτουν οργανικό φορτίο που καταλήγει στη θάλασσα, ενισχύοντας συχνά το φαινόμενο του ευτροφισμού. Για τον ευτροφισμό στην περιοχή κυριότερη αιτία αποτελούν τα φωσφορικά και τα νιτρικά, που προέρχονται από τα αστικά λύματα και τα λιπάσματα και όχι τόσο τα απόβλητα των ελαιοτριβείων. Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων διαθέτουν μεγάλο οργανικό φορτίο, το οποίο απαιτεί ποσότητα οξυγόνου για τη διάσπασή του. Επιπλέον, τα σάκχαρα, καθώς και ορισμένα συστατικά του κατσίγαρου δημιουργούν ιδανικές συνθήκες για την ανάπτυξη πολλών μικροβίων. Η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο θαλασσινό νερό μπορεί να

δημιουργήσει προβλήματα στην επιβίωση των ανώτερων οργανισμών, όπως είναι τα ψάρια (Κούγκολος 2005).

Το σημαντικότερο πρόβλημα της αντιμετώπισης των αποβλήτων είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχει κάποια εφαρμόσιμη μέθοδος κατεργασίας, χωρίς να καταβληθούν μεγάλα κονδύλια από τα ελαιοτριβεία. Τα ελαιοτριβεία στην Ελλάδα είναι πολλά και σε διάφορα σημεία, συνήθως έχουν μικρή δυναμικότητα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εγκατάσταση τέτοιων μονάδων να είναι δυσχερής. Για αυτό το λόγο, η κατασκευή μικρών μονάδων επεξεργασίας σε κάθε ελαιοτριβείο δεν αποτελεί εύκολη λύση. Παράλληλα, μία μονάδα επεξεργασίας αποτελεί μεγάλο κόστος για τους παραγωγούς, ιδιαίτερα στην περίπτωση πτώσης της τιμής του ελαίου (Κούγκολος 2005).

Οι λιμενικές εγκαταστάσεις της πόλης δεν δημιουργούν σημαντικές ποσότητες πρωτογενών αποβλήτων, με εξαίρεση το προβλεπόμενο έργο υποδοχής και διαχωρισμού καταλοίπων των πλοίων. Τα πλοία παράγουν και εκφορτώνουν ορισμένα υγρά απόβλητα στα λιμάνια, τα οποία περιέχουν σημαντικές ποσότητες πετρελαίου και μηχανέλαιων. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται και οι απώλειες υγρών από το λιπαντικό σύστημα του άξονα της προπέλας, τα υγρά από την εκκένωση των μηχανών και των λιπαντικών συστημάτων κ.ά (Μιχαηλίδου 2003).

Το λιμάνι του Βόλου λειτουργεί από τον προηγούμενο αιώνα, όμως δεν διαθέτει ‘ευκολίες υποδοχής’, σύμφωνα με το Ν.743/77 άρθρο 1. Σύμφωνα με αυτό το νόμο προβλέπεται ότι «πάσης φύσεως, μορφής και είδους χερσαίες πλωτές εγκαταστάσεις, που προορίζονται χρησιμοποιούνται για την παραλαβή και παραπέρα διάθεση από τα πλοία και δεξαμενόπλοια, καταλοίπων και πετρελαιοειδών μιγμάτων, τοξικών και δηλητηριωδών ουσιών, υπολειμμάτων φορτίου, απορριμμάτων, λυμάτων και κάθε ουσίας αντικειμένου, εκβολή διαφυγή των οποίων στη θάλασσα όπως και αν προκαλείται, μπορεί να προκαλέσει ρύπανση» (Τράπεζα Πληροφοριών Νομοθεσίας).

2.6 Υδατοκαλλιέργειες και επιπτώσεις

Οι υδατοκαλλιέργειες αποτελούν ένα σύνολο δραστηριοτήτων, αποσκοπώντας στην παραγωγή υδρόβιων, ζωικών και φυτικών οργανισμών (π.χ. μαλακόστρακα, οστρακοειδή, μακροφύκη) για την κατανάλωσή τους από τον άνθρωπο. Οι δραστηριότητες αυτές

στοχεύουν στα ίδια αποτελέσματα με τη γεωργία και διέπονται από τις ίδιες βασικές αρχές. Ωστόσο, η διαφορά βρίσκεται στο γεγονός ότι πραγματοποιούνται σε διαφορετικό περιβάλλον, το οποίο όμως είναι άμεσα ελεγχόμενο σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας (από την αναπαραγωγή έως την ανάπτυξη) (Παπουτσόγλου 1997).



Εικόνα 11: Άποψη μιας ιχθυοκαλλιεργητικής μονάδας.

Στην υδατοκαλλιέργεια υπάρχουν πολλές και σημαντικές παράμετροι που εμπλέκονται με την ποιότητα του νερού. Τα όρια ανοχής της ποιότητας του νερού εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα είδη που καλλιεργούνται, ιδίως όσον αφορά τη θερμοκρασία και την αλατότητα. Οι πιο σημαντικές είναι οι εξής: το διαλυμένο οξυγόνο, η ενεργός οξύτητα (pH), το διοξείδιο του άνθρακα, η αμμωνία, τα νιτρικά/φωσφορικά θρεπτικά άλατα, τα νιτρώδη, το υδρόθειο, η θολερότητα και τα διαλυμένα στερεά συστατικά στο νερό. Ο υπολογισμός και η κατανόηση αυτών των παραμέτρων σε κάθε μελέτη που διεξάγεται, δίνει τη δυνατότητα να αποτραπεί η όποια δημιουργία πιθανών επιπτώσεων στο περιβάλλον και στους οργανισμούς. Οι ιδανικές συνθήκες για τους παραπάνω παράγοντες έχουν διερευνηθεί για πολλά είδη ψαριών. Μετά τη διαπίστωση της μακροπρόθεσμης τοξικότητας, που παρατηρήθηκε σε καλλιέργειες που διαρκούν πολύ χρόνο, οι ερευνητές καθόρισαν ορισμένα "όρια ασφαλείας" (Tiews 1981).

Οι υδατοκαλλιέργειες έχουν θετική κοινωνική και οικονομική προσφορά, αλλά δεν έχουν γίνει καθολικά αποδεκτές από την κοινωνία, γιατί αυτή η δραστηριότητα αποτελεί ενδεχόμενο παράγοντα για την υποβάθμιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Michler-Cieluch & Kodeih 2008). Στο τέλος του 1970 ξεκίνησε η καταχώρηση ενδεχόμενων κακών συνεπειών στις υδατοκαλλιέργειες.

Στην περίπτωση των ιχθυοκαλλιεργειών, που βρίσκονται σε χερσαίες εγκαταστάσεις δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον. Αυτό συμβαίνει, διότι πριν να καταλήξουν στον υδάτινο αποδέκτη τα απόβλητά τους υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία. Προβλήματα στο υδάτινο περιβάλλον μπορεί να παρατηρηθούν από τις εντατικές εκτροφές σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς. Σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι εύκολο να εφαρμοστεί κάποια επεξεργασία στα απόβλητά τους (Klaoudatos et al. 1996). Αυτός ο τύπος καλλιέργειας επιτρέπει στις εκροές των αποβλήτων να επιδρούν στις βιολογικές, χημικές και οικολογικές διεργασίες του οικοσυστήματος. Η διατάραξη αυτών των παραμέτρων μπορούν να επιφέρουν ανεπιθύμητα, αλλά και σύνθετα αποτελέσματα στο υδάτινο περιβάλλον, αλλά αυτό μπορεί να διαφέρει τόσο από το χώρο όσο και από το χρόνο.

