



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

“Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου”

Κατεύθυνση Γεωπληροφορική

**“Χαρτογράφηση της Ευαισθησίας Παράκτιας Περιοχής σε Πετρελαιοκηλίδα με
Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών – Εφαρμογή: Ν. Μύκονος”**

Διπλωματική Εργασία

Θεοφιλοπούλου Φωτεινή

Αθήνα, 2017



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

“Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου”

Κατεύθυνση Γεωπληροφορική

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ευθύμιος Καρύμπαλης (Επιβλέπων Καθηγητής)

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Παν/μιο

Χρίστος Χαλκιάς

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Παν/μιο

Σταμάτης Καλογήρου

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Παν/μιο

Η Φωτεινή Θεοφιλοπούλου

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.

- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας ιδιαίτερη σημαντική υπήρξε η συμβολή ορισμένων ανθρώπων, η οποία εκφράστηκε με ποικίλους τρόπους και για την οποία θα ήθελα να τους ευχαριστήσω.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή Ευθύμιο Καρύμπαλη, για την καθοδήγηση, την ουσιαστική βοήθεια, τις παρατηρήσεις, τις συμβουλές, το χρόνο και την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου, με σκοπό την ολοκλήρωση της εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης τους υπόλοιπους καθηγητές του τμήματος για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν τα χρόνια φοίτησης στο τμήμα.

Ιδιαίτερως ευχαριστώ τον συνάδελφο μου Ιωάννη Οικονομάκο, ο οποίος μου έδωσε την κεντρική ιδέα, στην οποία στηρίχθηκα για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά τις φίλες και συμφοιτήτριες μου Αγάπη, Αλεξία, Ελευθερία, Σεμίνα και Σταυρούλα, για τη στήριξη, την ενθάρρυνση, τη βοήθεια σε οποιαδήποτε δυσκολία και τη φιλία τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους φίλους μου και συμφοιτητές μου από τις προπτυχιακές μου σπουδές, Ειρήνη Σκριμιζέα και Σπύρο Γεωργαλά για τις πολύτιμες συμβουλές τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στους γονείς μου και στον αδερφό μου, που με στηρίζουν σε κάθε στιγμή της ζωής μου και με βοηθούν να πραγματοποιήσω τους στόχους μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύζυγο μου για την έμπνευση που μου έδινε, για την υποστήριξη που μου παρείχε καθώς και για την υπομονή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ	12
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	14
1. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	17
1.1. Εισαγωγή στο Θαλάσσιο Περιβάλλον	17
1.2. Θαλάσσια Ρύπανση	17
1.3. Πηγές Θαλάσσιας Ρύπανσης από Πετρέλαιο	18
1.4. Επιπτώσεις των Πετρελαιοκηλίδων	19
1.4.1. Επιπτώσεις στο Οικοσύστημα	20
1.4.2. Κοινωνικοοικονομικές Επιπτώσεις	21
1.5. Ιστορικό παλαιών ατυχημάτων από Πετρελαιοκηλίδα	22
1.5.1. Τα μεγαλύτερα ατυχήματα στον κόσμο από πετρελαιοκηλίδα	22
1.5.2. Τα μεγαλύτερα Ατυχήματα Πετρελαιοκηλίδας στον Ελληνικό Θαλάσσιο Χώρο	24
1.6. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	25
1.6.1. Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την Αντιμετώπιση Περιστατικών Ρύπανσης από Πετρέλαιο	26
2. Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΑΣ	28
2.1. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών	28
2.2. GIS και Πετρελαϊκή Ρύπανση	29
2.2.1. Προβλήματα και Εμπόδια κατά τη Διάρκεια Περιστατικού Πετρελαιοκηλίδας	31
2.2.2. Η Ωφέλιμη Εφαρμογή των GIS στην Αντιμετώπιση Περιστατικού Πετρελαιοκηλίδας	32
3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΕ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	34
3.1. Ιεράρχηση των Ευαίσθητων Περιοχών και Πόρων που Βρίσκονται σε Κίνδυνο	34
3.2. Δείκτης Περιβαλλοντικής Ευαισθησίας (ESI)	36
3.2.1. Τύπος Υποστρώματος	39
3.2.2. Παράκτια Κλίση	41
3.2.3. Κυματική και Παλιρροϊκή Ενέργεια	41
3.2.4. Βιολογική Παραγωγικότητα και Ευαισθησία	42

3.2.5.	Κύρια Χαρακτηριστικά της κλίμακας ESI.....	42
3.3.	Οικολογική Ευαισθησία	48
3.4.	Κοινωνικοοικονομική Ευαισθησία	49
3.5.	Χαρτογράφηση Περιοχών που Υπάρχει Αυξημένος Κίνδυνος Ρύπανσης.....	51
3.6.	Χαρτογράφηση Υλικοτεχνικών και Επιχειρησιακών Χαρακτηριστικών	51
4.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	52
4.1.	Κλιματολογικά Στοιχεία.....	54
4.2.	Χρήσεις Γης Μυκόνου (Corine Land Use).....	56
4.3.	Περιοχές Οικολογικής Σημασίας	56
4.3.1.	Παράκτιοι Υγρότοποι.....	56
4.3.2.	Παράκτιο Καταφύγιο Άγριας Ζωής	59
4.3.3.	Παράκτιες Περιοχές Προστασίας Φυσικού Τοπίου	60
4.3.4.	Σημαντική Θαλάσσια Περιοχή για Πτηνά (IBA).....	60
4.4.	Παράκτιοι Αρχαιολογικοί Χώροι	61
5.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	63
5.1.	Χαρτογράφηση Περιβαλλοντικής Ευαισθησίας.....	63
5.2.	Χαρτογράφηση της Οικολογικής Ευαισθησίας	67
5.3.	Χαρτογράφηση της Κοινωνικοοικονομικής Ευαισθησίας	70
5.4.	Χαρτογράφηση της Συνολικής Ευαισθησίας της Παράκτιας Ζώνης	74
5.5.	Δημιουργία Επιχειρησιακού Χάρτη Ευαισθησίας της Παράκτιας Ζώνης	78
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	82
6.1.	Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα	84
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πετρελαϊκή ρύπανση αποτελεί σημαντική απειλή για τις περιβαλλοντικές, οικολογικές, κοινωνικές και οικονομικές παραμέτρους του θαλάσσιου και παράκτιου περιβάλλοντος. Παγκοσμίως έχουν υπάρξει πολυάριθμα περιστατικά πετρελαιοκηλίδων με καταστροφικές συνέπειες. Η Ελλάδα, μια χώρα με μεγάλη θαλάσσια κυκλοφορία, δεν αποτελεί εξαίρεση. Στον ελληνικό χώρο, το πιο πρόσφατο συμβάν αφορά στην πετρελαιοκηλίδα στο Σαρωνικό κόλπο (10 Σεπτεμβρίου του 2017), που υπενθύμισε την ανάγκη για επικαιροποίηση του σχεδιασμού και επανεξέταση των μηχανισμών αντιμετώπισης περιστατικών πετρελαϊκής ρύπανσης.

Δεδομένων των ποικίλων πιθανών επιπτώσεων μιας πετρελαιοκηλίδας, τόσο στο φυσικό, όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον, αναπόσπαστο τμήμα ενός σχεδιασμού αντιμετώπισης της πετρελαϊκής ρύπανσης αποτελεί η χωρική αποτύπωση της αντίστοιχης ευαισθησίας των διαφόρων περιοχών. Η οριοθέτηση ζωνών ανάλογα με την ευαισθησία τους και άρα ο καθορισμός προτεραιοτήτων αποτελούν καίρια εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων από τους αρμόδιους φορείς.

Για το σκοπό αυτό, στην παρούσα εργασία επιχειρούμε την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας που στοχεύει στην εκτίμηση της παράκτιας ευαισθησίας σε ενδεχόμενο περιστατικό πετρελαϊκής ρύπανσης, χρησιμοποιώντας Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και το νησί της Μυκόνου ως μελέτη περίπτωσης.

Η Μύκονος αποτελεί ένα από τα πιο τουριστικά νησιά της Μεσογείου, έχει αυξημένη ναυτιλιακή κίνηση τους καλοκαιρινούς μήνες, βρίσκεται ανάμεσα από διαδρόμους κυκλοφορίας πλοίων (ship lanes) και χαρακτηρίζεται στο σύνολό της από ιδιαίτερα αξιόλογο φυσικό περιβάλλον.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία επιχειρεί να εκτιμήσει τόσο την κοινωνικοοικονομική ευαισθησία, όσο την περιβαλλοντική και οικολογική ευαισθησία της περιοχής μελέτης, ξεχωριστά, αλλά και συνολικά μέσα από τη σύνθεση των αντίστοιχων δεικτών. Η ευαισθησία «μεταφράζεται» τελικά σε καθορισμό προτεραιοτήτων δράσης μέσα από έναν συνθετικό, επιχειρησιακό χάρτη, που, σε συνδυασμό με την υπόλοιπη μεθοδολογία, προτείνεται ως εργαλείο λήψης αποφάσεων και στρατηγικού σχεδιασμού.

Λέξεις Κλειδιά: Πετρελαιοκηλίδα, Χάρτες Ευαισθησίας, ΓΣΠ.

ABSTRACT

Oil pollution is a major threat to the environmental, ecological, social, and economic aspects of the marine and coastal environment. Worldwide, there have been numerous incidents of oil spills with devastating consequences. Greece, a country with important maritime traffic, is no exception. In Greece, the most recent event concerns the oil spill in the Saronic Gulf (September 10, 2017), which underlined the need to update the planning and revisit the mechanisms for dealing with oil pollution.

Considering the diverse potential impacts of an oil spill, both on the natural and man-made environment, the mapping of the respective sensitivity of the various regions constitutes an integral part of a plan to tackle oil pollution. The zoning according to a region's sensitivity and, subsequently, the priorities setting are crucial tools to assist the competent bodies in decision making processes.

In this thesis, we attempt the development of a methodology aiming at assessing coastal sensitivity to a potential oil pollution incident. To do so, we are using Geographic Information Systems (GIS) and the island of Mykonos as a case study.

Mykonos is one of the most touristic islands in the Mediterranean, it has significant shipping traffic in the summer months, it is located between ship lanes, and is characterized by a very valuable natural environment.

The methodology proposed aims to assess the socio-economic, environmental and ecological sensitivity of the study area, separately, but also in total through the synthesis of the corresponding indicators. Finally, sensitivity is translated into priorities for action through a synthetic, operational map that - in combination with the rest of the methodology - is recommended as a decision-making and strategic planning tool.

Keywords: Oil Spill, Sensitivity Maps, GIS.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Παράκτιες δραστηριότητες που επηρεάζονται από πετρελαιοκηλίδα	35
Εικόνα 2: Παράδειγμα Χάρτη Ευαισθησίας για το Πράσινο Ακρωτήριο	36
Εικόνα 3: Ταξινόμηση Ευαισθησίας Ακτογραμμής	39
Εικόνα 4: Εκτεθειμένος πετρώδης γκρεμός (ESI 1C)	43
Εικόνα 5: Εκτεθειμένες στο κύμα επίπεδες πλατφόρμες	43
Εικόνα 7: Αμμόδης παραλία με χονδρόκοκκη άμμο (ESI 4)	44
Εικόνα 6: Αμμόδης Παραλία με λεπτόκοκκη έως μεσόκοκκη άμμο (ESI 3A)	44
Εικόνα 8: Παραλία με αμμοχάλικο (ESI 5)	45
Εικόνα 9: Αριστερά: Παραλία με χαλίκια (ESI 6A)	46
Εικόνα 10: Εκτεθειμένα αβαθή νερά (ESI 7)	46
Εικόνα 11: αριστερά: Απότομες πλαγιές από πέτρες (ESI 8A)	47
Εικόνα 12: Προστατευμένα αβαθή νερά (ESI 9A)	47
Εικόνα 13: Μαγκρόβια βλάστηση (ESI 10D)	48
Εικόνα 14: Παραδείγματα ευπαθών κοινωνικοοικονομικών δραστηριοτήτων (δεξιόστροφα από πάνω αριστερά): υδατοκαλλιέργεια, αλιευτικές δραστηριότητες, τουριστικές παραλίες και λιμενικές και βιομηχανικές δραστηριότητες.....	50
Εικόνα 15: Ημερήσια πυκνότητα κυκλοφορίας πλοίων > 300 - Κυκλοφοριακή Πυκνότητα Επιβατηγών πλοίων, το έτος 2016.....	54
Εικόνα 16: Μέσης ταχύτητας ανέμου των ελληνικών θαλασσών (m/s).....	55
Εικόνα 17: Μέσο ετήσιο σημαντικό ύψος κύματος των ελληνικών θαλασσών	55
Εικόνα 18: Εκβολή ρύακα Πανόρμου Μυκόνου (ΜΥΚ001).....	57
Εικόνα 19: Ρέμα Μαού και Εκβολή Φωκό (ΜΥΚ004)	58
Εικόνα 20: Έλος Χουλιάκια (ΜΥΚ005).....	59
Εικόνα 21: Καταφύγια Άγριας Ζωής	59
Εικόνα 22: Παράκτιες Περιοχές Προστασίας Φυσικού Τοπίου	60
Εικόνα 23: Σημαντική Θαλάσσια Περιοχή για Πτηνά.....	61
Εικόνα 24: Παράκτιοι Αρχαιολογικοί Χώροι ν. Μυκόνου	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Τα 10 μεγαλύτερα παγκόσμια ατυχήματα πετρελαιοφόρων πλοίων	23
Πίνακας 2: Οι μεγαλύτερες πετρελαιοκηλίδες στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο	25
Πίνακας 3: Ταξινόμηση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας της ακτογραμμής	38
Πίνακας 4: Κατηγοριοποίηση του τύπου της ακτογραμμής ανάλογα με την περιβαλλοντική του ευαισθησία (ESI)	64
Πίνακας 5: Κατηγοριοποίηση του τύπου της ακτογραμμής ανάλογα με την οικολογική του ευαισθησία (ECI).....	68
Πίνακας 6: Κατηγοριοποίηση του τύπου της ακτογραμμής ανάλογα με την κοινωνικοοικονομική του ευαισθησία (SOECO)	71
Πίνακας 7: Κατηγοριοποίηση Δείκτη Παράκτιας Ευαισθησίας	75

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Πηγές Θαλάσσιας Ρύπανσης από Πετρέλαιο	19
---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Περιοχή Μελέτης, πηγή Geodata, ιδία επεξεργασία	53
Χάρτης 2: Χρήσεις Γης (Corine Land Use)	56
Χάρτης 3: Περιβαλλοντική Ευαισθησία Ακτογραμμής.....	66
Χάρτης 4: Οικολογική Ευαισθησία Ακτογραμμής	69
Χάρτης 5: Κοινωνικοοικονομική Ευαισθησία Ακτογραμμής.....	73
Χάρτης 6: Συνολική Ευαισθησία Παράκτιας Ζώνης	77
Χάρτης 7: Επιχειρησιακός Χάρτης Ευαισθησίας Ακτογραμμής	81

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Β.Δ.	Βάσεις Δεδομένων
Ε.Γ.Σ.Α. '87	Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς
EKBY	Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων
ΣΓΠ	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
API	American Petroleum Institute
ECI	Οικολογικός Δείκτης Ευαισθησίας
ESI	Περιβαλλοντικός Δείκτης Ευαισθησίας
ESM	Δείκτης Παράκτιας Ευαισθησίας
GIS	Geographic Information Systems
IBAs	Important Bird Areas
IMO	International Maritime Organization
IPIECA	International Petroleum Industry Environmental Conservation Association
ITOPF	International Tanker Owners Pollution Federation Limited
MMS-GOM	Minerals Management Service Gulf of Mexico OCS Region
MOM	Εταιρεία για τη Μελέτη και Προστασία της Μεσογειακής Φώκιας
NOAA	Εθνική Υπηρεσία Διοίκησης Ωκεανών και Ατμόσφαιρας των ΗΠΑ
OGP	International Association of Oil and Gas Producers
SOECO	Κοινωνικο-Οικονομικό Δείκτης Ευαισθησίας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου, της Κατεύθυνσης Γεωπληροφορικής του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου. Αντικείμενο της μελέτης είναι η χαρτογράφηση του βαθμού ευαισθησίας της παράκτιας ζώνης της νήσου Μυκόνου σε πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες.

Η Ελλάδα όντας μία από τις χώρες με τη μεγαλύτερη ναυτιλιακή δύναμη και λόγω της γεωγραφικής της θέσης, καθώς αποτελεί σταυροδρόμι τριών ηπείρων, φιλοξενεί στο θαλάσσιο χώρο της εκατοντάδες πλοία σε καθημερινή βάση. Οι παράκτιες περιοχές της Ελλάδας αποτελούν πόλο έλξης για χιλιάδες κόσμο ετησίως και ιδιαιτέρως τη θερινή περίοδο. Η οικονομία της χώρας βασίζεται στον τουρισμό αλλά και σε άλλες δραστηριότητες που στηρίζονται στις καθαρές θάλασσες και ακτές και επωφελούνται από το φυσικό πλούτο τους, όπως η αλιεία. Επιπλέον, στην Ελλάδα συναντώνται σημαντικά θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα, ακόμα και περιοχές του δικτύου Natura 2000 (ΦΕΚ 60Α, 2011), που θα πρέπει να προφυλαχθούν.

Τα ατυχήματα από πετρελαιοκηλίδα μπορούν να συμβούν από διάφορους παράγοντες που σχετίζονται με τη θαλάσσια κυκλοφορία και τις λιμενικές δραστηριότητες, που δεν μπορούν πάντα να προβλεφθούν ή να διαχειριστούν. Ενώ τα παράγωγα του πετρελαίου είναι εξαιρετικά χρήσιμα στη σύγχρονη κοινωνία, οι πετρελαιοκηλίδες στη θάλασσα είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες για το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία γενικότερα. Οι επιπτώσεις μίας πετρελαιοκηλίδας μπορούν να γίνουν ακόμα χειρότερες αν δεν ληφθούν άμεσα κατάλληλα αντιρρυπαντικά μέτρα. Για αυτό το λόγο, είναι απαραίτητη η κατάρτιση σχεδίων έκτακτης ανάγκης, στα οποία θα αποτυπώνονται οι πιο ευαίσθητες περιοχές, ώστε να παρθούν άμεσα επαρκή κατασταλτικά μέτρα καθαρισμού.

Η χαρτογράφηση του βαθμού ευαισθησίας των διάφορων περιοχών του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων που ενδεχομένως να εκτεθούν σε πετρελαιοκηλίδες, διευκολύνει την αναγνώριση των πιο ευαίσθητων ζωνών, παρέχοντας έτσι τη βάση καθορισμού προτεραιοτήτων για την προστασία και τον καθαρισμό τους. Παράλληλα προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για το σχεδιασμό και την οργάνωση της πιο κατάλληλης στρατηγικής καταπολέμησης της ρύπανσης της θάλασσας και των ακτών από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες.

Σκοπός λοιπόν της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να προτείνει μία προσέγγιση χαρτογράφησης της ευαισθησίας της ακτογραμμής σε πετρελαϊκά παράγωγα, δίνοντας ως αποτέλεσμα τα τμήματα της ακτογραμμής της Μυκόνου που είναι περισσότερο ευαίσθητα σε ατυχήματα πετρελαιοκηλίδας. Όλη η ανάλυση της εργασίας πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, τα οποία αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για τη συλλογή, διαχείριση και απεικόνιση χωρικών δεδομένων, τυποποιώντας τη διαδικασία σχεδιασμού Χάρτη Ευαισθησίας για αντιμετώπιση της ρύπανσης από πετρέλαιο. Η Μύκονος επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης καθώς χαρακτηρίζεται από μεγάλη ναυτιλιακή κίνηση, υψηλό τουριστικό ενδιαφέρον και όλο το νησί αποτελεί τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους. Κρίνεται σκόπιμο αντίστοιχες μελέτες να βρουν εφαρμογή και σε άλλες παράκτιες περιοχές της Ελλάδας.

Για τη διαχείριση και την επεξεργασία των γεωγραφικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS 10.4.1 της ESRI. Επιπλέον, όλα τα χωρικά δεδομένα είναι γεωναφερμένα στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (Ε.Γ.Σ.Α. '87 / EPSG:2100).

ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συνοπτικά, η δομή της εργασίας έχει ως εξής:

Στο **πρώτο κεφάλαιο της εργασίας** γίνεται αναφορά στη θαλάσσια ρύπανση και ειδικότερα στην ρύπανση από πετρέλαιο και τις πηγές που την προκαλούν. Στη συνέχεια, περιγράφονται συνοπτικά οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε μια πετρελαιοκηλίδα κατά την παρουσία της στο υδάτινο περιβάλλον και παρατίθενται οι καταστροφικές τις συνέπειες τόσο από περιβαλλοντικής όσο και από οικονομικής και κοινωνικής άποψης. Επιπλέον, παρουσιάζονται τα μεγαλύτερα ατυχήματα πετρελαιοκηλίδας που έχουν συμβεί παγκοσμίως και στον ελλαδικό χώρο. Τέλος, αναφέρεται η υπάρχουσα διεθνής και ελληνική νομοθεσία για τη πρόληψη, αποτροπή και αντιμετώπιση της θαλάσσιας ρύπανσης καθώς και το Π.Δ. 11, του 2002 που θεσμοθετεί τη σύνταξη Εθνικού και Τοπικών Σχεδίων Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας** παρουσιάζονται τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΣΓΠ, GIS) και η συμβολή τους στην αντιμετώπιση περιστατικών έκτακτης ανάγκης και ειδικότερα στη διαχείριση περιστατικών πετρελαιοκηλίδας. Επιπλέον, αναλύονται τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν κατά τη διαχείριση ενός περιστατικού

πετρελαιοκηλίδας και πως αυτά αντιμετωπίζονται μέσω του σχεδιασμού μίας κοινής επιχειρησιακής εικόνας με τη βοήθεια των ΓΣΠ.

Στο **τρίτο κεφάλαιο της εργασίας** αναλύονται οι μεταβλητές – δείκτες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της συνολικής παράκτιας ευαισθησίας σε πετρέλαιο σύμφωνα με την Εθνική Υπηρεσία Διοίκησης Ωκεανών και Ατμόσφαιρας των ΗΠΑ (NOAA). Επιπλέον, επισημαίνονται και επιπρόσθετα δεδομένα που θα πρέπει να συμπεριληφθούν σε ένα ενιαίο σχέδιο αντιμετώπισης περιστατικού ρύπανσης, ώστε οι εμπλεκόμενοι φορείς να έχουν πλήρη επιχειρησιακή εικόνα.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας** παρουσιάζεται η περιοχής μελέτης, αναλύοντας βασικά χαρακτηριστικά της όπως κλιματολογικά στοιχεία, χρήσεις γης, προστατευόμενες περιοχές και αρχαιολογικούς χώρους. Επιπλέον, σε αυτό το κεφάλαιο επεξηγείται και ο λόγος που επιλέχτηκε το νησί της Μυκόνου ως περιοχή μελέτης.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας** υπολογίζεται η συνολική ευαισθησία της παράκτιας ζώνης της νήσου Μύκονος. Αρχικά χαρτογραφήθηκε η περιβαλλοντική, οικολογική και κοινωνικοοικονομική ευαισθησία της ακτογραμμής και στη συνέχεια από τη σύνθεση των τριών αυτών επιπέδων προέκυψε η συνολική ευαισθησία. Η ευαισθησία «μεταφράζεται» τελικά σε καθορισμό προτεραιοτήτων δράσης μέσα από έναν συνθετικό, επιχειρησιακό χάρτη, που, σε συνδυασμό με την υπόλοιπη μεθοδολογία, προτείνεται ως εργαλείο λήψης αποφάσεων και στρατηγικού σχεδιασμού. Η κατηγοριοποίηση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας στηρίχτηκε στο δείκτη ESI που προτείνει η NOAA, ενώ ο οικολογικός, κοινωνικοοικονομικός και συνολικός δείκτης προέκυψαν βάσει υπάρχουσας βιβλιογραφίας και υποκειμενικής κρίσης.

Στο **έκτο κεφάλαιο της εργασίας** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

1. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

1.1. Εισαγωγή στο Θαλάσσιο Περιβάλλον

Ο όρος θαλάσσιο περιβάλλον περιλαμβάνει την παράκτια περιοχή και την παρακείμενη σε αυτήν θαλάσσια ζώνη, τις εκβολές των ποταμών, το τμήμα της ανοιχτής θάλασσας, το θαλάσσιο πυθμένα και, τέλος, όλα τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Αποτελεί περιβάλλον υψηλής ενέργειας, με την έννοια ότι υπόκειται στην έντονη δράση παραγόντων όπως ο κυματισμός, η παλίρροια, ο άνεμος, που έχουν ως αποτέλεσμα να μεταβάλλονται γρήγορα τα χαρακτηριστικά του (σχήμα, πλάτος, πάχος ιζηματογενών αποθέσεων).

Το θαλάσσιο περιβάλλον και ειδικότερα οι κλειστές θαλάσσιες λεκάνες (Μεσόγειος, Βαλτική, κ.ά.) αποτελούν χώρους που έχουν δεχτεί και συνεχίζουν να δέχονται τεράστιες περιβαλλοντικές πιέσεις, αφενός λόγω των φυσικών διεργασιών και αφετέρου λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας. Οι φυσικές δραστηριότητες που μπορεί να επιβαρύνουν το θαλάσσιο περιβάλλον είναι η διάβρωση των ακτών εξαιτίας της δράσης των κυμάτων, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας λόγω των φυσικών κλιματικών αλλαγών και οι φυσικές καταστροφές (σεισμοί, ηφαιστειακές εκρήξεις, τσουνάμι). Η μεγαλύτερη βέβαια επιβάρυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος συμβαίνει εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως η θαλάσσια ρύπανση, η εντατική αλιεία και η ιχθυοκαλλιέργεια, η αλλοίωση της παράκτιας μορφολογίας και του θαλάσσιου πυθμένα και, τέλος, οι ραγδαίες κλιματικές αλλαγές λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Κοκκίνου, 2015).

1.2. Θαλάσσια Ρύπανση

Η ρύπανση των θαλασσών και η συνεπακόλουθη υποβάθμιση των παράκτιων περιοχών αποτελούν δύο από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας. Ιδιαίτερα σε κλειστές θάλασσες όπως η Μεσόγειος, τμήμα της οποίας αποτελούν και οι ελληνικές θάλασσες, η θαλάσσια ρύπανση είναι εντονότερη εξαιτίας της περιορισμένης ανάμειξης των θαλάσσιων υδάτων με αυτά των ωκεανών.

Η Διακήρυξη της Στοκχόλμης για το περιβάλλον (1972) καθιέρωσε για πρώτη φορά την έννοια της θαλάσσιας ρύπανσης:

Θαλάσσια ρύπανση (marine pollution) “είναι η εισαγωγή από τον άνθρωπο, άμεσα ή έμμεσα, επιβλαβών ουσιών ή ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον, περιλαμβάνοντας και τις εκβολές των ποταμών, που έχει ως αποτέλεσμα τη διαταραχή του θαλάσσιου οικοσυστήματος

(διατήρηση των φυσικών πόρων), κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, ανυπέρβλητα εμπόδια στις θαλάσσιες δραστηριότητες (αλιεία) καθώς και ελάττωση των ανέσεων (θαλάσσιος τουρισμός, αναψυχή)”.

Σύμφωνα με τον Ν.743/1977 (ΦΕΚ 319 Α΄, 1977) του Ελληνικού Κράτους, περί προστασίας του θαλασσίου περιβάλλοντος, ως θαλάσσια ρύπανση ορίζεται «Η παρουσία στη θάλασσα πάσης ουσίας, η οποία αλλοιώνει τη φυσική κατάσταση του θαλασσίου ύδατος ή καθιστά τούτο επιβλαβές, για την υγεία του ανθρώπου ή την πανίδα και τη χλωρίδα των βυθών».

1.3. Πηγές Θαλάσσιας Ρύπανσης από Πετρέλαιο

Πετρελαϊκό ρυπαντικό περιστατικό θεωρείται ένα συμβάν ή μια ακολουθία συμβάντων που έχουν την ίδια αρχή, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε εκροή πετρελαίου και πιθανώς αποτελεί ή μπορεί να αποτελέσει απειλή για το θαλάσσιο περιβάλλον, τις ακτές και τα πιθανά συσχετιζόμενα συμφέροντα ενός ή πολλών χωρών και απαιτεί άμεση κινητοποίηση ή οποιαδήποτε άλλη επείγουσα αντίδραση. Οι κινητοποιήσεις αυτές μπορεί να είναι μικρής κλίμακας είτε οργανωμένες γιγάντιες επιχειρήσεις διάσωσης και αποκατάστασης της ζημιάς (Τριανταφύλλου και Βεργέτης, 2004).

