



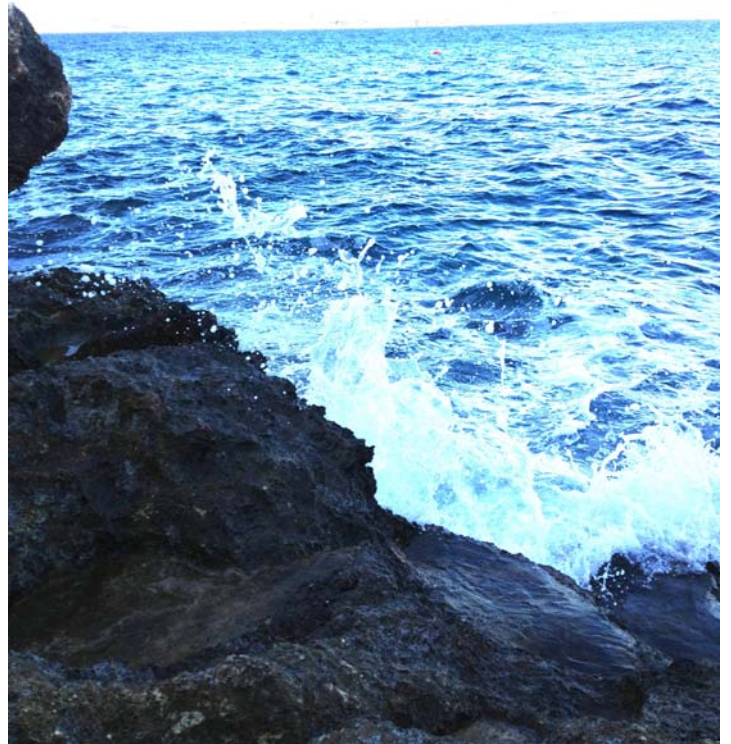
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧ. ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης



Πτυχιακή Εργασία:

Ντούζγος – Μούρτζος Δημήτριος



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Πτυχιακή Εργασία:

Ντούζγος- Μούρτζος Δημήτριος

Επιβλέπουσα:

Δρ. Κόκκινου Ελένη- Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Επιτροπή Αξιολόγησης:

- **Δρ. Κόκκινου Ελένη**
- **Δρ. Σουπιός Παντελεήμων**
- **Δρ. Σάλτας Βασίλειος**

Ημερομηνία Παρουσίασης:

Αυξαντας αριθμός Πτυχιακής Εργασίας:

Ευχαριστήριο:

Μέσα από αυτό το σημείωμα αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά, κα Ελένη Κόκκινου, για όλη την βοήθεια που προσέφερε στο διάστημα της επιμέλειας της πτυχιακής μου εργασίας, καθώς και για την διάθεση της να μοιραστεί μαζί μου τις γνώσεις και ικανότητες της. Αρχικά θέλω να την ευχαριστήσω για την βοήθεια στην επιλογή του θέματος, ενός θέματος που με ενδιέφερε αρκετά. Έτσι μου δόθηκε η ευκαιρία να ανακαλύψω τον κόσμο της Ωκεανογραφίας, σε επιστημονικό επίπεδο. Η κα Κόκκινου, με έφερε σε επαφή με το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε το οποίο να ευχαριστήσω εξίσου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, δίνοντας μου την δυνατότητα να χρησιμοποιήσω το πρόγραμμα προσομοίωσης τους.

Επίσης, στην οικογένεια μου, που με στήριξε, καθόλη την διάρκεια των σπουδών μου, πάρα τις αντίξοες συνθήκες και τις δυσκολίες της εποχής, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ. Επίσης ευχαριστώ τους φίλους μου, Γιώργο Μ, Μανόλη Λ., Κική Χ., που με τις γνώσεις τους, και με την εμπειρία τους, αλλά κυρίως, με την συντροφιά τους, με βοήθησαν να ολοκληρώσω την παρούσα εργασία.

Επίσης, την συγκάτοικο μου, Βάσω Σ., η οποία τα 2 χρόνια εκπόνησης της εργασίας, ανέχτηκε το άγχος μου, και την επιμονή μου.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ, σε όλους τους συντρόφους και φίλους, οι οποίοι με έμαθαν να σκέφτομαι συλλογικά, να κατανοώ τις ανάγκες των συναθρώπων μου και να μην ακολουθώ τον δρόμο του ατομικισμού.

Αυτό με βοήθησε να αποκτήσω μεγάλο ενδιαφέρον τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον, και να τα βλέπω ως σύνολο, και να αγωνίζομαι για τα δικαιώματά τους εξίσου.

"[...]Είναι αλήθεια πως ο άνθρωπος πρέπει να αναζητά τα ενδιαφέροντά του μέσα του. Η ημέρα από τη φύση της είναι πολύ ήρεμη και δεν πρόκειται να τον κακολογήσει για την οκνηρία του. Αυτός ο τρόπος ζωής είχε τουλάχιστον ένα πλεονέκτημα σε σύγκριση με τις ζωές όσων ήταν υποχρεωμένοι να ψάχνουν αλλού για ψυχαγωγία, στις παρέες και στα θέατρα: η ίδια η ζωή μου είχε γίνει η ψυχαγωγία μου και ποτέ δεν έπαυε να μου χαρίζει κι από κάτι καινούργιο. Ήταν ένα θεατρικό έργο με πολλές πράξεις και χωρίς τέλος. Αν ζούσαμε πάντοτε πραγματικά και αν ρυθμίζαμε τις ζωές μας σύμφωνα με τον καλύτερο τρόπο που είχαμε μάθει, ποτέ δεν θα υποφέραμε από ανία. Αν ακολουθείς το πνεύμα σου προσεκτικά, δε θα πάψει να σου δείχνει κι από μια νέα προοπτική κάθε ώρα που περνά.[...]"

Henry D. Thoreau, Walden, 2007, Εκδόσεις Κέδρος

Περίληψη Εργασίας:

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αποτελεί μια εισαγωγική έρευνα στην θαλάσσια ρύπανση με εφαρμογή στην περιοχή της Κρήτης. Βασίστηκε πάνω σε μοντέλα προσομοίωσης από το ELKETHE αλλά και δεδομένα που συλλέχθηκαν από βιβλιογραφική έρευνα. Κυρίως ασχολείται με την ρύπανση από διαρροή πετρελαίου στο ευρύτερο κομμάτι της θάλασσας της Κρήτης, και πιο συγκεκριμένα από πλατφόρμες πετρελαίου, στις περιοχές Παλαιόχωρας, Μεσσαράς, Νότιου Ηρακλείου και Ιεράπετρας.

Η εκπόνηση της έγινε με την εφαρμογή μοντέλων τα οποία ζητήθηκαν και δόθηκαν από το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ), μέσα από το σύστημα Poseidon. Τα αποτελέσματα καταγράφηκαν με την χρήση Γεωγραφικών συστημάτων Πληροφοριών.

Summary of Work:

This thesis is an introductory survey on marine pollution in the wide area of Crete. It is based on simulation models from ELKETHE and data from bibliographic research. It mainly deals with oil pollution in the offshore part of Crete, especially in the areas of Paleochora, Messara, south of Heraklion and Ierapetra.

Part of this work has been implemented through the oil spill simulation system POSEIDON, developed by the Greek Centre for Marine Research (HCMR). Part of the data have been processed in ARCGIS.

Zusammenfassung der Arbeit:

Diese Arbeit ist eine Einführung für die Meeresverschmutzung in der weiten Umgebung von Kreta. Es basiert auf Simulationsmodellen von ELKETHE und Daten von bibliographischen Forschung. Es beschäftigt sich hauptsächlich mit der Ölverschmutzung in der Offshore-Teil von Kreta, vor allem in den Bereichen Paleochora, Messara, südlich von Heraklion und Ierapetra.

Ein Teil dieser Arbeit wurde durch die Ölpest Simulationssystem POSEIDON implementiert, das von der griechischen Zentrums für Meeresforschung (HCMR) entwickelt wurde. Ein Teil der Daten wurde in ArcGIS verarbeitet.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Εισαγωγή στην Ωκεανογραφία	6
1.2 Η Ωκεανογραφία στις ημέρες μας	7
1.2 Ωκεανοί και θάλασσες	9
1.3 Η Κίνηση στους Ωκεανούς- Θαλάσσια Ρεύματα	10
1.4 Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ)	12
1.5 Σύστημα Ποσειδών (Poseidon)	13
1.6 Η Μεσόγειος	13
1.7 Κρητικό Πέλαγος	15
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)	17
2.1 Εισαγωγή- Περιγραφή	17
2.2 Το σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών	18
2.3 Διαδικασίες Γ.Σ.Π.	19
2.4 Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών	21
2.5 Βάσεις δεδομένων	22
2.6 Χρήση του Arcview	24
3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	31
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	61
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	63

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή στην Ωκεανογραφία

Η γνώση της θάλασσας και της ναυτικής τέχνης ήταν γνωστή από τα αρχαία χρόνια σε αρκετούς λαούς της Μεσογείου αλλά και πέρα από αυτή. Η θάλασσα πάντα κέντριζε το ενδιαφέρον του άνθρωπου και πάντα του ασκούσε μια έλξη για το άγνωστο. Είναι ίσως το μοναδικό μέρος της Γης το οποίο δεν έχει εξερευνηθεί πλήρως ακόμα και τώρα που η επιστήμη έχει κάνει άλματα. Η θάλασσα κάθε μέρα μας εκπλήσσει φέρνοντας κυριολεκτικά στην επιφάνεια στοιχεία που ίσως να μας βοηθήσουν να μάθουμε την καταγωγή μας και την προέλευση μας ως είδος. Ψάχνοντας κανείς το παρελθόν και τις καταγραφές που αναφέρονται στη θάλασσα και την εξερεύνηση της μπορεί να βρει πλήθος πληροφοριών σε συγγράμματα και σε χάρτες των αρχαίων Ελλήνων, των Αιγυπτίων, των Καρχηδονίων, των Ρωμαίων και των Βυζαντινών.

Ωστόσο, οι πληροφορίες βασίζονταν περισσότερο και κυρίως στην παρατήρηση των «θαλάσσιων» δεδομένων και φαινομένων, όχι όμως και στην αναλυτική εργασία, την σύνθεση των πληροφοριών και την επιστημονική επαλήθευση, αφού πολλές από αυτές ήταν προϊόν φαντασίας. Οι θαλασσοπόροι μετά το μεσαίωνα, παράλληλα με τις εξερευνήσεις σε άλλες ηπείρους, έδωσαν σημαντικές πληροφορίες για τα θαλάσσια ρεύματα και τα συστήματα ανέμων που επικρατούν σε κάθε γεωγραφική ζώνη. Τα στοιχεία αυτά καταγράφονταν με ακρίβεια γιατί ήταν απαραίτητα για την επανάληψη των ταξιδιών τους.

Η πρώτη συστηματική προσπάθεια, που έθεσε τις βάσεις της σύγχρονης ωκεανογραφίας έγινε πολύ αργότερα, τον 19ο αιώνα. Η αποστολή του Αγγλικού πλοίου Challenger, η οποία είχε αποκλειστικό αντικείμενο τη μελέτη των ωκεανών, εξοπλίστηκε με δειγματολήπτες και επί 3.5 χρόνια (1872-1876) διέπλευσε όλους τους ωκεανούς της γης και συνέλεξε από πολλές περιοχές, δείγματα νερού, ιζημάτων πυθμένα και ζωντανών οργανισμών. Οι αναλύσεις των στοιχείων κράτησαν αρκετά χρόνια και ολοκληρώθηκαν το 1895 με την έκδοση 50 τόμων, γνωστών και ως Challenger Report. Σήμερα οι ωκεανογραφικές έρευνες γίνονται συστηματικά και προγραμματισμένα από ειδικούς φορείς, ερευνητικά κέντρα και ιδρύματα και συνήθως με τη συνεργασία πολλών χωρών, η δε ανταλλαγή των επιστημονικών σκέψεων και των τεχνολογικών επιτευγμάτων είναι ευρύτατη.

Οι συλλογές των ποικίλων ωκεανογραφικών στοιχείων και πληροφοριών (γεωλογικών, φυσικών, χημικών, βιολογικών) από το νερό, το βυθό και κάτω από τον πυθμένα πραγματοποιούνται σήμερα από τον παρατηρητή ή με ιδιαίτερους

τηλεχειρισμούς. Η σύγχρονη ωκεανογραφική τεχνολογία παρέχει στους ειδικούς επιστήμονες και τεχνικούς στα διάφορα κέντρα ερευνών και στις βιομηχανίες, συσκευές ακουστικών μετρήσεων, μαγνητομετρήσεων, αυτόματων καταγραφικών οργάνων μέτρησης της θεοκρασίας, της αλατότητας, της πίεσης, του βάθους κ.ά.

Επίσης χρησιμοποιούνται συσκευές μέτρησης των κυμάτων, των ρευμάτων και των παλιρροιών καθώς επίσης φωτογραφικών μηχανών και video. Τέλος, υπάρχουν πλούσια σύγχρονα υλικά καταδύσεων, βαθυσκάφη, υποβρύχια οχήματα, πλοία με κατευθυνόμενες αρπαγές, ρομπότ και διαφόρων κατηγορίες πλατφόρμες και υποθαλάσσιοι άκατοι. Τελευταία, το ωκεανογραφικό σκάφος «Αιγαίον» του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε που αποτελεί μεγάλης σημασίας επιστημονικό εργαλείο για την υλοποίηση των προσπαθειών που καταβάλλονται από τους ειδικούς φορείς της ελληνικής Ωκεανογραφίας, συμβάλλει στη λεπτομερέστερη έρευνα του θαλάσσιου ελληνικού χώρου από γεωλογική, γεωφυσική, ιζηματολογική, χημική, βιολογική και γενικά ωκεανογραφική άποψη.

Οι πρώτες ωκεανογραφικές έρευνες στην Ελλάδα χρονολογούνται στο τέλος της δεκαετίας του 1930 αλλά μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980 αφορούσαν κυρίως έρευνες στο παράκτιο περιβάλλον. Το Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας ιδρύθηκε το 1985 και αποτέλεσε το μεγαλύτερο από τα ινστιτούτα του τότε Εθνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΚΘΕ) – σημερινού Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ). Στη δεκαετία του 1990 το Ινστιτούτο αναπτύχθηκε με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς. Η ανάπτυξη συνεχίζεται μέχρι σήμερα, ως αποτέλεσμα της συμμετοχής του σε ευρωπαϊκά ανταγωνιστικά προγράμματα και προγράμματα εθνικής χρηματοδότησης, και περιλαμβάνει αφενός επέκταση των ερευνητικών και άλλων δραστηριοτήτων, αφετέρου αύξηση του ερευνητικού/επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού. Το Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας αποτελεί σήμερα έναν από τους κυριότερους και πλέον αξιόπιστους φορείς θαλάσσιας έρευνας του ευρωπαϊκού χώρου και έχει ηγετικό ρόλο στην Ανατολική Μεσόγειο.

Οι ωκεανοί και οι θάλασσες διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διαμόρφωση του κλίματος σε παγκόσμια και τοπική κλίμακα. Τα θαλάσσια ρεύματα μεταφέρουν θερμότητα, η οποία επιδρά στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία και σε συνδυασμό με τις θαλάσσιες βιογεωχημικές διεργασίες επηρεάζει τις συγκεντρώσεις CO₂. Κάτω από τον πυθμένα των ωκεανών και των θαλασσών τεράστιες ενδογενείς δυνάμεις οδηγούν τις κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών και τεμαχών και προκαλούν γεωλογικά φαινόμενα που επιδρούν άμεσα ή έμμεσα στις ανθρώπινες κοινότητες.

1.2 Η Ωκεανογραφία στις ημέρες μας

Φαίνεται λοιπόν από τα παραπάνω, ότι η ωκεανογραφία είναι μια πολύ πλατιά επιστήμη που περιλαμβάνει όλες τις γνώσεις και τα φαινόμενα που σχετίζονται άμεσα με το θαλάσσιο και ωκεάνιο περιβάλλον. Είναι επομένως αναγκαίο να στεγάζονται κάτω από τη λέξη ωκεανογραφία, όλα όσα ασχολούνται με την ερμηνεία των φαινομένων που λαμβάνουν χώρα μέσα στο νερό των ωκεανών, στην επιφάνεια του πυθμένα και στα βαθύτερα γεωλογικά στρώματα, που τελικά μελετώνται και

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

σπουδάζονται από τη φυσική, τη χημεία, τη γεωλογία, τη βιολογία και πολλές άλλες επιστήμες.

Θεωρείται λοιπόν απαραίτητο να χωριστεί η Ωκεανογραφία σε ορισμένο αριθμό ειδικοτήτων, που με απλά λόγια μπορούν να ταξινομηθούν σε πέντε μεγάλες κατηγορίες, μέσα στις οποίες αναπτύσσονται πολλές άλλες σημαντικές και απαραίτητες υποδιαιρέσεις, όπως :

- **Γεωλογική Ωκεανογραφία.**

Για να γίνει κατανοητή η αποστολή της Γεωλογίας στη θεραπεία πολλών Ωκεανογραφικών προβλημάτων, υποδιαιρέθηκε σε τρία μέρη: Τη Γεωλογία, την Ιζηματολογία και τη Γεωφυσική. Όλα τα μέρη είναι προεκτάσεις των αντίστοιχων επίγειων επιστημών, χρησιμοποιούν δε συχνά τις ίδιες μεθόδους που αναγκαστικά όμως προσαρμόζονται σε θαλάσσια περιβάλλοντα, τα οποία και ερευνούν. Ο Γεωλόγος ασχολείται με το στερεό υπόβαθρο και τις ακτές, ενώ ο Ιζηματολόγος με την έρευνα των χαλαρών ή συμπαγών ιζημάτων που επιστρώνουν τους πυθμένες των θαλασσών και οριοθετούν τις χέρσους από τις θάλασσες. Ο Γεωφυσικός χρησιμοποιεί μεθόδους έρευνας, όπως π.χ. οι λιθοσεισμικές τομογραφίες, προκειμένου να καταγραφεί το πάχος, η φύση και η τεκτονική διάταξη και συμπεριφορά των πετρωμάτων και των ιζημάτων που σχηματίζουν το βυθό των θαλασσών.

- **Φυσική Ωκεανογραφία.**

Χρησιμοποιεί φυσικές μεθόδους και προσπαθεί να επιλύσει ένα ορισμένο αριθμό προβλημάτων που αφορούν στις φυσικές ιδιότητες του θαλάσσιου νερού, στις κινήσεις των υγρών μορίων (κύματα, ρεύματα, παλίρροιες), από τα οποία αποτελείται και τέλος τις αμοιβαίες επιδράσεις μεταξύ της θάλασσας και της ατμόσφαιρας αφενός και της θάλασσας με το βυθό αφετέρου.

- **Βιολογική Ωκεανογραφία.**

Η επιστήμη αυτή καλύπτει ολόκληρο το χώρο που μελετά τη ζωή μέσα στις θάλασσες. Οι Βιολόγοι επομένως μμελετούν τα θαλάσσια ζώα (ιχθείς, μαλάκια κ.ά.), το πλαγκτόν ζωικής και φυτικής προέλευσης και την πανίδα και χλωρίδα που ζει στο βυθό. Μια πολύ ενδιαφέρουσα, ιδιαίτερα σήμερα, υποδιείρεση της Βιολογικής Ωκεανογραφίας είναι η Οικολογία που ερευνά την επίδραση του περιβάλλοντος επάνω στους οργανισμούς ή και αντίστροφα.

- **Χημική Ωκεανογραφία.**

Ασχολείται με τις χημικές ιδιότητες του θαλάσσιου νερού, τον εντοπισμό και την αξιοποίηση χημικών στοιχείων που υπάρχουν μέσα σ' αυτό και τέλος ελέγχει το βαθμό της χημικής ρύπανσης που σήμερα αποτελεί πραγματική μάστιγα των ανοικτών και ιδιαίτερα των κλειστών θαλασσών.

- **Εφαρμοσμένη Ωκεανογραφία.**

Αναφερόμαστε στο σπουδαιότερο ίσως κλάδο της Ωκεανογραφίας, γιατί εδώ υλοποιούνται οι θεωρητικές και πρακτικές γνώσεις που παρέχονται από τους τέσσερις παραπάνω κλάδους. Τα αντικείμενα της έρευνας της είναι: η αλιεία, η διευθέτηση των ακτών (προστασία ακτών, κατασκευή λιμένων), η μόλυνση του θαλάσσιου νερού, η φθορά και η προφύλαξη των διάφορων υλικών, η εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας (παλίρροιες, θερμική ενέργεια) και τέλος η εκμετάλλευση του πλούτου του θαλάσσιου νερού και του βυθού, όπως είναι τα διάφορα άλατα, τα υποθαλάσσια πετρέλαια, ο ορυκτός γενικά πλούτος και άλλα. Λόγω της αλόγιστης ανθρωπογενούς παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον και τις φυσικές διεργασίες, ειδικά στη θάλασσα και τους ωκεανούς, η Ωκεανογραφία αποτελεί πλέον μια από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιστήμες. Μελέτες που αφορούν όλο το φάσμα των θαλάσσιου περιβάλλοντος μπορούν να αποδώσουν σημαντικά αποτελέσματα στη προστασία της φύσης και κυρίως να επαναπροσδιορίσουν την ανθρώπινη παρέμβαση σε αυτή.

Με τα παραπάνω κριτήρια, πάρθηκε η απόφαση να εκπονηθεί η πτυχιακή εργασία, και να ασχοληθεί με την ρύπανση της θαλάσσιας περιοχής της Νότιας, Νότιο Δυτικής και Νότιο Ανατολικής της Κρήτης, μετά από υποθετικό ατύχημα σε εγκαταστάσεις πετρελαίου, σε τέσσερις δοθείσες περιοχές. Μεθοδολογία, που θα αναλυθεί παρακάτω.

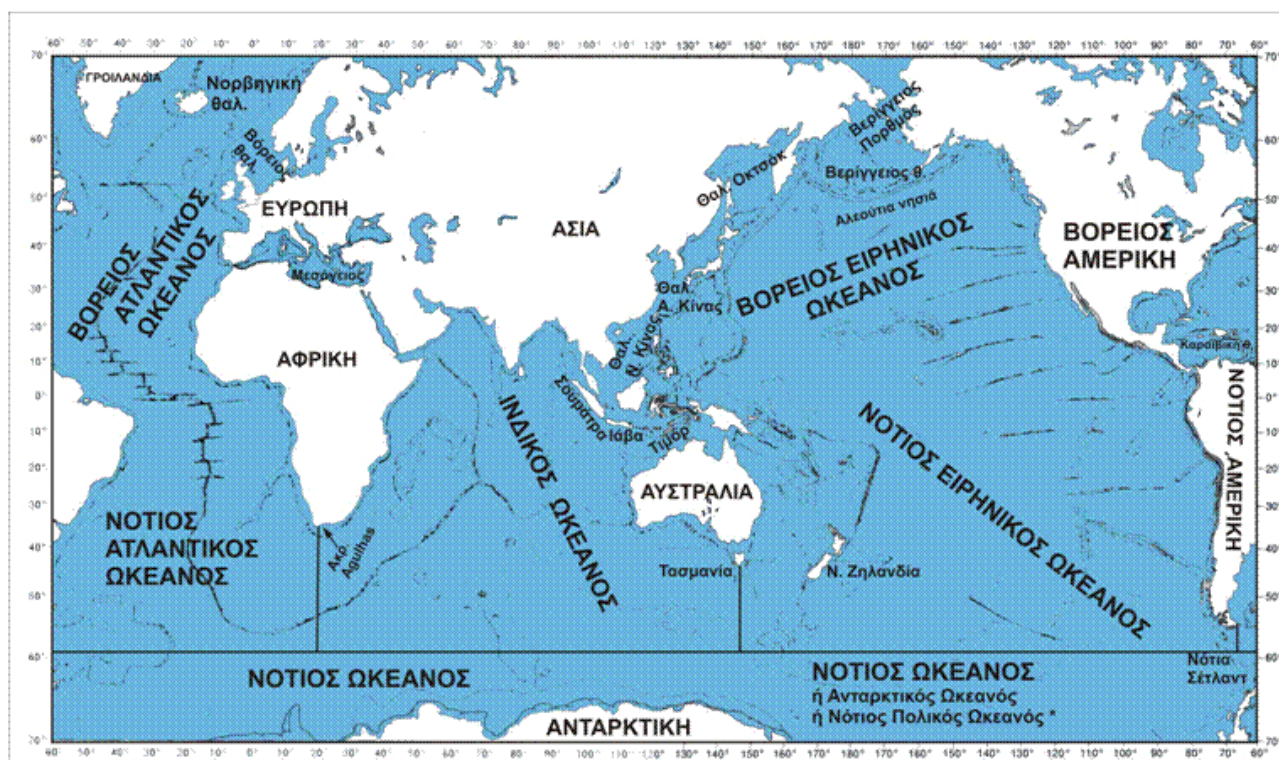
1.2 Ωκεανοί και θάλασσες

Σύμφωνα με τη Διεθνή Υδρογραφική Υπηρεσία (International Hydrography Bureau, 1953) υπάρχουν μόνο τρεις ωκεανοί (σχ. 1): Ο Ατλαντικός, ο Ειρηνικός και ο Ινδικός, ο καθένας από τους οποίους συμπεριλαμβάνει περιθωριακές ή εσωτερικές (μεσόγειες) θάλασσες. Οι μεσόγειες θάλασσες περιβάλλονται στο μεγαλύτερο μέρος τους από ξηρά και επικοινωνούν από ένα μικρό τμήμα τους με κάποιον ωκεανό. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό η Αρκτική και η Καραϊβική Θάλασσα αποτελούν και οι δύο μεσόγειες θάλασσες. Οι περιθωριακές θάλασσες ορίζονται μόνο από κάποια εσοχή στην ακτογραμμή του ωκεανού. Οι ωκεανοί και οι γειτονικές τους θάλασσες καλύπτουν το 70.8% της επιφάνειας της Γης. Το μέγεθός τους ποικίλει αρκετά. Ο Ειρηνικός Ωκεανός είναι ο μεγαλύτερος και η επιφάνεια του είναι όσο η επιφάνεια των άλλων δύο ωκεανών μαζί.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Ειρηνικός	181.34*106 Km2
Ατλαντικός	106.57*106 Km2
Ινδικός	74.12*106 Km2

Πίνακας 1: Εκτάσεις Ωκεανών



Σχήμα 1: Επιφάνειες των ωκεανών

1.3 Η Κίνηση στους Ωκεανούς- Θαλάσσια Ρεύματα

Η επιφάνεια των ωκεανών βρίσκεται συνέχεια κάτω από την επίδραση των ατμοσφαιρικών συνθηκών, δηλαδή της τριβής που ασκεί ο άνεμος στην επιφάνεια, και παρασύρει τις θαλάσσιες μάζες, και της ηλιακής ενέργειας, της εξάτμισης και των κατακρημνισμάτων που μεταβάλλουν τοπικά την πυκνότητα του θαλασσινού νερού. Η συσσώρευση θαλάσσιων μαζών σε μια περιοχή (π.χ. παρασυρόμενες από τον άνεμο) και η διαφοροποίηση της πυκνότητας οδηγούν σε οριζόντιες διαφορές πίεσης στο εσωτερικό, με αποτέλεσμα τη ροή μαζών για την αποκατάσταση αυτής της ισορροπίας. Η δημιουργία των θαλάσσιων ρευμάτων οφείλεται σε διάφορους παράγοντες μεταξύ των οποίων πρωτεύουσα θέση κατέχουν:

- **Ο άνεμος**

Πρόκειται για σημαντικό παράγοντα γιατί εκτός του ότι μετέχει ενεργά στη γένεση των κυμάτων, παρασύρει ταυτόχρονα κατά τη διεύθυνση της πνοής του και τις επιφανειακές μάζες νερού. Επομένως από τη δράση των κυμάτων δημιουργούνται ρεύματα, όπως στην περίπτωση των παράκτιων ρευμάτων που έχουν συμμετοχή στην παράκτια διάβρωση και απόθεση των ιζημάτων.

