



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής

*Αξιολόγηση της τεχνολογικής εφικτότητας και
των κινδύνων εκτέλεσης γεωτρήσεων μεγάλου
βάθους
στην θαλάσσια περιοχή του Ιονίου
και Νότια της Κρήτης*



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
της
Πάντου Σ. Ιρένας

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Σοφία Σταματάκη
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2013



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής

***Αξιολόγηση της τεχνολογικής εφικτότητας και των κινδύνων
εκτέλεσης γεωτρήσεων μεγάλου βάθους στην θαλάσσια περιοχή
του Ιονίου και Νότια της Κρήτης***

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

Πάντου Σ. Ιρένας

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Σοφία Σταματάκη
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή τον Ιούλιο

.....
Σοφία Σταματάκη
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....
Θεοδώρα Ροντογιάννη
Αν. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....
Αποστολόπουλος Γεώργιος
Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Αξιολόγηση της τεχνολογικής εφικτότητας και των κινδύνων εκτέλεσης γεωτρήσεων μεγάλου βάθους στην θαλάσσια περιοχή του Ιονίου και Νότια της Κρήτης» εκπονήθηκε την περίοδο Ιανουαρίου-Ιουλίου του έτους 2013 με τη βοήθεια του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την υπεύθυνη της διπλωματικής μου εργασίας Καθηγήτρια του Τομέα Μεταλλευτικής της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών κα. Σοφία Σταματάκη για την εμπιστοσύνη της και την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος και την κα. Ειρήνη Δημητρέλλου, μέλος του Εργαστηρίου, για την ουσιαστική βοήθεια και την άρτια επιστημονική καθοδήγηση. Θερμές ευχαριστίες επίσης θα ήθελα να απευθύνω στον κ. Αλέξη Χατζηαντωνίου, Πολιτικό Μηχανικό, Msc και την Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού για τη συμβολή τους στην εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας μέσω της διάθεσης βαθυμετρικών στοιχείων απαραίτητων για την ολοκλήρωση της. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον κ. Πέτρο Καραλή, Μηχανικό Μεταλλείων-Μεταλλουργό για την υπερπολύτιμη ηθική και ψυχολογική συνεισφορά του. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου που συνεισέφερε τα μέγιστα όλα αυτά τα χρόνια.

Για πολλά χρόνια η έρευνα και η εκμετάλλευση σε βαθιά νερά ήταν οικονομικά ανέφικτη. Σήμερα όμως, με τις συνεχώς αυξανόμενες τιμές του πετρελαίου, πολλές εταιρείες επενδύουν στον τομέα των θαλάσσιων γεωτρήσεων σε βαθιά νερά, με το ύψος μιας τέτοιας επένδυσης να φτάνει κατά μέσο όρο τα 108 δις δολάρια το 2012. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 30% της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου προέρχεται από θαλάσσιες γεωτρήσεις, συμβάλλοντας έτσι στην παγκόσμια οικονομία και καθιστώντας τις γεωτρήσεις σε βαθιά νερά, ζήτημα ανεκτίμητης σημασίας.

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει το υφιστάμενο επίπεδο τεχνολογίας για την έρευνα και παραγωγή Υ/Α σε μεγάλα βάθη θάλασσας, να αναδείξει τις τεχνικές ιδιαιτερότητες των θαλάσσιων γεωτρήσεων μεγάλου βάθους, αλλά και τις προκλήσεις και τους κινδύνους που σχετίζονται με αυτές. Στόχος είναι ο καθορισμός των

παραμέτρων που εξετάζονται κατά την επιλογή της εξέδρας και του λοιπού εξοπλισμού, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις τεχνικές ιδιαιτερότητες, όσο και τους εξωγενείς κινδύνους, επιχειρώντας μία πιο συγκεκριμένη προσέγγιση στο Ιόνιο Πέλαγος και στη θάλασσα νότια της Κρήτης. Κύριο κίνητρο για αυτή την έρευνα αποτέλεσε η έναρξη των σεισμικών ερευνών στις περιοχές αυτές σε συνδυασμό με μία γενικότερη αφύπνιση όσον αφορά την έρευνα και παραγωγή υδρογονανθράκων στον ελλαδικό χώρο.

Η παρούσα εργασία, τέλος, επιδιώκει την ανάδειξη των κινδύνων των βαθιών θαλάσσιων γεωτρήσεων υπό το πρίσμα των κανονισμών που διέπουν τις λειτουργίες τους και της παγκόσμιας εμπειρίας σε ζητήματα καίρια για αυτές που αφορούν κυρίως την περιβαλλοντική και την ανθρώπινη ασφάλεια και υγεία. Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών κινδύνων λαμβάνει υπόψη τους κανονισμούς που διέπουν τις θαλάσσιες γεωτρήσεις καθώς και την εμπειρία άλλων χωρών της Ευρώπης, αλλά και των ΗΠΑ.

Στο **Κεφάλαιο 1** διασαφηνίζονται θεμελιώδεις για αυτή την εργασία ορισμοί, παρουσιάζεται το ιστορικό, χωρικό και οικονομικό πλαίσιο ανάπτυξης των βαθιών θαλάσσιων γεωτρήσεων.

Στο **Κεφάλαιο 2** περιγράφονται οι τεχνικές ιδιαιτερότητες (ρευστά διάτρησης, σωλήνωση, τσιμέντωση) και οι προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει ο σχεδιασμός γεωτρήσεων σε βαθιά νερά.

Στο **Κεφάλαιο 3** αναλύονται οι τύποι των εξεδρών όρυξης γεωτρήσεων και παραγωγής επισημαίνοντας παράλληλα το φάσμα των βαθών νερού στο οποίο ενδείκνυνται.

Το **Κεφάλαιο 4** πραγματεύεται τα θέματα της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων και των εγκαταστάσεων στις υπεράκτιες γεωτρήσεις. Επιπλέον, συνοψίζονται οι δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις δραστηριότητες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά του σχετικού νομοθετικού και κανονιστικού πλαισίου που διέπει τις θαλάσσιες δραστηριότητες έρευνας & παραγωγής υδρογονανθράκων παγκοσμίως, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα.

Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζεται η γεωλογία της Δυτικής Ελλάδος καθώς και θέματα που σχετίζονται με τη σεισμικότητα της περιοχής αυτής. Επιπλέον, αναδεικνύονται οι περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητες της περιοχής αυτής και επιχειρείται μία διακριτοποίηση της περιοχής ως προς τα βάθη της θάλασσας και ως προς την τοπογραφία του θαλάσσιου πυθμένα.

Στο **Κεφάλαιο 7** παρουσιάζονται θέματα επικινδυνότητας των θαλάσσιων γεωτρήσεων σε βαθιά νερά, ως αφετηρία για την άμβλυνσή της με την επιλογή κατάλληλης τεχνολογίας και συνεκτιμώντας ορισμένους καίριους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό αυτού του τύπου γεωτρήσεων.

Στο **τελευταίο Κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα και καταγράφονται ορισμένες παρατηρήσεις για τις μελλοντικές γεωτρήσεις αυτού του τύπου που πρόκειται να επιχειρηθούν στον ελλαδικό χώρο.

ABSTRACT

This thesis entitled “Technical Feasibility Assessment and Risk Analysis of Deep Water Drilling in the Ionian Sea and South Crete” was elaborated the period between January and July of the year 2013 with the assistance of the Laboratory of Applied Geophysics of the School of Mining and Metallurgical Engineering of the National Technical University of Athens.

For many years, offshore exploration and production in deep water was financially unfeasible. However, nowadays due to the increasing oil prices, many companies are focusing in the field of deepwater drilling, investing up to 108 billion USD in 2012. It is worth mentioning that 30% of the global oil production comes from offshore drilling, thus contributing in global economy and making deepwater drilling a matter of great importance.

The purpose of this thesis is to show the current technological level for exploration and production of hydrocarbons in deep water, to bring to the surface the technical particularities of offshore deep water drilling, and in addition to show the challenges and dangers that are related to them. The goal is the determination of the criteria for rig selection, taking into account the technical particularities and the external risks. The ultimate goal is a more specialised approach for the offshore area of the Ionian Sea and South Crete. This project was mainly motivated by the start of seismic exploration in this area in combination with a general awakening considering the hydrocarbons’ exploration and production activities in Greece.

Finally, this work attempts to show the hazards of deep water drilling, taking into consideration the regulatory and legislative framework regarding offshore hydrocarbon activities worldwide, as well as to examine key issues mainly related to environmental and human health and safety. The evaluation of environmental risks takes into consideration the regulations governing offshore drilling and the experience from other relevant projects of European countries and the United States of America.

In **Chapter 1** basic definitions, for this work, are introduced, as well as a review on the historical, local and economical background of the development of offshore drilling.

In **Chapter 2**, the potential technical particularities (cementing, casing and drilling fluids) and challenges of deepwater drilling design are analysed.

In **Chapter 3**, the main types of production and exploration rigs are presented while indicating the range of water depths that they can be used.

In **Chapter 4**, issues regarding operational and human health and safety are presented. Moreover, the potential environmental impact of exploration and development of offshore hydrocarbons is summarised.

In **Chapter 5**, the basic components of the regulatory framework governing the offshore activities of exploration and production of hydrocarbons worldwide, in Europe and Greece are presented briefly.

In **Chapter 6**, the geology of Western Greece and matters that are related to seismic activity in this area are presented. In addition, a presentation of environmental particularities of the area is held and also a categorisation of the sea depths of the area and an illustration of the topography of the seafloor.

In **Chapter 7**, topics related to the risk of offshore drilling in deep water are presented, while selecting the right technology for its mitigation, evaluating certain factors that must be bore into mind while planning the drilling.

In the **last Chapter**, final conclusions are extracted and certain observations are made concerning future drilling in the Greek area.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	I
ABSTRACT	IV
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	VI
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΑΘΟΥΣ	1
1.1. ΟΡΙΣΜΟΙ	1
1.2. ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΠΙΤΕΥΓΜΑΤΑ (PECOR)	3
1.3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	4
1.4. ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ & ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ	13
1.4.1. <i>Σύντομο ιστορικό των ερευνών υδρογονανθράκων στον Ελλαδικό χώρο με έμφαση στις θαλάσσιες γεωτρήσεις</i>	13
1.4.2. <i>Θαλάσσιες γεωτρήσεις παγκοσμίως</i>	17
1.4.2.1. <i>Ανάπτυξη και παραγωγή σε θαλάσσια κοιτάσματα μεγάλου και πολύ μεγάλου βάθους</i>	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ, ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΥΝ ΟΙ ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	24
2.1. ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	24
2.2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	26
2.2.1. <i>Ρευστά διάτρησης</i>	26
2.2.1.1. <i>Πίεση των πόρων</i>	28
2.2.1.2. <i>Βαθμίδα ρωγμάτωσης</i>	29
2.2.1.3. <i>Αβαθή & βαθιά τμήματα της γεώτρησης</i>	31
2.2.2. <i>Σωλήνωση (Casing)</i>	33
2.2.2.1. <i>Αριθμός σωληνώσεων</i>	34
2.2.2.2. <i>Όρυξη γεώτρησης σε σχηματισμούς άλατος</i>	35
2.2.2.3. <i>Αποθέσεις πίσσας</i>	36
2.2.3. <i>Τσιμέντωση (Cementing)</i>	37
2.2.4. <i>Μηχανισμοί ασφάλειας (BOP, Christmas tree)</i>	40
2.2.4.1. <i>Χριστουγεννιάτικο δέντρο (Christmas tree)</i>	40
2.2.4.2. <i>Αντιεκρηκτικός Μηχανισμός Ασφαλείας (Blowout Preventer-BOP)</i>	44
2.3.4.3. <i>Σωλήνας σύνδεσης κεφαλής υποθαλάσσιας γεώτρησης και εξέδρας (Riser)</i>	46
2.3.5. <i>Τηλεχειριζόμενα οχήματα (Remotely Operated Vehicles, ROVs)</i>	50
2.3. ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΒΑΘΙΑ ΝΕΡΑ	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΞΕΔΡΕΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗ-ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ, ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ Υ/Α	56
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	56

3.2. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΞΕΔΡΑΣ	57
3.2.1. Βάθος νερού	58
3.2.2. Μεταφορά παραγόμενου πετρελαίου	59
3.2.3. Διάθεση παραγόμενου αερίου	60
3.2.4. Εγγύτητα των ταμιευτήρων μεταξύ τους.....	61
3.3. ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ.....	61
3.3.1. Κύριες διατάξεις σταθερών εξεδρών (Fixed platforms)	61
3.3.1.1. Δικτυωτές κατασκευές (jacket)	62
3.3.1.2. Εξέδρες βαρύτητας (gravity rigs)	63
3.3.1.3. Αυτοανυψούμενες εξέδρες (Jack-ups).....	65
3.3.1.4. Εύκαμπτες κατασκευές	66
3.3.2. Κύριες διατάξεις πλωτών εξεδρών	68
3.3.2.1. Ημιβυθιζόμενη εξέδρα	70
3.3.2.2. Εξέδρες με κυλινδρικό στέλεχος (Spar)	71
3.3.2.3. Πλατφόρμες Εντατικής Επίπλευσης (Tension Leg Platforms –TLPs).....	73
3.3.2.4. Γεωτρητικά πλοία	74
3.4. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	75
3.4.1. Παραγωγικές μονάδες (FPSO and FPS).....	77
3.5. ΜΟΝΑΔΕΣ ΟΡΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (DRILLING AND PRODUCTION UNITS).....	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΓΕΙΑ – ΑΣΦΑΛΕΙΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΑΘΟΥΣ	81
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	81
4.2. ΥΓΕΙΑ, ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΈΝΝΟΙΕΣ ΑΛΛΗΛΕΝΔΕΤΕΣ.....	85
4.3. ΔΥΝΗΤΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ	86
4.3.1. Φυσικοί κίνδυνοι	88
4.3.2. Χημικοί κίνδυνοι	89
4.3.3. Βιολογικοί κίνδυνοι.....	92
4.3.4. Εργονομικοί κίνδυνοι.....	92
4.3.5. Ψυχολογικοί κίνδυνοι	93
4.3.6. Ασφάλεια και ανθρώπινος παράγοντας.....	95
4.4. ΔΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ	97
4.4.1. Ατμοσφαιρικό περιβάλλον	100
4.4.2. Ακουστικό περιβάλλον.....	101
4.4.3. Υδάτινοι πόροι	102
4.4.4. Βιοτικό περιβάλλον.....	106
4.4.5. Ανθρωπογενές περιβάλλον	106

4.4.6. Δυνητικές καταστάσεις έκτακτης ανάγκης – Ατυχήματα	108
4.4.6.1. Μεγάλα ατυχήματα και συνέπειες	110
4.5. ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΙΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	114
4.5.1. Σύνοψη των δυνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις δραστηριότητες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων	114
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ & ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ, ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΙΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ Ε&Π ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ & ΔΙΕΘΝΩΣ	121
5.1. ΓΕΝΙΚΑ	121
5.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ, ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	122
5.3. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ, ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ Ε&Π ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ	124
5.3.1. Συγκριτική μελέτη των κανονισμών που διέπουν τις θαλάσσιες γεωτρήσεις στις Ηνωμένες Πολιτείες, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Νορβηγία	128
5.4. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΕ ΔΙΕΘΝΕΣ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	132
5.4.1. Διεθνές & περιφερειακό πλαίσιο	132
5.4.2. Ευρωπαϊκό πλαίσιο	134
5.4.3. Εθνικό πλαίσιο	135
5.5. ΝΕΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ - ΟΔΗΓΙΑ ΤΗΣ Ε.Ε. ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	137
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΙΟΝΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ	140
6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	140
6.2. ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΙΟΝΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΝΟΤΙΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ	141
6.2.1. Γενική γεωλογία της περιοχής ενδιαφέροντος	141
6.2.2. Σεισμικότητα του Ελληνικού χώρου	146
6.2.3. Βαθυμετρία & τοπογραφία της περιοχής ενδιαφέροντος	150
6.2.3.1. Μεθοδολογία	150
6.2.3.2. Βάθη θάλασσας στην περιοχή ενδιαφέροντος	153
6.2.3.3. Τοπογραφία πυθμένα στην περιοχή ενδιαφέροντος	157
6.3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	162
6.3.1. Φυσικό περιβάλλον	162
6.3.1.1. Το βιολογικό περιβάλλον στη Μεσόγειο θάλασσα	162
6.3.1.2. Θαλάσσια Θηλαστικά	164
6.3.1.3. Θαλάσσιες χελώνες	167
6.3.1.4. Περιοχές ειδικής προστασίας	168
6.3.2. Ανθρωπογενές περιβάλλον	175
6.3.2.1. Διοικητική διαίρεση και δημογραφικά στοιχεία	175

6.3.2.2. Κοινωνικοοικονομική δραστηριότητα και χρήσεις γης.....	175
6.3.2.3. Τηλεπικοινωνίες, Υποθαλάσσια καλώδια-Θαλάσσιοι δρόμοι.....	180
6.3.2.4. Πολιτισμική κληρονομιά και προστατευόμενες περιοχές.....	183

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΦΙΚΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΥΞΗ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ
ΣΤΟ ΙΟΝΙΟ ΠΕΛΑΓΟΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ 185**

7.1. ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ (RISK) ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ (HAZARD).....	185
7.2. ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	186
7.3. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	188
7.4. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	189
7.4.1. Ανάλυση κινδύνου	189
7.4.2. Ανάλυση κόστους- οφέλους	196
7.4.3. Ποιοτική εκτίμηση κινδύνου	197
7.4.4. Ποσοτική εκτίμηση κινδύνου	198
7.4.5. Άμβλυση των κινδύνων σε μια υπεράκτια γεώτρηση με την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας.....	200
7.5. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΦΙΚΤΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΙΟΝΙΟ ΠΕΛΑΓΟΣ & ΝΟΤΙΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ.....	202
7.5.1. Παράμετροι επιλογής κατάλληλης τεχνολογίας	202
7.5.1. Βασικά πλεονεκτήματα των πλωτών μονάδων παραγωγής-αποθήκευσης-εκφόρτωσης (Floating Production Storage Offloading units – FPSOs).....	211

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... 213

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 219

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι 223

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ 235

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ 242

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΑΘΟΥΣ

1.1. Ορισμοί

Οι θαλάσσιες γεωτρήσεις αποτελούν υπεράκτιες κατασκευές ειδικού τύπου. Γενικά, μια υπεράκτια κατασκευή δεν έχει σταθερή πρόσβαση σε ξηρά και μπορεί να χρειαστεί να παραμείνει στην ίδια θέση κάτω από δυσχερείς καιρικές συνθήκες. Οι υπεράκτιες κατασκευές μπορούν να εδράζονται στο βυθό της θάλασσας ή μπορεί να είναι πλωτές. Οι πλωτές κατασκευές μπορεί να είναι αγκυροβολημένες στον πυθμένα της θάλασσας, να διατηρούν δυναμικά τη θέση τους μέσω προωθητήρων ή μπορεί να αφεθούν να κινούνται ελεύθερα. Ενώ η πλειοψηφία των υπεράκτιων κατασκευών σχετίζεται με την έρευνα και παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου, υπάρχουν επίσης και άλλες μεγάλες κατασκευές, π.χ. για την αξιοποίηση της ενέργειας της θάλασσας, υπεράκτιες βάσεις ή/και υπεράκτια αεροδρόμια (Handbook of Offshore Engineering, Vol. 1, 2005).

Όσον αφορά στις θαλάσσιες γεωτρήσεις, είναι καταρχήν σημαντικό να αποσαφηνιστεί ο όρος «θαλάσσιες γεωτρήσεις μεγάλου βάθους ή υπεράκτιες γεωτρήσεις». Με τον όρο αυτό εννοούμε το ύψος της στήλης νερού στη θάλασσα ενώ με βάση την υφιστάμενη τεχνογνωσία δεν υφίσταται εκμετάλλευση υδρογονανθράκων σε βάθος μεγαλύτερο από τα 3100m. Ο όρος δεν πρέπει να συγχέεται με το βάθος του στόχου που μπορεί να υπερβαίνει τα 10000m κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας.

Ενώ δεν υπάρχει σαφής ορισμός που να κατηγοριοποιεί τις θαλάσσιες γεωτρήσεις ανάλογα με το βάθος της θάλασσας, στην πετρελαϊκή βιομηχανία έχει επικρατήσει να χρησιμοποιείται ο ακόλουθος (Πίνακας 1.1):

Πίνακας 1.1: Χαρακτηρισμός βάθους θάλασσας όπως επικρατεί σήμερα (Πηγή: BP, EIA)

Βάθος νερού, ft	Κατηγοριοποίηση
0-999	Μικρού βάθους (Shallow water)
1000-4999	Μεγάλου βάθους (Deepwater)
+5000	Πολύ μεγάλου βάθους (Ultradeep water)

Ο ορισμός αυτός χρησιμοποιείται από το Κογκρέσο των ΗΠΑ, το Υπουργείο Εσωτερικών των ΗΠΑ, την Υπηρεσία Διαχείρισης Ορυκτών Πόρων (Minerals Management Service) των ΗΠΑ, την εταιρεία British Petroleum (BP), καθώς και την Energy Information Administration (EIA) των ΗΠΑ.

Λόγω της μη ύπαρξης διεθνώς αποδεκτού ορισμού, πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν δική τους κατηγοριοποίηση, όπως λόγου χάρη η Ensco International που περιγράφει τους όρους ως εξής:

Πίνακας 1.2: Χαρακτηρισμός βάθους θάλασσας σύμφωνα με την Ensco International

Μικρού βάθους νερού	0-400ft
Μέσου βάθους νερού	400-4500ft
Μεγάλου βάθους νερού	4500-7500ft
Πολύ μεγάλου βάθους νερού	+7500ft

Κάποιοι οικονομικοί οργανισμοί, όπως π.χ. η Deloitte, χρησιμοποιούν μία πιο ευρεία έννοια για τον συγκεκριμένο όρο (Πίνακας 1.3):

Πίνακας 1.3: Χαρακτηρισμός βάθους θάλασσας σύμφωνα με την Deloitte

Βάθος νερού, ft	Κατηγοριοποίηση
0-999	Μικρού βάθους (Shallow water)
1000-6999	Μεγάλου βάθους (Deepwater)
+7000	Πολύ μεγάλου βάθους (Ultradeep water)

Σημαντικό είναι να επισημανθεί ότι μετά το ατύχημα στον Κόλπο του Μεξικού θεσμοθετήθηκαν στις ΗΠΑ νέα μέτρα σύμφωνα με τα οποία πλέον οποιαδήποτε θαλάσσια γεώτρηση βάθους μεγαλύτερου των 500 ft νερού θεωρείται υπεράκτια και ακολουθεί έτσι τους ανάλογους κανονισμούς ασφάλειας, που είναι και αυστηρότεροι έναντι αυτών που ισχύουν για γεωτρήσεις μικρού βάθους νερού. Η αλλαγή όμως αυτή του ορισμού δεν έχει υιοθετηθεί ακόμα από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Συνεπώς, στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί ο ακόλουθος ορισμός που είναι και ο ευρύτερα χρησιμοποιούμενος στην πετρελαϊκή βιομηχανία (Πίνακας 1.4):

Πίνακας 1.4: Ευρύτερα χρησιμοποιούμενος χαρακτηρισμός βαθών στη βιομηχανία

Βάθος νερού, m (ft)	Κατηγοριοποίηση
0-300 (0-999)	Μικρού βάθους (Shallow water)
300-1500 (1000-4999)	Μεγάλου βάθους (Deerwater)
1500-3000 (5000-10000)	Πολύ μεγάλου βάθους (Ultradeep water)
+3000 (10000)	Ανέφικτο βάθος

1.2. Σύγχρονα επιτεύγματα (ρεκόρ)

Τα τελευταία χρόνια η όρυξη θαλάσσιων γεωτρήσεων σε ολοένα και μεγαλύτερα βάθη θάλασσας προχωρά με ταχείς ρυθμούς. Σήμερα, το μέγιστο βάθος θάλασσας στο οποίο έχει ορυχθεί γεώτρηση υδρογονανθράκων είναι τα 3165 m (10385 ft) και βρίσκεται στις Δυτικές ακτές της Ινδίας. Η όρυξη της εν λόγω γεώτρησης εκτελέστηκε με ειδικό γεωτρητικό σκάφος για πολύ μεγάλα βάθη θάλασσας της εταιρείας Transocean, τον Φεβρουάριο του 2013 (<http://www.deepwater.com/fw/main/Firsts-and-Records-4.html>).

Η προηγούμενη βαθύτερη θαλάσσια γεώτρηση είχε εκτελεστεί και πάλι από την Transocean στην Ινδία, το 2011, σε βάθος νερού 3107 m (10194 ft), για την εταιρεία Reliance industries, καταρρίπτοντας το αμέσως προηγούμενο ρεκόρ που ανήκε και πάλι στην Transocean και αφορούσε σε γεώτρηση στον Κόλπο του Μεξικό, σε βάθος νερού 3051 m (10011 ft), το 2003 (<http://www.deepwater.com/fw/main/Transocean-Inc-and-ChevronTexaco-Announce-New-World-Water-Depth-Drilling-Record-in-10-011-Feet-of-Water-20C4.html>).

Η έρευνα υδρογονανθράκων σε μεγάλα βάθη θάλασσας έγινε ουσιαστικά εφικτή μόλις στον 21ο αιώνα για πολλούς λόγους. Κύρια αιτία ήταν η συνεχώς ανοδική τιμή των προϊόντων ορυκτών καυσίμων από το 2007 ως το 2008, αλλά και η εξέλιξη της τεχνολογίας. Η αύξηση των τιμών του φυσικού αερίου και του πετρελαίου θεωρείται απευθείας ο λόγος για την αύξηση του αριθμού των εξεδρών άντλησης πετρελαίου βαθιάς θάλασσας στον Κόλπο του Μεξικού που από μόλις 3 σε αριθμό το 1992, το 2000 έφτασαν τις 36 σε λειτουργία. Εκτιμάται ότι το 1/3 των γεωτρήσεων στον Κόλπο του Μεξικού, οι οποίες αντιπροσωπεύουν και το 20% των γεωτρήσεων σε βαθιά νερά παγκοσμίως, έχουν ορυχθεί σε βάθη νερού μεγαλύτερα των 5000 ft (1524 m).

Το 2008 το γεωτρύπανο GSF Rig 127 της Transocean πραγματοποίησε στο Κατάρ τη μεγαλύτερου μήκους γεώτρηση που είχε ορυχθεί ποτέ φτάνοντας στα 40320 ft (12289 m) σε μετρούμενο βάθος (measured depth-MD), με 35770 ft (10902m) οριζόντιο τμήμα ξεπερνώντας κατά περίπου 2000ft το προηγούμενο σχετικό ρεκόρ (Drilling Contractor, 2008).

Το 2011 ορύσσεται από την Exxon στη νήσο Σακχαλίμ, η γεώτρηση Odoptu OP-11 η οποία έφτασε σε τελικό βάθος/μήκος τα 40502 ft (12345 m), με οριζόντιο τμήμα μήκους 37648ft (11475 m) (<http://www.worldoil.com/October-2012-Sakhalin-extended-reach-well-pushes-ERD-envelope-to-a-world-record.html>).

1.3. Ιστορική αναδρομή στις θαλάσσιες γεωτρήσεις

Η αρχή της πετρελαϊκής βιομηχανίας, συνδέεται με ταμειυτήρες φυσικού αερίου και πετρελαίου που εντοπίζονταν σε χερσαίες περιοχές. Παρόλα αυτά, στο τέλος του 19ου αιώνα, ανακαλύφθηκαν συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων σε μικρή απόσταση από την ακτή εκκινώντας έτσι τη θαλάσσια πετρελαϊκή βιομηχανία.