Οι πηγές της θαλάσσιας ρύπανσης διακρίνονται σε (Αλεξόπουλος, 2005):

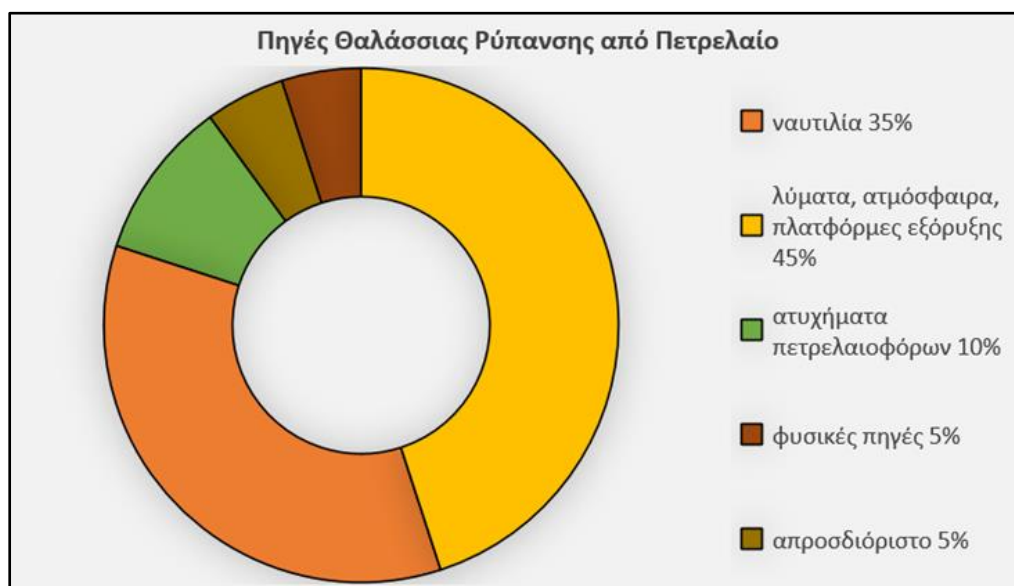
(α) Πελαγική: προέρχεται από τα πλοία, (ιδίως τα δεξαμενόπλοια), τις πλατφόρμες εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου και από την εκμετάλλευση της υφαλοκρηπίδας.

(β) Παράκτια: προέρχεται από τους αγωγούς κάθε είδους που καταλήγουν στη θάλασσα και από τη χρήση των υδάτων στα εργοστάσια διαμέσου των ποταμών.

(γ) Εναέρια: προέρχεται από τις απορρίψεις, κυρίως κηροζίνης, των αεροπλάνων.

Γενικά πιστεύεται ότι η πετρελαϊκή ρύπανση συμβαίνει κυρίως λόγω ατυχημάτων εμπορικών πλοίων ή καταστροφών σε πλατφόρμες πετρελαίου, όπως η έκρηξη της πλατφόρμας εξόρυξεων *Deerwater Horizon* το 2010 στον Κόλπο του Μεξικού. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι πετρελαιοκηλίδες, παρασύρονται στην ακτή και προκαλούν διαταραχές στη θαλάσσια και παράκτια πανίδα και χλωρίδα. Όμως στην πραγματικότητα, οι καταστροφές που προκαλούνται από ατυχήματα πετρελαιοφόρων πλοίων αντιπροσωπεύουν μόνο το 10% της παγκόσμιας πετρελαϊκής ρύπανσης των θαλασσών.

Η μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου εισέρχεται στη θάλασσα μέσω λιγότερων εμφανών διόδων, καθιστώντας δύσκολο τον ακριβή προσδιορισμό του παγκόσμιου πετρελαίου που εισέρχεται στο θαλάσσιο περιβάλλον. Περίπου το 5% προέρχεται από φυσικές πηγές, και περίπου το 35% προέρχεται από την κίνηση των πετρελαιοφόρων και γενικότερα από την ναυτιλία, συμπεριλαμβανομένων των παράνομων απορρίψεων και καθαρισμού των δεξαμενών. Στους πετρελαϊκούς ρύπους συμπεριλαμβάνονται πτητικά συστατικά πετρελαίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα μέσω διάφορων τύπων καύσης και στη συνέχεια εισέρχονται στο νερό. Η ρύπανση από την ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με τα αστικά και βιομηχανικά λύματα και τις πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου αντιπροσωπεύουν το 45% της συνολικής ρύπανσης. Ένα 5% προέρχεται από απροσδιόριστες πηγές (Bollmann et al, 2010). Στο Διάγραμμα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι πηγές θαλάσσιας ρύπανσης.



Διάγραμμα 1: Πηγές Θαλάσσιας Ρύπανσης από Πετρέλαιο
Πηγή: Bollmann M. et al, 2010; ιδία επεξεργασία

1.4. Επιπτώσεις των Πετρελαιοκηλίδων

Το αργό πετρέλαιο (crude oil) είναι ένα μίγμα υδρογονανθράκων, η βάση όλων των πετρελαιοειδών προϊόντων και η πρώτη ύλη των διυλιστηρίων. Η σύσταση του ποικίλλει ανάλογα με τον τόπο προέλευσης. Υπάρχουν τρεις χημικές ομάδες: παραφινική, ναφθενική και αρωματική. Διαιρείται σε τουλάχιστον 140 βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον βαθμό ελαφρότητας του. Εκτός των υδρογονανθράκων το αργό πετρέλαιο περιέχει μικρές ποσότητες οξυγόνου, βανάδιου, θείου, νικέλιου καθώς και διάφορα ανόργανα άλατα (Αλεξόπουλος, 2005).

Τόσο το αργό πετρέλαιο όσο και τα προϊόντα του όταν χυθούν στη θάλασσα σχηματίζουν μία μικρή ή μεγάλη κηλίδα η οποία απλώνεται γρήγορα με τη συμβολή των ανέμων, θαλάσσιων ρευμάτων και της παλίρροιας. Οι διάφορες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα είναι σε πρώτο στάδιο η διασπορά, εξάτμιση και διάλυση (spreading, evaporation, dispersion) σε δεύτερο στάδιο η γαλακτωματοποίηση και η μηχανική αναγωγή (emulsification and tar lumps) σε τρίτο στάδιο η φωτοχημική οξείδωση, η βιοαποικοδόμηση και η καταβύθιση (chemical biodegradation and sedimentation).

Η ακριβής φύση και η διάρκεια των επιπτώσεων από τη διαρροή πετρελαίου εξαρτώνται από τους ακόλουθους παράγοντες (ITOPF, 2011):

- το είδος και την ποσότητα του πετρελαίου
- τη συμπεριφορά του πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον
- τα φυσικά χαρακτηριστικά της πληγείσας περιοχής
- τις καιρικές συνθήκες και την εποχή
- τα βιολογικά και οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής και την ευαισθησία τους στην πετρελαϊκή ρύπανση
- τον τύπο και την αποτελεσματικότητα των μεθόδων καθαρισμού

Γενικότερα, οι επιπτώσεις της έκχυσης πετρελαίου στη θάλασσα είναι πολλαπλές, δεδομένων των πολλαπλών χρήσεων της παράκτιας ζώνης, η οποία δέχεται μεγάλες πιέσεις από τον τουρισμό, την αναψυχή (περιοχές κολύμβησης, θαλάσσια σπορ, μαρίνες σκαφών αναψυχής) και την οικιστική ανάπτυξη. Η πετρελαϊκή ρύπανση επιδρά αρνητικά στην οικολογική ισορροπία, στις παραγωγικές δραστηριότητες που σχετίζονται με την εκμετάλλευση των βιολογικών πόρων (οστρακοκαλλιέργειες, ιχθυοκαλλιέργειες) και στις βιομηχανικές δραστηριότητες (λήψη νερού ψύξης σταθμών παραγωγής ενέργειας). Επίσης, τα συστατικά του πετρελαίου είναι τοξικά στους θαλάσσιους οργανισμούς σε όλα τα επίπεδα της τροφικής αλυσίδας.

1.4.1. Επιπτώσεις στο Οικοσύστημα

Τα θαλάσσια οικοσυστήματα αποτελούνται από διάφορα είδη, και η πετρελαιοκηλίδα έχει διαφορετική επίδραση σε κάθε ένα. Η χημική σύσταση και η ποσότητα του πετρελαίου στο οποίο θα εκτεθούν οι οργανισμοί είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους.

Ορισμένα είδη έχουν πιο πολλές πιθανότητες να εκτεθούν σε πετρελαιοκηλίδα, λόγω ορισμένων βιολογικών χαρακτηριστικών τους, όπως το βάθος στο οποίο βρίσκονται. Στις περισσότερες περιπτώσεις, το πετρέλαιο αποτίθεται στην επιφάνεια του νερού, οπότε τα θαλάσσια θηλαστικά και τα θαλάσσια πτηνά, που διέρχονται συχνά από την επιφάνεια της θάλασσας, είναι πιο ευάλωτα σε πετρελαϊκή έκθεση, αντιθέτως με τα πελαγικά ψάρια, τα οποία έχουν την μικρότερη έκθεση σε πετρέλαιο. Σε πετρελαϊκά ατυχήματα που το πετρέλαιο επιπλέει, η μεγαλύτερη έκθεση παρουσιάζεται στην παλιρροιακή ζώνη (Chang et al, 2014).

Όταν μια πετρελαιοκηλίδα φτάνει στην ακτογραμμή, ή εμφανίζεται πολύ κοντά στην ακτή, τα φαινόμενα των ακαθαρσιών και η επίστρωση του πετρελαίου στην ακτή έχουν αντίκτυπο στους πληθυσμούς στην παλιρροιακή ζώνη και στις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα δίπλα στη θάλασσα. Τα θαλάσσια πτηνά και τα θηλαστικά προφανώς αποτελούν επίσης θύματα, όπως πολλά είδη πτηνών που τρέφονται από την αιγιαλό κατά την άμπωτη και φωλιάζουν στη θάλασσα, ή τα θαλάσσια θηλαστικά που αναπαύονται στην ακτή. Επίσης, η άλγη, τα ψάρια και τα οστρακοειδή που ζουν σε παράκτιες λίμνες, πάνω στους βράχους και στην άμμο ή την λάσπη, αναπόφευκτα επηρεάζονται.

Οι τοξικές επιδράσεις στους θαλάσσιους οργανισμούς είναι αρκετές, ορισμένες από αυτές μπορεί να είναι:

- κατάποση πετρελαίου
- μόλυνση των ιστών
- βλάβη στο DNA
- επιπτώσεις στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος
- καρδιακή δυσλειτουργία
- θνησιμότητα των αυγών και των προνυμφών

Κάθε είδος παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά όταν εκτίθεται στο πετρέλαιο, εξαιτίας των μορφολογικών και βιολογικών χαρακτηριστικών του, που ορίζονται από τα γενετικά χαρακτηριστικά του (Chang et al, 2014).

1.4.2. Κοινωνικοοικονομικές Επιπτώσεις

Η πετρελαιοκηλίδα έχει επιπτώσεις και στο κοινωνικό σύνολο, μπορεί να πλήξει την υγεία των ανθρώπων, την ευημερία των κοινοτήτων, την οικονομία και τον πολιτισμό.

Γενικότερα ο άνθρωπος μπορεί να πληγεί από την επαφή με πετρελαιοκηλίδα με 3 τρόπους (Chang et al, 2014):

- να επηρεάσει περιβαλλοντικές διεργασίες που μπορούν να προκαλέσουν άμεση βλάβη, π.χ. επιπτώσεις στην υγεία εξαιτίας της τροφής θαλασσινού φαγητού με τοξίνες πετρελαίου
- να επηρεάσει ενδιάμεσες διαδικασίες, π.χ. οικονομική ζημία στην αλιεία και στον τουρισμό
- να τον επηρεάσει άμεσα π.χ. επιπτώσεις στην υγεία από εισπνοή ατμών πετρελαίου

Η πετρελαϊκή ρύπανση μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές στη λειτουργία υδροηλεκτρικών εργοστασίων, μονάδων αφαλάτωσης και αλυκών. Ιδιαίτερα τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια και οι μονάδες αφαλάτωσης που λαμβάνουν μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού μπορούν να υποστούν καταστροφικές συνέπειες όταν οι δεξαμενές τους βρίσκονται πλησίον της θάλασσας. Ομοίως, κατά τη διάρκεια καθαρισμού του πετρελαίου διαταράσσονται οι συνηθισμένες λειτουργίες των παράκτιων εγκαταστάσεων όπως τα λιμάνια, τα αγκυροβόλια και τα ναυπηγεία (ITOPF, 2011).

Συνακόλουθα, η επαφή με το πετρέλαιο μπορεί να βλάψει προϊστορικούς και ιστορικούς αρχαιολογικούς χώρους. Τα αρχαιολογικά υλικά θα υποστούν οπτική ρύπανση και θα φθαρούν κατά τη διάρκεια καθαρισμού του πετρελαίου. Επιπλέον, στους προϊστορικούς χώρους, οι υδρογονάνθρακες μπορεί να προσβάλλουν οργανικά υλικά, τα οποία είναι σημαντικά για τη χρονολόγηση τους (MMS-GOM, 2006).

1.5. Ιστορικό παλαιών ατυχημάτων από Πετρελαιοκηλίδα

1.5.1. Τα μεγαλύτερα ατυχήματα στον κόσμο από πετρελαιοκηλίδα

Στον Πίνακα 1 αναφέρονται οι 10 μεγαλύτερες πετρελαιοκηλίδες στον κόσμο που προκλήθηκαν από ατυχήματα σε πετρελαιοφόρα πλοία, με βάση την ποσότητα του πετρελαίου που διέρρευσε.

Ωστόσο, οι μεγαλύτερες διαρροές πετρελαίου δεν προκλήθηκαν από ατυχήματα πετρελαιοφόρων πλοίων, αλλά από άλλες αιτίες.

Πίνακας 1: Τα 10 μεγαλύτερα παγκόσμια ατυχήματα πετρελαιοφόρων πλοίων

α/α	Όνομα Πλοίου	Χρονολογία Ατυχήματος	Τοποθεσία	Ποσότητα διαρροής (τόνοι)
1	Atlantic Empress	1979	Τομπάγκο	287.000
2	ABT Summer	1991	Αγκόλα	260.000
3	Castillo de Bellver	1983	Κόλπος Saldanha, Νότια Αφρική	252.000
4	Amoco Cadiz	1978	Βρετάνη, Γαλλία	223.000
5	Haven	1991	Γένοβα, Ιταλία	144.000
6	Odyssey	1988	Νέα Σκωτία, Καναδάς	132.000
7	Torrey Canyon	1967	Νησιά Σίλι, Αγγλία	119.000
8	Sea Star	1972	Κόλπος του Ομάν	115.000
9	Irenes Serenade	1980	Κόλπος Ναυαρίνου, Ελλάδα	100.000
10	Urquiola	1976	Κορούνια, Ισπανία	100.000

Πηγή: ΙΤΟΡΡ, 2011

Η μεγαλύτερη διαρροή πετρελαίου στην ιστορία, συνέβη το 1991 στο Κουβέιτ κατά τη διάρκεια του Πολέμου του Κόλπου, όπου περίπου 1.000.000 τόνοι πετρελαίου διέρρευσαν στη θάλασσα (White and Baker, 1998). Η διαρροή πετρελαίου δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ατύχημα, αλλά ως στρατηγική απόφαση. Οι δυνάμεις του Ιράκ, ελπίζοντας ότι θα αποθαρρύνουν μία πιθανή υποθαλάσσια επίθεση από το ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών, άνοιξαν αρκετές από τις βαλβίδες μιας πετρελαϊκής εγκατάστασης, αδειάζοντας τα αποθέματα των πετρελαιοπηγών και των πετρελαιοφόρων, κατευθείαν στον Περσικό Κόλπο .

Η δεύτερη και τρίτη μεγαλύτερη διαρροή πετρελαίου στην ιστορία, προκλήθηκαν από ατυχήματα σε πλατφόρμες εξόρυξης πετρελαίου στον Κόλπο του Μεξικού. Στις 20 Απριλίου

του έτους 2010, στην πλατφόρμα εξόρυξης πετρελαίου DeepWater Horizon, ιδιοκτησίας και εκμετάλλευσης της BP, συνέβη ένα δυστύχημα που θεωρείται ως η μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή στην ιστορία της Αμερικής, καθώς διέρρευσαν 500.000 τόνοι πετρελαίου στον κόλπο του Μεξικού. Η εξέδρα Deepwater Horizon βυθίστηκε από φουσαλίδα μεθανίου που ανέβηκε στην επιφάνεια και εξερράγη. Πυροδοτήθηκε έκρηξη εντός της πλατφόρμας, έκρηξη που κατέστρεψε και βύθισε το γεωτρύπανο εξόρυξης πετρελαίου και κόστισε και τη ζωή 11 εργατών που εργάζονταν στην πλατφόρμα (NOAA, 2015).

Τριάντα ένα χρόνια νωρίτερα, τον Ιούνιο του 1979, η πετρελαιοπηγή «IXTOC I» στον κόλπο του Καμπετσέ, κατέρρευσε μετά από έκρηξη που προκλήθηκε από υπερπίεση σε αγωγό. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 10 μηνών συνολικά περίπου 475.000 τόνοι αργού πετρελαίου διέρρευσαν στον Κόλπο του Μεξικού.

1.5.2. Τα μεγαλύτερα Ατυχήματα Πετρελαιοκηλίδας στον Ελληνικό Θαλάσσιο Χώρο

Στην Ελλάδα, υπάρχει αυξημένος κίνδυνος για ατυχήματα πετρελαιοκηλίδας, εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης καθώς αποτελεί σταυροδρόμι θαλασσιών οδών μεταφοράς πετρελαίου. Οι παραλίες, οι τουριστικές εγκαταστάσεις και η παράκτια αλιεία είναι ευάλωτες τόσο σε ατυχηματική μορφή ρύπανσης όσο και σε λειτουργική ρύπανση (ρύπανση που προκαλείται στο θαλάσσιο περιβάλλον από συνήθη λειτουργία ενός πλοίου). Στο παρελθόν, έχουν συμβεί αρκετά μεγάλα περιστατικά θαλάσσιας ρύπανσης στην Ελλάδα και τα 10 πιο σημαντικά παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2 που ακολουθεί (Greenpeace, 2007).

Ακόμη ένα σοβαρό ατύχημα πετρελαϊκής ρύπανσης έλαβε χώρα στη Σαλαμίνα την 10-9-2017. Το δεξαμενόπλοιο «Αγία Ζώνη II», που είχε περίπου 2.570 τόνους καύσιμα στις δεξαμενές του, βυθίστηκε στη θαλάσσια περιοχή νοτιοδυτικά της ν. Αταλάντης (Σαλαμίνα), ρυπαίνοντας τις ακτές της Σαλαμίνας, του Πειραιά αλλά και το παραλιακό μέτωπο της Αθήνας (Άγιο Κοσμά, Άλιμο και Γλυφάδα).

Πίνακας 2: Οι μεγαλύτερες πετρελαιοκηλίδες στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο

α/α	Όνομα πλοίου	Χρονολογία Ατυχήματος	Τοποθεσία	Ποσότητα διαρροής (τόνοι)
1	Irenes Serenade	1980	Πύλος	40.000
2	Trader	1972	Β. Αιγαίο	36.500
3	Μεσσηνιακή Φροντίς	1979	Καλοί Λιμένες Κρήτης	12.000
4	Geori Chernomorya	1992	Κεντρικό Αιγαίο	1.700
5	Rabigh Bay II	1987	Ασπρόπυργος	500-1.000
6	Jupiter και Adige	1988	Πειραιάς	500-1.000
7	Iliad	1993	Πύλος	800
8	La Guardia	1994	Κόλπος Ελευσίνας	400-800
9	Kriti Sea	1996	Αγίοι Θεόδωροι Κορινθίας	300-500
10	Eurobulker X	2000	Λευκάντι Ευβοίας	300

Πηγή: Greenpeace, 2007

1.6. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Υπάρχει πλήθος από διεθνείς και ευρωπαϊκές συνθήκες και άλλες διατάξεις για την πρόληψη, αποτροπή και αντιμετώπιση της θαλάσσιας ρύπανσης. Η υποβάθμιση της θάλασσας λόγω της ρύπανσης της από τις δραστηριότητες των πλοίων έχει αναγνωριστεί ως ένα βασικό πρόβλημα από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Η πρώτη διεθνής σύμβαση για την πετρελαϊκή ρύπανση υιοθετήθηκε το 1926 από το Διεθνές Ναυτιλιακό Συνέδριο στην Ουάσιγκτον. Το έγγραφο αυτό, ωστόσο, δεν επικυρώθηκε.

Χρειάστηκε να περάσουν τέσσερις δεκαετίες, από το αρχικό αυτό βήμα, μέχρι η διεθνής κοινότητα να πετύχει μια κοινά αποδεκτή συμφωνία, τη Διεθνή Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships), γνωστή και ως MARPOL 73/78. Η MARPOL 73/78, υπογράφηκε το 1973, τροποποιήθηκε το 1978, τέθηκε σε ισχύ το 1983, και έκτοτε επικαιροποιείται. Η ανωτέρω Σύμβαση είναι μία από τις σημαντικότερες διεθνείς συμβάσεις για την προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος και στόχος της είναι η προστασία των θαλασσιών οικοσυστημάτων μέσω της εξάλειψης της ρύπανσης από πλοία (είτε λόγω ατυχημάτων είτε λόγω λειτουργικών διαρροών) και η ελαχιστοποίηση περιστατικών διαρροής υδρογονανθράκων και άλλων επικινδύνων ουσιών.

Ύστερα από τη μεγάλη οικολογική καταστροφή που προκλήθηκε από το ναυάγιο του Exxon Valdez το 1989 στην Αλάσκα ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (I.M.O.) αποφάσισε να συντάξει την Διεθνή Σύμβαση για την Ετοιμότητα, Συνεργασία και Αντιμετώπιση ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο το 1990 που είναι γνωστή ως OPRC 90. Κύριο σκοπό είχε να ενθαρρύνει τις χώρες για διεθνή συνεργασία ώστε να προετοιμάσουν σχέδια έκτακτης ανάγκης για θαλάσσια ρύπανση, ενώ επιπλέον απαιτούσε από παράκτιες εγκαταστάσεις που σχετίζονται με παράγωγα υδρογονανθράκων να έχουν όμοια σχέδια.

Το 2000 θεσπίσθηκε το Πρωτόκολλο (HNS Protocol) «για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες» της OPRC 90, το οποίο η χώρα μας κύρωσε με τον Νόμο 3100 του 2003 (ΦΕΚ 20Α, 2003).

1.6.1. Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την Αντιμετώπιση Περιστατικών Ρύπανσης από Πετρέλαιο

Με το υπ' αριθμόν 11 Προεδρικό Διάταγμα του 2002 (ΦΕΚ 6Α, 2002), η Ελληνική Κυβέρνηση θέσπισε το Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για τη αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες. Το σχέδιο αυτό καταρτίζεται και επιβλέπεται από το Υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής και υλοποιείται μέσω των Λιμενικών Αρχών. Βάσει του συγκεκριμένου Π.Δ. εκπονούνται σχέδια πανελλαδικής (Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης) και τοπικής (Τοπικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης) εμβέλειας.

Σύμφωνα με την παρ.6 του αρθρ. 1 του ανωτέρω Π.Δ. είναι απαραίτητη η χαρτογράφηση του βαθμού ευαισθησίας των ακτών. Στα τοπικά σχέδια των Λιμενικών Αρχών θα πρέπει να είναι

καταγεγραμμένα τα οικονομικά ευπαθή σημεία και οι περιβαλλοντικά ευαίσθητες θαλάσσιες και παράκτιες περιοχές και ειδικότερα:

- ιχθυοπαραγωγικές και οστρακοκαλλιεργητικές μονάδες
- υδροβιότοποι
- μονάδες αφαλάτωσης
- λουτρικές και ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις
- λιμάνια και μαρίνες
- αρχαιολογικοί χώροι
- περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους
- αβαθή ή θαλάσσιες περιοχές με μικρή υδροδυναμική κυκλοφορία

Σύμφωνα με την παρ. 7 του ίδιου άρθρου, θα πρέπει να προκαθοριστούν με μέριμνα των Λιμενικών Αρχών, στα αντίστοιχα τοπικά σχέδια, περιοχές αυξημένης ανάγκης προστασίας, οι οποίες απεικονίζονται σε χάρτες περιβαλλοντικής ευαισθησίας (sensitivity maps). Σε πολλές περιπτώσεις είναι ανέφικτη η αποτροπή προσβολής των παραλίων και θεωρείται πλεονεκτική η εκτροπή της κηλίδας προς συγκεκριμένη περιοχή της ακτής, όπου υπάρχει ευχερής πρόσβαση και δυνατότητα πλήρους εκμετάλλευσης του διαθέσιμου τεχνικού εξοπλισμού ανάκτησης του διαρρεύσαντος πετρελαίου.

2. Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΑΣ

2.1. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών ή Geographic Information System (ΣΓΠ, GIS) είναι ένα πληροφοριακό σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται για την εισαγωγή, αποθήκευση, ανάκτηση, εμφάνιση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση γεωγραφικών δεδομένων (δεδομένων με χωρική αναφορά).

Η πιο απλή χρήση του GIS είναι ως ένας λεπτομερής χάρτης, ικανός να παρέχει μια μεγάλη ποικιλία από πληροφορίες. Το γεγονός ότι τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα σε ψηφιακή μορφή καθιστά δυνατή την παραγωγή διαφόρων θεματικών χαρτών, ανάλογα με τις ανάγκες. Σε πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου συνδυάζοντας θεματικά επίπεδα.

Η χρήση των λογισμικών GIS μπορεί να συμβάλλει σε όλα τα στάδια μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης: τόσο στο σχεδιασμό και στην προετοιμασία, όσο και στην αντιμετώπισή της (planning, preparedness, response). Μέσω των χαρτών που παράγουν συμβάλουν τόσο στην πρόβλεψη όσο και στη λήψη αποφάσεων. Τα GIS αποτελούν ένα ισχυρό επιχειρησιακό εργαλείο που στοχεύει στην άμεση απόκριση κατά τη διάρκεια ενός περιστατικού, μέσω προσαρμοσμένων αναλύσεων και ερμηνείας σχετικών στοιχείων. Τεχνικές GIS συνήθως αποκαλύπτουν σχέσεις, μοτίβα (patterns) και τάσεις, βοηθώντας να ξεπεραστούν αρκετά εμπόδια και φραγμοί.

Σε σύγκριση με τους απλούς χάρτες, ένα σύστημα GIS έχει πλεονέκτημα ως προς ότι η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται χωριστά από την προβολή τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα ίδια δεδομένα να μπορούν να αναπαρασταθούν με διαφορετικούς τρόπους π.χ. μπορεί να γίνει μεγέθυνση του (ψηφιακού πλέον) χάρτη, να εμφανίζονται συγκεκριμένες μόνο περιοχές, να υπολογίζονται αποστάσεις μεταξύ τοποθεσιών, να δημιουργούνται πίνακες που να δείχνουν διάφορα χαρακτηριστικά του χάρτη, να γίνει υπέρθεση επιπλέον πληροφορίας πάνω στο χάρτη.

Πέραν της δυνατότητας σχεδίασης και διαχείρισης χαρτών, ένα σύστημα GIS μπορεί να συνδέει εξωτερικές Βάσεις Δεδομένων (Β.Δ.) με αντικείμενα που ανήκουν στο χάρτη. Αυτή η

σύνδεση επιτρέπει όποιες αλλαγές γίνονται στις Β.Δ. να παρουσιάζονται αμέσως στο χάρτη. Επίσης, διαθέτει ένα σύνολο από εργαλεία που μπορούν να διαχωρίσουν τα διάφορα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στις εξωτερικές Β.Δ., εμφανίζοντας αντικείμενα ή περιοχές που ικανοποιούν συγκεκριμένα κριτήρια με διαφορετικά χρώματα ή σχήματα.

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής χαρτογράφησης είναι η εύκολη δημιουργία, τροποποίηση και ενημέρωση των χαρτών. Επιπλέον, είναι δυνατή η ανταλλαγή και κοινοποίηση πληροφοριών μεταξύ χρηστών που χρησιμοποιούν διαφορετικά λειτουργικά συστήματα αφού τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε διάφορους τύπους όπως .shp, .pdf, .geotiff, έντυπη μορφή κ.α..

2.2. GIS και Πετρελαϊκή Ρύπανση

Η οπτικοποίηση της τρωτότητας των διάφορων τμημάτων της ακτογραμμής στο πετρέλαιο, παρέχει στους φορείς διαχείρισης του περιστατικού τη δυνατότητα να αξιολογήσουν γρήγορα τις πιθανές επιπτώσεις της πετρελαιοκηλίδας σε μία παράκτια περιοχή, σε σχέση με τις υπόλοιπες και να ενεργούν αναλόγως.

Το 1979, η Εθνική Υπηρεσία Διαχείρισης Ωκεανών και Ατμόσφαιρας Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (NOAA, 2002), παρουσίασε για πρώτη φορά Χάρτες Περιβαλλοντικής Ευαισθησίας. Οι Χάρτες Περιβαλλοντικής Ευαισθησίας αποτελούσαν αναπόσπαστο κομμάτι των σχεδίων έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες. Από εκείνη την περίοδο, οι ανωτέρω Χάρτες είχαν σχεδιαστεί για τη μεγαλύτερη έκταση της παράκτιας ζώνης των ΗΠΑ, συμπεριλαμβανομένου και της Αλάσκας. Πριν το 1989, οι παραδοσιακοί χάρτες ευαισθησίας προέκυπταν από χρωματισμένους χάρτες, σε περιορισμένα αντίγραφα (εξαιτίας του κόστους αναπαραγωγής), χωρίς να δύναται να ενημερωθούν. Παρ'όλ'αυτά, από το 1989, οι Χάρτες Ευαισθησίας παράγονται από ψηφιακές χωρικές Β.Δ. χρησιμοποιώντας τεχνικές GIS (NOAA, 2015).

Οι περισσότερες προσπάθειες για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων μίας πετρελαιοκηλίδας στους φυσικούς πόρους του περιβάλλοντος. Για να προστατευτούν αυτοί οι πόροι, η τοποθεσία τους θα πρέπει να εντοπιστεί και να αποτυπωθεί σε μία χωρική βάση δεδομένων.