Οι οικολογικές επιπτώσεις διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο και την κλίμακα των υδατοκαλλιεργειών. Αυτές είναι (Χοχτούλας 2008):

1. Γενετική ρύπανση: Η εισαγωγή νέου είδους σε μια περιοχή αποτελεί πολύ σημαντική συνέπεια, διότι οι αλληλεπιδράσεις με τους φυσικούς πληθυσμούς μπορούν να επιφέρουν γενετικές μεταλλάξεις (IUCN 2007).
2. Μεταφορά νοσημάτων: Μέσα σε συνθήκες εκτροφής η ένταση και η συχνότητα εμφάνισης ασθενειών μεγαλώνει συγκριτικά με τους άγριους ιχθυοπληθυσμούς λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης του πληθυσμού και της αυξημένης έκθεσης σε στρεσογόνους παράγοντες.
3. Αντιβιοτικά και χημικά κατάλοιπα: Οι συνέπειες της χρήσης αυτών των ουσιών είναι μικρότερες στις χερσαίες δεξαμενές σε σχέση με τους ιχθυοκλωβούς. (Κουσουρής και συν. 1995).
4. Υποβάθμιση οικοτόπων: Μελέτες δείχνουν τα αποτελέσματα των υδατοκαλλιεργειών στο περιβάλλον, τα οποία αφορούν την υποβάθμιση των

οικοτόπων και έχουν σχέση με την παρουσία λιβαδιών Ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*) (Delgado et al. 1999, Pergent et al. 1999, Holmer et al. 2003).

5. Συστατικά των αποβλήτων και η δυναμική των απωλειών τους: Στις ιχθυοκαλλιέργειες, ένα μεγάλο ποσοστό των αποβλήτων περιέχει συστατικά του αζώτου και οργανικό άνθρακα. Αυτά προέρχονται από διαλυμένα οργανικά/ανόργανα απόβλητα και σωματιδιακές οργανικές ενώσεις (Cromeey et al. 2002).
6. Ανανέωση νερού: Τα συστήματα των περιφράξεων και των κλωβών, που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες μπορούν να μεταβάλλουν τη φυσική μετακίνηση και ανανέωση των υδάτινων μαζών, την ιζηματοποίηση ουσιών και αιωρούμενων στερεών και την ταχύτητα καθίζησης (Σιγάλα και συν. 2009).

Συχνά παρατηρείται η σημασία της αλληλεπίδρασης των υδατοκαλλιεργειών με το περιβάλλον. Μέσω της εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας μπορεί να αλλοιωθεί το μοτίβο της παραγωγικότητας, εξαιτίας της παραγωγής μεγάλου όγκου αποβλήτων. Παράλληλα μπορούν να αλλάξουν τόσο τα βιοτικά όσο και τα αβιοτικά χαρακτηριστικά του νερού, όπως είναι η μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου, η έντονη παραγωγή θρεπτικών ουσιών και ο ευτροφισμός. Η συσσώρευση της τροφής που δεν καταναλώθηκε και των περιττωμάτων δημιουργούν συνθήκες ευνοϊκές για την ανθοφορία των άλγινων (Strogylloudi et al. 2006).

Η θαλάσσια ιχθυοκαλλιέργεια αναπτύχθηκε τη δεκαετία του '80 στην Ελλάδα. Η προσφορά που προέρχονταν από την υδατοκαλλιέργεια ήταν 2000 τόνοι. Τα στοιχεία του 2019 δείχνουν την ποσότητα να έχει ανέλθει, από εκτροφή σε θαλάσσια ύδατα, σε 146.820 τόνους αξίας 553,44 εκ. ευρώ και αποτελούν το 98% του όγκου που παράγεται (ΣΕΘ 2020).

Στον Παγασητικό δραστηριοποιούνται δύο μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας, στη Μηλίνα και στις Νήες, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως ΠΑΣΜ (Περιοχή Άτυπης Συγκέντρωσης Μονάδων). Η συνολική μισθωμένη έκταση των μονάδων επί του συνόλου των εκτρεφόμενων ειδών θα πρέπει να είναι μέχρι τα 100 στρέμματα και η μέγιστη απόσταση μεταξύ τους το ένα ναυτικό μίλι σε ευθεία (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας).

Η δραστηριότητα και των δύο μονάδων αφορά την εκτροφή των δύο βασικών ειδών της μεσογειακής ιχθυοκαλλιέργειας, το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) και την τσιπούρα (*Sparus aurata*). Στις Νήες βρίσκεται η εταιρεία «ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΑ ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΥ Α.Ε.»

με μέγιστη ετήσια δυναμικότητα στους 300 τόνους και λειτουργεί από το 1992, σε θαλάσσια έκταση 20 στρεμμάτων. Η επωνυμία της άλλης εταιρείας είναι ΥΔΡΟΒΙΟΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Ε.Π.Ε. (Μηλίνα) και η δυναμικότητά της είναι 130 τόνοι. Ιδρύθηκε το 1987 με έδρα το Βόλο και ξεκίνησε δραστηριότητες το 1991. Περίπου το 50% των προϊόντων της εξάγονται μέσω χονδρεμπόρων στην Ιταλία και το υπόλοιπο διατίθεται στην εγχώρια αγορά (Δημούδη & Κατσαρέλης 2020, ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΛΑΔΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ 2007).

2.7 Αλιεία

Στην Ελλάδα υπάρχει μεγάλη ποικιλία ωκεανογραφικών συνθηκών στις θάλασσες. Αυτό δημιουργεί μεγάλο αριθμό ενδιαιτημάτων, όπου ζουν πολλά διαφορετικά είδη και πληθυσμοί. Παρατηρείται υψηλή βιοποικιλότητα, η θαλάσσια μορφολογία έχει ένα σημαντικό μέσο βάθος και τα ολιγοτροφικά νερά με ήπιες κλιματολογικές συνθήκες συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη και ποικιλομορφία των ειδών. Η ρύπανση συναντάται σε συγκεκριμένες θαλάσσιες ζώνες, οι οποίες βρίσκονται κατά κύριο λόγο στις μεγάλες πόλεις. Η χώρα αποτελείται από μεγάλες ακτές και πολλά νησιά, έχοντας ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της ναυσιπλοΐας και της αλιείας από αρχαιοτάτων χρόνων.

Η αλιεία και οι δραστηριότητες γύρω από την επεξεργασία, συσκευασία, μεταφορά και λιανική πώληση είναι σημαντικές σε κάθε κλίμακα, από το επίπεδο του χωριού έως τις εθνικές και διεθνείς οικονομίες. Η αλιεία αποτελεί σημαντική πηγή βιοπορισμού στις αναπτυσσόμενες χώρες, ιδιαίτερα για οικογένειες χαμηλού εισοδήματος στις αγροτικές περιοχές όπου οι επιλογές εργασίας είναι περιορισμένες (Kura et al. 2004).

Η αλιεία θεωρείται πολύ σημαντική για τον κλάδο της πρωτογενούς παραγωγή, διότι συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στη διατήρηση της οικονομικής και κοινωνικής κατάστασης σε πολλές περιοχές της χώρας, ενώ συμβάλλει σε μικρό βαθμό στο ΑΕΠ (περίπου 0,35% το 2003). Σε απομακρυσμένα νησιά ή απομονωμένες περιοχές, η αλιεία αποτελεί κύρια δραστηριότητα, γιατί σε αυτές τις περιοχές η γεωργική απασχόληση δεν είναι εφικτή. Πολλές οικογένειες στηρίζονται οικονομικά από τον τουρισμό και την αλιεία. (FAO 2006).