Οι περισσότεροι ειδικοί στην ιστορία του πετρελαίου εντοπίζουν την αρχή της θαλάσσιας έρευνας και παραγωγής πετρελαίου στο Summerland της California το 1897. Σε αυτή την ειδυλλιακή αρχικά περιοχή, στα νοτιανατολικά της Santa Barbara, είχαν παρατηρηθεί επιφανειακές εμφανίσεις πετρελαίου σε απόσταση μερικών εκατοντάδων μέτρων από την ακτή. Ο ιδρυτής του Summerland, H.L. Williams, παραλείποντας το στάδιο της έρευνας, ξεκίνησε αμέσως την κατασκευή 3 ξύλινων αποβάθρων (piers), σε απόσταση 411m από την ακτή και σε βάθος νερού 11m. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 3 ετών ανέγειρε 20 πύργους γεωτρήσεων (derricks). Οι ηλεκτρικές γεννήτριες και ο υπόλοιπος υποστηρικτικός εξοπλισμός ήταν τοποθετημένος κατά μήκος της ακτής. Το προσωπικό του Williams, όπως και οι περισσότεροι άλλοι γεωτρυπανιστές εκείνη την εποχή δεν είχαν ακόμα χρησιμοποιήσει τα περιστροφικά γεωτρύπανα (rotary drilling rigs). Αντ' αυτών, τοποθετούσαν έναν ατσάλινο σωλήνα από την εξέδρα της γεώτρησης προς τον αμμώδη θαλάσσιο πυθμένα και χρησιμοποιούσαν εργαλεία με συρματόσχοινο (cable tools) για να φτάσουν ως τα 139m, που ήταν το βάθος του στόχου (BP National Commission, 2010).

Το κυνήγι για τον μαύρο χρυσό -αν και ήταν τολμηρό- είχε μέτρια απόδοση με την πιο παραγωγική γεώτρηση (well) να φτάνει στα 78 βαρέλια την ημέρα (barrels oils per day-board), ενώ μία μέση γεώτρηση παρήγαγε μόλις 2 βαρέλια την ημέρα. Η παραγωγή στο Summerland κορυφώθηκε το 1902 και οι γεωτρήσεις εγκαταλείφθηκαν κάποια χρόνια αργότερα. Άφησαν πίσω τους μία παραλία κατάμαυρη από το πετρέλαιο και γεμάτη από τις παλιές εξέδρες που σάπιζαν και πύργους γεωτρήσεων που σκούριαζαν, μέχρις ότου ένα ισχυρό παλιρροϊκό κύμα «κατάπιε» τις εναπομείνασες κατασκευές το 1942 (BP Commission, 2010).

Την δεκαετία του 1910, κατά μήκος των ακτών της Καλιφόρνια επιχειρήσαν και άλλοι να ακολουθήσουν το παράδειγμα του Summerland με εξέδρα και πύργο γεώτρησης. Χαρακτηριστικά, στο Elwood Field, οι εξέδρες εκτείνονταν στα 550m από την ακτή και έφταναν σε βάθος νερού μόλις 10m (BP Commission, 2010).

Το επόμενο βήμα στην ιστορία των θαλάσσιων γεωτρήσεων έγινε σε μια λιμναίο περιβάλλον. Στην περιοχή γύρω από τη λίμνη Caddo στο Ανατολικό Τέξας, οι «κυνηγοί» του πετρελαίου είχαν πέσει πολλές φορές πάνω σε θύλακες φυσικού αερίου. Το 1907, ο J. B. McCann, «ανιχνευτής» για την Gulf Oil Corporation, θέλησε να διερευνήσει περαιτέρω το ενδεχόμενο ύπαρξης ενός μεγάλου κοιτάσματος φυσικού αερίου στην περιοχή αυτή. Έτσι, ένα βράδυ κωπηλατώντας στη λίμνη άναβε σπίρτα πάνω από τις φυσαλίδες που έβγαιναν από αυτή. Με αυτόν τον τρόπο, πείστηκε και έπεισε και τον W. L. Mellon, επικεφαλής της Gulf Oil στο Pittsburg, ότι ένα μεγάλο πετρελαϊκό πεδίο βρισκόταν κάτω από τη λίμνη (Leffler, 2003).

Η Gulf Oil πήρε την παραχώρηση (concession), της εν λόγω περιοχής, προκειμένου να ορύξει γεωτρήσεις στα 80km² του λιμναίου βυθού, εφαρμόζοντας νέες τεχνικές για την περιοχή, αλλά και για την πετρελαϊκή βιομηχανία συνολικά. Ξεκινώντας το 1910, ρυμουλκήθηκαν μέσα από τον ποταμό Μισισσιππή και από τον Κόκκινο Ποταμό, μια πλωτή μηχανή τοποθέτησης πασσάλων (floating pile driver), ένας μικρός στόλος με πλοία προμηθειών και φορηγίδες με πύργους, γεννήτριες και λέβητες. Χρησιμοποιώντας πασσάλους από κορμούς κυπαρισσιού, κατασκεύασαν εξέδρες και πύργους γεωτρήσεων (βλ. Εικόνα 1.1). Κάθε γεωτρητική και παραγωγική εξέδρα διέθετε το δικό της πύργο και τη δική της γεννήτρια φυσικού αερίου. Κάθε μία από αυτές, μέσω ενός αγωγού διαμέτρου 3 in

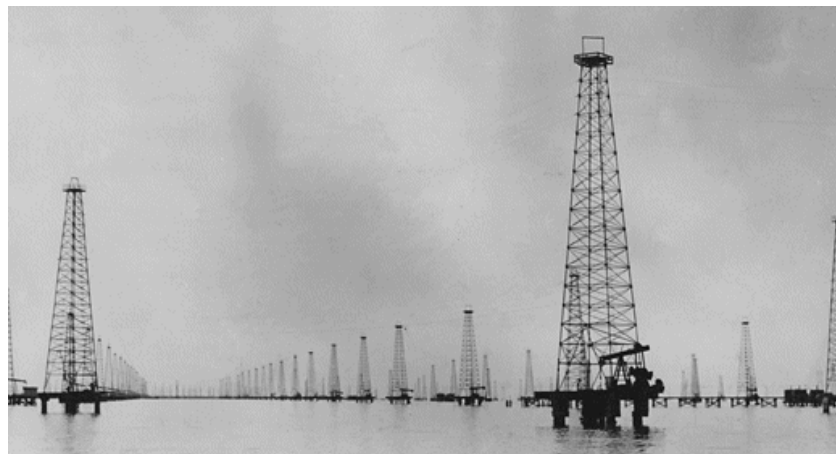
εγκατεστημένου στο βυθό της λίμνης, διοχέτευε τα παραγόμενα ρευστά στους σταθμούς διαχωρισμού πάνω σε ειδικές εξέδρες συγκέντρωσης. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 4



Εικόνα 1.1: Πλατφόρμες με ξύλινους πασσάλους στη Λίμνη Caddo, Texas. (Πηγή: Louisiana Collection, State Library of Louisiana)

εφαρμόστηκε στη λίμνη Caddo, με μια διαφορά, τη χρήσητσιμεντένιων πασσάλων για τη στήριξη της εξέδρας. Αυτό έγινε, αναγκαστικά, λόγω ενός λιμναίου σκουληκιού που κατέτρωγε το ξύλο, με αποτέλεσμα να μην επιτρέπει τον απαραίτητο για την οικονομική βιωσιμότητα, χρόνο ζωής των πάσσων. Στα επόμενα 30 χρόνια, η εταιρεία Lago Petroleum, κατασκεύασε 900τσιμεντένιες εξέδρες στη λίμνη Maracaibo. Στα 1950, για την κατασκευή των εξεδρών

χρησιμοποιούσαν κοίλους κυλινδρικούς πασσάλους, διαμέτρου 54in, με πάχος τοιχώματος 5in, εφοδιασμένους με ατσάλινη κεφαλή για ευκολότερη τοποθέτηση, και μήκους 61m, κατασκευασμένους από προεντεταμένο σκυρόδεμα σπλισμένο με συρματόσχοινα (Εικόνα 1.2) (Leffler, 2003).



Εικόνα 1.2: Πολυάριθμες offshore πλατφόρμες στη λίμνη Maracaibo, στη Βενεζουέλα. (Πηγή: Creole Petroleum Corp.)

δεκαετιών, η εταιρεία όρυξε 278 γεωτρήσεις και παρήγαγε 13 εκατ. βαρέλια πετρελαίου (million barrels of oil-Mbo) από τη λίμνη Caddo, δημιουργώντας στην πορεία ένα εμπορικά επιτυχημένο πρότυπο, για θαλάσσιες γεωτρήσεις, από εξέδρες πάνω σε πασσάλους (Leffler, 2003).

Στη Βενεζουέλα, στα μέσα της δεκαετίας του '20, αντέγραψαν την τεχνική που

Ενώ η λίμνη Maracaibo αναπτυσσόταν, η Texas Oil που τότε εκμεταλλευόταν τους βάλτους της Louisiana, έψαχνε μία νέα ιδέα για να βελτιώσει την οικονομικότητα της χρήσης των ξύλινων πασσάλων. Η ιδέα χρήσης μιας βυθισμένης φορτηγίδας στην επιθυμητή θέση της εξέδρας προσέλκυσε το ενδιαφέρον της. Έτσι, μετά από έρευνα ανακάλυψαν στο Γραφείο Ευρεσιτεχνιών των ΗΠΑ ότι ο Louis Giliasso, ένας πλοίαρχος του εμπορικού ναυτικού που είχε δουλέψει στη λίμνη Maracaibo, είχε ήδη κατοχυρώσει την ιδέα. Σε συνεργασία μαζί του, βύθισαν δύο φορτηγίδες τη μία δίπλα στην άλλη, σε μια ελώδη περιοχή της λίμνης Pelto, στη Luisianna. Καθώς το βάθος νερού ήταν μόλις λίγα πόδια, γρήγορα, εγκατέστησαν πάνω μία εξέδρα και έναν πύργο γεώτρησης. Ονόμασαν την πρώτη αυτή βυθιζόμενη κατασκευή (submersible) Giliasso, από τον εφευρέτη της. Αφού όρυξαν μία γεώτρηση βάθους 1737m με περιστροφικό γεωτρύπανο δεν εντόπισαν κοίτασμα υδρογονανθράκων. Απτόητοι, ανέλκυσαν τις φορτηγίδες και μετακινήθηκαν γρήγορα σε άλλα σημεία της λίμνης ορύσσοντας 5 νέες γεωτρήσεις σε ένα χρόνο. Η εξέδρα Giliasso μείωσε το νεκρό χρόνο μεταξύ της ολοκλήρωσης μιας γεώτρησης και της έναρξης όρυξης της επόμενης από 17 σε 2 ημέρες. Έτσι, ξεκίνησε η όρυξη θαλάσσιων γεωτρήσεων με πλωτά μέσα (Leffler, 2003).

Στα 1930, η εταιρεία Pure Oil διεξήγαγε χερσαίες γεωφυσικές και σεισμικές έρευνες κοντά στην παραθαλάσσια πόλη Creole, στη Louisiana. Οι έρευνες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι πετρελαιοφόροι άμμοι (oil sands) εκτείνονταν και στη θάλασσα. Το 1937, σχημάτισαν μία κοινοπραξία με την Superior Oil για να ερευνήσουν τη θάλασσα παραχώρηση έκτασης 133 km². Γι' αυτό το λόγο ανέθεσαν στην εταιρεία Brown and Root να κατασκευάσει μία καινοτόμο εξέδρα επιφάνειας 133 km² στηριγμένη επάνω σε ξύλινους πασσάλους, σε βάθος νερού 4,5m και σε απόσταση ενός μιλίου από την ακτή. Η κατασκευή για να είναι ανθεκτική σε καταιγίδες ενισχύθηκε με χαλύβδινα δεσίματα και επιπλέον πασσάλους. Η πρώτη γεώτρηση ορύχθηκε στα 2865 m και αποδείχθηκε επιτυχημένη. Αργότερα ορύχθηκαν άλλες 10 κεκλιμένες γεωτρήσεις. Τελικά, το πεδίο Creole παρήγαγε ως το πέρας της ζωής του 4 εκατ. βαρέλια πετρελαίου (Mbo).

Στις αρχές του 1947, έγινε το επόμενο άλμα στην εξέλιξη των θαλάσσιων γεωτρήσεων. Η Superior Oil εγκατέστησε μια εξέδρα σε βάθος νερού 7m και σε απόσταση περίπου 18 μιλίων από το Vermilion Parish, στη Louisiana. Η εν λόγω εξέδρα κατασκευάστηκε

σε χερσαίο εργοτάξιο και ήταν η πρώτη προκατασκευασμένη εξέδρα. Στη συνέχεια μεταφέρθηκε σε τμήματα και τοποθετήθηκε στη θέση εγκατάστασής της. Με αυτή την καινοτόμο τεχνική, η Superior πέτυχε: μείωση χρόνου εγκατάστασης, βελτιωμένη δομική ακεραιότητα, μείωση του κόστους και βελτίωση των συνθηκών ασφαλείας γύρω από την εγκατάσταση. Ωστόσο η γεώτρηση ήταν ανεπιτυχής.

Η Kerr-McGee Oil Industries (K-M) (τώρα Anadarko Petroleum) ήταν εκείνη που ολοκλήρωσε, ως ανάδοχος για τους εταίρους Phillips Petroleum (ConocoPhillips) και Stanolind Oil & Gas (BP), τον Οκτώβριο του 1947 το εγχείρημα στην ιστορική περιοχή Ship Shoal Block 32, 10,5 μίλια από το Vermilion Parish. Μετά από προσπάθεια 2 ετών και οικονομικές και τεχνικές δυσκολίες, η K-M εγκατέστησε 2 εξέδρες και όρυξε την πρώτη επιτυχημένη θαλάσσια γεώτρηση σε σημείο όπου δεν ήταν δυνατή η ορατότητα από την ξηρά. Η πρώτη αυτή γεώτρηση της Kerr-McGee στον Κόλπο του Μεξικού παρήγαγε περίπου 500 βαρέλια την ημέρα (bopd) (BP National Commission, 2010).

Την ίδια περίπου εποχή, ο John T. Hayward, ένας αμφιλεγόμενος μηχανολόγος του ναυτικού, σχεδίασε μία πλήρως βυθιζόμενη, συμβατικού μεγέθους φορτηγίδα με στύλους αρκετά ψηλούς ώστε να μπορούν να στηρίξουν την εξέδρα σε ασφαλή απόσταση πάνω από το νερό, με ελεγχόμενο ύψος εξάλων και χωρίς εκτροπή λόγω κυματισμού. Πλωτήρες σε κάθε πλευρά της φορτηγίδας παρείχαν σταθερότητα και έλεγχο της μετατόπισης. Αν και αρχικά οι πελάτες του δυσπιστούσαν έναντι αυτού του σχεδιασμού, τελικά πείστηκαν και κατασκεύασαν την πρωτότυπη εξέδρα το 1948, την οποία ονόμασαν Breton Rig 20. Η πρωτότυπη αυτή εξέδρα χρησιμοποιήθηκε σε 6 γεωτρήσεις στον Κόλπο του Μεξικού, μετακινούμενη κατά 10-15 μίλια κάθε φορά και ξεκινώντας μία νέα γεώτρηση μία ή δύο μέρες μετά την αναχώρηση από την προηγούμενη. Για τα επόμενα 12 χρόνια, οι εταιρείες σχεδίασαν διάφορες παραλλαγές της βυθιζόμενης φορτηγίδας, φτάνοντας σε βάθη νερού της τάξης των 60 m.

Καθώς η εξέλιξη της τεχνολογίας διέυρνε τις δυνατότητες όρυξης θαλάσσιων γεωτρήσεων, η έρευνα στη θάλασσα σταμάτησε λόγω ενός νομικού αδιεξόδου το 1950. Παρόλο που προσφέρονταν μισθώσεις για θαλάσσιες γεωτρήσεις από τις πολιτείες της California, του Texas και της Louisiana, ο Πρόεδρος των ΗΠΑ Harry Truman θέλησε να επιβάλλει την αποκλειστική ομοσπονδιακή δικαιοδοσία σε όλη την υφαλοκρηπίδα το 1945.

Το Ανώτατο δικαστήριο των ΗΠΑ, το 1947 και το 1950 υποστήριξε το αίτημα του Truman. Όμως, ελλείψει της απαραίτητης ομοσπονδιακής νομοθεσίας, δεν είχε καταχωρηθεί η εξουσία στο Υπουργείο Εσωτερικών ή σε άλλη ομοσπονδιακή αρχή, να μισθώνουν παραχωρήσεις. Έτσι, οι αδειοδοτήσεις σταμάτησαν προσωρινά μέχρι και το τέλος του 1950.

Όταν οι θαλάσσιες γεωτρήσεις προχώρησαν σε νερά βαθύτερα από 33 m, κατασκευάστηκαν θαλάσσια γεωτρύπανα με σταθερή εξέδρα (fixed platform rigs). Όταν προέκυψε η ανάγκη για όρυξη γεωτρήσεων σε βάθη 33-120 m στον Κόλπο του Μεξικού, έκαναν την εμφάνιση τους και οι πρώτες εξέδρες τύπου jack-up, από εξειδικευμένες εταιρείες, όπως η ENSCO International (BP National Commission, 2010).

Η πρώτη ημιβυθιζόμενη εξέδρα εμφανίστηκε εξαιτίας ενός ατυχήματος το 1961. Η εταιρεία Blue Water Drilling είχε στην ιδιοκτησία της και λειτουργούσε στον Κόλπο του Μεξικού την βυθιζόμενη εξέδρα με τέσσερις στύλους Blue Water No.1 για λογαριασμό της Shell Oil. Δεδομένου ότι οι πλωτήρες δεν επαρκείς για να υποστηρίξουν το βάρος της εξέδρας και των αναλωσίμων της κατά τη μεταφορά της, ρυμουλκούνταν μεταξύ των θέσεων με βύθισμα στο μέσον της απόστασης μεταξύ της άνω πλευράς των πλωτήρων και της κάτω πλευράς του καταστρώματος. Παρατηρήθηκε ότι οι κινήσεις σε αυτό το βύθισμα ήταν πολύ μικρές και η Blue Water Drilling και η Shell αποφάσισαν από κοινού ότι το γεωτρύπανο θα μπορούσε να λειτουργήσει ως πλωτό (Leffler, 2003).

Η πρώτη ημιβυθιζόμενη εξέδρα κατασκευασμένη για αυτό το σκοπό, παρουσιάστηκε το 1963 με την ονομασία "Ocean Driller". Από τότε, πολλοί τύποι ημιβυθιζόμενων εξεδρών έχουν σχεδιαστεί ειδικά για τις θαλάσσιες γεωτρήσεις υδρογονανθράκων (Leffler, 2003).

Το πρώτο θαλάσσιο γεωτρητικό πλοίο ήταν το Submarex¹, το οποίο κατασκευάστηκε για λογαριασμό μιας κοινοπραξίας εταιρειών στην οποία συμμετείχαν οι Union, Continental, Shell και Superior Oil (επονομαζόμενη ως CUSS). Επρόκειτο για ένα μετασκευασμένο πρώην πολεμικό πλοίο (άκατος περιπολίας) στο οποίο προστέθηκε ένα γεωτρύπανο ως πρόβολος πακτωμένος στο μέσο της αριστερής πλευράς του. Το 1953, το

¹ Πρόκειται για ένα μετασκευασμένο πρώην πολεμικό πλοίο (άκατος περιπολίας) στο οποίο προστέθηκε ένα γεωτρύπανο ως πρόβολος πακτωμένος στο μέσο της αριστερής πλευράς του πλοίου.

γεωτρητικό πλοίο Submarex όρυξε γεωτρήσεις σε από 10 έως 120m, αλλά αντιμετώπισε μηχανικά προβλήματα και έτσι οι εταιρείες περιόρισαν τις δραστηριότητές του σε δειγματοληψίες πυρήνων (core sampling) και όχι σε ερευνητικές γεωτρήσεις. Η κοινοπραξία όμως, εφοδιασμένη με γνώσεις από αυτό το εγχείρημα, σχεδίασε στη συνέχεια, το CUSS 1² και έτσι το πρώτο γεωτρητικό πλοίο κατασκευάστηκε το 1961 (Leffler, 2003). Το CUSS 1 δεν διέθετε πρόωση. Ρυμουλκούνταν στη θέση του και αγκυρωνόταν στον βυθό.

Το CUSS 1 χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία σε βάθη νερού μέχρι 106m, εκτελώντας πυρηνοληψία μέχρι και τα 1890 m. Οι περισσότεροι ιστορικοί, συμφωνούν ότι το CUSS 1 ξεκίνησε μία νέα κατηγορία θαλάσσιων ερευνητικών γεωτρήσεων: τις πλωτές εξέδρες.

Το 1962, η Sedco κατασκεύασε το Eureka για την Shell Oil. Για να διαχειριστεί το θέμα της σταθερότητας θέσης, το Eureka διέθετε πρυμαίες και πρωραίες προπέλες που εκτείνονταν στον πυθμένα του πλοίου. Οι προπέλες είχαν τη δυνατότητα να περιστρέφονται κατά 360° μετακινώντας το πλοίο προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Η Shell και αυτή τη φορά χρησιμοποίησε το γεωτρητικό αυτό πλοίο μόνο για πυρηνοληψία θεωρώντας το πολύ πειραματικό για να ορύξει ερευνητικές γεωτρήσεις. Το πρώτο γεωτρητικό σκάφος με τέτοια δυνατότητα είναι το SEDCO 445, που έκανε την εμφάνιση του το 1971 (Leffler, 2003).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το SEDCO 445 ήταν το πρώτο γεωτρητικό πλοίο που χρησιμοποίησε το ακουστικό σύστημα εντοπισμού θέσης (acoustic positioning system), με σημαντικό περιθώριο λάθους, όμως, που για βάθη της τάξης των 910m έφτανε τα 20m. Το σκάφος αυτό κατασκευάστηκε με τη δυνατότητα να ορύσσει γεωτρήσεις σε βάθη νερού έως 1890m (Leffler, 2003).

Το 1962, το πρώτο τηλεχειριζόμενο ρομποτικό όχημα (Remotely Operated Vehicle-ROV) χρησιμοποιήθηκε για να συνεισφέρει σε μία θαλάσσια γεώτρηση στη Δυτική ακτή των ΗΠΑ από τη Shell (BP National Commission, 2010).

Στα 1972, ξεκίνησαν οι θαλάσσιες γεωτρήσεις σε βαθιά νερά με την πρώτη ημιβυθιζόμενη εξέδρα που είχε τη δυνατότητα όρυξης γεωτρήσεων σε βάθη θάλασσας

² Το CUSS 1 δεν ήταν αυτοπροωθούμενο. Ρυμουλκούνταν στην επιθυμητή θέση και αγκυροβόλια το διατηρούσαν σταθερό σε αυτή τη θέση.

μεγαλύτερα των 300m (1000ft).

Τα σχετικά σταθερά επίπεδα παραγωγής πετρελαίου από υποθαλάσσια κοιτάσματα, στη δεκαετία του 1980, συγκαλύπτουν μια σημαντική μετατόπιση που συνέβη στον Κόλπο του Μεξικού. Η παραγωγή πετρελαίου από θαλάσσιες γεωτρήσεις μικρού βάθους θάλασσας αυξήθηκε και μειώθηκε διαδοχικά σε πλήρη αναλογία με τους κύκλους άνθησης και ύφεσης της ευρύτερης πετρελαϊκής βιομηχανίας.

Αν και εντοπίστηκαν ορισμένες πολλά υποσχόμενες περιοχές σε μικρό βάθος θάλασσας, γρήγορα αποδείχτηκαν πολύ δύσκολες στην προσπέλαση, λόγω των περιορισμών που τίθονταν τότε στη σεισμική έρευνα. Η υφαλοκρηπίδα περιείχε, ως επί το πλείστον, φυσικό αέριο καθιστώντας έτσι δυσκολότερη οικονομικά την εκμετάλλευση μικρών διάσπαρτων κοιτασμάτων. Οι δύο παραπάνω παράγοντες οδήγησαν σε μεγαλύτερη έρευνα για τον εντοπισμό μεγαλύτερων πεδίων σε βαθύτερα νερά (BP National Commission, 2010).

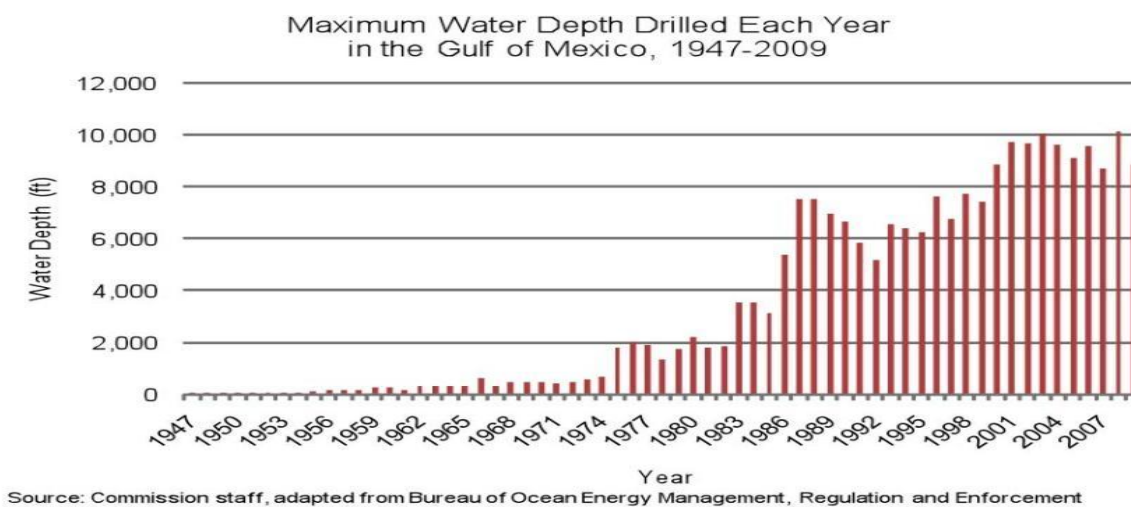
Η πρώτη ανακάλυψη σε βαθιά νερά [άνω των 300m (1000ft)]ήρθε στο πεδίο Cognac της εταιρείας Shell Oil το 1975. Ωστόσο, η τεχνολογία έπρεπε να εξελιχθεί ώστε να είναι κατάλληλη για βαθιά νερά, όπως ακριβώς χρειάστηκε κάποιο χρόνο για να μεταφερθεί από τις χερσαίες στις θαλάσσιες γεωτρήσεις. Στο Cognac υιοθετήθηκε η τεχνολογία της σταθερής εξέδρας που είχε χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε ρηχά νερά, η οποία ωστόσο αποδείχθηκε αντιοικονομική όταν έπρεπε να μετακινηθεί σε μεγάλη απόσταση από την ακτή (BP National Commission, 2010).

Παρόλα αυτά, με την εμφάνιση νέων τεχνολογιών, τη δεκαετία του 1980 παρατηρήθηκαν αρκετές πρωτοποριακές ανακαλύψεις. Η παράλληλη δραστηριότητα της Shell σε βαθιά νερά στο πεδίο Augur (1987) και σε άλλες θέσεις που ανακαλύφθηκαν στη δεκαετία του 1980, προήγαγαν τις δυνατότητες γεωτρήσεων σε βαθιά νερά. Στο Augur χρησιμοποιήθηκε μία μη σταθερή εξέδρα τύπου jack-up, η οποία προσαρμοζόταν καλύτερα σε βαθιά νερά έναντι των σταθερών εξεδρών (BP National Commission, 2010).