Το GIS είναι ένα λογισμικό που εξειδικεύεται στη διαχείριση χωρικών δεδομένων και προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα για αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης. Είναι μία

δυναμική, φιλική προς το χρήστη διεπαφή για τη διερεύνηση μιας σειράς από διαφορετικά χαρακτηριστικά και φυσικές πληροφορίες που συγκεντρώνονται από ένα περιστατικό πετρελαιοκηλίδας, κυρίως, παρέχοντας το μηχανισμό, για την επιτάχυνση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων και εντοπισμού της πετρελαιοκηλίδας, καταγραφής της θέσης και της έκτασης της και προσδιορισμού της διεύθυνσης στην οποία θα κατευθυνθεί αν είναι δυνατόν (Aukett, 2012).

Το GIS μπορεί να συλλέγει δεδομένα από διαφορετικές πηγές και σε οποιαδήποτε κλίμακα, συμπεριλαμβανομένου δορυφορικών εικόνων, αεροφωτογραφιών και γενικότερα χαρτογραφικών δεδομένων, τα οποία θα πρέπει να επεξεργαστούν καταλλήλως λαμβάνοντας υπόψη θέματα κλίμακας και ποιότητας. Τεχνικές GIS χρησιμοποιούνται ευρέως για τη σύνταξη σχεδίων έκτακτης ανάγκης αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλων επιβλαβών ουσιών στο θαλάσσιο χώρο (IMO and IPIECA, 1994; NOAA, 2002; Depellegrin et al., 2010; IPIECA et al, 2012; Aukett, 2012).

Το GIS συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των σχεδίων έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση πετρελαιοκηλίδας. Αρχικά, μπορεί να γίνει κατηγοριοποίηση του τύπου της ακτογραμμής και των παραλίων, να προκαθοριστούν περιοχές με αυξημένη σχετική προτεραιότητα προστασίας και περιοχές με αυξημένο κίνδυνο (hazard) εμφάνισης πετρελαιοκηλίδας.

Στη συνέχεια σχεδιάζεται ο Χάρτης διακινδύνευσης (risk) και οι στρατηγικές πρόληψης, ώστε να μετριαστούν οι επιπτώσεις ενδεχόμενου περιστατικού ρύπανσης. Τα γεωγραφικά επίπεδα (layers) και οι παράμετροι μπορούν να επικαλύπτονται και να συνδυάζονται, απεικονίζοντας ένα φάσμα πληροφοριών, για παράδειγμα ευαίσθητες περιοχές, οικότοπους, περιοχές του δικτύου Natura, οικονομικές-ανθρώπινες δραστηριότητες, χρόνους απόκρισης, χώρους διάθεσης αποβλήτων (Aukett, 2012).

Ομοίως, το GIS είναι σημαντικό κατά τη διάρκεια της διαχείρισης ενός εκτάκτου περιστατικού πετρελαιοκηλίδας, συμβάλλοντας στη λήψη ορθότερων και αντικειμενικότερων αποφάσεων. Οι φορείς διαχείρισης του περιστατικού αποτυπώνουν στο χαρτογραφικό επίπεδο τη θέση της πετρελαιοκηλίδας και σε συνδυασμό με δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες μπορούν να προσδιορίσουν με μεγάλη ακρίβεια τον όγκο και το μέγεθος της. Στο υπάρχον χαρτογραφικό επίπεδο θα υποδεικνύονται οι ευαίσθητες περιοχές που πρέπει να

προστατευτούν πρώτες, οι περιοχές φόρτωσης και στάσης, προσδιορίζοντας χαρακτηριστικά όπως λιμάνια, μαρίνες και αποθήκες αντιρρυπαντικού εξοπλισμού.

Επιπλέον, μπορούν να αποθηκευτούν σε γεωβάσεις GIS ποικίλες πληροφορίες από περιστατικά ρύπανσης και να υπάρχει εύκολη πρόσβαση, ανάκτηση, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων σε δεύτερο χρόνο (Aukett, 2012).

Τέλος, η τυποποιημένη μέθοδος που προτείνει η NOAA για την ταξινόμηση και το συμβολισμό των τμημάτων των ακτογραμμών παρέχει πολλά πλεονεκτήματα. Οι αρμόδιοι φορείς για το σχεδιασμό καταπολέμησης της ρύπανσης της θάλασσας και των ακτών εμπλέκονται σε περιστατικά τόσο εθνικά όσο και διεθνή και μία κοινή χαρτογραφική απεικόνιση της ακτογραμμής θα ελαττώσει ριζικά το χρόνο προσανατολισμού των ομάδων απόκρισης στο πεδίο. Η τυποποίηση της συγκεκριμένης μεθοδολογίας διευκολύνει ομοίως την ανταλλαγή δεδομένων με άλλους φορείς που εμπλέκονται στις ενέργειες καθαρισμού.

2.2.1. Προβλήματα και Εμπόδια κατά τη Διάρκεια Περιστατικού Πετρελαιοκηλίδας

Στη συνέχεια αναλύονται τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν κατά τη διαχείριση ενός περιστατικού πετρελαιοκηλίδας (Aukett, 2012).

χρόνος

Οι πετρελαιοκηλίδες είναι ακούσια, μη προγραμματισμένα συμβάντα που μπορούν να συμβούν από μόνα τους ή ως ένα μέρος ενός ευρύτερου περιστατικού ανάγκης. Το επίπεδο της ετοιμότητας μπορεί να καθορίσει το πώς θα εξελιχθεί το περιστατικό με την πάροδο του χρόνου και σε ποιο βαθμό. Ορισμένες πτυχές του περιστατικού, ωστόσο, δεν μπορούν να ελεγχθούν από το επίπεδο της ετοιμότητας, όπως το μέγεθος της διαρροής, αν θα συμβεί μέρα ή νύχτα και τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατούν. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν τη σοβαρότητα της πετρελαιοκηλίδας και ως εκ τούτου την πιθανή διάρκεια της.

Ασυμβατότητα δεδομένων

Κατά τη διάρκεια ενός περιστατικού πετρελαιοκηλίδας, οι πληροφορίες μεταδίδονται μέσω διαφόρων πηγών (φαξ, τηλεφωνήματα, μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) και συλλέγονται διάφοροι τύποι δεδομένων (φωτογραφίες, έγγραφα, πίνακες). Η ομάδα που είναι υπεύθυνη για το περιστατικό, συγκεντρώνει τις απαραίτητες πληροφορίες και τις αποθηκεύει σε νέα μορφή για την επόμενη φάση του περιστατικού. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα είναι

συνήθως ασύμβατα μεταξύ τους και δεν είναι εύκολη η εισαγωγή τους σε ένα ενιαίο σύστημα ώστε να είναι δυνατή η συνολική επισκόπηση του προβλήματος.

Όγκος Δεδομένων

Κατά την οργάνωση αντιμετώπισης ενός περιστατικού πετρελαιοκηλίδας, ένας σημαντικός όγκος πληροφοριών συλλέγεται σε καθημερινή βάση πριν, κατά τη διάρκεια και αφότου ολοκληρωθεί το περιστατικό. Ο όγκος των πληροφοριών μπορεί κάποιες φορές να λειτουργήσει ως εμπόδιο για τη λήψη αποφάσεων. Ο μεγάλος όγκος δεδομένων προκαλεί προβλήματα όσον αφορά στο φιλτράρισμα των πιο χρήσιμων πληροφοριών και στην έγκαιρη ανάλυση τους.

2.2.2. Η Ωφέλιμη Εφαρμογή των GIS στην Αντιμετώπιση Περιστατικού Πετρελαιοκηλίδας

Τα παραπάνω εμπόδια και προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν σχεδιάζοντας μία κοινή επιχειρησιακή εικόνα μέσω του GIS (Aukett, 2012).

Χρόνος – Όγκος Δεδομένων

Συνήθως οι πετρελαιοκηλίδες δεν συμβαίνουν ως μεμονωμένα περιστατικά και εξαρτώνται από αυτά που συμβαίνουν παράλληλα, οπότε ίσως να μην τους δοθεί άμεση προτεραιότητα, αφού η ασφάλεια και η ανθρώπινη ζωή προέχουν. Ο χρόνος που μεσολαβεί πριν την αντιμετώπιση του περιστατικού, αυξάνει τον όγκο των δεδομένων που χρειάζεται ανάλυση και διαλογή.

Κατά τη διάρκεια συλλογής δεδομένων όσον αφορά σε περιστατικό πετρελαιοκηλίδας (τύπος ατυχήματος, τοποθεσία, αιτίες, κατάσταση, στρατηγικές αντιμετώπισης από την ομάδα στο πεδίο, καιρός και προβλεπόμενη τροχιά), τα δεδομένα αξιολογούνται σχετικά αργά τις πρώτες ώρες, καθώς είναι δύσκολο να συλλεχθούν. Όσο το περιστατικό εξελίσσεται, οι πληροφορίες αυξάνονται. Αυτή η φάση είναι κρίσιμη για τη λήψη αποφάσεων, τη συλλογή πληροφοριών και την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων. Η ομάδα συλλογής των δεδομένων θα πρέπει να διασφαλίσει ότι όλα τα απαραίτητα δεδομένα έχουν συλλεχθεί, αποθηκευτεί και αξιοποιηθεί κατάλληλα.

Για τη σύγκριση και ανάλυση των πληροφοριών, πιο φιλική και χρήσιμη στο χρήστη είναι απεικόνιση τους σε ένα ενιαίο πληροφοριακό περιβάλλον παρά σε διάφορες φωτογραφίες και έγγραφα. Τα GIS παρέχουν τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγουν στο σύστημα διάφορα

δεδομένα για επεξεργασία και ανάλυση, σε αρκετά γρήγορο χρόνο. Στη φάση αντιμετώπισης μικρού περιστατικού ρύπανσης ίσως να μη χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί λογισμικό GIS, αλλά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση και καταγραφή του περιστατικού αφότου ολοκληρωθεί.

Ασυμβατότητα δεδομένων

Το GIS έχει τη δυνατότητα να εισάγει, να συσχετίσει και να επεξεργαστεί δεδομένα διαφορετικών μορφών και να τα απεικονίσει σε ένα ενιαίο πληροφοριακό σύστημα.

3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΕ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

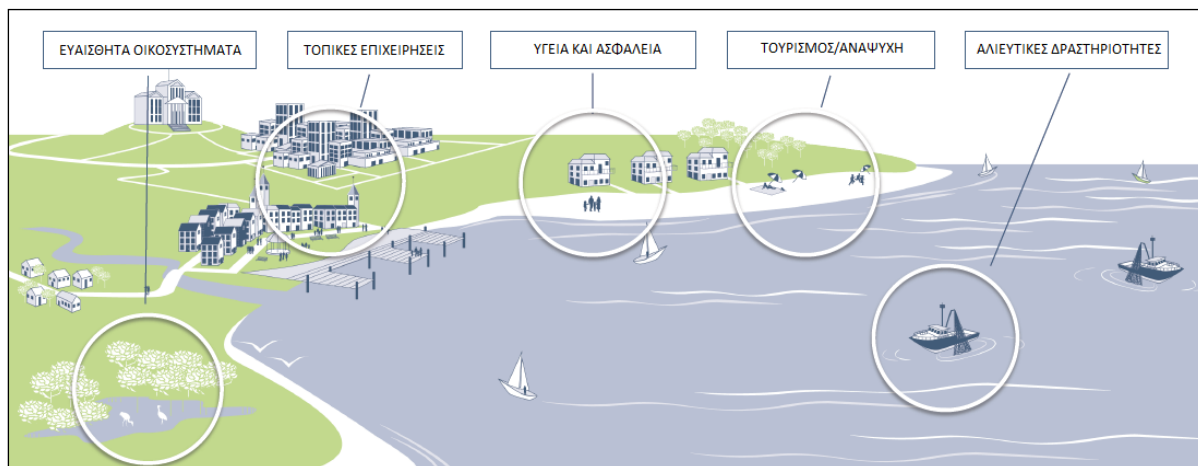
3.1. Ιεράρχηση των Ευαίσθητών Περιοχών και Πόρων που Βρίσκονται σε Κίνδυνο

Η χαρτογράφηση της ευαισθησίας της παράκτιας ζώνης σε ατυχηματική ρύπανση από πετρέλαιο είναι ένα σημαντικό βήμα για την ετοιμότητα, την αντιμετώπιση και την ομαλή συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων διαχείρισης του περιστατικού, καθώς οι χάρτες αποτελούν βασικό εργαλείο κατά τη διάρκεια ενός περιστατικού πετρελαιοκηλίδας.

Απαραίτητος είναι ο προσχεδιασμός σχεδίων αντιμετώπισης περιστατικών πετρελαιοκηλίδας τόσο για την πρόληψη όσο και για την άμεση αντιμετώπιση της, καθώς ενδεχόμενη διαρροή πετρελαιοκηλίδας θα έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο οικοσύστημα και στην οικονομία (Εικόνα 1). Για το σχεδιασμό Συστήματος Λήψης Αποφάσεων για επικείμενη ρύπανση από πετρέλαιο θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η ποσότητα του εκχυθέντος πετρελαίου, ο τύπος του, τα χαρακτηριστικά της περιοχής διασποράς, οι καιρικές και υδρογραφικές συνθήκες, τα διατιθέμενα μέσα και η ισχύουσα νομοθεσία (Gil-Agudelo et al., 2015).

Η ευαισθησία της ακτογραμμής στη διείσδυση και ταφή πετρελαίου εξαρτάται από τη μορφολογία, την κλίση, το υλικό που τη δομεί, την πιθανή παρουσία εκβολών ποταμού, την παρουσία υδροβιότοπων και γενικά περιβαλλοντικά προστατευόμενων περιοχών, την έκθεση της στην ενέργεια των κυμάτων, την παρουσία λιμένων ή μαρίνων, και τους ανθρώπινους πόρους. Συγκεκριμένα, οι Χάρτες Ευαισθησίας δομούνται από τους εξής τρεις τύπους δεδομένων (NOAA, 2002; IPIECA et al, 2012):

1. Τύπος της ακτογραμμής. Ο τύπος της ακτογραμμής ταξινομείται βάσει μίας κλίμακας που σχετίζεται με την ευαισθησία, τη συμπεριφορά του πετρελαίου και την ευκολία καθαρισμού.
2. Βιολογικοί πόροι. Σπάνια χλωρίδα και πανίδα, οικότοποι ευαίσθητοι σε πετρελαιοκηλίδα, όπως είναι η υδρόβια βλάστηση και οι κοραλλιογενείς ύφαλοι.
3. Ανθρώπινοι πόροι. Συγκεκριμένες περιοχές που έχουν αξία λόγω της χρήσης τους, όπως πολυσύχναστες παραλίες, θαλάσσια πάρκα και καταφύγια, εγκαταστάσεις υδροληψίας και αρχαιολογικοί χώροι.



Εικόνα 1: Παράκτιες δραστηριότητες που επηρεάζονται από πετρελαιοκηλίδα
 Πηγή: API, 2013; ιδία επεξεργασία

Οι Χάρτες Ευαισθησίας αποτυπώνουν και ιεραρχούν τις πιο ευαίσθητες ζώνες και τους πιο ευαίσθητους πόρους, σε απλή και εύχρηστη μορφή για μία συνοπτική εικόνα της ευρύτερης περιοχής. Είναι απαραίτητο να καταταχθούν οι ζώνες της περιοχής μελέτης κατά σειρά προτεραιότητας διότι σε επικείμενο περιστατικό πετρελαιοκηλίδας θα πρέπει να προστατευθούν πρώτα οι ευαίσθητες περιοχές, δεδομένου ότι και τις περισσότερες φορές ο αντιρρυπαντικός εξοπλισμός είναι περιορισμένος σε σύγκριση με τις εκτεθειμένες περιοχές.

Επειδή η ιδέα της σχετικής ευαισθησίας και της σημασίας που δίνεται σε κάθε συγκεκριμένο πόρο που βρίσκεται σε κίνδυνο διαφέρει από μία περιοχή στην άλλη (πόροι υψηλής σημασίας σε μία περιοχή μπορεί να θεωρούνται χαμηλής ή μεσαίας σημασίας σε άλλες περιοχές), δεν υπάρχει μόνο μία μοναδική μέθοδος για την ιεράρχηση των ευαίσθητων περιοχών και πόρων. Επιπλέον, η αποκλειστική χρήση αυτοματοποιημένων μεθόδων με τη βοήθεια υπολογιστή, δεν συνιστάται, καθώς η ιεράρχηση θα πρέπει να γίνει μέσα από την επίτευξη συναίνεσης με τους κύριους φορείς που εμπλέκονται στη διαδικασία σχεδιασμού έκτακτης ανάγκης.

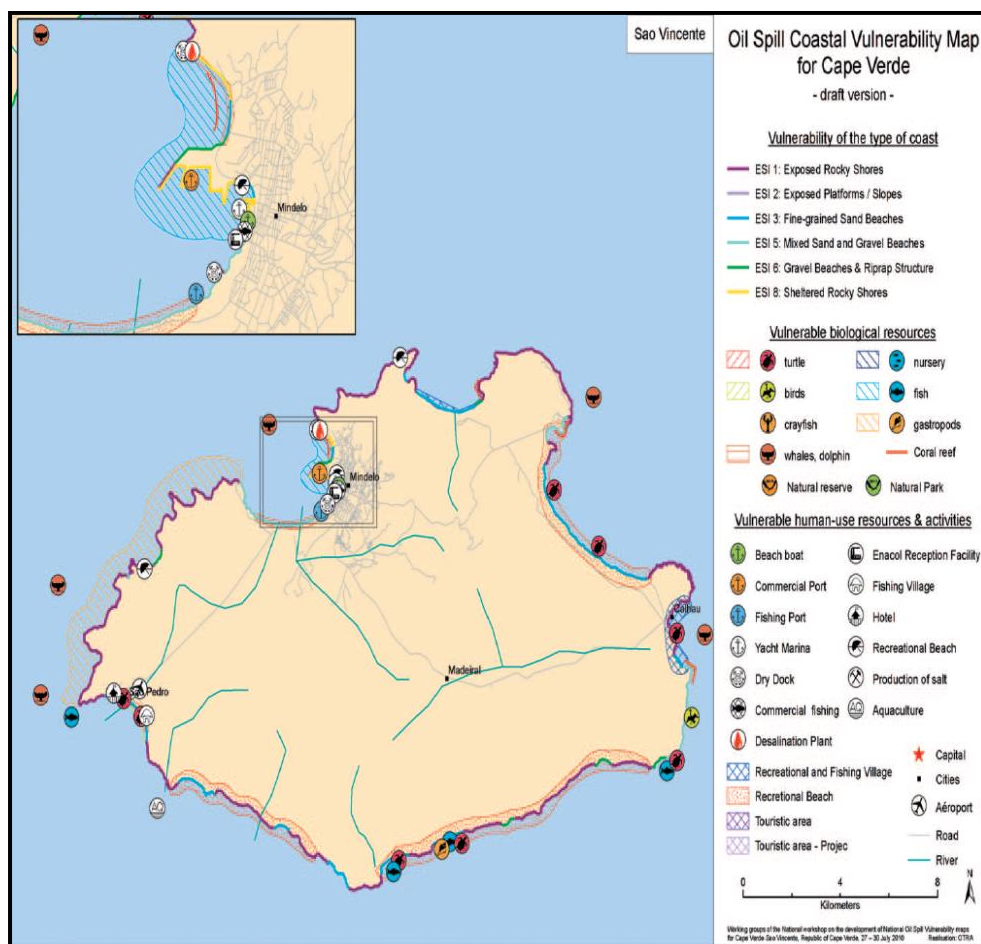
Οι πληροφορίες ευαισθησίας για κάθε ένα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά ιεραρχείται χρησιμοποιώντας μία μεθοδολογία που θα πρέπει να οριστεί για κάθε μία περίπτωση ξεχωριστά. Διαφορετικές ταξινομήσεις μπορεί να χρειαστεί να ληφθούν υπόψη για τη μεταβολή της ευαισθησίας που μπορεί να προκληθεί από εποχιακούς λόγους.

Διάφορες μέθοδοι διατίθενται για την ταξινόμηση των πληροφοριών ευαισθησίας (IPIECA et al, 2012), όπως για παράδειγμα:

- μαθηματική μοντελοποίηση της ευαισθησίας, χρησιμοποιώντας πολλαπλούς δείκτες
- συγκέντρωση των πληροφοριών ευαισθησίας σε ένα δείκτη

- χρήση μίας προσέγγισης βασισμένη στο Χάρτη, για την απλοποίηση και ταξινόμηση των πληροφοριών ευαισθησίας

Στη συνέχεια αναλύονται οι τρεις δείκτες που λαμβάνονται υπόψη για τη δημιουργία των Χαρτών Συνολικής Ευαισθησίας της παράκτιας ζώνης σε πετρελαιοκηλίδα καθώς και οι επιπρόσθετες πληροφορίες που πρέπει να υπάρχουν στους Χάρτες, ώστε οι ενδιαφερόμενοι φορείς να έχουν πλήρη επιχειρησιακή εικόνα σε ενδεχόμενο περιστατικό.



Εικόνα 2: Παράδειγμα Χάρτη Ευαισθησίας για το Πράσινο Ακρωτήριο

Πηγή: IPIECA et al, 2012

3.2. Δείκτης Περιβαλλοντικής Ευαισθησίας (ESI)

Η Εθνική Υπηρεσία Διοίκησης Ωκεανών και Ατμόσφαιρας των ΗΠΑ (NOAA) έχει αναπτύξει τον Δείκτη Περιβαλλοντική Ευαισθησίας (Environmental Sensitivity Index – ESI) για την ταξινόμηση της ευαισθησίας των ακτών στο πετρέλαιο βάσει της μορφολογίας τους.

Ο δείκτης ESI που χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση των διάφορων τύπων ακτογραμμών, δεν θα πρέπει να συγχέεται με την μεθοδολογία χαρτογράφησης της συνολικής ευαισθησίας της ακτής. Για τη χαρτογράφηση της συνολικής ευαισθησίας της ακτογραμμής όπως

αναλύθηκε παραπάνω λαμβάνεται υπόψη τόσο η περιβαλλοντική όσο και η οικολογική και κοινωνικοοικονομική ευαισθησία (IPIECA et al, 2012).

Όταν μία πετρελαιοκηλίδα πλησιάσει στην ακτογραμμή ή εμφανιστεί πολύ κοντά σε αυτή, οι παράκτιοι οικότοποι βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο. Ανάλογα με το τύπο της ακτογραμμής, οι επιπτώσεις μπορεί να είναι σχετικά περιορισμένες έως και εξαιρετικά δραματικές. Επιπλέον, ακόμα και οι μέθοδοι καθαρισμού εξαρτώνται από τον τύπο της ακτογραμμής (NOAA, 2002).

Ο τύπος των παράκτιων οικότοπων οργανώνεται ιεραρχικά ανάλογα με την ευαισθησία του σε πετρελαιοκηλίδες σε 10 κατηγορίες, βασισμένος στον περιβαλλοντικό δείκτη ευαισθησίας (ESI). Για τη διευκόλυνση της παραγωγής, χρήσης και ανταλλαγής των δεδομένων, οι τύποι ακτογραμμών και η ταξινόμηση τους, που προτείνεται από την NOAA, θα πρέπει να υιοθετηθούν σε όλες τις μελέτες Χαρτογράφησης της Ευαισθησίας ώστε να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ τους. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η ταξινόμηση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας της ακτογραμμής, η οποία στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας χρησιμοποιήθηκε και για την ταξινόμηση της ακτογραμμής της ν.Μυκόνου.

Το σύστημα ταξινόμησης βασίζεται τόσο στην κατανόηση των φυσικών και βιολογικών χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος της ακτογραμμής, όσο και στον τύπο του υποστρώματος και στο μέγεθος του κόκκου. Οι σχέσεις μεταξύ των φυσικών διεργασιών, του τύπου του υποστρώματος, των συναφών έμβιων οργανισμών δημιουργούν συγκεκριμένους γεωμορφολογικούς/οικολογικούς τύπους ακτογραμμών, μοτίβα μεταφοράς ιζημάτων, και προβλέψιμα μοτίβα της συμπεριφοράς του πετρελαίου και της βιολογικής του επίπτωσης. Η κατάταξη της ευαισθησίας βασίζεται στις ακόλουθες μεταβλητές (NOAA, 2002; IPIECA et al, 2012):

1. Τύπος υποστρώματος (μέγεθος κόκκου, κινητικότητα, ικανότητα διεύθυνσης και ταφής του πετρελαίου στην ακτή).
2. Κλίση της παράκτιας ζώνης.
3. Έκθεση στην ενέργεια των κυμάτων, η οποία καθορίζει το χρόνο που θα παραμείνει το πετρέλαιο στην ακτογραμμή (η οποία επηρεάζει τη φυσική ικανότητα καθαρισμού).
4. Βιολογική παραγωγικότητα και ευαισθησία.

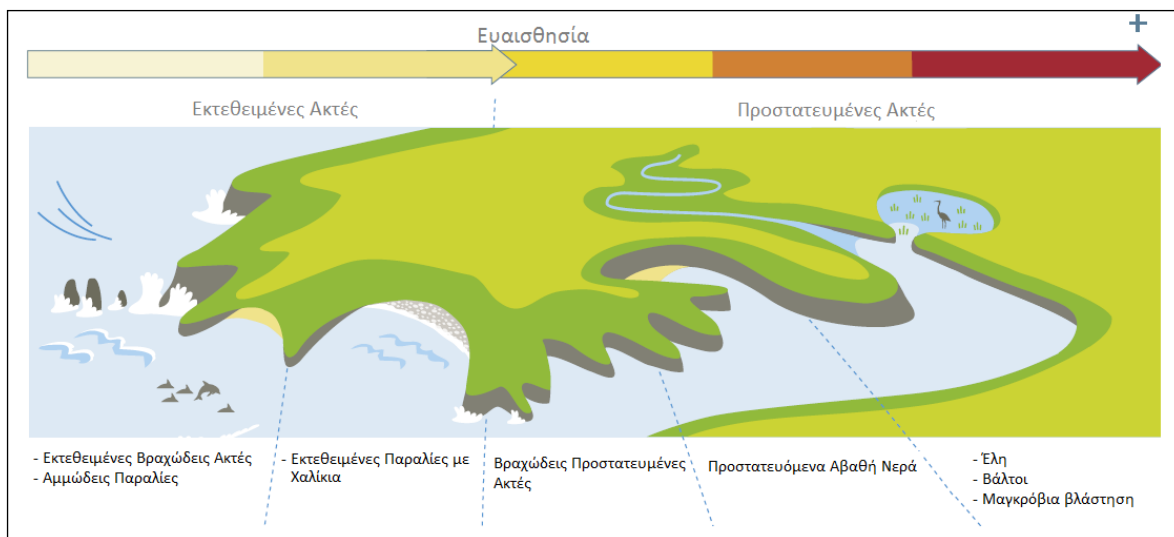
Οι παραπάνω μεταβλητές και οι παρατηρήσεις από περιστατικά πετρελαιοκηλίδας λήφθηκαν υπόψη για την ανάπτυξη των δεικτών ESI για τους τύπους των ακτογραμμών. Κάθε μία από τις μεταβλητές περιγράφεται αναλυτικά στη συνέχεια.

Πίνακας 3: Ταξινόμηση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας της ακτογραμμής

Δείκτης (ESI)	Περιγραφή	Δείκτης (ESI)	Περιγραφή
1A	Εκτεθειμένη βραχώδης ακτή	7	Παλιρροϊκά πεδία
1B	Εκτεθειμένες, τεχνητές υποδομές (κυματοθραύστες)		
1C	Εκτεθειμένοι πετρώδεις γκρεμοί	8A	Γκρεμοί από βράχια, ίλυ ή άργιλο και βραχώδεις ακτές που προστατεύονται
		8B	Προστατευμένα τεχνητά έργα
2A	Εκτεθειμένες στο κύμα, επίπεδες πλατφόρμες από βραχώδες υπόστρωμα, ιλύς ή άργιλο	8C	Προστατευμένοι κυματοθραύστες από ογκόλιθοι
2B	Εκτεθειμένοι γκρεμοί και απότομες πλαγιές από άργιλο	8D	Προστατευμένες πετρώδεις- βραχώδεις και χαλικώδεις ακτές
		8E	Ακτές από τύρφη
3A	Αμμώδεις παραλίες με λεπτόκοκκη έως μεσόκοκκη άμμο		
3B	Αμμώδεις παραλίες με απότομη κλίση	9A	Προστατευμένα παλιρροϊκά πεδία
		9B	Παράκτια χαμηλή βλάστηση
4	Αμμώδεις παραλίες με χονδρόκοκκη άμμο	9C	Υπεράλμυρα
5	Παραλίες με αμμοχάλικο	10A	Έλη αλμυρού νερού ή αλυκές
		10B	Έλη γλυκού νερού
6A	Παραλίες με χαλίκια (παιπάλες και κροκάλες)	10C	Βάλτος
6B	Κυματοθραύστες από ογκόλιθους και παραλίες με χαλίκι (κροκάλες)	10D	Μαγκρόβια βλάστηση

Πηγή: NOAA, 2002; ιδία επεξεργασία

Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της ακτογραμμής (Εικόνα 3) έχουν άμεση σχέση με τη προσπάθεια και το κόστος που χρειάζεται για να απομακρύνουν το πετρέλαιο από την ακτή. Οι ακτές μπορούν να βαθμονομηθούν συγκριτικά μεταξύ τους ανάλογα με το πόσο εύκολα μπορεί να αφαιρεθεί το πετρέλαιο. Για παράδειγμα οι βάλτοι ή οι αλυκές είναι πολύ πιο δύσκολο να καθαριστούν σε σχέση μία βραχώδη ακτή.