Ένα σημαντικό και μοναδικό χαρακτηριστικό του ελληνικού αλιευτικού στόλου είναι ότι αποτελείται κυρίως από αλιευτικά σκάφη μικρής κλίμακας που εκμεταλλεύονται την

εκτεταμένη ελληνική ακτογραμμή. Ο τομέας της αλιείας μπορεί να διαχωριστεί σε δύο βασικούς τύπους: την αλιεία μικρής κλίμακας, που περιλαμβάνει το 96,51% του στόλου και βρίσκεται στην παράκτια ζώνη και την αλιεία μεσαίας κλίμακας, που περιλαμβάνει το 1,71% που έχει ως πρώτο εργαλείο το γρι-γρι και το 1,78% αντιστοιχεί στις μηχανότρατες. Τα αλιευτικά σκάφη μικρής κλίμακας βασίζονται κυρίως στην εργασία των πλοιοκτητών, ενώ οι μηχανότρατες βυθού και τα γρι-γρι χαρακτηρίζονται από υψηλά λειτουργικά έξοδα, λόγω του κόστους του προσωπικού (Pinello et al. 2016, Alieia Minagric 2020).

Μεγάλο μέρος του ελληνικού αλιευτικού στόλου δραστηριοποιείται στη Μεσόγειο Θάλασσα. Διαθέτει τον πολυπληθέστερο στην Ευρωπαϊκή Ένωση σε αριθμό σκαφών. Διαφοροποιούνται ανάλογα με τα αλιευτικά εργαλεία σε τρεις κατηγορίες:

1. Σκάφη με στατικά εργαλεία

Δραστηριοποιούνται όλο το χρόνο, στην παράκτια ηπειρωτική ακτογραμμή και στην νησιωτική ζώνη. Κάνουν χρήση διάφορα αλιευτικά εργαλεία, σύμφωνα με την εποχή και το αλίευμα. Υπάρχουν ορισμένα σκάφη μεγαλύτερου μεγέθους, πλήρως εξοπλισμένα, τα οποία πραγματοποιούν πολυήμερα αλιευτικά ταξίδια εκτός των θαλάσσιων περιοχών της χώρας και κυριότερα στα διεθνή ύδατα της Ανατολικής Μεσογείου.

2. Σκάφη με συρόμενα εργαλεία

Τα σκάφη με εργαλείο τράτα βυθού (μηχανότρατα) δραστηριοποιούνται στα ελληνικά ύδατα (Αιγαίο, Ιόνιο και Κρητικό Πέλαγος), αλλά και σε ύδατα τρίτων χωρών. Αυτό πραγματοποιείται υπό τα πλαίσια διμερών αλιευτικών συμφωνιών σύμπραξης μεταξύ της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τρίτες χώρες ή λόγω ιδιωτικών συμφωνιών.

3. Σκάφη με κυκλικά δίχτυα

Αυτά αξιοποιούν το αλιευτικό εργαλείο γρι-γρι και αλιεύουν στα ελληνικά και διεθνή ύδατα του Αιγαίου και του Ιονίου. Αλίευμα-στόχος για αυτά τα σκάφη είναι στοχεύοντας διάφορα πελαγικά είδη.

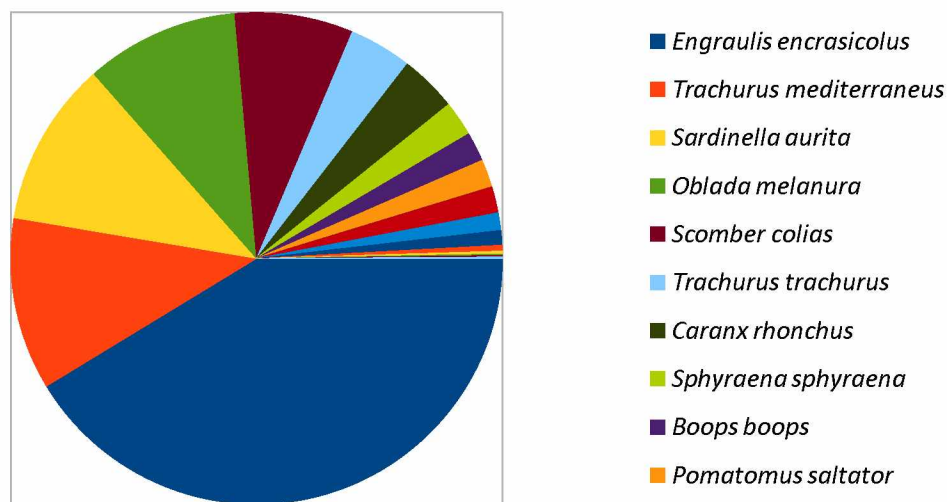
Πίνακας 6: Αριθμός, ιπποδύναμη και χωρητικότητα μηχανοκίνητων αλιευτικών σκαφών, κατά κατηγορία αλιείας και τύπο αλιευτικού εργαλείου.

Κατηγορία Αλιευτικού Εργαλείου	Αλιευτικό Εργαλείο	Κωδικός
Κυκλωτικά δίχτυα	Γρι-Γρι	PS
Γρίποι	Πεζότρατες (Βιντζότρατες)	SB
Τράτες	Τράτες βυθού με πόρτες (μηχανότρατες)	OTB
Δράγες	Δράγες που σύρονται από σκάφος	DRB
	Δράγες χειρός των οποίων ο χειρισμός γίνεται από το σκάφος	DRH
Απλάδια Δίχτυα	Στάσιμα απλάδια δίχτυα	GNS
	Κυκλωτικά απλάδια δίχτυα	GNC
	Μανωμένα δίχτυα	GTR
	Συνδιασμός μανωμένων και απλαδιών	GTN
Παγίδες	Κοφινέλα (κιούρτοι)	FPO

Η ελληνική αλιεία αξιοποιεί πολλά και διαφορετικά εργαλεία, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να αλιεύονται διάφορα είδη (Stergiou et al. 2009a). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την υπεραλίευση των βενθικών/παράκτιων και πελαγικών αποθεμάτων και δημιουργούνται δυσκολίες στον σχεδιασμό και στην εφαρμογή ενιαίων διαχειριστικών μέτρων (Stergiou & Christou 1998).

Η αλιευτική παραγωγή στον Παγασητικό Κόλπο θεωρείται από τις πιο σημαντικές πηγές στην Ανατολική Κεντρική Ελλάδα. Ο αριθμός των σκαφών το 2016 ανερχόταν στα 473 σκάφη (Keramidas et al. 2018). Σε αυτό συμβάλλει το πλεονέκτημα της περιοχής, που υπάρχουν μικρές αποστάσεις μέσα στον κόλπο μεταξύ των πεδίων αλιείας. Σύμφωνα με την Τσιτσικά (2004), τα είδη που έχουν καταγραφεί ότι αλιεύονται από τα γρι-γρι νύχτας παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα.

Γρι-γρι νύχτας



Σχήμα 2: Σχετική αφθονία κάθε είδους με τη μέθοδο αλίευσης γρι-γρι νύχτας.

Η υπεραλίευση και η εξάντληση ορισμένων αποθεμάτων μπορεί να γίνει τόσο σοβαρή ώστε να θεωρηθούν ως οικονομικά εξαφανισμένα. Τα συμπτώματα της υπεραλίευσης των οικοσυστημάτων περιλαμβάνουν (Hall 1999):

- Μειώσεις στη διαφορετικότητα.
- Μειώσεις στη συνολική παραγωγή εκμεταλλεύσιμων πόρων.
- Πτώση στο μέσο τροφικό επίπεδο, κατά την αύξηση των αλιευμάτων.
- Μεγαλύτερη μεταβλητότητα στην αφθονία των ειδών.
- Μεγαλύτερη ανθρωπογενή παρεμβολή στους οικοτόπους.
- Αλλαγή σε εναλλακτική διατροφή των σταθερών ειδών.

Υπάρχουν τρεις αναγνωρισμένοι τύποι υπεραλίευσης: υπεραλίευση ανάπτυξης, υπεραλίευση προσλήψεων και υπεραλίευση οικοσυστημάτων (Pauly 1983).