Η Shell δεν ήταν η μόνη που έκανε σημαντικές ανακαλύψεις σε βαθιά νερά στον Κόλπο του Μεξικό στη δεκαετία του 1980. Η Conoco (αργότερα συγχωνεύτηκε με την Phillips), η British Petroleum, η Mobil (αργότερα συγχωνεύτηκε με την Exxon), η Amoco

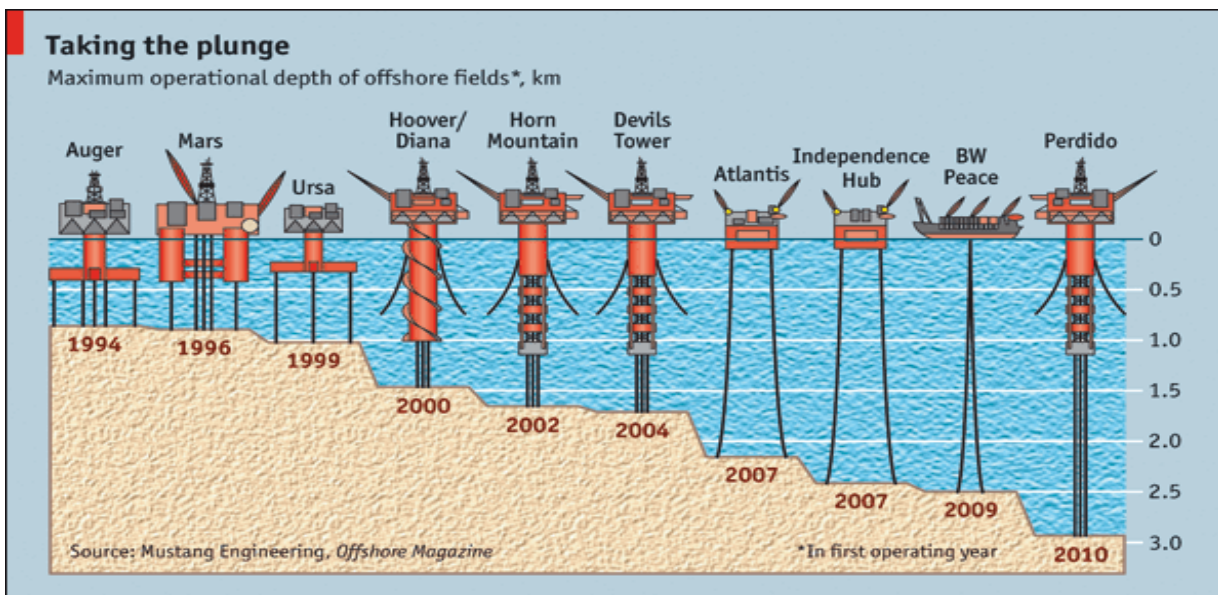
(αργότερα συγχωνεύτηκε με την BP), η Oryx (αργότερα συγχωνεύτηκε με την Kerr-McGee) και η Exxon κινήθηκαν περισσότερο προς την αναζήτηση νέων θαλάσσιων κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου. Τέλος, η Petrobas, που ιδρύθηκε από την κυβέρνηση της Βραζιλίας το 1953, προχώρησε επίσης στην αναζήτηση κοιτασμάτων σε βαθιά νερά στα ανοικτά των ακτών της Βραζιλίας.

Η κατάρρευση των τιμών του πετρελαίου στην παγκόσμια αγορά στα μέσα της δεκαετίας του 1980 σταμάτησε την επέκταση των χερσαίων και θαλάσσιων γεωτρήσεων και αποτέλεσε ένα καταστροφικό πλήγμα για τις οικονομίες της Λουιζιάνα και του Τέξας. Μέχρι το 1990, η συνολική θαλάσσια παραγωγή ανήλθε σε μόλις 1,1 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα (Mbord), μόλις 5% περισσότερο από την προηγούμενη δεκαετία. Χαρακτηριστικό είναι επίσης ότι το ίδιο χρονικό διάστημα μειώθηκαν και οι επενδύσεις για έρευνα και ανάπτυξη κοιτασμάτων σε μεγαλύτερα βάθη θάλασσας (Εικόνα 1.3) (BP National Commission, 2010).



Εικόνα 1.3: Εξέλιξη βαθών νερού στις γεωτρήσεις στον Κόλπο του Μεξικού από το 1947-2009. (Πηγή: BP National Commission, 2010)

Τον Ιούνιο του 2010, υπήρχαν 620 πλωτά θαλάσσια γεωτρήματα (jackups, semisubs, drillships, barges), διαθέσιμα για να παρέχουν υπηρεσίες στη θαλάσσια γεωτρητική δραστηριότητα (BP National Commission, 2010). Σημαντικό είναι να επισημανθεί και η εξέλιξη των εξεδρών για θαλάσσιες γεωτρήσεις ανάλογα με το βάθος της θάλασσας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.4, για τα τελευταία περίπου 20 χρόνια.



Εικόνα 1.4: Εξέλιξη των γεωτρήσεων σε βαθιά νερά από το 1994 έως και το 2010.
(Πηγή: Mustang engineering, Offshore Magazine)

1.4. Θαλάσσιες γεωτρήσεις στην Ελλάδα & παγκοσμίως

1.4.1. Σύνομο ιστορικό των ερευνών υδρογονανθράκων στον Ελλαδικό χώρο με έμφαση στις θαλάσσιες γεωτρήσεις

Το ιστορικό των ερευνών για υδρογονάνθρακες στον ελλαδικό χώρο μπορεί, σε γενικές γραμμές, να συστηματοποιηθεί σε διακριτές χρονικές περιόδους, στη βάση τόσο των συνεχώς εξελισσόμενων μεθόδων έρευνας, όσο και του εμπλουτισμού των γνώσεων για τη γεωλογική δομή του. Είναι επίσης άμεσα συσχετισμένο και με το νομικό πλαίσιο, και την εξέλιξή του, το οποίο διέπει την αναζήτηση, έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων (ΥΠΕΚΑ, 2012).

A. Αρχές 20ου αιώνα έως αρχές δεκαετίας του '60

Οι έρευνες για υδρογονάνθρακες στην Ελλάδα ανάγονται στις αρχές του 20ου αιώνα (1903), παρά το γεγονός ότι υπάρχουν αναφορές για κάποιες προσπάθειες οι οποίες έλαβαν χώρα τη δεκαετία του 1860. Οι πρώτες γεωτρητικές εργασίες εκτελέστηκαν από εταιρείες όπως η London Oil Development, HELLIS, PAN-ISRAEL, DEILMAN-ILIO, στις περιοχές Έλος Κερί Ζακύνθου, στη ΒΔ. Πελοπόννησο και τον Έβρο. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '60 οι ερευνητικές προσπάθειες υπήρξαν μη συνεχείς και εντοπίζονται,

κυρίως, σε χερσαίες περιοχές (on-shore) όπου υπάρχουν επιφανειακές ενδείξεις υδρογονανθράκων, και κατά κύριο λόγο στη Δ. Ελλάδα.

Β. Αρχές δεκαετίας του 60 έως μέσα δεκαετίας του '70

Η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από τη συστηματοποίηση των ερευνών, τα αποτελέσματα των οποίων οδήγησαν στην απόφαση για την ίδρυση του πρώτου φορέα έρευνας υδρογονανθράκων. Το 1960 ξεκινά μια συστηματικότερη προσπάθεια από το τότε Υπουργείο Βιομηχανίας με τη συνδρομή του ΙΓΜΕ και σύμβουλο το Γαλλικό Ινστιτούτο Πετρελαίων (IFP). Πραγματοποιήθηκαν εκτεταμένες γεωλογικές κυρίως έρευνες στη χερσαία Ελλάδα και εκτελέστηκαν 17 γεωτρήσεις μικρού βάθους. Την ίδια περίοδο, μεγάλες εταιρείες πετρελαίων έλαβαν παραχωρήσεις, όπως η BP (Αιτωλοακαρνανία), ESSO (ΒΔ Πελοπόννησο, Ζάκυνθο, Παξοί), HUNT (Θεσσαλονίκη), TEXACO (Θερμαϊκός), CHEVRON (Λήμνος), ANSCHUTZ (Θεσσαλονίκη-Επανομή) και OCEANIC-COLORADO (Θρακικό πέλαγος), οι οποίες πραγματοποίησαν περισσότερες από 40 γεωτρήσεις σε ξηρά και θάλασσα. Οι περισσότερες από τις γεωτρήσεις αυτές διέτρησαν γεωλογικούς στόχους με ενθαρρυντικές ενδείξεις υδρογονανθράκων και συνέβαλαν τόσο στον εμπλουτισμό της γεωλογικής γνώσης, όσο κυρίως στην ενίσχυση της πεποίθησης όσον αφορά το πετρελαϊκό δυναμικό της χώρας. Το τελικό αποτέλεσμα των παραπάνω ερευνών ήταν η ανακάλυψη των πρώτων εκμεταλλεύσιμων κοιτασμάτων στη θαλάσσια περιοχή της Θάσου – κοίτασμα πετρελαίου Πρίνος και κοίτασμα φυσικού αερίου Ν. Καβάλας- από την OCEANIC (1971-1974).

Γ. Μέσα δεκαετίας του '70 έως μέσα δεκαετίας του '90

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα των ερευνών, αποφασίστηκε το 1975, η ίδρυση του πρώτου Φορέα διαχείρισης των δικαιωμάτων του ελληνικού Δημοσίου στην αναζήτηση, έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων, η Δημόσια Επιχείρηση Πετρελαίου (ΔΕΠ Α.Ε.). Η περίοδος αυτή καλύπτει την έρευνα από τον εν λόγω φορέα, από την ίδρυσή του μέχρι την έναρξη ισχύος του νόμου 2289/95, με βάση τον οποίο αναμορφώθηκε το θεσμικό καθεστώς αδειοδοτήσεων, οπότε άρχισαν, εκ νέου, οι παραχωρήσεις για έρευνες σε ξένες εταιρείες.

Το επόμενο έτος ψηφίζεται από την Ελληνική Βουλή ο πρώτος Νόμος για τις έρευνες υδρογονανθράκων (Ν. 468/76). Το 1985 ιδρύεται η ΔΕΠ-ΕΚΥ θυγατρική της ΔΕΠ Α.Ε. Στις

ΔΕΠ & ΔΕΠ-ΕΚΥ παραχωρήθηκαν από το Ελληνικό Δημόσιο 24 ερευνητικές άδειες σε περιοχές στην ξηρά και τη θάλασσα χωρίς διαγωνισμό. Εκτελέστηκαν 73.000 χιλιόμετρα σεισμικών 2D και 2.500 τ.χλμ. σεισμικών 3D, καθώς και 73 ερευνητικές γεωτρήσεις βασισμένες στις σεισμικές έρευνες.

Αποτέλεσμα της ως άνω ερευνητικής δραστηριότητας ήταν η ανακάλυψη του κοιτάσματος πετρελαίου στη θαλάσσια περιοχή του Κατάκολου (Δ. Πελοπόννησος), του κοιτάσματος φυσικού αερίου στην Επανομή Θεσσαλονίκης, καθώς και συγκεντρώσεων βιογενούς αερίου. Την περίοδο αυτή οι γνώσεις αναφορικά με τα πετρελαϊκά συστήματα στον ελλαδικό χώρο - τεκτονικές/στρωματογραφικές παγίδες, πετρώματα-ταμιευτήρες, πετρώματα-καλύμματα, μητρικά πετρώματα – ενισχύθηκαν σημαντικά, δημιουργήθηκε εκτεταμένο αρχείο δεδομένων που αποτέλεσε σοβαρή βάση για το νέο εγχείρημα.

Δ. Μέσα δεκαετίας του 90 έως αρχές δεκαετίας του 2000

Το 1995 ψηφίζεται ο Ν. 2289/95, ο οποίος αναμόρφωσε το αδειοδοτικό καθεστώς ενσωματώνοντας τη σχετική κοινοτική οδηγία 94/22/ΕΚ. Το 1996, πραγματοποιήθηκε ο πρώτος διεθνής γύρος παραχωρήσεων για 6 περιοχές. Μετά από διεθνή διαγωνισμό παραχωρήθηκαν 4 περιοχές στη Δ. Ελλάδα: ΒΔ Πελοπόννησος & Αιτωλοακαρνανία στην εταιρεία Triton και Ιωάννινα & Δ. Πατραϊκός κόλπος στη εταιρεία Enterprise Oil. Επενδύθηκαν 85 εκατ. € σε σεισμικές έρευνες και γεωτρήσεις. Οι έρευνες δεν απέδωσαν, αλλά και οι γεωτρήσεις δεν έφθασαν το βάθος που προέβλεπαν οι αρχικές συμφωνίες. Δεν διερευνήθηκαν δύο σημαντικοί στόχοι: Στα Ιωάννινα με την εγκατάλειψη της βαθιάς γεώτρησης (4000m) λόγω σοβαρών τεχνικών προβλημάτων από την εταιρεία Enterprise Oil και στο Δ. Πατραϊκό Κόλπο όπου δεν εκτελέστηκε η προγραμματισμένη γεώτρηση λόγω αποχώρησης της εταιρείας Triton (εξαγορά από Amerada Hess). Οι εταιρίες αποχώρησαν το 2000-2001.

Ε. Αρχές πρώτης δεκαετίας του 2000 έως σήμερα

Μετά το 2001, δεν υπήρξε περαιτέρω ερευνητική δραστηριότητα για την επόμενη δεκαετία, οπότε άρχισαν να τίθενται οι βάσεις για τον περαιτέρω εκσυγχρονισμό του θεσμικού πλαισίου αδειοδοτήσεων για έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων. Το 2007, με τροπολογία στο Ν. 3587 (άρθρο 20) το Ελληνικό Δημόσιο ανακάλεσε όλες τις

παραχωρήσεις στις ΔΕΠ/ΔΕΠ-ΕΚΥ/ΕΛΠΕ (μετά την ιδιωτικοποίηση της ΔΕΠ-ΕΚΥ & την αλλαγή της μετοχικής σύνθεσης της ΕΛΠΕ ΑΕ), οι οποίες επανέρχονται στο Υπουργείο Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), πλην εκείνων στις οποίες η ΕΛΠΕ ΑΕ συμμετέχει στην ευρύτερη περιοχή του Πρίνου. Το νομικό πλαίσιο που διέπει τη διαδικασία αδειοδότησης στην αναζήτηση, έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων (Ν. 2289/95), εκσυγχρονίστηκε πρόσφατα από την Ελληνική Κυβέρνηση με την ψήφιση του Ν. 4001/2011 (Κεφάλαιο Β) και θεσπίστηκε ένα ελκυστικό επιχειρηματικό περιβάλλον.

Το ΥΠΕΚΑ έχει ήδη προβεί στη διαδικασία Διεθνούς Δημόσιας Πρόσκλησης για συμμετοχή σε σεισμικές ερευνητικές εργασίες απόκτησης δεδομένων μη αποκλειστικής χρήσης εντός της θαλάσσιας ζώνης στη Δυτική και Νότια Ελλάδα ενώ το 2013 η Γεωφυσική Εταιρεία PGS, ολοκλήρωσε σεισμικές έρευνες στην περιοχή ενδιαφέροντός μας (Εικόνα 1.5).



Εικόνα 1.5: Η περιοχή που έγιναν οι σεισμικές έρευνες από την εταιρεία γεωφυσικών ερευνών PGS, και η περιοχή ενδιαφέροντος για την παρούσα εργασία. (Πηγή: ΥΠΕΚΑ, 2012)

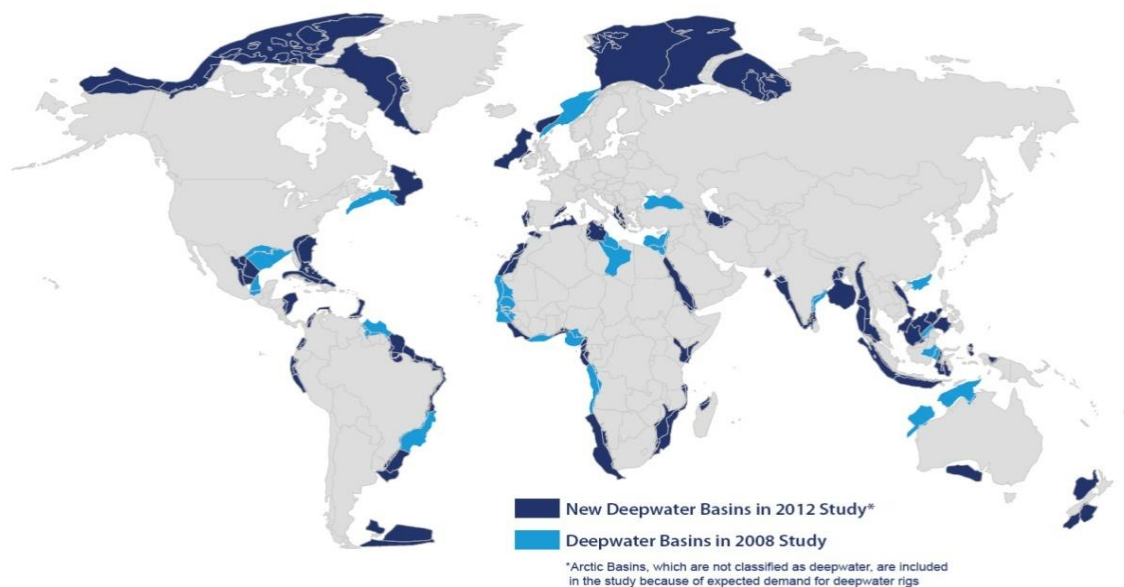
Ολοκληρώθηκε επίσης ο διαγωνισμός άμεσης παραχώρησης εκ μέρους του Ελληνικού Δημοσίου των δικαιωμάτων για έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων με

τη διαδικασία της «ανοικτής πρόσκλησης» (open door) σε τρεις περιοχές: Πατραϊκός κόλπος, Ιωάννινα και Δυτικό Κατάκολο.

Τέλος, στο Ν. 4001/2011 (Κεφάλαιο Β) συστήνεται η «Ελληνική Διαχειριστική Εταιρία Υδρογονανθράκων ΑΕ (ΕΔΕΥ ΑΕ)» η οποία θα διαχειρίζεται με διαφάνεια, ευελιξία και σύμφωνα με την ισχύουσα ευρωπαϊκή νομοθεσία τα αποκλειστικά δικαιώματα του Ελληνικού Δημοσίου στην αναζήτηση, έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων.

1.4.2. Θαλάσσιες γεωτρήσεις παγκοσμίως

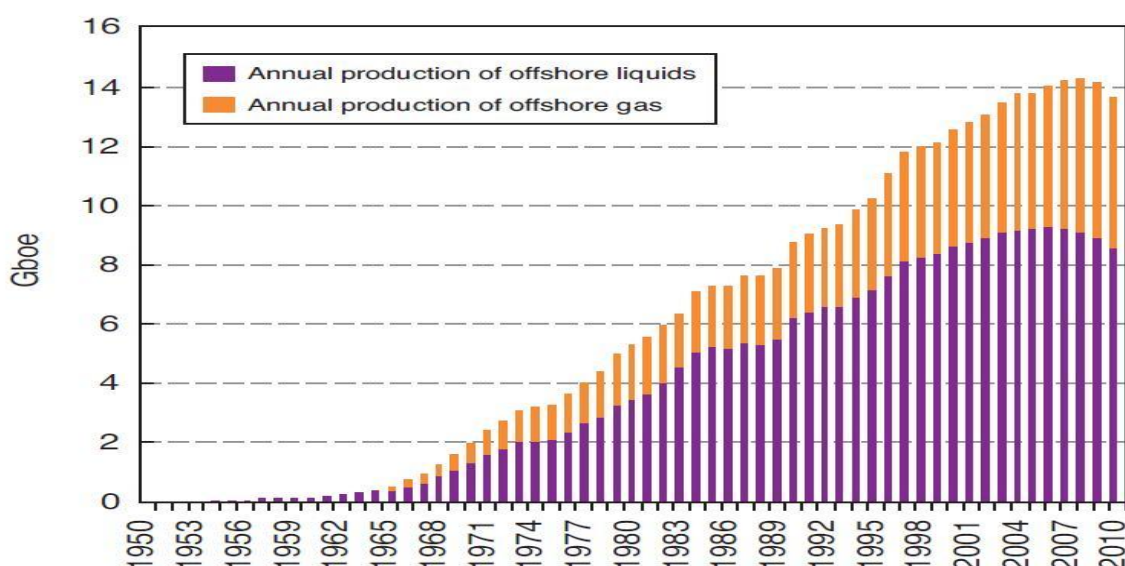
Σύμφωνα με την έκθεση της IFP Energies nouvelles του 2012, η τεχνολογική πρόοδος επιτρέπει πια την παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου από θαλάσσια κοιτάσματα που βρίσκονται ολόενα και σε πιο φιλόδοξα βάθη (3.000m). Οι επενδύσεις σε θαλάσσιες γεωτρήσεις (Εικόνα 1.6) σε όλο τον κόσμο ανέρχονται σε περίπου 100 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως, που αντιπροσωπεύουν το ένα πέμπτο του συνόλου των επενδύσεων στην έρευνα και ανάπτυξη κοιτασμάτων πετρελαίου παγκοσμίως. Ωστόσο, η παγκόσμια οικονομική κρίση που ξέσπασε στα τέλη του 2008 και το ατύχημα του Macondo διέκοψαν προσωρινά τη ραγδαία, ως τότε, ανάπτυξη της τεχνολογίας υπεράκτιων γεωτρήσεων.



Εικόνα 1.6: Περιοχές όπου έχουν εντοπιστεί πετρελαιοφόρες λεκάνες σε βαθιά νερά το 2008 και το 2012.
(Πηγή: www.woodmacresearch.com)

Το 2010, οι περιοχές όπου λάμβανε χώρα παραγωγή πετρελαίου στη θάλασσα αντιπροσώπευαν περίπου 650 δισεκατομμύρια ισοδύναμα βαρέλια πετρελαίου (Gigabarrels of oil equivalent-Gboe) ή το 20% των γνωστών αποθεμάτων πετρελαίου. Όσον αφορά το φυσικό αέριο, αυτές οι περιοχές περιέχουν περίπου το 25% των γνωστών αποθεμάτων. Οι θαλάσσιες γεωτρήσεις αποτελούν συνεπώς μία αδιαπραγμάτευτη επιτακτική ανάγκη για τις πετρελαικές εταιρείες, αλλά παρουσιάζουν επίσης πληθώρα τεχνολογικών προκλήσεων λόγω του βάθους του νερού και των υψηλών πιέσεων που σχετίζονται με αυτό.

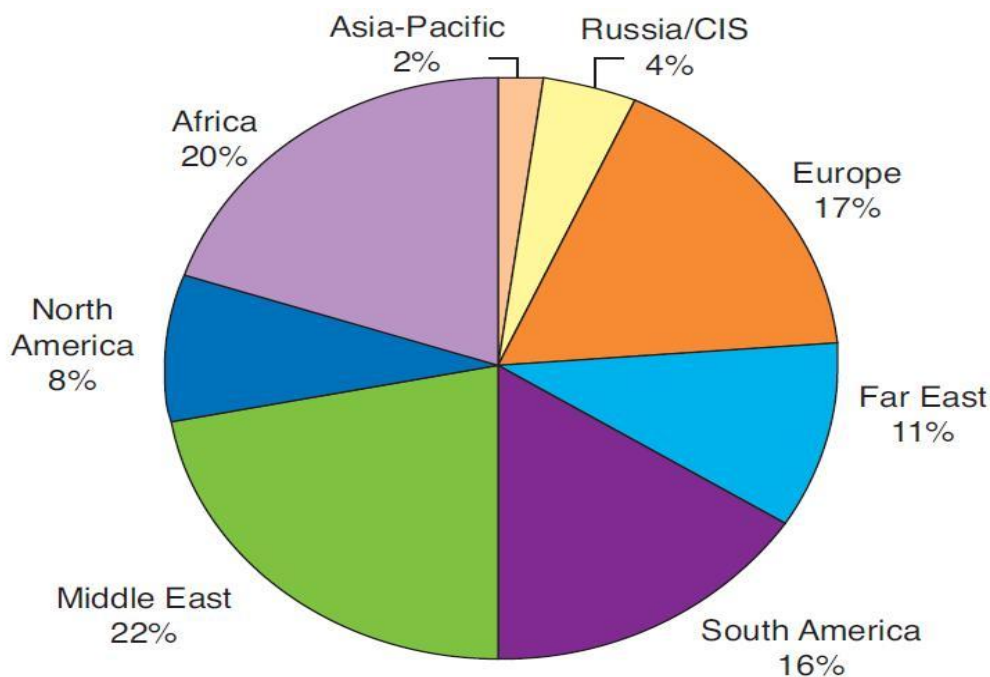
Το 2010, η πετρελαική βιομηχανία παρήγαγε 23,6 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου την ημέρα (Million barrels per day - Mbbl/d) από τις θαλάσσιες γεωτρήσεις, ή το 30% της παγκόσμιας παραγωγής, και 2,4 δισεκατομμύρια m³ φυσικού αερίου ανά ημέρα (Billion cubic meters per day-Bcmd), ή το 27% της παγκόσμιας παραγωγής (Εικόνα 1.7). Το ποσοστό αυτό είναι μεγαλύτερο για τις χώρες που δεν είναι μέλη του ΟΠΕΚ. Μετά την παγκόσμια οικονομική και χρηματοπιστωτική κρίση του 2008, η πτώση της παγκόσμιας ζήτησης για υδρογονάνθρακες ακολουθήθηκε από μία μείωση της θαλάσσιας παραγωγής πετρελαίου της τάξης του 6% έως το 2010. Το 2008, η πετρελαική βιομηχανία παρήγαγε από θαλάσσια κοιτάσματα περίπου 25 Mbbl/d πετρελαίου.



Sources: IFPEN and IHS Energy

Εικόνα 1.7: Τάσεις στην παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου από θαλάσσια κοιτάσματα σε Gboe ανά έτος. (Πηγή: IFPEN, IHS Energy)

Συγκριτικά, η παραγωγή φυσικού αερίου στη θάλασσα μειώθηκε λιγότερο δραματικά και πήρε περισσότερο χρόνο, με τα στοιχεία να δείχνουν μικρότερη κατά 2,4% παραγωγή το 2009 σε σχέση με το 2010. Δύο περιοχές αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 20% της παγκόσμιας θαλάσσιας παραγωγής πετρελαίου: η Μέση Ανατολή (22%), όπου η παραγωγή εντοπίζεται κυρίως σε μικρά βάθη (λιγότερο από 200 m) και η Δυτική Αφρική (20%), όπου η παραγωγή είναι επικεντρωμένη στη Νιγηρία, την Αγκόλα και - πιο πρόσφατα - την Γκάνα σε μεγαλύτερα βάθη (Εικόνα 1.8).



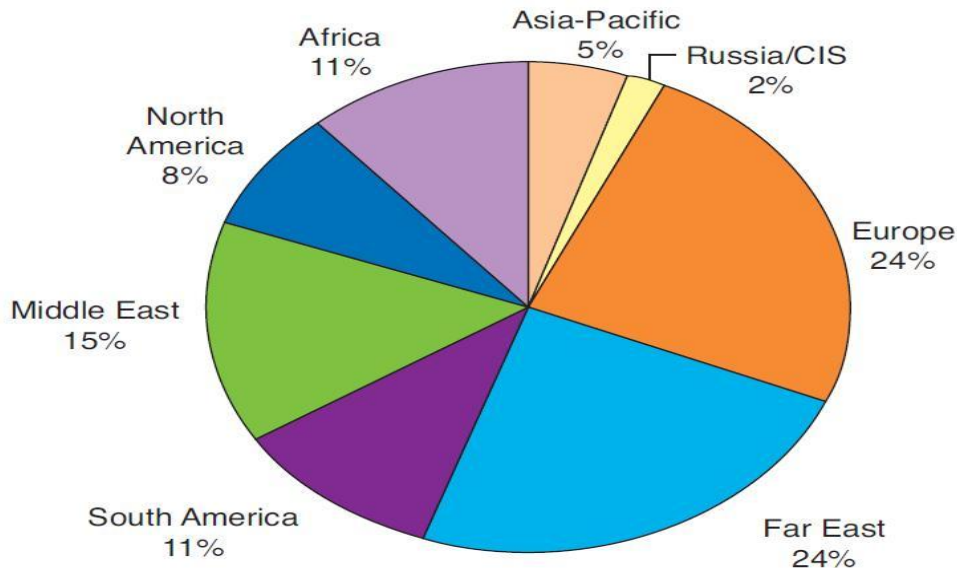
Source: IFPEN

Εικόνα 1.8: Κατανομή της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου από υπεράκτιες δραστηριότητες. (Πηγή: IFPEN, 2012)

Η Βόρεια Θάλασσα συμμετέχει κατά 17% στην παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου από υπεράκτιες δραστηριότητες. Επιπρόσθετα, η συνεισφορά της Νότιας Αμερικής σήμερα υπολογίζεται στο 16% της παγκόσμιας παραγωγής, ενώ αναμένεται αύξηση του ποσοστού αυτού κατά τα επόμενα έτη δεδομένων των επενδύσεων που γίνονται για την εκκίνηση της παραγωγής στα τεράστια πεδία της Βραζιλίας, όπως το Lula.