- **Η παλίρροια**

Συνιστά μια άλλη αιτία δημιουργίας των ρευμάτων που μπορεί βέβαια να είναι μικρής σημασίας για τις ανοικτές θαλάσσιες λεκάνες, αλλά όταν λαμβάνει χώρα σε κλειστές λεκάνες με ιδιαίτερα χαρακτηριστική μορφολογία (Στενά Ευρίπου, Μάγχης), τότε είναι δυνατό να προκαλέσει πολύ ισχυρά ρεύματα κατά τις φάσεις της αμπώτιδας και της πλημμυρίδας.

- **Οι διαφορές της υδροστατικής πίεσης**

Και αυτές επίσης δημιουργούν θαλάσσια ρεύματα, λόγω της παρουσίας διαφορετικών τιμών πυκνοτήτων, που προκαλούν τη μετακίνηση της πυκνότερης μάζας προς την περιοχή της αραιότερης.

- **Η περιστροφή της γης**

Ο παράγοντας αυτός επηρεάζει την πορεία και την εξέλιξη των θαλάσσιων ρευμάτων. Είναι επομένως δυνατό κατά τη μετακίνηση των θαλάσσιων μαζών να συμμετέχουν ενεργά περισσότεροι του ενός από τους προαναφερθέντες παράγοντες ή να έχουμε ακόμη την παρουσία και άλλων δευτερεύουσας σημασίας παραμέτρων.

- **Παράκτια ρεύματα**

Πρόκειται για ρεύματα που δημιουργούνται κατά την προσέγγιση των κυμάτων στην ακτή, μετακινώντας ταυτόχρονα ιζήματα από και προς την ακτή, ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες που κάθε φορά επικρατούν (ύψος, πλάτος, διεύθυνση κυματισμού). Κοντά στην ακτή ξεχωρίζουμε δύο κύριους τύπους ρευμάτων:

α. Τα ρεύματα επαναφοράς (rip currents) που γενικά μετακινούν τα ιζήματα από την ακτή προς την ανοικτή θάλασσα

β. Τα παράλληλα προς την ακτή ρεύματα (longshore currents) που μετακινούν ιζήματα κατά μήκος της ακτής. Η μεταφορά μάζας νερού προς την ακτή από τη δράση των κυμάτων, αντισταθμίζεται από μια αντίστροφη κίνηση του νερού με κατεύθυνση προς την εσωτερική θάλασσα. Τα ομαλά κύματα μέσου ύψους προκαλούν μετακίνηση της άμμου προς την ακτή επάνω από τον πυθμένα της θάλασσας, ενώ η προς την ανοικτή θάλασσα κίνηση, παρασύρει τα ιζήματα σε αιώρηση και μάλιστα σε μέσα βάρη.

1.4 Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ)

Το 1912 η Ελληνική Κυβέρνηση αποφάσισε να προχωρήσει στη διερεύνηση της δημιουργίας ενός Ινστιτούτου, προσκαλώντας ως σύμβουλο τον Ιταλό καθηγητή D. Vinciguerra, πρότεινε τη δημιουργία ενός Θαλάσσιου Υδροβιολογικού Σταθμού ο οποίος ιδρύθηκε το 1914. Ο Θαλάσσιος Υδροβιολογικός Σταθμός, που είχε έδρα το Παλαιό Φάληρο, ξεκίνησε το 1915 μελέτες αλιείας και θαλάσσιας βιολογίας. Ο σταθμός αυτός μετονομάστηκε σε Εργαστήριο Αλιευτικών Ερευνών το 1948 και τέθηκε υπό την Εποπτεία του Υπουργείου Γεωργίας.

Μετά τον Β΄ παγκόσμιο πόλεμο και συγκεκριμένα το 1945, ιδρύθηκε το Ελληνικό Υδροβιολογικό Ινστιτούτο της Ακαδημίας Αθηνών, με έδρα τον Πειραιά, στο οποίο ενσωματώθηκε το 1947 ο Υδροβιολογικός Σταθμός Ρόδου, που είχε ιδρυθεί από τους Ιταλούς κατά τη διάρκεια της κατοχής των Δωδεκανήσων (Reale Istituto di Ricerche Biologiche). Συγχρόνως ένα μικρό σκάφος με το όνομα “ΓΛΑΥΚΗ”, μετασκευάστηκε σε ερευνητικό και πραγματοποίησε το 1946 τους τρεις πρώτους ελληνικούς ωκεανογραφικούς πλόες. Το “ΓΛΑΥΚΗ” αντικαταστάθηκε το 1948 από το ερευνητικό σκάφος “ΑΛΚΥΟΝΗ”.



Το 1965 το Υδροβιολογικό Ινστιτούτο της Ακαδημίας Αθηνών, μαζί με το Εργαστήριο Αλιευτικών Ερευνών ενώθηκαν στο νεοσυσταθέν Ινστιτούτο Ωκεανογραφικών και Αλιευτικών Ερευνών (Ι.ΩΚ.Α.Ε.), που άρχισε να λειτουργεί από το 1970. Το 1985 με το νόμο 1514 της Έρευνας ιδρύθηκε το Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε.), που αποτέλεσε τη μετεξέλιξη του Ι.ΩΚ.Α.Ε. και ήταν ΝΠΔΔ εποπτευόμενο από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας του Υπουργείου Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, του μετέπειτα Υπουργείου Ανάπτυξης.

Το 1985 ναυπηγήθηκε στα ναυπηγεία Χαλκίδας και το ωκεανογραφικό σκάφος “ΑΙΓΑΙΟ”. Το Ε.Κ.Θ.Ε. αποτέλεσε τον κύριο ερευνητικό φορέα θαλάσσιων επιστημών στην Ελλάδα. Το 1987 ιδρύθηκε το Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης (Ι.ΘΑ.ΒΙ.Κ.) με έδρα το Ηράκλειο. Το Ι.ΘΑ.ΒΙ.Κ. αναπτύχθηκε με γρήγορους ρυθμούς και με το ερευνητικό σκάφος “ΦΙΛΙΑ” έπαιξε τα τελευταία χρόνια σημαντικό ρόλο στους τομείς της θαλάσσιας βιολογίας, της αλιείας και των υδατοκαλλιεργειών. Τέλος, με το Νόμο 2919/25.6.2001 «Σύνδεση Έρευνας και Τεχνολογίας με την παραγωγή» αποφασίστηκε η ίδρυση ΝΠΔΔ με την επωνυμία Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.), με την ενοποίηση του Εθνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε.) και του Ινστιτούτου Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης (Ι.ΘΑ.ΒΙ.Κ.).

Σκοπός του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. είναι η διεξαγωγή επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας, η πειραματική ανάπτυξη και επίδειξη, η διάδοση και εφαρμογή των αποτελεσμάτων της έρευνας, ιδιαίτερα στους τομείς της μελέτης και προστασίας της υδρόσφαιρας, των οργανισμών της, των ορίων της με την ατμόσφαιρα, την ακτή και το βυθό, των φυσικών, χημικών, βιολογικών και γεωλογικών συνθηκών που επικρατούν και διέπουν τα παραπάνω συστήματα.

1.5 Σύστημα Ποσειδών (Poseidon)

Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ είναι ένα μοναδικό εργαλείο για τον εθνικό σχεδιασμό με στόχο τη διαχείριση και προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος της χώρας. Παράλληλα αποτελεί ένα ανεκτίμητο πλεονέκτημα για την ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων, την πρόληψη καταστροφικών περιστατικών, και τη διασφάλιση της ανθρώπινης ζωής. Στα πλαίσια της παγκόσμιας στρατηγικής για την ανάπτυξη της Επιχειρησιακής Ωκεανογραφίας ο ΠΟΣΕΙΔΩΝ, αναπτύσσοντας τεχνολογία αιχμής, τοποθετεί την Ελλάδα σε ισχυρή θέση στο χώρο της Μεσογείου.

1.6 Η Μεσόγειος

Η Μεσόγειος Θάλασσα (σχ. 2), είναι μια μισόκλειστη λεκάνη που συνδέεται με τον Ατλαντικό Ωκεανό από το στενό του Γιβραλτάρ και στη Μαύρη Θάλασσα από το σύστημα των Δαρδανελίων - Θάλασσα του Μαρμαρά - Βόσπορο. Το σύνολο της Μεσογείου είναι μια λεκάνη συγκέντρωσης. Χωρίζεται σε δύο υπό-λεκάνες (Δυτική και Ανατολική Μεσόγειος) από το ρηχό (400 m) περβάζι του καναλιού της Σικελίας.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης



Σχήμα 2 Η λεκάνη της Μεσογείου (Millot and Taupier-Letage, 2005)

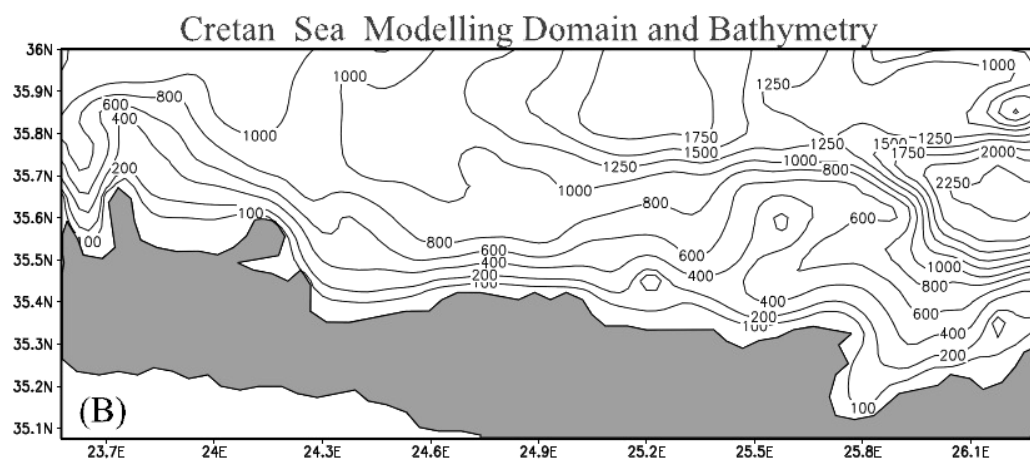
Η Μεσόγειος είναι μια θάλασσα με ιδιαιτερότητες όπως ξέρουμε, καθώς η δυσκολία στην ανανέωση των υδάτων της αποτελεί έναν εξαιρετικά επιβαρυντικό παράγοντα για το θαλάσσιο περιβάλλον. Απαιτούνται κατά τους πλέον μετριοπαθείς υπολογισμούς 40-50 χρόνια για να γίνει πλήρης ανανέωση των υδάτων της. Αυτό σημαίνει ότι οι αυξημένοι ρύποι που καταλήγουν στη Μεσόγειο παραμένουν εγκλωβισμένοι στην σχεδόν κλειστή αυτή θάλασσα και ακόμα και αν σταματούσε τώρα οποιαδήποτε ρύπανση θα απαιτούνταν μεγάλο χρονικό διάστημα προκειμένου να έχουμε μια καθαρή θάλασσα.

Στη χώρα μας γενικότερα οι πετρελαιοκηλίδες, (οι ρυπάνσεις δηλαδή από πετρελαιοειδή της θάλασσας) αντιμετωπίζονται με μηχανικά μέσα σε αντίθεση με άλλες χώρες όπου προτιμώνται μέθοδοι με χημικές διασκορπιστικές ουσίες. Προσφέρεται άλλωστε η διαμόρφωση και η γεωγραφία των ελληνικών ακτών έτσι ώστε να μπορέσουμε να περισυλλέξουμε το πετρέλαιο το οποίο έχει χυθεί στη θάλασσα. Παράλληλα κάθε μέρα εξατμίζονται από τη Μεσόγειο 4144 Km³.

Η Μεσόγειος έχει τέσσερις μεγάλες λεκάνες βαθέων υδάτων. Στο δυτικό μέρος της βρίσκεται η λεκάνη Βαlearίδες με βάθος έως 3255 μ. Στο δυτικό κεντρικό τμήμα βρίσκεται η Τυρρηνική λεκάνη με βάθος μέχρι και 3758 μ. Στο ανατολικό κεντρικό τμήμα βρίσκεται η λεκάνη Ιονίου με βάθος μέχρι και 5267 μ. Τέλος στην ανατολική περιοχή βρίσκεται η λεκάνη της Λεβαντίνης με βάθος έως και 4517 μ. Το μέσο βάθος της Μεσογείου δεν ξεπερνά τα 2.000 μέτρα.

1.7 Κρητικό Πέλαγος

Το Κρητικό Πέλαγος (σχ. 3) είναι τμήμα της Μεσογείου, στα βόρεια της Κρήτης. Γενικά νοείται ως ο θαλάσσιος χώρος μεταξύ Κρήτης, Δωδεκανήσων και Κυκλάδων. Γειτονεύει από τα ανατολικά με το Καρπάθιο πέλαγος ενώ από τα βόρεια με το Μυρτώο και Αιγαίο Πέλαγος.



Σχήμα 3 Το Κρητικό πέλαγος (G. Triantafyllou, G. Korres, G. Petihakis, A. Pollani, and A. Lascaratos, 2002)

Το Κρητικό Πέλαγος είναι η μεγαλύτερη και βαθύτερη λεκάνη στο νότιο Αιγαίο, που οριοθετείται προς βορρά από το οροπέδιο Κυκλάδες στην ισοβαθή των 400 m, και στα νότια από το νησί Κρήτη. Επικοινωνεί με την θάλασσα της Λεβαντίνης και του Ιονίου πελάγους (σχ. 4) μέσω των Στενών του Κρητικού Τόξου. Με μέσο βάθος τα 1000 μέτρα και τις δύο βαθύτερες κοιλάτες στο ανατολικό τμήμα, 2561 και 2295m βάθος αντίστοιχα. Αρκετά επιστημονικά προγράμματα έχουν λάβει χώρα στο Κρητικό Πέλαγος, με στόχο την συλλογή αρκετών πληροφοριών σχετικά με την υδροδυναμική της περιοχής, γεγονός που υποδηλώνει μια διαχρονική μεταβλητότητα και σημαντική συμβολή του Κρητικού πελάγους με τη δομή του στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)

2.1 Εισαγωγή- Περιγραφή

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε επίπεδο Τοπικής Αυτοδιοίκησης όσο και στην επιστημονική έρευνα, τη διαχείριση του φυσικού πλούτου καθώς και τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό. Υπό την στενή έννοια τα GIS αποτελούν εργαλεία, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να συγκεντρώνουν, να αποθηκεύουν, να συνδυάζουν, να διαχειρίζονται και να σχεδιάζουν δεδομένα διαφορετικής προέλευσης.

Όσο αφορά τη δομή τους, τα GIS διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στα VECTOR GIS (απεικόνιση της χωρικής πληροφορίας υπό μορφή γραμμικών στοιχείων, όπως σημείων - γραμμών - πολυγώνων) και στα RASTER GIS (χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση μελετών, στατιστικών αναλύσεων, γεωτεχνικών, γεωλογικών και περιβαλλοντολογικών μοντέλων με στόχο τον προσδιορισμό επιπτώσεων (impact analysis) καθώς και τη συνεχή παρακολούθηση φαινομένων, τα οποία μεταβάλλονται χωρικά και χρονικά (monitoring)).

Παραδείγματα της πρώτης κατηγορίας είναι μεταξύ άλλων η απεικόνιση γραμμικών στοιχείων (π.χ. δρόμων), πολυγώνων (π.χ. ιδιοκτησίες), σημείων (π.χ. θέσεις γεωτρήσεων). Παραδείγματα της δεύτερης κατηγορίας είναι η απεικόνιση της πληροφορίας υπό μορφή κελιών (cells) (π.χ. υψόμετρο, απόσταση, αριθμό). Ο συνδυασμός αυτών των δύο κατηγοριών των GIS αποτελεί ένα ισχυρότατο εργαλείο στην ανάπτυξη μοντέλων λήψης απόφασης.

Μπορούν και έχουν αρκετές εφαρμογές, όπως:

- Χαρτογραφία
- Διαχείριση και Ανάλυση χωρικών δεδομένων
- Σύνδεση χωρικών στοιχείων με βάσεις δεδομένων
- Μοντελοποίηση δικτύων κοινής ωφελείας (υδρευτικά - αρδευτικά - οδικά δίκτυα)
- Υδρογεωλογικά μοντέλα καθορισμού υδατικού ισοζυγίου λεκανών
- Περιβαλλοντικό σχεδιασμό

- Ανάπτυξη μοντέλων φυσικού κινδύνου
- Σχεδιασμό δρομολογίων οχημάτων
- Ανάπτυξη ειδικών εφαρμογών για αναδασμούς που τυποποιούν και διευκολύνουν τις διαδικασίες ανάλογα με τα μορφολογικά και κοινωνικοοικονομικά στοιχεία της κάθε περιοχής (ειδικές καλλιέργειες, μορφολογία εδάφους κλπ).

2.2 Το σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

Το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα, ικανό να ενσωματώσει, αποθηκεύσει, προσαρμόσει, αναλύσει και παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες (geographically-referenced) πληροφορίες. Σε πιο γενική μορφή, ένα ΣΓΠ είναι ένα εργαλείο "έξυπνου χάρτη", το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χρήστη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα (spatial data), να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο Διαδίκτυο). Τα συστήματα GIS, όπως και τα συστήματα CAD, αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Βασικό χαρακτηριστικό των ΣΓΠ είναι ότι τα χωρικά δεδομένα συνδέονται και με περιγραφικά δεδομένα, π.χ. μια ομάδα σημείων που αναπαριστούν θέσεις πόλεων συνδέεται με ένα πίνακα όπου κάθε εγγραφή εκτός από τη θέση περιέχει πληροφορίες όπως ονομασία, πληθυσμός κλπ.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΓΠΣ) είναι πληροφοριακά συστήματα (Information Systems) που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, των δεδομένων που σχετίζονται με τον χώρο.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Τα δεδομένα αυτά συνήθως λέγονται γεωγραφικά ή χαρτογραφικά ή χωρικά (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μια σειρά από περιγραφικά δεδομένα τα οποία και τα χαρακτηρίζουν μοναδικά.

Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα GIS είναι αυτή της σύνδεσης της χωρικής με την περιγραφική πληροφορία (η οποία δεν έχει από μόνη της χωρική υπόσταση). Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την λειτουργία αυτή βασίζεται:

- Είτε στο σχεσιακό (relational) μοντέλο δεδομένων, όπου τα περιγραφικά δεδομένα πινακοποιούνται χωριστά και αργότερα συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων.
- Είτε στο αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο δεδομένων, όπου τόσο τα χωρικά όσο και τα περιγραφικά δεδομένα συγχωνεύονται σε αντικείμενα, τα οποία μπορεί να μοντελοποιούν κάποια αντικείμενα με φυσική υπόσταση (π.χ. κατηγορία = "δρόμος", όνομα = "Πανεπιστημίου", γεωμετρία = "[X1,Y1],[X2,Y2]...", πλάτος = "20μέτρα").

Το αντικειμενοστραφές μοντέλο τείνει να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε εφαρμογές GIS εξαιτίας των αυξημένων δυνατοτήτων του σε σχέση με το σχεσιακό μοντέλο της δυνατότητας που παρέχει για την εύκολη και απλοποιημένη μοντελοποίηση σύνθετων φυσικών φαινομένων και αντικειμένων με χωρική διάσταση. Πολλές φορές η ολοκληρωμένη έννοια των GIS (integrated GIS concept) επεκτείνεται για να συμπεριλάβει τόσο τα δεδομένα (που αποτελούν ουσιαστικά τον πυρήνα τους), το λογισμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό, όσο και τις διαδικασίες και το ανθρώπινο δυναμικό, που αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα ενός οργανισμού, ο οποίος έχει σαν πρωταρχική του δραστηριότητα την διαχείριση πληροφορίας με την βοήθεια GIS.

2.3 Διαδικασίες Γ.Σ.Π.

Ένα ΣΓΠ, ως σύστημα, αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

❖ Εισαγωγή Δεδομένων

Το τμήμα του συστήματος που είναι υπεύθυνο για τροφοδότηση του συστήματος με δεδομένα. Αυτά πρέπει να είναι σε ψηφιακή δομή και συνήθως προκύπτουν με

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

ψηφιοποίηση αναλογικών δεδομένων (π.χ. τυπωμένοι χάρτες) ή με τη συλλογή πρωτογενών δεδομένων με τη χρήση ψηφιακών μεθόδων αποτύπωσης χώρου (αποτύπωση με GPS, Τηλεπισκόπηση). Αυτό το στάδιο αφορά τόσο τη γεωγραφική όσο και την περιγραφική διάσταση των δεδομένων.

❖ Επεξεργασία Δεδομένων

Τα δεδομένα πρέπει να υποστούν εκείνη την επεξεργασία που τα καθιστά κατάλληλα για παραπέρα ανάλυση και χρήση. Αυτό μπορεί να αφορά την ορθή απόδοση του συστήματος συντεταγμένων, την δημιουργία σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, τη διόρθωση σφαλμάτων, την μετάβαση από μια δομή σε μια άλλη.

❖ Ανάλυση Δεδομένων

Ο χρήστης - αναλυτής θέτει ερωτήσεις σύμφωνα με την δυνατότητα των ίδιων των δεδομένων. Οι ερωτήσεις μπορεί να είναι του τύπου :

- Πώς απεικονίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος;
- Πού βρίσκεται το Α;
- Που βρίσκεται το Α σε σχέση με το Β;
- Τι θα συμβεί εάν...;
- Πόσο από το Α υπάρχει στην περιοχή Γ
- Ποιος είναι συντομότερος από το Α στο Β;
- Ποιος είναι ο οικονομικότερος δρόμος από το Α στο Β;

❖ Απόδοση Αποτελεσμάτων

Η απόδοση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης γίνεται σε αναλογικά μέσα με την οργάνωση της εκτύπωσης χαρτογραφικών προϊόντων ή με την απόδοση σε ψηφιακές πλατφόρμες είτε με τη χρήση του Διαδικτύου, μέσω διαδραστικών χαρτών (Web-based GIS), είτε σε μέσω εσωτερικών δικτύων οργανισμών μέσω εφαρμογών που υποστηρίζουν πολλαπλούς χρήστες με διακριτούς ρόλους (Enterprise GIS).