- Υπεραλίευση ανάπτυξης: είναι όταν τα ψάρια συγκομίζονται σε ένα μέσο μέγεθος που είναι μικρότερο από το μέγεθος που θα παρήγαγε τη μέγιστη απόδοση ανά προσληφθέντα. Κάνοντας έτσι τη συνολική απόδοση μικρότερη από αυτή που θα ήταν αν τα ψάρια επιτρεπόταν να αναπτυχθούν σε ένα λογικό μέγεθος.

- Υπεραλίευση προσλήψεων: είναι όταν ο ώριμος ενήλικος πληθυσμός (βιομάζα ωτοκίας) εξαντλείται σε ένα επίπεδο όπου δεν έχει πλέον την αναπαραγωγική ικανότητα να αναπληρώνεται. Δεν υπάρχουν αρκετοί ενήλικες για να παράγουν απογόνους.
- Υπεραλίευση οικοσυστήματος: είναι όταν η ισορροπία του οικοσυστήματος μεταβάλλεται λόγω υπεραλίευσης. Μειώνονται οι αφθονίες των μεγάλων αρπακτικών ειδών και με τη σειρά τους τα μικρότερα είδη αυξάνονται σε αφθονία, προκαλώντας μια μετατόπιση της ισορροπίας του οικοσυστήματος προς μικρότερα είδη ψαριών.

Ο Τσίρος (2012) αναφέρει ότι πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις για 65 αποθέματα για τα έτη 1982-2007 στον Παγασητικό κόλπο, σύμφωνα με τα δεδομένα της ΕΣΥΕ. Κατά το έτος 2007, από τα 65 αποθέματα που ανέλυσαν, 4 χαρακτηρίστηκαν ως αναπτυσσόμενα (6,2%), 11 ως πλήρως εκμεταλλευμένα (16,9%), 27 ως υπεραλιευμένα (41,5%) και τα υπόλοιπα 23 ως εξαντλημένα (35,4%), ενώ δεν υπήρχαν ανεκμετάλλευτα αποθέματα. Αντιθέτως, κατά το έτος 1982 που είναι και η έναρξη της χρονοσειράς, η πλειοψηφία των αποθεμάτων ήταν ανεκμετάλλευτα (76,9%) και τα υπόλοιπα, είτε αναπτυσσόμενα (15,4%), είτε πλήρως εκμεταλλευμένα (7,7%), ενώ δε βρέθηκαν υπεραλιευμένα ή εξαντλημένα αποθέματα.

Πίνακας 7: Τα κυριότερα αποθέματα για κάθε κατηγορία αλιευτικής κατάστασης στον Παγασητικό κόλπο (Τσίρος, 2012).

Ελληνική ονομασία	Επιστημονική ονομασία	Πλήρως εκμεταλλευμένα	Υπεραλιευμένα	Εξαντλημένα
Τσιπούρα	<i>S. aurata</i>	√		
Βακαλάος	<i>M. merluccius</i>	√		
Γάυρος	<i>E. encrasicolus</i>		√	
Μένουλα	<i>S. maena</i>		√	
Κέφαλοι	Mugilidae		√	
Γόπα	<i>B. boops</i>		√	
Σφυρίδα	<i>E. alexandrinus</i>			√
Σκουμπρί	<i>S. scombrus</i>			√
Μοσκιοί	Octopodidae			√



Σχήμα 3. Ποσότητα αλιευμάτων ανά χρονολογία στην περιοχή μελέτης (Ελληνική Στατιστική Αρχή).

Σύμφωνα με την Τσιτσικά (2004) υπάρχουν ορισμένα διαχειριστικά μέτρα που λαμβάνονται στον Παγασητικό κόλπο:

- Απαγόρευση της αλιείας με μηχανότρατα στον κόλπο όλη τη διάρκεια του έτους και των γρι-γρι από αρχές Δεκεμβρίου μέχρι και Μαρτίου
- Εθελοντικό κλείσιμο στον Αλμυρό τους μήνες Ιουλίου και Αυγούστου, διότι στην περιοχή αναπαράγονται τα ψάρια.
- Ύπαρξη ελάχιστου μήκους για την αλίευση των ψαριών, ανάλογα με το είδος
- Όρια ως προς το κατώτατο βάθος από την ακτή.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Ολοκληρωμένη Διαχείριση στις παράκτιες περιοχές απαιτεί στοχευμένη εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων και πρακτικών προσαρμοσμένων στη φυσιογνωμία, τις τοπικές ιδιαιτερότητες και τις ειδικότερες ανάγκες κάθε περιοχής. Στη βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης έχει συμβάλει καθοριστικά η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως προς τη διαμόρφωση της ολοκληρωμένης περιβαλλοντικής πολιτικής. Σημαντικές κοινοτικές οδηγίες, όπως η Οδηγία-Πλαίσιο για να διαχειρίζονται ορθά οι υδάτινοι πόροι σηματοδοτούν το πέρασμα στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για τη διαχείριση του περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι ενεργοί οι τοπικοί φορείς μίας περιοχής, αλλά και η θέσπιση νομοθεσιών, διατάξεων κλπ. σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, για πιο οργανωμένα αποτελέσματα. Επιπλέον, η ανάληψη συντονισμένων δράσεων είναι επιτακτική ανάγκη. Μία σύγχρονη, ολοκληρωμένη περιβαλλοντική προστασία προϋποθέτει επομένως ότι οι περιβαλλοντικές στρατηγικές και τα αντίστοιχα εργαλεία και μέτρα, τελούν σε άμεση συνάρτηση. Με τη διαμόρφωση της οικολογικής συνείδησης στους πολίτες, την ενδυνάμωση της κοινωνίας, την ανάπτυξη της συνεργασίας μεταξύ των αρμόδιων φορέων, την ανάπτυξη της περιβαλλοντικά φιλικής τεχνολογίας και των νέων, βιώσιμων τρόπων για τη διαχείριση των φυσικών πόρων, με τη συνεκτίμηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων και επιπτώσεων, κατά το σχεδιάσμά και την εφαρμογή αναπτυξιακών πολιτικών είναι δυνατόν να αλλάξει άρδην η οικολογική κατάσταση μιας περιοχής.

Στο νομό υπάρχουν αρκετές περιοχές που βρίσκονται σε ειδικές ζώνες προστασίας που περιλαμβάνουν τη χλωρίδα και την πανίδα. Το ζήτημα είναι ότι αυτές οι περιοχές δεν αναδεικνύονται, ώστε η διαχείριση και η προστασία τους να ήταν πιο εύκολη και ορθή. Αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μέσω της ενημέρωσης του ευρύ κοινού για την αξία τους.

Η αειφορία του περιβάλλοντος εξαρτάται άμεσα από τη διατήρηση της τροφικής αλυσίδας και κατά συνέπεια την αποτελεσματική πρόβλεψη και πρόληψη των επιπτώσεων των διαφόρων τοξικών ουσιών. Για τον έλεγχο της υδατικής ρύπανσης και την διασφάλιση της αποτελεσματικής προστασίας των υδάτινων συστημάτων απαιτείται, πριν απ' όλα, γνώση της οικολογικής τους κατάστασης.

Σύμφωνα με όσα αναλύονται στην παρούσα εργασία καταλήγουμε στο ότι οι συνέπειες της ρύπανσης και δε της θαλάσσιας έχουν άμεσο αντίκτυπο σε όλους μας και οι συνέπειες είναι αξιοσημείωτες, δηλαδή ακόμα και ο άνθρωπος μολύνεται μέσω της τροφικής αλυσίδας και το οικοσύστημα.