Όσον αφορά το φυσικό αέριο (Εικόνα 1.9), παρά την πτώση της παραγωγής, η Ευρώπη (με τα αποθέματα στη Βόρεια Θάλασσα) συνεχίζει να συμμετέχει σε παγκόσμια κλίμακα όσο και η Άπω Ανατολή με τα δικά της αποθέματα. Η Μέση Ανατολή κατέχει το

15% της παραγωγής, εντούτοις, ενδεχομένως να υπάρξει αύξηση λόγω της πρόσφατης ανάπτυξης πεδίων στην Ανατολική Μεσόγειο (στη θαλάσσια περιοχή Λίβανου, Συρίας, Κύπρου, Αιγύπτου, Ισραήλ).



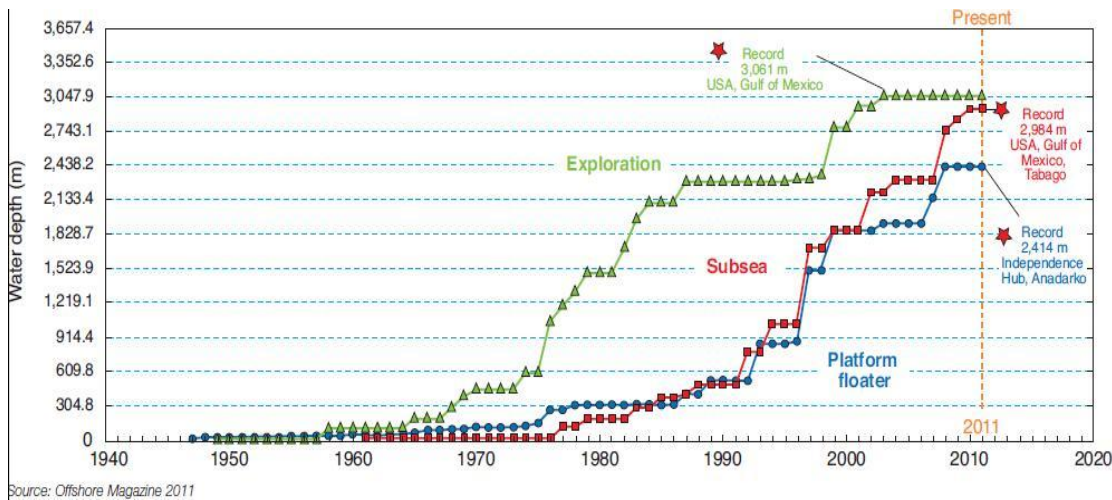
Source: IFPEN

Εικόνα 1.9: Κατανομή παγκόσμιας παραγωγής φυσικού αερίου από υπεράκτιες δραστηριότητες. (Πηγή: IFPEN, 2012)

1.4.2.1. Ανάπτυξη και παραγωγή σε θαλάσσια κοιτάσματα μεγάλου και πολύ μεγάλου βάθους

Η τεχνολογική πρόοδος στον τομέα της έρευνας, και ιδίως η ικανότητα απεικόνισης των περιοχών κάτω από σχηματισμούς που συνήθως ενεργούν ως φραγμοί (αλάτι, βασάλτης κ.λπ.), καθώς και σε πολύπλοκες γεωλογικές δομές, κατέστησαν δυνατή την αξιολόγηση νέων θαλάσσιων αποθεμάτων.

Ωστόσο, αυτές οι ανακαλύψεις είναι όλο και πιο περιορισμένες σε μέγεθος και βρίσκονται σε όλο και βαθύτερα νερά. Η ανάπτυξη τέτοιων περιοχών δημιουργεί σημαντικές τεχνολογικές και οικονομικές προκλήσεις. Είναι τεχνολογικά εφικτή η όρυξη γεωτρήσεων σε βάθος νερού 3.000 m (Εικόνα 1.10) προκειμένου να προσπελαστούν πολύ βαθιοί ταμιευτήρες. Το κόστος όμως τέτοιων γεωτρήσεων ανέρχεται σε πολλές δεκάδες εκατομμύρια δολάρια.



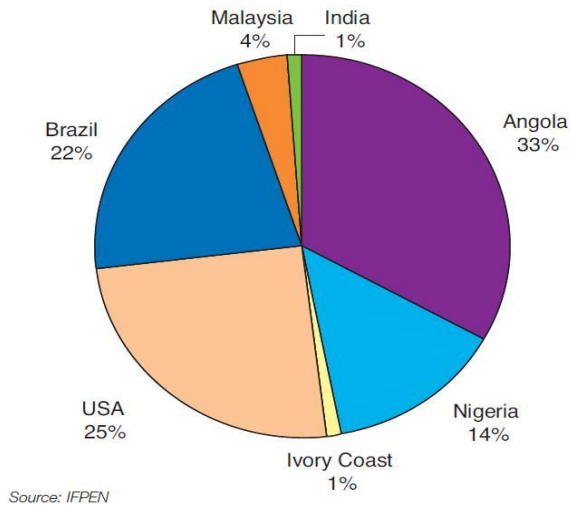
Εικόνα 1.10: Εξέλιξη βάθους θάλασσας στην όρυξη γεωτρήσεων έρευνας και παραγωγής Υ/Α.
(Πηγή: Offshore Magazine, 2011)

Όσον αφορά τον αριθμό των ανακαλύψεων και των μελλοντικών αποθεμάτων, 450 νέα πεδία έχουν ανακαλυφθεί σε όλο τον κόσμο σε βάθη νερού άνω των 1.000 m. Από αυτά, το 38% βρίσκεται στον Κόλπο του Μεξικού (ΗΠΑ), το 18% στα ανοικτά της Βραζιλίας, το 26% στον Κόλπο της Γουινέας (Αγκόλα, Νιγηρία, Κονγκό, Γουινέα και Γκάνα) και 13% στην περιοχή της Ασίας και του Ειρηνικού (Αυστραλία, Ινδία, Μαλαισία, Ινδονησία και Κίνα). Ανακαλύψεις έχουν γίνει επίσης στη Νορβηγία, την Αίγυπτο, το Ισραήλ, το Τρινιδάτ & Τομπάγκο, στον Καναδά και τη Γροιλανδία.

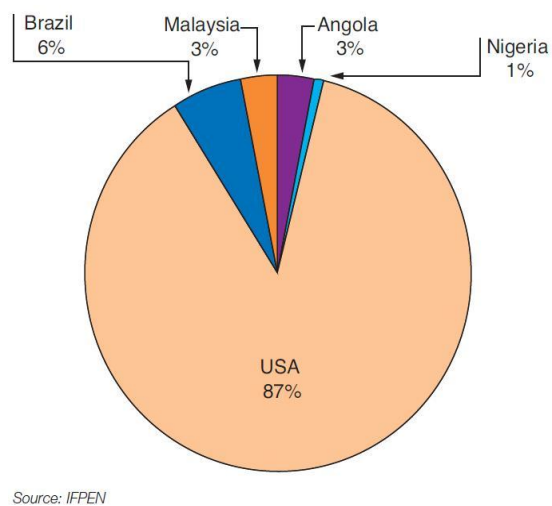
Το 2008, τα αποθέματα πετρελαίου που ανακαλύφθηκαν σε βάθη νερού μεγαλύτερα από 1.000m εκτιμώνται σε 72 δισεκατομμύρια βαρέλια (Gigabarrel- Gbbl). Ο αριθμός αυτός αντιπροσωπεύει περίπου το 4% των παγκόσμιων αποδεδειγμένων αποθεμάτων. Τέσσερις χώρες κατέχουν το 90% των αποθεμάτων αυτών (Εικόνα 1.11): η Βραζιλία, οι ΗΠΑ, η Αγκόλα και η Νιγηρία. Όσον αφορά στο φυσικό αέριο, 2,7 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (Trillion m^3 - Tm^3) των αποθεμάτων φυσικού αερίου ανακαλύφθηκαν σε βάθη νερού μεγαλύτερα από 1.000 m, σε επτά χώρες (Εικόνα 1.12): την Αυστραλία (40%), την Ινδία, τις ΗΠΑ, την Ινδονησία και τη Νιγηρία (μεταξύ 8% και 10% η κάθε μία), την Κίνα και τη Βραζιλία (5% η καθεμιά).

Η παραγωγή πετρελαίου σε βάθη νερού άνω των 1.000 m εκτιμούνταν σε 3,2 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα (Million barrels per day – Mbbl/d) το 2008, ποσό που ισοδυναμεί με το 3% της παγκόσμιας παραγωγής. Σχεδόν το ήμισυ της παραγωγής αυτής

εντοπίζεται στη θαλάσσια περιοχή της Δυτικής Αφρικής. Η παραγωγή αερίου από βάθη νερού άνω των 1.000m αντιπροσωπεύει ποσοστό μικρότερο του 2% παγκοσμίως, με το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής να συγκεντρώνεται στις ΗΠΑ προς το παρόν. Η Αυστραλία ξεκίνησε την παραγωγή φυσικού αερίου σε βάθη νερού άνω των 1.000m το 2011, και δεδομένης της έκτασης των αποθεμάτων της, μπορεί να εξελιχθεί σε σημαντικό παραγωγό από μεγάλα βάθη θάλασσας στο μέλλον.

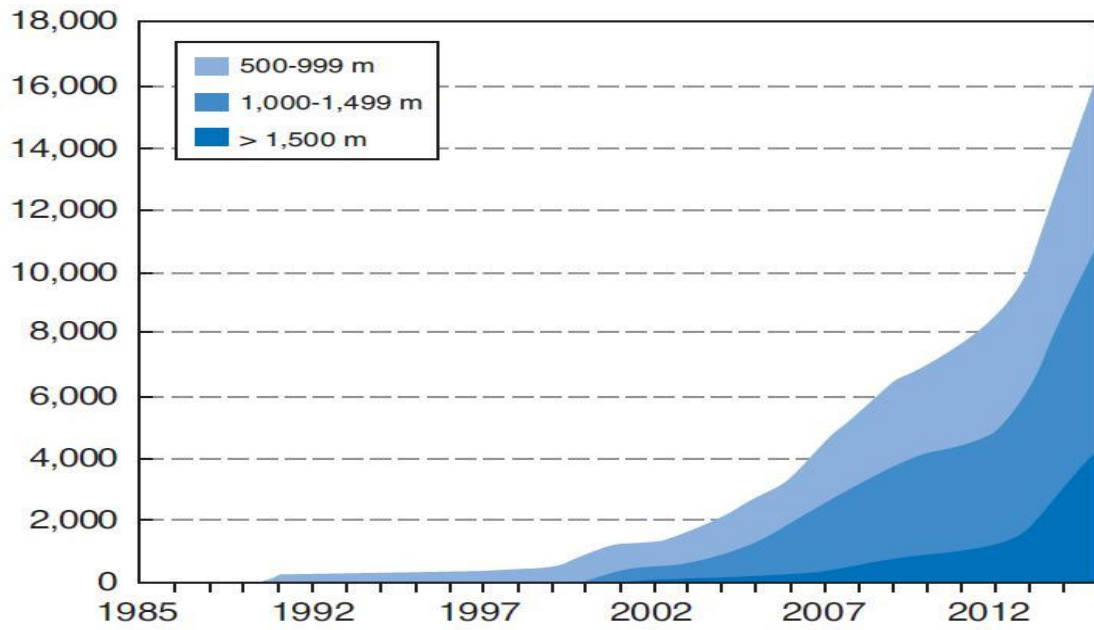


Εικόνα 1.11: Γεωγραφική κατανομή της παραγωγής πετρελαίου σε βάθη μεγαλύτερα των 1000m. (Πηγή: IFPEN, 2012)



Εικόνα 1.12: Γεωγραφική κατανομή της παραγωγής φυσικού αερίου σε βάθη μεγαλύτερα των 1000m. (Πηγή: IFPEN, 2012)

Οι ποσότητες που παρήχθησαν από το 2005 έως το 2010 από περιοχές με βάθη νερού 1000-1499 m και άνω των 1500 m, αυξήθηκαν κατά 3 και 3,5 φορές αντίστοιχα, ενώ η παραγωγή από περιοχές με βάθος μεταξύ 500 και 1.000 m νερού μόλις διπλασιάστηκαν. Η τάση αυτή αναμένεται να συνεχιστεί και στο μέλλον. Η εταιρεία αναλύσεων Infield Systems (Εικόνα 1.13), προσφέρει μια ακόμη πιο αισιόδοξη πρόβλεψη. Σύμφωνα με αυτή προβλέπεται αύξηση της παραγωγής από γεωτρήσεις σε πολύ βαθιά νερά μεταξύ 2010 και 2015, παραθέτοντας ένα πολλαπλασιαστή της τάξεως του 4,5, ενώ η παραγωγή από θαλάσσιες γεωτρήσεις μικρότερου βάθους αναμένεται να διπλασιαστεί.



Source: Infield Systems

Εικόνα 1.13: Παραγωγή πετρελαίου και αερίου σε χιλιάδες ισοδύναμα βαρέλια πετρελαίου ανά ημέρα (Kboed) ανά 500m βάθος νερού. (Πηγή: Infield Systems)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ, ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΥΝ ΟΙ ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

2.1. Προκλήσεις υπεράκτιων γεωτρήσεων

Είναι σαφές ότι οι γεωτρητικές δραστηριότητες σε βαθιά νερά είναι πιο περίπλοκες από αυτές σε ρηχά νερά. Το βάθος νερού στις βαθιές θαλάσσιες γεωτρήσεις μεταφράζεται σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις. Παρουσιάζονται λοιπόν κίνδυνοι τόσο φυσικοί όσο και τεχνολογικοί. Φυσικοί είναι οι κίνδυνοι που αφορούν τη θάλασσα (κύματα, ρεύματα, άνεμος κ.λπ.) και τον θαλάσσιου πυθμένα (πρανή, λασποηφαίστεια, υδρίτες κ.λπ.). Τεχνολογικοί είναι οι κίνδυνοι που οφείλονται στα τυχόν προβλήματα της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας σε συνάρτηση με τις ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες που συναντώνται (Alberto Serna Martin, 2012).

Αιφνίδιες εκρήξεις (blowouts) συχνά προκαλούνται από παράγοντες που σχετίζονται με τη δομική ακεραιότητα της γεώτρησης ή με κακής ποιότητας τσιμέντωση ή απώλεια πίεσης της λάσπης διάτρησης. Όσο βαθύτερη είναι η γεώτρηση, τόσο περισσότερο τσιμέντο και λάσπη διάτρησης χρησιμοποιείται, αυξάνοντας την πιθανότητα αποτυχίας κάποιας τέτοιας δραστηριότητας.

Επιπλέον, λόγω του απομονωμένου χαρακτήρα των εξεδρών σε βαθιά νερά, οι εκρήξεις και οι συνακόλουθες διαρροές τείνουν να απαιτούν περισσότερο χρόνο για να αντιμετωπιστούν σε σύγκριση με ανάλογα περιστατικά σε ρηχά νερά ή στην ξηρά. Από την άποψη του σχεδιασμού έκτακτης ανάγκης (emergency planning), η τελευταία γραμμή άμυνας για μια ανεξέλεγκτη διαρροή στην ανοικτή θάλασσα είναι η όρυξη γεώτρησης εκτόνωσης (relief well) (Alberto Serna Martin, 2012).

Η επιλογή εξοπλισμού για βαθιά νερά απαιτεί μεγάλη τεχνική και επιστημονική γνώση. Λόγω του εξειδικευμένου εξοπλισμού και των κινδύνων των δραστηριοτήτων που

εμφανίζουν αυτές οι δραστηριότητες, το μέσο κόστος κυμαίνεται από περίπου 250.000 έως 415.000 USD ανά μέρα. Ως εκ τούτου, προσωρινές διακοπές ή καθυστερήσεις που οφείλονται σε βλάβες λειτουργίας, ακόμη και αν δεν είναι κρίσιμες, μπορεί να αντιπροσωπεύουν υψηλό κόστος για την εταιρεία (Alberto Serna Martin, 2012).

Οι σωλήνες σύνδεσης της κεφαλής της υποθαλάσσιας γεώτρησης και της εξέδρας (risers)³ και ο άλλος εξοπλισμός είναι κατασκευασμένα με παχύτερα τοιχώματα και υψηλής ποιότητας υλικά προκειμένου να διαχειριστούν τις σημαντικά αυξημένες πιέσεις. Ωστόσο, δεν υπάρχει τεχνολογία ενιαίου τύπου (one-size-fits-all-technology) που να εγγυάται λειτουργική ασφάλεια (Alberto Serna Martin, 2012).

Μία γεώτρηση συνήθως ορύσσεται με σκοπό την απόκτηση γεωλογικών πληροφοριών ή και την παραγωγή ή την υποστήριξη ταμειυτήρων υδρογονανθράκων. Κατά το σχεδιασμό μιας γεώτρησης αποφασίζεται το συνολικό τελικό βάθος της γεώτρησης καθώς και η τελική διάμετρος της στον πυθμένα. Οι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για την απόκτηση γεωλογικών πληροφοριών δεν είναι συνήθως διαθέσιμες για διάμετρο γεώτρησης μικρότερη των 6 ιντσών και οι μηχανικοί παραγωγής απαιτούν επίσης μία ελάχιστη διάμετρο για την εγκατάσταση του εξοπλισμού ολοκλήρωσης έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η αποτελεσματική παραγωγή από τη γεώτρηση (Lloyd's, 2011).

Καθώς τα βάθη των γεωτρήσεων αυξάνονται, αυξάνονται παράλληλα και οι αναμενόμενες πιέσεις και θερμοκρασίες. Οι ορισμοί της βιομηχανίας σχετικά με τις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες (HPHT) ποικίλλουν. Γενικά, γεωτρήσεις με θερμοκρασία στον πυθμένα τους πάνω από 300°F και πιέσεις πάνω από 10.000 psi θεωρούνται ότι εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιούνταν στο κάτω μέρος της διατρητικής στήλης ήταν κατασκευασμένος από συνήθη χάλυβα, με χαμηλή πιθανότητα να αλλοιωθεί από υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες. Ένα μεγάλο φάσμα εργαλείων εκτέλεσης μετρήσεων κατά την όρυξη (Measurements While Drilling - MWD) ή διαγραφιών κατά την όρυξη (Loggings While Drilling - LWD), είναι σχεδιασμένα για πιέσεις στον πυθμένα που δεν ξεπερνούν τα 25.000 psi, ενώ

³ Riser: Σωλήνας σύνδεσης κεφαλής υποθαλάσσιας γεώτρησης και εξέδρας. Για λόγους συντομίας το εν λόγω τμήμα του εξοπλισμού αναφέρεται στο κείμενο με τον αγγλικό όρο riser.

η αξιοπιστία τους μειώνεται όταν η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 300°F. Με αναμενόμενες πιέσεις πάνω από 35.000 psi και θερμοκρασίες άνω των 450°F, οι σχεδιαζόμενες για το μέλλον γεωτρήσεις σε βαθιά νερά, αποτελούν πρόκληση και απαίτηση για την τεχνολογία που προσπαθεί να συμβαδίσει με τις απαιτήσεις της βιομηχανίας (Lloyd's, 2011).

Το βάθος της γεώτρησης και η ελάχιστη διάμετρός της έχουν επίδραση στο σχεδιασμό της, ειδικά στην περίπτωση των βαθιών νερών. Για να κατανοηθούν οι λόγοι που συμβαίνει αυτό, είναι σημαντικό να εντοπιστούν κάποιοι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τον τρόπο που ορύσσεται μία γεώτρηση, καθώς και γιατί αυτοί απαιτούν ιδιαίτερα προσεκτική εξέταση σε βαθιά νερά. Η αλληλεπίδραση μεταξύ ορισμένων από αυτούς τους παράγοντες έχει επίσης άμεση σχέση με το σχεδιασμό, την πολυπλοκότητα, και το κόστος τους.

2.2. Τεχνικές ιδιαιτερότητες και κίνδυνοι υπεράκτιων γεωτρήσεων

2.2.1. Ρευστά διάτρησης

Οι πρωταρχικές λειτουργίες του ρευστού διάτρησης είναι ο έλεγχος της γεώτρησης, η διατήρηση της σταθερότητας των τοιχωμάτων της, ο καθαρισμός του κοπτικού και του μετώπου, η μετάδοση ισχύος στο κοπτικό και η ψύξη του. Αυτές οι λειτουργίες επιτυγχάνονται με την προσεκτική επιλογή ρευστού διάτρησης και με την συντήρηση των ιδιοτήτων του.

Ωστόσο, το ρευστό διάτρησης δεν εκτελεί μόνο αυτές τις λειτουργίες. Υποστηρίζει επίσης τις σωληνώσεις μέσω του φαινομένου της άνωσης, δημιουργεί ένα αδιαπέρατο φίλτρο που μειώνει την εισροή ρευστών και εμποδίζει την διάβρωση της διατρητικής στήλης.

Υπάρχουν τέσσερα κύρια είδη ρευστών διάτρησης που διακρίνονται ανάλογα με το ρευστό-βάση τους: ρευστά διάτρησης με βάση αέρα, νερό, πετρέλαιο, και πολυμερή.

Τα αβαθή τμήματα της θαλάσσιας γεώτρησης ορύσσονται συνήθως με θαλασσινό νερό ως ρευστό διάτρησης. Ο λόγος είναι ότι αν η όρυξη γινόταν με λάσπη με μεγαλύτερο ειδικό βάρος από την κανονική βαθμίδα πίεσης του θαλασσινού νερού, θα υπήρχε ο κίνδυνος ρωγμάτωσης των σχηματισμών.

Στα βαθύτερα τμήματα της γεώτρησης, η λάσπη, που κυκλοφορεί κατά μήκος του περιορισμένου χώρου ανάμεσα στη διατηρητική στήλη και τα τοιχώματα της γεώτρησης, ασκεί επιπρόσθετες πιέσεις πάνω από τις υφιστάμενες υδροστατικές πιέσεις και γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η συνεχής παρακολούθηση.

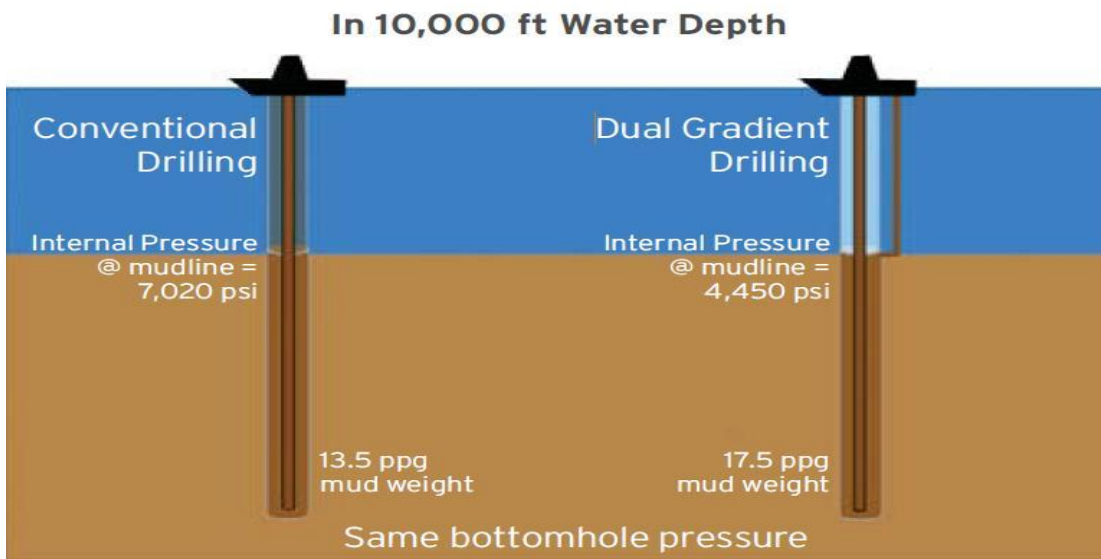
Οι γεωτρήσεις σε βαθιά νερά συχνά χρησιμοποιούν ρευστά διάτρησης βασισμένα σε συνθετικά καθώς προσφέρουν ταχύτερους ρυθμούς διείσδυσης και ενισχυμένη σταθερότητα. Επιπλέον, προσθετικά εγχύονται συνεχώς, προσφέροντας ευελιξία κατά το σχεδιασμό και την εφαρμογή της γεωτρητικής διαδικασίας. Αυτό επιτυγχάνεται ανέξοδα με τη χρήση του Βαρύτη μέχρι και σήμερα. Όμως, στα βαθιά νερά ο Βαρύτης καθιζάνει δημιουργώντας σοβαρούς τεχνικούς περιορισμούς (Κελεσίδης, 2009).

Στις υπεράκτιες γεωτρήσεις, η χρήση συμβατικών ρευστών διάτρησης και στηλών σωλήνωσης έχει ως αποτέλεσμα την απαίτηση αλλαγών της πυκνότητας των ρευστών διάτρησης, έτσι ώστε η όρυξη να παραμείνει εντός του λειτουργικού παράθυρου ανάμεσα στην πίεση των πόρων και στη βαθμίδα ρωγμάτωσης του σχηματισμού. Επιπλέον, οι υπεράκτιες γεωτρήσεις απαιτούν ένα μεγάλου μήκους riser γεμάτο με ρευστό διάτρησης. Η υδροστατική πίεση που ασκεί αυτή η μακρά στήλη ρευστού στον riser μειώνει το εύρος του ως άνω λειτουργικού παραθύρου ακόμα περισσότερο. Επιπρόσθετα, όταν η λάσπη επιστρέφει από τον πυθμένα στην επιφάνεια, ψύχεται και η ταχύτητα της μειώνεται λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού της θάλασσας. Η επίδραση της θερμοκρασίας στις ρεολογικές ιδιότητες της λάσπης, μεταφράζεται σε υψηλότερες πιέσεις όταν ξεκινά η κυκλοφορία ή λαμβάνει χώρα μετακίνηση της διατηρητικής στήλης (ανέλκυση/καθέλκυση)⁴ (Dowell, 2011).

Τη λύση στο παραπάνω πρόβλημα επέφερε η νέα τεχνική όρυξης βαθιών γεωτρήσεων που καλείται «όρυξη με ρευστά διπλής βαθμίδας» (Dual Gradient Drilling-DGD). Η τεχνική αυτή προβλέπει ότι το riser είναι πληρωμένο με ρευστό πυκνότητας 8,6 ppg (ισοδύναμο του θαλασσινού νερού), ενώ η γεώτρηση είναι γεμάτη με την συμβατική λάσπη διάτρησης (Εικόνα 2.1). Με αυτή την τεχνική το ρευστό του riser συνδέεται με το περιβάλλον του θαλασσινού νερού όσον αφορά την υδροστατική πίεση, και οι συνθήκες

⁴ Το ήδη πολύ στενό περιθώριο (παράθυρο) ανάμεσα στην πίεση των πόρων και τη βαθμίδα ρωγμάτωσης είναι πολύ «ευάλωτο» ακόμα και στις πιο μικρές αυξήσεις τις πιέσης, κατάσταση την οποία η μηχανικοί γεωτρήσεων αντιμετωπίζουν με την τοποθέτηση πολλαπλών στηλών σωλήνωσης (liner) για να απομονώσουν τις πιο ευπαθείς ζώνες.

όρυξης προσομοιάζουν με αυτές στην ξηρά (Dowell, 2011). Με άλλα λόγια η DGD «εξαφανίζει» τη στήλη νερού.



Εικόνα 2.1: Σύγκριση ανάμεσα στην όρυξη με συμβατική λάσπη και σε αυτή με λάσπη διπλής βαθμίδας. (Πηγή: Chevron)

2.2.1.1. Πίεση των πόρων

Οι ταμιευτήρες πετρελαίου και φυσικού αερίου βρίσκονται μέσα σε ιζηματογενή πετρώματα. Από τη φύση τους, τα ιζηματογενή πετρώματα είναι συνήθως κοκκώδη, με πόρους μεταξύ των μεμονωμένων κόκκων: όσο μεγαλύτεροι οι κόκκοι, τόσο μεγαλύτεροι είναι και οι πόροι. Το μέγεθος των πόρων και του βαθμού διασύνδεσης τους καθορίζει τα σημαντικά χαρακτηριστικά του πετρώματος που αφορούν στο πορώδες και τη διαπερατότητα. Εάν αυτές οι ιδιότητες είναι ευνοϊκές και οι πόροι είναι γεμάτοι με υδρογονάνθρακες, ο σχηματισμός μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμος ταμιευτήρας.