Εικόνα 3: Ταξινόμηση Ευαισθησίας Ακτογραμμής
Πηγή: Cedre, 2007; ιδία επεξεργασία

3.2.1. Τύπος Υποστρώματος

Ο τύπος του υποστρώματος καθορίζει την διείσδυση του πετρελαίου στη ζώνη της ακτογραμμής. Η διείσδυση και η παραμονή του πετρελαίου στο υπόστρωμα εξαρτώνται από το μέγεθος και το είδος των κόκκων. Η πιο μεγάλη διαφορά των υποστρωμάτων είναι μεταξύ των βραχωδών και των ανομοιογενών ιζημάτων. Στα ανομοιογενή ιζήματα, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα για διείσδυση και ταφή του πετρελαίου. Η διείσδυση και η ταφή είναι διαφορετικές διαδικασίες, αλλά όταν η μία ή και οι δύο συμβούν σε ιζηματογενή υποστρώματα, αυξάνεται η αντίσταση του πετρελαίου, και οδηγούνται πιθανότατα σε σοβαρές βιολογικές επιπτώσεις, κάνοντας τον καθαρισμό αρκετά πιο δύσκολο.

Διείσδυση συμβαίνει όταν το πετρέλαιο που βρίσκεται στην επιφάνεια της παραλίας βυθίζεται σε διαπερατά ιζήματα, το βάθος της διείσδυσης εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων του υποστρώματος και το βαθμό ταξινόμησης (εύρος τάξης μεγέθους των ιζημάτων). Μεγαλύτερη διείσδυση αναμένεται σε υποστρώματα που αποτελούνται από αδρή κοκκώδη άμμο, που είναι ομοιόμορφη σε μέγεθος κόκκου. Σε παραλίες με χαλίκι, η διείσδυση μπορεί να φτάσει

και το 1m. Όταν τα ιζήματα είναι πολύ λίγο ταξινομημένα, όπως στις παραλίες με αμμοχάλικο, το πετρέλαιο συνήθως βυθίζεται λιγότερο από 50 cm. Τα ιζήματα από ύλη παρουσιάζουν την μικρότερη διείσδυση και συνήθως είναι κορεσμένα με νερό, οπότε η διείσδυση του πετρελαίου είναι περιορισμένη. Οι κυματοθραύστες από ογκόλιθους έχουν μεγάλο πορώδες και επομένως επιτρέπουν τη βαθιά εισχώρηση του πετρελαίου και λειτουργούν ως χώροι αποθήκευσης για μεγάλο χρονικό διάστημα (NOAA, 2002).

Η ταφή του πετρελαίου συμβαίνει όταν καθαρά ιζήματα εναποτίθενται στην κορυφή των στρωμάτων πετρελαίου. Ο ρυθμός ταφής μπορεί να διαφέρει σημαντικά και μπορεί να γίνει και μετά και από 6 ώρες (μισός χρόνος ενός παλιρροιακού κύκλου) μετά την αρχική επαφή με το πετρέλαιο. Η πιο γρήγορη ταφή συνήθως συναντάται σε παραλίες με αδρή κοκκώδη άμμο, διότι έχουν την υψηλότερη κινητικότητα υπό κανονικές συνθήκες κυμάτων και παλίρροιας.

Από τον τύπο του υποστρώματος επηρεάζεται επίσης και η προσβασιμότητα στο χώρο, μέσω χερσαίου ή θαλάσσιου μέσου, κατά τη διάρκεια μίας επιχείρησης καθαρισμού. Σε γενικές γραμμές, οι παραλίες που έχουν εύκολη προσβασιμότητα κατατάσσονται χαμηλότερα στην κλίμακα ESI, από ότι οι απρόσιτες ακτές.

Οι τύποι υποστρώματος υποδιαιρούνται στις εξής κατηγορίες:

1. Βραχώδεις, το οποίο μπορεί να υποδιαιρεθεί σε διαπερατό ή αδιαπέρατο
2. Ιζήματα, που υποδιαιρούνται στις ακόλουθες κλάσεις βάσει του μεγέθους του κόκκου:
 - ύλς αποτελούμενη από άργιλο και πηλό, μικρότερη από 0,06mm
 - μεσαίου μεγέθους κοκκώδης άμμος με εύρος μεγέθους 0,06-1 mm
 - αδρή κοκκώδης άμμος με εύρος κόκκου από 1-2 mm
 - ψηφίδες με διάμετρο από 2-4 mm
 - βότσαλα (ή κροκάλη) με διάμετρο από 4-64 mm
 - Μεγάλη κροκάλη, εύρος μεγέθους από 64-256 mm
 - Στρογγυλεμένος ογκόλιθος, εύρος μεγέθους από 256 mm
3. Τεχνητές υποδομές, όπως:
 - κυματοθραύστες από ογκόλιθους, ή κερματισμένες πέτρες σε διάφορα μεγέθη, συνήθως μεγάλη κροκάλη, που είναι διαπερατοί στη διείσδυση πετρελαίου.
 - κυματοθραύστες που αποτελούνται από συμπαγές υλικό, όπως σκυρόδεμα ή χάλυβα, τα οποία είναι αδιαπέρατα στη διείσδυση πετρελαίου.

Ο τύπος της ακτογραμμής μπορεί να αναγνωριστεί μέσω πολλών πηγών: από τοπογραφικούς ή θεματικούς χάρτες και μελέτες, από τοπική γνώση και από τεχνικές τηλεπισκόπησης, όπως χαμηλού υψομέτρου πτήσεις, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης. Παρ'ολ'αυτά όταν μία μελέτη βασιστεί σε δεδομένα τηλεπισκόπησης, απαραίτητη είναι η επιτόπια αυτοψία στο πεδίο για επικύρωση των δεδομένων και για συμπλήρωση των υπολειπόμενων δεδομένων (IPIECA et al, 2012).

3.2.2. Παράκτια Κλίση

Η κλίση της παράκτιας ζώνης χαρακτηρίζεται ως απότομη ($> 30^\circ$), μέτρια ($5^\circ - 30^\circ$) ή επίπεδη ($< 5^\circ$). Οι απότομες παράκτιες ζώνες έχουν υψηλή ικανότητα φυσικού καθαρισμού σε σχέση με τις επίπεδες (NOAA, 2002).

3.2.3. Κυματική και Παλιρροϊκή Ενέργεια

Η ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας και των παλιρροιών καθορίζει κατά κύριο βαθμό την έκθεση των παράκτιων περιοχών. Όταν τα κύματα είναι κατά βάση μεγάλα, οι επιπτώσεις των πετρελαιοκηλίδων σε εκτεθειμένους οικότοπους είναι μειωμένη. Ομοίως, η παλιρροϊκή ενέργεια είναι σημαντική για τις ενδεχόμενες επιπτώσεις της πετρελαιοκηλίδας στους παράκτιους οικότοπους.

Ο συνδυασμός κυματικής και παλιρροϊκής ενέργειας δημιουργεί μία διαρκή ροή κατά μήκος της ακτογραμμής. Στο πλαίσιο μίας περιοχής μελέτης, ο βαθμός της ενέργειας ενός τμήματος της ακτογραμμής αξιολογείται σε σχέση με τα συνολικά επίπεδα ενέργειας στην περιοχή. Οι ακτογραμμές υψηλής ενέργειας (1A-2B) είναι συνήθως εκτεθειμένες σε μεγάλα κύματα και δυνατά παλιρροϊκά ρεύματα σε όλες τις εποχές. Συνήθως συναντώνται στις απομακρυσμένες ακτές μίας περιοχής ή όπου οι κυρίαρχοι άνεμοι χτυπούν κατευθείαν την ακτή. Στις ακτογραμμές μέσης ενέργειας (3A-7) συναντώνται συνήθως εποχιακά μοτίβα στη συχνότητα των θυελλών και το μέγεθος των κυμάτων. Οι ακτογραμμές χαμηλής ενέργειας (8A-10E) προστατεύονται από την κυματική και παλιρροϊκή ενέργεια, εκτός από ορισμένα σπάνια ή σποραδικά φαινόμενα. Κατά γενικό κανόνα, οι ακτογραμμές υψηλής ενέργειας δε θα πρέπει να χαρτογραφούνται πλησίον των ακτογραμμών χαμηλής ενέργειας, εκτός αν υπάρχει μία σημαντική αλλαγή στον προσανατολισμό της ακτογραμμής ή υπάρχει κάποιο υπεράκτιο εμπόδιο που ελαχιστοποιεί την κυματική ενέργεια (NOAA, 2002).

Οι ακτογραμμές υψηλής ενέργειας έχουν υψηλή φυσική ικανότητα καθαρισμού, συνήθως από μερικές ημέρες έως εβδομάδες. Οι ακτογραμμές μεσαίας ενέργειας, θα αποβάλλουν το πετρέλαιο που έχει εισχωρήσει σε αυτές όταν το επόμενο γεγονός υψηλής ενέργειας συμβεί, το οποίο μπορεί να είναι λίγες μέρες ή και μήνες μετά από την ρύπανση. Οι ακτογραμμές χαμηλής ενέργειας έχουν χαμηλή φυσική ικανότητα καθαρισμού, η οποία είναι ιδιαίτερα αργή και συνήθως γίνεται μετά από χρόνια (NOAA, 2002).

3.2.4. Βιολογική Παραγωγικότητα και Ευαισθησία

Η βιολογική παραγωγικότητα των οικοτοπών της παραλιακής ζώνης αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της ταξινόμησης ESI. Οι βάλτοι και η μαγκρόβια βλάστηση, έχουν την υψηλότερη κατάταξη στην κλίμακα ESI, δεδομένης της πιθανότητας μακροχρόνιων επιπτώσεων εξαιτίας της έκθεσης στο πετρέλαιο αλλά και της πιθανής ζημιάς που θα προκληθεί από τις ενέργειες καθαρισμού σε αυτών των τύπων οικοτόπων. Οι παραλίες με λεπτόκοκκη άμμο κατατάσσονται χαμηλά στην κλίμακα ESI (ESI 3) ενώ τα αβαθή νερά κατατάσσονται σε υψηλότερο επίπεδο της κλίμακας ESI, λόγω της υψηλής βενθικής παραγωγικότητας και της σημασίας τους ως περιοχές σίτισης των ψαριών και των πτηνών. Η παρουσία άλλων ευαίσθητων πόρων σε ένα τμήμα της ακτογραμμής, όπως είναι οι φωλιές θαλασσίων χελωνών σε παραλίες με λεπτόκοκκη άμμο, δεν επηρεάζει τον δείκτη ESI. Η περιοδική παρουσία άλλων πόρων σε τμήμα της ακτογραμμής εξετάζεται κατά τη χαρτογράφηση των βιολογικών και ανθρώπινων πόρων.

3.2.5. Κύρια Χαρακτηριστικά της κλίμακας ESI

Στη συνέχεια παρατίθενται τα κύρια χαρακτηριστικά των κατηγοριών της κλίμακας ESI σύμφωνα με την NOAA.

Πρώτη Κατηγορία: Εκτεθειμένα, Αδιαπέρατα Υποστρώματα, με μεγάλη κλίση

Οι συγκεκριμένοι τύποι ακτογραμμών (1A, 1B και 1C) είναι εκτεθειμένοι σε υψηλής ενέργειας κύματα και παλιρροιακά κύματα, που τείνουν να κρατούν το πετρέλαιο στην ακτή (Εικόνα 4). Το υπόστρωμα είναι αδιαπέρατο (συνήθως βραχώδες ή από τσιμέντο), οπότε το πετρέλαιο παραμένει στην επιφάνεια, όπου με φυσικές διαδικασίες θα απομακρυνθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Συνήθως, δεν επηρεάζεται ο οικοτόπος της περιοχής και δε χρειάζεται να

γίνει καθαρισμός με τεχνικά μέσα. Η κλίση της διαπαλιρροϊκής ζώνης είναι μεγαλύτερη των 30 μοιρών.



Εικόνα 4: Εκτεθειμένος πετρώδης γκρεμός (ESI 1C)
πηγή: IPIECA et al, 2012

Δεύτερη Κατηγορία: Εκτεθειμένα, Αδιαπέρατα υποστρώματα, με κλίση μικρότερη των 30°

Οι τύποι ακτογραμμών 2A και 2B είναι εκτεθειμένοι σε υψηλή ενέργεια των κυμάτων, είναι αδιαπέρατοι από πετρέλαιο (με εξαίρεση τις συνθήκες μεγάλης νηνεμίας και χαμηλής παλίρροιας) και έχουν υψηλή φυσική ικανότητα καθαρισμού. Η κλίση της παλιρροιακής ζώνης είναι συνήθως μικρότερη των 30°, δημιουργώντας μία ευρύ διαπαλιρροϊκή ζώνη, μπορεί να είναι και μικρότερη από 5° και η διαπαλιρροϊκή ζώνη να έχει πλάτος εκατοντάδες μέτρα (Εικόνα 5). Στον συγκεκριμένο τύπο ακτογραμμών, το πετρέλαιο μπορεί να παραμείνει από μερικές εβδομάδες έως και μήνες. Οι βιολογικές επιπτώσεις μπορεί να είναι άμεσες και σοβαρές, κυρίως αν το πετρέλαιο λιμνάσει στα νερά των κοιλοτήτων των βράχων. Παρ'όλ'αυτά το πετρέλαιο συνήθως απομακρύνεται γρήγορα από τις κοιλότητες μέσω των κυμάτων. Ο καθαρισμός δεν είναι απαραίτητος εκτός αν πρέπει να προστατευτεί κάποιος πόρος, όπως τα θαλάσσια πτηνά.



Εικόνα 5: Εκτεθειμένες στο κύμα επίπεδες πλατφόρμες
από βραχώδες υπόστρωμα (ESI 2A)

Κατηγορία 3: Ημι-διαπερατό υπόστρωμα, μικρή πιθανότητα διείσδυσης και ταφής πετρελαίου

Η τρίτη κατηγορία (3A και 3B) χαρακτηρίζεται από ημι-διαπερατό (λεπτόκοκκη έως μεσόκοκκη άμμο) υπόστρωμα, με αρκετά υψηλή φυσική ικανότητα καθαρισμού (Εικόνα 6). Στο συγκριμένο τύπο συναντάται σχετικά χαμηλή πυκνότητα ενδοπανίδας.



Εικόνα 6: Αμμώδης Παραλία με λεπτόκοκκη έως μεσόκοκκη άμμο (ESI 3A)

Κατηγορία 4: Μέτρια Διαπερατότητα, μέση πιθανότητα διείσδυσης και ταφής πετρελαίου

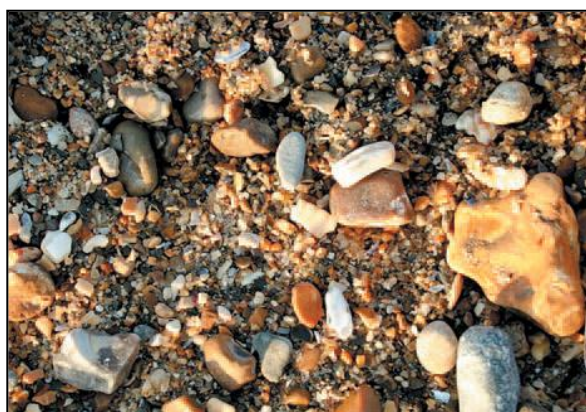
Η τέταρτη κατηγορία ESI χαρακτηρίζεται από μέτρια διείσδυση και ταφή πετρελαίου και έχει μέτρια φυσική ικανότητα καθαρισμού (Εικόνα 7). Το υπόστρωμα είναι διαπεράτο (αδρή κοκκώδης άμμος), με διείσδυση πετρελαίου έως 25 cm και η κλίση του υποστρώματος είναι ενδιάμεση, μεταξύ 5° και 15°. Στο συγκεκριμένο τύπο ακτογραμμής συναντώνται σχετικά χαμηλές πυκνότητες ενδοπανίδας.



Εικόνα 7: Αμμώδης παραλία με χονδρόκοκκη άμμο (ESI 4)

Κατηγορία 5: Μέτρια προς υψηλή διαπερατότητα, υψηλή πιθανότητα διείσδυσης και ταφής πετρελαίου, περιορισμένη φυσική ικανότητα καθαρισμού

Στην πέμπτη κατηγορία υπάρχουν σημαντικές χωρικές διαφοροποιήσεις στην κατανομή των μεγεθών των κόκκων, στην γραμμή του αιγιαλού συναντώνται πιο λεπτόκοκκα ιζήματα (άμμος έως κροκάλες) ενώ χονδρόκοκκα ιζήματα (μεγάλες κροκάλες έως ογκόλιθοι) συναντώνται προς το τέλος της παραλίας (Εικόνα 8). Αυτού του είδους το υπόστρωμα έχει μέτρια προς υψηλή διαπερατότητα (αμμοχάλικο), που επιτρέπει την διείσδυση πετρελαίου έως 50 cm. Η κλίση του εδάφους είναι ήπια μεταξύ των 8° και 15°. Οι πληθυσμοί ενδοπανίδας και επιπανίδας είναι χαμηλοί.



Εικόνα 8: Παραλία με αμμοχάλικο (ESI 5)
πηγή: IPIECA et al, 2012

Κατηγορία 6: Υψηλή διαπερατότητα, υψηλή πιθανότητα διείσδυσης και ταφής πετρελαίου

Στους συγκεκριμένους τύπους ακτογραμμής (6Α και 6Β) το πετρέλαιο διεισδύει βαθιά και η φυσική ικανότητα καθαρισμού είναι περιορισμένη, παρόλο που είναι εκτεθειμένοι στην ανοιχτή θάλασσα και την υψηλή ενέργεια των κυμάτων (Εικόνα 9). Το υπόστρωμα είναι υψηλά διαπερατό (χαλίκια) και η διείσδυση φτάνει έως 100 cm. Η κλίση είναι μέτρια έως απότομη, από 10° έως 20°. Αυτού του τύπου οι ακτογραμμές, καταλαμβάνουν τον υψηλότερο βαθμό από όλες τις παραλίες κυρίως εξαιτίας της πιθανότητας για αρκετά βαθιά διείσδυση πετρελαίου και επομένως του αργού φυσικού καθαρισμού τους.



Εικόνα 9: Αριστερά: Παραλία με χαλίκια (ESI 6A), πηγή: IPIECA et al, 2012 ;
δεξιά: Κυματοθραύστης από ογκολίθους (ESI 6B), πηγή: NOAA, 2007

Κατηγορία 7: Εκτεθειμένο, επίπεδο, διαπερατό υπόστρωμα

Τα εκτεθειμένα αβαθή νερά (ESI 7), έχουν εξαιρετικά διαπερατό υπόστρωμα που αποτελείται από άμμο, αν και μπορεί να υπάρχει και ιλύς και χαλίκια, η κλίση τους είναι μικρότερη των 3° , το πλάτος τους κυμαίνεται από λίγα μέτρα έως 1km και έχουν συνήθως υψηλή ενδοπανίδα (Εικόνα 10). Η διαδικασία καθαρισμού είναι συνήθως δύσκολη διότι είναι αυξημένη η πιθανότητα να διεισδύσει ποιο βαθιά το πετρέλαιο όταν προσπελάζεται το υπόστρωμα.



Εικόνα 10: Εκτεθειμένα αβαθή νερά (ESI 7),
πηγή: IPIECA et al, 2012

Κατηγορία 8: Περιοχές προστατευμένες από την ανοιχτή θάλασσα με αδιαπέρατο υπόστρωμα

Αυτής της κατηγορίας οι περιοχές (ESI 8A, 8B, 8C, 8D και 8E) είναι προστατευμένες από την ενέργεια των κυμάτων και τα δυνατά παλιρροϊκά ρεύματα και το υπόστρωμα τους είναι σκληρό, αποτελούμενο από βράχια, τεχνητά υλικά ή άκαμπτο άργιλο (Εικόνα 11). Η κλίση είναι σε γενικές γραμμές απότομη (μεγαλύτερη από 15°), με αποτέλεσμα να δημιουργείται μία στενή ζώνη παραλίας. Οι ανώμαλες επιφάνειες και μορφολογίες, αποτελούν παγίδες για μεγάλες ποσότητες πετρελαίου, όπου το πετρέλαιο παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα

εξαιτίας της χαμηλής ενέργειας των κυμάτων και συνήθως απαιτείται καθαρισμός. Σε αυτού του τύπου τις ακτές συναντάται πλούσια βιοποικιλότητα.



Εικόνα 11: αριστερά: Απότομες πλαγιές από πέτρες (ESI 8A), πηγή: IPIECA et al, 2012 ;
δεξιά: Προστατευμένα τεχνητά έργα (ESI 8B), πηγή: NOAA, 2007

Κατηγορία 9: Προστατευμένο, επίπεδο, με ημι-διαπερατό υπόστρωμα, συνήθως με πλούσια ενδοπανίδα

Η κατηγορία 9 χαρακτηρίζεται από αβαθή νερά ή θαλάσσιες περιοχές με μικρή υδροδυναμική κυκλοφορία (ESI 9A, 9B και 9C), όπου πρέπει να αποφεύγεται η χρήση χημικών διασκορπιστικών ουσιών πετρελαίου (Εικόνα 12). Το υπόστρωμα είναι επίπεδο (κλίση $< 3^\circ$) και αποτελείται κατά βάση από ήλυ. Το πλάτος της ακτής κυμαίνεται από λίγα μέτρα έως 1km. Το μαλακό υπόστρωμα και η περιορισμένη προσπελασιμότητα στα προστατευμένα αβαθή νερά περιορίζουν σημαντικά το καθαρισμό της περιοχής. Το γεγονός ότι οι συγκεκριμένες περιοχές μπορεί να είναι χώροι σίτισης πτηνών και περιοχή εκτροφής ψαριών, τις καθιστά ιδιαίτερα ευαίσθητες στην επίδραση πετρελαιοκηλίδας.



Εικόνα 12: Προστατευμένα αβαθή νερά (ESI 9A)
πηγή: NOAA, 2007

Κατηγορία 10: Υγροβιότοποι με Βλάστηση

Τα έλη, η μαγκρόβια βλάστηση (Εικόνα 13) και οι υπόλοιποι υγροβιότοποι με βλάστηση (ESI 10A, 10B, 10C και 10D) είναι τα πιο ευαίσθητα οικοσυστήματα επειδή έχουν υψηλή βιολογική αξία, δυσκολία στον καθαρισμό και πιθανότητα μακροχρόνιες επιδράσεις στους οργανισμούς που φιλοξενούν. Το υπόστρωμα τους είναι επίπεδο και ποικίλει από ήλυ έως άμμο.



Εικόνα 13: Μαγκρόβια βλάστηση (ESI 10D)
πηγή: IPIECA et al, 2012

3.3. Οικολογική Ευαισθησία

Για τον προσδιορισμό της ευαισθησίας μίας περιοχής απαραίτητη είναι και η χαρτογράφηση των περιοχών οικολογικής σημασίας, στην οποία συμπεριλαμβάνονται παράκτια είδη, είδη προς εξαφάνιση, οικοτόποι και φυσικοί πόροι που θα μπορούσαν να επηρεαστούν από μία πετρελαιοκηλίδα. Ο δείκτης ESI, που αναφέρθηκε παραπάνω, δεν λαμβάνει υπόψη την οικολογική ευαισθησία μίας περιοχής (IPIECA et al, 2012). Συγκεκριμένα, ο προσδιορισμός της οικολογικής ευαισθησίας περιλαμβάνει:

- Προστατευόμενες περιοχές και σημαντικές περιοχές για την βιοποικιλότητα.
- Διαφορετικούς τύπους παράκτιων οικοτόπων/οικοσυστημάτων.
- Περιοχές που συναντώνται είδη προς εξαφάνιση.

Οι βιολογικοί πόροι απειλούνται περισσότερο από πετρελαιοκηλίδες όταν (NOAA, 2002):

- Μεγάλος αριθμός ειδών συγκεντρώνεται σε μία μικρή περιοχή.
- Τα θαλάσσια ή υδρόβια είδη βγαίνουν στη ξηρά κατά τη διάρκεια ειδικών σταδίων της ζωής τους ή δραστηριοτήτων, όπως η ωοτοκία, η γέννα και η ανάπαυση.
- Τα αρχικά στάδια της ζωής ή σημαντικές δραστηριότητες αναπαραγωγής συμβαίνουν σε προστατευμένες παράκτιες ζώνες, όπου το πετρέλαιο τείνει να συγκεντρώνεται.

- Αποτελούν περιοχές ζωτικής σημασίας για την αναπαραγωγή.
- Φιλοξενούν είδη σπάνια, απειλούμενα ή που διατρέχουν κίνδυνο.
- Ένα σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού είναι πιθανόν να εκτεθεί σε πετρέλαιο.

Οι περιοχές που συνήθως χαρτογραφούνται είναι εκείνες που είναι ευάλωτες και ευαίσθητες σε πετρελαιοκηλίδα και φιλοξενούν είδη σπάνια, απειλούμενα, σε κίνδυνο, ή είδη που έχουν εμπορική αξία. Σε γενικές γραμμές δίνεται έμφαση σε παράκτια, θαλάσσια, υδρόβια είδη και οικοτόπους. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η ευαισθησία της ακτογραμμής ενός οικοτόπου μπορεί να είναι χαμηλή, αλλά η ευαισθησία των ειδών που τον χρησιμοποιούν μπορεί να είναι μεγάλη.

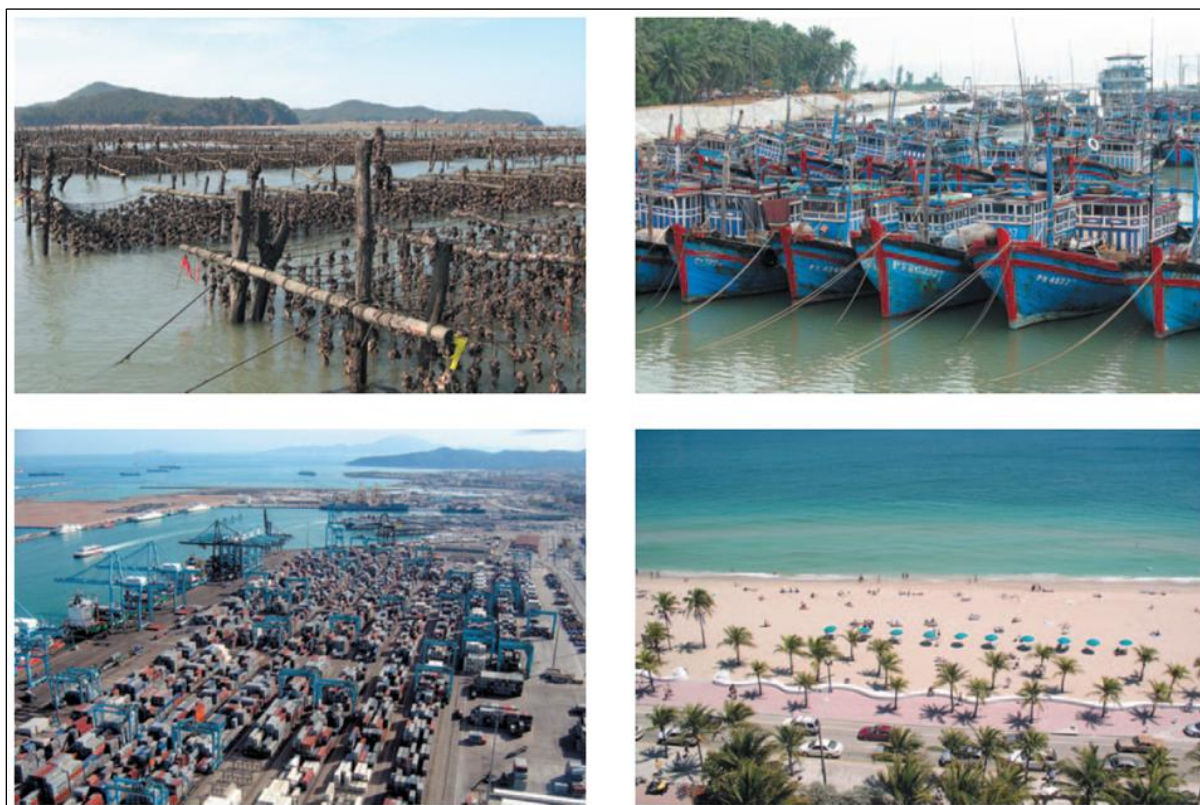
3.4. Κοινωνικοοικονομική Ευαισθησία

Η καταγραφή των ανθρώπινων πόρων είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό της ευαισθησίας της ακτογραμμής καθώς αποτελούν περιοχές ενδιαφέροντος σε περίπτωση περιστατικού πετρελαιοκηλίδας (Εικόνα 14). Τα κοινωνικοοικονομικά ευπαθή χαρακτηριστικά που πρέπει να χαρτογραφηθούν είναι: οι μη ζώντες πόροι που μπορεί να επηρεαστούν άμεσα από το πετρέλαιο, περιοχές που μπορεί να υποστούν οικονομική ζημία, για παράδειγμα να σταματήσουν να λειτουργούν αν έρθουν σε επαφή με το πετρέλαιο, και περιοχές που μπορεί να φανούν πολύτιμες σε ένα περιστατικό ρύπανσης για την πρόσβαση και τη στάση. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε διάφορες κατηγορίες (IPIECA et al, 2012):

- ερασιτεχνική, εμπορική αλιεία και ψαροχώρια
- υδατοκαλλιέργειες
- άντληση θαλασσινού νερού (εργοστάσιο παραγωγής αλατιού, εργοστάσιο αφαλάτωσης, βιομηχανική χρήση)
- τουρισμός και αναψυχή (ξενοδοχεία, εστιατόρια, μαρίνες, παραλίες, καταδύσεις κτλ)
- λιμενικές εγκαταστάσεις (συμπεριλαμβανομένου και των δραστηριοτήτων και των υποδομών τους)
- βιομηχανικές δραστηριότητες που βασίζονται στις θαλάσσιες μεταφορές
- υποδομές που σχετίζονται με την εξερεύνηση πετρελαίου, την παραγωγή και την μεταφορά
- ενάλιοι χώροι και αρχαιολογικοί χώροι
- περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους

Στη χαρτογράφηση των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών, σκοπός δεν είναι να εντοπιστούν όλες οι ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, τα εστιατόρια ή τα εργοστάσια εκτενώς, αλλά να εντοπιστούν οι δραστηριότητες και οι ζώνες που θα υποστούν το μεγαλύτερο αντίκτυπο. Ο συντονιστής των Χαρτών Ευαισθησίας θα πρέπει να ορίσει τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά πριν από την παραγωγή των Χαρτών. Η σχετική σημασία αυτών των χαρακτηριστικών και η ανάγκη για την προστασία τους σε περίπτωση πετρελαιοκηλίδας θα πρέπει να επιβεβαιωθεί από τους τοπικούς και περιφερειακούς φορείς χάραξης πολιτικής. Για παράδειγμα, σε ένα νησί που η πρωταρχική πηγή εσόδων του είναι ο τουρισμός, ίσως να δοθεί προτεραιότητα στις τουριστικές παραλίες του.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά μπορεί επίσης να υπόκεινται σε υψηλή εποχιακή διακύμανση, π.χ. τουριστική περίοδος, αλιευτική περίοδος, εποχή της υδατοκαλλιέργειας, κλπ. Επομένως, εάν είναι δυνατόν, οι εποχιακές πληροφορίες θα πρέπει να χαρτογραφηθούν και να προστεθούν ως πρόσθετες πληροφορίες που συνοδεύουν τους χάρτες.