Σημαντική περιβαλλοντική παράμετρο αποτελεί το ευαίσθητο οικοσύστημα του, που χρειάζεται γρήγορες και στοχευμένες πολιτικές προστασίας. Ο κόλπος λαμβάνει σε καθημερινή βάση αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα, παράλληλα γίνεται και αποδέκτης της ρύπανσης διάφορων άλλων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Είναι σημαντικό να δοθεί έμφαση στην κατασκευή κατάλληλων υποδομών και εύρεση καλύτερων τεχνολογιών, για την αποτροπή της περιβαλλοντικής καταστροφής του. Επίσης, ο τακτικός έλεγχος των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό όπλο στην αντιμετώπιση των πιθανών προβλημάτων.

Για τη διαχείριση της αλιείας, η οποία είναι πολύ σημαντική για την περιοχή μελέτης θα μπορούσαν να εφαρμοστούν ορισμένες βασικές αρχές, ώστε να καθοδηγούν τη διαχείριση της αλιείας προς όφελος μακροπρόθεσμα του ευρύτερου φάσματος των ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένου του περιβάλλοντος. Ορισμένες αρχές θα μπορούσαν να είναι η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η προστασία από ανεπιθύμητους ανθρωπογενείς στρεσογόνους παράγοντες (υποβάθμιση οικοτόπων, ρύπανση κλπ.) και τέλος η παροχή κοινωνικοοικονομικών οφελών σε ένα ευρύτερο φάσμα για τους ανθρώπους που αξιοποιούν τους πόρους με βιώσιμους τρόπους.

Η επεξεργασία των εννοιών υπεραλίευσης, που έχουν διατυπωθεί μέχρι σήμερα, μπορούν να βοηθήσουν στην καλύτερη προσέγγιση για τη διαχείριση των πόρων. Αυτό περιλαμβάνει μια ποσοτική βάση για τη βελτιστοποίηση των αλιευτικών αποδόσεων, την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της αλιείας που σχετίζονται με την προστασία ορισμένων ειδών και, λόγω της μακράς ιστορίας των πληροφοριών που συλλέγονται, μια ποσοτική βάση για τον κίνδυνο.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Αγγελακόπουλος, Ρ. (2016). Ημερήσια διακύμανση φυτοχρωστικών στο λιμάνι αλιευτικών σκαφών του Βόλου (Bachelor's thesis).
- Αλεξίου, Ε. (2003). Νομαρχιακός σχεδιασμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων για την Μαγνησία (Bachelor's thesis).
- Αναγνώστου, Χ., Σιούλας, Α., & Καραγεώργης, Α. (2016) Το φαινόμενο του θερμοκηπίου ως ο μηχανισμός μετάβασης από την παγετώδη κλιματική κατάσταση της ολοκαινικής περιόδου στις σημερινές μεσοπαγετώδεις συνθήκες. Ενδείξεις από τις ιζηματολογικές αποθέσεις του Παγασητικού κόλπου.
- Βαβίζος, Γ., & Ζαννάκη, Δ. Ζαφειρόπουλος & ΣΙΑ ΑΕ. (1997). Χωροταξία και Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της χερσονήσου Μαγνησίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Αθήνα.
- Βαβίζος, Γ. & Ζαννάκη, Κ. (2006) Περιβαλλοντικές Μελέτες: Οδηγοί Δράσης, Βοήθημα για νέους. Αθήνα: Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς – Εθνικό Κέντρο Κοινωνικών Ερευνών.
- Βρυώνης Παναγιώτης (2013) Μελέτη των πεδίων ανάμειξης γλυκού και αλμυρού νερού με βάση εποχιακές μεταβολές φυσικοχημικών παραμέτρων. Διατριβή Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών, σελ. 322
- Γαλάτης Β., Αποστολάκος Π., Κατσαρός Χ. (1998) Εισαγωγή στη Βοτανική. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, σελ 49
- Γιαννακοπούλου, Α. (2018). Συσσώρευση βαρέων μετάλλων σε εμπορικούς υδρόβιους οργανισμούς.
- Δημητρίου, Α. Α. (2002). Οικονομική ανάλυση της αειφορικής λειτουργίας προστατευόμενων φυσικών περιοχών (No. GRI-2003-028). Aristotle University of Thessaloniki.
- Δήμος Βόλου. (2009) Αναθεώρηση - επέκταση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου πολεοδομικού Συγκροτήματος συγκροτήματος Βόλου.

- Δημούδη, Α. Γ., & Κατσαρέλης, Χ. Α. (2020). Επίδραση εκτροφής ιχθύων στα θρεπτικά άλατα της υδάτινης στήλης στην περιοχή του Παγασητικού κόλπου (Bachelor's thesis).
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2012) Κείμενο κατευθυντήριων γραμμών για τη διαχείριση λυμάτων μικρών οικισμών. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
- ΕΛΚΕΠΑ (1989) Εκτίμηση υδάτινων απορροών στις λεκάνες απορροής του Β. Παγασητικού. Βόλος
- Ζωτιάδης, Β. (2004). Ωκεανογραφία και γεωχημεία των επιφανειακών θαλάσσιων ιζημάτων της Νοτιοανατολικής Αττικής, Ν. Μακρονήσου και Ν. Κέας. Κατανομή της ρύπανσης από βαρέα μέταλλα ως αποτέλεσμα των μεταλλευτικών και μεταλλουργικών δραστηριοτήτων της Λαυρεωτικής (Doctoral dissertation, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Γεωλογίας. Τομέας Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας).
- Καλαϊτζάκη, Ο., & Μάρκου, Μ. (2017). Χρονική κατανομή των φυτοχρωστικών στη θαλάσσια περιοχή κοντά στην έξοδο του ρέματος Μπουρμπουλήθρα, Βόλος (Bachelor's thesis).
- Καραγεώργης, Α., Αναγνώστου, Χ., & Κανελλόπουλος, Θ. (2016). Αποθέσεις ανθρακικών ορυκτών σε παλαιολιμένες του Ελληνικού χωρου κατα τη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου.
- Κασιούμης, Κ. (1993) Εθνικοί Δρυμοί και Προστατευόμενες Περιοχές. Ορισμός, σημασία και διαχείριση. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, τόμος 4, Τεύχος 1.
- Κόλιου-Μήτσου, Αναστασία, (1998) Μελέτη του βιογεωχημικού κύκλου του φωσφόρου στον Παγασητικό κόλπο
- Κόλλιας, Π. (1988). Η προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση (Doctoral dissertation, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ). Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών).
- Κούγκολος Α. (2005). «Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική», Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2005.

- Κουσουρής Θ.Σ., Φώτης Γ., Κονίδης Α. (1995) Περιβάλλον και υδατοκαλλιέργεια, η αμφίδρομη σχέση των επιπτώσεων. Αγροτική Τράπεζα Ελλάδα, Αθήνα.
- Κωτουλάκης Μ. (2005) Η Κατάσταση του Περιβάλλοντος στο Νομό Μαγνησίας. Βόλος.
- Μανωλιάδης Ο. (2002) Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός: Μελέτη & Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα. Σελ. 18.
- Μίμης Σ. (2006) Φυσικά συστήματα, τεχνητοί υγρότοποι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, εφαρμογές και συγκριτικά αποτελέσματα. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Διπλωματική διατριβή.
- Μιχαηλίδου, Κ. Α. (2003). Περιβαλλοντικός σχεδιασμός για το Ν. Μαγνησίας (Bachelor's thesis).
- Μουντράκης, Δ. (1985). Γεωλογία της Ελλάδας. Θεσσαλονίκη
- Νεοφύτου Ν. (2007) Διερεύνηση των επιπτώσεων από την εγκατάσταση και λειτουργία ιχθυοκαλλιεργητικών μονάδων, με έμφαση στην επιλογή δεικτών καθοριστικών του βαθμού της προκαλούμενης ρύπανσης στο θαλάσσιο περιβάλλον. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 214 σελ.
- Νταλαμάγκα, Ν. (2010). Βαρέα μέταλλα και άλλα τοξικά χημικά στοιχεία στο είδος *Holothuria tubulosa* του Παγασητικού Κόλπου (Bachelor's thesis).
- Παπαδημητρίου, Κ. Π. (2018). Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ιχθυοκαλλιέργειας στα θρεπτικά άλατα της υδάτινης στήλης (Master's thesis).
- Παπαδήμου, Σ. (2017). Εποχιακή διακύμανση φυτοχρωστικών στα Κάτω Λεχώνια Μαγνησίας (Bachelor's thesis).
- Παπαθεοχάρη, Θ. Α. (2017). Αναγέννηση παραλιακού μετώπου στις πόλεις της Μεσογείου σε σχέση με την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών.
- Παπουτσόγλου Ε. (1997) Εισαγωγή στις Υδατοκαλλιέργειες. Σταμούλης, Αθήνα
- Πάσχος, Μ. (2016). Ημερήσια διακύμανση φυτοχρωστικών στο λιμάνι του Βόλου (Bachelor's thesis).
- Περισοράτης Κ., Ζαχαράκης Π., Ανδρινόπουλος Α. (1993) Ιζηματολογία των επιφανειακών ιζημάτων του Παγασητικού κόλπου και του δίαυλου του Τρίκερι, Δ. Αιγαίο Πέλαγος. Τεχνική Έκθεση ΙΓΜΕ.