Ωστόσο, τα υπερκείμενα ιζηματογενή πετρώματα που πρέπει να διατηρηθούν προκειμένου να προσπελαστεί ο ταμιευτήρας, παρουσιάζουν ποικίλους βαθμούς πορώδους και διαπερατότητας. Επίσης ίσως περιέχουν πεπιεσμένα ρευστά εντός των πόρων όπως νερό, αέριο ή πετρέλαιο. Η πίεση προέρχεται από το βάρος των υπερκειμένων πετρωμάτων. Αποτελεί την πλέον θεμελιώδη αρχή των γεωτρήσεων ότι οι πιέσεις των πόρων πρέπει να εξισορροπούνται όσο η γεώτρηση προχωράει σε βάθος έτσι ώστε να

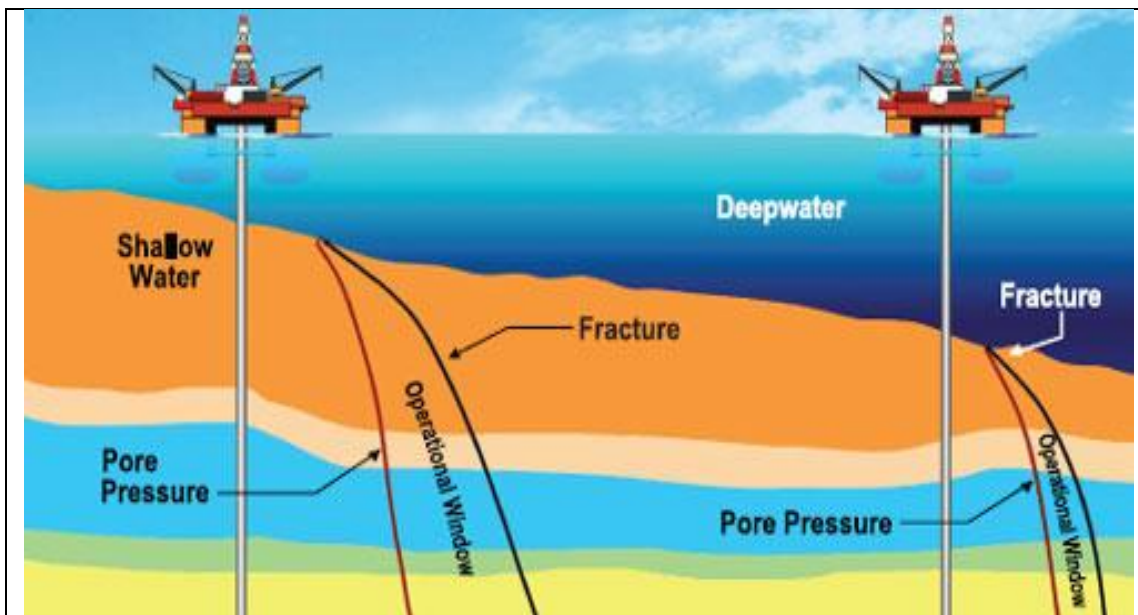
αποφευχθεί πιθανή ανεξέλεγκτη εισροή ρευστών μέσα στη γεώτρηση και να προληφθεί ο κίνδυνος αιφνίδιας έκρηξης (blowout). Τα ρευστά διάτρησης (που συνήθως αναφέρονται ως «λάσπη διάτρησης» στη βιομηχανία) χρησιμοποιούνται ακριβώς γι' αυτό το σκοπό. Η γεώτρηση συνήθως διατηρείται πλήρης λάσπης με κατάλληλα υπολογισμένη πυκνότητα ώστε να εξισορροπεί την πίεση των πόρων σε οποιοδήποτε βάθος. Ωστόσο, η αλληλουχία των σχηματισμών δεν είναι ποτέ ομοιόμορφη και η διαφορετικότητα των τύπων των πετρωμάτων και η διαχρονική τεκτονική δραστηριότητα στην περιοχή έχουν ως αποτέλεσμα αλλαγές της πίεσης των πόρων και την εμφάνιση υπερπιέσεων ή υποπιέσεων. Για το λόγο αυτό, το ειδικό βάρος της λάσπης χρειάζεται συχνά να αλλάξει κατά τη διάρκεια της όρυξης μιας γεώτρησης.

2.2.1.2. Βαθμίδα ρωγμάτωσης

Μια δεύτερη σημαντική παράμετρος είναι η τάση στην οποία το πέτρωμα μπορεί να ρωγματωθεί υπό την υδροστατική πίεση που ασκεί η λάσπη στη γεώτρηση. Η βαθμίδα ρωγμάτωσης (pressure gradient) είναι η κλίση της καμπύλης της τάσης ρωγμάτωσης συναρτήσει του βάθους (ανηγμένη πίεση). Εξ' αρχής, πρέπει να προβλεφθούν από τους μηχανικούς οι πιέσεις των πόρων και η βαθμίδα ρωγμάτωσης κατά μήκος όλων των σχηματισμών μέχρι το προβλεπόμενο τελικό βάθος της γεώτρησης. Οι πληροφορίες αυτές, οι οποίες εντοπίζουν τυχόν αλλαγές στις πιέσεις των πόρων, καθορίζουν τα βάθη έδρασης της σωλήνωσης (casing). Η σωλήνωση εγκαθίσταται και τσιμεντώνεται επί τόπου για να απομονώνει μεταξύ τους τα επιμέρους τμήματα της γεώτρησης.

Μόλις σωληνωθεί το προηγούμενο τμήμα, το ειδικό βάρος της λάσπης μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί, όπως απαιτείται, για τη διαχείριση των πιέσεων των πόρων καθώς η γεώτρηση προχωρά βαθύτερα. Δεδομένου ότι υπάρχει μόνο ένας περιορισμένος αριθμός επιλογών διαμέτρου σωλήνωσης και απαιτείται ένα ελάχιστο μέγεθος διαμέτρου της τελικής παραγωγικής σωλήνωσης, η όρυξη οποιασδήποτε βαθιάς γεώτρησης αποτελεί προφανώς πρόκληση. Είναι μία κλασική περίπτωση κινδύνου/ανταμοιβής. Ενώ, μπορούν να εξοικονομηθούν εκατομμύρια δολάρια με την παράλειψη μιας σειράς σωλήνωσης, μπορεί επίσης να αυξηθεί ο κίνδυνος αστάθειας των τοιχωμάτων της γεώτρησης ή να εμφανιστούν δυσκολίες ελέγχου των πιέσεων της γεώτρησης.

Σε μία βαθιά γεώτρηση σε βαθιά νερά φυσικά οι παραπάνω δυσκολίες αυξάνουν. Η μικρή ανοχή ανάμεσα στην πίεση των πόρων και τη βαθμίδα ρωγμάτωσης του σχηματισμού είναι μία από τις πλέον αναγνωρισμένες προκλήσεις σε βαθιά νερά. Αυτό το «παραθύρο», όπου η όρυξη μιας γεώτρησης μπορεί να γίνεται με ασφάλεια, είναι σημαντικά μικρότερο σε σχέση με μία ανάλογη γεώτρηση στην ξηρά ή σε ρηχά νερά. Καθώς το βάρος των υπερκειμένων, το οποίο επιδρά στη διαμόρφωση των πιέσεων σε κάθε βάθος, είναι η πιο σημαντική μεταβλητή στον υπολογισμό της βαθμίδας ρωγμάτωσης, συμπεραίνεται ότι η στήλη θαλασσινού νερού, που είναι ελαφρύτερη σε σχέση με την ισοδύναμη στήλη πετρώματος, έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερη βαθμίδα ρωγμάτωσης του πετρώματος. Εφόσον, η πίεση των πόρων δεν επηρεάζεται στον ίδιο βαθμό, όσο πιο βαθύ είναι το νερό, τόσο περισσότερο μειώνεται το «εύρος του παραθύρου» (Εικόνα 2.2) ανάμεσα στην πίεση των πόρων και στην πίεση ρωγμάτωσης. Αυτό απαιτεί επιπρόσθετη σωλήνωση προκειμένου να διατηρηθεί το ειδικό βάρος της λάσπης μέσα στο λειτουργικό αυτό εύρος.



Εικόνα 2.2 : Διαγραμματική απεικόνιση της μείωσης του εύρους του παραθύρου ανάμεσα στην πίεση των πόρων και τη βαθμίδα ρωγμάτωσης σε βαθιά νερά. (Πηγή: Schlumberger)

2.2.1.3. Αβαθή & βαθιά τμήματα της γεώτρησης

Αβαθή τμήματα της γεώτρησης

Η διατήρηση της ισορροπίας ανάμεσα στην πίεση των πόρων και στη βαθμίδα ρωγμάτωσης είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα τόσο στα ρηχά όσο και στα βαθιά τμήματα μιας γεώτρησης σε βαθιά νερά. Όμως, κάτω ακριβώς από τον θαλάσσιο πυθμένα τα πετρώματα είναι σχετικά νεότερα, μη συμπαγή και ίσως έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε νερό λόγω της χαμηλής τους συμπύκνωσης. Η όρυξη ρηχών τμημάτων της γεώτρησης με ειδικό βάρος λάσπης σημαντικά μεγαλύτερο από την κανονική βαθμίδα πίεσης του θαλασσινού νερού ενέχει τον κίνδυνο της ρωγμάτωσης των σχηματισμών προκαλώντας έτσι απώλειες ρευστών. Γι' αυτό το λόγο, τα ρηχά τμήματα ορύσσονται συνήθως με θαλασσινό νερό ως ρευστό διάτρησης. Ο εξοπλισμός ελέγχου των πιέσεων της γεώτρησης δεν εγκαθίσταται στον θαλάσσιο πυθμένα από την αρχή, λόγω της έλλειψης επαρκούς έδρασης του καθώς δεν έχει τοποθετηθεί ακόμα επιφανειακή σωλήνωση (Lloyd's, 2011).

Είναι συνεπώς αποδεκτό από τη βιομηχανία ότι αν η γεώτρηση συναντήσει έναν υπερπυκνωμένο αβαθή σχηματισμό που περιέχει νερό ή αέριο, η πίεση των πόρων θα υπερβεί την υδροστατική πίεση του θαλασσινού νερού ως ρευστού διάτρησης και ίσως συντελεστεί μία απότομη εισροή αερίου ή νερού (shallow water or gas blowout). Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου, λαμβάνονται συνήθως προληπτικά μέτρα που περιλαμβάνουν την χαρτογράφηση των αβαθών σχηματισμών έτσι ώστε να εντοπιστούν εν δυνάμει επικίνδυνες περιοχές. Περιλαμβάνουν επίσης μέτρα έκτακτης ανάγκης για την άντληση λάσπης από την εξέδρα σε περίπτωση που ξεκινήσει μία ακούσια εισροή λάσπης στον περιβάλλοντα σχηματισμό (Lloyd's, 2011).

Βαθιά τμήματα της γεώτρησης

Καθώς το βάθος της γεώτρησης αυξάνει, το εύρος του «παραθύρου» ανάμεσα στην πίεση των πόρων και τη βαθμίδα ρωγμάτωσης μειώνεται. Το πρόβλημα επιδεινώνεται καθώς η διάμετρος της σωλήνωσης γίνεται όλο και μικρότερη. Η λάσπη που κυκλοφορεί κατά μήκος του ολοένα και πιο περιορισμένου χώρου ανάμεσα στη διατρητική στήλη και στα τοιχώματα της γεώτρησης, προσθέτει επιπλέον πιέσεις πάνω από την ήδη υπάρχουσα υδροστατική πίεση. Για τη διατήρηση της σταθερότητας της γεώτρησης απαιτείται

προσεκτικός σχεδιασμός της γεώτρησης, κατάλληλη σύσταση της λάσπης και παρακολούθηση, καθώς και τεχνικές για την αποφυγή αύξησης ή μείωσης της υδροστατικής πίεσης (effective hydrostatic pressure) με απότομη καθέλκυση ή ανέλκυση της διατρητικής στήλης αντίστοιχα (surging or swabbing). Μερικές φορές, οι συνθήκες δεν επιτρέπουν την όρυξη της γεώτρησης έως το προσχεδιασμένο βάθος. Δεν είναι ευρύτερα γνωστό, για παράδειγμα, ότι η όρυξη της γεώτρησης Macondo, στον Κόλπο του Μεξικού, σταμάτησε νωρίτερα λόγω του πολύ στενού «παραθύρου» ανάμεσα στην πίεση των πόρων και στη βαθμίδα ρωγμάτωσης, το οποίο δεν επέτρεπε τη συνέχιση της όρυξης. Η έκρηξη, στην πραγματικότητα, συνέβη κατά τη διάρκεια των εργασιών για την προσωρινή εγκατάλειψη της γεώτρησης, ενώ αναμένονταν εργασίες ολοκλήρωσης στο μέλλον (Lloyd's, 2011).

Έλεγχος πιέσεων γεώτρησης

Η ανίχνευση εκτινάξεων (kick) είναι το πρώτο σημάδι εισροής ρευστών των πόρων μέσα στη γεώτρηση, μπορεί να επικλυφθεί από τη συμπίεσότητα της στήλης της λάσπης (υπό το ίδιο βάρος και την πίεση κυκλοφορίας της, ενώ οι αντλίες λάσπης είναι σε λειτουργία). Η διακοπή της λειτουργίας της αντλίας θα ανακουφίσει λίγη από την συμπίεση και θα προκαλέσει τη ροή της λάσπης πίσω προς την εξέδρα. Η επιπρόσθετη δύναμη τριβής που παρουσιάζεται κατά την άντληση μπορεί επίσης να προκαλέσει προσωρινά κατάσταση εκτός ισορροπίας, όπου το ειδικό βάρος της λάσπης ξεπερνά την πίεση των πόρων σε βαθμό που η λάσπη χάνεται μέσα σε πορώδεις σχηματισμούς (Lloyd's, 2011). Όταν οι αντλίες κλείνουν, η «χαμένη» λάσπη επιστρέφει στη γεώτρηση και εμφανίζεται το φαινόμενο του ballooning (μπαλονιού). Ο όγκος της «χαμένης» λάσπης που επιστρέφει μπορεί να ανέλθει και στα 50 βαρέλια. Αν η απώλεια συμπίεσης της λάσπης ή το φαινόμενο του μπαλονιού ερμηνευτούν λανθασμένα ως kick, μπορεί να σπαταληθεί πολύτιμος χρόνος σε αχρείαστους στην πραγματικότητα χειρισμούς. Περαιτέρω, αν ανιχνευτεί σωστά κάποιο kick και ο εξοπλισμός ελέγχου των πιέσεων κλείσει για να σταματήσει την ροή προς την επιφάνεια, η επιπρόσθετη πίεση που απαιτείται για την απομάκρυνση της εισροής μπορεί να προκαλέσει τη θραύση του σχηματισμού. Συνεπώς, ο έλεγχος των πιέσεων καθίσταται ιδιαίτερα πολύπλοκος και επιβάλλει πολύ προσεκτικούς χειρισμούς.

2.2.2. Σωλήνωση (Casing)

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, το στενό παράθυρο ανάμεσα στην πίεση των πόρων και στη βαθμίδα ρωγμάτωσης στις θαλάσσιες γεωτρήσεις μεγάλου βάθους είναι πολύ ευαίσθητο ακόμα και στις πιο μικρές αυξήσεις τις πίεσης, κατάσταση που αντιμετωπίζεται με τη χρήση πολλαπλών στηλών σωλήνωσης για την απομόνωση των ευάλωτων περιοχών. (Dowell, 2011)

Υπάρχουν έξι κύριοι τύποι σωλήνωσης που εγκαθίστανται σε χερσαίες και θαλάσσιες γεωτρήσεις (Texas of Austin, 2005):

- η σωλήνωση οδηγός (stove pipe), η θαλάσσια σωλήνωση οδηγός (marine conductor), ο πάσσαλος θεμελίωσης (foundation pile),
- η σωλήνωση επαφής (conductor string),
- η επιφανειακή σωλήνωση (surface casing),
- η ενδιάμεση σωλήνωση (intermediate casing),
- η παραγωγική σωλήνωση (production casing),
- η σωλήνωση liner (liner casing).

Η σωλήνωση οδηγός (stove pipe) χρησιμοποιείται στις χερσαίες γεωτρήσεις και είτε ωθείται, είτε τσιμεντώνεται σε μία προορυγμένη οπή. Η σωλήνωση προστατεύει το έδαφος στη βάση της γεώτρησης από τη διάβρωση που προκαλείται από το ρευστό διάτρησης (Texas of Austin, 2005).

Η θαλάσσια σωλήνωση οδηγός (marine conductor) χρησιμοποιείται στις θαλάσσιες γεωτρήσεις όταν το BOP τοποθετείται επάνω στην εξέδρα. Παρέχει δομική ακεραιότητα στην όρυξη και τις σωληνώσεις. Συνήθως ωθείται ή τσιμεντώνεται σε μια προορυγμένη οπή. Η στήλη σωλήνωσης βοηθάει στην απομόνωση των αβαθών υποσυμπυκνωμένων σχηματισμών και προστατεύει τη βάση της κατασκευής (Texas of Austin, 2005).

Ο πάσσαλος θεμελίωσης (Foundation pile) συνήθως μπιγεται ή τσιμεντώνεται σε μια προ-ορυγμένη οπή από μία πλωτή μονάδα όρυξης- στις περιπτώσεις όπου το BOP τοποθετείται στον θαλάσσιο πυθμένα. Επίσης, η στήλη αυτή σωλήνωσης βοηθάει στην απομόνωση των αβαθών υποσυμπυκνωμένων σχηματισμών και προστατεύει τη βάση οδηγό του BOP, του Christmas tree ή τη γραμμή ροής (flowbase) και οδηγεί τις σωληνώσεις στη γεώτρηση (Texas of Austin, 2005).

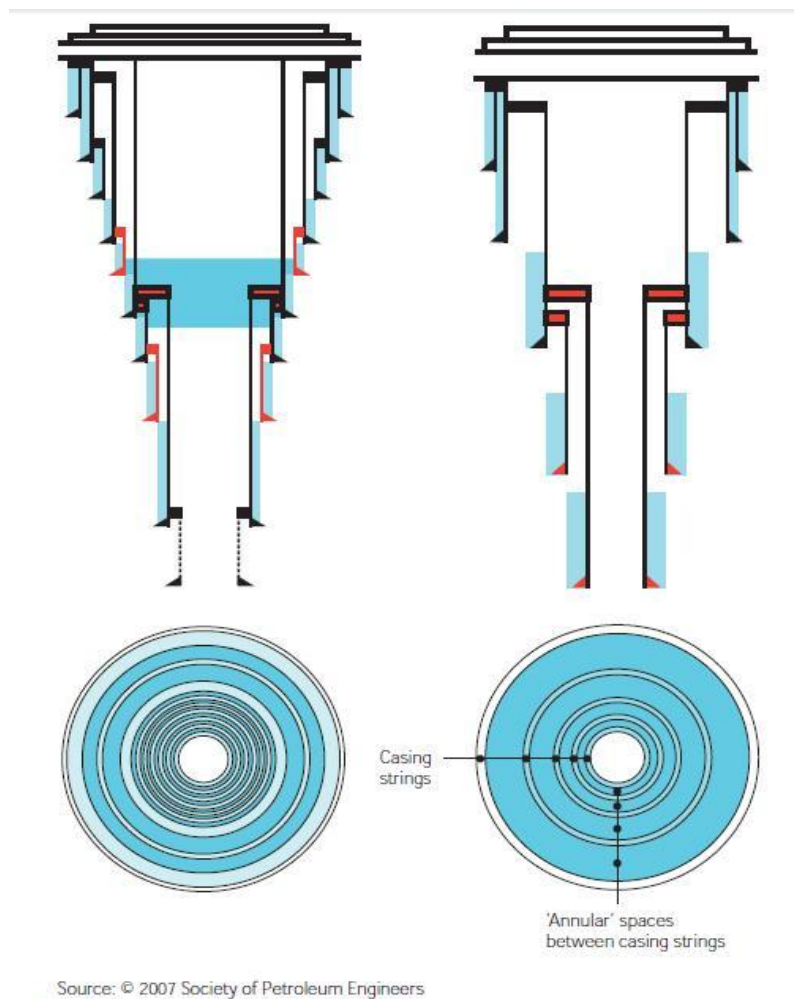
Η σωλήνωση επαφής χρησιμοποιείται για την υποστήριξη υποσυμπυκνωμένων σχηματισμών, την προστασία υδροφορέων με πόσιμο νερό έναντι ρύπανσης και την απομόνωση των αβαθών θυλάκων φυσικού αερίου. Συνήθως τσιμεντώνεται ως την επιφάνεια στις χερσαίες γεωτρήσεις και μέχρι τον πυθμένα στις θαλάσσιες γεωτρήσεις. Αυτή είναι η πρώτη στήλη σωλήνωσης πάνω στην οποία εγκαθίσταται το BOP. Αν χρησιμοποιείται επιφανειακό BOP, η στήλη αυτής της σωλήνωσης επιπλέον υποστηρίζει την κεφαλή της γεώτρησης, το Christmas tree και τις συνακόλουθες στήλες σωλήνωσης (Texas of Austin, 2005).

2.2.2.1. Αριθμός σωληνώσεων

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η γεωλογική πολυπλοκότητα αυξάνεται σε μία γεώτρηση σε βαθιά νερά. Αυτό, σε συνδυασμό με το στενό «παράθυρο» ανάμεσα στην πίεση των πόρων και στη βαθμίδα ρωγμάτωσης, επιβάλλει την εγκατάσταση πολλών σωληνώσεων, ώστε να επιτρέπεται η κατάλληλη αλλαγή των ειδικών βαρών της λάσπης. Στις γεωτρήσεις σε βαθιά νερά χρησιμοποιούνται συχνά μέχρι και 10 διαφορετικές σωληνώσεις, κάτι που διαφέρει σημαντικά από τις πέντε περίπου σωληνώσεις που χρησιμοποιούνται στις συμβατικές γεωτρήσεις (Εικόνα 2.3). Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, τα διατιθέμενα μεγέθη σωληνώσεων, έχουν αυξηθεί για να ικανοποιήσουν αυτή την απαίτηση.⁵ Με την αύξηση του αριθμού των σωληνώσεων που χρησιμοποιούνται, τα όρια ανοχής γίνονται πιο αυστηρά μέσα στη γεώτρηση ενώ απαιτείται ιδιαίτερη έμφαση στη διασφάλιση της ποιότητας.

Για να παρεμποδιστεί η φθορά και να διασφαλιστεί μια μακρά περίοδος παραγωγής, η οποία μπορεί να φτάσει τα 20 χρόνια, χρησιμοποιούνται σωληνώσεις με υψηλές προδιαγραφές για κρίσιμα τμήματα των γεωτρήσεων. Παρόλα αυτά, ακόμα και οι σωληνώσεις με την υψηλότερη κατηγορία χάλυβα μέσα σε μια γεώτρηση, δεν μπορούν ορισμένες φορές να ικανοποιήσουν τα κριτήρια του τυποποιημένου σχεδιασμού της γεώτρησης.

⁵ Ειδικοί τύποι σωλήνωσης δύναται πλέον να τοποθετούνται μέσα στη γεώτρηση και στη συνέχεια να επεκτείνονται επιτόπου, για να απομονώσουν μη σωληνωμένα τμήματα της γεώτρησης, χωρίς απαίτηση μείωσης της διαμέτρου της γεώτρησης.



Εικόνα 2.3: Σύγκριση ανάμεσα στον σχεδιασμό γεώτρησης σε ρηχά και βαθιά νερά. (Πηγή, SPE, 2007)

2.2.2.2. Όρυξη γεώτρησης σε σχηματισμούς άλατος

Πολλοί από τους σχηματισμούς «στόχους» για γεωτρήσεις σε βαθιά νερά, βρίσκονται κάτω από συμπαγείς αποθέσεις άλατος μεγάλου πάχους. Οι σχηματισμοί άλατος έχουν ιδιότητες που τους διαφοροποιούν από τους άλλους ιζηματογενείς σχηματισμούς. Έτσι, απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός για την αποφυγή προβλημάτων κατά την όρυξη. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι δύσκολο να ερευνηθούν γεωφυσικά δεδομένου ότι το αλάτι περιστέλλει την σεισμική ανάλυση (seismic resolution). Η έλλειψη διαθέσιμων σεισμικών δεδομένων επίσης περιπλέκει τη χαρτογράφηση του υποβάθρου και των σχηματισμών κάτω από το αλάτι. Η ταυτοποίηση του σχηματισμού κάτω από το αλάτι, και ο

προσδιορισμός των πιέσεων των πόρων του σχηματισμού αυτού είναι δύο από τα βασικότερα προβλήματα στο σχεδιασμό γεωτρήσεων μεγάλου βάθους (Lloyd's, 2011).

Μία ακόμα σημαντική ιδιότητα του άλατος είναι η χαμηλή του πυκνότητα. Δεδομένου ότι είναι ελαφρύτερο από τους υπερκείμενους σχηματισμούς, μπορεί να μετακινηθεί μέσα στη γεωλογική ακολουθία. Οι δόμοι άλατος σχηματίζονται όταν μεγάλοι λοβοί (lobes) άλατος ξεκινούν να μεταναστεύουν υπό την επίδραση βαρυτικών δυνάμεων, διαπερνώντας νεότερους πιο πυκνούς σχηματισμούς. Οι αλλαγές στο καθεστώς των τάσεων μέσα στους σχηματισμούς πάνω και κάτω από έναν δόμο άλατος, μπορούν να προκαλέσουν αβεβαιότητα κατά την όρυξη μιας γεώτρησης. Η κινητικότητα του άλατος μπορεί επίσης να προκαλέσει ερπυσμό, οπότε και η μάζα άλατος θα εισχωρήσει μέσα στη γεώτρηση. Ο ερπυσμός μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα βραχυπρόθεσμα προβλήματα, όπως το «κόλλημα» της διατρητικής στήλης, πράγμα το οποίο μπορεί υπό κανονικές συνθήκες να αντιμετωπιστεί αυξάνοντας το ειδικό βάρος της λάσπης διάτρησης. Προβλήματα που μπορεί να εξελίσσονται στο χρόνο, όπως η παραμόρφωση της σωλήνωσης που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ελέγχου της γεώτρησης, μπορεί να αποφευχθούν με τη χρήση σωλήνωσης με παχύτερα τοιχώματα κατά το σχεδιασμό της γεώτρησης (Lloyd's, 2011).

2.2.2.3. Αποθέσεις πίσσας

Οι αποθέσεις πίσσας εμφανίζονται συνήθως στη βάση σχηματισμών πυκνού άλατος σε γεωτρήσεις σε βαθιά νερά. Αυτοί οι παχύρρευστοι υδρογονάνθρακες είναι σχεδόν αδύνατο να εντοπιστούν σε σεισμικές τομές ενώ μπορεί να είναι αρκούντως ικανές να κινηθούν προς το εσωτερικό της γεώτρησης. Όταν η κεφαλή της γεώτρησης συναντήσει έναν ενεργό ορίζοντα πίσσας, είναι σχεδόν αδύνατο να σταματήσει κανείς τη ροή του και τα συνεπακόλουθα προβλήματα. Έχουν καταγραφεί σημαντικές καθυστερήσεις σε γεωτρήσεις οι οποίες προκλήθηκαν από πίσσα, με τμήματα της γεώτρησης να χρήζουν «αλλαγής πορείας» (side track)⁶, για την αποφυγή του προβλήματος. Στον Κόλπο του Μεξικού, μία γεώτρηση που εκτελούνταν από την Petrobras, καθυστέρησε 127 ημέρες με πρόσθετο

⁶ Side track: Όρυξη πλευρικού τμήματος

κόστος 55,8 εκατομμύρια δολάρια, όταν συνάντησε μία ζώνη πίσσας με έντονη κινητικότητα. Όταν μία γεώτρηση συναντήσει μία τέτοια περιοχή, η καλύτερη πρακτική είναι να συνεχιστεί γρήγορα η όρυξη, όπως αρχικά είχε σχεδιαστεί ως το τελικό βάθος και έπειτα να τοποθετηθεί σωλήνωση τέτοια ώστε να απομονώσει την ζώνη της πίσσας (Lloyd's, 2011).