Εικόνα 14: Παραδείγματα ευπαθών κοινωνικοοικονομικών δραστηριοτήτων (δεξιόστροφα από πάνω αριστερά): υδατοκαλλιέργεια, αλιευτικές δραστηριότητες, τουριστικές παραλίες και λιμενικές και βιομηχανικές δραστηριότητες

πηγή: IPIECA et al, 2012

3.5. Χαρτογράφηση Περιοχών που Υπάρχει Αυξημένος Κίνδυνος Ρύπανσης

Για την υποστήριξη των Χαρτών Ευαισθησίας και τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου σχεδίου έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο, απαραίτητη είναι η αναγνώριση των πιθανών πηγών ατυχηματικής ρύπανσης και η χαρτογράφηση τους. Πιθανές πηγές ρύπανσης είναι οι ακόλουθες (IPIECA et al, 2012; ΦΕΚ 6Α 2002):

- Υπεράκτιες δραστηριότητες εκμετάλλευσης πετρελαίου (κοιτάσματα πετρελαίου, εγκαταστάσεις έρευνας και παραγωγής συμπεριλαμβανομένων και των πλατφόρμων, πλωτές μονάδες αποθήκευσης και εκφόρτωσης παραγωγής)
- Χερσαίες δραστηριότητες εκμετάλλευσης πετρελαίου (εγκαταστάσεις εξερεύνησης, παραγωγής, αποθήκευσης, διύλισης και μεταφοράς)
- Θαλάσσιες μεταφορές (λωρίδες κυκλοφορίας, λιμενικές υποδομές συμπεριλαμβανομένης της φόρτωσης / εκφόρτωσης, ανεφοδιασμού καυσίμων, επιβατικής κίνησης)
- άλλες πιθανές πηγές ρύπανσης από πετρέλαιο (βυθισμένα πλοία κτλ)

3.6. Χαρτογράφηση Υλικοτεχνικών και Επιχειρησιακών Χαρακτηριστικών

Στα Επιχειρησιακά Σχέδια θα πρέπει επίσης να συμπεριλαμβάνονται υλικοτεχνικά και επιχειρησιακά δεδομένα, τα οποία θα πρέπει να είναι ακριβή, επαρκώς τεκμηριωμένα και ενημερωμένα.

Κατά τη διάρκεια περιστατικού ρύπανσης οι αρμόδιοι φορείς θα πρέπει να έχουν όσο το δυνατόν πιο λεπτομερείς πληροφορίες, να γνωρίζουν την ακριβή θέση του ατυχήματος, τις θέσεις που υπάρχουν αποθήκες αντιρρυπαντικού εξοπλισμού και τα είδη και τα αποθέματα που υπάρχουν σε αυτές καθώς και τα διαθέσιμα πλωτά και χερσαία μέσα που θα συνδράμουν στο περιστατικό.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

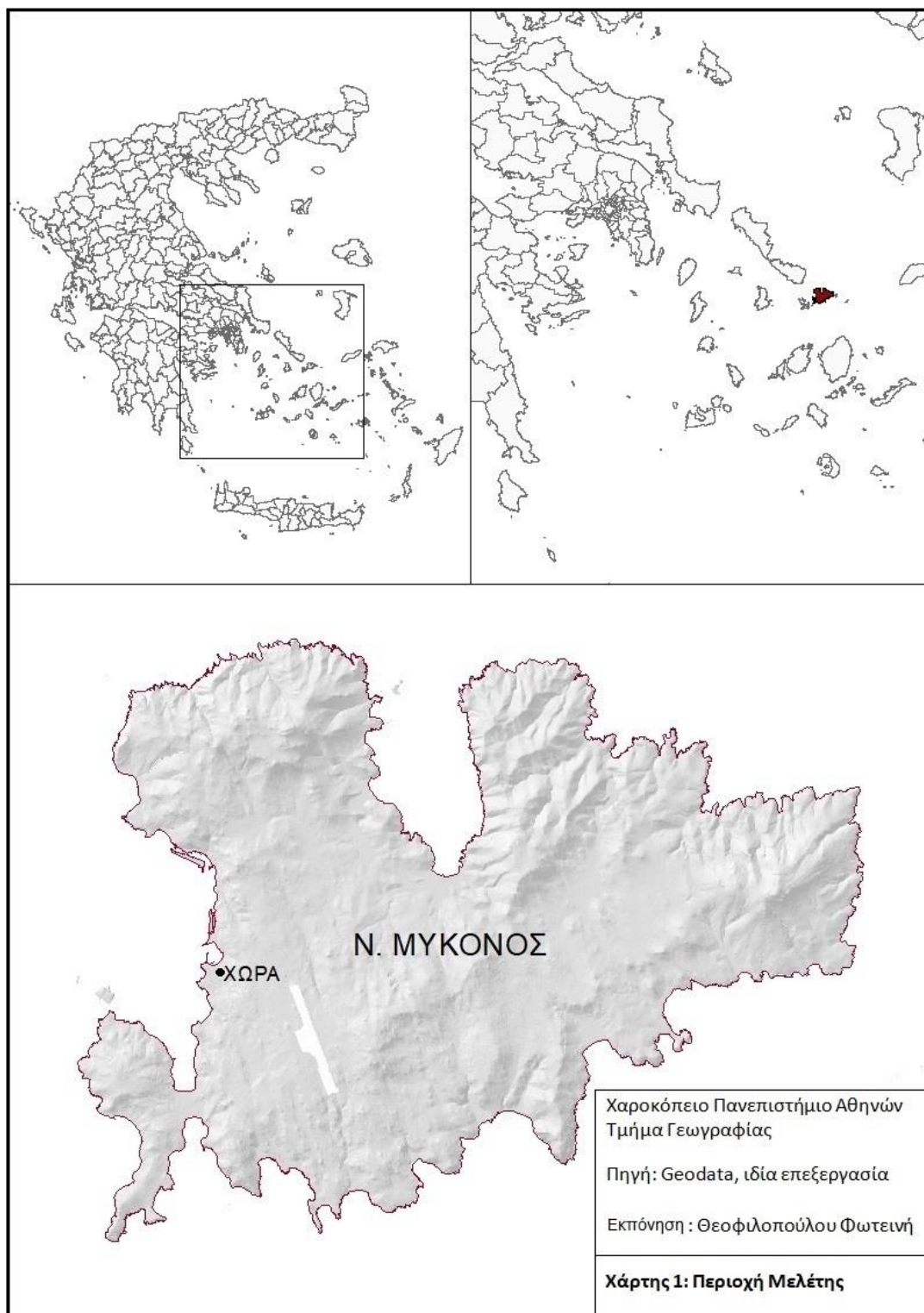
Η εκτίμηση της ευαισθησίας της ακτογραμμής σε πιθανότητα εκδήλωσης περιστατικού πετρελαιοκηλίδας εφαρμόζεται στην παρούσα εργασία στο νησί της Μυκόνου. Προτού όμως αναλυθεί η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, απαραίτητη είναι η παρουσίαση και περιγραφή των χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης.

Η Μύκονος βρίσκεται στην περιοχή του Κεντρικού Αιγαίου (Χάρτης 1) και ανήκει στο σύμπλεγμα των Κυκλάδων. Συγκεκριμένα, το νησί εκτείνεται σε γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 30' 00''$ έως $37^{\circ} 24' 00''$ Β και σε γεωγραφικό μήκος $25^{\circ} 17' 00''$ έως $25^{\circ} 28' 00''$ Α. Το νησί έχει πληθυσμό 10.134 άτομα (απογραφή του 2011) και καλύπτει έκταση περίπου $86,7 \text{ km}^2$. Διοικητικά αποτελείται από έναν δήμο, τον ομώνυμο δήμο Μυκόνου, έχει 12 οικισμούς και πρωτεύουσα του νησιού είναι η Χώρα που βρίσκεται στη δυτική πλευρά του. Το συνολικό μήκος της ακτογραμμής της Μυκόνου φτάνει τα 108.367 m.

Η Μύκονος αποτελεί τουριστικό κέντρο παγκόσμιας εμβέλειας και έναν από τους πιο διάσημους προορισμούς της Μεσογείου, καθώς ετησίως δέχεται πάνω από 1.000.000 επισκέπτες. Στο νησί κυρίως συναντώνται απότομες και βραχώδεις ακτές οι οποίες συχνά διακόπτονται από αμμώδεις παραλίες. Οι παραλίες της αποτελούν το σήμα κατατεθέν για το νησί, οι οποίες έχουν συντελέσει σε αρκετά μεγάλο βαθμό στην τεράστια τουριστική της ανάπτυξη εδώ και δεκαετίες.

Η θέση της περιοχής μελέτης στο κεντρικό Αιγαίο, ανάμεσα σε διαδρόμους κυκλοφορίας πλοίων (ship lanes) που συναντάται πυκνή κυκλοφορία (Εικόνα 15), ο έντονος θαλάσσιος τουρισμός της και οι άνεμοι που επικρατούν, θέτουν τις παράκτιες περιοχές της σε σοβαρούς κινδύνους πετρελαϊκής ρύπανσης.

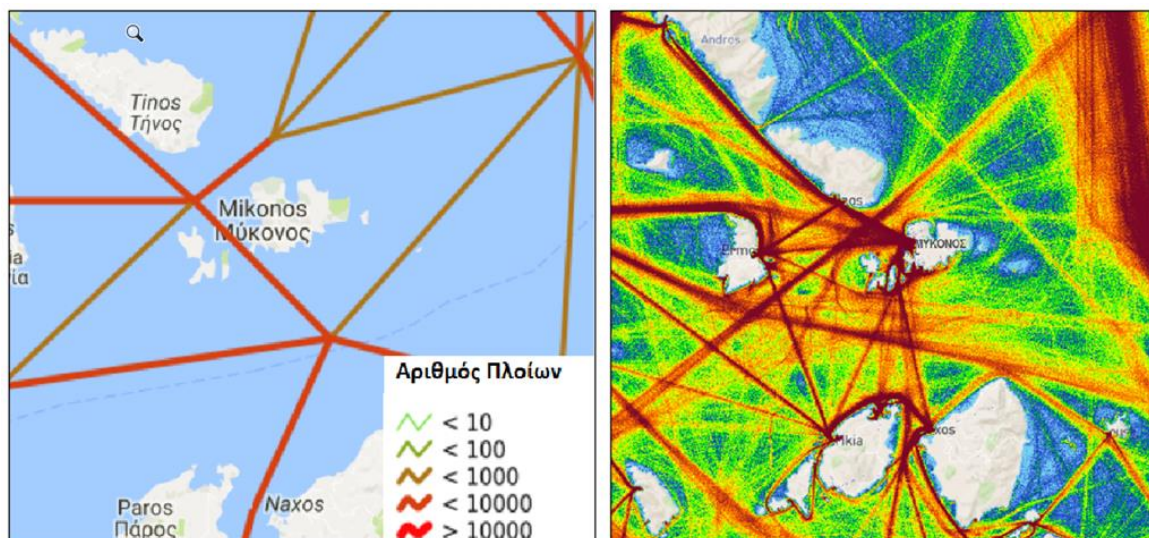
Επιπλέον, στη Μύκονο έχουν χαρακτηριστεί/θεσμοθετηθεί προστατευόμενες περιοχές (παράκτιοι υγρότοποι, καταφύγια άγριας ζωής κ.α.), οι οποίες παρατίθενται αναλυτικά στη συνέχεια, και όλο το νησί γενικότερα έχει χαρακτηριστεί ως Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους, σύμφωνα με την αριθμ. Γ/848/40/1980 Υπουργική Απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού και Επιστημών (ΦΕΚ 329Β, 1980), εντούτοις στη Μύκονο δεν συναντώνται προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000.



Χάρτης 1: Περιοχή Μελέτης, πηγή Geodata, ιδία επεξεργασία

Παράλληλα, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της Μυκόνου έχουν εντοπιστεί σπάνια είδη θαλάσσιων θηλαστικών, όπως είναι η μεσογειακή φώκια σύμφωνα με τις έρευνες που έχει διεξάγει η MOM (Εταιρεία για τη Μελέτη και Προστασία της Μεσογειακής Φώκιας).

Η τουριστική ανάπτυξη του νησιού, ο καθοριστικός ρόλος τον οποίο διαδραματίζουν οι παραλίες στην οικονομία του, η θέση του στο Κεντρικό Αιγαίο καθώς και όλοι οι παραπάνω λόγοι συντέλεσαν στην επιλογή του συγκεκριμένου νησιού ως περιοχή μελέτης στην παρούσα εργασία.



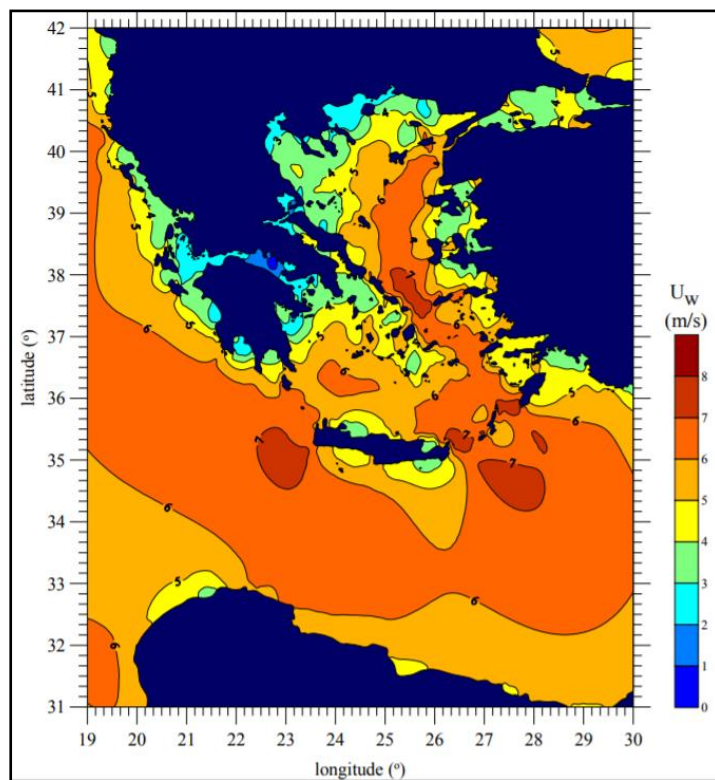
Εικόνα 15: Ημερήσια πυκνότητα κυκλοφορίας πλοίων > 300 GT, πηγή: <http://medgismar.rempec.org> (Αριστερή εικόνα) - Κυκλοφοριακή Πυκνότητα Επιβατηγών πλοίων, το έτος 2016 πηγή: marinetraffic.com (Δεξιά εικόνα)

4.1. Κλιματολογικά Στοιχεία

Το κλίμα της νήσου Μυκόνου κατατάσσεται στον εύκρατο τύπο του χερσαίου μεσογειακού, με μέσο θερμομετρικό εύρος που φθάνει στους 14,4°C περίπου, με ήπιο χειμώνα και σχετικά ξηρό καλοκαίρι.

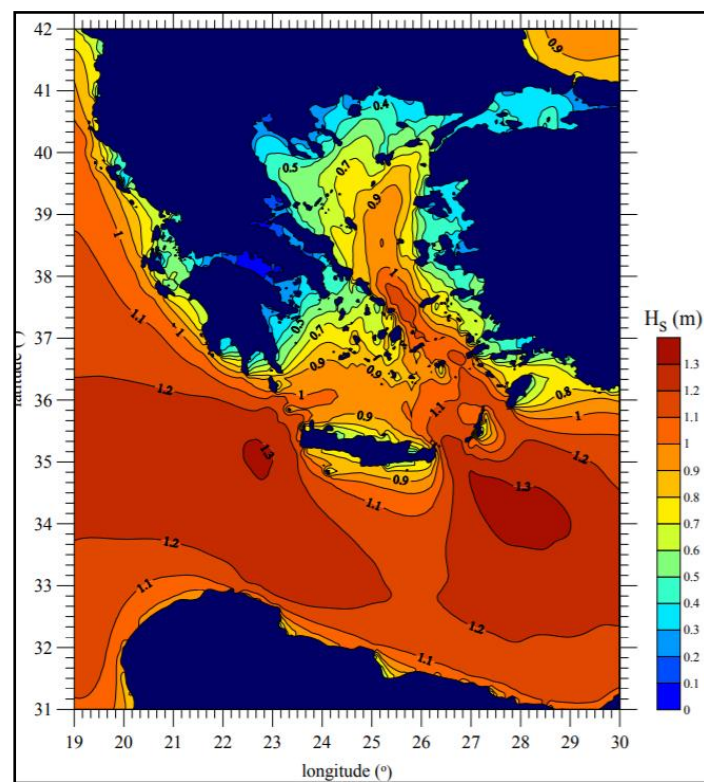
Οι επικρατούντες άνεμοι στην περιοχή είναι οι βόρειοι με ποσοστό εμφάνισης 38.5%, και ακολουθούν οι βορειοανατολικοί με ποσοστό εμφάνισης 15,5%. Το ποσοστό νηνεμίας είναι μικρό και φθάνει περίπου το 11,5%. Η ένταση των ανέμων είναι μέτρια και κυμαίνεται από 2 έως 7 Beaufort (Δήμος Μυκόνου, 2011).

Συμφώνα με τον Άτλαντα Ανέμου και Κύματος των Ελληνικών Θαλασσών (Σουκισιάν, 2007) η μέση ταχύτητα του ανέμου στη Μύκονο κυμαίνεται από 5 m/s (3 μποφόρ) στις δυτικές ακτές έως 7 m/s (4 μποφόρ) στις ανατολικές ακτές (Εικόνα 16) και αντιστοίχως το μέσο σημαντικό ύψος κυμαίνεται από 0,9 m έως 1,1 m (Εικόνα 17).



Εικόνα 16: Μέσης ταχύτητας ανέμου των ελληνικών θαλασσών (m/s)

Πηγή: Σουκισιάν, 2007

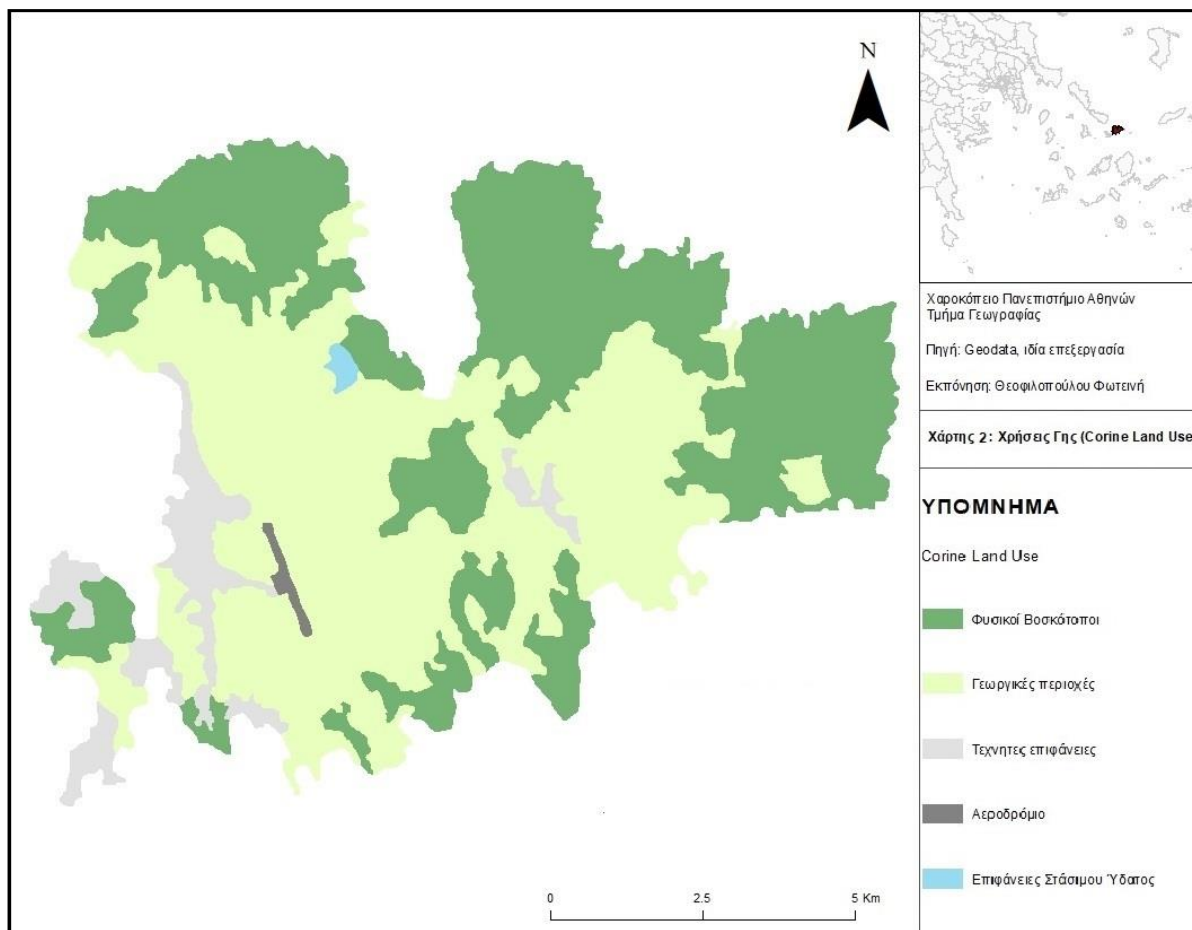


Εικόνα 17: Μέσο ετήσιο σημαντικό ύψος κύματος των ελληνικών θαλασσών

Πηγή: Σουκισιάν, 2007

4.2. Χρήσεις Γης Μυκόνου (Corine Land Use)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η συνολική επιφάνεια του νησιού είναι 86,7 km² και σύμφωνα με το Χάρτη Corine Land Use 2000, τα 37.172,23 στρέμματα (42,9%) είναι φυσικοί βοσκότοποι, τα 43.002,06 στρέμματα (49,6%) είναι γεωργικές περιοχές, τα 6.260,38 στρέμματα (7,2%) αποτελούν τεχνητές επιφάνειες (αστικός ιστός, εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής και αεροδρόμιο) και τα υπόλοιπα 265,5 στρέμματα (0,3%) αποτελούν επιφάνεια στάσιμου ύδατος.



Χάρτης 2: Χρήσεις Γης (Corine Land Use)
πηγή: Geodata, ιδία επεξεργασία

4.3. Περιοχές Οικολογικής Σημασίας

4.3.1. Παράκτιοι Υγρότοποι

Οι υγρότοποι της Μυκόνου έχουν ιδιαίτερο ορνιθολογικό ενδιαφέρον και είναι πάνω σε γραμμή περάσματος απειλούμενων μεταναστευτικών ειδών. Σύμφωνα με τη WWF στο νησί συναντώνται οι παρακάτω τρεις παράκτιοι υγρότοποι:

i. Εκβολή ρύακα Πανόρμου (ΜΥΚ001)

Η εκβολή Πανόρμου (Εικόνα 18) βρίσκεται στη δυτική πλευρά του κόλπου του Πανόρμου στη βόρεια μεριά της Μυκόνου και απέχει από τη Χώρα 4,4 Km στα Βόρεια-Βορειανατολικά. Η ευρύτερη περιοχή είχε απογραφεί και από το ΕΚΒΥ (Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων) το 1994 με κωδικό GR422351000 ως "Λιμνοθάλασσα Πάνορμου Μυκόνου". Πρόκειται για τις εκβολές δυο μικρών ρυάκων, στην μεγαλύτερη εκ των οποίων επίσης εκβάλλει και υπόγειος υδροφόρας που κρατάει νερό σε μια κοιλότητα κοντά στην παραλία για μερικούς μήνες του έτους. Η σημασία του υγρότοπου είναι σημαντική ως ενδιαίτημα άγριων ζώων και φυτών. Οι τύποι οικοτόπων που απαντώνται είναι: υποτυπώδεις κινούμενες θίνες, κινούμενες θίνες της ακτογραμμής, θίνες με βλάστηση σκληρόφυλλων θάμνων, ποταμοί της Μεσογείου με περιοδική ροή και καλαμώνες. Η βλάστηση περιορίζεται σε παρόχθιες λυγαριές *Vitexagnus-castus* κατά μήκος του ρύακα ενώ στα τελευταία μέτρα της εκβολής υπάρχουν εκατέρωθεν παρόχθια κοινά καλάμια *Phragmitesaustralis* και λίγα ψαθιά *Typhas*p. Ο υγρότοπος προστατεύεται από το Π.Δ. των μικρών νησιωτικών υγροτόπων της Ελλάδας (Υ422ΜΥΚ001, ΦΕΚ 229/ΑΑΠ/2012).



Εικόνα 18: Εκβολή ρύακα Πανόρμου Μυκόνου (ΜΥΚ001)
πηγή: WWF Ελλάς

ii. Ρέμα Μαού και Εκβολή Φωκό (ΜΥΚ004)

Η εκβολή Φωκό βρίσκεται 3,9 Km Βόρεια-Βορειανατολικά του οικισμού της Άνω Μεράς του Δήμου Μυκόνου (Εικόνα 19). Πρόκειται για εκβολή εποχικού ρύακα που στραγγίζει την ευρύτερη περιοχή του κάμπου της Άνω Μεράς στη βόρεια Μύκονο και Ανατολικότερα. Διατηρεί ποσότητα νερού στην τελευταία κοιλότητα πριν από την παραλία για μερικούς μήνες και ως το καλοκαίρι. Έχει σημασία για τα μεταναστευτικά πτηνά και αποτελεί ενδιαίτημα άγριων ειδών ζώων και φυτών. Οι οικοτόποι που απαντώνται είναι: μεσογειακά αλίπεδα,

ποταμοί της Μεσογείου με περιοδική ροή, υποτυπώδεις κινούμενες θίνες και υγρές κοιλότητες μεταξύ των θινών. Συναντάται αραιή βλάστηση στις όχθες του ρέματος κυρίως από κοινό καλάμι *Phragmites australis* και ψαθιά *Typha sp.*, ενώ στα γύρω εδάφη κυριαρχούν τα *Juncus* spp. Στη μεγάλη παραλία δεν υπάρχει σχεδόν καθόλου υποτυπώδης αμμοθινική βλάστηση αλλά αντιθέτως θίνες με βλάστηση σκληρόφυλλων θάμνων σε ψηλότερες θέσεις. Ο υγρότοπος προστατεύεται από το Π.Δ. των μικρών νησιωτικών υγροτόπων της Ελλάδας (Υ422ΜΥΚ004, ΦΕΚ 229/ΑΑΠ/2012).



Εικόνα 19: Ρέμα Μαού και Εκβολή Φωκό (ΜΥΚ004)
πηγή: WWF Ελλάς

iii. Έλος Χουλάκια (ΜΥΚ005)

Το έλος Χουλάκια βρίσκεται 4,3 Km Βόρεια-Βορειοδυτικά της χώρας της Μυκόνου, πιθανότατα βρίσκεται σε ιδιωτική έκταση και αποτελεί ενδιαίτημα άγριων ζώων και φυτών (Εικόνα 20). Το νερό είναι υφάλμυρο προς αλμυρό. Οι επικρατούντες οικοτόποι είναι οι λιμνοθάλασσες, μεσογειακά αλίπεδα και σκληρά-ολιγο-μεσοτροφικά ύδατα με χαροειδή. Η βλάστηση είναι υγρολιβαδική με κυρίαρχα τα *Juncus* spp. Δεν συναντώνται κάποιες δραστηριότητες στον υγρότοπο, ενώ η λεκάνη απορροής κυριαρχείται από υποβαθμισμένους θαμνώνες και φρύγανα αλλά και διάσπαρτη δόμηση. Ο υγρότοπος προστατεύεται από το Π.Δ. των μικρών νησιωτικών υγροτόπων της Ελλάδας (Υ422ΜΥΚ005, ΦΕΚ 229/ΑΑΠ/2012).