- Πετράκος Γ., Οικονόμου Δ., Κότιος Α., Σκάγιαννης Π., Χριστοπούλου Ο., Ψυχάρης Γ. Πολύζος Σ., Παπαδούλης, Α., Σταμπουλής Γ., Βλόντζος Γ., Σαράτσης Γ., Μεταξάς Θ., Καλλιώρας Δ., Παυλέας Σ., Αρτελάρης Π. (2005) 'Στρατηγικό σχέδιο Ανάπτυξης Μαγνησίας, 1η Φάση: Διαγνωστικές Μελέτες', Βόλος, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Μαγνησίας
- Σιγάλα Κ., Παπαγεωργίου Ν., Καρακάσης Ι. (2009) Επιπτώσεις των ιχθυοκαλλιεργειών σε έναν αβαθή κλειστό κόλπο στη δυτική Ελλάδα (Αστακός). Τόμος II, (1107-1112). Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συμποσίου «Ωκεανογραφία και Αλιεία», Πάτρα 13 Μαΐου -16 Μαΐου 2009. Πάτρα.
- Σκόρδας Κ., Νεοφύτου Ν., Τζιάντζιου Λ., Βαφειδής Δ., Νεοφύτου Χ. (2009) Βαρέα μέταλλα στα επιφανειακά ιζήματα του Παγασητικού Κόλπου στο νομό Μαγνησίας, Θεσσαλία. 9ο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας, Τόμος I, σελ. 284-289
- Τζιώγα, Ι. (2018). Εβδομαδιαία διακύμανση φυκοκυανίνης στο λιμάνι του Βόλου (Bachelor's thesis).
- Τσίτσικα, Ε. (2004). Μελέτη της αλιευτικής παραγωγής των γρι-γρι στον Παγασητικό κόλπο (Master's thesis).
- Τσίρος, Β. Ζ. Γ. (2012). Εκτίμηση της αλιευτικής κατάστασης των ελληνικών αποθεμάτων (Bachelor's thesis).
- Φριλίγγος Στάθης (2015) Μεταβολική Ποικιλότητα Σε: Medigan T.M., Martinko J.M., Parker J Brock Βιολογία των Μικροοργανισμών Τόμος II. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, σελ. 633-640
- Φυτιανός Κ., (1995) «Η ρύπανση των θαλασσών», Έκδοση, University Studio Press, Αθήνα.
- Χατζηπέτρος Α., (2006) Γεωλογία της Ελλάδος.
- Χοχτούλας, Ν. (2008) Περιβάλλον και υδατοκαλλιέργεια (Master's thesis).
- Χριστοδουλάκη, Σ. (2011). Αριθμητικές προσομοιώσεις της επίδρασης της ατμοσφαιρικής εναπόθεσης αζώτου και φωσφόρου στο θαλάσσιο οικοσύστημα της Ανατολικής Μεσογείου (Doctoral dissertation, Πανεπιστήμιο Κρήτης. Σχολή Θετικών και Τεχνολογικών Επιστημών. Τμήμα Χημείας).
- Ψόχιου, (2003) Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης του Παγασητικού κόλπου: συμβολή στην αειφορική διαχείρισή του.

Είδη

- Abel P.D. (2002) The toxicity of pollutants to aquatic organisms. Lethal toxicity and its measurement. In: Taylor & Francis (eds.) *Water Pollution*, New York, p 100
- Anagnostou C., Kaberi H., Karageorgis A., 1998. Application of the geoaccumulation index in the evaluation of the anthropogenic impact on marine sediments. *Fresenius Envir. Bull.* 7:631-636.
- Andral, B., Stanisière, J. Y., Sauzade, D., Damier, E., Thebault, H., Galgani, F., et al. (2004). Monitoring chemical contamination levels in the Mediterranean based on the use of mussel caging. *Marine Pollution Bulletin*, 49, 704–712.
- Andral, B., Galgani, F., Tomasino, C., Bouchoucha, M., Blottiere, C., Scarpato, A., et al. (2011). Chemical contamination baseline in the Western Basin of the Mediterranean Sea based on transplanted mussels. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 61, 261–271.
- Angelakis, A. N., & Tsompanoglou, G. (1995). *Liquid Waste Processing Systems-Natural and Recovery. Reuse and Disposal Output*. Heraklion, Greece: University of Crete Publishing, 112.
- Ansari, T. M., Marr, I. L., & Tariq, N. (2004). Heavy metals in marine pollution perspective—a mini review. *Journal of Applied Sciences*, 4, 1–20.
- Aswathanarayana U. (2001) *Water Resources Management and the Environment*
- Baldwin, W. A. (2007). *Agenda 21*. Sage.
- Barange, M. (2003). Ecosystem science and the sustainable management of marine resources: from Rio to Johannesburg. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(4), 190-196.
- Brachya V., Juhasz F., Pavasovic A. and Trumbic I. (1994). *Guidelines for Integrated Management of Coastal and Marine Areas with Special Reference to the Mediterranean Basin*, Croatia.
- Clark, R. B., Frid, C., & Attrill, M. (2001). *Marine pollution (Vol. 5)*. Oxford: Oxford university press.
- Crites, R. W., Middlebrooks, E. J., & Reed, S. C. (2010).

- Cromey, C. J., Nickell, T. D., & Black, K. D. (2002). DEPOMOD—modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture*, 214(1-4), 211-239.
- Cuny Philippe, Marty Jean-Claude, Chiavérini Jacques, Vescovali Isabelle, Raphel Danielle, Rontani Jean-François (2002) One-year seasonal survey of the chlorophyll photodegradation process in the northwestern Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research*, 49: 1987–2005
- Delgado O., Ruiz J., Perez M., Romero J., Ballesteros E. (1999) Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. *Oceanologica Acta*, 22:109-117.
- Directive, W. F. (2000). Water Framework Directive. Journal reference OJL, 327, 1-73.
- Directive, H. (2003). Council Directive of 21 May 1991 concerning urban wastewater treatment. Regulation (EC), 50(284), 1.
- Ehler, C., & Douvere, F. (2009). Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme.
- Evans, D. (2012). Building the European Union's natura 2000 network. *Nature conservation*, 1, 11.
- Falkowski, P.G. & Raven, J.A. (2007) *Aquatic Photosynthesis*, 2nd ed., Princeton University Press, Princeton, NJ, 484pp.
- Förstner, U., & Salomons, W. (1980). Trace metal analysis on polluted sediments. Part I: assessment of sources and intensities. *Environmental Technology Letters*, 1, 494–505.
- Gabrielides, G. P. & A. C. Theocharis, (1978) Physical and chemical characteristics of Pagassitikos Gulf, Greece. *Thalassologia*, 2: 135-154.
- GESAMP, D. O. M. P. B. (1991). Reducing environmental impacts of coastal aquaculture. *GESAMP Reports and Studies*, 47, 35-35.
- Ghangrekar, M. M., & Chatterjee, P. (2018). Water pollutants classification and its effects on environment. In *Carbon nanotubes for clean water* (pp. 11-26). Springer, Cham.