2.2.3. Τσιμέντωση (Cementing)

Καθώς η έρευνα για υδρογονάνθρακες επεκτείνεται στον κόσμο, η τσιμέντωση των γεωτρήσεων αποτελεί μία πλευρά της κατασκευής τους με μοναδικά ζητήματα εξαιτίας του περιβάλλοντος βαθιών νερών και των συνθηκών της γεώτρησης. Για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου, τα κόστη της κατασκευής τους και τον μη παραγωγικό χρόνο, είναι σημαντικό να αντιληφθεί κανείς τους περιορισμούς της τσιμέντωσης σε βαθιά νερά, ορισμένες θεμελιώδεις καλές πρακτικές τσιμέντωσης, και να υπάρξει προσεκτικός προληπτικός σχεδιασμός για έκτακτες καταστάσεις που μπορεί να προκύψουν σε θέσεις κρίσιμες όπου η τσιμέντωση πρέπει να γίνει σωστά από την πρώτη φορά (Εικόνα 2.4) (Doherty, 2011).

Η μηχανική της όρυξης γεωτρήσεων σε βαθιά νερά είναι πολύ διαφορετική από την όρυξη στην ξηρά ή σε νερά με μικρό βάθος. Στα βαθιά νερά, οι πρώτες δύο ή τρεις σειρές σωλήνωσης εγκαθίστανται χωρίς σύνδεση με την εξέδρα. Η όρυξη χωρίς riser ουσιαστικά εξαλείφει κάθε μέσο άσκησης πίεσης στη γεώτρηση, εκτός από την πίεση που προέρχεται από τα διατρητικά ρευστά και τη φυσική στήλη νερού. Αυτό σημαίνει ότι οι εταιρείες ρευστών και τσιμέντωσης πρέπει να διαθέτουν πολύ εξειδικευμένα συστήματα και κατάρτιση του προσωπικού, έτσι ώστε να αντιμετωπίζουν και να ελέγχουν προβλήματα σχετικά με όρυξη χωρίς την ύπαρξη riser (Doherty, 2011).



Εικόνα 2.4: Διαδοχικές σωληνώσεις και τσιμεντώσεις που δεν έχουν εφαρμοστεί σωστά καθώς πρέπει κάθε φορά να είναι τοποθετημένη στο κέντρο η σωλήνωση και η τσιμεντώση να έχει παντού το ίδιο πάχος. (Πηγή: The American Oil & Gas Reporter)

Σε ορισμένες περιοχές, οι ροές νερού προερχόμενων από μικρά βάθη της γεώτρησης (shallow water flow - SWF) μπορεί να αποτελούν σημαντική ανησυχία, για παράδειγμα στον Κόλπο του Μεξικού και στο δέλτα του ποταμού Μισσισιππή. Αυτό το φαινόμενο συμβαίνει στις περιπτώσεις εκείνες που τα ιζήματα θάφτηκαν σχετικά γρήγορα (στον γεωλογικό χρόνο), παγιδεύοντας θαλασσινό νερό στους πόρους των ιζημάτων όταν αδιαπέρατα στρώματα ιζημάτων αργίλου ή σχιστόλιθου επικάθησαν. Τα αδιαπέρατα στρώματα παγίδευσαν το θαλασσινό νερό και η πίεση αυξάνεται όσο αυξάνεται το βάρος των υπερκειμένων. Όταν το κοπτικό της διατρητικής στήλης εισχωρεί στο αδιαπέρατο στρώμα, η πίεση εκτονώνεται προκαλώντας την μεταφορά, εκτός του σχηματισμού, μεγάλων ποσοτήτων ιζημάτων (Doherty, 2011).

Η βιομηχανία του πετρελαίου είναι καλά ενημερωμένη για τέτοια ζητήματα και παίρνει προληπτικά μέτρα για να αποτρέψει τις καταστροφικά γεγονότα. Δύο βασικές τεχνικές επιτρέπουν την ασφαλή όρυξη χωρίς τη χρήση riser. Η πρώτη είναι η ελεγχόμενη όρυξη, όπου θαλασσινό νερό εισπιέζεται από την επιφάνεια και η όρυξη προχωρά με ελεγχόμενο ρυθμό έτσι ώστε τα θρύμματα (drill cuttings) να αιωρούνται στο ρευστό αντί να αφαιρούνται από τη γεώτρηση. Τα θρύμματα αυτά αυξάνουν το ειδικό βάρος του ρευστού διάτρησης διατηρώντας το πάνω από την πίεση των πόρων της ζώνης SWF. Η δεύτερη

μέθοδος, η οποία συχνά καλείται «rump and dump», προϋποθέτει την εισπίεση λάσπης διάτρησης από την επιφάνεια ενώ επιτρέπει στα διατρηθέντα κομμάτια να κυκλοφορήσουν έξω από τη γεώτρηση αφού η λάσπη από μόνη της μπορεί να διατηρήσει την υδροστατική ισορροπία (Doherty, 2011).

Αυτές οι προσπάθειες να διατηρηθεί η υδροστατική ισορροπία μπορούν να αναιρεθούν κατά την τσιμεντώση του τμήματος του πηγαδιού στη ζώνη SWF και κατά τη μετάβαση του τσιμέντου από υγρό σε στερεό. Το υγρό τσιμέντο ασκεί όλη την υδροστατική πίεση που σχετίζεται με τα υγρά, αλλά όταν το τσιμέντο αρχίζει να στερεοποιείται, δεν είναι ούτε σε υγρή ούτε σε στερεή κατάσταση, αλλά έχει τη μορφή τζελ που ασκεί υδροστατική πίεση βασισμένη στη δύναμη αυτού του τζελ. Το τσιμέντο κατά την αλλαγή, ασκεί πολύ μικρές υδροστατικές πιέσεις που μπορεί να είναι μικρότερες από την αντίστοιχη υδροστατική πίεση της στήλης νερού. Γι' αυτό το λόγο, η τσιμεντώση σε ζώνες με SWF πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να αντισταθμίζεται αυτή η απώλεια πίεσης (Doherty, 2011).

Η βιομηχανία γενικά συμφωνεί στις ιδιότητες που απαιτούνται για την αντιστάθμιση της απώλειας πίεσης, αλλά οι μέθοδοι για να το επιτύχουν αυτό ποικίλλουν. Το πρόβλημα είναι περίπλοκο τόσο από γεωλογική όσο και θερμοκρασιακή άποψη. Καθώς οι σχηματισμοί που παρουσιάζουν SWF είναι αδύναμοι και υποσυμπυκνωμένοι, η πίεση ρωγμάτωσης είναι τυπικά χαμηλή, απαιτώντας τσιμέντο χαμηλού ειδικού βάρους για να αποφευχθεί η ρωγμάτωση του σχηματισμού. Επιπλέον, οι θερμοκρασίες των ρευστών διάτρησης σε βαθιά νερά είναι πολύ χαμηλές. Έτσι, οι γεωτρήσεις αυτές προϋποθέτουν την χρήση τσιμέντου χαμηλού ειδικού βάρους, που θα στερεοποιηθεί γρήγορα σε θερμοκρασίες κάτω από τους 15° C (Doherty, 2011).

Αφότου τοποθετηθεί η σωλήνωση και η κεφαλή της γεώτρησης, εγκαθίσταται ο αντιεκρηκτικός μηχανισμός (BOP) , επιτρέποντας την σύνδεση του πυθμένα με την εξέδρα. Υπάρχει ένα πολύ στενό εύρος μεταξύ της πίεσης των πόρων και της πίεσης ρωγμάτωσης του σχηματισμού και αυτό το στενό εύρος επιδρά στην όρυξη, στη σωλήνωση, στην τσιμεντώση, ακόμα και στην διέγερση του σχηματισμού κατά την ολοκλήρωση της γεώτρησης. Ο μηχανικός τσιμεντώσεων πρέπει προσεκτικά να ισορροπήσει το σχεδιασμό της τσιμεντώσης έτσι ώστε να επιτύχει την ιδανική πυκνότητα, το ιδανικό ιξώδες και

συγκεκριμένες ιδιότητες στο τσιμέντο. Χρησιμοποιώντας ένα εξελιγμένο μοντέλο λογισμικού, ο μηχανικός πρέπει να σχεδιάσει το τσιμέντο εκείνο που θα μετακινήσει την λάσπη διάτρησης και θα την αντικαταστήσει με τον πολφό (Doherty, 2011).

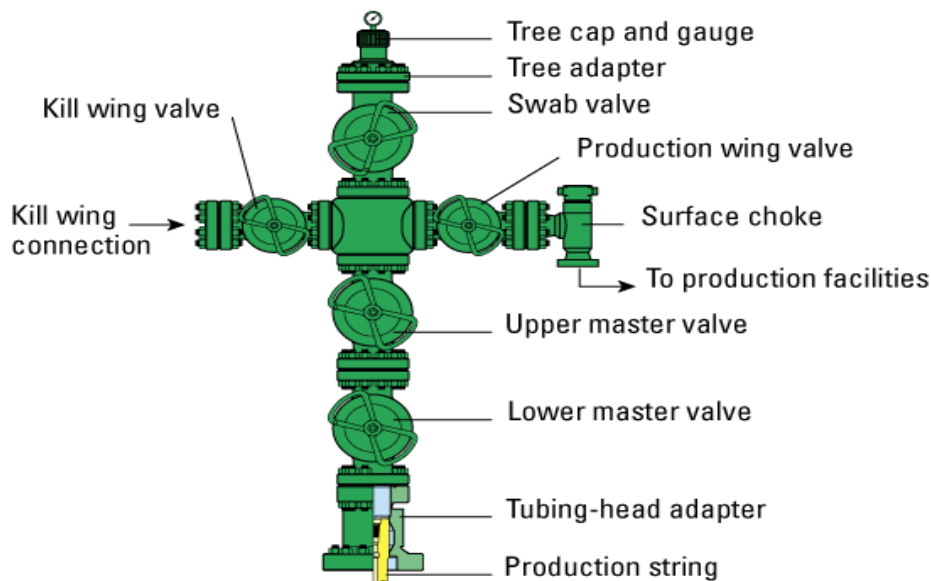
Τέλος, επειδή η παρέμβαση σε μια γεώτρηση σε βαθιά νερά είναι πρακτικά αδύνατη και οικονομικά απαγορευτική, ένα τελευταίο σημείο που πρέπει να λάβει κανείς υπόψη για τη ζωή μια τέτοιας γεώτρησης είναι η δομική ακεραιότητα του περιβλήματος της τσιμέντωσης. Πολλές εταιρείες εκμετάλλευσης είχαν την εμπειρία της πλήρους αστοχίας της σωλήνωσης ή της αστοχίας του περιβλήματος της τσιμέντωσης εξαιτίας τάσεων. Οι τάσεις αυτές στο περίβλημα μπορεί να είναι αποτέλεσμα υποχρεωτικών δοκιμών της σωλήνωσης, αλλαγών ρευστών, εργασιών διέγερσης ή εξάντλησης του ταμιευτήρα. Μερικές από τις αστοχίες του περιβλήματος προκύπτουν λόγω παγιδευμένης δακτυλιοειδούς πίεσης, άλλες εξαιτίας του ερπυσμού των σχηματισμών άλατος, και σε πολλές περιπτώσεις λόγω διαβρωτικών υγρών όπως υδρόθειου ή διοξειδίου του άνθρακα. Η καλύτερη άμυνα έναντι αυτών των συνθηκών είναι ο σωστός προληπτικός σχεδιασμός του πολφού που εισπιέζεται από εκπαιδευμένο προσωπικό χρησιμοποιώντας αξιόπιστο, αυτοματοποιημένο εξοπλισμό (Doherty, 2011).

2.2.4. Μηχανισμοί ασφάλειας (BOP, Christmas tree)

2.2.4.1. Χριστουγεννιάτικο δέντρο (Christmas tree)

Στην πετρελαϊκή βιομηχανία, «Χριστουγεννιάτικο δέντρο» (Christmas tree) ή απλά δέντρο είναι μία συστοιχία βαλβίδων, πηνίων, μανομέτρων, στραγγαλιστικών διατάξεων και εξαρτημάτων τοποθετημένων στην κεφαλή της γεώτρησης όταν αυτή ολοκληρωθεί με σκοπό τον έλεγχο της παραγωγής. Ονομάζεται έτσι λόγω της ομοιότητας του σχήματος του με ένα Χριστουγεννιάτικο δέντρο (Εικόνα 2.5) (Schlumberger glossary).

Τα μεγέθη και οι διατάξεις των trees ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο και τα χαρακτηριστικά της παραγωγής της γεώτρησης. Σε κάθε περίπτωση, το Christmas tree παρέχει βασικές και εφεδρικές εγκαταστάσεις ελέγχου για την φυσιολογική παραγωγή και την απομόνωση της γεώτρησης. Το Christmas tree επιπλέον ενσωματώνει εγκαταστάσεις με σκοπό την ασφαλή πρόσβαση για παρέμβαση στη γεώτρηση (Schlumberger glossary).



Εικόνα 2.5: Διάταξη Christmas tree (Πηγή: Schlumberger)

Τα περισσότερα πλωτά συστήματα παραγωγής και σχεδόν όλες οι ημιβυθιζόμενες, FPS και FPSO εξέδρες παράγουν πετρέλαιο και φυσικό αέριο από γεωτρήσεις με κεφαλή επάνω στον θαλάσσιο πυθμένα, που ονομάζονται «υποθαλάσσιες γεωτρήσεις». Αντίθετα με τις γεωτρήσεις από σταθερές εξέδρες και τις χερσαίες, οι υποθαλάσσιες γεωτρήσεις δεν επιτρέπουν στους χειριστές άμεση πρόσβαση στην κεφαλή της γεώτρησης για συντήρηση ή επανοκλήρωση (όρυξη προς νέους ταμιευτήρες μέσω υφιστάμενης γεώτρησης). Στην υποθαλάσσια γεώτρηση πάνω στον πυθμένα τοποθετείται η κεφαλή (wellhead), η οποία στηρίζει τη σωλήνωση της γεώτρησης στον πυθμένα και έναν φορέα/ άτρακτο (rod), πάνω στον οποίο τοποθετούνται βαλβίδες για τον έλεγχο της ροής και τη διακοπή της σε περίπτωση ανάγκης ή σε περίπτωση διαρροής στο riser. Αυτός ο φορέας ονομάζεται “επιπυθμένο Christmas tree” ή απλά “wet tree”.

Οι υποθαλάσσιες γεωτρήσεις είναι ακριβές, αλλά ίσως όχι όσο ακριβή είναι η εγκατάσταση μιας εξέδρας σε βαθιά νερά. Αν μία υποθαλάσσια γεώτρηση πάψει να παράγει ή ο ρυθμός της παραγωγής της πέσει κάτω από τα οικονομικά όρια, είναι απαραίτητο να γίνει η αφαίρεση του wet tree και η επισκευή της (workover)⁷ από κινητή γεωτρητική μονάδα (MODU). Αυτό μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά κοστοβόρα επιχείρηση

⁷ Workover: Η επισκευή ή διέγερση μιας υφιστάμενης γεώτρησης παραγωγής για την αποκατάσταση, την παράταση ή την ενίσχυση της παραγωγής υδρογονανθράκων. (Schlumberger Glossary)

και αν το αποτέλεσμα της διέγερσης είναι αμφίβολο, ο διαχειριστής μπορεί να επιλέξει αντ' αυτού να εγκαταλείψει τη γεώτρηση. Λόγω αυτού του γεγονότος, πολλοί από τους ταμειυτήρες από τους οποίους η παραγωγή γίνεται μέσω επιπυθμένων Christmas trees, ίσως εγκαταλειφθούν. Οι υποθαλάσσιες γεωτρήσεις ίσως οδηγήσουν επίσης, σε χαμηλότερη ανάκτηση εξαιτίας της «Φυσικής» του όλου εγχειρήματος. Οι στραγγαλιστικές διατάξεις και οι βαλβίδες που τοποθετούνται σε ένα υποθαλάσσιο Christmas tree οδηγούν σε πτώση της πίεσης της ροής του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου. Όταν η πίεση του σχηματισμού πέσει κάτω από ένα όριο, παύει να υπάρχει παραγωγή. Η διαφορά στην πίεση ανάμεσα σε μία υποθαλάσσια γεώτρηση και σε μια επιφανειακή μπορεί να φτάσει τα 1000 psi έναντι 100 psi.

Τα Christmas tree μπορούν να τοποθετηθούν είτε στον θαλάσσιο πυθμένα (wet tree) είτε στην εξέδρα (dry tree). Στις γεωτρήσεις σε βαθιά νερά, προτιμώνται λύσεις με χρήση dry tree, εξαιτίας του γεγονότος ότι η όρυξη και η πρόσβαση για παρεμβάσεις στις γεωτρήσεις παρουσιάζει ομοιότητα με τις πρακτικές σε ρηχά νερά. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι ημιβυθιζόμενες εξέδρες που προσφέρουν τις ίδιες λειτουργίες με τις εξέδρες τύπου TLP και τις εξέδρες τύπου SPAR, έχουν σε μεγάλο βαθμό αγνοηθεί γι' αυτό το λόγο (D'Souza et al).

Ωστόσο, οι φορείς εκμετάλλευσης είναι υποχρεωμένοι να επανεξετάσουν την στρατηγική αυτή καθώς η ανάπτυξη σε νερά βαθύτερα από 1500 m, εγείρει ανησυχίες σχετικά με την εμπορική ανταγωνιστικότητα και τα τεχνικά ζητήματα που συνδέονται με τα συστήματα dry tree. Υπάρχει, επίσης, μία παγκόσμια τάση προς την ευρύτερη χρήση των υποθαλάσσιων συστημάτων. Το αποτέλεσμα είναι η συνεχής βελτίωση της αξιοπιστίας των γεωτρητικών συστημάτων και της διαθεσιμότητας με παράλληλη μείωση του κόστους των γεωτρήσεων. Παγκοσμίως, το 70% των γεωτρήσεων σε περιβάλλοντα βαθιών νερών που είναι σε εξέλιξη ή έχουν προγραμματιστεί χρησιμοποιεί υποθαλάσσια συστήματα (D'Souza et al).

Η πρώτη εμπορική εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας, και η πρώτη ολοκλήρωση εγκατάστασης dry tree πάνω σε πλωτή εξέδρα, ήταν η Conoco Hutton TLP, στο Ηνωμένο Βασίλειο, στη Βόρεια Θάλασσα το 1984 (Mercier, et al 1980). Τα dry trees είναι εφικτά σε

μια εξέδρα τύπου TLP επειδή η κατασκευή περιορίζεται ως προς την ανύψωση (heave) από κατακόρυφους τένοντες ή προσδέσεις (tethers). Έτσι, περιορίζεται η σχετική κίνηση ανάμεσα στο riser και στη γάστρα και επιτρέπεται στις γραμμές ροής (flowlines) να παραμείνουν συνδεδεμένες κάτω από ακραίες καιρικές συνθήκες. Η εξέδρα τύπου Spar για βαθιά νερά, δεν περιορίζει τις ανυψωτικές κινήσεις, αλλά οι σχετικές μετατοπίσεις της είναι επαρκώς ήπιες τόσο ώστε το riser να μπορεί να υποστηριχτεί από ανεξάρτητα δοχεία πλευστότητας (independent buoyancy cans) που οδηγούνται στον κεντρικό θάλαμο της εξέδρας Spar.

Οι εξέδρες με dry trees έχουν χώρο ειδικό για την εγκατάσταση τους. Το μέγεθος του Χριστουγεννιάτικου δέντρου υπαγορεύεται από τον αριθμό των γεωτρήσεων και τη διάταξη. Ο εξοπλισμός πρέπει να τοποθετηθεί γύρω από τον χώρο της γεώτρησης. Τα επιφανειακά δέντρα είναι σχεδιασμένα για πλήρη απομόνωση των πιέσεων του ταμιευτήρα. Ένας μεγάλος παραγωγικός σωλήνας απαιτείται στο κατάστρωμα και μια ικανή να ολισθήσει εξέδρα (skiddable rig) απαιτείται για την μεμονωμένη παρέμβαση στη γεώτρηση (D'Souza et al).

Οι εξέδρες με wet trees έχουν ένα κεντρικό άνοιγμα απ' όπου περνούν οι υποθαλάσσιοι risers, BOP και τα trees. Οι risers και οι BOP είναι βαρείς και απαιτούν εκτεταμένη περιοχή του καταστρώματος για αποθήκευση και χειρισμό. Όμως, τα wet trees είναι τοποθετημένα στον πυθμένα της θάλασσας ενώ η εξέδρα της γεώτρησης είναι σταθερή (D'Souza et al).

Οι εξέδρες με dry tree απαιτούν μεγαλύτερη έκταση καταστρώματος και δημιουργούν μεγαλύτερες προκλήσεις για την οργάνωση του εξοπλισμού σε σχέση με τα wet trees με συγκρίσιμη λειτουργικότητα και ασφάλεια. Αυτά τα μειονεκτήματα εν μέρει ουδετεροποιούνται λόγω των βαρύτερων risers, και BOP που απαιτούνται στις υποθαλάσσιες γεωτρήσεις. Το χάσμα στενεύει ή αυξάνει με τον αριθμό των γεωτρήσεων (D'Souza et al).

Η διαφοροποίηση του κεφαλαιακού κόστους μεταξύ των συστημάτων με wet και dry trees είναι μία συνάρτηση του βάθους νερού και ποικίλλει για γεωτρήσεις με κανονικές πιέσεις. Η διαφοροποίηση του κόστους είναι σχετικά μικρή ανάμεσα στα 1200 m και τα 1800 m, αλλά μετά τα 1800 m ευνοούνται τα wet trees. Η διαφοροποίηση του κόστους

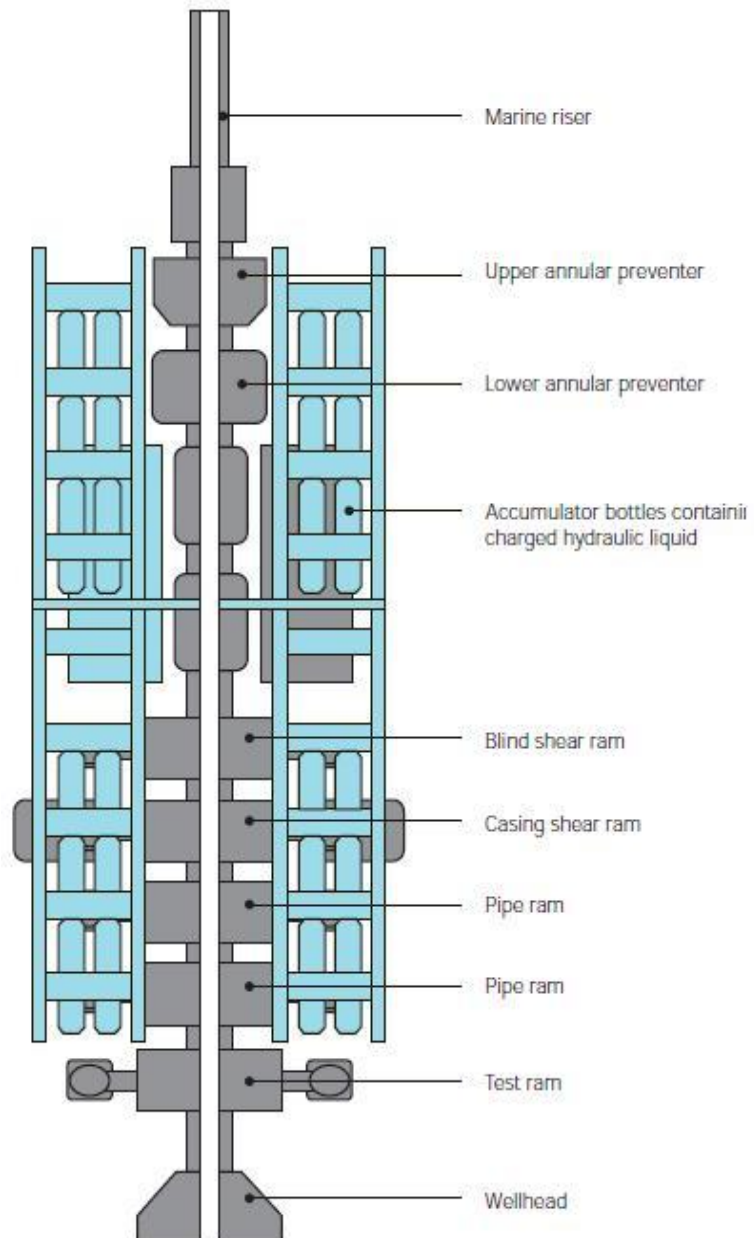
ανάμεσα στα συστήματα αυτά αυξάνει σημαντικά για γεωτρήσεις με πολύ υψηλές πιέσεις. Ο κύριος λόγος για αυτή τη διαφορά είναι ότι υπάρχει ένας riser παραγωγής για κάθε dry tree και δύο riser παραγωγής ανά τέσσερις (ή περισσότερες) γεωτρήσεις με wet tree. Το υγρό βάρος του dry tree με διπλό φραγμό και το μέγεθος των δοχείων αέρα αυξάνει σημαντικά με το βάθος του νερού και την εσωτερική πίεση σχεδιασμού (D'Souza et al).

2.2.4.2. Αντιεκρηκτικός Μηχανισμός Ασφαλείας (Blowout Preventer-BOP)

Ο αντιεκρηκτικός μηχανισμός ασφαλείας (BOP) είναι μία μεγάλη, ειδική βαλβίδα ή παρόμοια μηχανολογική συσκευή, που τοποθετείται σε στοίβες προκειμένου να σφραγίσει, να ελέγξει και να παρακολουθήσει τις γεωτρήσεις. Τα BOPs αναπτύχθηκαν για να αντιμετωπίσουν ακραίες ασταθείς πιέσεις και την ανεξέλεγκτη ροή. Οι αιφνίδιες εισροές αερίου (kicks) μπορούν να οδηγήσουν σε ένα ενδεχόμενο καταστροφικό γεγονός, όπως μία έκρηξη. Ταυτόχρονα με τον έλεγχο των πιέσεων και της ροής, τα BOPs χρησιμεύουν για την αποφυγή της μετατόπισης της σωλήνωσης, των εργαλείων και του ρευστού διάτρησης από τη γεώτρηση. Τα BOPs είναι κρίσιμα για την ασφάλεια του προσωπικού, του γεωτρήπανου, του περιβάλλοντος και για την παρακολούθηση και συντήρηση της ακεραιότητας της γεώτρησης (Chakrabarti, 2005).

Κατ' αντιστοιχία με τα wet και dry trees, η όρυξη μπορεί να γίνει με υποθαλάσσιο BOP ή με BOP τοποθετημένο στην εξέδρα (επιφανειακό). Το BOP παρέχει τη δυνατότητα ασφαλούς απομόνωσης στην περίπτωση μιας απροσδόκητης απελευθέρωσης πίεσης από τη γεώτρηση κατά τη διάρκεια της όρυξης. Οι ερευνητικές γεωτρητικές μονάδες απασχολούν ένα υποθαλάσσιο BOP και έναν riser χαμηλής πίεσης. Το riser της γεώτρησης μπορεί να αποσυνδεθεί από το BOP σε περίπτωση ανάγκης. Τα περισσότερα πλωτά παραγωγικά συστήματα με δυνατότητα όρυξης χρησιμοποιούν επιφανειακό BOP. Ο riser σε αυτή την περίπτωση πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να φέρει την πίεση της γεώτρησης, και η εξέδρα και το σύστημα αγκύρωσής της πρέπει να είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να μπορούν να το υποστηρίξουν ακόμα και στις πιο ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες. Μόνο οι εξέδρες τύπου TLPs και τύπου Spar μπορούν να πραγματοποιήσουν γεωτρήσεις με επιφανειακό BOP.

Το BOP χρησιμοποιείται για να απομονώνει τη γεώτρηση στο βυθό της θάλασσας και η κύρια λειτουργία του είναι να διακόπτει τη ροή σε περίπτωση που εμφανιστεί μία κατάσταση που απαιτεί έλεγχο των πιέσεων της γεώτρησης (Εικόνα 2.6). Το BOP περιλαμβάνει μία σειρά κατάλληλων μηχανολογικών βαλβίδων και άλλων διατάξεων έτσι ώστε να απομονώνεται είτε όλη η γεώτρηση είτε να κλείνει γύρω από κάποιο εμπόδιο, όπως για παράδειγμα τη διατρητική στήλη. Σε ακραίες καταστάσεις, ίσως είναι απαραίτητο να κοπεί η διατρητική στήλη⁸ έτσι ώστε να μπορεί να σφραγιστεί πλήρως όλη η διατομή του BOP (Lloyd's, 2011).