Εικόνα 20: Έλος Χουλάκια (ΜΥΚ005)
πηγή: WWF Ελλάς

4.3.2. Παράκτιο Καταφύγιο Άγριας Ζωής

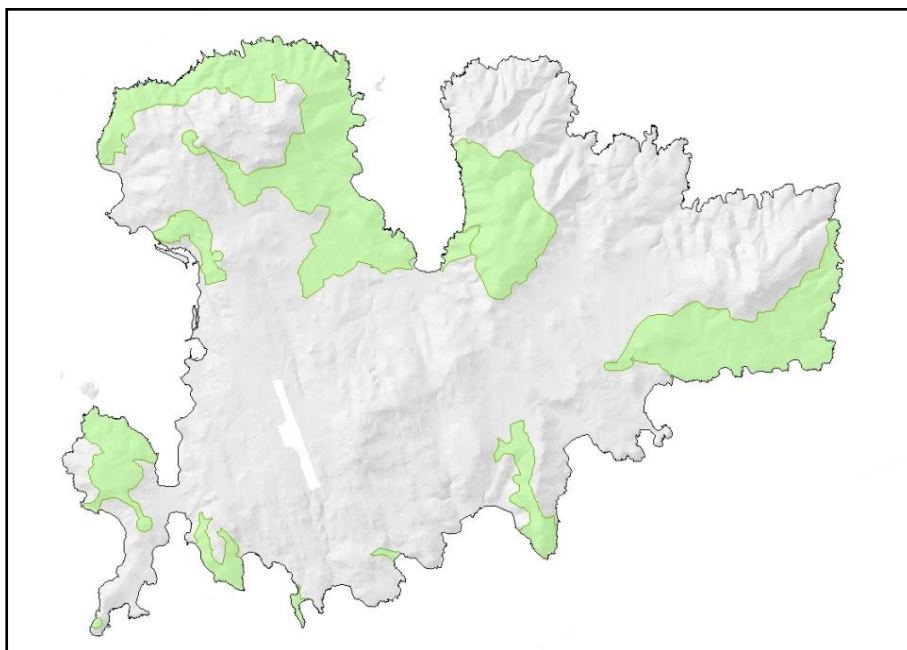
Στη Μύκονο έχουν θεσμοθετηθεί δύο Καταφύγια Άγριας Ζωής (Κ.Α.Ζ.), το ένα βρίσκεται Βόρεια του νησιού, στην περιοχή Μαράθι (ΦΕΚ 687Β, 1995) και το δεύτερο είναι παράκτιο και βρίσκεται Βόρειο Ανατολικά του νησιού, στη θέση «Τηγάνι – Προφήτης Ηλίας» Κοινότητας Άνω Μεράς Μυκόνου (ΦΕΚ 540Β, 1990), το οποίο έχει έκταση 6.500 στρέμματα (Εικόνα 21).



Εικόνα 21: Καταφύγια Άγριας Ζωής
πηγή: Geodata, ιδία επεξεργασία

4.3.3. Παράκτιες Περιοχές Προστασίας Φυσικού Τοπίου

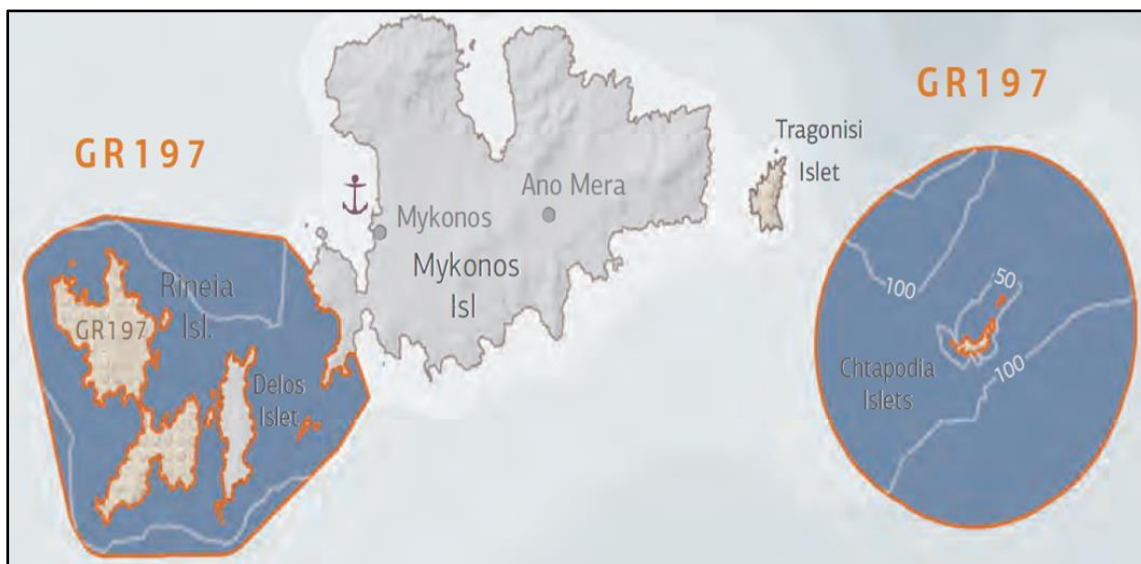
Στο νησί της Μυκόνου σύμφωνα με προεδρικό διάταγμα (ΦΕΚ 243/Δ/8-3-2005) έχουν χαρακτηριστεί ως περιοχές προστασίας φυσικού τοπίου (κωδ. 2.3.α6 και 2.3.α8) έντεκα παράκτια τμήματα τα οποία παρουσιάζονται στην Εικόνα 22.



Εικόνα 22: Παράκτιες Περιοχές Προστασίας Φυσικού Τοπίου
Πηγή: www.eea.europa.eu, ΦΕΚ 243/Δ/8-3-2005, ιδία επεξεργασία

4.3.4. Σημαντική Θαλάσσια Περιοχή για Πτηνά (IBA)

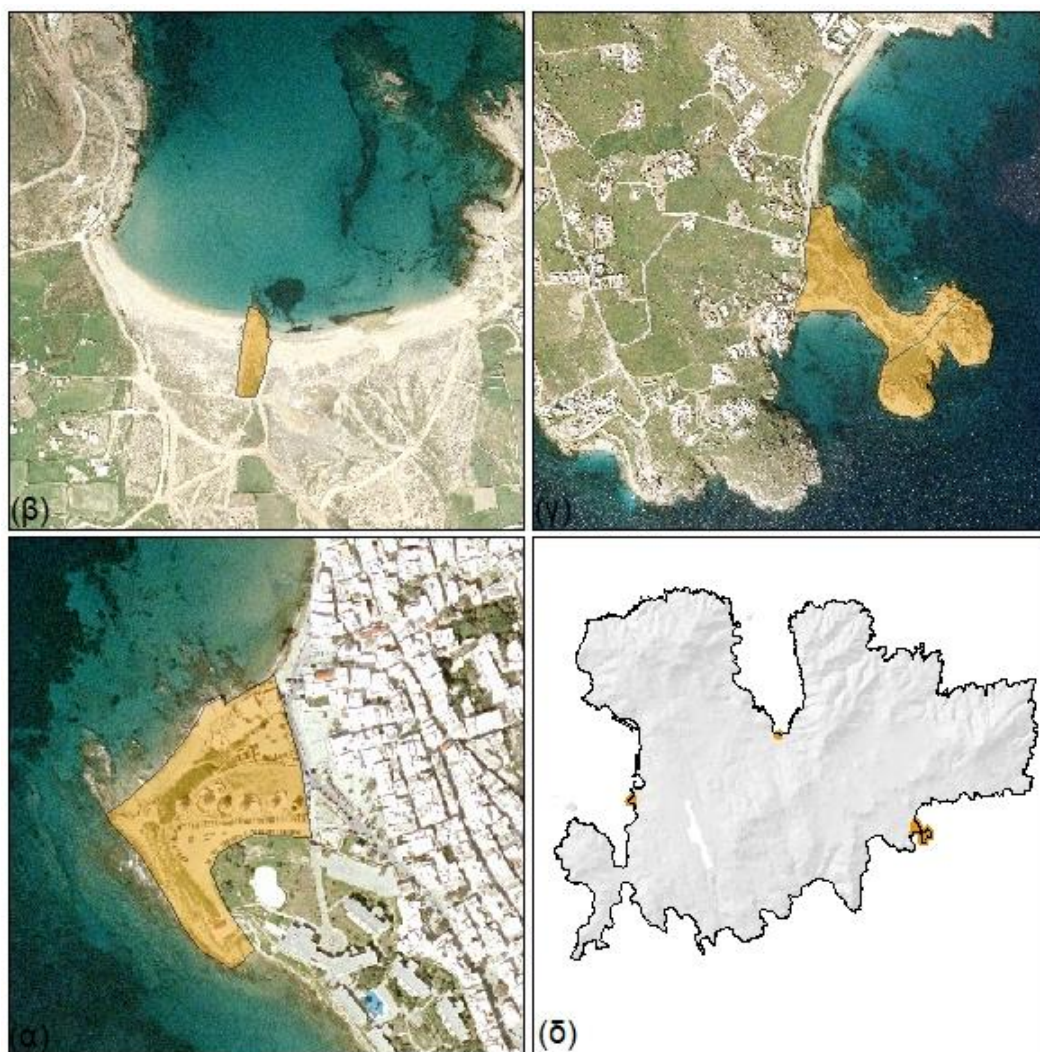
Το πρόγραμμα των Σημαντικών Περιοχών για τα Πτηνά (IBAs), έχει εντάξει στις βάσεις δεδομένων του ως σημαντική περιοχή για τα πτηνά, τη θαλάσσια ζώνη που περικλείει της νήσους Ρηνεία και Δήλο και ένα μικρό τμήμα της νοτιοδυτικής Μυκόνου, το οποίο εκτείνεται στα νότια του ακρωτηρίου Άγιος Γεώργιος έως και το ακρωτήριο Γλωσίδα στον Κόλπο του Όρνου (HOS Birdlife Greece, 2012). Επίσης, έχει συμπεριλάβει και τη θαλάσσια περιοχή που περικλείει τη νήσο Χταπόδια που βρίσκεται Νοτιανατολικά της Μυκόνου. Η εν λόγω ζώνη IBA (Εικόνα 23) καταλαμβάνει συνολικά 169 km² και φιλοξενεί αναπαραγωγικούς πληθυσμούς τριών ειδών θαλάσσιων πτηνών: αιγαιόγλαροι (Audouin's Gull), άρτεμης (Cory's Shearwaters) και μύχος της Μεσογείου (Yelkouan Shearwater).



Εικόνα 23: Σημαντική Θαλάσσια Περιοχή για Πτηνά, πηγή: HOS Birdlife Greece, 2012

4.4. Παράκτιοι Αρχαιολογικοί Χώροι

Στη Μύκονο υπάρχουν αρκετοί αρχαιολογικοί χώροι εκ των οποίων τρεις είναι παράκτιοι (Εικόνα 24). Σύμφωνα με την ΥΠΠΟ/ΑΡΧ/Α1/Φ43/21736/1223/19-6-1995 Υπουργική Απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού (ΦΕΚ 606B, 1995) έχουν κηρυχτεί ως αρχαιολογικοί χώροι: α) η ζώνη που βρίσκονται οι Ανεμόμυλοι στη Χώρα της Μυκόνου, καθώς σώζονται λείψανα αρχαίων τάφων (Εικόνα 24α) και β) ο λοφίσκος που βρίσκεται στο κέντρο της παραλίας της Φτελιάς (Εικόνα 24β) επί του οποίου σώζονται λείψανα πρώιμης Πρωτοκυκλαδικής εγκατάστασης (3200 - 2800 π.Χ.). Επιπλέον, σύμφωνα με τις ΥΠΠΟ/ΑΡΧ/Α1/Φ21/53162/2515/π.ε./9.7.91 (ΦΕΚ 576B, 1991) και ΥΠΠΟ/ΑΡΧ/Α1/Φ21/34782/1731/6-7-1994 (ΦΕΚ 555B, 1994) Υπουργικές Αποφάσεις έχει καθοριστεί ως αρχαιολογικός χώρος το ακρωτήριο Διβούνια, διότι σε αυτό υπάρχουν διάσπαρτα λείψανα προϊστορικού οικισμού (Εικόνα 24γ).



Εικόνα 24: Παράκτιοι Αρχαιολογικοί Χώροι ν. Μυκόνου

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας, η ευαισθησία θα αφορά πάντα στις επιπτώσεις της θαλάσσιας ρύπανσης από πετρέλαιο και τα παράγωγα του. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίζεται σε ενδελεχή βιβλιογραφική έρευνα και στην ανάλυση που έγινε στο Κεφάλαιο 3.

Ο συνολικός δείκτης παράκτιας ευαισθησίας θα προκύψει από τους εξής τρεις διαφορετικούς δείκτες ευαισθησίας: το δείκτη περιβαλλοντικής ευαισθησίας (ESI) που προτείνεται από την NOAA, τον οικολογικό δείκτη (ECI) και τον κοινωνικο-οικονομικό δείκτη (SOECO). Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε δεν αποτυπώνει τον απόλυτο αριθμό ευαισθησίας αλλά τη σχετική ευαισθησία μεταξύ των παράκτιων τμημάτων, η οποία ταξινομείται σε πέντε κατηγορίες ευαισθησίας (1|πολύ χαμηλή έως 5|πολύ υψηλή).

Ένα σχετικά απλό σύστημα κατάταξης της ευαισθησίας επιτρέπει στις μεταβλητές να ποσοτικοποιηθούν και άρα να εκφραστεί αριθμητικά η σχετική ευαισθησία της ακτής σε πετρελαιοκηλίδα. Μέσω αυτής της μεθόδου παράγονται τα αριθμητικά στοιχεία, τα οποία, αν και δε μπορούν να εξισωθούν άμεσα με τα ιδιαίτερα φυσικά αποτελέσματα, αποτελούν ένα σημαντικό μεθοδολογικό εργαλείο για τη χαρτογράφηση της ευαισθησίας της ακτογραμμής. Τελικός στόχος είναι η ταξινόμηση όλων των μεταβλητών σε ενιαία κλίμακα βαθμονόμησης, ώστε να μπορούν να συνεισφέρουν στο συνολικό Δείκτη Παράκτιας Ευαισθησίας.

Το λογισμικό που επιλέχθηκε για την διαχείριση και την επεξεργασία των γεωγραφικών δεδομένων είναι το ArcGIS 10.4.1. Για την οργάνωση των δεδομένων ορίστηκε κοινό σύστημα συντεταγμένων, το ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ 1987, EPSG: 2100). Όλα τα δεδομένα συλλέχθηκαν και αποδόθηκαν σε διανυσματική μορφή και συνδυάστηκαν έτσι ώστε να υπολογιστεί η συνολική ευαισθησία.

Αρχικά ψηφιοποιήθηκε η ακτογραμμή χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρα ψηφιακές Ορθοφωτογραφίες της Κτηματολόγιο Α.Ε. Μεγάλης Κλίμακας (LSO) με μέγεθος εικονοστοιχείου στο έδαφος 0,50 m (περίοδος λήψης 03/2007 – 09/2008) και πολύ Μεγάλης Κλίμακας (VLISO) με μέγεθος εικονοστοιχείου στο έδαφος 0,20 m (περίοδο λήψης 05/2007 – 09/2007) αλλά και αποσπάσματα δορυφορικών εικόνων της Υπηρεσίας Google Earth του 2016.

5.1. Χαρτογράφηση Περιβαλλοντικής Ευαισθησίας

Ο τύπος των τμημάτων της ακτογραμμής ταξινομήθηκε ιεραρχικά αναφορικά με την

ευαισθησία σε πετρελαιοκηλίδα σύμφωνα με το δείκτη ESI που προτείνεται από την NOAA (Ενότητα 3.2, Πίνακας 3). Ωστόσο, στην παρούσα εργασία επιλέχτηκε η ταξινόμηση να γίνει σε 5 κατηγορίες, ώστε να απλοποιηθεί η ιεράρχηση του δείκτη ESI (Πίνακας 4). Η συγκεκριμένη ταξινόμηση δηλώνει την ευαισθησία στο πετρέλαιο των τύπων των ακτογραμμών που συναντώνται στη Μύκονο, λαμβάνοντας υπόψη τις ακόλουθες μεταβλητές: τύπο υποστρώματος, κλίση της παράκτιας ζώνης, έκθεση στην ενέργεια των κυμάτων και βιολογική παραγωγικότητα/ευαισθησία.

Ακολουθώντας τη σχετική ταξινόμηση, σε κάθε τμήμα της ακτογραμμής αποδόθηκε μία τιμή. Η τιμή αυξάνεται όσο αυξάνεται και η ευαισθησία στο πετρέλαιο.

Πίνακας 4: Κατηγοριοποίηση του τύπου της ακτογραμμής ανάλογα με την περιβαλλοντική του ευαισθησία (ESI)

ESI (1 έως 10)	Απλοποιημένος ESI / Ευαισθησία	Περιγραφή	Μήκος Ακτογραμμής	
			(Km)	(%) του συνόλου
Κατηγορίες 1 και 2	Πολύ Χαμηλή (1)	-Εκτεθειμένες Βραχώδεις Ακτές -Εκτεθειμένα Τεχνητά Έργα	89,7	82,7
Κατηγορίες 3, 4 και 5	Χαμηλή (2)	-Αμμόδεις Παραλίες -Παραλίες με αμμοχάλικο	10,6	9,8
Κατηγορία 6	Μέτρια (3)	-Παραλίες με χαλίκια (παιπάλες και κροκάλες) -Κυματοθραύστες από ογκόλιθους	2,4	2,2
Κατηγορίες 7 και 8	Υψηλή (4)	-Προστατευμένες βραχώδεις ακτές -Προστατευμένα τεχνητά έργα	5,5	5,1
Κατηγορίες 9 και 10	Πολύ Υψηλή (5)	-Έλη αλμυρού νερού	0,2	0,2

Η κατηγοριοποίηση της ακτογραμμής ως προς το δείκτη ESI πραγματοποιήθηκε βάσει της παρατήρησης ψηφιακών Ορθοφωτογραφιών της Κτηματολόγιο Α.Ε (με χωρική ανάλυση 0,50 m και 0,20 m ανά pixel), δορυφορικών εικόνων της Υπηρεσίας Google Earth, φωτογραφιών της

πλατφόρμας tripinview.gr και αναλογικού γεωλογικού χάρτη κλίμακας 1:50.000 έκδοσης Ι.Γ.Μ.Ε.. Για την κατηγοριοποίηση της ακτογραμμής λήφθηκε υπόψη ότι οι άνεμοι που επικρατούν σε ετήσια βάση είναι βόρειοι.

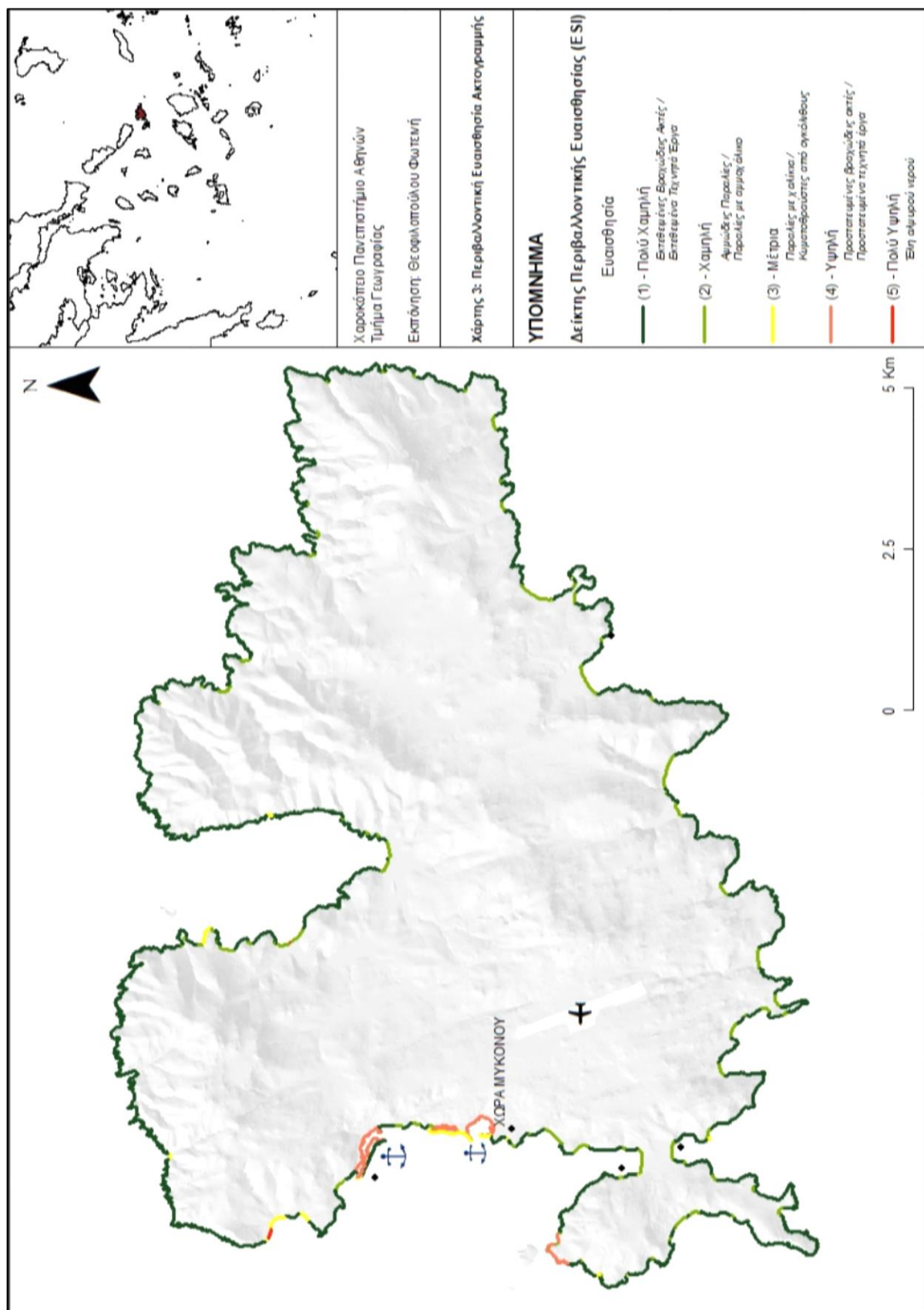
Στο Χάρτη 3 παρουσιάζεται η χαρτογραφική απεικόνιση της κατηγοριοποίησης της παράκτιας ζώνης βάσει της περιβαλλοντικής της ευαισθησίας.

Λαμβάνοντας υπόψη την ανωτέρω κατηγοριοποίηση, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο τμήμα της ακτογραμμής αποτελείται από εκτεθειμένες πετρώδεις ακτές και εκτεθειμένα τεχνητά έργα (πολύ χαμηλή ευαισθησία) τα οποία εκτείνονται σε μήκος 89,7 km και καταλαμβάνουν το 83% της συνολικής ακτογραμμής του νησιού. Οι αμμώδεις παραλίες και οι παραλίες με αμμοχάλικο (χαμηλή ευαισθησία) εμφανίζονται ανάμεσα στις βραχώδεις ακτές και έχουν συνολικό μήκος 10,6 km, αποτελώντας το 9,8 % της συνολικής ακτογραμμής.

Το μήκος των αμμωδών παραλιών και των παραλιών με αμμοχάλικο κυμαίνεται από 21 m έως 574 m. Οι περισσότερες παραλίες με μεγάλο μήκος εντοπίζονται στο νότιο μέρος του νησιού, το οποίο είναι προστατευμένο από τους βόρειους ανέμους. Οι πέντε μεγαλύτερες παραλίες του νησιού είναι οι εξής: Καλαφάτης (νότια, 574 m), Πάνορμος (βόρεια, 561 m), Ελιά (νότια, 558 m), Καλό Λιβάδι (νότια, 538 m) και η Φτελιά (βόρεια, 506 m).

Στη Μύκονο επίσης υπάρχουν και μικρές παραλίες με χαλίκια, η πιο γνωστή και μεγαλύτερη από τις οποίες είναι η παραλία Χουλιάκια που έχει μήκος 340 m και βρίσκεται Βορειοδυτικά. Ακολούθως μεγάλη ευαισθησία παρατηρείται στο εσωτερικό τμήμα των δύο λιμανιών του νησιού και σε ένα τμήμα της παράκτιας ζώνης που βρίσκεται Νοτιοδυτικά του νησιού και είναι προστατευμένο από τους κυματισμούς και τον άνεμο, καθώς έμπροσθεν του υφίσταται νησίδα. Στην περιοχή μελέτης, μόνο σε δύο παράκτια τμήματα συναντάται πολύ μεγάλη ευαισθησία, στη λιμνοθάλασσα που σχηματίζεται στην Εκβολή του ρύακα Πανόρμου και στο έλος Χουλιάκια (παράγραφος 4.3.1., Εικόνες 18 και 20).

Επομένως, σύμφωνα με την ταξινόμηση το 92,5% της ακτογραμμής χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή και χαμηλή περιβαλλοντική ευαισθησία, το 2,2% από μέτρια, το 5,3% από υψηλή και το 0,2% από πολύ υψηλή ευαισθησία (Πίνακας 4, Χάρτης 3).



Χάρτης 3: Περιβαλλοντική Ευαισθησία Ακτογραμμής

5.2. Χαρτογράφηση της Οικολογικής Ευαισθησίας

Στην Ενότητα 4.3. αποτυπώθηκαν αναλυτικά οι περιοχές περιβαλλοντικής σημασίας της ν.Μυκόνου, οι οποίες συγκεντρωτικά παρουσιάζονται στο Χάρτη 4.

Η επιλογή και η ιεράρχηση των επιμέρους μεταβλητών που συνθέτουν το δείκτη οικολογικής ευαισθησίας (ECI) ορίστηκαν με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία (NOAA, 2002; IPIECA et al, 2012; Santosa et al., 2012; Papadonikolaki et al, 2013; Oliveira et al, 2013) αλλά και μέσω υποκειμενικής ιεράρχησης αναγκών και προτεραιοτήτων.

Η κατάταξη των ευαίσθητων οικοσυστημάτων χωρίστηκε σε 4 τύπους βάσει της ιεραρχικής τους σχετικής σπουδαιότητας. Η μεγαλύτερη τιμή της ευαισθησίας (5|πολύ υψηλή) δόθηκε στους υγρότοπους και στη σημαντική θαλάσσια περιοχή για τα πτηνά (IBA), καθώς η σημασία τους ως ενδιαίτηματα άγριων ζώων και φυτών είναι σημαντική. Η οριοθετημένη θαλάσσια περιοχή για τα πτηνά αν και δεν είναι θεσμοθετημένη επιλέχτηκε να λάβει τη μέγιστη τιμή ευαισθησίας καθώς σε περίπτωση πετρελαιοκηλίδας διατρέχει άμεσο και σοβαρό κίνδυνο.

Στο παράκτιο καταφύγιο άγριας ζωής στη θέση «Τηγάνι – Προφήτης Ηλίας» Κοινότητας Άνω Μεράς Μυκόνου δόθηκε η τιμή 4|υψηλή ευαισθησία, ενώ στις παράκτιες ζώνες που έχουν χαρακτηριστεί ως περιοχές προστασίας φυσικού τοπίου δόθηκε η τιμή 3|μέτρια ευαισθησία.

Οι υπόλοιπες περιοχές της Μυκόνου δε διέπονται από καθεστώς προστασίας, εντούτοις το γεγονός ότι συναντάται πλούσια θαλάσσια και παράκτια πανίδα τις κατατάσσει στην κατηγορία της χαμηλής ευαισθησίας.

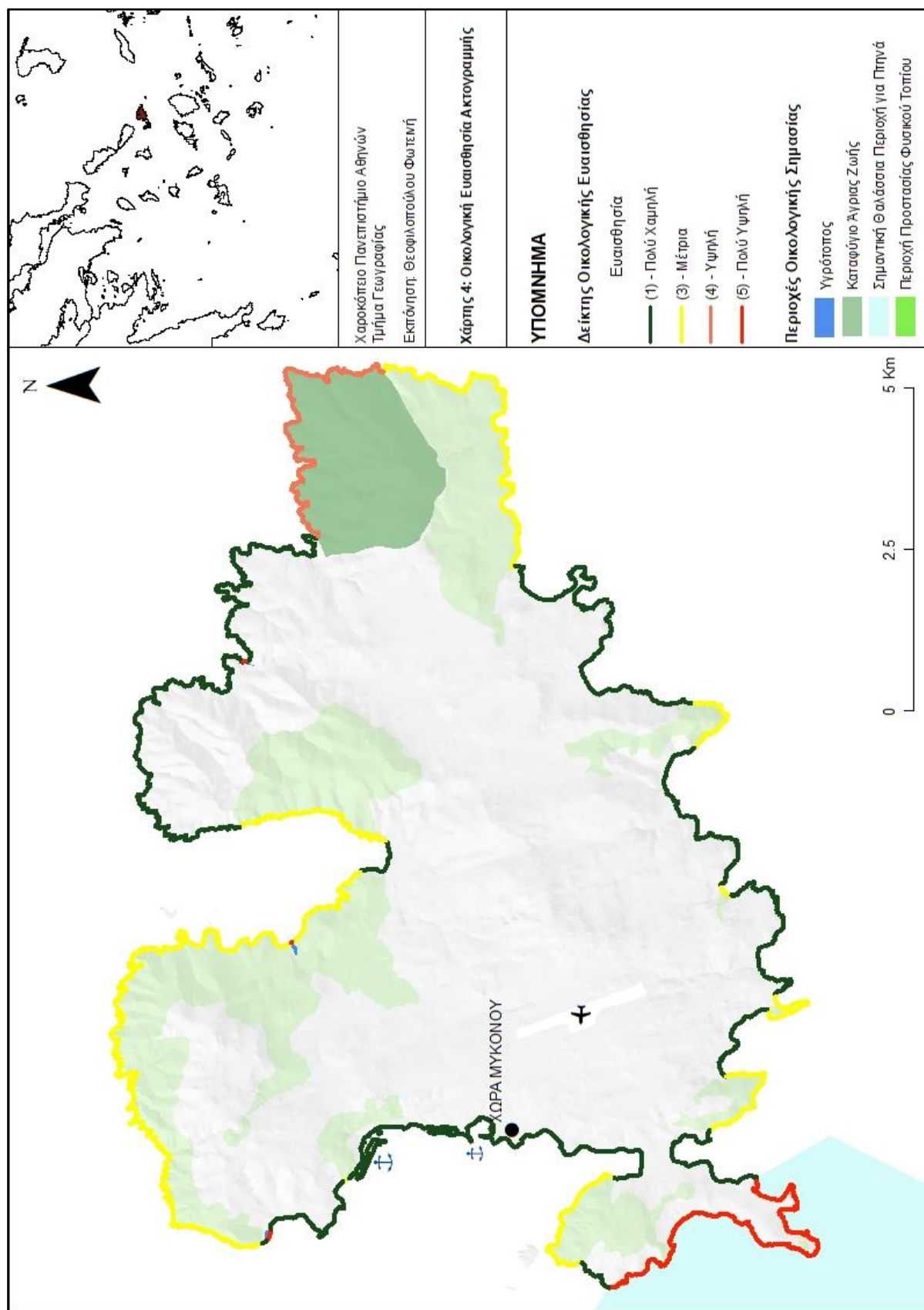
Στον Πίνακα 5 φαίνεται αναλυτικά η ιεράρχηση των προστατευομένων περιοχών και στο Χάρτη 4 η οικολογική ευαισθησία της παράκτιας ζώνης.