- Gray, J. S. (1992). Biological and ecological effects of marine pollutants and their detection. *Marine Pollution Bulletin*, 25(1-4), 48-50.
- Hall, S. (1999). *The effects of fishing on marine ecosystems and communities*. Blackwell Science, London. 274 pp.
- Harris, J. M. (2000). Basic principles of sustainable development. *Dimensions of Sustainable Development*, 21-41.
- Hens, L. (2005). *The Rio declaration on environment and development. Regional sustainable development review: Africa*. Oxford, UK, Eolss Publishers.
- Holmer M., Duarte C.M., Heilskov A., Olesen B., Terrados J. (2003) Biogeochemical conditions in sediments enriched by organic matter from net pen fish farms in the Bolinao area, Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 46:1470-1479.
- Hunt, C. D., & Slone, E. (2010). Long-term monitoring using resident and caged mussels in Boston Harbor yield similar spatial and temporal trends in chemical contamination. *Marine Environmental Research*, 70, 343–357.
- IUCN (1994) *Guidelines for Protected Area Management Categories*. CNPPA with the assistance of WCMC. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN
- IUCN (2007) *Guide for the Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture: Interaction between Aquaculture and the Environment*. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism, and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary toxicology*, 7(2), 60.
- Joas, M., & Grönholm, B. (2004). A comparative perspective on self-assessment of Local Agenda 21 in European cities. *Boreal environment research*, 9(6), 499-507.
- Kallis, G., & Butler, D. (2001). The EU water framework directive: measures and implications. *Water policy*, 3(2), 125-142.
- Karavitis C.A., Bosdogianni A. and Vlachos E.C. (2001) "Sustainable Environmental Management Approaches and Water Resources in the Stressed Region of Thriassion, Greece", *Global Nest*, Vol. 3, No. 2, pp. 131-144

- Karydis M. (2001). Assessing levels of eutrophication: a short review on quantitative methodology. *Biologia Gallo-hellenica*27: 144.
- Karydis, M., & Kitsiou, D. (2012). Eutrophication and environmental policy in the Mediterranean Sea: a review. *Environmental monitoring and assessment*, 184(8), 4931-4984.
- Keramidas, I., Dimarchopoulou, D., Pardalou, A., & Tsikliras, A. C. (2018). Estimating recreational fishing fleet using satellite data in the Aegean and Ionian Seas (Mediterranean Sea). *Fisheries Research*, 208, 1-6.
- Khakzad, S., Pieters, M., & Van Balen, K. (2015). Coastal cultural heritage: A resource to be included in integrated coastal zone management. *Ocean & Coastal Management*, 118, 110-128.
- Khan a. Fareed & Ansari Abid Ali (2005) Eutrophication: An Ecological Vision. *The Botanical Review*, 71(4): 449-482
- Kiousopoulos, J., & Stathakis, D. (2009, November). Charting Sea Visibility along Coastal Areas in the Context of Coastality. In *Proceedings of the 24th International Cartographic Conference*.
- Klaoudatos S., Conides A., Chatziefstathiou M. (1996) Environmental impact Assessment studies in floating cage culture systems in Greece. «Partnership in Coastal Zone Management». (Eds. J. Taussik and J. Mitchell), Samara Publishing Ltd, Cardigan, 9:525-533
- Korres G., Triantafyllou G., Petihakis G. et al. (2011). A data assimilation tool for the Pagasitikos Gulf ecosystem dynamics: Methods and benefits. *Journal of Marine Systems* 94: S102–S117.
- Kormas K., Karayanni H., Christaki U., Giannakourou A., Assimakopoulou G., Gotsis Skretas O. (2014) Microbial food web structure and its impact on primary production in a meso-oligotrophic coastal area (Pagasitikos Gulf, Aegean Sea).
- Kura, Y., Revenga, C., Hoshino, E., & Mock, G. (2004). *Fishing for answers*. World Resources Institute, Washington, DC, 138.
- Lazzari, P., Mattia, G., Solidoro, C., Salon, S., Crise, A., Zavatarelli, M., ... & Vichi, M. (2014). The impacts of climate change and environmental management policies on

- the trophic regimes in the Mediterranean Sea: Scenario analyses. *Journal of Marine Systems*, 135, 137-149.
- Lucrezi, S., Saayman, M., & Van der Merwe, P. (2015). Managing beaches and beachgoers: Lessons from and for the Blue Flag award. *Tourism Management*, 48, 211-230.
- Michler-Cieluch T., Kodeih S. (2008) Mussel and seaweed cultivation in offshore wind farms: an opinion survey. *Coastal Management*, 36:392-411.
- Mylopoulos, Y., Kolokytha, E., Kampragou, E. & Vagiona, D. (2008). A combined methodology for transboundary river basin management in Europe. Application in the Nestos-Mesta catchment area. *Water Resources Management*, 22, 1101-1112.
- Nixon, S. W. (1995). Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, 41(1), 199-219.
- O'Malley, V. (1999). The Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Directive and its implications for the environment and industrial activities in Europe. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 59(2-3), 78-82.
- Pauly, D. (1983). Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks (No. 234). Food & Agriculture Org.
- Pergent G., Mendez S., Pergent-Martini C., Pasqualini V. (1999) Preliminary data on the impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean. *Oceanologica Acta*, 22:95-107.
- Petihakis G., Triantafyllou G., Theodorou A., (2000) A numerical approach to simulate nutrient dynamics and primary production of a semi-enclosed coastal ecosystem (Pagassitikos Gulf, Western Aegean, Greece). *Period. Biol.*, 102, 339- 348.
- Petihakis G., Triantafyllou G., Pollani A., Koliou A., Theodorou A., (2005) Field data analysis and application of a complex water column biogeochemical model in different areas of a semi-enclosed basin: towards the development of an ecosystem man *Marine Environmental Research* 59 493–518
- Petihakis G., Triantafyllou G., Korres G., Pollani A., Theodorou A. (2012) Ecosystem modeling: Towards the development of a management tool for a marine coastal system. Part I: General circulation, hydrological and dynamical structure. *Journal of Marine Systems*, 94:34–48

- Petihakis G., Triantafyllou G., Korres G., Tsiaras K., Theodorou A. (2012) Ecosystem modelling: Towards the development of a management tool for a marine coastal system part-II, ecosystem processes and biogeochemical fluxes. *Journal of Marine Systems*, 94:49–64
- Pinello, D., Lontakis, A., Sintori, A., Tzouramani, I., & Polymeros, K. (2016). Assessing the efficiency of small-scale and bottom trawler vessels in Greece. *Sustainability*, 8(7), 681.
- Post, J. C., & Lundin, C. G. (1996). Guidelines for integrated coastal zone management. Protocol on ICZM in the Mediterranean (2008). Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean, Barcelona, 16 February 1976; amended on 10 June 1995.
- Przytarska, J. E., Sokołowski, E., Wołowicz, M., Hummel, H., & Jansen, J. (2010). Comparison of trace metal bioavailabilities in European coastal waters using mussels from *Mytilus edulis* complex as biomonitors. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166, 461–476.
- Rainbow, P. S. (1995). Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 31, 183–192.
- Rainbow, P. S., Wolowicz, M., Fialkowski, W., Smith, B. D., & Sokolowski, A. (2000). Biomonitoring of trace metals in the Gulf of Gdansk, using mussels (*Mytilus trossulus*) and barnacles (*Balanus improvisus*). *Water Research*, 34, 1823–1829.
- Rosenberg, R. (1985). Eutrophication—the future marine coastal nuisance. *Marine pollution bulletin*, 16(6), 227-231.
- Scoullou M., Dassenakis M., Zeri C. (1996) Trace metal behaviour during summer in a stratified mediterranean system: the Louros estuary (Greece). *Air, air and soil pollution*, 88: 269-295
- Seghezze, L. (2009). The five dimensions of sustainability. *Environmental politics*, 18(4), 539-556.
- Sneddon, C., Howarth, R. B., & Norgaard, R. B. (2006). Sustainable development in a post-Brundtland world. *Ecological economics*, 57(2), 253-268