Εικόνα 2.6: Σχηματικό διάγραμμα του BOP (Πηγή: Andrew Rees)

πιέσεις της τάξης των 15.000 psi, μόνο ένας κατασκευαστής παράγει αυτή τη στιγμή

⁸ Αυτό γίνεται με τη χρήση εμβόλων διάτμησης (shear rams).

μονάδες των 20.000 psi. Όμως, η βιομηχανία έχει αναγνωρίσει την ανάγκη για BOPs με ικανότητα μέχρι και 25.000 psi, έτσι ώστε να ορύσσονται με ασφάλεια στο μέλλον γεωτρήσεις σε πολύ βαθιά νερά, όπου επικρατούν υψηλές πιέσεις και υψηλές θερμοκρασίες (HPHT) (Lloyd's, 2011).

Ένα ακόμη παράδειγμα της τεχνολογίας, που προσπαθεί να συμβαδίσει με τις απαιτήσεις της βιομηχανίας, είναι η αμφισβητήσιμη αξιοπιστία των εμβόλων διάτμησης (shear rams) τα οποία επιτυχώς μπορούν να τμήσουν τον υψηλής κατηγορίας χάλυβα των διατρητικών στελεχών ενώ αυτά τελούν υπό πλήρη λειτουργία. Ως αποτέλεσμα, επιπλέον απαιτήσεις προστέθηκαν πρόσφατα στους ήδη υπάρχοντες κανονισμούς που καθορίζουν τη ρύθμιση των BOPs προκειμένου να διασφαλίζεται επαρκής ικανότητα, εφεδρεία μέσω και διατμητική ικανότητα τέτοια ώστε να αποφεύγεται η απώλεια του ελέγχου της γεώτρησης (Lloyd's, 2011).

2.3.4.3. Σωλήνας σύνδεσης κεφαλής υποθαλάσσιας γεώτρησης και εξέδρας (Riser)

Τα risers λειτουργούν σαν αγωγοί (conduits) για τη μεταφορά υλικών από τον θαλάσσιο πυθμένα στις εγκαταστάσεις όρυξης και παραγωγής επάνω στην επιφάνεια του νερού, καθώς και από τις εγκαταστάσεις αυτές στον πυθμένα της θάλασσας. Τα risers είναι ένα είδος αγωγού που αναπτύχθηκε για αυτό το είδος κάθετης μεταφοράς. Είτε εξυπηρετούν την παραγωγή ή την εισαγωγή / εξαγωγή των υλικών, τα risers αποτελούν τη σύνδεση μεταξύ των εγκαταστάσεων πάνω στον πυθμένα και των εγκαταστάσεων όρυξης και παραγωγής πάνω στην εξέδρα (Rigzone, 2013).

Όπως οι αγωγοί (pipelines) ή οι γραμμές ροής (flowlines), τα risers μεταφέρουν τους παραγομένους υδρογονάνθρακες, καθώς επίσης και υλικά παραγωγής όπως: ρευστά εισπίεσης, ρευστά ελέγχου και εισπιεζόμενο αέριο. Τα risers, ανάλογα με τις πιέσεις που δέχονται λόγω του βάθους, μπορεί να είναι είτε εύκαμπτα είτε όχι (Rigzone, 2013).

Υπάρχουν διάφορα είδη risers που περιλαμβάνουν:

- τα προσδεμένα risers (attached risers),
- τα risers μέσω κεντρικού σωλήνα (pull tube risers),
- τα χαλύβδινα αλυσσοειδή risers (steel catenary risers),
- τα εντεταμένα στην κορυφή risers (top-tensioned risers),

- τα risers-πύργοι (riser towers),
- τα εύκαμπτα risers (flexible risers),
- τα riser όρυξης (drilling riser).

Ο πρώτος τύπος riser, τα προσδεμένα risers (attached risers) χρησιμοποιούνται σε σταθερές εξέδρες, σε εύκαμπτους πύργους και κατασκευές βαρύτητας από σκυρόδεμα (concrete gravity structures). Τα προσδεμένα risers προσδένονται στο πλάι των σταθερών εγκαταστάσεων, συνδέοντας τον πυθμένα με τις εγκαταστάσεις παραγωγής στην επιφάνεια. Συνήθως, κατασκευάζονται σε τμήματα με το τμήμα πιο κοντά στον πυθμένα να συνδέεται με έναν αγωγό εξαγωγής ή γραμμή ροής. Στη συνέχεια, προστίθενται τμήματα από τον πυθμένα προς τα πάνω μέχρι το πλάι της εγκατάστασης όπου τελικά, το riser συνδέεται με τον εξοπλισμό επεξεργασίας πάνω στην εγκατάσταση (Rigzone, 2013).

Σε σταθερές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται επίσης τα risers μέσω κεντρικού σωλήνα (pull tube risers) τα οποία είναι αγωγοί ή γραμμές ροής που κοχλιώνονται στο κέντρο της εγκατάστασης. Ένας αγωγός μεγαλύτερης διατομής από αυτή του riser είναι προεγκατεστημένος πάνω στην εξέδρα. Στη συνέχεια, ένα συρματόσχοινο συνδέεται με έναν αγωγό ή γραμμή ροής που βρίσκεται στον πυθμένα και με την έλξη του συρματόσχοινου προς τα πάνω εξελίσσεται η ανάπτυξη του riser από τον πυθμένα ως το κατάστρωμα.

Τα χαλύβδινα αλυσοειδή risers (steel catenary risers) βασίζονται στην ίδια αρχή με την οποία κατασκευάζονται οι κρεμαστές γέφυρες. Χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τον πυθμένα με τις εγκαταστάσεις παραγωγής στην επιφάνεια, καθώς επίσης, και για να συνδέουν δυο πλωτές εξέδρες. Είναι συνήθως τύπος riser σε εξέδρες τύπου TLP, FPSO και Spar, και επιπλέον σε σταθερές κατασκευές, εύκαμπτους πύργους και κατασκευές βαρύτητας. Ενώ αυτός ο τύπος καμπύλου riser μπορεί να αντέξει ορισμένες μετατοπίσεις, η υπέρμετρη μετατόπιση μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα (Rigzone, 2013).

Τα εντεταμένα στην κορυφή risers (Top-tensioned risers) χρησιμοποιούνται σε εξέδρες τύπου TLP και Spar. Είναι τελείως κατακόρυφα συστήματα που καταλήγουν ακριβώς κάτω από τις εγκαταστάσεις. Αν και αγκυροβολημένες, αυτές οι πλωτές εγκαταστάσεις είναι σε θέση να κινούνται πλευρικά με τον άνεμο και τα κύματα. Επειδή τα άκαμπτα risers είναι, επίσης, στερεωμένοι στον πυθμένα, κάθετη μετατόπιση λαμβάνει

χώρα μεταξύ της κορυφής του riser και του σημείου σύνδεσής του επί της εγκατάστασης. Υπάρχουν δύο λύσεις για αυτό το πρόβλημα. Ένας αντισταθμιστής κίνησης μπορεί να τοποθετηθεί στο σύστημα τάνυσης του riser, στο επάνω μέρος αυτού, το οποίο διατηρεί το riser υπό σταθερή ένταση⁹. Ακόμη, πλευστά κουτιά, μπορούν να τοποθετηθούν γύρω από τον riser για να επιπλέει. Κατόπιν, η κορυφή του άκαμπτου κατακόρυφου riser top-tensioned είναι συνδεδεμένη με την εγκατάσταση με εύκαμπτο αγωγό, ο οποίος είναι ικανός να δεχθεί τις κινήσεις της εγκατάστασης (Rigzone, 2013).

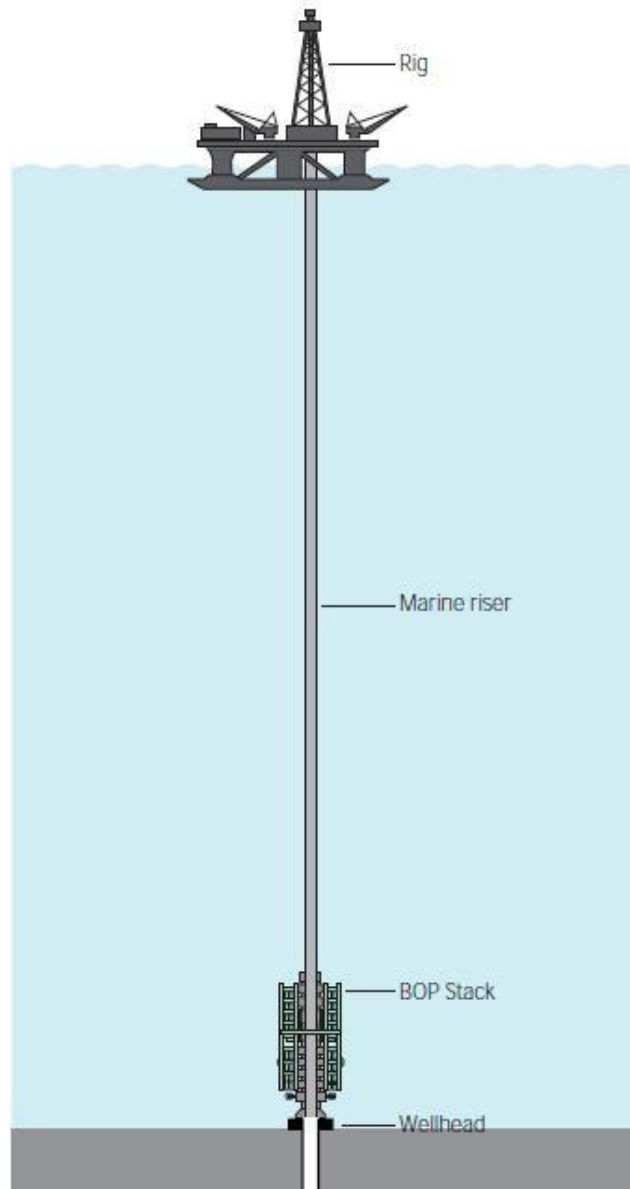
Τα risers-πύργοι (Riser towers) είναι ιδανικά για πολύ μεγάλο βάθος. Κατασκευάστηκαν αρχικά για να αυξήσουν το ύψος του riser ώστε να φτάνει ως τα FPSO πάνω στην επιφάνεια της θάλασσας. Αυτός ο τύπος riser περιλαμβάνει ένα λεπτό χαλύβδινο πύργο (steel column tower) που φτάνει σχεδόν μέχρι την επιφάνεια της θάλασσας, όπου στην κορυφή υπάρχει μια μεγάλη δεξαμενή άνωσης (buoyancy tank). Τα risers βρίσκονται στο εσωτερικό του πύργου, εκτεινόμενοι από τον πυθμένα έως την κορυφή του πύργου και τη δεξαμενή. Η άνωση στη δεξαμενή κρατάει τα risers σταθερά στη θέση τους. Τελικά, τα εύκαμπτα risers συνδέονται με τα κατακόρυφα τα οποία καταλήγουν στις εγκαταστάσεις (Rigzone, 2013).

Τα εύκαμπτα risers, αποτελούν ένα υβρίδιο που μπορεί να διαχειριστεί διαφορετικές καταστάσεις, καθώς μπορούν να ανθίστανται τόσο στην κατακόρυφη όσο και την οριζόντια κίνηση, καθιστώντας αυτόν τον τύπο riser, ιδανικό για πλωτές εγκαταστάσεις. Αυτός ο εύκαμπτος σωλήνας χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να συνδέσει τον παραγωγικό εξοπλισμό μιας πλωτής εγκατάστασης με τα risers παραγωγής και εξαγωγής, αλλά πλέον χρησιμοποιείται και ως κύρια επιλογή (Rigzone, 2013).

Ενώ τα risers παραγωγής και εισαγωγής/εξαγωγής μεταφέρουν υδρογονάνθρακες και υλικά παραγωγής κατά την παραγωγική φάση της γεώτρησης, τα risers όρυξης συνδέουν προσωρινά τη γεώτρηση με την επιφάνεια και προστατεύουν το θαλάσσιο περιβάλλον από διαρροές λάσπης διάτρησης.

⁹ Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαστολή ή τη συστολή του συστήματος αυτού ανάλογα με τις κινήσεις της εγκατάστασης.

Κατά τη διάρκεια της χρήσης τους, οι αντιακρηκτικοί μηχανισμοί ασφάλειας (blowout preventers ή BOPs) είναι πάντα συνδεδεμένοι με την κεφαλή της γεώτρησης και συνήθως βρίσκονται πάνω στον θαλάσσιο πυθμένα σε κάθε γεώτρηση που ορύσσεται από πλωτή εξέδρα. Για να συνδεθεί το επάνω μέρος του αντιακρηκτικού μηχανισμού ασφάλειας με την εξέδρα χρησιμοποιείται ένας ειδικού τύπου σωλήνας που ονομάζεται riser (εικόνα 2.7). Το riser, το οποίο αποτελεί ουσιαστικά επέκταση της γεώτρησης από τον θαλάσσιο πυθμένα έως την εξέδρα μέσα από τη στήλη νερού, πρέπει να έχει μία ελάχιστη εσωτερική διάμετρο (συνήθως 19,5 in) όχι μικρότερη από τη μεγαλύτερη σωλήνωση που σχεδιάζεται να εγκατασταθεί στην γεώτρηση μετά την έναρξη χρήσης του BOP.



Εικόνα 2.7: Απλοποιημένο διάγραμμα που δείχνει τη σύνθεση του εξοπλισμού ανάμεσα στην εξέδρα και στην υποθαλάσσια γεώτρηση. (Πηγή: Andrew Rees)

Είναι θεμελιώδεις τα risers, που μπορεί να φτάνουν σε μήκος τα 10.000 ft, να διατηρούνται υπό τάση (Lloyd's, 2011). Πάνω στο riser προσαρμόζονται διατάξεις πλεύσης (buoyancy modules) για να διαχειριστούν τις κατά μήκος εφελκυστικές τάσεις και να ελαφρύνουν το βάρος του στην επιφάνεια. Έτσι είναι το βάρος της σωλήνωσης και της διατηρητικής στήλης, τα οποία δεν διαθέτουν διατάξεις τεχνητής πλευστότητας, που θέτουν σε δοκιμασία την ικανότητα του πύργου της εξέδρας και του riser σε γεωτρήσεις σε βαθιά

νερά. Οι σύγχρονες μονάδες όρυξης γεωτρήσεων σε βαθιά νερά έχουν riser ικανά να φέρουν βάρη μέχρι 1200 τόνους.

Για να γεμίσει ένα riser μήκους 10.000 ft, απαιτούνται 4.500 βαρέλια λάσπης. Η χωρητικότητα της γεώτρησης κάτω από τον θαλάσσιο πυθμένα μπορεί να διπλασιάσει αυτό τον όγκο και οι σύγχρονες εξέδρες είναι σχεδιασμένες να φιλοξενούν έως 20.000 βαρέλια λάσπης στις δεξαμενές τους. Για να διατηρηθεί αυτή η ποσότητα λάσπης σε κυκλοφορία, οι αντλίες λάσπης της εξέδρας πρέπει να διαθέτουν την απαιτούμενη ισχύ λειτουργίας, η οποία είναι 7500 psi κατ' ελάχιστον. Πρόσθετες αντλίες και αγωγοί χρησιμοποιούνται συχνά για την υποβοήθηση της κυκλοφορίας της λάσπης διάτρησης κατά την επιστροφή της μέσω του riser, καθώς αυτή περιέχει πολύ μεγάλες ποσότητες θρυμμάτων κατά τη διάρκεια περιόδων ταχείας όρυξης (Lloyd's, 2011).

2.3.5. Τηλεχειριζόμενα οχήματα (Remotely Operated Vehicles, ROVs)

Τα τηλεχειριζόμενα οχήματα (Remotely Operated Vehicles, ROVs) είναι υποβρύχια ρομπότ που επιτρέπουν στο χειριστή να βρίσκεται πάνω από το νερό. Συνδέονται στο επάνω μέρος τους με σύνδεσμο τροφοδοσίας μέσω του οποίου διέρχονται καλώδια επικοινωνίας, ρεύματος και πληροφορίες.

Μερικά τηλεχειριζόμενα ρομπότ έχουν οπτικές συσκευές (κάμερες) ώστε να μεταδίδουν υποβρύχιες εικόνες και πρόσθετα εργαλεία που ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του τηλεχειριζόμενου ρομπότ που χρησιμοποιείται κάθε φορά. Για παράδειγμα, μερικά ROVs έχουν πολλαπλά χειριστήρια ώστε να διεξάγουν διάφορες λειτουργίες σε βάθος μέχρι και 3.000m (Rigzone, 2013).

Καθώς η τεχνολογία και οι δυνατότητες των ROVs έχουν βελτιωθεί σημαντικά, πλέον η πετρελαϊκή βιομηχανία στηρίζεται πάνω τους για εργασίες υποστήριξης της όρυξης και υποβρυχίων κατασκευαστικών υπηρεσιών ώστε να επιτρέψουν την έρευνα και ανάπτυξη σε μεγαλύτερα βάθη παγκοσμίως (Rigzone, 2013).

Οι δύτες έχουν τη δυνατότητα να καταδύονται σε ορισμένα βάθη. Οι απαιτήσεις και οι κίνδυνοι κατάδυσης σε μεγάλα βάθη καθιστούν την κατάδυση δυτών μη εφικτή. Τα ROVs

σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να ξεπεραστούν οι περιορισμοί της ανθρώπινης φύσης και πλέον αποτελούν αναπόσπαστο εργαλείο για την πετρελαϊκή βιομηχανία (Rigzone, 2013).

Η πρώτη ιδέα ώστε να χρησιμοποιηθούν ρομποτικά οχήματα σε καταδύσεις αναπτύχθηκε στα μέσα του 1960, με τα λεγόμενα επανδρωμένα οχήματα (Human Occupied Vehicle, HOV), αλλά και πάλι, λόγω του ανθρώπινου παράγοντα, ήταν ανέφικτη η κατάδυση στο απαιτούμενο βάθος.

Το μέγεθος των ROVs μπορεί να ποικίλλει από το μέγεθος ενός παπουτσιού μέχρι αυτό ενός αυτοκινήτου. Οι λειτουργίες τους ποικίλλουν, επίσης, από το να μεταφέρουν απλά μια κάμερα μέχρι να καταγράφουν και να παρατηρούν το υποβρύχιο περιβάλλον απαιτώντας την εξόπλισή τους με πολλαπλά εργαλεία που εκτελούν πολυάριθμες υποβρύχιες λειτουργίες (Rigzone, 2013).

Η πιο μικρή έκδοση των ROVs είναι τα μικρά ηλεκτρικά οχήματα (Εικόνα 2.8) (small electric vehicles) και χρησιμοποιούνται πρωτίστως για παρατήρηση και παρακολούθηση εργασιών. Αυτά τα ρομπότ απλά μεταφέρουν μια κάμερα και καταδύονται σε βάθη όχι μεγαλύτερα από 300 m.



Εικόνα 2.8: Μικρό ηλεκτρικό τηλεχειριζόμενο όχημα (Πηγή: ROV Technology Committee)

Τα μεγάλης ικανότητας ηλεκτρικά ROV (*High Capability Electric ROVs*) είναι ρομπότ μεγαλύτερου μεγέθους. Έχουν τη δυνατότητα να καταδύονται σε βάθος μέχρι και 6.000 μέτρα. Ωστόσο, και αυτά είναι εξοπλισμένα μόνο με κάμερες και δεν εκτελούν άλλες λειτουργίες, καθώς δεν έχουν μεγάλη παροχή ρεύματος. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν για ερευνητικές και στρατιωτικές επιχειρήσεις, καθώς γενικά δεν έχουν την δυνατότητα να διεξάγουν βαριές εργασίες που χρειάζονται στην πετρελαϊκή βιομηχανία (Rigzone, 2013).

Ο επόμενος τύπος ROV είναι το Work Class Vehicle. Έχει ηλεκτρική και υδραυλική τροφοδοσία, επιτρέποντας του να εκτελεί πιο βαριές εργασίες από τους προηγούμενους τύπους. Χρησιμοποιείται κυρίως ως υποστηρικτικό εργαλείο στον τομέα της όρυξης και της κατασκευής, όπως και στην επιθεώρηση των υποθαλάσσιων αγωγών.

Ο πιο εξελιγμένος τύπος ROV είναι το Heavy Work Class Vehicle ROV. Αυτός ο τύπος είναι ικανός να εκτελεί εργασίες σε βάθη μέχρι 3000 m με ικανότητα ανύψωσης έως 5 τόνους. Επιπρόσθετα, διαθέτει πολλαπλά χειριστήρια και βραχίονες (grabbers) που του επιτρέπουν να εκτελεί υποθαλάσσιες εργασίες πρόσδεσης αλλά και εργασίες εγκατάστασης σε πολύ βαθιά νερά (deepwater installation).

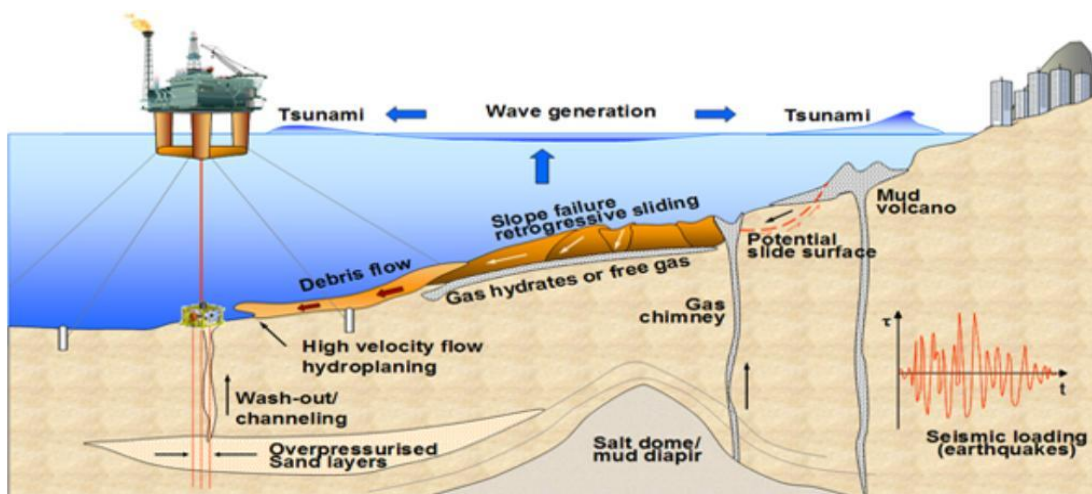
Καθώς η πετρελαϊκή βιομηχανία κινείται σε πιο βαθιά υποθαλάσσια περιβάλλοντα, τα ROVs θα γίνουν ακόμα πιο απαραίτητο εργαλείο στην έρευνα και ανάπτυξη θαλάσσιων κοιτασμάτων.

2.3. Φυσικοί κίνδυνοι που παρουσιάζονται στις θαλάσσιες γεωτρήσεις σε βαθιά νερά

Κατά την έναρξη εργασιών έρευνας σε βαθιά νερά, πρέπει κατά προτεραιότητα να ληφθούν υπόψη ορισμένες θαλάσσιες περιβαλλοντικές παράμετροι. Αυτές είναι το βάθος του στόχου, το βάθος του νερού, τα θαλάσσια ρεύματα, οι καιρικές συνθήκες, το ύψος των κυμάτων, η θερμοκρασία στην επιφάνεια και στον πυθμένα της θάλασσας καθώς και η χλωρίδα και η πανίδα της περιοχής. Κατόπιν, πρέπει να εκτιμηθούν και οι δυνητικοί γεωλογικοί κίνδυνοι (Blischke at al, 2012).

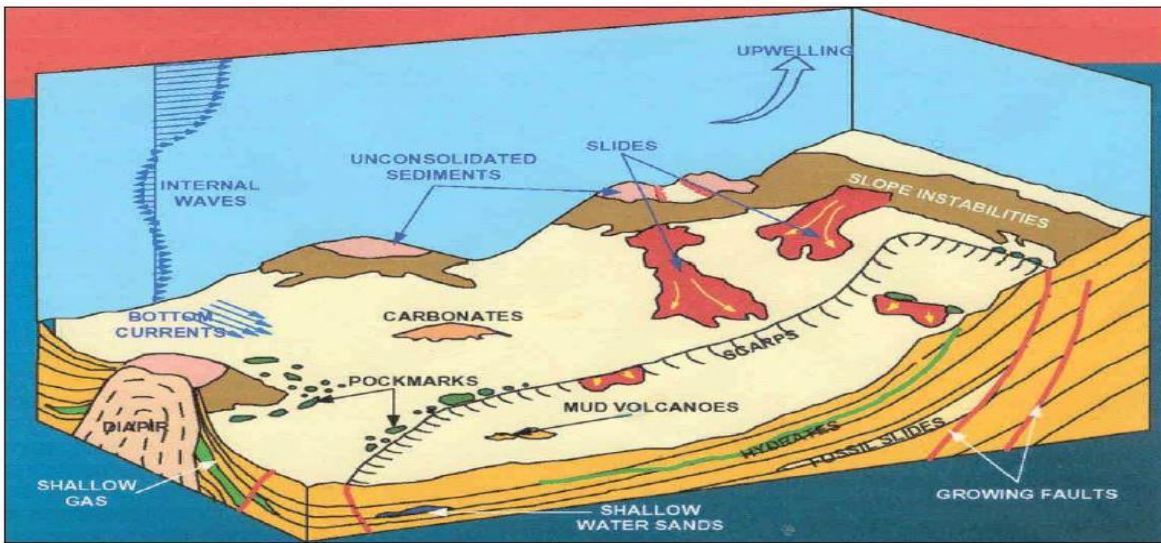
Ως γεωλογικός κίνδυνος ορίζεται «μία γεωλογική κατάσταση, η οποία αντιπροσωπεύει ή έχει τη δυνατότητα να εξελιχθεί περαιτέρω κατά τρόπο που οδηγεί σε βλάβη ή ανεξέλεγκτο κίνδυνο». Γεωλογικοί κίνδυνοι εντοπίζονται σε όλα τα μέρη της γης και είναι πάντα σχετικοί με τις γεωλογικές συνθήκες και τις γεωλογικές διεργασίες, είτε τις πρόσφατες είτε του παρελθόντος. Οι σημαντικότεροι θαλάσσιοι γεωλογικοί κίνδυνοι (Εικόνα 2.9) περιλαμβάνουν (International Centre for Geohazards, 2010):

- i. την αστάθεια πρανών και τις μετακινήσεις μαζών (mass wasting processes) συμπεριλαμβανομένων των ροών φερτών υλικών (debris flows) και των βαρυτικών ροών (gravity flows),
- ii. τα φαινόμενα πίεσης πόρων π.χ. συγκεντρώσεις αερίου σε μικρό βάθος, υδρίτες φυσικού αερίου, αβαθείς υδροφορείς, διαπυρισμός λάσπης και λασποηφαίστεια, διαφυγές ρευστών (fluidments), υποβρύχιοι κρατήρες λόγω διαφυγής αερίου (rockmarks),
- iii. τη σεισμικότητα.



Εικόνα 2.9: Σχηματικό διάγραμμα των κύριων θαλάσσιων γεωλογικών κινδύνων (Πηγή: <http://www.ngi.no/en/Geohazards/Research/Offshore-Geohazards/>)

Επιπρόσθετα, υπάρχουν ορισμένοι ακόμα γεωλογικοί κίνδυνοι που εντοπίζονται σε γεωτρήσεις σε βαθιά νερά. Τέτοιοι είναι: η διάβρωση, η τοπογραφία του πυθμένα, ο ερπυσμός της άμμου, οι μη συμπυκνωμένες άμμοι, οι αβαθείς υπερπίεσεις, η παραμόρφωση του βυθού κ.λπ. (Εικόνα 2.10) (Fugro GeoConsulting, Geophysics and Geohazards).