Σύμφωνα με την ταξινόμηση παρατηρείται ότι το 49,8% (53,9 Km) της ακτογραμμής διακρίνεται από πολύ χαμηλή ευαισθησία, το 35,9% (38,9 Km) από μέτρια ευαισθησία και το 14,3% (15,6 Km) από υψηλή και πολύ υψηλή ευαισθησία. Οι περιοχές Προστασία Φυσικού Τοπίου (3|μέτρια ευαισθησία) βρίσκονται διάσπαρτες στο νησί ενώ οι Υγρότοποι και το Καταφύγιο Άγριας Ζωής (5|Πολύ Υψηλή και 4|Υψηλή Ευαισθησία) συναντώνται στο βόρειο

τμήμα του.

Πίνακας 5: Κατηγοριοποίηση του τύπου της ακτογραμμής ανάλογα με την οικολογική του ευαισθησία (ECI)

Ευαισθησία ECI	Περιγραφή	Μήκος Ακτογραμμής	
		(Km)	(%) του συνόλου
Πολύ Χαμηλή (1)	-Λοιπές Περιοχές	53,9	49,8
Μέτρια (3)	-Περιοχές Προστασίας Φυσικού Τοπίου	38,9	35,9
Υψηλή (4)	- Καταφύγιο Άγριας Ζωής	7,0	6,4
Πολύ Υψηλή (5)	-Υγρότοποι (Εκβολή ρύακα Πανόρμου, Ρέμα Μαού και Εκβολή Φωκό και Έλος Χουλάκια)	0,2	0,2
	-Σημαντική Θαλάσσια Περιοχή για Πτηνά (IBA)	8,4	7,7



Χάρτης 4: Οικολογική Ευαισθησία Ακτογραμμής

5.3. Χαρτογράφηση της Κοινωνικοοικονομικής Ευαισθησίας

Η επιλογή και η ιεράρχηση των επιμέρους μεταβλητών που συνθέτουν το δείκτη κοινωνικοοικονομικής ευαισθησίας (SOECO) ορίστηκαν με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία (NOAA, 2002; IPIECA et al, 2012; Oliveira et al, 2013, Papadonikolaki et al, 2013; Fernandes et al, 2016) αλλά και με υποκειμενικά κριτήρια.

Σχετικά με την εκτίμηση της ευαισθησίας των ανθρώπινων πόρων λήφθηκαν υπόψη οι πιο σημαντικές κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο νησί. Συγκεκριμένα, βαθμονομήθηκαν με 5|πολύ υψηλή ευαισθησία η Χώρα της Μυκόνου και οι πολυσύχναστες παραλίες της που βρίσκονται πλησίον οικισμών, διότι η Χώρα αποτελεί το πιο πολυπληθές και τουριστικό σημείο στο νησί και αντίστοιχα οι παραλίες αποτελούν σημαντικό πόλο έλξης για τον τουρισμό. Αντιστοίχως, δόθηκε υψηλή τιμή ευαισθησίας στη ζώνη που βρίσκεται το Νέο Λιμάνι (Τουρλός) και στον κόλπο του Κορφού που βρίσκεται η μονάδα αφαλάτωσης, καθώς σε περίπτωση πετρελαιοκηλίδας υπάρχουν αυξημένες πιθανότητες να διακοπεί η εύρυθμη λειτουργία τους και να υπάρξουν σοβαρές συνέπειες. Τέλος, αποδόθηκε πολύ υψηλή τιμή ευαισθησίας και στους παράκτιους αρχαιολογικούς χώρους, καθόσον η επαφή με το πετρέλαιο και η διαδικασία απομάκρυνσης του θα αλλοιώσει την εξωτερική τους όψη και ενδεχομένως θα προκαλούσε φθορές στα δομικά και οργανικά τους υλικά. Αντιστοίχως οι υπόλοιπες περιοχές ταξινομήθηκαν βάσει του Πίνακα 6.

Στις περιοχές που δε συναντώνται ιδιαίτερες θαλάσσιες δραστηριότητες και δεν υπάρχουν παράκτιοι οικισμοί, επιχειρώντας μια πιο αυστηρή και ασφαλή αξιολόγηση της κατάστασης απεφεύχθη να αποδοθεί μηδενική ευαισθησία, θεωρώντας πως όλες παρουσιάζουν τουλάχιστον χαμηλή ευαισθησία, λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη ότι όλο το νησί της Μυκόνου αποτελεί τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.

Πίνακας 6: Κατηγοριοποίηση του τύπου της ακτογραμμής ανάλογα με την κοινωνικοοικονομική του ευαισθησία (SOECO)

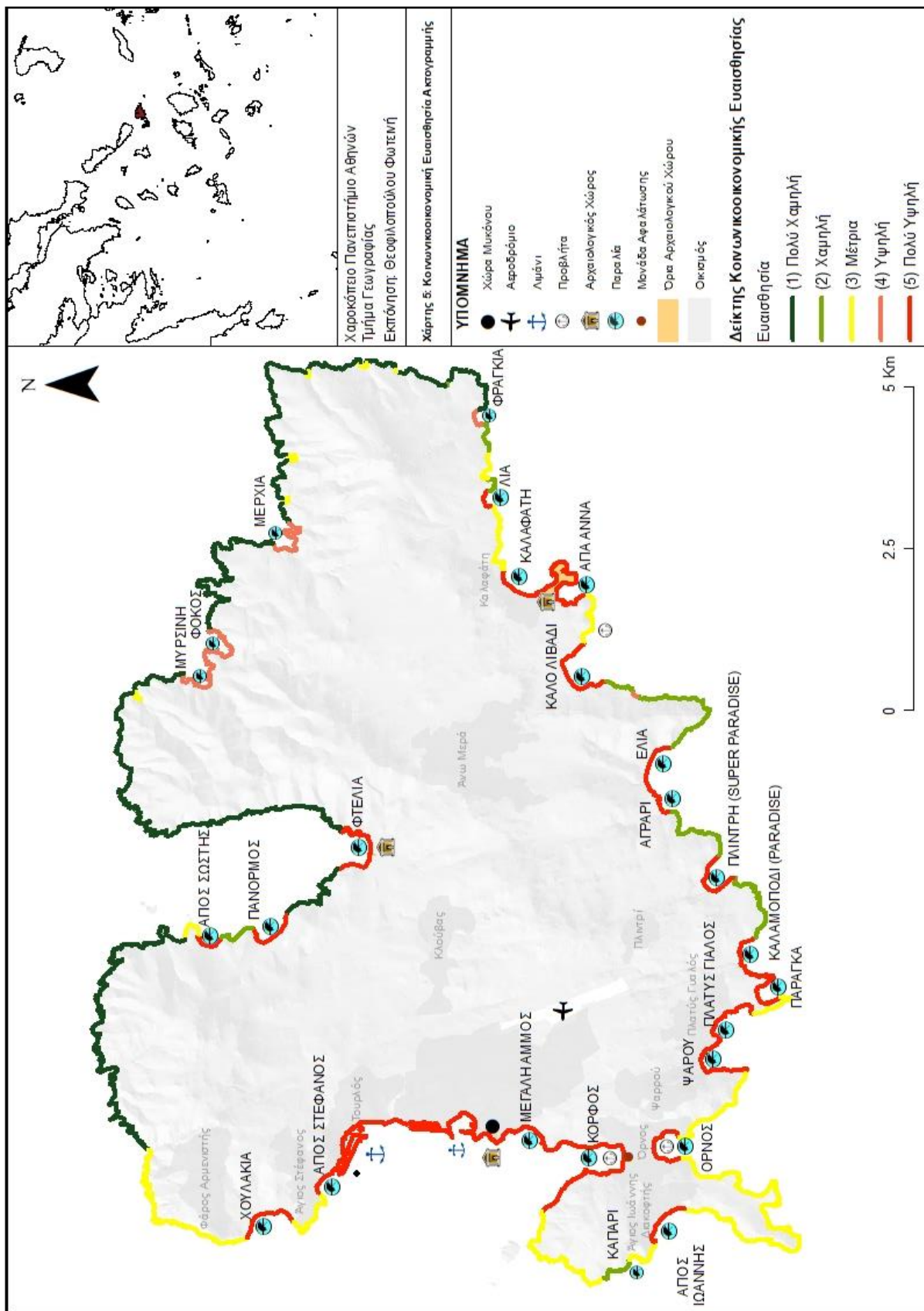
Ευαισθησία SOECO	Περιγραφή	Μήκος Ακτογραμμής	
		(Km)	(%) του συνόλου
Πολύ Χαμηλή (1)	- Λοιπές περιοχές	36,7	33,9
Χαμηλή (2)	-Βραχώδεις ακτές πλησίον ζωνών με χαμηλή δόμηση -Βραχώδεις ακτές ανάμεσα σε μεγάλες τουριστικές παραλίες -Μικρές παραλίες προσβάσιμες μόνο δια θαλάσσης	9,1	8,4
Μέτρια (3)	-Βραχώδεις ακτές πλησίον περιοχών με πυκνή δόμηση (οικισμοί και ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις) -Μικρές παραλίες δυσπρόσιτες (προσβάσιμες από μονοπάτι)	24,5	22,6
Υψηλή (4)	-Πολυσύχναστες παραλίες (μη οργανωμένες) προσβάσιμες οδικώς, οι οποίες είναι απομακρυσμένες από οικισμούς	5,0	4,6
Πολύ Υψηλή (5)	-Λιμάνι και Χώρα Μυκόνου -Κόλπος μονάδας αφαλάτωσης -Πολυσύχναστες παραλίες πλησίον ζωνών με πυκνή δόμηση (οικισμοί και ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις) -Παράκτιοι αρχαιολογικοί χώροι	33,1	30,6

Η περιοχή μελέτης μας είναι αρκετά μικρή και έχει μόλις δύο δημοτικές ενότητες (Μυκονίων και Άνω Μεράς), οπότε δεν ενδείκνυται να ληφθεί υπόψη το κριτήριο του πληθυσμού και της αλιευτικής δραστηριότητας. Κριτήρια τέτοιου τύπου λαμβάνονται υπόψη όταν συγκρίνονται διαφορετικοί δήμοι, νησιά, νομοί κτλ.. Επίσης, στο νησί δεν υπάρχουν μονάδες υδατοκαλλιέργειας ώστε να συμπεριληφθούν στην μελέτη ευαισθησίας.

Η ταξινόμηση της ακτογραμμής και σε αυτή την περίπτωση πραγματοποιήθηκε μέσω της φωτοερμηνείας αεροφωτογραφιών της Κτηματολόγιο Α.Ε. και δορυφορικών εικόνων της Υπηρεσίας Google Earth, παρατήρησης του Χάρτη του προγράμματος Corine Land Cover της περιοχής (Χάρτης 2) και τουριστικών χαρτών του νησιού.

Παρατηρώντας το Χάρτη 5, προκύπτει ότι πολύ υψηλή κοινωνικοοικονομική ευαισθησία συναντάται στη Δυτική πλευρά του νησιού που βρίσκεται η Χώρα, το παλιό και το νέο λιμάνι, στις νότιες παραλίες του νησιού και στις τρεις παραλίες που σχηματίζονται στον κόλπο του Πανόρμου. Στη Βορειοδυτική και Νοτιοδυτική πλευρά του νησιού παρατηρείται κατά βάση μέτρια ευαισθησία, ενώ στη Βόρεια και Βορειοανατολική πλευρά, πλην των παραλιών, συναντάται πολύ χαμηλή ευαισθησία.

Αναφορικά με την κοινωνικοοικονομική ευαισθησία, ενώ πάλι το μεγαλύτερο τμήμα των ακτογραμμών χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή ευαισθησία (33,9%), παρατηρείται ότι το ποσοστό είναι αρκετά μειωμένο σε σύγκριση με την αντίστοιχη περιβαλλοντική (82,7%) και οικολογική ευαισθησία (49,8%). Ομοίως, περίπου το ένα τρίτο του μήκους της ακτογραμμής (30,6%) έχει χαρακτηριστεί ως περιοχή πολύ υψηλής κοινωνικοοικονομικής ευαισθησίας, ποσοστό ιδιαίτερα αυξημένο σε σχέση με την αντίστοιχη περιβαλλοντική (0,2%) και οικολογική ευαισθησία (7,9%).



Χάρτης 5: Κοινωνικοοικονομική Ευαισθησία Ακτογραμμής

5.4. Χαρτογράφηση της Συνολικής Ευαισθησίας της Παράκτιας Ζώνης

Για τη σύνθεση του τελικού επιπέδου του δείκτη παράκτιας ευαισθησίας σε πετρέλαιο (ESM), σημαντικοί είναι οι συντελεστές βαρύτητας των τριών δεικτών ευαισθησίας, διότι από την επιλογή τους επηρεάζονται σχεδόν όλα τα κριτήρια ποιότητας, όπως είναι η ακρίβεια, η συνοχή και η διαλειτουργικότητα.

Σε ορισμένες μελέτες όπως των Santosa et al, 2012 και Oliveira et al, 2013 δόθηκε διπλάσια βαρύτητα στην κοινωνικοοικονομική μεταβλητή από ότι στις άλλες δύο, ενώ σε άλλες μελέτες όπως των Fernandes et al, 2016 δόθηκε ίδια ευαισθησία και στις τρεις μεταβλητές. Στην παρούσα εργασία, το τελικό επίπεδο του δείκτη παράκτιας ευαισθησίας θα προκύψει από τη σύνθεση των 3 επιμέρους δεικτών ESI, ECI και SOCIO αποδίδοντας τους την ίδια βαρύτητα, σύμφωνα με τον παρακάτω μαθηματικό τύπο (εξίσωση 1):

$$ESM = \frac{ESI + ECI + SOCIO}{3} \quad (1)$$

Η σύνθεση των διανυσματικών επιπέδων έγινε μέσω του ArcGis με την εντολή Intersect, η οποία δημιουργεί ένα νέο επίπεδο με την τομή των 3 επιπέδων των μεταβλητών, διατηρώντας την πληροφορία τους σε διαφορετικά πεδία του πίνακα ιδιοτήτων. Κατόπιν, εισήχθη ένα νέο πεδίο στο πίνακα δεδομένων του παραχθέντος επιπέδου, όπου και εφαρμόστηκε η εξίσωση του δείκτη παράκτιας ευαισθησίας.

Ο δείκτης ευαισθησίας, όπως αυτός διαμορφώνεται μέσα από τις επιμέρους παραμέτρους που τον αποτελούν, συνιστά ένα χρήσιμο εργαλείο για την «επιστημονικά ενημερωμένη» λήψη αποφάσεων σε περίπτωση ανάγκης. Χρησιμοποιείται ο όρος «ενημερωμένη» καθώς η εφαρμογή που προτείνεται, έχει ως στόχο να υποβοηθήσει τη λήψη αποφάσεων, δεν δύναται να αντικαταστήσει την ανθρώπινη κρίση και το υποκειμενικό στοιχείο που εμπεριέχει, αλλά στοχεύει στο να συμβάλει σε μια όσο το δυνατόν επιστημονικά στοιχειοθετημένη χάραξη πολιτικής. Με άλλα λόγια, κατά την περιγραφή της παραπάνω διαδικασίας έγινε ξεκάθαρο πως ο τρόπος με τον οποίο ταξινομήθηκαν τα διάφορα στοιχεία (οικολογικός και κοινωνικοοικονομικός δείκτης καθώς και η εξίσωση του δείκτη παράκτιας ευαισθησίας) αν και ενημερωμένος επιστημονικά βάσει υπάρχουσας βιβλιογραφίας, τελικά ήταν αρκετά

υποκειμενικός και στη συγκεκριμένη περίπτωση βασίστηκε στην κρίση του μελετητή. Αυτή ακριβώς η αδυναμία της διαδικασίας μπορεί να αποτελέσει τη δύναμή της: σε ένα ιδανικό σενάριο, εντάσσοντας το συγκεκριμένο εργαλείο στο πλαίσιο μιας συμμετοχικής διαδικασίας λήψης αποφάσεων, θα δοθεί η δυνατότητα να συγκεραστούν οι υποκειμενικές αντιλήψεις ενδιαφερομένων φορέων, οι οποίοι θα ενημερώσουν και θα ενημερωθούν από τα επιστημονικά δεδομένα και τελικά θα καθοδηγήσουν τη διαδικασία σε μια τόσο επιστημονικά στοιχειοθετημένη όσο και κοινά συμφέρουσα λύση.

Κατόπιν της ταξινόμησης της παράκτιας ζώνης προκύπτει ότι οι τιμές του δείκτη συνολικής παράκτιας ευαισθησίας κυμαίνονται μεταξύ των τιμών 1 έως 5, με μέση τιμή 2,58, διάμεσο 2,67 και τυπική απόκλιση 0,63. Τα παραγόμενα κατηγοριοποιήθηκαν σε 5 κλάσεις με τη μεθοδολογία των φυσικών διαστημάτων (Natural Breaks, Jenks), η οποία αναγνωρίζει τις απότομες μεταβολές μεταξύ των τιμών (Πίνακας 7, Χάρτης 6). Η συγκεκριμένη μέθοδος ενδείκνυται όταν οι τιμές δεν είναι κατανεμημένες ομοιόμορφα.

Πίνακας 7: Κατηγοριοποίηση Δείκτη Παράκτιας Ευαισθησίας

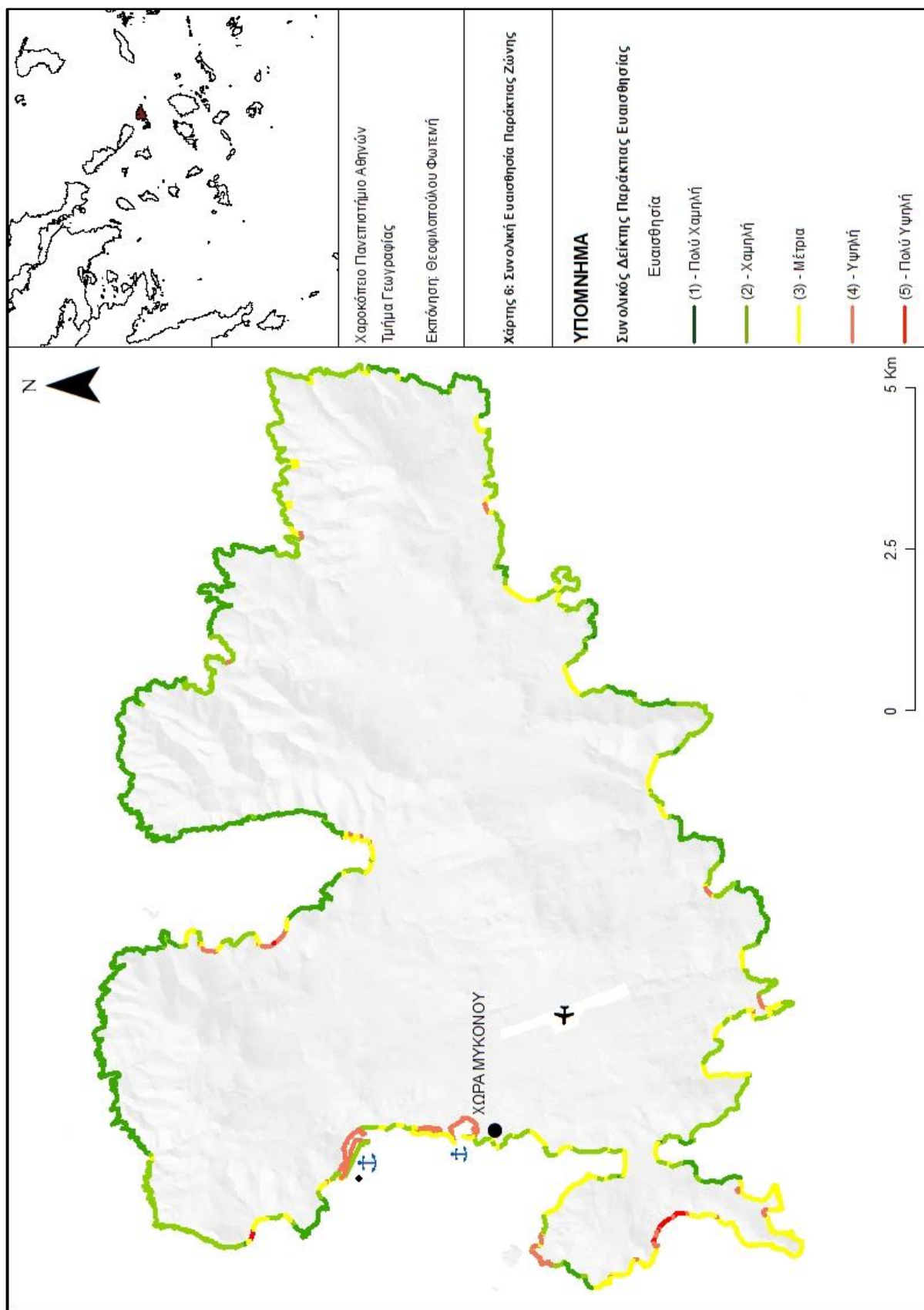
Δείκτης Παράκτιας Ευαισθησίας	Ευαισθησία	Μήκος	
		(Km)	(%) του συνόλου
1,00 – 1,67	Πολύ Χαμηλή (1)	40,6	37,5
1,68 – 2,33	Χαμηλή (2)	38,0	35,1
2,34 – 3,00	Μέτρια (3)	21,2	19,6
3,01 – 3,67	Υψηλή (4)	7,8	7,2
3,68 – 5,00	Πολύ Υψηλή (5)	0,7	0,6

Το μεγαλύτερο τμήμα της ακτογραμμής (72,6%) παρουσιάζει πολύ χαμηλή και χαμηλή ευαισθησία ενώ 19,6% της ακτογραμμής παρουσιάζει μέτρια ευαισθησία (Πίνακας 7, Χάρτης

6). Χαμηλή ευαισθησία συναντάται κατά γενικές γραμμές στα Βόρεια και Βορειοανατολικά του νησιού, στα τμήματα της ακτογραμμής που είναι βραχώδεις και σε ορισμένα σημεία στο νότιο μέρος στα οποία η ακτογραμμή είναι ομοίως βραχώδης. Από μέτρια ευαισθησία χαρακτηρίζονται η πλειοψηφία των παραλιών του νησιού, το νότιο παράκτιο τμήμα της Χώρας της Μυκόνου, ο Κόλπος του Κόρφου που βρίσκεται η μονάδα αφαλάτωσης και τμήμα της σημαντικής περιοχής για τα πτηνά (Ενότητα 4.3).

Υψηλή ευαισθησία (7,2%) παρουσιάζουν οι προστατευμένες περιοχές των δύο λιμανιών του νησιού, το ρέμα Μάου, οι παραλίες Άγιος Ιωάννης, Παράγκα, Λία, Άγιος Σώστης και Πάνορμος και τμήμα της παράκτιας ζώνης που βρίσκεται Νοτιοδυτικά του νησιού και είναι προστατευμένο από τους κυματισμούς και τον άνεμο καθώς έμπροσθεν του υφίσταται νησίδα. Πολύ υψηλή ευαισθησία παρουσιάζουν τρεις περιοχές συνολικής έκτασης 700 m (0,6%), οι οποίες είναι το έλος Χουλιάκια, η Εκβολή Ρύακα Πανόρμου και τμήμα της σημαντικής περιοχής για τα πτηνά.

Πλησίον των εν λόγω ευαίσθητων περιοχών θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλος αντιρρυπαντικός εξοπλισμός (πλωτά φράγματα, απορροφητικά υλικά κτλ) για την άμεση προστασία τους σε περίπτωση εκδήλωσης περιστατικού ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο, στην ευρύτερη περιοχή.



Χάρτης 6: Συνολική Ευαισθησία Παράκτιας Ζώνης

5.5. Δημιουργία Επιχειρησιακού Χάρτη Ευαισθησίας της Παράκτιας Ζώνης

Στο τελικό στάδιο της παρούσας εργασίας, επιχειρήθηκε η δημιουργία ενός Επιχειρησιακού Χάρτη Ευαισθησίας της παράκτιας ζώνης σε πετρελαιοκηλίδα, ο οποίος θα περιέχει όλες εκείνες τις πληροφορίες που θα συμβάλλουν στην ορθή διαχείριση ενός περιστατικού ρύπανσης.

Στόχος είναι η ολοκληρωμένη επισκόπηση της κατάστασης από ενδιαφερόμενους και αρμόδιους φορείς, ώστε να είναι σε θέση να διαγνώσουν το μέγεθος του προβλήματος και να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα. Ο Επιχειρησιακός Χάρτης Ευαισθησίας θα είναι δομημένος με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει τον εύκολο προσανατολισμό στο νησί, στις διάφορες περιοχές και στα σημεία ενδιαφέροντος ενώ, παράλληλα, θα αποτελεί κατάλληλη βάση για έναν πρώτο στρατηγικό σχεδιασμό των δράσεων και το συντονισμό των επιμέρους φορέων.

Για τους παραπάνω λόγους, η προηγούμενη κλίμακα μέτρησης της ευαισθησίας με τις 5 κλάσεις (πολύ χαμηλή, χαμηλή, μέτρια, υψηλή, πολύ υψηλή) θα απλοποιηθεί και πλέον η ευαισθησία θα κλιμακώνεται από χαμηλή σε μέτρια και, τέλος, υψηλή (3 κλάσεις). Η απλοποίηση αυτή κρίθηκε σκόπιμη δεδομένου ότι θα συμβάλλει στην διευκόλυνση του χρήστη του χάρτη στο να αντιληφθεί την κρισιμότητα ή μη της κάθε περιοχής-περίπτωσης, παρέχοντας τις απολύτως απαραίτητες πληροφορίες, χωρίς λεπτομέρειες που σε αυτό το επίπεδο συντονισμού και προγραμματισμού πιθανότατα θα οδηγούσαν σε σπατάλη πολύτιμου χρόνου και καθυστέρηση στη λήψη μέτρων.

Για την απλοποίηση της ευαισθησίας, οι κατηγορίες-κλάσεις “πολύ χαμηλή” και “χαμηλή” ενοποιούνται σε χαμηλή, η “μέτρια” παραμένει ως έχει, και οι “υψηλή” – “πολύ υψηλή” ενοποιούνται σε υψηλή. Μια τέτοια κατηγοριοποίηση σαφώς αποκρύπτει κάποιες πληροφορίες, χωρίς όμως να υπερτονίζει ή να υποτιμάει την κρισιμότητα κάποιας κατάστασης. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο προτιμήθηκε η χειροκίνητη (manual) κατηγοριοποίηση σε αντίθεση με τον αλγόριθμο των Natural Breaks, ο οποίος κατά την απλοποίηση μετασχημάτισε αρκετές περιπτώσεις από μέτριας ευαισθησίας σε υψηλή, κάτι

που πιθανώς θα επηρεάσει λανθασμένα τις προτεραιότητες που θα τεθούν από τον στρατηγικό σχεδιασμό.

Ο τελικός Χάρτης (Χάρτης 7) είναι γεωαναφερμένος στο ΕΓΣΑ'87 και πλαισιώνεται από χαρτογραφικό κάναβο, ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός/προσδιορισμός της θέσης ενός σημείου. Ο συγκεκριμένος Χάρτης επιλέχτηκε να έχει μεγαλύτερη κλίμακα από τους προηγούμενους καθώς είναι ο πιο σημαντικός και ο πιο συγκεντρωτικός, αποτυπώνοντας πληθώρα δεδομένων. Τέλος, όπως και στους προηγούμενους Χάρτες Ευαισθησίας έτσι και σε αυτόν επιλέχτηκε να τοποθετηθεί γραφική κλίμακα στο Χάρτη, ώστε να είναι μη χρειάζεται τροποποίηση σε περίπτωση μεγέθυνσης ή σμίκρυνσης του.