❖ Έλεγχος Πληροφοριών & Αποτελεσμάτων

Κάθε σύστημα οφείλει να έχει μηχανισμούς ανάδρασης (feedback) ώστε να εξασφαλίζεται η ορθότητα και ακρίβεια των πληροφοριών. Αυτό μπορεί να γίνεται

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

μέσω λογισμικού με διαδικασίες κανόνων επικύρωσης, με διαδικασίες ελέγχου ακρίβειας συντεταγμένων και γενικότερα με διαδικασίες ποιοτικών και ποσοτικών ελέγχων ανάλογα με τη φύση των δεδομένων.

❖ Δομές Δεδομένων

Σε ένα ΣΓΠ τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται με δύο βασικές δομές: την διανυσματική δομή και τη ψηφιδωτή δομή. Σε όλα τα ΣΓΠ οι δύο δομές αποδίδονται ταυτόχρονα σε κοινές απεικονίσεις ενώ πολλά λογισμικά GIS προσφέρουν την δυνατότητα μετάβασης από τη μία δομή στην άλλη.

❖ Τοπολογία

Στη γεωπληροφορική ως Τοπολογία εννοούμε το σύνολο των γεωμετρικών κανόνων που πρέπει να ακολουθεί η γεωγραφική πληροφορία ανάλογα με την φύση της. Έτσι για παράδειγμα, εάν η πληροφορία είναι τα οικοδομικά τετράγωνα τότε τα πολύγωνα που τα αναπαριστούν θα πρέπει να ακολουθούν μεταξύ άλλων τους κανόνες: δεν επιτρέπεται η αλληλοεπικάλυψη, δεν επιτρέπεται η ταύτιση των ορίων. Σε άλλες περιπτώσεις και για την ίδια γεωγραφική περιοχή ο κανόνας μπορεί να ισχύει αντίθετα. Π.χ. στην περίπτωση που το χαρακτηριστικό που απεικονίζεται είναι τα όρια των ιδιοκτησιών, επιβάλλεται η ταύτιση των ορίων για τα όμορα ακίνητα.

2.4 Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών

Σε ένα ΣΓΠ τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται με δύο βασικές δομές: την διανυσματική δομή και τη ψηφιδωτή δομή. Σε όλα τα ΣΓΠ οι δύο δομές αποδίδονται ταυτόχρονα σε κοινές απεικονίσεις ενώ πολλά λογισμικά GIS προσφέρουν την δυνατότητα μετάβασης από τη μία δομή στην άλλη.

Οι τρεις βασικοί τύποι γεωμετριών: Γραμμή, Σημείο, Πολύγωνο

1. Διανύσματα (Vector). Όλα τα χωρικά δεδομένα μπορούν να αναπαρασταθούν με τρεις βασικούς τύπου γεωμετριών: σημεία, γραμμές, πολύγωνα. Έτσι για την απόδοση της θέσης μια πόλης σε ένα χάρτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σημείο, για την αποτύπωση του οδικού δικτύου μια γραμμή αποτελούμενη από πολλές κορυφές και για την αποτύπωση μιας ιδιοκτησίας ένα πολύγωνο. Στην ουσία τα πάντα αναπαρίστανται από γραμμές. Το σημείο είναι μια γραμμή μηδενικού μήκους,

ενώ το πολύγωνο είναι μια ακολουθία γραμμών με αρχή και τέλος την ίδια κορυφή. Η γεωμετρία που θα υιοθετηθεί για το συμβολισμό ενός αντικειμένου εξαρτάται από την κλίμακα απεικόνισης και το σκοπό της εφαρμογής που αναπτύσσεται. Έτσι π.χ. σε μια πολύ μεγάλη κλίμακα (1:1000) τα κτίσματα αποτυπώνονται ως πολύγωνα, ενώ σε μικρότερες κλίμακες (1:10.000) είναι ορθότερο να χρησιμοποιηθεί η γεωμετρία του σημείου. Τέλος κάθε γεωμετρία συνδέεται με μια σχέση 1-1 με μια εγγραφή σε ένα πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών.

2. Ψηφιδωτά (Raster). Η ψηφιδωτή δομή δεδομένων χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που το χωρικό φαινόμενο που αποτυπώνεται χαρακτηρίζεται ως συνεχής μεταβλητή (π.χ. το υψόμετρο του εδάφους, η κατανομή του θορύβου) ή σε περιπτώσεις που στο ΣΓΠ θέλουμε να ενσωματώσουμε μια δορυφορική εικόνα ή μια σαρωμένη αεροφωτογραφία. Οι ψηφιδωτές δομές δεδομένων έχουν περιορισμένες δυνατότητες σύνδεσης με περιγραφικά χαρακτηριστικά. Παράδειγμα πληροφορίας ψηφιδωτής δομής σε ένα GIS είναι η εικόνα που φαίνεται παραπάνω (Χάρτης Οικιστικής Πυκνότητας) που περιέχει την πληροφορία του αριθμού κατοικιών ανά εκτάριο σε ψηφιδωτή δομή.

2.5 Βάσεις δεδομένων

Η ιδιαιτερότητα στις βάσεις δεδομένων σε περιβαλλοντικά ζητήματα σε σχέση με άλλες βάσεις δεδομένων οφείλεται στη γεωγραφική εξάρτησή τους. Παίζει δηλαδή σημαντικό ρόλο η χωρική διάσταση των Πληροφοριών και η γεωγραφική τους κατανομή. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των GIS συνοψίζονται στα παρακάτω :

A) Δυνατότητα Γεωγραφικής Ανάλυσης των Πληροφοριών

Οι πληροφορίες δεν έχουν απλώς χωρική εξάρτηση αλλά μπορούν να διαχειριστούν με βάση τη γεωγραφική συνιστώσα. Έτσι μπορούν να ανακτηθούν πληροφορίες σχετικά με την κατανομή κάποιας συγκεκριμένης ιδιότητας των παραμέτρων ή πληροφορίες σχετικές με περιοχές που εμφανίζεται ιδιότητα. Για παράδειγμα, περιοχές όπου η ρύπανση υπερβαίνει κάποια όρια ή περιοχές όπου η βροχόπτωση ή η απορροή εμφανίζει συστηματική απόκλιση από τις μέσες αναμενόμενες τιμές.

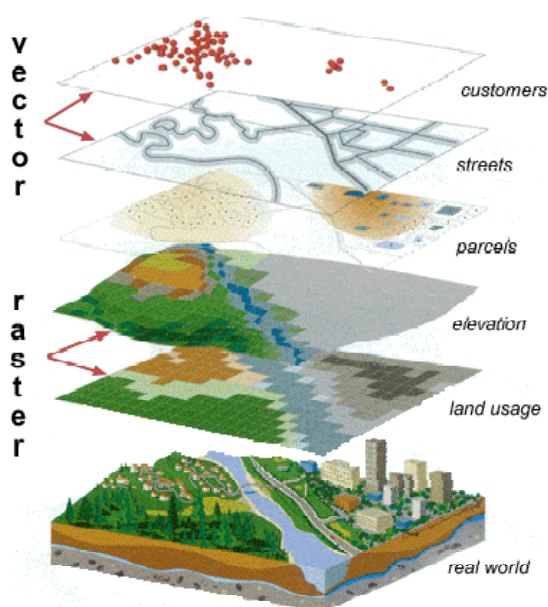
B) Δυνατότητα ηλεκτρονικής χαρτογράφησης και παρουσίασης θεματικών χαρτών

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Τα GIS έχουν τη δυνατότητα να παρουσιάζουν πληροφορίες με μορφή χαρτών και ιδιαίτερα θεματικών χαρτών. Αυτοί οι χάρτες μπορούν να συνδυάζονται μεταξύ τους και να παράγουν σύνθετες χαρτογραφικές απεικονίσεις.

Γ) Δυνατότητα διεπιστημονικής εργασίας

Αυτό σημαίνει ότι μπορεί κάποιος να προσθέσει στοιχεία του δικού του επιστημονικού κλάδου σε προηγούμενες δουλειές "κτίζοντας" πάνω σε αυτές και έτσι αυξάνει τον αριθμό των πληροφοριών που αφορούν μια συγκεκριμένη περιοχή ευνοώντας την ύπαρξη κοινής αναφοράς για τους επιστήμονες διαφορετικών ειδικοτήτων που συνεργάζονται μεταξύ τους. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στη θεμελιώδη αρχή των επιπέδων (Layers) τα οποία εναποτίθενται το ένα πάνω στο άλλο (σχήμα 3.1) και έτσι συνδυάζόμενα μεταξύ τους όπως συνηθίζεται με την κλασική μέθοδο χαρτογράφησης με χρήση ριζόχαρτων που εναποτίθενται διαδοχικά το ένα πάνω στο άλλο, κατορθώνουμε την αξιοποίηση και τον συνδυασμό διαφορετικών πληροφοριών.



Σχήμα 3.1 Εναπόθεση επιπέδων

Δ) Δυνατότητα ένταξης μεθόδων μαθηματικής επεξεργασίας των πληροφοριών στα GIS καθώς και μοντέλα προσομοίωσης.

Συγκεκριμένα, στις περιβαλλοντικές εφαρμογές μπορούμε να ασχοληθούμε με μοντέλα πρόγνωσης φαινομένων, π.χ. περιβαλλοντικών αλλοιώσεων, αλλοίωση μορφολογίας της εξέλιξης των υδροσυστημάτων, την αξιοποίηση εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης κ.α.

2.6 Χρήση του Arcview

Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται συνοπτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών με τη βοήθεια του ArcView 9.3.

1. Εισαγωγή του χάρτη της εξεταζόμενης περιοχής μέσω σαρωτή (scanner) στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στη συγκεκριμένη εργασία έγινε εισαγωγή 4 χαρτών, κλίμακας 1:5000. Για κάθε κομμάτι του χάρτη δίνονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες τεσσάρων γνωστών σημείων με τέτοια ακρίβεια ώστε το σφάλμα να είναι μηδενικό στην καλύτερη περίπτωση ή τουλάχιστον μικρότερο του 2 (rms < 2). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται image registration.

Το επόμενο βήμα είναι η γεωαναφορά του χάρτη (Georeferencing). Τα βήματα που ακολουθήθηκαν είναι τα εξής :

- Γίνεται προσθήκη της εικόνας στο υποπρόγραμμα ArcMap η οποία αντιστοιχεί στο σαρωμένο χάρτη. (Προαιρετικά και του βοηθητικού θεματικού επιπέδου που θα χρησιμοποιηθεί σαν οδηγός για τη γεωαναφορά)
- Κατάδειξη σημείων ελέγχου στην εικόνα για τα οποία γνωρίζουμε τις πραγματικές συντεταγμένες τους τις οποίες και εισάγουμε (άμεσα με πληκτρολόγηση ή έμμεσα με τη χρήση του βοηθητικού θεματικού επιπέδου).
- Όταν επιτευχθεί ικανοποιητική ακρίβεια (έλεγχος του RMS error), γίνεται αποθήκευση της πληροφορίας ακρίβειας γεωαναφοράς η οποία αναφέρεται στο αρχείο της εικόνας.

2. Ψηφιοποίηση των ισοϋψών του χάρτη της εξεταζόμενης.

Ισοϋψείς καμπύλες

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Στους χάρτες, η αναπαράσταση του ανάγλυφου γίνεται με τη βοήθεια ισουψών καμπυλών. Η ισουψής καμπύλη είναι μια νοητή γραμμή που περνά από όλα τα σημεία που έχουν το ίδιο υψόμετρο. Η υψομετρική διαφορά ανάμεσα σε δύο διαδοχικές ισουψείς καμπύλες λέγεται ισοδιάσταση. Η ισοδιάσταση είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά ενός χάρτη και συνήθως συνδυάζεται με την κλίμακά του: οι χάρτες κλίμακας 1:250.000 έχουν ισοδιάσταση 100 μ., στο 1:100.000 η ισοδιάσταση είναι 40 μ., στην κλίμακα 1:50.000 συνήθως χρησιμοποιείται η ισοδιάσταση των 20 μ. με βοηθητικές καμπύλες ανά 10 μ. στα ομαλά πεδία, στο 1:25.000 η ισοδιάσταση είναι 10 μ. και στο 1:5.000 χρησιμοποιείται η ισοδιάσταση των 4 μ.

Η ισοδιάσταση των 100 μ. είναι κατάλληλη για περιγητική χρήση (χάρτες κλίμακας 1:50.000 έως 1:250.000), ενώ στην πεζοπορία, η ισοδιάσταση των 20 μ. σε συνδυασμό με την κλίμακα του 1:50.000 προσφέρουν ανεκτίμητη βοήθεια και σιγουριά, ειδικά σε ασαφή μονοπάτια.

Οποσδήποτε, για την αναγνώριση των μορφολογικών χαρακτηριστικών ενός τοπίου με βάση τις ισουψείς καμπύλες απαιτείται κάποια εξάσκηση. Το βασικότερο που πρέπει να γνωρίζει κανείς είναι ότι όσο πιο πυκνές είναι οι ισουψείς καμπύλες τόσο μεγαλύτερη είναι κλίση της πλαγιάς. Η διάκριση των ραχών από τις ρεματιές διευκολύνεται από την παρουσία της μπλε διακεκομμένης γραμμής στις μισγάγκειες.

Πριν ξεκινήσει η ψηφιοποίηση των χαρτών, δημιουργούμε τα απαραίτητα θεματικά επίπεδα. Τα βήματα για τη διαδικασία αυτή είναι τα εξής :

- Γίνεται έναρξη του υποπρογράμματος ArcCatalog και οδηγούμαστε στους σχετικούς καταλόγους. Δημιουργείται σύνδεση με τον επιθυμητό κατάλογο.
- Γίνεται εκκίνηση του ArcCatalog. Επιλέγεται από το μενού File/New/Shapefile και αφού καθοριστούν τα ονόματα και ο τύπος των οντοτήτων (feature type) που περιέχονται στο νέο shapefile, δίνοντας OK δημιουργείται ένα νέο κενό θεματικό επίπεδο. Πριν ολοκληρωθεί η δημιουργία του νέου shapefile, με την επιλογή edit – select – Projected Coordinate System – Greek Grid, μπορεί να οριστεί το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ'87).

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Η διαχείριση του νέου θεματικού επιπέδου δημιουργήθηκε και η προσθήκη σε αυτό γεωγραφικών οντοτήτων υλοποιείται με τη χρήση του υποπρογράμματος ArcMap, με τα παρακάτω βήματα :

- Έναρξη του ArcMap με τη δημιουργία νέου χάρτη ή ενεργοποίηση χάρτη που έχει δημιουργηθεί προγενέστερα.
- Δημιουργία νέου πλαισίου δεδομένων (data frame) και καθορισμός του συστήματος αναφοράς του. (data frame < Properties < Coordinate System < Predefined < Projected Coordinate System < National Grids < Greek Grid).
- Προσθήκη σε αυτό του θεματικού επιπέδου που δημιουργήθηκε στον ArcCatalog, καθώς και του σαρωμένου χάρτη (αρχείο εικόνας), που θα χρησιμοποιηθεί σαν υπόβαθρο για την ψηφιοποίηση επί της οθόνης.
- Στη συνέχεια γίνεται ενεργοποίηση της γραμμής εργαλείων διαμόρφωσης (Editor Toolbar Button).
- Από το μενού επιλογών Editor, γίνεται επιλογή του Start Editing και καθορισμός ενέργειας (Task : Create New Feature) και θεματικό επίπεδο εργασίας (Target : το shapefile που δημιουργήθηκε).
- Ψηφιοποίηση ισοϋψών με τη χρήση του εργαλείου σχεδίασης (sketch tool) και εισαγωγή με κλικ του ποντικιού (mouse) στα σημεία που ορίζουν τις ισοϋψείς.
- Λήξη της ψηφιοποίησης με διπλό κλικ ή F2.

Δημιουργία – Διαμόρφωση περιγραφικών δεδομένων.

Για την πληρέστερη ψηφιακή κωδικοποίηση των γεωγραφικών δεδομένων, εκτός από τη θέση, καταγράφονται και τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά.

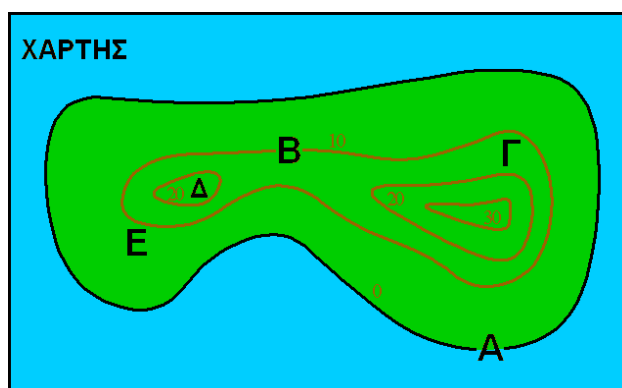
Σε κάθε διανυσματικό θεματικό επίπεδο τύπου shapefile, αντιστοιχεί ένας πίνακας περιγραφών (attribute table) ο οποίος περιέχει τα γνωρίσματα των γεωγραφικών οντοτήτων του, που συγκεκριμένη περίπτωση είναι οι ισοϋψείς. Η προσπέλαση στον πίνακα περιγραφών μπορεί να γίνει τόσο από το υποπρόγραμμα ArcCatalog, όσο και από το ArcMap.

Ο πίνακας αυτός περιέχει περιγραφικά στοιχεία που σχετίζονται με τις χωρικές οντότητες (ισοϋψείς). Ο πίνακας περιγραφών, σε συνδυασμό με τη χωρική – γεωμετρική πληροφορία, αποτελούν τον πυρήνα ενός τέτοιου θεματικού επιπέδου πληροφοριών.

4. Δημιουργία βάσης δεδομένων μέσω του GIS.

Με τη βοήθεια του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών ArcView 9.3., αφού εισήχθησαν τα δύο κομμάτια χαρτών του νησιού της Τήνου με κλίμακα 1:50000 στον υπολογιστή, με τη βοήθεια σαρωτή, έγινε η ψηφιοποίηση των ισοϋψών του ανάγλυφου του νησιού ανά 20 μέτρα.

Σχηματικά αναφέρεται παρακάτω η διαδικασία της ψηφιοποίησης και αναφορά των ισοϋψών στον attribute table :



Το σημείο A = 0 μέτρα

Το σημείο A βρίσκεται ακριβώς πάνω στην ισοϋψή 0 μέτρα του περιγράμματος. Δεδομένου ότι όλα τα σημεία πάνω στη γραμμή αυτή έχουν υψόμετρο 0 μέτρα, το σημείο A έχει και αυτό υψόμετρο 0 μέτρα.

Σημείο B = 10 μέτρα

Το σημείο B βρίσκεται ακριβώς πάνω στην ισοϋψή 10 μέτρα του περιγράμματος. Δεδομένου ότι όλα τα σημεία πάνω στη γραμμή αυτή έχουν υψόμετρο 10 μέτρα, το σημείο B έχει και αυτό υψόμετρο 10 μέτρα.

Σημείο Γ ~ 15 μέτρα

Σημείο Γ, δε βρίσκεται ακριβώς πάνω σε γραμμή του περιγράμματος και έτσι δεν μπορεί να προσδιορίσει με ακρίβεια το υψόμετρο. Το σημείο Γ είναι μεταξύ των ισοϋψών 10 μέτρα και 20 μέτρα. Έτσι το υψόμετρο σε εκείνο το σημείο πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 10 μέτρα και μικρότερο από 20 μέτρα. Επειδή το σημείο Γ βρίσκεται σε ίση απόσταση μεταξύ αυτών των γραμμών, το υψόμετρο σε εκείνο το σημείο είναι περίπου 15 μέτρα. (Σημείωση αυτό προϋποθέτει ότι η κλίση είναι σταθερή μεταξύ των δύο ισοϋψών καμπύλων).

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

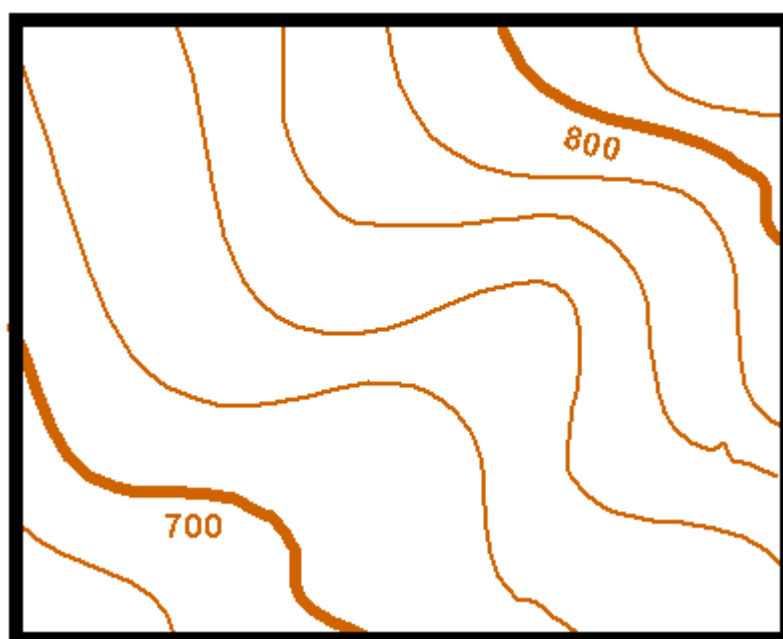
Σημείο Δ ~ 25 μέτρα

Το σημείο Δ έχει υψόμετρο μεγαλύτερο από 20 μέτρα και λιγότερο από 30 μέτρα αφού δεν υπάρχει ισοϋψής σε εκείνο το σημείο με υψόμετρο 30 μέτρα. Δε μπορούμε να ήμαστε σίγουροι για το ακριβές υψόμετρο σε εκείνο το σημείο. Σε αρκετές περιπτώσεις αναφέρεται το υψόμετρο σε παρόμοια σημεία. Θα μπορούσε το σημείο αυτό να έχει υψόμετρο 21 μέτρα ή 29 μέτρα. Δεν υπάρχει τρόπος να προσδιοριστεί το ακριβές υψόμετρο. Ωστόσο η διαφορά των 8 μέτρων δεν είναι μεγάλη, οπότε μπορεί να αναφέρουμε το σημείο με υψόμετρο 25 μέτρα. (Με την προϋπόθεση ότι η κλίση του εδάφους μεταξύ των δύο ισοϋψών είναι σταθερή).

Το σημείο Ε ~ 8 μέτρα

Ακριβώς όπως με το σημείο Γ ανωτέρω, πρέπει να εκτιμηθεί ότι το σημείο Ε βρίσκεται κάπου μεταξύ των υψομέτρων 0 μέτρα και 10 μέτρα. Επειδή αυτό το σημείο είναι πιο κοντά στην ισοϋψή των 10 μέτρων από τη γραμμή 0 μέτρα εκτιμούμε υψόμετρο είναι πιο κοντά στην ισοϋψή των 10 μέτρων. Σε αυτή την περίπτωση 8 μέτρα φαίνεται λογικό. (Με την προϋπόθεση ότι η κλίση του εδάφους μεταξύ των δύο ισοϋψών είναι σταθερή).

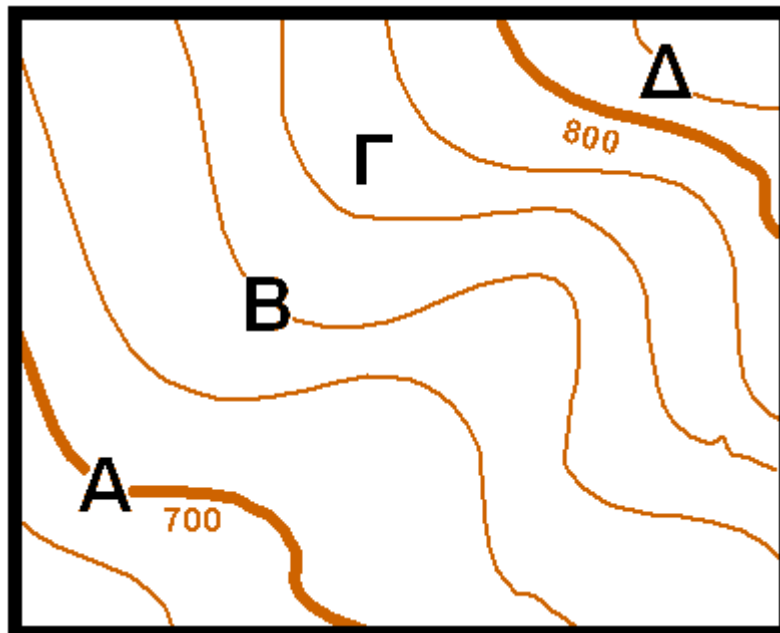
- Αρχικά ψηφιοποιήθηκαν οι κύριες ισοϋψείς (σήμα 3.2): η 100 μέτρα, η 200 μέτρα, η 300 μέτρα κτλ.



Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Σχήμα 2.2 Κύριε ισοϋψείς

- Αφού ψηφιοποιήθηκαν οι κύριες γραμμές, συνεχίστηκε η ψηφιοποίηση όπως αναφέρεται παρακάτω :



Σχήμα 2.3 Δευτερεύουσες ισοϋψείς

Οι ισοϋψείς απέχουν μεταξύ τους 20 μέτρα. Επομένως αναφέρθηκαν στον attribute table ως εξής :

Σημείο A = 700

Κύρια γραμμή με υψόμετρο 700 μέτρα.

Σημείο B = 740

Αυτή η ισοϋψής δε αναφέρεται τι υψόμετρο έχει. Επειδή βρίσκεται πάνω από την ισοϋψή των 700 μέτρων κατά δύο ισοϋψείς, έχει υψόμετρο 740 μέτρα.

Σημείο Γ ~ 770

Το σημείο Γ δεν βρίσκεται πάνω σε μια ισοϋψή με γνωστό υψόμετρο. Όμως, μετρώντας από την ισοϋψή των 700 μέτρων φαίνεται πως βρίσκεται μεταξύ των ισοϋψών 760 μέτρα και 780 μέτρα. Επειδή είναι στη μέση των δύο μπορεί να εκτιμηθεί ότι εκεί είναι το υψόμετρο των 770 μέτρων.

Σημείο D = 820

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Αυτή η ισοϋψής δε αναφέρεται τι υψόμετρο έχει. Επειδή βρίσκεται πάνω από την ισοϋψή των 800 μέτρων κατά μια ισοϋψή, έχει υψόμετρο 820 μέτρα.



3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

3.1 Μοντέλα θαλάσσιας κυκλοφορίας για το Κρητικό πέλαγος

Μετά την διαδικασία μοντελοποίησης, προέκυψαν εικόνες με τις διευθύνσεις των ρευμάτων στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτης. Τις συγκεκριμένες εικόνες, επεξεργαζόμαστε στο GIS, ψηφιοποιούμε τις διευθύνσεις και τις ορίζουμε σύμφωνα με τον αριθμό των μοιρών τους.

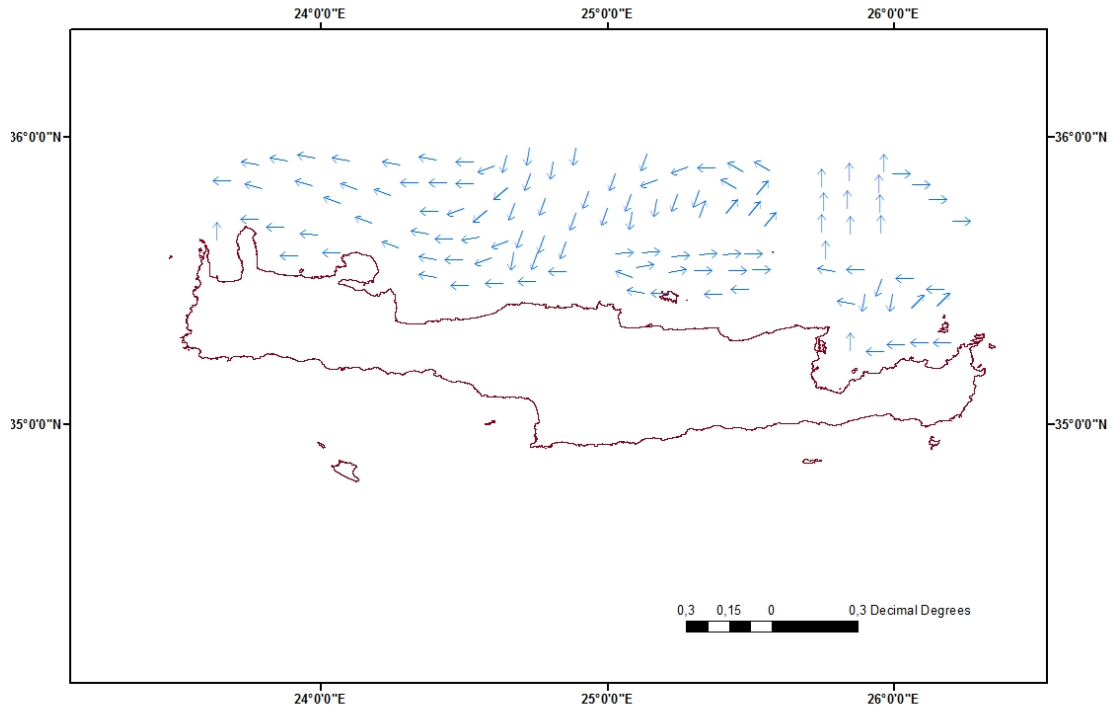
Σύμφωνα με την εργασία των G. Triantafyllou, G. Korres, G. Petihakis, A. Pollani, and A.Lascaratos, 2002 με τίτλο "Assessing the phenomenology of the Cretan Sea shelf area using coupling modelling techniques" η θαλάσσια κυκλοφορία για τους μήνες Φεβρουάριο και τον Αύγουστο για τη υποεπιφάνεια (30 m) και μεσαίου βάθους (280 m) αποδίδεται στα σχήμα 3.1(α-ε). Γενικά μια κυκλωνική κυκλοφορία και μια προς τα δυτικά ροή είναι τα κύρια χαρακτηριστικά του χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι κυριαρχείται από ανατολικά ρεύματα. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά κυριαρχούν στα μεσαία βάθη, μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού και είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του Κρητικού Πελάγους.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ένας διευρυμένος κεντρικός κυκλώνας εντοπίζεται νότια, κοντά στην ακτή της Κρήτης, και λειτουργεί ως γενική απάντηση προς το δυτικό ρεύμα, το οποίο εμφανίζει εποχιακή μεταβλητότητα όσον αφορά την ένταση, τη μορφή, και τη θέση. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου τα ρεύματα είναι ασθενέστερα από του καλοκαιριού. Στις αρχές του καλοκαιριού εκδηλώνεται ένα ισχυρό ρεύμα με κατεύθυνση προς τα ανατολικά, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη τριών αντικυκλώνων στα νότια.

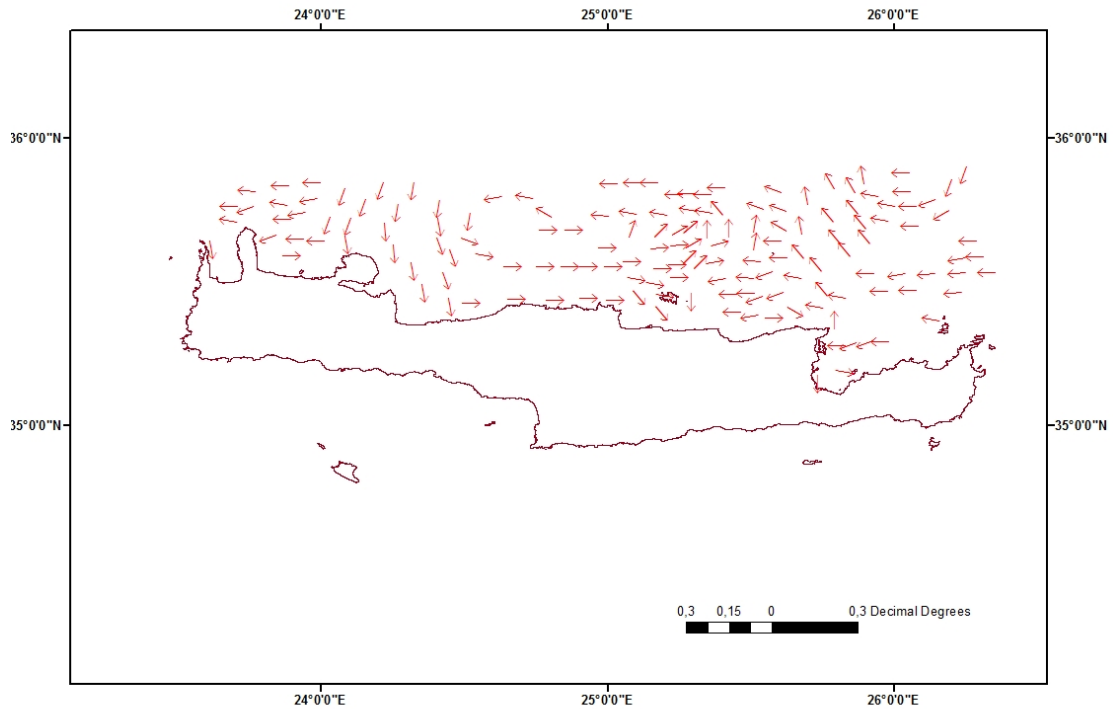
Η τελευταία εικόνα με τίτλο Crete Map απεικονίζει, το πεδίο ροής του Κρητικού Πελάγους, όπως προκύπτει από το κλιματολογικό μοντέλο του Ποσειδών που εφαρμόστηκε από τους παραπάνω συγγραφείς (Triantafyllou et al., 2002) τον μήνα Μάρτιο. Ένα έντονο ρεύμα εισέρχεται στο Αιγαίο κατά μήκος της ανατολικής ακτής της Κρήτης, σχηματίζοντας στην συνέχεια μια κυκλωνική δίνη που βρίσκεται στην βορειοανατολική πλευρά της Κρήτης. Τα παραπάνω συμπεράσματα καταγράφηκαν και απεικονίστηκαν στις παρακάτω εικόνες.

Στο σχήμα 3.2 (α-ε) παρουσιάζεται η διαδικασία της παρεμβολής που εφαρμόστηκε στα δεδομένα του σχήματος 3.1

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

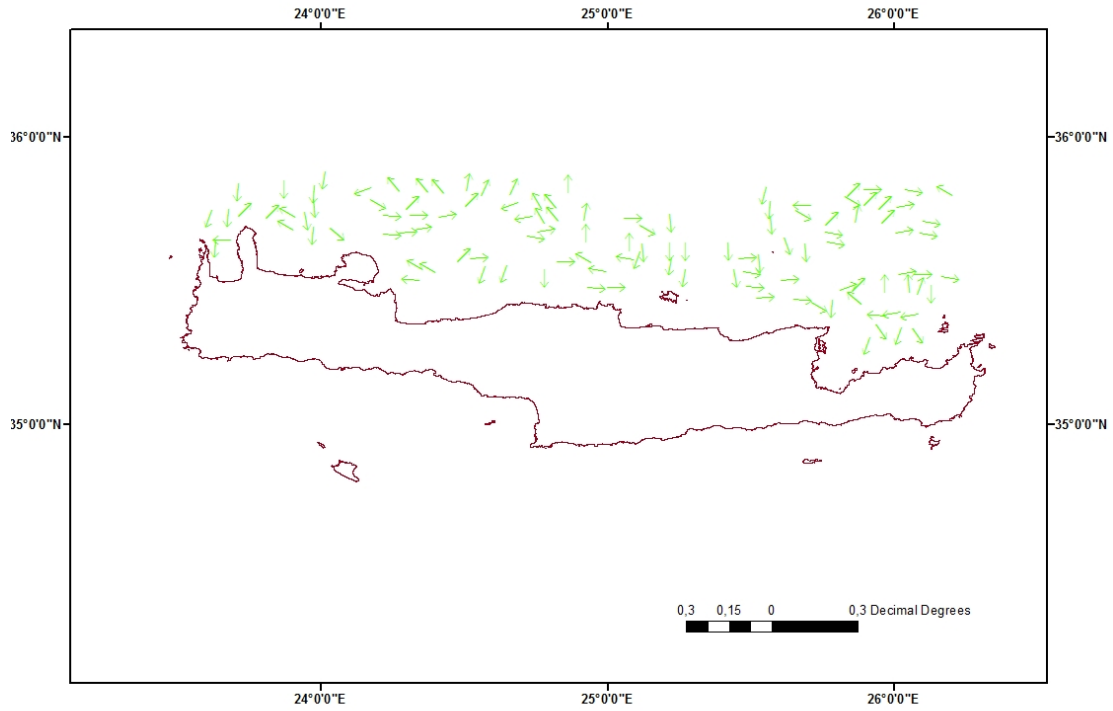


(α) Θαλάσσια κυκλοφορία Κρητικού πελάγους

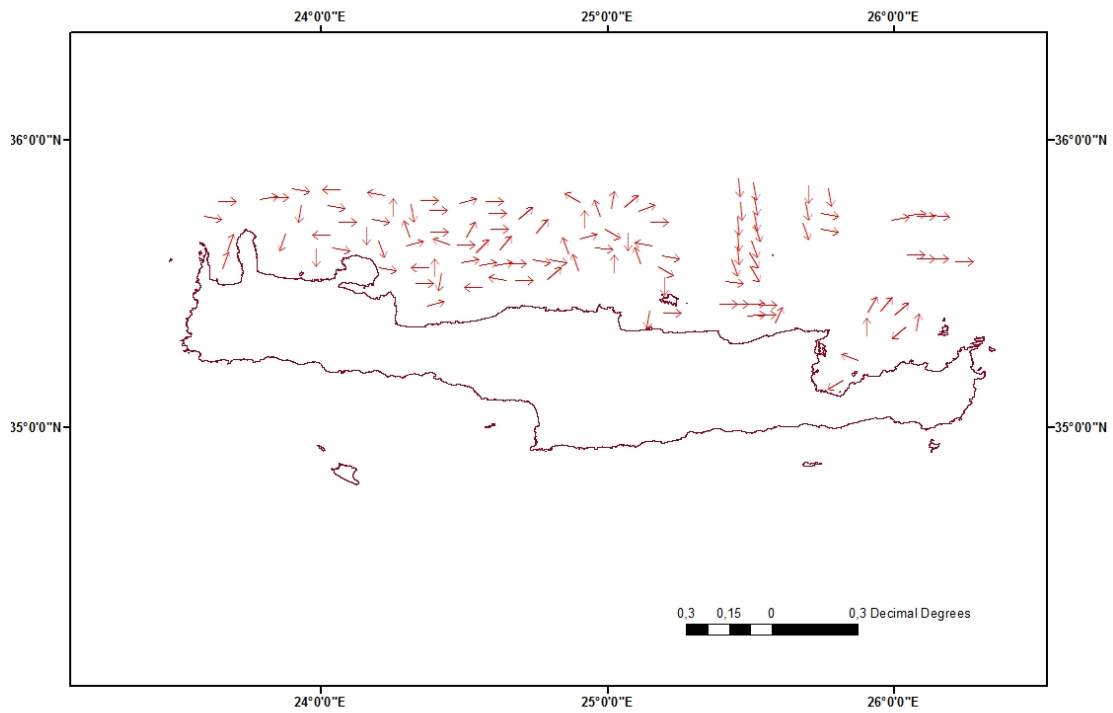


(β) Μοντέλο Χειμώνα στα 30 μέτρα

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

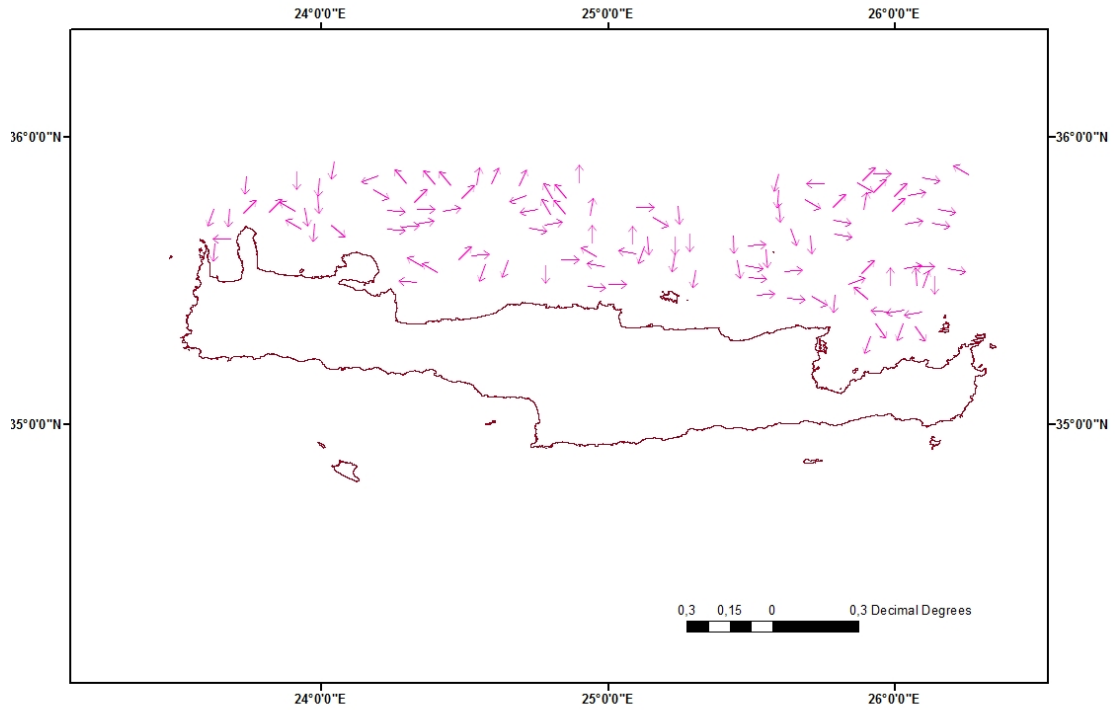


(γ) Μοντέλο Χειμώνα στα 280 μέτρα



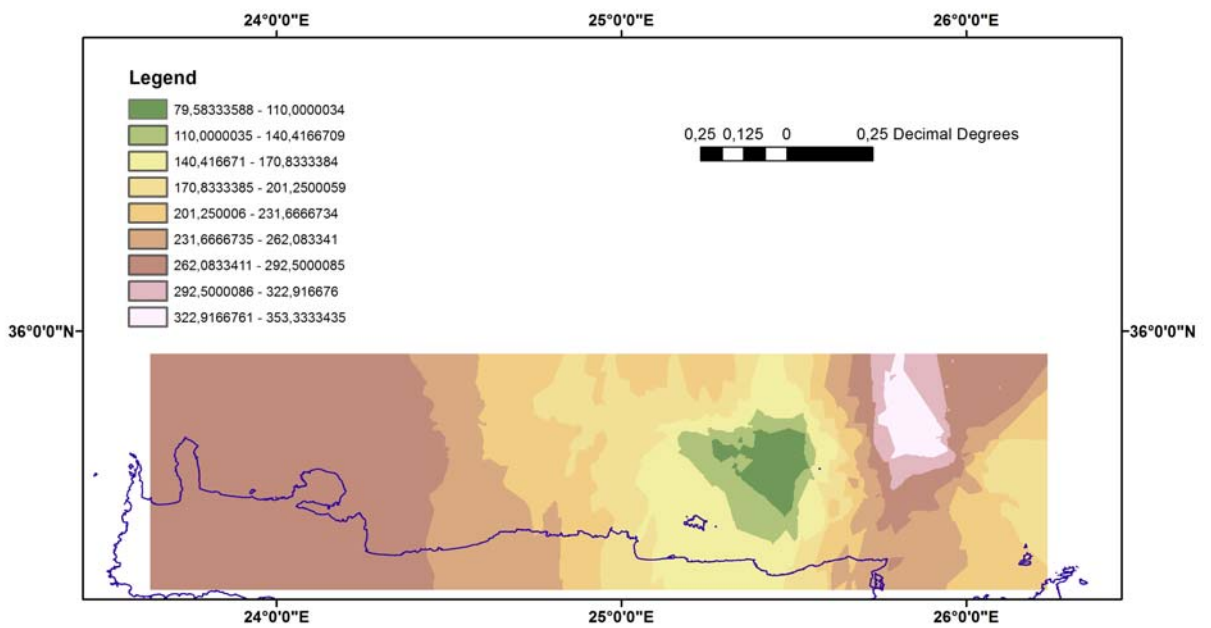
(δ) Μοντέλο Καλοκαιριού στα 30 μέτρα

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης



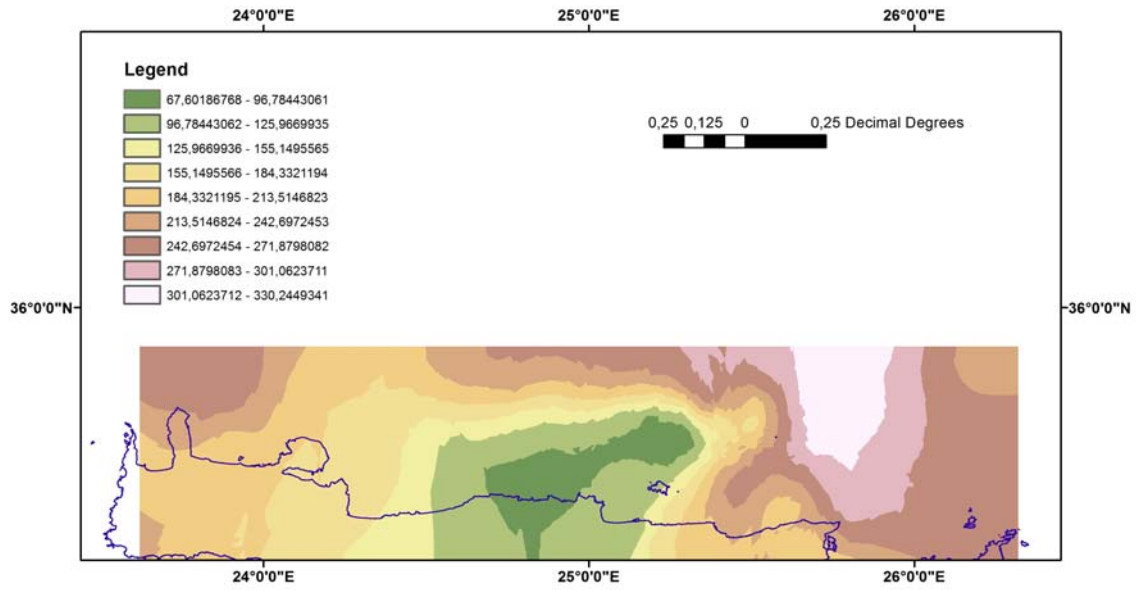
(ε) Μοντέλο Καλοκαιριού στα 280 μέτρα

Σχήμα 3.1 Μοντέλα θαλάσσιας κυκλοφορίας για την περιοχή του Κρητικού πελάγους σε μορφή διανυσματικών χαρτών, σύμφωνα με την εργασία των Triantafyllou et al. (2002)