- Stanners D. and Bourdeau P. (1995). Europe's environment: the Dobbris assessment, European Environment
- Stergiou K.I., Christou E.D. (1998) Desperately searching for natural eutrophication: the case of the NE Mediterranean. In: Durand M.E., Cury P., Mendelssohn R., Roy C., Bakun A., Pauly D. (eds) Global versus local changes in upwelling systems. ORSTOM Editions, Paris, p 371-389.
- Stergiou K.I., Moutopoulos D.K., Armenis G. (2009a) Perish legally and ecologically: the ineffectiveness of the minimum landing sizes in the Mediterranean Sea. *Fisheries Management and Ecology*, 16: 368–375.
- Stirn, J. (1988). Eutrophication in the Mediterranean Sea. *Eutrophication in the Mediterranean Sea: receiving capacity and monitoring of long-term effects*, 161-188.
- Strogylloudi E. Giannakourou A. Legrand C. Ruehl A. Graneli E., (2006), Estimating the accumulation and transfer of *Nodularia spumigena* toxins by the blue mussel *Mytilus edulis*: An appraisal from culture and mesocosm experiments. *Toxicon*, 48: 359–372.
- Szefer, P., Szefer, K., Glasby, G. P., Pempkowiak, J., & Kaliszan, R. (1996). Heavy metal pollution in surficial sediments from the Southern Baltic Sea off Poland. *Journal of Environmental Science and Health Part A-Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, 31, 2723–2754.
- Testa, F., Rizzi, F., Daddi, T., Gusmerotti, N. M., Frey, M., & Iraldo, F. (2014). EMAS and ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 68, 165-173.
- Theodorou, A., Panagiotaki, P., Bouladaki, A., Pnematikatos, H., 1997. An assessment of Pagasitikos Gulf ecological state for fish farming. *Animal Science Review* 23, 29–49.
- Theodorou, A. and Petihakis, G. (2000). Study of Pagasitikos Gulf. Final Report, University of Thessaly, Volos
- Triantafyllou G, Petihakis G, Dounas C, Theodorou A (2001) Assessing marine ecosystem response to nutrient inputs. *Marine Pollution Bulletin* 43:175-186
- Tsangaris C., Kormas K., Strogylloudi E., Hatzianestis I., Neofitou C., Andral B., Galgani F. (2010) Multiple biomarkers of pollution effects in caged mussels on the Greek coastline. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 151:369–378

- Turley, C. M. (1999). The changing Mediterranean Sea—a sensitive ecosystem? *Progress in Oceanography*, 44(1-3), 387-400.
- Voutsinou-Taliadouri F., Balopoulos E.T. (1989) Geochemical and water flow features in a semi closed embayment of the Western Aegean Sea (Pagassitikos gulf, Greece) and physical oceanographic and geochemical conditions in Thermaikos bay (Northwestern Aegean). *Water Science and Technology*, 21:1881-1886.
- Voulvoulis, N., Arpon, K. D., & Giakoumis, T. (2017). The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation. *Science of the Total Environment*, 575, 358-366.
- Walker, C. H., Hopkin, S. P., Sibly, R. M., & Peakal, D. B. (2006). *Principles of ecotoxicology* (3rd ed.). Boca Raton: CRC, Taylor & Francis Group.
- Michael P. Weinstein, Ronald C. Baird, David O. Conover, Matthias Gross, Jozef Keulartz, David K. Loomis, Zev Naveh, Susan B. Peterson, Denise J. Reed, Emery Roe, R Lawrence Swanson, Jacques AA Swart, John M. Teal, R Eugene Turner, Henny J. van der Windt (2007). *Managing coastal resources in the 21st century*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(1), 43-48.
- WHO (World Health Organization) (1989) *Heavy metals environmental aspects*. *Environmental Health Criteria*. No. 85, Switzerland
- Wing, K. (2005). *How marine reserves protect our living seas*. Natural Resources Defense Council
- Winograd, M., & Farrow, A. (2007). *Sustainable development indicators for decision making concepts, methods, definition and use*.
- UNEP (2009). *Sustainable Coastal Tourism: An integrated planning and management approach*, UNEP/Action Programs.
- UNEP/MAP (2009). *State of the environment and the development in the Mediterranean*.
- Zielinski, S., & Botero, C. M. (2019). Myths, misconceptions, and the true value of Blue Flag. *Ocean & Coastal Management*, 174, 15-24.

Ηλεκτρονική

<https://www.usgs.gov/media/images/natural-water-cycle-0>

FAO (2006) <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/en/GRC/profile.htm>

Alieia Minagric (2020) ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟΣ ΣΤΟΛΟΣ ΕΚΘΕΣΗ 2020.
<http://www.alieia.minagric.gr/sites/default/files/basicPageFiles/Annual%20Fleet%20Report%202020.PDF>

ypeka.gr

pinterest.com

ΣΕΘ (2020) https://www.fgm.com.gr/uploads/file/FGM_20_GR_WEB2.pdf
 Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας <http://www.opengov.gr/minenv/?p=1624>

ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΛΑΔΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ (2007)
<http://library.aua.gr/icap/Ixthiokaliergies%202007.pdf>

Ενημερωτικό δελτίο Ελληνικής Ιζηματολογικής Ένωσης (2006) Τεύχος 3 (<http://ias-hellas.geol.uoa.gr/hivn2006.pdf>)

Τράπεζα Πληροφοριών Νομοθεσίας <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/prostasia-thalassiou-periballontos/pd-55-1998.html>

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργεια
http://wfdver.ypeka.gr/wpcontent/uploads/2021/02/EL08_1REV_P09_Mitrho_Prostateuo-menwn.pdf

Δήμος Βόλου (2017)
https://dimosvolos.gr/sites/default/files/BAA_%CE%94%CE%97%CE%9C%CE%9F%CE%9A5_%CE%92%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%A5_2014%202020%20v.iii_.pdf

Προεδρικό Διάταγμα 16-5-1992 - ΦΕΚ 519/Δ/28-5-1992
http://listedmonuments.culture.gr/fek.php?ID_FEKYA=1133860494

WCED (1987) <https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html>

Βάση Δεδομένων για την Ελληνική Φύση. ΦΙΛΟΤΗΣ
https://filotis.itia.ntua.gr/biotopes/?category=2&geo_code=1%2C4%2C0

Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0031&from=MT>

Ελληνική Στατιστική Αρχή. <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPA03/->

4. ABSTRACT

Sustainable management and climate change have become increasingly important in recent years. This need arose because it was realized that human intervention in ecosystems has greatly increased. This led to address the problems created by introducing laws, frameworks, and rules.

In this work the basic features of the Pagasitikos were developed, which show the operation of a semi-enclosed bay in terms of geomorphology, climate, oceanography, and natural resources. In addition, the areas of high aesthetic value, which are under the protection regime, were presented.

An analysis of the environmental situation of the city of Volos was carried out to assess its environmental situation. Several anthropogenic activities are developing in the area, mainly agriculture, tourism, fishing and industry. Through the literature analysis, point pollution phenomena were observed.

Keywords: Pagasitikos Gulf, Volos, sustainable management, environmental pollution, sea pollution