Στον Επιχειρησιακό Χάρτη αποτυπώνονται οι θέσεις των ακόλουθων σημείων:

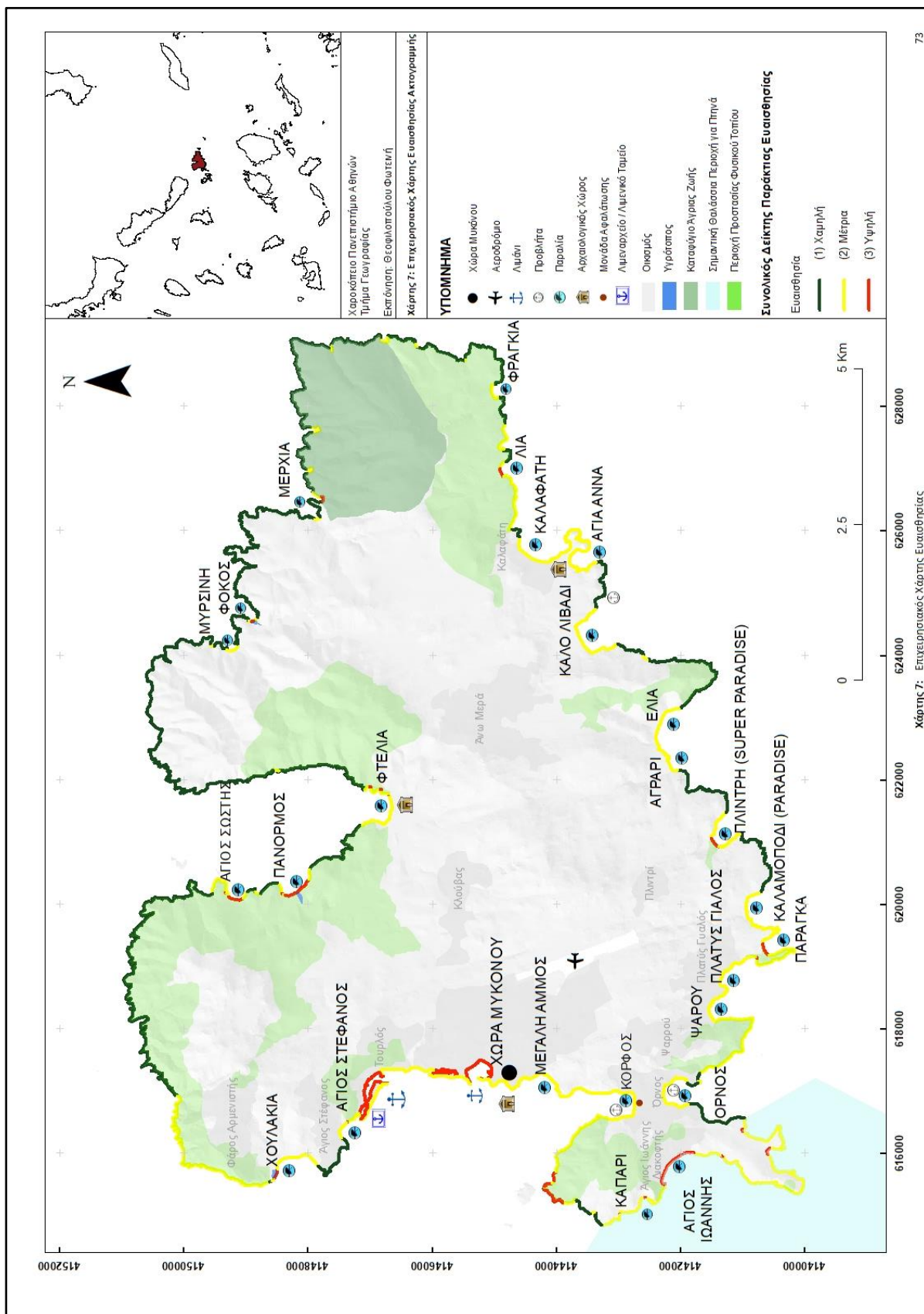
- Λιμεναρχείο και Λιμενικό Ταμείο
- Λιμάνια και Προβλήτες
- Αρχαιολογικοί Χώροι
- Προστατευόμενες Περιοχές
- Παραλίες
- Μονάδα Αφαλάτωσης
- Οικισμοί

Στο συγκεκριμένο Χάρτη σημειώνεται η θέση που βρίσκεται το Λιμεναρχείο και το Λιμενικό Ταμείο, καθώς οι συγκεκριμένοι φορείς διαθέτουν τα απαραίτητα αντιρρυπαντικά υλικά και μέσα για τον περιορισμό και την αντιμετώπιση ενός περιστατικού πετρελαϊκής ρύπανσης. Στο συγκεκριμένο νησί τυγχάνει οι δύο υπηρεσίες να στεγάζονται στο ίδιο κτήριο, οπότε η θέση τους αποδίδεται στο Χάρτη 7 με το ίδιο σύμβολο.

Απαραίτητη επίσης είναι η αποτύπωση της θέσης των λιμανιών και των προβλητών για δύο λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι γιατί αποτελούν πιθανά σημεία εκδήλωσης περιστατικού ρύπανσης, καθώς παρουσιάζουν αυξημένη ναυτιλιακή κίνηση. Ο δεύτερος λόγος έγκειται στη σημασία τους κατά τη διάρκεια ενός περιστατικού, διότι αποτελούν σημεία που μπορεί να

επιτευχθεί ανέλκυση και καθέλκυση αντιρρυπαντικών μέσων, όπως ειδικών πλωτών φραγμάτων.

Τέλος, αναγκαία είναι η απεικόνιση των θέσεων των ευαίσθητων πόρων, όπως οι προστατευόμενες περιοχές, οι αρχαιολογικοί χώροι, οι παραλίες και η μονάδα αφαλάτωσης, ώστε σε περίπτωση ρύπανσης τους οι υπεύθυνοι να επιλέξουν τα κατάλληλα αντιρρυπαντικά μέσα. Επιπλέον, για τον εύκολο και έγκαιρο προσανατολισμό των αρμοδίων φορέων, οι οποίοι δεν γνωρίζουν τη γεωγραφία του νησιού, θεωρήθηκε απαραίτητη η αναγραφή της ονομασίας των παραλιών και των οικισμών.



Χάρτης 7: Επιχειρησιακός Χάρτης Ευαισθησίας Ακτογραμμής

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γνωρίζοντας τις καταστροφικές συνέπειες των ατυχημάτων πετρελαιοκηλίδας και λαμβάνοντας υπόψη τον αρχιπελαγικό χαρακτήρα της χώρας, την έντονη ναυτιλιακή κίνηση και την περιβαλλοντική και τουριστική της αξία, είναι απαραίτητος ο εντοπισμός και η χαρτογράφηση των ζωνών του χερσαίου παραλιακού μετώπου που είναι ευαίσθητες στη διάχυση του πετρελαίου, ώστε να ληφθούν μέτρα για την άμεση προστασία τους σε περίπτωση πραγματικού ατυχήματος. Οι Χάρτες Ευαισθησίας διευκολύνουν την αναγνώριση των πιο ευαίσθητων περιοχών, που μπορεί να συνδυάζουν πολλούς τύπους ευαισθησίας, μέσω άμεσης οπτικής παρατήρησης τους και ανάλυσης χρησιμοποιώντας τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS).

Σύμφωνα με το Χάρτη Παράκτιας Ευαισθησίας (Χάρτης 6) και τον Πίνακα 7, το μεγαλύτερο τμήμα της ακτογραμμής (72,6%) παρουσιάζει πολύ χαμηλή και χαμηλή ευαισθησία, ενώ 19,6% της ακτογραμμής παρουσιάζει μέτρια ευαισθησία. Ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 7,8% (8,5 Km) παρουσιάζει υψηλή και πολύ υψηλή ευαισθησία, οι περιοχές αυτές κυρίως αποτελούνται από τις προστατευμένες ζώνες των δύο λιμανιών, ορισμένες παραλίες (Άγιος Ιωάννης, Παράγκα, Πλιντρή, Λία, Άγιος Σώστης και Πάνορμος), τμήματα της σημαντικής προστατευόμενης περιοχής για τα πτηνά, το έλος Χουλάκια, την Εκβολή Ρύακα Πανόρμου, το ρέμα Μάου και τμήμα της παράκτιας ζώνης που βρίσκεται νοτιοδυτικά του νησιού και είναι προστατευμένο από τους κυματισμούς και τον άνεμο καθώς έμπροσθεν του υφίσταται νησίδα. Επομένως, σε αυτές κυρίως τις περιοχές οι αρμόδιες αρχές θα πρέπει να επιστήσουν την προσοχή τους, αποθηκεύοντας πλησίον τους κατάλληλο αντιρρυπαντικό εξοπλισμό, ώστε σε ενδεχόμενο περιστατικό ρύπανσης να ενεργήσουν άμεσα και αποτελεσματικά αποτρέποντας την πετρελαιοκηλίδα να πλησιάσει στην ακτογραμμή.

Από την παρούσα μελέτη παρατηρείται ότι η δημιουργία χαρτών ευαισθησίας απαιτεί την εξέταση πολλών παραγόντων και κριτηρίων, καθώς και την επεξεργασία πολλών χωρικών πληροφοριών. Τονίζεται ότι για τον προσδιορισμό των δεικτών οικολογικής, κοινωνικοοικονομικής και συνολικής ευαισθησίας υφίσταται αυξημένος βαθμός υποκειμενικότητας καθώς ο προσδιορισμός τους πραγματοποιήθηκε από τη μελέτη

αντίστοιχων ερευνών. Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία στοχεύει στο να δείξει τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να επιλυθούν αντίστοιχα προβλήματα μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και δεν αποσκοπεί στο να υποκαταστήσει τους αρμόδιους φορείς που εμπλέκονται σε περιστατικά πετρελαϊκής ρύπανσης. Δεδομένου ότι η κάθε περιοχή αποτελεί μια μοναδική περίπτωση, θα πρέπει η ιεράρχηση των αναγκών και επομένως και οι δείκτες ευαισθησίας να εξεταστούν και να προσδιοριστούν μέσω μίας συμμετοχικής διαδικασίας λήψης αποφάσεων, όπου θα ληφθούν υπόψη οι υποκειμενικές αντιλήψεις των τοπικών αρχών, του ντόπιου πληθυσμού, οι οποίοι γνωρίζουν άριστα την συγκεκριμένη περιοχή και θα οδηγήσουν τη διαδικασία σε μία επιστημονική τεκμηριωμένη και συμφέρουσα λύση.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αναμένεται να βοηθήσει τους αρμόδιους φορείς να βελτιώσουν την ετοιμότητά τους απέναντι σε ένα πιθανό ατύχημα πετρελαιοκηλίδας. Σε πολλές περιπτώσεις είναι ανέφικτη η αποτροπή προσβολής των παραλίων και θεωρείται πλεονεκτική η εκτροπή της κηλίδας προς συγκεκριμένη περιοχή της ακτής, που είναι λιγότερο ευαίσθητη από τις υπόλοιπες και όπου υπάρχει ευχερής πρόσβαση και δυνατότητα πλήρους εκμετάλλευσης του διαθέσιμου τεχνικού εξοπλισμού ανάκτησης του διαρρέυσαντος πετρελαίου. Για το λόγο αυτό στα τοπικά σχέδια των αρχών θα πρέπει να απεικονίζονται οι περιοχές αυξημένης ανάγκης προστασίας και να δημοσιοποιούνται ευρέως στις τοπικές κοινωνίες, ώστε να αποφεύγεται η διάσταση απόψεων αρχών και τοπικών φορέων εκπροσώπησης συμφερόντων κατά την πρώτη κρίσιμη φάση αντιμετώπισης κάθε τυχαίου περιστατικού.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι αν και οι προκαθορισμένες μεταβλητές που λήφθηκαν υπόψη ταξινομούν τα τμήματα τις ακτογραμμής συγκρίνοντας τα μεταξύ τους, δεν είναι εφικτό να δημιουργηθεί μία απόλυτη σύνθετη αξιολόγηση για τη συνολική ευαισθησία, καθώς κυρίως ο κοινωνικοοικονομικός δείκτης και η συνεισφορά του στο συνολικό δείκτη παράκτιας ευαισθησίας, μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με την εποχή του χρόνου. Για παράδειγμα, μία τουριστική παραλία στα μέσα του χειμώνα μπορεί να είναι μικρότερης σημασίας από ότι στη

σεζόν του καλοκαιριού. Ενδεικτικά θα μπορούσαν να δημιουργηθούν εποχιακοί Χάρτες Ευαισθησίας.

6.1. Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Όπως έχει αναφερθεί, ο συγκεκριμένος συνολικός δείκτης ευαισθησίας προέκυψε από βιβλιογραφική και υποκειμενική ανάλυση, ωστόσο σε μελλοντική έρευνα θα ήταν προτιμότερο να ερωτηθούν τοπικοί και περιφερειακοί φορείς χάραξης καθώς και ο ντόπιος πληθυσμός. Επιπλέον, ο Χάρτης Ευαισθησίας που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας είναι μία πρώτη επισκόπηση της κατάστασης για την ακτογραμμή της ν. Μυκόνου και απαιτείται περαιτέρω έρευνα για μία ποσοτικοποίηση του κινδύνου διαρροής πετρελαιοκηλίδων.

Ακολούθως, εφόσον θα έχουν προσδιοριστεί οι περιοχές ευαισθησίας και οι περιοχές κινδύνου, θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο να προσδιοριστούν οι θέσεις που θα τοποθετηθεί ο κατάλληλος αντιρρυπαντικός εξοπλισμός. Τότε η μελέτη ανάλυσης της επικινδυνότητας ατυχημάτων πετρελαιοκηλίδας θα είναι ακόμα πιο πολύτιμη για τις αρμόδιες αρχές. Συνακόλουθα, αναγκαία είναι η επισήμανση στο επιχειρησιακό χάρτη των παραπάνω θέσεων και αντίστοιχα στη χωρική βάση δεδομένων η αποθήκευση πληροφοριών όπως το είδος και η ποσότητα του εξοπλισμού, ώστε οι αρμόδιοι φορείς να είναι πλήρως ενήμεροι και να οργανώσουν τις κινήσεις τους άμεσα. Γενικότερα, στους Χάρτες Ευαισθησίας θα πρέπει να αποτυπώνονται οι αποθήκες απορρυπαντικού εξοπλισμού όχι μόνο σε τοπικό επίπεδο αλλά και στο επίπεδο όλης της Χώρας. Για περιοχές που συνορεύουν με τα κρατικά σύνορα, θα πρέπει από κοινού με τα όμορα κράτη να έχουν ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση ρύπανσης να έχουν κάνει συμφωνία για κοινή χρήση εξοπλισμού.

Ακόμα στη Χωρική Βάση προτείνεται να είναι αποθηκευμένος κατάλογος με τα στοιχεία επικοινωνίας με τους φορείς που θα εμπλακούν στο περιστατικό. Η ενσωμάτωση στη χωρική βάση του τηλεφωνικού καταλόγου θα διευκολύνει και θα επιταχύνει την ενημέρωση των αρμόδιων προσώπων.

Στο γεωλογικό επίπεδο, στην παρούσα εργασία, στην οποία εξετάστηκε ακτογραμμή μήκους 100 Km, η ταξινόμηση του τύπου της βασίστηκε αποκλειστικά και μόνο σε φωτοερμηνεία ορθοφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων και παρατήρηση γεωλογικού χάρτη, οπότε δεν ήταν δυνατόν να εντοπιστούν και να διαφοροποιηθούν οι τύποι των αμμωδών παραλιών (ESI 3, 4 και 5) και προτιμήθηκε να ομαδοποιηθούν. Σε μία πιο ολοκληρωμένη μελέτη, η οποία θα ήταν αρκετά πιο χρονοβόρα, θα έπρεπε να γίνει επιτόπια αυτοψία στο πεδίο και προσδιορισμός του τύπου της άμμου βάσει κοκκομετρική ανάλυσης, όπως έκαναν οι Kourliaftis et al 2016, εξετάζοντας την περιβαλλοντική ευαισθησία παράκτιας ζώνης συνολικού μήκους 11 Km.

Ενδιαφέρουσα περαιτέρω μελέτη θα ήταν η δημιουργία ενός μοντέλου πετρελαιοκηλίδας που θα λαμβάνει υπόψη μετεωρολογικά και υδροδυναμικά στοιχεία της εκάστοτε περιοχής και θα υπολογίζει την εξέλιξη στη συμπεριφορά μιας πετρελαιοκηλίδας αμέσως μετά την ύπαρξη ατυχήματος, όσον αφορά στη μεταφορά της, στη διασπορά και στις φυσικές, βιολογικές και χημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα.

Τέλος, αναγνωρίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας πετρελαιοκηλίδας αλλά και την σημασία της πρόληψης έναντι της θεραπείας, κρίνεται αναγκαίο να μελετηθούν αναλόγως και άλλες περιοχές της χώρας μας, με προτεραιότητα σε περιοχές αυξημένης ναυτιλιακής κίνησης, σε περιοχές με αυξημένο τουριστικό ενδιαφέρον και με υψηλή οικολογική ευαισθησία.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

API (American Petroleum Institute) (2013). “Net Environmental Benefit Analysis for Effective oil spill preparedness and Response”. [Ανάκτηση 5/2017 από: http://www.api.org/~media/Files/EHS/Clean_Water/Oil_Spill_Prevention/NEBA/NEBA-Net-Environmental-Benefit-Analysis-July-2013.pdf].

Ng, T. F., Vijayan, V. R., Chow, W. S. and Sulaiman, A. (2008). “Assessment of oil spill vulnerability of Southwest Pulau Pinang shoreline”. Bulletin of the Geological Society of Malaysia, 54, 123–131.

Aukett, L. (2012). “The Use of Geographical Information Systems (GIS) In Oil Spill Preparedness and Response”. SPE/APPEA International Conference on Health, Safety, and Environment in Oil and Gas Exploration and Production held in Perth, Australia, 11-13 September 2012.

Bollmann, M., Bosch, T., Colijn, F., Ebinghaus, R., Froese, R., Güssow, K., et al. (2010). “World Ocean Review 1: Living with the oceans. A report on the state of the world’s oceans”. Maribus.

Cedre (2007). “Understanding Black Tides”. ISBN: 978-2-87893-086-3.

Chang, S., Stone, J., Demes, K. and Piscitelli, M. (2014). “Consequences of oil spills: a review and framework for informing planning”. Ecology and Society 19(2): 26. <Http://dx.doi.org/10.5751/ES-06406-190226>.

Depellegrin, D., Blažauskas, N. and Rudolf, S. (2010). “Mapping of sensitivity to oil spills in the Lithuanian Baltic Sea Coast”. BALTICA 23 (2), 91-100. Vilnius. ISSN: 0067-3064.

Fernandes, R., Braunschweig, F., Lourenço, F. and Neves, R., (2016). “Combining operational models and data into a dynamic vessel risk assessment tool for coastal regions”. Ocean Science, 12(1), 285-317. Doi:10.5194/os-12-285-2016.

Gil-Agudelo, D. L., Nieto-Bernal, R. A., Ibarra-Mojica, D. M., Guevara-Vargas, A. M. and

Gundlach, E. (2015). "Environmental sensitivity index for oil spills in marine and coastal areas in Colombia". CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro, 6(1), 17-28.

HOS Birdlife Greece (2012). "Important Areas for SeaBirds in Greece". ISBN: 978-960-6861-18-5.

IMO and IPIECA (1994). "Sensitivity Mapping for Oil Spill Response". [Ανάκτηση 3/2016 από: http://campusdomar.es/observatorio/_documentos/seguridad_maritima/documentacion/empresas_y ONG/mapping.pdf].

IPIECA, IMO and OGP (2012). "Sensitivity mapping for oil spill response". [Ανάκτηση 8/2015 από: <http://www.ipieca.org/publication/sensitivity-mapping-oil-spill-response-0>].

ITOPF (2016). "Oil Tanker Spill Statistics 2015". [Ανάκτηση 4/2016 από: http://www.itopf.com/fileadmin/data/Documents/Company_Lit/Oil_Spill_Stats_2016.pdf].

ITOPF (2011). Technical Information Paper 13: "Effects of oil pollution on the marine environment". [Ανάκτηση 3/2016 από: <http://www.itopf.com/knowledge-resources/documents-guides/technical-information-papers/>].

Jernelöv, A. and Linden, O. (1981). "Ixtoc I: A Case Study of the World's Largest Oil Spill". Ambio, Allen Press for the Royal Swedish Academy of Sciences, 10, (6), 299-306.

Kourliaftis, G., Kapsimalis, V., Vandarakis, D. and Pavlopoulos, K., (2016). "Geomorphological characteristics and environmental sensitivity index for oil spills of Anavyssos bay, Attica". 14th International Congress of the Geological Society of Greece, 50(4) p. 2314-2322. Doi: <http://dx.doi.org/10.12681/bgsg.14297>.

Lyon, J. and McCarthy, J. (1995). "Wetland and Environmental Applications of GIS". Lewis Publishers, Chapter 14. ISBN-13: 978-0873718974.

Michel J., Hayes M.O., and Brown P.J. (1978). "Application of an oil spill vulnerability index to the shoreline of lower Cook Inlet, Alaska". Environmental Geology, 2(2), 107-117.

MMS-GOM (Minerals Management Service Gulf of Mexico OCS Region) (2006). "Gulf of Mexico Oil and Gas Lease Sales: 2007-2012". U.S. Department of the Interior MMS-GOM, Vol. 1.

NOAA (2002). "Environmental Sensitivity Index Guidelines, Version 3.0". NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11, Hazardous Materials Response Division, Office of Response and Restoration, NOAA Ocean Service.

NOAA (2007). "Environmental Sensitivity Index Map". [Ανάκτηση 3/2017 από http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/SampleESI_AL2007.pdf].

NOAA (2015). "Plan for Deepwater Horizon Oil Spill Natural Resource Injury Restoration: An overview". [Ανάκτηση 4/2016 από: http://www.gulfspillrestoration.noaa.gov/wp-content/uploads/Overview_10-08-15_for-posting.pdf].

Oikonomakos, I. (2011). "Oil Spill Risk Management for Offshore Oil Exploration and Production Platforms. The Greek Case". Master thesis, Imperial College London, Faculty of Natural Sciences Centre for Environmental Policy.

Oliveira, E. R., Silveira, Br. and Alves, F. L. (2013). "Support methodologies for oil spill prevention and response in a coastal lagoon (Portugal) integration of physical, environmental and socioeconomic dimensions". TWAM2013 International Conference Aveiro, Portugal.

O'Sullivan, A.J. and Jacques, T.G., (2001). "Impact Reference System. Effects of oil in the marine environment: Impact of hydrocarbons on fauna and flora". European commission, Directorate General Environment, original edn 1991, revised 1998, Internet edn 2001.

Papadonikolaki, G.S., Altan, Y.C., Stamou, A.I., Otay, E.N., Christodoulou, G.C., Coptu, N.K., et al. (2015). "Risk assessment of oil spill accidents". Global Nest Journal, 16(4), 743-752.

Santosa, E., Plisson-Saune, S. and Total EP Angola (2012). "Joint Industry Project on Angolan Coast Sensitivity Mapping for Oil Spill Response". SPE/APPEA International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production, Perth, Australia.

White, I. and Baker, M. (1998). “The Sea Empress Oil Spill in Context”. International Conference on the Sea Empress Oil Spill, Cardiff, Wales.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αλεξόπουλος, Α. (2005). “Διεθνές Περιβαλλοντικό Δίκαιο”. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Θαλασσίων Επιστημών.

Δήμος Μυκόνου (2011). Απόσπασμα από το πρακτικό 02/26-02-2011 συνεδριάσεως της Οικονομικής Επιτροπής Μυκόνου με θέμα: “Περί καταρτίσεως όρων διακήρυξης πρόχειρου διαγωνισμού για την ανάδειξη αναδόχου παροχής υπηρεσιών για τη « Λειτουργία χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, Δήμου Μυκόνου”.

Κοκκίνου, Ε. (2015). “Περιβαλλοντική Γεωλογία και Γεωτεχνολογία”. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. ISBN: 978-960-603-036-9.

Σουκισιάν, Τ., Χατζηνάκη, Μ., Κορρές, Γ., Παπαδόπουλος, Α., Κάλλος, Γ. και Αναδρανιστάκης, Ε., (2007). “Ατλας Ανέμου και Κύματος των Ελληνικών Θαλασσών”. Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών.

Τριανταφύλλου, Γ. και Βεργέτης, Μ. (2004). “Πετρελαιοκηλίδες”. Πανεπιστημιακές σημειώσεις ΕΜΠ [Ανάκτηση 3/2016 από http://www.environ-develop.ntua.gr/uploads/k_6.pdf].

Greenpeace (2007). “Οι σημαντικότερες πετρελαιοκηλίδες στην Ελλάδα” [Ανάκτηση 4/2016 από: <http://www.greenpeace.org/greece/el/news/newstories-archive/oil-pump/oilspills-in-greece/>].

WWF Ελλάς. “Απογραφικό δελτίο: ΜΥΚ001 - Εκβολή ρύακα Πανόρμου Μυκόνου. GrIsWet - Βάση δεδομένων για τους νησιωτικούς υγρότοπους της Ελλάδας”. [Ανάκτηση 8/2017 από http://www.oikoskopio.gr/ygrotopio/general/report.php?id=660¶m=themeleiwdn&wetland_lang=el_GR].

WWF Ελλάς. “Απογραφικό δελτίο: ΜΥΚ005 - Έλος Χουλάκια. GrIsWet - Βάση δεδομένων για τους νησιωτικούς υγρότοπους της Ελλάδας”. [Ανάκτηση 8/2017 από http://www.oikoskopio.gr/ygrotorio/general/report.php?id=664¶m=themeleiwdn&wetland_lang=el_GR].

WWF Ελλάς. “Απογραφικό δελτίο: ΜΥΚ004 - Ρέμα Μαού και Εκβολή Φωκό. GrIsWet - Βάση δεδομένων για τους νησιωτικούς υγρότοπους της Ελλάδας”. [Ανάκτηση 8/2017 από http://www.oikoskopio.gr/ygrotorio/general/report.php?id=663¶m=themeleiwdn&wetland_lang=el_GR].

Θεσμικά Κείμενα

N.743/1977 (ΦΕΚ 319 Α, 1977): «Περί προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων».

MARPOL 73/78 “Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία”.

Γ/848/40/1980 Υπουργική Απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού και Επιστημών (ΦΕΚ 329Β, 1980): “Περί χαρακτηρισμού ολόκληρης της νήσου Μυκόνου ως τόπου ιδιαίτερου φυσικού κάλλους”.

OPRC 90 (1990). “Διεθνής Σύμβαση για την Ετοιμότητα, Συνεργασία και Αντιμετώπιση ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο το 1990”.

ΥΠΠΟ/ΑΡΧ/Α1/Φ21/53162/2515/π.ε./1991 (ΦΕΚ 576Β, 1991): “Καθορισμός ζώνης Α΄ προστασίας αρχαιολογικού χώρου περιοχής Λόφων Διβουνίων Μυκόνου”.

ΥΠΠΟ/ΑΡΧ/Α1/Φ21/34782/1731/1994 (ΦΕΚ 555Β, 1994): “Οριοθέτηση ζώνης Β΄ προστασίας αρχαιολογικού χώρου Λόφου διβουνίων Μυκόνου”.

ΥΠΠΟ/ΑΡΧ/Α1/Φ43/21736/1223/1995 Υπουργική Απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού (ΦΕΚ 606Β, 1995): “Κήρυξη αρχαίων θέσεων και μνημείων της Μυκόνου ως αρχαιολογικών χώρων”.

Π.Δ. 11/2002 (ΦΕΚ6Α, 2002): “Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες”.

Ν. 3100/2003 (ΦΕΚ 20Α, 2003): “Κύρωση του Πρωτοκόλλου για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, 2000”.

Διάταγμα 2005 (ΦΕΚ 243Δ, 2005): “Καθορισμός Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου (Ζ.Ο.Ε.), κατωτάτου ορίου κατάτμησης και λοιπών όρων και περιορισμών δόμησης στην εκτός εγκεκριμένου ρυμοτομικού σχεδίου και εκτός ορίων οικισμών προϋφιστάμενων του έτους 1923 περιοχή του Δήμου Μυκονίων Νήσου Μυκόνου (Ν. Κυκλάδων) και των νησίδων Αγ. Γεώργιος Μπάου), Καβουρονήσι, Μαρμαρονήσι, Μόλες, Τραγονήσι, Χταπόδια, Πρασονήσια, Βαρβούλακας, Καλαφακιάνα και Λαζαρονήσι”.

Ν. 3937/2011 (ΦΕΚ 60Α, 2011): “Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις”.

Τεύχος Α.Α.Π. 2012 (ΦΕΚ 229/ΑΑΠ/2012): “Έγκριση καταλόγου μικρών νησιωτικών υγροτόπων και καθορισμός ορίων και περιορισμών για την προστασία και ανάδειξη των μικρών παράκτιων υγροτόπων που περιλαμβάνονται σε αυτόν”.

Πηγές Διαδικτύου:

Εθνικό Κτηματολόγιο και Χαρτογράφηση Α.Ε. Διαθέσιμο στο:

<url: <http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx> [Τελευταία Πρόσβαση: 8/2017].

European Environment Agency διαθέσιμο στο: www.eea.europa.eu [Τελευταία Πρόσβαση: 8/2017].

Google Earth: <http://earth.google.com/intl/en>[Τελευταία Πρόσβαση: 8/2017].

<url: www.tripinview.com [Τελευταία Πρόσβαση: 8/2017].

<url: <http://medgismar.remprec.org> [Τελευταία Πρόσβαση: 8/2017].

<url: <https://www.marinetraffic.com/> [Τελευταία Πρόσβαση: 8/2017].