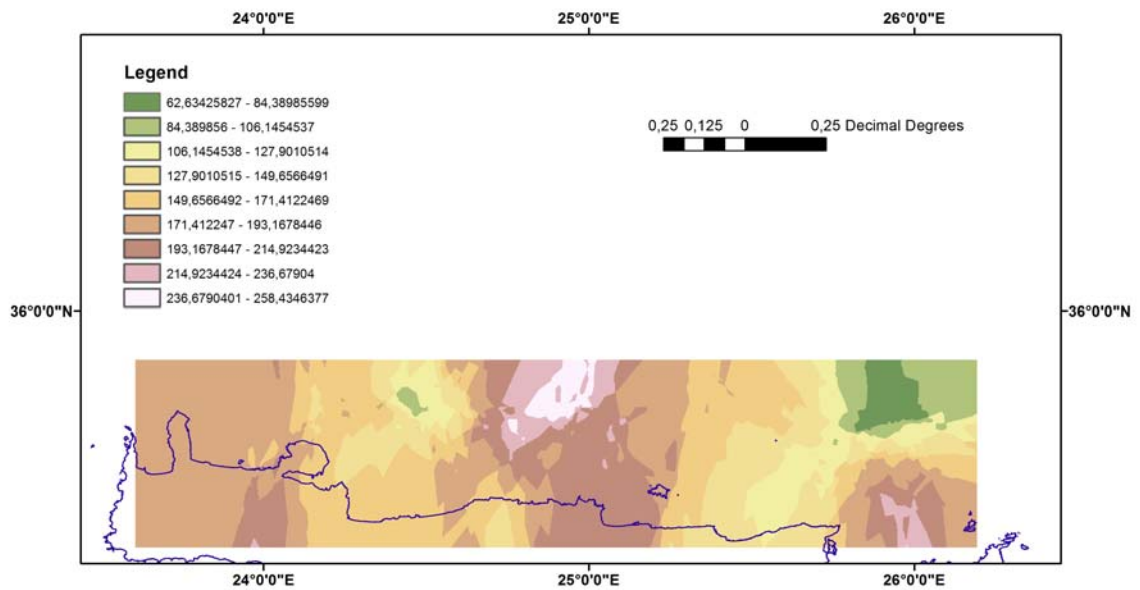


(α) Θαλάσσια κυκλοφορία Κρητικού πελάγους- παρεμβολή

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

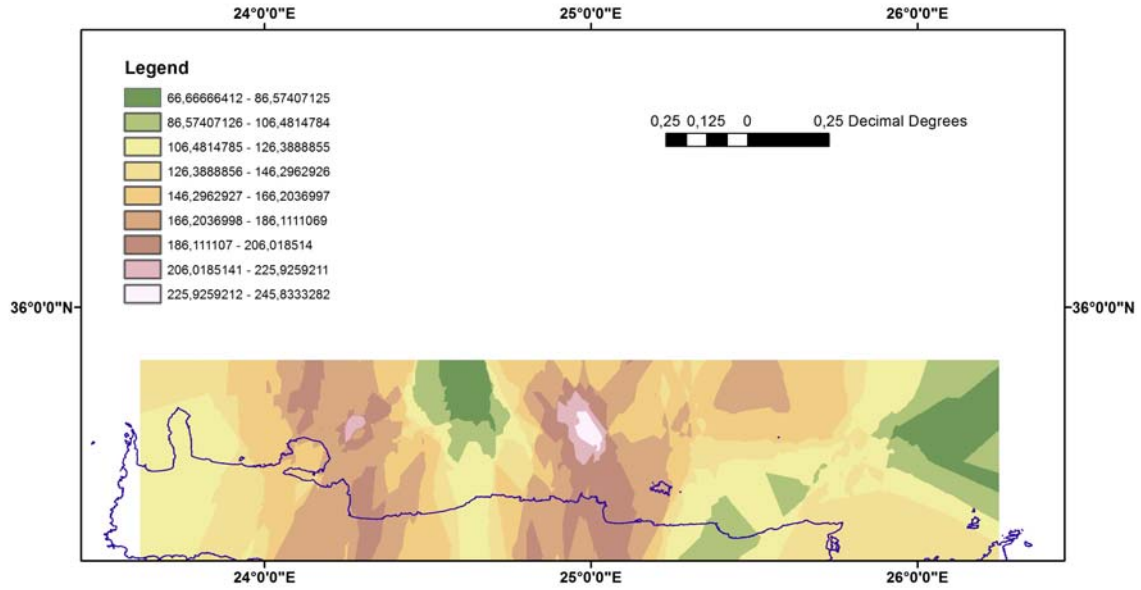


(β) Μοντέλο Χειμώνα στα 30 μέτρα - παρεμβολή

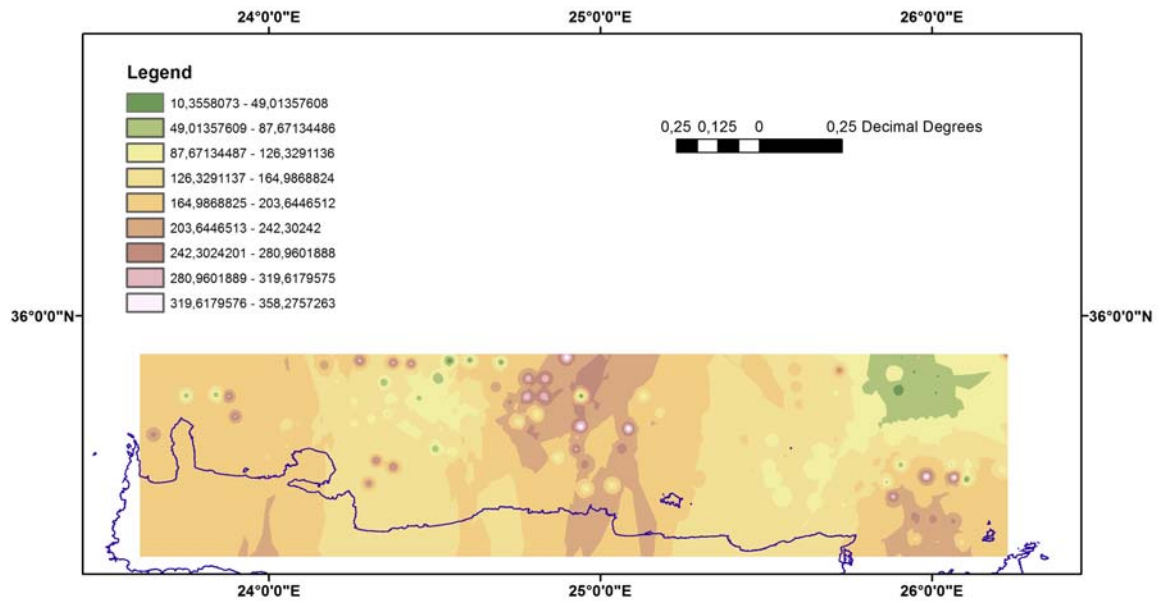


(γ) Μοντέλο Χειμώνα στα 280 μέτρα - παρεμβολή

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης



(δ) Μοντέλο Καλοκαιριού στα 30 μέτρα

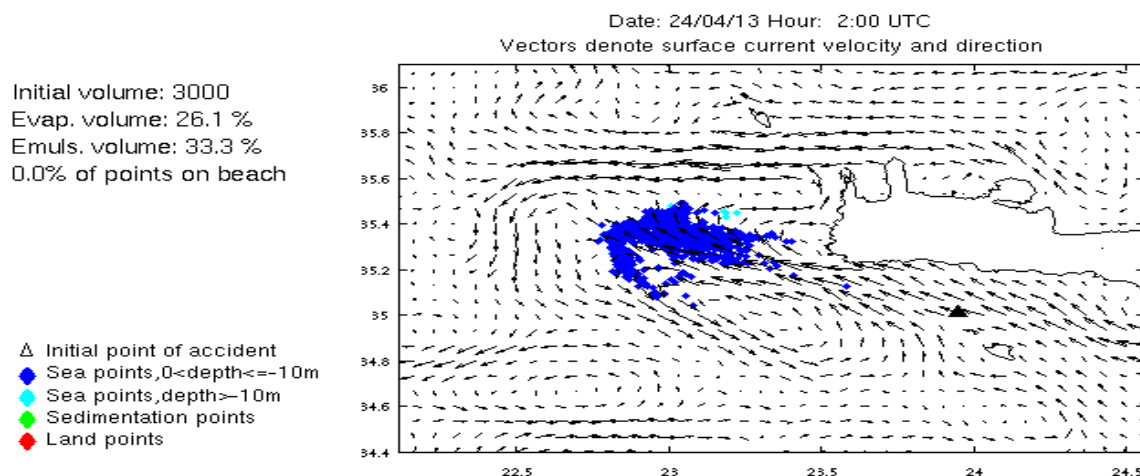


(ε) Μοντέλο Καλοκαιριού στα 280 μέτρα

Σχήμα 3.2 Μοντέλα θαλάσσιας κυκλοφορίας για την περιοχή του Κρητικού πελάγους. Έχει εφαρμοστεί παρεμβολή.

3.2 Σύστημα μελέτης διασποράς πετρελαίου (ONLINE OIL DRIFT FORECASTING SYSTEM)

Το μοντέλο διασποράς πετρελαιοκηλίδων του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ (POSEIDON OSM) παρέχει πληροφορίες σχετικά με την διασπορά του πετρελαίου χρησιμοποιώντας ατμοσφαιρικά, ωκεανογραφικά και κυματικά δεδομένα από τα προγνωστικά μοντέλα του συστήματος ΠΟΣΕΙΔΩΝ που εκτελούνται σε καθημερινή βάση. Το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε προγνωστική μορφή παρέχοντας εκτιμήσεις για την διασπορά του πετρελαίου τις επόμενες πέντε ημέρες είτε χρησιμοποιώντας προηγούμενα δεδομένα για χρονικό διάστημα ενός μήνα. Ο χρήστης μπορεί να υποβάλλει στο σύστημα το δικό του σενάριο προσομοίωσης, συμπληρώνοντας όλες τις απαραίτητες παραμέτρους και να λάβει τα αποτελέσματα σε χρόνο λιγότερο των δεκαπέντε λεπτών.



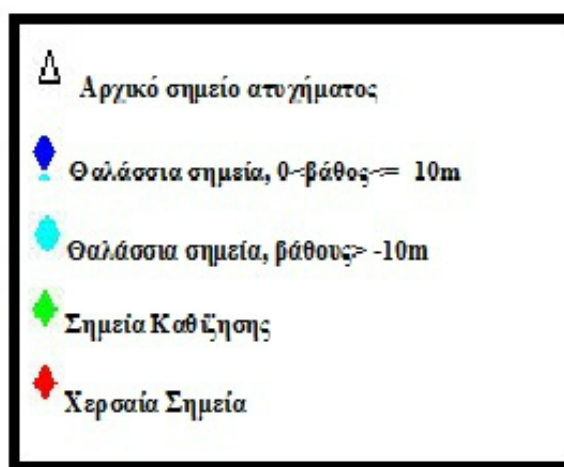
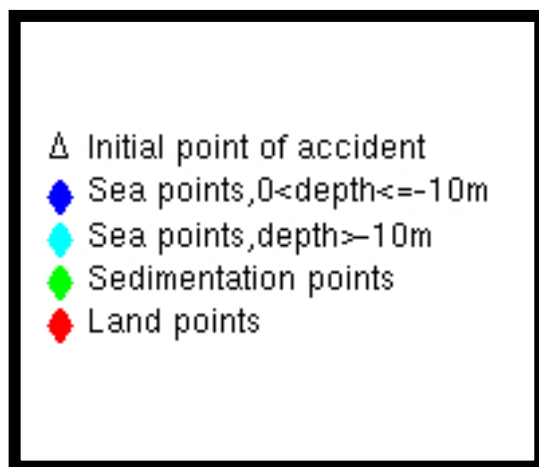
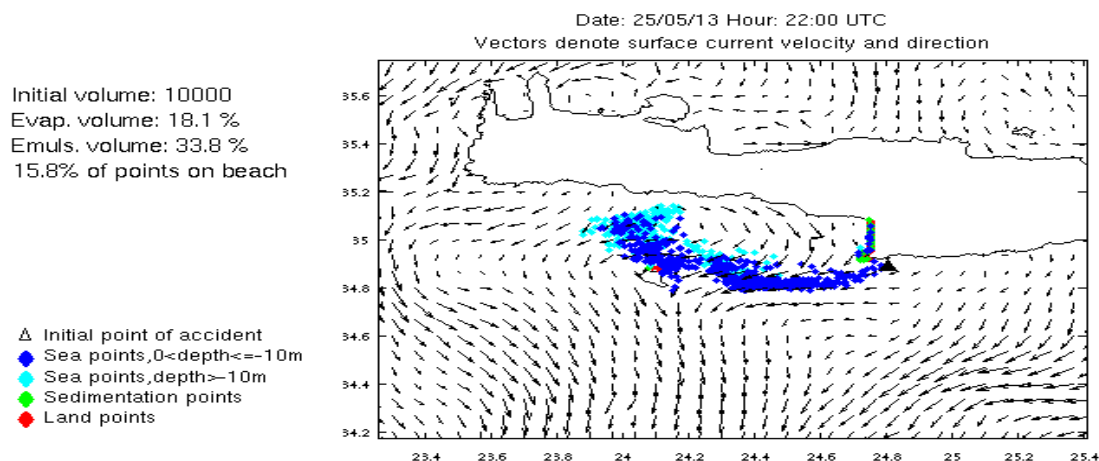
Σχήμα 3.3 Αποτέλεσμα διασποράς πετρελαιοκηλίδων με βάση το μοντέλο του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ (POSEIDON OSM)

Τα τελικό προϊόν (σχ. 3.3) που διατίθεται στο χρήστη αποτελείται από μια σειρά διαδοχικών εικόνων που αποτυπώνουν την εξέλιξη της πετρελαιοκηλίδας σε σχέση με το χρόνο, οι οποίες μπορούν να «κατέβουν» σε συμπιεσμένη μορφή μαζί με το πλήρες αρχείο των αποτελεσμάτων.

Στο σχήμα 3.4 παρατηρούμε την τελική μορφή του αρχείου που επεξεργάστηκε το πρόγραμμα Online Oil Drift Forecasting System, σύμφωνα με τα δεδομένα που εισάγαμε. Παρατηρούμε στην πάνω αριστερή πλευρά τα στατιστικά στοιχεία που μας

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

δίνουν τον όγκο διασποράς, αρχικό, και εξατμιζόμενο του πετρελαίου. Στην από κάτω στήλη μας δίνεται, η επεξήγηση των σημείων, που παρατηρούμε στο χάρτη.



Σχήμα 3.4 τελική μορφή του αρχείου που επεξεργάστηκε το πρόγραμμα Online Oil Drift Forecasting System

3.2 Διαδικασία Μοντελοποίησης

Η διαδικασία μοντελοποίησης, αποτέλεσε το πιο σημαντικό κομμάτι για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας. Η λήψη των τελικών αποτελεσμάτων, ήταν άξια παρατήρησης γιατί τα δεδομένα πάντα ήταν διαφορετικά, μιας και η Νότια Κρήτη την περίοδο που έγιναν οι μετρήσεις, είχε πολλές εναλλαγές στον καιρό.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

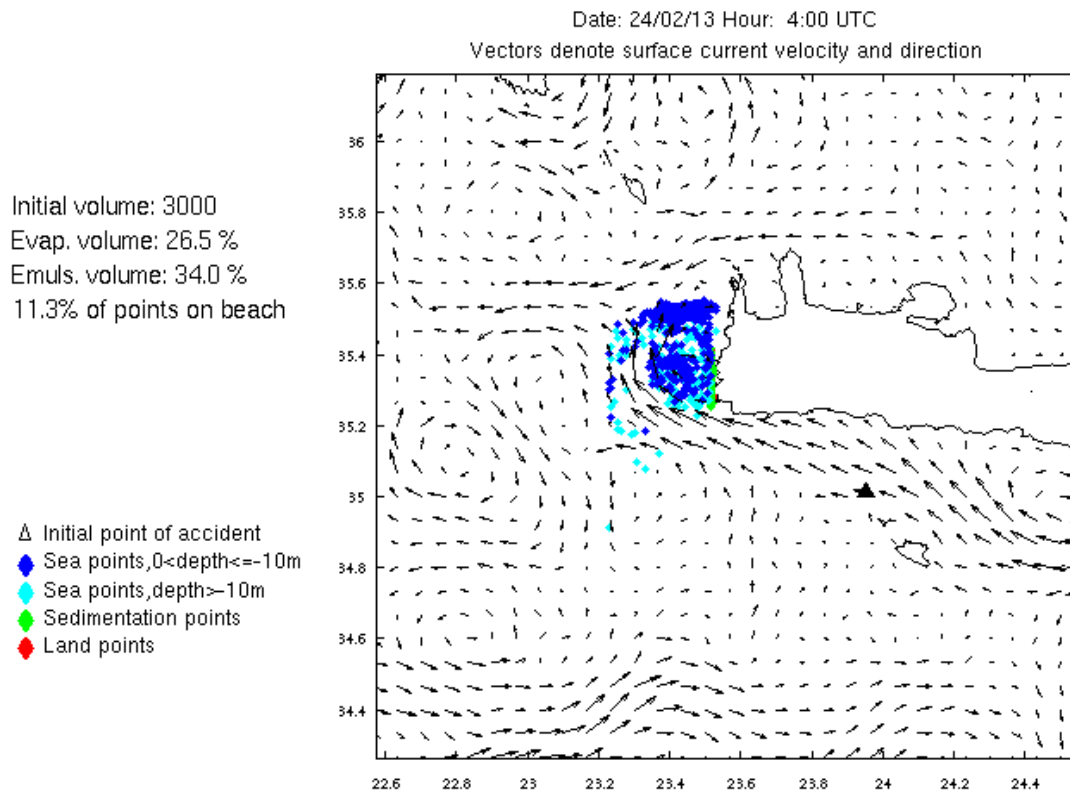
Αρχικά, τα δεδομένα που είχαμε, ήταν πλήρη. Είχαμε γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, ώρα του ατυχήματος, ποσότητα διαρροής σε βαρέλια (bls), διάρκεια διαρροής. Το σενάριο, ήταν ότι στις τέσσερις περιοχές της Νότιας Κρήτης, Νότιο Ηράκλειο, Μεσσαρά, Ιεράπετρα και Παλαιόχωρα, υφίστανται πλατφόρμες εξόρυξης πετρελαίου. Το υποθετικό σενάριο προέβλεπε, ότι το ατύχημα θα συνέβαινε την εικοστή ημέρα κάθε μήνα, με μέση διάρκεια 96 ωρών. Το υποθετικό σενάριο, με τα δεδομένα, αποστέλλονταν στο Online Oil Drift Forecasting System, ζητώντας κάθε δύο ώρες να μας εξάγει αποτελέσματα.

Στην παρακάτω εικόνα (σχ. 3.5) παραθέτουμε στοιχεία, σχετικά με τα δεδομένα που παρείχαμε στο πρόγραμμα μοντελοποίησης για την περιοχή της Παλαιόχωρας.

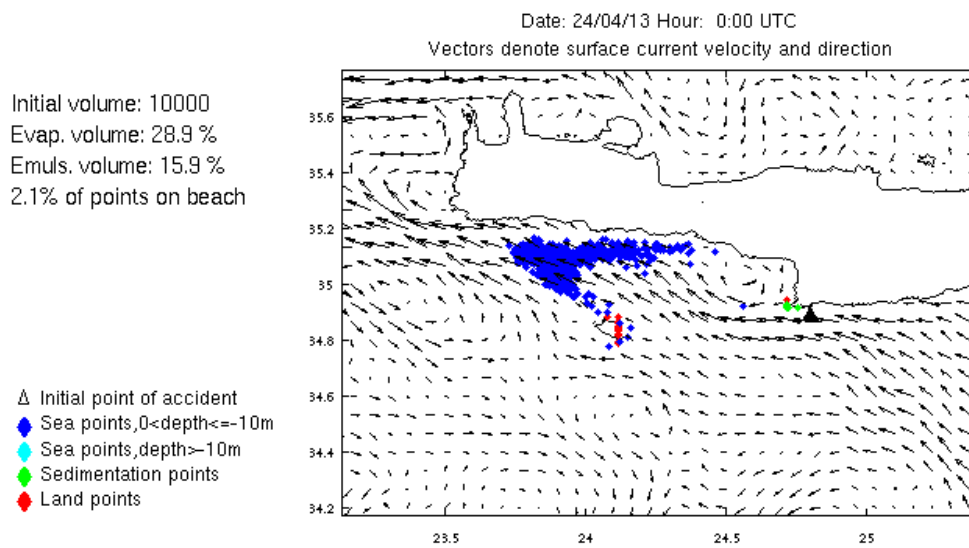
Date of accident (DD/MM/YY):	20/02/13
Time of accident:	12:00
Position of accident (Lon):	23.9502
Position of accident (Lat):	35.0143
Initial Volume of oil:	3000
Evacuation time (Hours):	5
Duration of Integration (Hours):	96
Output graphic every (Hours):	2

Σχήμα 3.5 Τα στοιχεία που παρείχαμε στο πρόγραμμα μοντελοποίησης

Μετά την εισαγωγή των παραπάνω δεδομένων, το αποτέλεσμα που λαμβάνουμε παρουσιάζεται στο σχήμα 3.6. Στο σχήμα 3.7 παρουσιάζονται περαιτέρω δοκιμές.



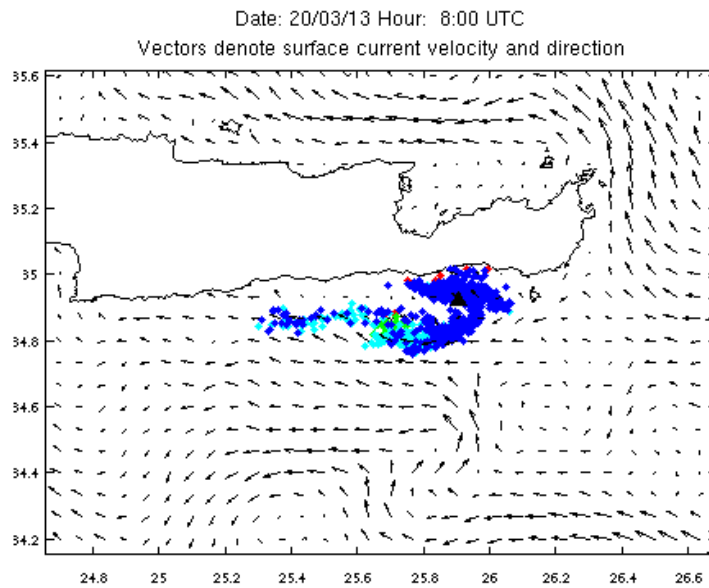
Σχήμα 3.6 Αποτέλεσμα προσομοίωσης με βάση τα στοιχεία του σχήματος 3.3.



Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

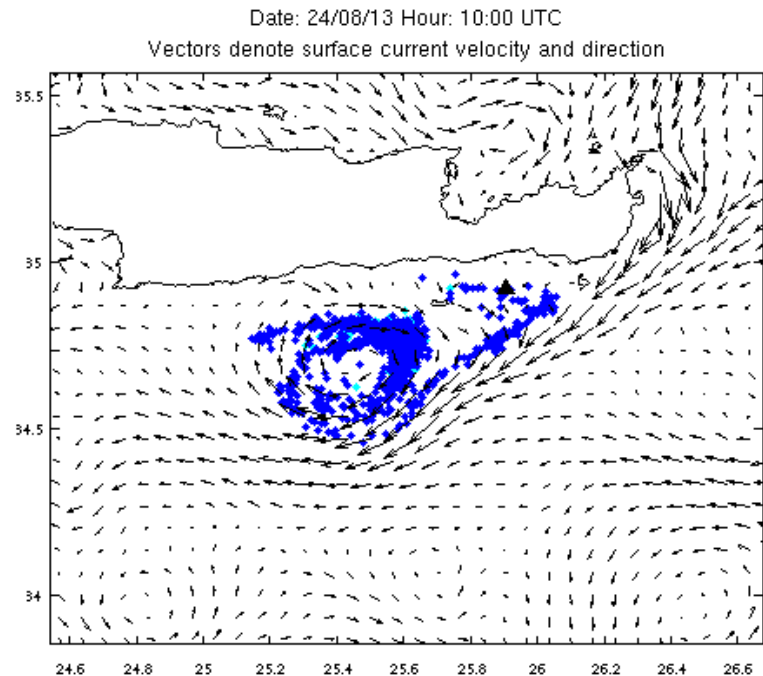
Initial volume: 10000
Evap. volume: 27.0 %
Emuls. volume: 31.2 %
1.8% of points on beach

- △ Initial point of accident
- ◆ Sea points, $0 < \text{depth} \leq -10\text{m}$
- ◆ Sea points, $\text{depth} > -10\text{m}$
- ◆ Sedimentation points
- ◆ Land points

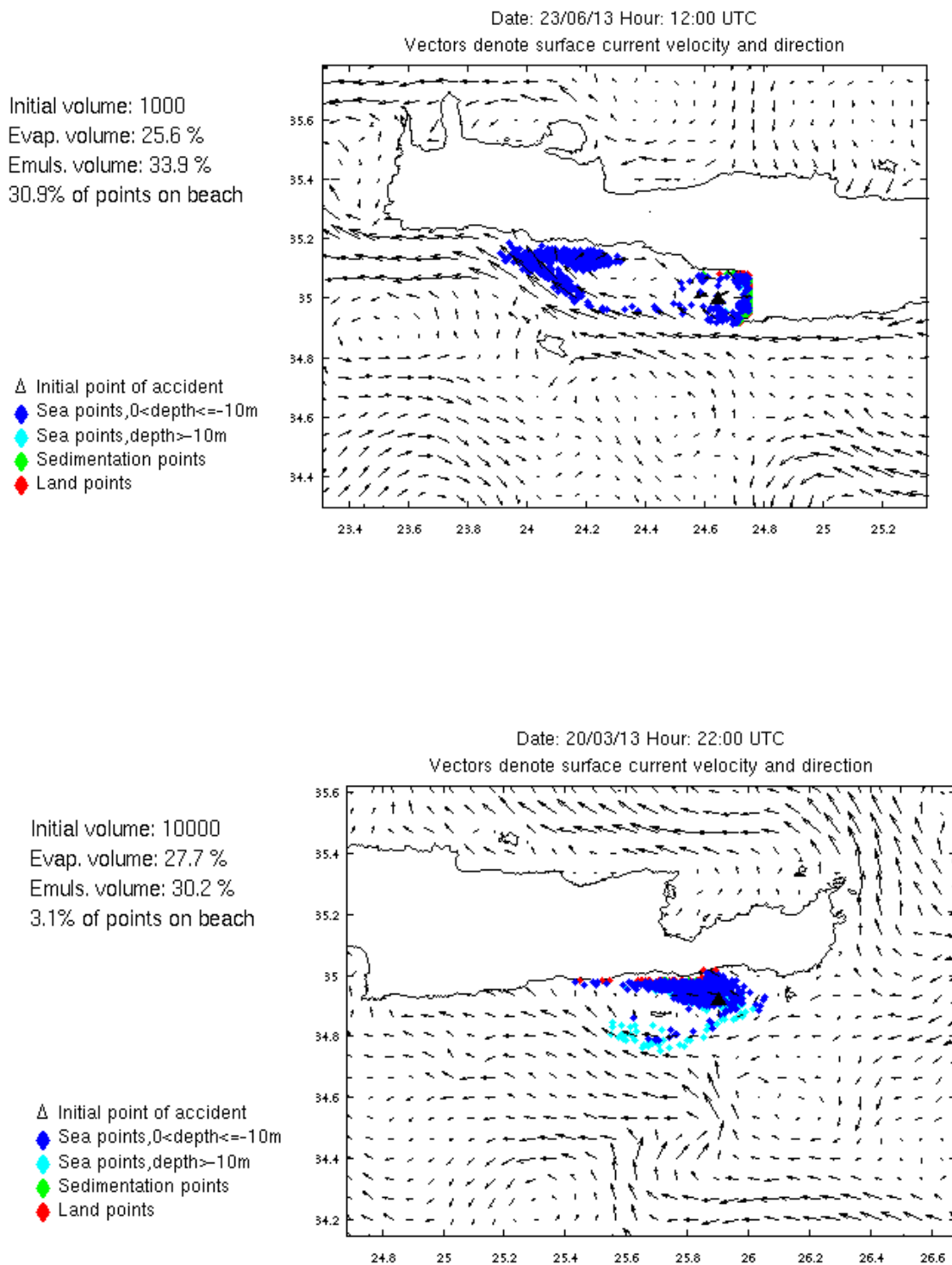


Initial volume: 10000
Evap. volume: 27.4 %
Emuls. volume: 28.0 %
0.0% of points on beach

- △ Initial point of accident
- ◆ Sea points, $0 < \text{depth} \leq -10\text{m}$
- ◆ Sea points, $\text{depth} > -10\text{m}$
- ◆ Sedimentation points
- ◆ Land points



Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης



Σχήμα 3.7 Άλλες δοκιμές με το το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ.

ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ- ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Η καλύτερη στρατηγική για την αντιμετώπιση της ρύπανσης (σχ. 3.8) που δημιουργείται από τις πετρελαιοκηλίδες, είναι αυτή της πρόληψης. Υποθέτοντας ότι η στρατηγική αυτή δεν έχει τα αναμενόμενα αποτελέσματα παρουσιάζονται οι μέθοδοι με τις οποίες μπορούμε να περιορίσουμε τη ρύπανση και να μειώσουμε τις ζημιές στο περιβάλλον. Μόλις αντιληφθούμε την ύπαρξη πετρελαιοκηλίδας το πρώτο πράγμα που πρέπει να σκεφθούμε, είναι να τη σταματήσουμε στην πηγή της και να εμποδίσουμε περαιτέρω διαρροή του ρύπου.

Το σημαντικότερο είναι να εμποδίσουμε την πετρελαιοκηλίδα να πλήξει τις ακτές. Έτσι λοιπόν, οι ενέργειες καθαρισμού από το πετρέλαιο μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες φάσεις στις ενέργειες απορρύπανσης στη θάλασσα και στις ενέργειες απορρύπανσης των ακτών, αν αυτές προσβληθούν από ρύπο.



Σχήμα 3.8 Ενδεικτική Γεωγραφική Κατανομή Ρύπανσης του Ελληνικού Θαλάσσιου χώρου (Καθ. Γ.Τριανταφύλλου, Μ. Βεργέτης διπλ. Ν.Μ.Μ, 2004)

ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Οι μέθοδοι στηρίζονται στη συγκέντρωση και την ανάκτηση του πετρελαίου από την επιφάνεια της θάλασσας. Είναι γενικά, διαδεδομένη τεχνική στην πρώτη φάση μιας αντιρρυπαντικής επιχείρησης καθαρισμού. Οι μέθοδοι έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Επένδυσή μεγάλου χρηματικού κεφαλαίου.
- Ανάγκη τεχνικής υποστήριξης.
- Η απόδοσή τους επηρεάζεται έντονα από τις καιρικές συνθήκες.
- Η σωστή πρόβλεψη της εξέλιξης πολλών παραμέτρων είναι σημαντική.
- Πρόβλημα διάθεσης συλλεγέντος υλικού και ρύπου.

Στον μηχανικό καθαρισμό συνήθως χρησιμοποιούνται φράγματα που βοηθούν στον περιορισμό της έκτασης της ρύπανσης και στη συγκέντρωση του ρύπου για την περισυλλογή του με πετρελαιοσυλλέκτες, σκάφη απορρύπανσης, απορροφητικά υλικά και άλλα.

1. ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Τα φράγματα είναι συσκευές (πλωτά φράγματα) που έχουν ειδικά κατασκευαστεί για τον έλεγχο της κίνησης του πετρελαίου στην επιφάνεια της θάλασσας. Τα φράγματα αποτελούνται κατασκευαστικά από τέσσερα βασικά μέρη :

- Το μέρος που επιπλέει (πλωτήρας).
- Το μέρος που συγκρατεί το πετρέλαιο (ποδιά).
- Το έρμα
- Οι εντατήρες

Οι κυριότεροι αντικειμενικοί σκοποί για τους οποίους χρησιμοποιούνται τα φράγματα είναι για τη συγκέντρωση του πετρελαίου ώστε να διευκολυνθεί η ανάκτηση από τις κατάλληλες συσκευές και για να προστατεύσουμε ορισμένες περιοχές των ακτών από πετρέλαιο που διέρρευσε ή επανέπλευσε στην επιφάνεια της θάλασσας.

ΤΥΠΟΙ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

α) Τα φράγματα διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους:

- Τύπου Φράκτου

- Τύπου Κουρτίνας

β) Ανάλογα με τη συμπεριφορά του υλικού κατασκευής τους τα φράγματα διακρίνονται σε:

- Εύκαμπτα Φράγματα
- Ημιεύκαμπτα Φράγματα
- Δύσκαμπτα Φράγματα

Οι περισσότεροι τύποι φραγμάτων είναι της δεύτερης κατηγορίας (ημιεύκαμπτα φράγματα) που αποτελούν μια μέση λύση και είναι τα πλέον κατάλληλα σε συνθήκες ανοιχτής θάλασσας.

ΧΡΗΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Ο τύπος του φράγματος (σχ. 3.9) που θα επιλεγεί και ο τρόπος που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, σημαντικότεροι από τους οποίους είναι οι :

- Η θέση και το μέγεθος της κηλίδας
- Η κίνησή της
- Μετεωρολογικές συνθήκες
- Υδρολογικές συνθήκες
- Μορφολογία ξηράς και σχήμα υδάτινης μάζας
- Προτεραιότητες όσον αφορά την προστασία

Ο τρόπος που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι για :

- **Εγκλωβισμός**

Τα φράγματα αναπτύσσονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εμποδίζεται η εξάπλωση του πετρελαίου στην επιφάνεια της θάλασσας. Η χρησιμοποίηση της μεθόδου εγκλωβισμού βοηθά:

α) Τον περιορισμό του πετρελαίου που διέρρευσε κοντά στην πηγή διαρροής

β) Την παρεμπόδιση της εκ νέου προσβολής μιας ακτής από πετρέλαιο το οποίο έχει εγκλωβιστεί σε παραλίες μικρούς κόλπους και εσοχές κ.τ.λ.

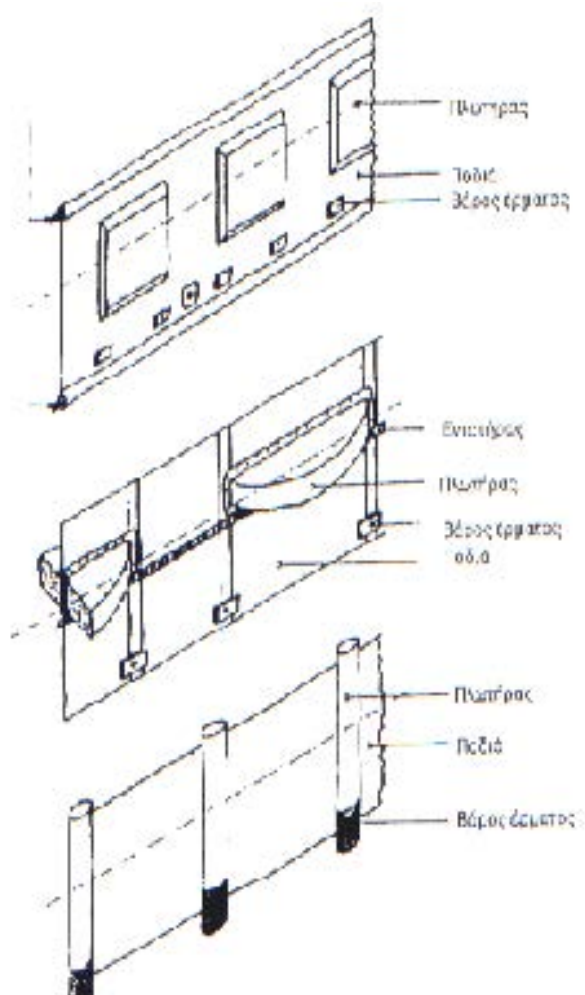
- **Απόκλιση**

Η μέθοδος εφαρμόζεται όταν πρέπει να γίνει εκτροπή της εξάπλωσης του πετρελαίου από μια ευαίσθητη, οικολογικά ή οικονομικά, περιοχή προς μια λιγότερο ευαίσθητη και πλέον κατάλληλη περιοχή για περισυλλογή.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

- **Προστασία**
- Όταν μια ιδιαίτερα ευαίσθητη περιοχή (περιβαλλοντικά, οικονομικά, τεχνολογικά) πρέπει να προστατευθεί από το πετρέλαιο τότε εφαρμόζεται προστατευτική περίφραξη, που συνδυάζεται στη συνέχεια με ανάκτηση του πετρελαίου.
- **Περισυλλογή**

Η μέθοδος χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση του ρύπου που επιπλέει στην επιφάνεια της θάλασσας, τη διευκόλυνση της απομάκρυνσής του και την ελαχιστοποίηση της εξάπλωσης της κηλίδας. Τα φράγματα χρησιμοποιούνται με τον στατικό τρόπο (αγκυροβολημένα για εγκλωβισμό και εκτροπή και προστασία) ή με τον κινητικό τρόπο για περισυλλογή.



Σχήμα 3.9 Φράγματα Τύπου Φράκτου (Καθ. Γ. Τριανταφύλλου, Μ. Βεργέτης διπλ. Ν.Μ.Μ, 2004)

ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΝΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Η απόδοση ενός φράγματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν, δηλαδή:

- Ταχύτητα Ανέμου,
- Ταχύτητα Ρεύματος και
- Ύψος Κύματος.

Προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε το πλέον κατάλληλο είδος φράγματος προτείνουμε να έχουμε υπόψη μας τους εξής παράγοντες που θα επηρεάσουν την επιλογή μας:

- Πιθανή τοποθεσία εντοπισμού πετρελαιοκηλίδας.
- Είναι η περιοχή προστατευόμενη από πιθανή προσβολή πετρελαίου
- Μέγεθος του φράγματος
- Συχνότητα εμφάνισης κηλίδων
- Μέγεθος της κηλίδας
- Αντοχή φράγματος
- Ταχύτητα κινητοποίησης
- Αποθήκευση και ανάπτυξη φραγμάτων
- Λειτουργία

Υπάρχει περίπτωση να έχουμε διαρροή και πετρελαιοκηλίδα άλλα να μην διαθέτουμε φράγματα. Μπορούμε όμως να αυτοσχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε φράγματα από οποιοδήποτε υλικό έχουμε στη διάθεσή μας. Παρόλο που τέτοιες μέθοδοι χρησιμοποιούνται ως προσωρινά μέσα για να συγκρατήσουν ή για απόκλιση μπορεί να έχουν πολύ καλά αποτελέσματα σε ήρεμα νερά και κλειστούς κόλπους. Τα αυτοσχέδια φράγμα τα μπορούν να κατασκευαστούν από ξύλο, πλαστικούς σωλήνες, σωλήνες κατάσβεσης πυρκαγιάς, λάστιχα αυτοκινήτων και άδεια βαρέλια πετρελαίου.

Οι αρχές λειτουργίας των συσκευών περισυλλογής παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία. Σύμφωνα με την αρχή που χρησιμοποιείται για την περισυλλογή του πετρελαίου από την επιφάνεια της θάλασσας προσφέρει δυνατότητα διάκρισης. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε δύο μεγάλες κατηγορίες μηχανημάτων:

- Μηχανικοί Πετρελαιοσυλλέκτες
- Ελαιόφιλοι Πετρελαιοσυλλέκτες



Σχήμα 3. 10 Τοποθέτηση φράγματος περισυλλογής (Μαρίνος Ιωάννου, Προϊστάμενος Ναυτικής Υπηρεσίας, Ρύπανση της θάλασσας από πετρελαιοειδή)

2. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Οι συσκευές αυτού του τύπου βασίζονται στις ιδιότητες των πετρελαίων και των μιγμάτων πετρελαίου/νερού, καθώς και στη διαφορά πυκνότητας μεταξύ ρύπου και του νερού. Διακρίνονται σε τέσσερις βασικές υποκατηγορίες:

- Πετρελαιοσυλλέκτες Άμεσης Αναρρόφησης: Απορροφούν άμεσα το επιφανειακό στρώμα του ρύπου.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

- Πετρελαιοσυλλέκτες Τύπου WEIR: Τοποθετούνται λίγο κάτω από την επιφάνεια του νερού και με τη βοήθεια της βαρύτητας το πετρέλαιο ρέει στο φρεάτιο του πετρελαιοσυλλέκτη, από όπου αντλείται στη δεξαμενή αποθήκευσης.
- Πετρελαιοσυλλέκτες Φυγοκεντρικοί: Η δίνη δημιουργείται είτε από την κίνηση του πετρελαιοσυλλέκτη, είτε από στροφέιο και συγκεντρώνει πετρέλαιο στο κέντρο της δίνης από όπου το πετρέλαιο αντλείται συνεχώς.
- Πετρελαιοσυλλέκτες με Κυλιόμενο Ιμάντα: Ένας κεκλιμένος κυλιόμενος ιμάντας από μη ελαιόφιλο υλικό μεταφέρει το πετρέλαιο στη περιοχή περισυλλογής.

ΕΛΑΙΟΦΙΛΟΙ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στα χαρακτηριστικά ορισμένων υλικών που έχουν μεγαλύτερη συγγένεια στο πετρέλαιο παρά στο νερό. Τα υλικά είναι γνωστά ως ελαιόφιλα. Ανάλογα με τη μορφή της κινούμενης επιφάνειας στην οποία προσκολλάται το πετρέλαιο διακρίνονται τέσσερις υποκατηγορίες πετρελαιοσυλλεκτών:

- Πετρελαιοσυλλέκτες Τύπου Τυμπάνου: Το πετρέλαιο προσκολλάται σε τύμπανο το οποίο είναι ημιβυθισμένο σε οριζόντια θέση και φέρει επίστρωση από ελαιόφιλο υλικό.
- Πετρελαιοσυλλέκτες Δίσκου: Αποτελούνται από ένα μεταβλητό αριθμό περιστρεφόμενων δίσκων που είναι κατασκευασμένοι από ελαιόφιλο υλικό. Το πετρέλαιο που προσκολλάται στην επιφάνεια των δίσκων αφαιρείται με ξύστρες οι οποίες το οδηγούν σε περιοχή (δεξαμενή) άντλησης.
- Ελαιόφιλοι Πετρελαιοσυλλέκτες Ιμάντα: Το πετρέλαιο προσκολλάται σε ένα ημιβυθισμένο ιμάντα που έχει κατασκευασθεί από ελαιόφιλο υλικό και με την κίνηση του ιμάντα μεταφέρεται στο ανώτερο μέρος αυτού όπου αφαιρείται.
- Ελαιόφιλοι Πετρελαιοσυλλέκτες Σχοινιού: Διαθέτουν ελαιόφιλο σχοινί που επιπλέει και είτε περιστρέφεται μεταξύ δύο τροχαλιών ή σύρεται στην επιφάνεια της θάλασσας από σκάφος. Το πετρέλαιο συλλέγεται σε φρεάτιο από όπου αντλείται.

Τέλος να προσθέσουμε και μια ειδική κατηγορία πετρελαιοσυλλεκτών οι οποίοι παρόλο που χρησιμοποιούν τις ίδιες αρχές για την περισυλλογή του πετρελαίου είναι ειδικά κατασκευασμένοι για να απομακρύνουν πολύ παχύρρευστα πετρέλαια από την επιφάνεια της θάλασσας.

Με βάση την αυτονομία κίνησης, οι συσκευές περισυλλογής μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες:

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

- Αυτοκινούμενες Μονάδες
- Μη Αυτοκινούμενες

Οι μονάδες περισυλλογής κατατάσσονται επίσης και ανάλογα με τη σχετική ταχύτητα της συσκευής σε σχέση με τη θάλασσα στις εξής κατηγορίες:

- Δυναμικούς Πετρελαιοσυλλέκτες
- Στατικούς Πετρελαιοσυλλέκτες

3. ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΠΕΡΙΣΥΛΛΟΓΗΣ

Οι μονάδες αυτές δεν είναι δυνατόν να περιληφθούν σε καμία από τις κατηγορίες που αναφέρθηκαν, αφού είναι συνδυασμός φράγματος και πετρελαιοσυλλέκτη. Τα φράγματα περισυλλογής όπως αποκαλούνται οι μονάδες ανάκτησης αυτού του τύπου, αποτελούνται από ένα μέρος φράγματος με ενσωματωμένη συσκευή ανάκτησης πετρελαίου ή ξεχωριστό πετρελαιοσυλλέκτη, που συνδυάζεται με το φράγμα.



Σχήμα 3.11 Φράγματα περισυλλογής (Μαρίνος Ιωάννου, Προϊστάμενος Ναυτικής Υπηρεσίας, Ρύπανση της θάλασσας από πετρελαιοειδή)

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Βασικά Χαρακτηριστικά

Πολλές σχεδιάσεις υπάρχουν αλλά οι περισσότερες έχουν μερικά βασικά χαρακτηριστικά που είναι μια συσκευή ανάκτησης του ρύπου, στοιχεία πλευστότητας, αντλία που μεταφέρει το ανακατωμένο πετρέλαιο σε δεξαμενή αποθήκευση σε πλοίο ή στην ξηρά.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι χρησιμοποίησης συσκευών περισυλλογής:

- Ανάκτηση Πετρελαίου στην Ανοιχτή Θάλασσα: Η χρήση των πετρελαιοσυλλεκτών στην ανοικτή θάλασσα (όταν χρησιμοποιούνται από σκάφος) περιορίζεται ακόμη και κάτω από ευνοϊκές συνθήκες λόγω της ανεπάρκειας των ευκολιών αποθήκευσης.
- Ανάκτηση Πετρελαίου Κοντά στις Ακτές (παράκτιες περιοχές, λιμάνια, κ.τ.λ.): Οι πετρελαιοσυλλέκτες στην περίπτωση που το πετρέλαιο πλήττει την ακτή πρέπει να συλλέξουν την περισσότερη ποσότητα του ρύπου το οποίο εξακολουθεί να επιπλέει και να βρίσκεται κοντά στην ακτή.

Οι περισσότεροι τύποι πετρελαιοσυλλεκτών και των δύο κατηγοριών που περιγράφηκαν προηγουμένως είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν είτε μακριά, είτε κοντά στις ακτές, με εξαίρεση τα φράγματα περισυλλογής που χρησιμοποιούνται στην ανοικτή θάλασσα. Υπάρχουν περιοριστικοί παράγοντες που καθορίζουν τη χρήση των πετρελαιοσυσκευών και είναι:

- Η φύση του πετρελαίου που διέρρευσε.
- Το μέγεθος της κηλίδας.
- Οι συνθήκες θάλασσας.
- Η διάθεση ειδικευμένου προσωπικού, πηγών ενέργειας, βοηθητικού εξοπλισμού.
- Η διάθεση ευκολιών συντήρησης και επισκευών του εξοπλισμού.
- Η επάρκεια χρόνου.

ΚΑΝΟΝΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Προτείνουμε κατά την επιλογή να έχουμε υπόψη μας τα εξής :

- Πιθανή τοποθεσία εντοπισμού πετρελαιοκηλίδας.
- Μέγεθος συσκευής περισυλλογής.
- Χειρισμός συσκευής.

- Αποθήκευση συσκευών
- Αποδοτικότητα συσκευής

4. ΣΚΑΦΗ ΠΕΡΙΣΥΛΛΟΓΗΣ

Είναι σκάφη ειδικού τύπου που έχουν προσαρμοσμένη με ειδική σχεδίαση κάποιο τύπο συσκευής περισυλλογής και χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση του επιφανειακού στρώματος του ρύπου από τη θάλασσα.



Σχήμα 3.12 Σκάφος περισυλλογής (Μαρίνος Ιωάννου, Προϊστάμενος Ναυτικής Υπηρεσίας, Ρύπανση της θάλασσας από πετρελαιοειδή)

ΤΥΠΟΙ ΣΚΑΦΩΝ

Υπάρχουν πολλές σχεδιάσεις και μεγέθη σκαφών. Οι κύριοι τύποι αυτών των σκαφών που χρησιμοποιούνται έχουν ενσωματωμένη, με κάποια ειδική διάταξη, ανάλογη συσκευή, μηχανική ή ελαιόφιλη, για τη συλλογή του πετρελαίου. Άλλοι πάλι τύποι δέχονται διαφόρων ειδών συσκευές περισυλλογής. Οι μεγαλύτεροι τύποι σκαφών διαθέτουν και δεξαμενές απόθεσης του πετρελαίου ενώ είναι ικανά για μεγαλύτερους ρυθμούς ανάκτησης, καλύτερη απόδοση και μπορούν να λειτουργήσουν και σε ταραγμένη θάλασσα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των σκαφών αυτών είναι η χρήση τους στην ανοιχτή θάλασσα. Η απόδοσή τους είναι αρκετά καλύτερη από αυτή των συσκευών περισυλλογής και μπορούν να χαρακτηρισθούν ανάλογα με το σύστημα ανάκτησης του ρύπου που χρησιμοποιούν. Η χρήση τους περιορίζεται στην ανοιχτή θάλασσα αλλά και σε κλειστούς κόλπου με αρκετό βάθος. Συνήθως δεν έχουμε την πολυτέλεια

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

να επιλέξουμε από ένα ευρύ φάσμα σκαφών καθώς τα μέσα αυτά είναι αρκετά ακριβά για την απόκτηση τους. Ωστόσο κατά την επιλογή θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας το σημείο εντοπισμού της κηλίδας και την ταχύτητα προσέγγισης των σκαφών ώστε να προλάβουμε την κηλίδα πριν αυτή πλήξει τις ακτές. Ακόμη λαμβάνουμε υπόψη μας την κατάσταση της θάλασσας και το μέγεθος ή την έκταση της ρύπανσης.

5. ΑΠΟΡΟΦΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα απορροφητικά είναι υλικά που χρησιμοποιούν απορροφητικές ή προσκολλητικές ιδιότητες προκειμένου να περισυλλέξουν ρευστά. Τα απορροφητικά υλικά είναι ειδικά σχεδιασμένα για να περισυλλέγουν πετρέλαιο από την επιφάνεια του νερού.

Τα υλικά αυτά διακρίνονται ανάλογα με την πρώτη ύλη κατασκευής τους. Έτσι μπορούν να διακριθούν στις εξής βασικές κατηγορίες:

- Κατεργασμένα Φυτικά (Natural Organic Sorbents)
- Κατεργασμένα Ορυκτά (Mineral Sorbents)
- Συνθετικά- Πολυμερή (Synthetic Sorbents)

Τα υλικά αυτά κατασκευάζονται με τη μορφή φραγμάτων, μαξιλαριών ή φύλλων και χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση μικρών διαρροών ή προς το τέλος των εργασιών καθαρισμού. Τα απορροφητικά υλικά διασκορπίζονται (με εξαίρεση τα απορροφητικά φράγματα) στην κηλίδα όπου αφήνονται να κορεστούν από το πετρέλαιο και στη συνέχεια περισυλλέγονται. Τέλος χρησιμοποιούνται συνήθως σε συνδυασμό και με άλλα μέσα απορρύπανσης.



6. ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Σε πολλές περιπτώσεις ο συνδυασμός μηχανικών και χημικών μέσων απορρύπανσης είναι πολύ χρήσιμος κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων απορρύπανσης. Παρόλο που τα μηχανικά μέσα είναι πολύ πιο αποτελεσματικά είναι πιθανό να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν λόγω των καιρικών συνθηκών. Τα χημικά μέσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις περιπτώσεις εκείνες για να καταστήσουν ευκολότερη την ανάκτηση του ρύπου με μηχανικά μέσα.

Τα διασκορπιστικά είναι μίγματα στα οποία περιλαμβάνονται επιφανειακά ενεργές ουσίες οι οποίες μειώνουν την επιφανειακή τάση μεταξύ νερού και πετρελαίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διάσπαση μιας πετρελαιοκηλίδας σε πολύ μικρά σταγονίδια που διασκορπίζονται εν συνεχεία στην υδάτινη στήλη, λόγω της φυσικής κίνησης του νερού. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ουσιών που χρησιμοποιούνται ανάλογα το περιστατικό. Αυτοί είναι:

- Συμβατικά Διασκορπιστικά (2ης γενεάς)
- Συμπυκνωμένα Διασκορπιστικά (3ης γενεάς)

Τα διασκορπιστικά αποτελούνται από δύο κύρια συστατικά. Ένα προσκολλητικό επιφανείας και κατάλληλο διαλύτη. Τα προσκολλητικά είναι μόρια τα οποία έλκονται από δύο διαφορετικά υγρά, τα οποία δεν αναμιγνύονται, και δρουν ως διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ τους. Ένα μέρος των ουσιών αυτών έχει ολεοφιλικές ιδιότητες ενώ ταυτόχρονα έλκεται από το νερό. Ο διαλύτης συντελεί στην διάσπαση του πετρελαίου σε σταγονίδια.

Σε περιπτώσεις που οι συνθήκες θάλασσας είναι δύσκολες και η χρήση μηχανικών μέσων δεν ενδείκνυται, τα διασκορπιστικά είναι η μόνη μέθοδος η οποία θα διαλύσει το πετρέλαιο ώστε να αποφευχθεί η ρύπανση των ακτών. Η μεγάλη διαφορά σε σχέση με τις μηχανικές μεθόδους είναι ότι το πετρέλαιο δεν απομακρύνεται από το θαλάσσιο περιβάλλον, απλώς διασκορπίζεται σε αυτό, μειώνοντας έτσι τις επιπτώσεις.

Η εφαρμογή τους στην επιφάνεια της κηλίδας θα πρέπει να αρχίζει το συντομότερο δυνατό, από τη στιγμή που θα ληφθεί η απόφαση για χημικό διασκορπισμό, όσο το ποσοστό γαλακτωματοποίησης και η διάσπαση της κηλίδας σε μικρότερες (διάσπαρτα κομμάτια) παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα.

Η χρήση τους στην ανοιχτή θάλασσα γίνεται με δύο τρόπους:

- Χρησιμοποίηση από Πλοία: Οι ουσίες εκτοξεύονται στην πετρελαιοκηλίδα από βραχίονες με ειδικά ακροφύσια, συνδεδεμένες με αντλίες παροχής και δεξαμενές.
- Χρησιμοποίηση από Αεροσκάφη: Κατάλληλα διαμορφωμένο αεροσκάφος, προσφέρει τη δυνατότητα για ταχύτερη καταπολέμηση μεγάλων κηλίδων. Η

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

μέθοδος είναι επίσης αποτελεσματική για κηλίδες που βρίσκονται μακριά από λιμάνια.

- Χρησιμοποίησή τους στην Ακτή: Ιδιαίτερα στη Μεσόγειο θάλασσα, (που είναι μια ευαίσθητη περιοχή), η χρησιμοποίηση διασκορπιστικών στην παράκτια ζώνη δεν θεωρείται η καλύτερη επιλογή για την καταπολέμηση μιας σοβαρής ρύπανσης. Ωστόσο επιλέγεται, αν ύστερα από σοβαρές οικολογικές μελέτες προκύψει ότι είναι αποδεκτή η τοπική χρησιμοποίησή τους.

Η χρήση τους, τέλος, παραμένει ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα σε πολλές χώρες παρόλο που η μέθοδος είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε ορισμένες περιπτώσεις. Αιτία είναι η τοξικότητά τους που τα καθιστά επικίνδυνα για πολλούς θαλάσσιους οργανισμούς. Σε πολλές χώρες όπως και στην Ελλάδα η χρήση τους θεωρείται ως η τελευταία επιλογή στην αντιμετώπιση της ρύπανσης, όταν άλλες μέθοδοι δεν δύναται να εφαρμοστούν.

Ο βαθμός διασκορπισμού της κηλίδας εξαρτάται από μια σειρά περιβαλλοντικών παραγόντων. Έρευνες έχουν δείξει ότι η αλατότητα της θάλασσας, η θερμοκρασία και κατάσταση της θάλασσας επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα του διασκορπισμού. Το είδος τους πετρελαίου και κατ' επέκταση το ιξώδες τους είναι καθοριστικό για την αποτελεσματικότητα του διασκορπισμού. Γενικά τα διασκορπιστικά μπορούν να καταπολεμήσουν πετρέλαια με ιξώδες μικρότερο των 2000cSt. Μερικές φορές όμως είναι αποτελεσματικά σε παχύρρευστα πετρέλαια σε ακτές, λόγω του παρατεταμένου χρονικού διαστήματος που μπορούν να ενεργούν οπότε και διεισδύουν καλύτερα μέσα στο πετρέλαιο. Συνήθως τα συμπυκνωμένα είναι ικανά για καταπολέμηση 1m³/hr ρύπου με αναλογία διασκορπιστικού προς ρύπου 1:20, ενώ τα συμβατικά καταπολεμούν περίπου 1m³/hr ρύπου με αναλογία διασκορπιστικού προς ρύπο 1:2. Τέλος η απόδοση αυξάνεται με την αύξηση του πάχους του επιφανειακού στρώματος του ρύπου.

Ο καλύτερος συνδυασμός διασκορπιστικού και μεθόδου εφαρμογής θα πρέπει να καθορίζεται ξεχωριστά για κάθε περίπτωση. Υπάρχουν μαθηματικά μοντέλα και προγράμματα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή που σε συνδυασμό με οδηγίες οργανισμών (όπως του IMO), βοηθούν στην ορθή εκλογή τύπου χημικών και μεθόδου εφαρμογής.

Μερικά από τα προϊόντα αυτά έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί με επιτυχία κατά τη διάρκεια εργασιών καταπολέμησης πετρελαιοκηλίδων, ενώ άλλα χρησιμοποιούνται σπάνια και επί του παρόντος βρίσκονται στο στάδιο ανάπτυξης. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους ή χρησιμοποιούνται προκειμένου να καταστήσουν δυνατή την ανάκτηση του πετρελαίου με μηχανικά μέσα. Αναφέρουμε τα κυριότερα από αυτά τα χημικά.

- Μέσα Καταβύθισης (Sinking Agents): Είναι ειδικές ουσίες που εφαρμόζονται στην επιφάνεια της κηλίδας και απορροφούν τον ρύπο στην επιφάνειά τους.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

- Πηκτικά Μέσα, Στερεοποιητές (Viscoelastic Additives): Στόχο έχουν την αύξηση του ιξώδους των πετρελαίων ώστε να γίνει ευκολότερη η ανάκτησή τους.
- Απογαλακτοποιητές (Emulsion Breakers): Χρησιμοποιούνται για να διασπάσουν τα γαλακτώματα που δημιουργούνται κατά την παραμονή του πετρελαίου στη θάλασσα.
- Μεταβολείς Επιφανειακής Τάσης (Gelling Agents): Τα προϊόντα αυτά εκτοξευόμενα στο νερό γύρω από την κηλίδα παρεμποδίζουν την εξάπλωση του πετρελαίου.
- Βιολογικά Μέσα (Bioremediation Chemicals): Είναι ένας συνδυασμός ενζύμων, μικροοργανισμών και θρεπτικών συστατικών που βοηθούν στην αύξηση του ρυθμού της φυσικής αποικοδόμησης του πετρελαίου. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε ακτές κατά την τεχνική της Βιοαποικοδόμησης που αναφέρεται στη συνέχεια.
- Μέσα Ανάφλεξης (Burning Agents): Είναι ουσίες που εισάγονται στις κηλίδες ώστε να καταστήσουν δυνατή την ανάφλεξη του πετρελαίου πάνω στην ακτή ή στη θάλασσα. Χρησιμοποιούνται κατά την εφαρμογή της τεχνικής της Επί-Τόπου Καύσης που συζητείται στη συνέχεια.
- Neutralizing Agents: Οι ουσίες αυτές αντιδρούν χημικά με το πετρέλαιο και τελικά σχηματίζουν λιγότερο τοξικές ενώσεις με στόχο να μειώσουν τις επιπτώσεις της ρύπανσης.
- Herders: Καλούνται επίσης και ‘ Collecting Agents’. Δρουν επηρεάζοντας την επιφανειακή τάση του πετρελαίου και προκαλούν τη συγκέντρωση του ρύπου σε καθορισμένο σημείο περισυλλογής.

ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΚΤΩΝ

Πολλές φορές η επιχείρηση απορρύπανσης στη θάλασσα είναι αδύνατο να εμποδίσει τμήμα της πετρελαιοκηλίδας, μικρό ή μεγάλο, να φθάσει στις ακτές. Η επέμβαση του ανθρώπου, στο ρυπασμένο περιβάλλον, πρέπει να γίνει εφόσον θεωρηθεί απαραίτητη, με μεγάλη προσοχή και σεβασμό στο περιβάλλον. Επιθετικές παρεμβάσεις του ανθρώπου με μη κατάλληλα αντιρρυπαντικά μέσα είναι πολύ πιθανό να προκαλέσουν ακόμα μεγαλύτερη καταστροφή από ότι το ίδιο το πετρέλαιο. Οι επιχειρήσεις απορρύπανσης είναι ιδιαίτερα δαπανηρές, απαιτούν μεγάλο ανθρώπινο δυναμικό, κατάλληλο εξοπλισμό και γενικά είναι χρονοβόρες ενώ η επανάκαμψη του οικοσυστήματος δεν είναι βέβαιη. Οι επιχειρήσεις απορρύπανσης των ακτών, ανεξάρτητα της μεθόδου που χρησιμοποιείται, και προκειμένου να υπάρξει το επιθυμητό αποτέλεσμα, σχεδιάζονται με γνώμονα ορισμένες βασικές αρχές.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Οι προσπάθειες απορρύπανσης πρέπει να ακολουθούν την παρακάτω σειρά εργασιών:

- **1η Φάση:** Περισυλλογή μεγάλων ποσοτήτων και ποσοτήτων που εξακολουθούν να επιπλέουν. Ο λόγος είναι το ενδεχόμενο οι ποσότητες αυτές να ξαναρυπάνουν τις περιοχές που έχουν ήδη καθαριστεί, να ρυπάνουν άλλες πιο ευαίσθητες περιοχές ή και τμήματα ακτής που δεν έχουν ρυπανθεί.
- **2η Φάση:** Περισυλλογή του πετρελαίου που επικάθισε στην ακτή.
- **3η Φάση:** Περισυλλογή μικρών διάσπαρτων πετρελαιοκηλίδων.

Όλες οι επιχειρήσεις καθαρισμού πρέπει να προγραμματίζονται και να συντονίζονται με ακρίβεια, αν μια τεχνική που εφαρμόζεται αδυνατεί να έχει τα αναμενόμενα αποτελέσματα θα πρέπει να επανεκτιμάται η εξέλιξή της και αν κριθεί απαραίτητο να αντικαθίσταται από άλλη.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται. Αναλύουμε όσες θεωρούνται αποδεκτές σύμφωνα με τις οδηγίες του ευρωπαϊκού οργανισμού REMPEC.

- Χειρονακτική Περισυλλογή Υλικών (που προσβλήθηκαν από το πετρέλαιο): Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλους τους τύπους ακτών, για την περισυλλογή πετρελαίου και ρυπασμένου υλικού, ιδιαίτερα σε προσβολές μικρής και μεσαίας έκτασης.
- Μηχανική Περισυλλογή Υλικών (που προσβλήθηκαν από το πετρέλαιο): Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε ακτές που είναι προσπελάσιμες από την ξηρά και μπορούν να αντέξουν την κίνηση βαρέων οχημάτων
- Χρησιμοποίηση Βυτιοφόρων: Η μέθοδος αυτή είναι πολύ διαδεδομένη στα περισσότερα σοβαρά περιστατικά ρύπανσης και συνίσταται στη απομάκρυνση του πετρελαίου που είναι συσσωρευμένο σε εσοχές της ακτής και των ποσοτήτων που επιπλέουν κοντά στην ακτογραμμή.
- Χρήση Μηχανημάτων Καθαρισμού Ακτών: Είναι ειδικά κατασκευασμένα μηχανήματα για τον καθαρισμό της άμμου και των χαλικιών από κομμάτια στερεοποιημένου πετρελαίου.
- Αμμοβολή: Η μέθοδος πρέπει να περιορίζεται σε τεχνικές κατασκευές στις οποίες απαιτείται να γίνει τέλειος καθαρισμός. Περιστασιακά όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλες πέτρες ή βράχια που όμως δεν είναι οικολογικά ευαίσθητα.
- Πλύση με Χαμηλή Πίεση: Για την αφαίρεση ελαφριού και όχι πολύ παχύρρευστου πετρελαίου από κάθε μορφή ακτής. Η μέθοδος δεν επηρεάζει

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

σημαντικά το υπόστρωμα και έτσι είναι κατάλληλη και για οικολογικά ευαίσθητες περιοχές.

- Πλύση με Υψηλή Πίεση: Η μέθοδος χρησιμοποιείται σε βραχώδεις ακτές ή σε μεγάλες πέτρες και τεχνικές κατασκευές.
- Καθαρισμός με Ατμό: Η μέθοδος πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο όταν είναι απολύτως αναγκαίο για τον καθαρισμό πολύ παχύρρευστων πετρελαιοειδών και αφού γίνει εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Είναι πολύ πιθανό να καταστραφεί κάθε ζωντανός οργανισμός στην επιφάνεια που καθαρίζεται για αυτό η χρήση συνίσταται σε τεχνικές κατασκευές.
- Καύση: Η μέθοδος αυτή σπάνια χρησιμοποιείται γιατί είναι πολύ επιβλαβής για το περιβάλλον και επιπλέον δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, διότι η καύση συνήθως είναι ατελής.
- Μετατόπιση Υλικών (που προσβλήθηκαν από το πετρέλαιο) στη Θάλασσα: Διαδεδομένη μέθοδος για τον καθαρισμό ακτών με βότσαλα ή χαλίκια, μεγάλες πέτρες οι οποίες δεν έχουν ρυπανθεί σοβαρά από το πετρέλαιο. Η μέθοδος είναι αποτελεσματική κατά τη χειμερινή περίοδο όταν αναμένεται έντονος κυματισμός.
- Ανάμιξη με το Υπόστρωμα: Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις εκείνες ακτών με χαλίκια ή άμμο οι οποίες δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικολογικό ή τουριστικό ενδιαφέρον. Το πετρέλαιο αφήνεται να αποικοδομηθεί υπό την επίδραση των φυσικών φαινομένων.
- Αποφυγή Επέμβασης: Υπάρχουν περιπτώσεις η μόνη λύση που έχουμε είναι η αποφυγή της επέμβασης .Δεν γίνεται καμία ενέργεια και το πετρέλαιο αφήνεται στην φυσική αποικοδόμησή του. Η περιοχή επιθεωρείται περιοδικά για να ελέγχεται ο ρυθμός της αποικοδόμησης του πετρελαίου.

ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Η αντιμετώπιση των πετρελαιοκηλίδων, κατά την τελευταία δεκαετία , έχει γίνει ολοένα πιο περίπλοκη, χρονοβόρα και δαπανηρή. Υπάρχει διεθνής συμφωνία ότι «ο ρυπαίνων πληρώνει» με το να αναλαμβάνει το κόστος της επιχείρησης καθαρισμού, το οποίο είναι αρκετά σύνθετο και εκτείνεται πέρα από τις καθ' αυτές ενέργειες καθαρισμού. Οι παράγοντες που εμπλέκονται είναι πολλές συμπεριλαμβανομένου τις εξής:

Οι περισσότεροι ειδικοί συμφωνούν ότι ο καθοριστικότερος παράγοντας για το κόστος είναι ο τύπος του περιστατικού. Στα περιστατικά στα οποία το πετρέλαιο πλήττει τις ακτές, το 90%-99% του κόστους καθαρισμού και αποκατάστασης σχετίζεται με τον καθαρισμό των ακτών.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Σε πολλές περιπτώσεις η έντονη πίεση που ασκείται από το κοινωνικό σύνολο, οργανώσεις και πολιτεία στους υπευθύνους για άμεσες, δραστικές και δαπανηρές μεθόδους καθαρισμού, δεν έχουν το καλύτερο αποτέλεσμα στην προστασία του περιβάλλοντος, ακόμα και αν αυτή η πίεση γίνεται με καλό σκοπό.

Το Ενδεχόμενο Κόστος Πετρελαιοκηλίδας περιλαμβάνει ενδεικτικά τα εξής:

- Κόστος Ατυχήματος
- Κόστος Συμπλήρωσης Αναφοράς Περιστατικού
- Αρχικό Κόστος Καθαρισμού
- Μηχανικά Μέσα Περιορισμού και Κόστος Καθαρισμού
- Κόστος Χρήσης Διασκορπιστικών Ουσιών
- Κόστος Μεθόδου Φυσικής Αποικοδόμησης (Bioremediation) Κόστος Τεχνικής Επί-Τόπου Καύσης (In-Situ Burning) Κόστος Μηχανικού Καθαρισμού Ακτών
- Πρόσθετο Κόστος για οποιαδήποτε Μέθοδο
- Κόστος Αποκατάστασης Χλωρίδας και Πανίδας
- Κόστος Αποκατάστασης λόγω Καταστροφής Φυσικών Πόρων
- Κόστος Έρευνας
- Περιουσιακές, Οικονομικές, Περιβαλλοντολογικές Αποζημιώσεις
- Πρόστιμα και Ποινές

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Αναλύσεις κόστους της βάσης the International Oil Spill Database υποδεικνύουν ότι το κόστος καθαρισμού ποικίλει σημαντικά. Αναφέρονται ορισμένα παραδείγματα.

- Peruvian Reefer: Τον Απρίλιο του 1991, στο λιμάνι του Helinsborg στη Σουηδία, για τον καθαρισμό 20-50 τόνων δαπανήθηκαν συνολικά \$702000 ή \$1759/τόννο.
- Mystery Spill: Ο καθαρισμός 51 τόνων πίσσας από άγνωστη πηγή στο Ισραήλ τον Αύγουστο του 1992 κόστισε \$113700 συνολικά ή \$2228,52/τόννο.
- Era: Ο καθαρισμός 296 τόνων τον Αύγουστο του 1992 στην Αυστραλία, λιμάνι του Bonython, έφθασε τα \$1.137.000 ή \$3842,28/τόννο.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

- Presidente Arturo Umberto Illia: 629 τόνοι τον Οκτώβριο του 1992 στο Puerto Rosales Terminal της Αργεντινής κόστισε \$568000 συνολικά, ή \$904,43/τόννο.
- Sea Empress: Ο καθαρισμός 72361 τόνων τον Φεβρουάριο του 1996 στο Milford
- Heaven, U.K., υπολογίζεται ότι κόστισε συνολικά \$18.324.000 ή \$253,23/τόννο.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όσα παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια προκύπτει:

- Η προσομοίωση της διάδοσης του πετρελαίου είναι βασικό βήμα στην έγκαιρη αντιμετώπιση τέτοιων ατυχημάτων
- Η απορρύπανση από το πετρέλαιο είναι πάρα πολύ δαπανηρή. Αποτελεσματικές ενέργειες απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό και συνεχή έλεγχο και εκτίμηση, καθώς και μεγάλο αριθμό εκπαιδευμένου προσωπικού και αποτελεσματικού εξοπλισμού.
- Το κόστος είναι σε πολλές περιπτώσεις ακόμα μεγαλύτερο, από τις καταστροφές που προκύπτουν λόγω εφαρμογής κακών επιχειρήσεων καθαρισμού ή από πετρελαιοκηλίδες που πλήττουν ευαίσθητες περιοχές.
- Το κλειδί για τον έλεγχο και περιορισμό του κόστους είναι η μείωση των καταστροφών που προκύπτουν στο περιβάλλον και περιουσίες. Η καλύτερη στρατηγική στη μείωση των καταστροφών αυτών είναι η αφαίρεση όσο το δυνατό περισσότερου πετρελαίου από το περιβάλλον και η παρεμπόδιση του πετρελαίου να πλήξει τις ακτές και άλλες ευαίσθητες περιοχές.
- Το κλειδί για μια αποτελεσματική επιχείρηση απορρύπανσης είναι η ταχύτατη δραστηριοποίηση.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, μας έδειξε το ενδιαφέρον που παρουσιάζει η μελέτη των μετεωρολογικών δεδομένων και η προσαρμογή τους στα πλαίσια της Ωκεανογραφίας. Παρατηρούμε ότι, οι τρόποι αντιμετώπισης της θαλάσσιας ρύπανσης από πετρέλαιο, συνδέονται άρρηκτα με την μετεωρολογική κατάσταση που υφίσταται η περιοχή μελέτης μας, την στιγμή που μελετάμε το φαινόμενο.

Από όποια πλευρά και να το εξετάσει κανείς η θάλασσα αποτελεί το απώτατο σημείο βύθισης των διάφορων καταλοίπων σε παγκόσμιο επίπεδο (ultimate sink) τα οποία έχουν την καταγωγή τους είτε στην ξηρά είτε στις παράκτιες και υποθαλάσσιες εγκαταστάσεις είτε στην κίνηση, τις λειτουργικές διαδικασίες και τα ατυχήματα των πλοίων ή ακόμη και στην εσκεμμένη απόρριψη πυρηνικών ουσιών και άχρηστου στρατιωτικού υλικού.

Επόμενο είναι ορισμένες περιοχές, ειδικότερα αυτές που βρίσκονται κοντά στην ακτή λ.χ. Γαλλικές και Ιταλικές ακτές στη Μεσόγειο θάλασσα ή ο Περσικός κόλπος και ο κόλπος του Μεξικού, αντιμετωπίζουν χρόνιο πρόβλημα ρύπανσης και έχουν επιτακτική ανάγκη μεθόδων ελέγχου και διαχείρισης των αποβλήτων.

Διαχείριση Θαλάσσιας Ρύπανσης

Το κοινωνικό κόστος ως σοβαρότερος παράγοντας θα έπρεπε να λειτουργεί αποτρεπτικά στις προσπάθειες ελαχιστοποίησης της θαλάσσιας ρύπανσης, πόσο μάλλον όταν η σημασία του έγινε κατανοητή μόλις τα τελευταία χρόνια και κατά κοινή διαπίστωση όχι ακόμη ευρέως αποδεκτή. Η θαλάσσια ρύπανση που προκαλείται από αργό πετρέλαιο ή ορισμένα χημικά φορτία εξαιρετικού βαθμού τοξικότητας, προξενεί μεγάλη διαταραχή στο θαλάσσιο οικοσύστημα ενώ ταυτόχρονα η καταπολέμηση τους είναι επίπονη, χρονοβόρα και δαπανηρή με αμφίβολα αποτελέσματα για τις περιπτώσεις που δρουν επιβαρυντικές συνθήκες.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε): Online Oil Drift Forecasting System, POSEIDON OSMposeidon.hcmr.gr, Poseidon Team, Designed by A.G Chalkiopoulos, 2010, Institute of Oceanography Hellenic Centre for Marine Research (HCMR), Athens-Sounio Ave.

Assessing the phenomenology of the Cretan Sea shelf area using coupling modelling techniques G. Triantafyllou¹, G. Korres², G. Petihakis¹, A. Pollani¹, and A. Lascaratos² ¹Institute of Marine Biology of Crete, P.O.Box 2214, Iraklio, 71003 Crete, Greece ²University of Athens, Department of Applied Physics, Oceanography Group, University Campus, Bld. PHYS-V, 15 784 Athens, Greece Received: 6 July 2001 – Revised: 6 May 2002 – Accepted: 4 June 2002

Balopoulos, E. T.: PELAGOS, in: Final report. Hydrodynamics and biogeochemical fluxes in the straits of the Cretan Arc, NCMR, Athens, 1–25, 1996.

Bignami, F., Marullo, S., Santoleri, R., and Schiano, M. E.: Longwave radiation budget in the Mediterranean Sea, *J. Geophys. Res.*, 100(C2), 2501–2514, 1995.

Blumberg, A. F. and Mellor, G. L.: A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model, in: *Three-Dimensional Coastal Ocean Circulation Models*, (Ed) Heaps, N. S., Washington, D.C., AGU, 1–16, 1987.

Brasseur, P., Brankart, J. M., Schoenauen, R., and Beckers, J. M.: Seasonal Temperature and Salinity Fields in the Mediterranean Sea: Climatological Analyses of an Historical Data Set, *Deep-Sea Res.*, 43, 159–192, 1996.

Budyko, M. I.: *Atlas of the heat balance of the Earth*, Academic Press, San Diego California, 69 pp., 1963. Cressman, G. P.: An operational objective analysis scheme, *Mon. Wea. Rev.*, 87, 329–340, 1959.

Flather, R. A.: A tidal model of the northwest European continental shelf, *Mem. Soc. R. Sci. Liege*, 6(10), 141–164, 1976.

Georgopoulos, D., Chronis, G., Zervakis, V., Lykousis, V., Poulos, S., and Iona, A.: Hydrology and circulation in the Southern Cretan

Sea during the CINCS experiment (May 1994 – September 1995), *Progress in Oceanography*, 46, 89–112, 2000.

Georgopoulos, D., Theocharis, D., and Zodiatis, G.: Intermediate water formation in the Cretan Sea (S. Aegean Sea), *Oceanologica Acta*, 12(4), 353–359, 1989.

Jaeger, L.: Monatskarten des Niederschlags für die ganze Erde, *Berichte des Deutschen Wetterdienstes*, 18(139), 1–38, 1976.

Jerlov, N. G.: *Marine Optics*, Elsevier Science, 231 pp., 1976. Kondo, J.: Air-sea bulk transfer coefficients in diabatic conditions, *Boudary-Layer Meteorol.*, 9, 91–112, 1975.

Korres, G. and Lascaratos, A.: A one-way nested, eddy resolving model of the Aegean and Levantine basins: Implementation and climatological runs, *Ann. Geophysicae*, this issue, 2003.

Manzella, G. M. R, Gasparini, G. P., and Astraldi, M.: Water exchange between the eastern and western Mediterranean through the Strait of Sicily, *Deep-Sea Res.*, 35, 1021–1035, 1988.

Mellor, G. L.: *User's guide for a three-dimensional, primitive equation, numerical ocean model*, Princeton University, Princeton, 1991.

Mellor, G. L. and Yamada, T.: Development of a Turbulence Closure Model for Geophysical Fluid Problems, *Rev. Geophys. Space Phys.*, 20, 851–875, 1982.

Palma, E. D. and Matano, R. P.: On the implementation of open boundary conditions for a general circulation model: the threedimensional cas, *J. Geophys. Res.*, 105, 8605–8627, 2000.

Paulson, C. and Simpson, J.: Irradiance measurements in the upper ocean, *J. Phys. Oceanogr.*, 7, 952–956, 1977.

Pinardi, N. and Masetti, E.: Variability of the large scale general circulation of the Mediterranean Sea from observations and modeling, *Paleogeography, paleoclimatology, paleoecology*, 158, 153–173, 2000.

Pinardi, N., Korres, G., Lascaratos, A., Roussenov, V., and Stanev, E.: Numerical simulation of the Mediterranean Sea upper ocean circulation, *Geophys. Res. Lett.*, 24, 425–428, 1997.

Reed, R. K.: On estimating insolation over the ocean, *J. Phys. Oceanogr.*, 17, 854–871, 1977.

Reiniger, R. F and Ross, C. F.: A method of interpolation with application to oceanographic data, *Deep-Sea Res.*, 9, 185–193, 1968.

Shapiro, R.: Smoothing, filtering, and boundary effects, *Rev. Geophys.*, 8, 359–387, 1970.

Smagorinsky, J.: General circulation experiments with the primitive equations, I, The basic experiment, *Mon. Weather Rev.*, 91, 99–164, 1963.

Theocharis, A., Georgopoulos, D., and Zodiatis, G.: Late winter hydrological characteristics and circulation of the Cretan Sea (S.

Aegean), EGS XIII General Assembly, Bologna, Italy, March 1988, *Ann. Geophysicae*, Special Issue, 70, 1988.

Theocharis, A., Balopoulos, E., Kioroglou, S., Kontoyiannis, H., and Iona, A.: A synthesis of the circulation and hydrography of the South Aegean Sea and the Straits of the Cretan Arc (March 1994 – January 1995), *Progress in Oceanography*, 44, 469–509, 1999.

Theocharis, A., Georgopoulos, D., Lascaratos, A., and Nittis, K.: Water masses and circulation in the central region of the Eastern

Mediterranean: Eastern Ionian, South Aegean and Northwest Levantine, *Deep-Sea Res. II*, 40(6), 1121–1142, 1993.

Πετρελαιοκηλίδες: Τμήμα Ναυπηγών Μηχανολόγων ΕΜΠ, καθ.Γ Τριανταφύλλου, Μ. Βεργέτη διπλ. Ν.Μ.Μ 4, Αθήνα 2004

ALTHERR, R., SCHLIESTEDT, M., OKRUSCH, M., SEIDEL, E., KREUZER, H., HARRE, W., LENZ, H., WENDT, I. & WAGNER, G. (1979): Geochronology of high-pressure rocks on Sifnos (Greece, Cyclades). -*Contr. Miner. & Petrol.*, 70, 245-255.

ALTHERR, R., KREUZER, H., WENDT, I., LENZ, H., WAGNER, G.-A., KELLER, J., HARRE, W. & HOHNDORF, A. (1982): A late Oligocene/early Miocene high temperature belt in the Attico-Cycladic crystalline complex (SE Pelagonian, Greece). -*GeoJ. Int.*, 23, 97-164.

ANDRIESS, P.-A., BOELRUK, N.-A., HERBEDA, E.-H., PRIEM, H.-M., VERDURMEN, E.-A., & VERSCHURE, R.-H. (1979): Dating the events of metamorphism and granitic magmatism in the Alpine Orogen at Naxos (Cyclades, Greece). -*Contr. Miner. & Petrol.*, 69, 215-225.

ANGELIER, J. (1979): Determination of the mean principal directions of stresses for a given fault population. -*Tectonophysics*, 56, T17-T26.

ANGELIER, J., LYBERIS, N., LE PICHON, X., BARRIER, E. & HUCHON, F. (1986): The tectonic development of the Hellenic arc and the sea of Crete: A synthesis. -*Tectonophysics*, 86, 159-196.

AVIGAD, D. & CARFUNKEL, Z. (1989): Low-angle faults above and below a blueschist belt, Tinos Is., Cyclades, Greece. -*Terra Nova*, 1, 182-187.

AVIGAD, D. & CARFUNKEL, Z. (1991): Uplift and exhumation of high pressure metamorphic terrains: the example of the Cycladic blueschist belt. *Tectonophysics*, 188, 357-372.

AUBOUIN, J. (1959): Contribution a l' etude geologique de la Grece septentrionale: les confins de l' Epire et de la Thessalie. -Ann. geol. Pays Hellen., 10, 1-483.

AUBOUIN, J., (1965): Geosynclines. -Developments in Geotectonics, vol. I, Elsevier ed., Amsterdam, 335p.

AUBOUIN, J., (1973): Des tectoniques superposees et de leur simplification, par rapport aux modeles geophysiques: l'exemples des Dinarides, paleotectonique, tectonique, tarditectonique, neotectonique. -Bull. Soc. Geol. France, (7), 15,42c

AUBOUIN, L & DEDOUPT, J., (1965): Sur la geologie de l'EEge: regard sur la Crete (Grece). -Bull. Soc. Geol. France, (7), 7, 787-821.

AUBOUIN, J., DER COURT, J., NEUMANN, M. & SIGAL, J. (1965): Un element externe de la zone du Pinde: la serie d'Ethia (Crete, Grece). -Bull. Soc. Geol. France, (7), 7, 753-757.

BARBER, DJ. (1985): Dislocations and microstructures. -In H.R. Wenk (edt): Preferred Orientation in Deformed Metals and Rocks. An Introduction to modern texture analysis. Academic Press, London, 149-182.

BIJU-DUVAL, B., DER COURT, J. & LE PICHON, X., (1977): From the Thetys ocean to the mediterranean seas: a plate tectonic model of the evolution of the western Alpine system. -In B. Biju-Duval and L. Montadert (eds), Histoire Structurale Des Bassins Mediterranees. Split, Yougoslavie. Editions Technip. Paris, 143-164.

BIZON, C & THIEBAULT F. (1974): Donnees nouvelles sur l'age des marbres et quartzites du Taygete (Peloponnese meridionale, Grece). -C R. Acad. Sc.. Serie D, 278, 9-12.

BLAKE, M.-C, BONNEAU, M., GEYSSANT, J.-R. KIENAST, J.-R. LEPVIER, C. MALUSKI, H. & PAPANIKOLAOU, D. (1981): A geological reconnaissance of the Cycladic blueschist belt, Greece. -Bull. Geol. Soc. Amer., 92, 247-254.

BOCCALETTI, M. (1973): Mesogea, Mesoparatethys. Mediterranean and Paratethys: Their possible relations with the Tethys ocean development. -Ofioliti, 4, 83-96.

BONNEAU, M. (1970): Les lambeaux allochtones du revers septentrional du massif des Psiloriti (Crete moyenne, Grece). -Bull. Soc. Geol. France, (7), 12, 1124-1129.

BONNEAU, M. (1972a): Existence d'un lambeau de cristallin chevauchant sur la serie du Pinde en Crete moyenne (Grece). -C R. Acad. Sc. Paris. 274, 2133-2136.

BONNEAU, M. (1972b): La nappe metamorphique de l'Asteroussia, lambeau d'affinites pelagoniennes charie jusque sur la zone de Tripolitza de la Crete moyenne (Grece). -C R. Acad. Sc. Paris, 275, 2303-2306.

BONNEAU, M. (1973): Sur les affinites ioniennes des "calcaires en plaquettes" epimetamorphiques de la Crete, le charriage de la serie de Gavrovo- Tripolitza et la structure de l'arc Egeen. -CR. Acad. Sc. Paris, 277, 2453-2456.

BONNEAU, M. (1976): Esquisse structurale de la Crete alpine. -Rapp. 5, Call. Geol. regions Egeennes; Orsay. Bull. Soc. Geol. France, 2, 155-157

BONNEAU, M. (1982): Evolution dynamique de l'Arc Egeen depuis le Jurassique superieur jusqu'au Miocene. -Bull. Soc. Geol. France, 24, 229-242.

BONNEAU, M. (1984): Correlation of the Hellenides nappes in the south-east Aegean and their tectonic reconstruction. -Geol. Soc. London, sp. publ., 17, 517-527.

BONNEAU, M. & FLEURY, J.-J. (1971): Precisions sur la serie d' Ethia (Crete, Grece): existence d' un premier flysch mesocretace. -CR. Acad. Sc. Paris, 272, 1840-1842.

BONNEAU, M. & ZAMBETAKIS, A. (1975): La serie Mangassa de la Crete orientale (Grece): une klippe d'origine pindique externe. -C R. Acad. Sc. Paris, 281, 1719.

BONNEAU, M., BEAUDVAIS, L. & MIDDLEMISS, F.-A. (1974): L' unite de Miamou (Crete, Grece) et sa macrofaune d'age Jurassique superieur (Brachiopods, Madreporaires). -Ann. soc. geol. Nord. 94, 71-85.

BROWN, E.H. (1977): Crossite content of Ca-amphibole. -1. Petr. 18, 53-72.

BRUN, J.P., SOKOUTIS, D. & VAN DEN DRIESSCHE, J.L. (1994): Analogue modelling of detachment fault systems and core complexes. -Geology, 22, 3193-22.

BRUNN, J.H. (1956): Etude geologique du Pindos septentrional et de la Macedoine occidentale. -Ann. geol. Pays Hellen., 7, 1-358.

BUICK, I.-S. (1991): Mylonite fabric development on Naxos, Greece. -1. Struct. Geol., 13, 643-655.

BURCHFIELD, B., ZHILIANG, C., HODGES, K., YUPING, L., ROYDEN, L., CHANG RONG, D. & JIENE, X. (1992): The south Tibetan detachment System, Himalayan Orogen: Extension contemporaneous with and parallel to Shortening in a collisional Mountain belt. -Geol. Soc. Am., Spec. Pap., 269, 141.

- BURG, J.P., IVANOV, Z., RICOU, E.L., OIMOR, D. & KLIN, L. (1990): Implications of shear-sense criteria for the Tectonic evolution of the central Rhodope massif, S. Bulgaria. -*Geology*, 18, 451-454.
- CARMIGNONY, L. & KLIEGFIELD, R. (1990): Crustal extension in the northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane core complex. - *Tectonics*, 9, 1275-1305.
- CA YEUX, L. (1902): Sur la composition et l'age des terrains metamorphiques de la Crete. -e. R. Acad. Sc. Paris, 134, 1116-1119.
- CHALIKIOPOYLOS, L. (1903): Sitia, die Osthalsinsel Kretas. - *Veroeff d. Inst. F Meerskunde*, 4.
- CHOUKROUNE, P., GAPAIS, D. & MERLE, O. (1987): Shear criteria and structural symmetry. -*J. Struct. Geol.*, 9, 525-530.
- CLOOS, M. (1982): Flow melanges: numerical modeling and geological constraints on their origin in the Franciscan subduction complex, California. -*Bull. Geol. Soc. Am.*, 93, 330-345.
- CRESPI, J.-M. (1986): Some guidelines for the practical application of Fry's method of strain analysis. -*J. Struct. Geol.*, 8, 799-808, 1986.
- CREUTZBURG, N. (1961): Uber junge Verschuttungserscheinungen auf der Insel Kreta und ihre Beziehungen zum Klima des Pleistozans. -*Ann. Geol. d. Pays Hell.*, 12, 1-11.
- CREUTZBURG, N. & SEIDEL, E. (1975): Zum Stand der Geologie des präneogens auf Kreta. -*N. Jb. Geol. Palaont. Abh.*, 149, 363-383.
- CREUTZBURG, N., DROOGER, C.-W., MEULENKAMP, I.-E., PAPASTAMATIIOU, I., SANNEMANN, W., SEIDEL, E. & TATARIS, A. (1977): General geological map of Crete (scale 1:200.000). -*Institute of Geological and Mining Research, Athens*.
- DAVIS, G.-H. (1983): A shear zone model for the origin of metamorphic core complex. *Geology*, 11, 342-346.
- DERCOURT, J. (1972): The Canadian cordillera, the Hellenides and the sea floor spreading theory. -*Can. J. Earth. Sci.*, 9, 709-743.
- DEWEY, J., PITMAN, W., RYAN, W. & BONNIN, J. (1973): Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. -*Geol. Soc. Am. Bull.*, 84, 3137-3180.
- DING, Z. (1984): Some formulae for calculating the parameters of the strain ellipse. *Tectonophysics*, 110, 167-175.

DUNNET, D. (1969): A technique of finite strain analysis using elliptical particles. *Tectonophysics*,

7, 117-136.

DURR, S., ALTHERR, R., KELLER, J., OKRISCH, M. & SEIDEL E. (1978): The median Aegean Crystalline Belt. *Stratigraphy, Structure, Metamorphism.*

Magmatism. -In: Cloos H., Roeder D. & Schmidt K., *Alps, Appenines, Hellenides, Stuttgart.*

ENGELDER, J.T. (1974): Cataclasis and the generation of fault gouge. -*Bull. geol. Soc. Am.*, 85, 1515-1522.

ETCHECOPAR, A. & VASSEUR, G. (1987): A 3-D Kinematic model of fabric development in polycrystalline aggregates: comparisons with experimental and natural examples. -1. *Struct. Geol.*, 9, 705-717.

ETHERIDGE, M.A., WALL, V.J., COX, S.F. & VERNON, R.H. (1984): High fluid pressures during regional metamorphism and deformation: implications for mass transport and deformation mechanisms. -1. *geophys. Res.*, 89, 4344-4358.

EPTING, M., KUDRASS, H. & SCHAFFER, A. (1972): *Stratigraphie et position des series metamorphiques aux Talea Ori.* -*z. dt. geol. Ges.*, 123, 365-370.

EVIRGEN, M. & ATAMAN, G. (1981): Study of metamorphism of the central Menderes Massif: isograds, pressure and temperature. - *Yebilimleri (Hacatepe Univ.)* 7, 15-26.

FASSOULAS, C., KILIAS, A. & MOUNTRAKIS, D. (1994): Post-nappe stacking extension and exhumation of the HP /L T rocks in the island of Crete, Greece. *Tectonics*, 13, 1, 127-138.

FASSOULAS, C., KILIAS, A., MOUNTRAKIS, D. & MARKOPOULOS, T. (1993): Miocene extension in the Psiloritis Metamorphic core complex, Central Crete, Greece. -In National Technical University of Athens (eds): *Special issue dedicated to Prof. A. Panagos*, 885-903.

FRY, N. (1979): Randomly distributions and strain measurements in rocks. *Tectonophysics*, 60, 89-105.

FRANTZ, L. (1992): *Die polymetamorphe Entwicklung des Altkristalline auf Kreta und im Dodekanes (Griechenland): eine geologische, geochemische und petrologische Bestandsaufnahme.* - (Diss). Enke Verlag, Stuttgart.

GAUTIER, P. & BRUN, J.P. (1994): Crustal-scale geometry and kinematics of lateorogenic extension in the central Aegean. Cyclades and Evvia island. *Tectonophysics*, 238, 399-424.

GRAHAM, C. & POWEL, R. (1984): A garnet-hornblende geothermometer: calibration, testing, and application to the Pelona schist, Southern California. *J. Met. Geol.*, 2, 13-31.

GREILING, R. (1982): The metamorphic and structural evolution of the phyllite-quartzite nappe of western Crete. -1. *Struct. geol.*, 4/3, 291-297.

HALL, R. (19C.;7): Basement and cover rock history in western Tethys: HT-LP metamorphism associated with extensional rifting of Gondwana. -In AudleyCharles, M.G. & Hallam, A. (eds): *Gondwana and Tethys. Geol. Soc. spec. Publ.*, 37, 41-50.

HALL, R. & AUDLEY-CHARLES, M.G. (1983): The structure and regional significance of the Talea ori, Crete. -*J. Struct. Geol.*, 5, 167-179.

HALL, R., AUDLEY-CHARLES, M.G. & CARTER, D.I. (1984): -The significance of Crete for the evolution of the eastern Mediterranean. -*Geol. soc. rondon, sp. publ.*, 17, 4Q9-516.

HANCOCK, M. (1985): Brittle microtectonics: Principles and practise. -1. *Struct. GeoJ.*, V7, 3/4, 437-457.

HANNA, S. & FRY, N. (1979): A comparison of methods of strain determination in rocks from southwest Dived (Pembrokeshire) and adjacent areas. -1. *Struc. GeoJ.*, 1, 156-162

Γεωμορφολογικά και Τεκτονικά Χαρακτηριστικά Τμήματος της Λεκάνης Ηρακλείου: Μήτρος Σοφιανός, Πτυχιακή Εργασία, 2011, ΤΕΙ Κρήτης

Επιχειρησιακή Ωκεανογραφία: Γ. Παπαθεοδώρου

Εισαγωγή στην Ωκεανογραφία: Απόσπασμα από το εισαγωγικό κεφάλαιο της Διπλωματικής Εργασίας Γιαννακίδης Αλέξανδρος (2004) – “Σχεδίαση και μοντελοποίηση μιας βενθικής ακάτου (benthic lander) για τη μελέτη του φαινομένου της επαναιώρησης και μεταφοράς ιζημάτων στον πυθμένα της θάλασσας”, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Mediterranean intermediate circulation estimated from Argo data in 2003–2010 M. Menna and P. M. Poulain Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS, Sgonico (TS), Italy

Received: 20 October 2009 – Published in Ocean Sci. Discuss.: 18 November 2009

Revised: 12 February 2010 – Accepted: 26 February 2010 – Published: 3 March 2010

Artale, V., Astraldi, M., Buffoni, G., and Gasparini, G. P.: Seasonal variability of gyre-scale circulation in the northern Tyrrhenian Sea, *J. Geophys. Res.*, 99(C7), 14127–14137, 1994.

Astraldi, M. and Gasparini, G. P.: The Seasonal Characteristic of the Circulation in the Tyrrhenian Sea, *Coast. Estuar. Stud.*, 46, 115–134, 1994.

Astraldi, M., Gasparini, G. P., Gervasio, L., and Salusti, E.: Dense water dynamics along the Strait of Sicily (Mediterranean Sea), *J. Phys. Oceanogr.*, 31, 3457–3475, 2001.

Astraldi, M., Gasparini, G. P., Manzella, G. M. R., and Hopkins, T. S.: Temporal Variability of Currents in the Eastern Ligurian Sea, *J. Geophys. Res.*, 95(C2), 1515–1522, 1990.

Astraldi, M., Gasparini, G. P., and Sparnocchia S.: The Seasonal and Interannual Variability in the Ligurian-Provenal Basin, *Coast. Estuar. Stud.*, 46, 93–113, 1994.

Davis, R.: Intermediate-Depth Circulation of the Indian and South Pacific Oceans Measured by Autonomous Floats, *J. Phys. Oceanogr.*, 35(5), 683–707, 2005.

Davis, R., Webb, L., Regier, L., and Dufour, J.: The Autonomous Lagrangian Circulation Explorer (ALACE), *J. Atmos. Ocean. Tech.*, 9, 264–285, 1992.

Emery, W. J. and Thomson R. E.: *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*, Elsevier, Amsterdam, 638 pp., 2007.

Fusco, G., Manzella, G. M. R., Cruzado, A., Gacic, M., Gasparini, G. P., Kovacevic, V., Millot, C., Tziavos, C., Velasquez, Z. R., Walne, A., Zervakis, V., and Zodiatis, G.: Variability of mesoscale features in the Mediterranean Sea from XBT data analysis, *Ann. Geophys.*, 21, 21–32, 2003, <http://www.ann-geophys.net/21/21/2003/>.

Garca, E., Tintore, J., Pinot, J. M., Font, J., and Manriquez, M.: Surface Circulation and Dynamics of the Balearic Sea, *Coast. Estuar. Stud.*, 46, 73–91, 1994.

Gerin, R., Poulain, P.-M., Taupier-Letage, I., Millot, C., Ben Ismail, S., and Sammari, C.: Surface circulation in the Eastern Mediterranean using drifters (2005–2007), *Ocean Sci.*, 5, 559–574, 2009, <http://www.ocean-sci.net/5/559/2009/>.

Hamad, N., Millot, C., and Taupier-Letage, I.: A new hypothesis about the surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean sea, *Prog. Oceanogr.*, 66, 287–298, 2005.

Kovacevic, V., Gacic, M., and Poulain, P.-M.: Eulerian current measurements in the Strait of Otranto and in the Southern Adriatic,

J. Marine Syst., 20, 255–278, 1999.

Krivosheya, V. G. and Ovchinnikov, I. M.: Peculiarities in the geostrophic circulation of the waters of the Tyrrhenian Sea, *Oceanology*, 13, 822–827, 1973.

La Violette, P. E.: The Western Mediterranean Circulation Experiment (WMCE): Introduction, *J. Geophys. Res.*, 92, 1513–1514

Coastal Modeling With a GIS Bathymetric Module: I.K. TSANIS, S. NAOUM, M. FULLARTON, Department of Civil Engineering McMaster University, Received: 20/11/01 Accepted: 31/10/02

Arakawa, A. (1966), Computational design of long-term numerical integration of the equations of fluid motion. I. Two-dimensional incompressible flow, *Journal of Computational Physics*, 1, 119-143.

Boyle, S.J. and Tsanis, I.K., (1998), IDOR2D GIS-A closely coupled Hydrodynamic/Pollutant Transport GIS model, 18th Annual ESRI Int. User Conf., San Diego, California.

Boyle, S.J., Tsanis, I.K. and Kanaroglou, P.S. (1998), Developing geographic information systems for land use impact assessment in flooding conditions, *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, 124, 89-98.

Goodchild, M.F., Parks, B.O. and Steyaert, L.T. (1995), *GIS and Environmental Modelling: Progress and Research Issues*, GIS World Books.

Leendertse, J.J. and Liu, S.K. (1975), A three-dimensional model for estuaries and coastal seas. *Aspects of Computation*, Dept. of Interior, RAND, Santa Monica, 2, 1-29.

Lichy, C. (1998), A multidirectional and multifunctional gateway between GIS and hydrodynamic models, *Hydroinformatics 98*, Copenhagen, Denmark.

Maidment, D.R. (1993), *GIS and Hydrologic Modelling*. *Environmental Modelling with GIS*. Goodchild, M.F., Parks, B.O., and Steyaert, L.T. (eds.), Oxford University Press, New York, N.Y., pp. 147-167.

Naoum, S., Tsanis, I.K., and Fullarton, M. (2002), A GIS Pre-Processor For Pollutant Transport Modelling, *Journal of Geographical and Environmental Modelling* (to appear).

Naranjo, E., and Larsen, H., (1998), An integrated model to assess pollution loads with the use of GIS and numerical models, *Hydroinformatics 98*, Copenhagen, Denmark.

Patankar, S.V. (1980), Numerical heat transfer and fluid flow. Hemisphere, Washington D.C. Pearce, B.R. and Cooper, C.K. (1981), Numerical circulation model for wind-induced flow, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 107, 285-301.

Reid, R.O. (1957), Modification of the quadratic bottom-stress law of turbulent channel flow in the presence of surface wind-stress. Tech. Memor. No. 93, Beach Erosion Board, U.S. Dept. Army, Washington DC.

Roache, P.J. (1972), Computational fluid dynamics, Hermosa Publishers, Albuquerque, New Mexico. Svensson, U. (1978), Mathematical model of the seasonal thermocline, Report No. 1002, Department of Water

Resources Engineering, Univ. of Lund, Sweden Tsanis, I.K. (1989), Simulation of wind-induced water currents, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 115, 1113-1134.

Tsanis, I.K. (1996), Metropolitan Toronto Receiving Water Simulation Model, Protection and Restoration of the Environment III, Proceedings of an International Conference, Chania, Greece, 48-56.

Tsanis, I.K. and Boyle, S. (2001), A 2D Hydrodynamic/Pollutant Transport GIS Model, Journal of Advances in Engineering Software, 32, 353-361.

Tsanis, I.K., Valeo, C., Wu, J., and Boyle, S. (1996), Managing contaminated sediment using a hydrodynamic