Εικόνα 2.10: Σχηματική απεικόνιση κινδύνων γεωλογικής φύσης στον θαλάσσιο πυθμένα. (Πηγή: Fugro GeoConsulting, Geophysics and Geohazards, March 2010)

Τα πολύπλοκα και ασταθή πρηνή του θαλάσσιου πυθμένα είναι συνήθως ιζήματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε ρευστά. Έτσι, η απόκρημνη τοπογραφία με τις απότομες κλίσεις μπορεί να προκαλέσει αστοχία με βαρυτικές ροές ιζημάτων και αμμόδεις αποθέσεις. Ταυτόχρονα, μπορεί να προκληθούν πιθανές βαρυτικές αστοχίες σε απότομα πρηνή, με ταχείες καθιζήσεις και διάβρωση. Πρόβλημα επίσης είναι τα συνεχή και ενεργά ρήγματα που μπορεί να προκαλέσουν συνθήκες αστάθειας, ενώ οι παραμορφώσεις του βυθού, ο τεκτονισμός, τα απότομα ρηξιγενή πρηνή (steep fault scarps) και η ακραία τοπογραφία μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα επίσης (Blischke et al, 2012).

Η υποθαλάσσια αστοχία πρηνούς είναι η πιο σοβαρή απειλή, τόσο σε τοπική όσο, και σε περιφερειακή κλίμακα. Επιπρόσθετα στην πρόκληση ζημιών σε θαλάσσιες εγκαταστάσεις, οι αστοχίες πρηνών μπορούν να προκαλέσουν καταστροφικά τσουνάμι. Στα ανοιχτά της Νορβηγίας, γίνεται εμπεριστατωμένη μελέτη της περιοχής Storegga από το International Centre for Geohazards, όπου εντοπίζονται τέτοια φαινόμενα, λόγω του τρίτου μεγαλύτερου ταμειυτήρα φυσικού αερίου στην Ευρώπη, του Ormen Lange, που βρίσκεται στην εν λόγω περιοχή (International Centre for Geohazards, 2010).

Η βάση δεδομένων του Ormen Lange εμπεριέχει σεισμικά δεδομένα, διαγραφίες, δεδομένα πιέσεων πόρων, γεωλογικά δεδομένα, και αποτελέσματα γεωλογικών δοκιμών και αποτελεί ένα από τα πιο περιεκτικά διεπιστημονικά σύνολα δεδομένων σχετικά με τις υποθαλάσσιες κατολισθήσεις από οποιοδήποτε ηπειρωτικό περιθώριο (continental margin) (International Centre for Geohazards, 2010).

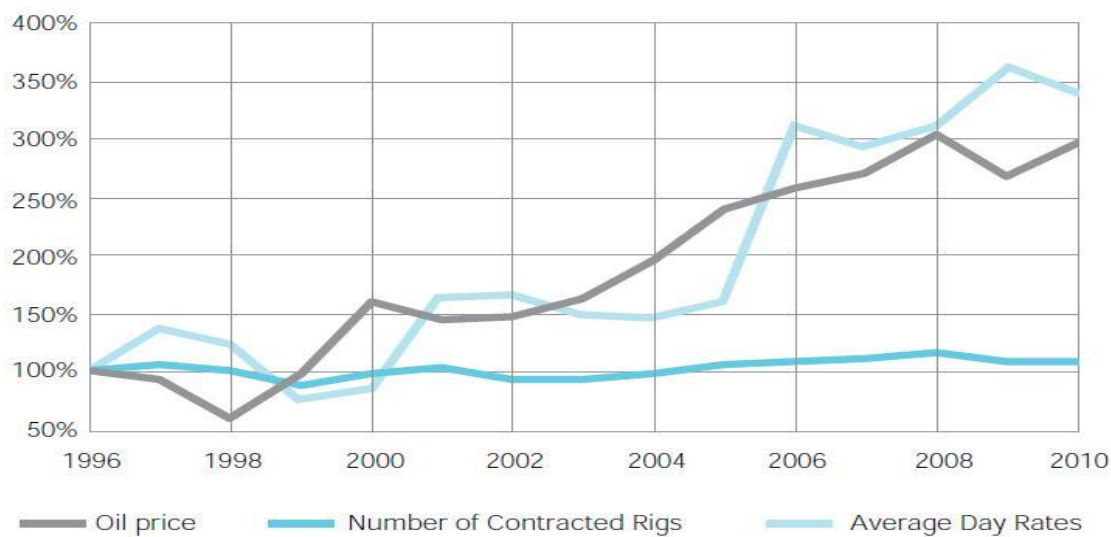
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΞΕΔΡΕΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΡΕΥΝΑΣ, ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ & ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ Υ/Α

3.1. Εισαγωγή

Οι θαλάσσιες κατασκευές μπορούν να χαρακτηρισθούν ως σταθερές, στηριζόμενες στον πυθμένα ή ως πλωτές. Η πρώτη κατηγορία (στηριζόμενες στον πυθμένα) κατηγοριοποιούνται περαιτέρω σε σταθερές ή άκαμπτες κατασκευές, όπως οι δικτυωτές (jacket) και κατασκευές βαρύτητας (gravity base) και σε εύκαμπτες ή ελαστικές κατασκευές (compliant), όπως είναι οι πύργοι με οδηγούς (guyed tower) ή οι εύκαμπτοι πύργοι (compliant tower).

Οι πλωτές κατασκευές εξ ορισμού είναι εύκαμπτες (compliant). Μπορούν δε, να κατηγοριοποιηθούν σε ουδέτερης άντωσης (neutrally buoyant), όπως οι ημιβυθιζόμενες, οι κατασκευές μορφής πλοίου, οι πλατφόρμες τύπου spar ή σε θετικής άντωσης (positively buoyant) πλατφόρμες όπως οι εξέδρες εντατικής επίπλευσης (Tension Leg Platform - TLP).

Οι γεωτρήσεις σε βαθιά νερά ορύσσονται συνήθως από γεωτρητικό πλοίο ή ημιβυθιζόμενη εξέδρα. Ωστόσο, τα συμβατικά συστήματα αγκύρωσης της εξέδρας δεν είναι πάντα πολύ πρακτικά σε πολύ βαθιά νερά. Το τρέχον μέγιστο βάθος αγκύρωσης μίας ημιβυθιζόμενης εξέδρας είναι 8951 ft, στον Κόλπο του Μεξικού. Γι' αυτό το λόγο, οι περισσότερες από τις πλωτές εξέδρες για πολύ βαθιά νερά διατηρούν δυναμικά τη θέση τους χρησιμοποιώντας προωθητήρες (thrusters). Παρόλα αυτά, δεν έχουν όλες οι πλωτές εξέδρες τις ίδιες προδιαγραφές. Αυτές με υψηλότερες προδιαγραφές παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ζήτηση και το ενοίκιο τους αγγίζει το 1 εκατομμύριο δολάρια ανά ημέρα. Κατά τη διάρκεια περιόδων που οι τιμές του πετρελαίου είναι αυξημένες και είναι αυξημένο επίσης και το κίνητρο όρυξης νέων γεωτρήσεων, η ζήτηση εξεδρών που είναι περιορισμένες σε αριθμό, οδηγεί τα κόστη ανά ημέρα σημαντικά ψηλότερα (Εικόνα 3.1) (Lloyd's, 2011).



Source: Adapted from IUMI Global Marine Insurance report 2010

Εικόνα 3.1: Συγκριτική συσχέτιση συναρτήσεων του χρόνου μεταξύ της τιμής ενοικίασης μιας εξέδρας, του αριθμού των απασχολημένων εξεδρών με συμβόλαια, και της τιμής του πετρελαίου Brent. (Πηγή: IUMI Global Marine Insurance report 2010)

Σήμερα, υπάρχουν 156 γεωτρήματα ανοικτής θάλασσας ικανά να επιχειρούν σε βάθη νερού μεγαλύτερα των 5000 ft, αλλά η αναμενόμενη μελλοντική ζήτηση αποτυπώνεται σε αυτά που είναι υπό κατασκευή και ανέρχονται σε 71. Τα περισσότερα από αυτά θα έχουν τη δυνατότητα να ορύσσουν γεωτρήσεις σε βάθη νερού μεγαλύτερα από 10.000 ft έτσι ώστε να συμβαδίσουν με τις μελλοντικές απαιτήσεις της βιομηχανίας, ενώ αυτά με τις υψηλότερες προδιαγραφές θα είναι λειτουργικά ακόμα και σε βάθη νερού έως 12.000 ft (Lloyd's, 2011).

3.2. Παράμετροι επιλογής εξέδρας

Σήμερα, οι μηχανικοί γεωτρήσεων έχουν πληθώρα επιλογών για την όρυξη γεωτρήσεων σε βαθιά νερά (>300 m) με περισσότερα από 400 γεωτρητικά πλοία, ημιβυθιζόμενες εξέδρες και εξέδρες φορτηγίδες (tender rigs) στον παγκόσμιο γεωτρητικό στόλο (Rigzone, 2013). Για να περιοριστούν αυτές οι επιλογές, ο μηχανικός γεωτρήσεων καλείται να προσδιορίσει ορισμένες παραμέτρους επιλογής εξέδρας (Leffler, 2003). Αυτές είναι:

1. Βάθος νερού και βάθος στόχου.
2. Αξιολόγηση πιέσεων, μήκος και διάμετρος riser , προδιαγραφές αντικρηκτικού μηχανισμού ασφάλειας (BOP).
3. Διαθέσιμος χώρος στην εξέδρα και δυνατότητα φέροντος φορτίου.
4. Ειδικό βάρος λάσπης διάτρησης και δυνατότητα παροχής.
5. Ικανότητα φορτίου άγκιστρου (hook load capacity) (δηλαδή πόσο μήκος διατρητικών στελεχών ή σωλήνωσης (casing) μπορεί να χειριστεί ο γερανός).
6. Ικανότητα χειρισμού τηλεκατευθυνόμενου οχήματος (Remotely Operated Vehicle - ROV).
7. Ασφάλεια και ιστορικό περιβαλλοντικών επιδόσεων.
8. Κόστος μετακίνησης.
9. Κόστος ανά ημέρα.
10. Χρόνος συμβολαίου.
11. Διαθεσιμότητα.

3.2.1. Βάθος νερού

Το βάθος νερού φαίνεται να είναι αλληλένδετο με την ποσότητα των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή του συστήματος (Πίνακας 3.1). Πέρα από αυτό όμως και, άλλες θαλάσσιες συνθήκες παίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο όπως οι άνεμοι, τα κύματα, τα ρεύματα και η ικανότητα του θαλάσσιου πυθμένα να φέρει βαριά φορτία. Για παράδειγμα, οι τυφώνες στον Κόλπο του Μεξικού συνοδεύονται από ανέμους ισχύος 150mph και κύματα που φτάνουν σε ύψος τα 80ft, ενώ στις ακτές της Δυτικής Αφρικής οι άνεμοι δεν ξεπερνούν τα 75mph και τα κύματα τα 25ft.

Επιπλέον, τα εξαιρετικά σκληρά αργιλικά εδάφη της Βόρειας Θάλασσας παρέχουν την επαρκή στήριξη σε κατασκευές βαρύτητας, εν αντιθέσει με τον Κόλπο του Μεξικού, όπου τα υποσυμπυκνωμένα αργιλικά εδάφη θα προκαλούσαν ενδεχομένως κατολισθήσεις αν οι εξέδρες δεν ήταν πακτωμένες με πασσάλους στον πυθμένα.

Πίνακας 3.1 : Μέγιστα βάθη εφαρμογής των μονάδων όρυξης και παραγωγής.

Βάθος, m	Θαλάσσια Μονάδα Όρυξης και Παραγωγής
-410	Τύπου Jacket
-190	Τύπου Jack-Up
-300	Εξέδρα βαρύτητας
300	Πύργος με οδηγούς
-520	Σταθερή εξέδρα
-625	Εύκαμπτος πύργος
-1500	Τύπου TLP
-2500	FPSO
-2500	Τύπου SPAR
-3000	Ημιβυθιζόμενες
-3160	Γεωτρητικά πλοία

3.2.2. Μεταφορά παραγόμενου πετρελαίου

Επόμενο κριτήριο επιλογής του παραγωγικού συστήματος είναι η διαθεσιμότητα μέσων μεταφοράς του παραγόμενου πετρελαίου. Στον Κόλπο του Μεξικού και στη Βόρεια θάλασσα υπάρχει ολοκληρωμένο σύστημα μεταφοράς με αγωγούς. Για πολλές νέες ανακαλύψεις, η επιλογή σύνδεσης με έναν από τις υπάρχοντες αγωγούς είναι ελκυστική, ακόμα κι αν απαιτούνται μίλια από νέο υποθαλάσσιο αγωγό για να γίνει αυτό.

Ορισμένες φορές, το κόστος κατασκευής νέου αγωγού είναι απαγορευτικό και τότε χρησιμοποιούνται παραγωγικά συστήματα με χώρο αποθήκευσης επάνω στην εξέδρα ή κάπου κοντά. Στη Δυτική Αφρική, η παντελής έλλειψη τέτοιας υποδομής αγωγού, έχει κάνει τους αναδόχους να χρησιμοποιούν πλωτές εξέδρες αποθήκευσης και εκφόρτωσης (FPSOs).

3.2.3. Διάθεση παραγόμενου αερίου

Το φυσικό αέριο σε βαθιά νερά παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή συστήματος ανάπτυξης. Καταρχήν, αν ο ταμιευτήρας περιέχει αέριο διαλυμένο στην πετρελαϊκή φάση σημαίνει ότι πρέπει να ληφθούν μέτρα πέρα από την καύση του καθώς παράγεται. Σχεδόν κάθε κανονιστική αρχή απαγορεύει ή περιορίζει τη συνεχή καύση του παραγόμενου αερίου. Η ύπαρξη αερίου όμως είναι θετική όταν η εξέδρα βρίσκεται σε κάποια εγγύτητα με υποδομές αγωγών φυσικού αερίου.

Το φυσικό αέριο ρέει με πολύ χαμηλή τριβή κατά μήκος αγωγών με μηδαμινή σχεδόν απώλεια πίεσης. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του πεδίου Mensa στα 5400 ft νερού στον Κόλπο του Μεξικού, όπου οι σχεδιαστές απέφυγαν τη χρήση οποιασδήποτε παραγωγικής εξέδρας επί τόπου. Έκαναν υποθαλάσσια ανάπτυξη και συνέδεσαν τη γεώτρηση με μία εξέδρα σε απόσταση 70 μιλίων, μέσω ενός αγωγού ο οποίος τροφοδοτούνταν από την πίεση του ταμιευτήρα χωρίς καμία ενίσχυση. Η εξέδρα αυτή ήταν πακτωμένη σε βάθος νερού 1354 ft και μετέφερε ήδη το παραγόμενο φυσικό αέριο με αγωγό στην ξηρά.

Σε περίπτωση μη ύπαρξης αγωγού μεταφοράς στην περιοχή, όμως, και ενώ η γεώτρηση τροφοδοτείται μόνο από ταμιευτήρα φυσικού αερίου, τότε δε γίνεται η παραγωγή του, μέχρι να κατασκευαστεί ο κατάλληλος αγωγός ή μέχρις ότου η τεχνολογία καταστήσει τη μεταφορά του φυσικού αερίου οικονομική. Αν ο ταμιευτήρας περιέχει και πετρέλαιο και αυτό είναι οικονομικά βιώσιμο από μόνο του, τότε το αέριο μπορεί να επανεισπίζεται μετά την παραγωγή του. Αυτό βέβαια απαιτεί εγκαταστάσεις εισπίεσης στην παραγωγική εξέδρα που αποτελούνται κυρίως από συμπιεστές.

Σε κάποιες περιπτώσεις, η ποσότητα του φυσικού αερίου είναι τόσο μικρή, που καταναλώνεται για τις ενεργειακές απαιτήσεις της εξέδρας.

3.2.4. Εγγύτητα των ταμιευτήρων μεταξύ τους

Ορισμένες φορές, οι ευκαιρίες ανάπτυξης μπορεί να περιλαμβάνουν παραπάνω από έναν ταμιευτήρα. Σε αυτή την περίπτωση, η εγγύτητα των διαφόρων ταμιευτήρων μπορεί να καθορίσει την επιλογή του συστήματος παραγωγής. Αν για παράδειγμα είναι σχετικά κοντά (σε απόσταση 2 μιλίων), είναι λογική η όρυξη κεκλιμένης γεώτρησης. Έτσι, κάθε γεώτρηση μπορεί να παράξει μέσω ενός dry tree στην εξέδρα, κάνοντας έτσι τις παραγωγικές διαδικασίες λιγότερο πολύπλοκες. Αυτή η διευθέτηση ευνοεί μία εξέδρα εδραζόμενη σταθερά στον πυθμένα, ένα TLP, ένα Spar ή ένα εύκαμπτο πύργο, και δεν αποκλείει και ανάπτυξη με επιπυθμένα wet trees. Αν οι ταμιευτήρες δεν έχουν την απαραίτητη εγγύτητα, υποθαλάσσιες γεωτρήσεις συνδεδεμένες με αγωγούς με την εξέδρα ή τον πλωτό σταθμό αποτελούν καλύτερη επιλογή. Όσο προχωράει η έρευνα σε μία περιοχή, προκύπτουν διάφοροι συνδυασμοί wet και dry trees.

3.3. Γεωτρητικές μονάδες

Η ερευνητική γεώτρηση προηγείται οποιασδήποτε γεώτρησης ανάπτυξης και η παραγωγή ξεκινά όταν αυτή ορυχθεί και ολοκληρωθεί. Έτσι, είναι λογική η ύπαρξη πολλών μονάδων όρυξης είτε σταθερών είτε πλωτών.

Αν και οι κινητές μονάδες όρυξης μπορούν να εδράζονται στον πυθμένα κατά την όρυξη και να μεταφέρονται ως πλωτές, αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι τα βαθιά νερά. Σε αυτά τα βάθη, οι κινητές μονάδες όρυξης είναι από αναγκαιότητα πλωτές (Chakrabarti, 2005). Οι πιο ευέλικτες κατασκευές είναι τα γεωτρητικά πλοία και οι ημιβυθιζόμενες εξέδρες. Αυτές οι μονάδες είναι επίσης κατάλληλες τόσο για ανάπτυξη του πεδίου, όσο και για παραγωγή.

3.3.1. Κύριες διατάξεις σταθερών εξεδρών (Fixed platforms)

Οι στηριζόμενες στο βυθό κατασκευές, με την εξαίρεση της εξέδρας βαρύτητας, είναι τυπικά κατασκευασμένες από συγκολλημένα χαλύβδινα σωληνοειδή μέλη. Αυτά τα μέλη δρουν σαν δικτυώματα υποστηρίζοντας το βάρος του εξοπλισμού, και εξισορροπώντας τις δυνάμεις των κυμάτων, του αέρα και των ρευμάτων. Αυτές οι

κατασκευές ονομάζονται πακτωμένες και συμπεριφέρονται ως άκαμπτο σώμα και αντιστέκονται στις δυνάμεις του περιβάλλοντος. Οι εύκαμπτες κατασκευές που είναι θεμελιωμένες στον πυθμένα είναι συνήθως σχεδιασμένες έτσι ώστε η χαμηλότερη φυσική τους συχνότητα να είναι χαμηλότερη από την ενέργεια των κυμάτων.

3.3.1.1. Δικτυωτές κατασκευές (jacket)

Οι δικτυωτές εξέδρες (jacket) είναι οι πιο κοινές κατασκευές που χρησιμοποιούνται για όρυξη γεωτρήσεων και παραγωγή (Εικόνα 3.1). Οι **εξέδρες τύπου jacket** θεμελιώνονται στον πυθμένα με πασσάλους που διέρχονται μέσα από κοίλα κυλινδρικά στοιχεία στήριξης του χωροδικτυώματος, τα οποία όμως διατάσσονται και περιμετρικά για την εξασφάλιση της στήριξης. Ανάλογης μορφής είναι οι εξέδρες στον Πρίνο (Θάσος) σε βάθος θάλασσας 45 μέτρων, ενώ οι πάσσαλοι έχουν εισχωρήσει στον πυθμένα κατά 50 μέτρα (Σταματάκη, 2003).

Ο όρος κατασκευές τύπου jacket εξελίχθηκε από την ιδέα ότι παρέχουν ένα προστατευτικό περίβλημα για τη σωλήνωση οδηγό της γεώτρησης. Αυτές οι εξέδρες γενικά υποστηρίζουν υπερκατασκευές με δύο ή τρία καταστρώματα με εξοπλισμό όρυξης γεωτρήσεων και παραγωγής και εξέδρες επισκευής. Η χρήση αυτών των εξεδρών έχει περιοριστεί σε βάθη νερού έως 180 m περίπου στις αντίξοες συνθήκες της Βόρειας Θάλασσας. Στον Κόλπο του Μεξικού, όπου το ύψος των κυμάτων είναι σαφώς χαμηλότερο έχουν τοποθετηθεί και σε βαθιά νερά (>305 m). Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων εξεδρών στον Κόλπο του Μεξικού είναι η Cerveza (285 m), η Pompano (393 m), και η εξέδρα κάτοχος του ρεκόρ για το βάθος νερού, η Bullwinkle (412 m).



Εικόνα 3.1: Η εξέδρα τύπου jacket κατά τη φάση της τοποθέτησης της. (Πηγή: www.oilrig-photos.com)

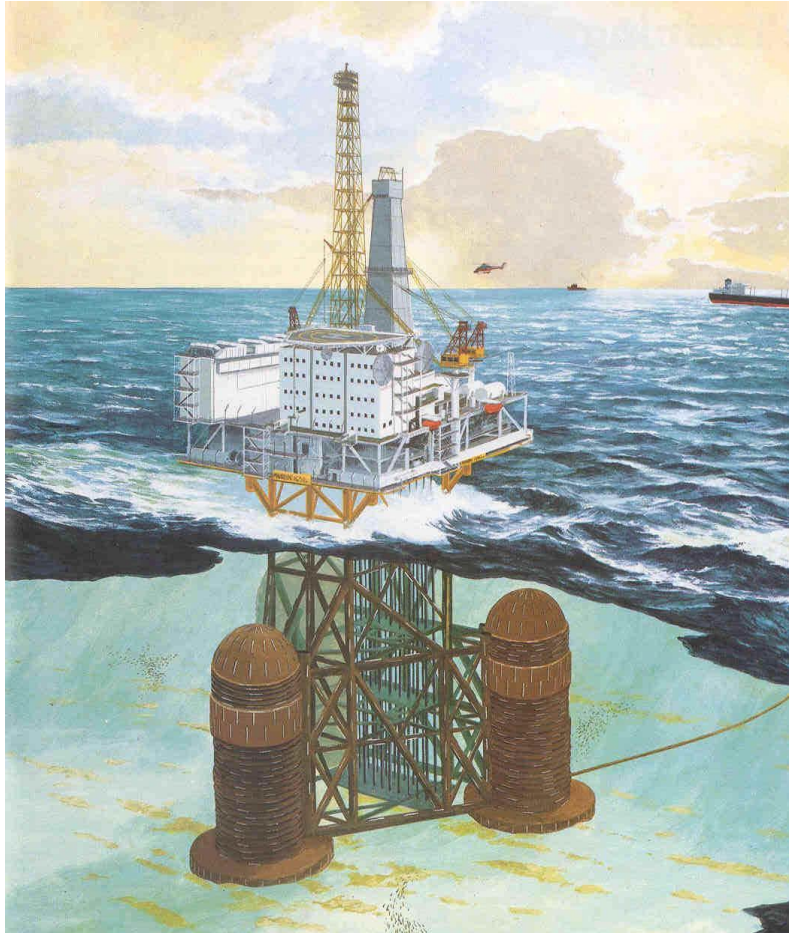
Οι εγκαταστάσεις αυτές μπορεί να είναι είτε αυτοδύναμες, δηλαδή να φέρουν όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό για τις εργασίες της διάτρησης επί αυτών, καθώς και τα απαραίτητα καταλύματα και τους χώρους δραστηριότητας του προσωπικού, είτε υποστηριζόμενες, οπότε μέρος του γεωτρητικού εξοπλισμού ή/και της εστίασης του προσωπικού βρίσκεται σε συνοδευτικό πλωτό.

3.3.1.2. Εξέδρες βαρύτητας (gravity rigs)

Οι θαλάσσιες κατασκευές, που εδράζουν στον θαλάσσιο πυθμένα και μένουν στη θέση τους λόγω του βάρους τους, ονομάζονται κατασκευές βαρύτητας. Ως εκ τούτου οι κατασκευές δεν απαιτούν πρόσθετη στήριξη από στύλους και άγκυρες. Αυτές οι κατασκευές είναι κατάλληλες για παραγωγή και αποθήκευση πετρελαίου, ενώ συνήθως τοποθετούνται

κοντά στην ξηρά ή σε προστατευμένες περιοχές, όπως τα φιόρδ. Κατά την κατασκευή, σύρονται σε όρθια θέση και βυθίζονται στον τελικό προορισμό τους.

Λόγω της φύσης αυτών των εξεδρών, είναι συχνά επιρρεπείς σε υποσκαφή της θεμελίωσης τους και βύθιση. Η μεγαλύτερη χαλύβδινη κατασκευή βαρύτητας τοποθετήθηκε το 1984 στο πεδίο Maureen του Ηνωμένου Βασιλείου από την εταιρεία Philips Petroleum (Εικόνα 3.2). Χρησιμοποιήθηκε για είκοσι χρόνια και έπειτα απομακρύνθηκε. Καθώς οι κατασκευές βαρύτητας απαιτούν μεγάλο όγκο και βάρος, το σκυρόδεμα είναι κοινό υλικό για αυτές.



Εικόνα 3.2: Η εξέδρα βάσης βαρύτητας Maureen. (Πηγή: Norwegian Geotechnical Institute)

Το 1975, η πρώτη κατασκευή από σκυρόδεμα, με το όνομα “Condeer B”, κατασκευάστηκε σε βαθιά νερά στο Stavanger, στα φιόρδ τη Νορβηγίας. Παράλληλα, στο Stavanger της Νορβηγίας, η Philips Petroleum εγκατέστησε μία εξέδρα χωρητικότητας ενός εκατομμυρίου βαρελιών, η οποία μάλιστα εμπεριείχε διάτρητο τοίχωμα έτσι ώστε να διαχέεται η ενέργεια των κυμάτων.

3.3.1.3. Αυτοανυψούμενες εξέδρες (Jack-ups)

Οι εξέδρες τύπου jackup είναι οι ευρύτερα χρησιμοποιούμενες σήμερα κατασκευές για την όρυξη υποθαλάσσιων γεωτρήσεων. Αποτελούνται από μια κατασκευή τύπου φορτηγίδας (μπάρτζας) και τρεις ή πέντε πυλώνες (πόδια) οι οποίοι, όταν εκτείνονται, στηρίζουν το πλωτό μέρος. Η κατασκευή είναι πλήρως αυτοδύναμη (φέρει όλο τον απαιτούμενο εξοπλισμό για τις εργασίες και το προσωπικό επί αυτής) και συνοδεύεται από ένα εφεδρικό πλοiάριο για λόγους ασφαλείας. Το jack-up ρυμουλκείται, με ανυψωμένους τους πυλώνες, στη θέση του έργου. Οι πυλώνες κατέρχονται, εδράζονται επί του πυθμένα και το πλωτό μέρος ανυψώνεται στον αέρα. Μετά το πέρας της διάτρησης, οι πυλώνες ανυψώνονται εκ νέου και η εξέδρα ρυμουλκείται σε νέα θέση (Εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.3: Ensco-56 Jackup (Πηγή: Rigzone)

Από το 1954 οπότε και κατασκευάστηκε η πρώτη εξέδρα jack up, έχουν εξελιχθεί στον πιο δημοφιλή τύπο κινητών μονάδων θαλάσσιων γεωτρήσεων (Mobile Offshore Drilling Unit-

MODU) τόσο για ερευνητικούς σκοπούς όσο και για την παραγωγή του κοιτάσματος. Σήμερα, υπάρχουν σχεδόν 600 εξέδρες τύπου jack-up σε όλο τον κόσμο που εκτελούν γεωτρητικές ή επισκευαστικές εργασίες σε περίπου κάθε περιβάλλον (Rigzone, 2013). Έχοντας τη δυνατότητα να παρέχουν ένα σταθερό περιβάλλον όρυξης γεωτρήσεων, σε σύγκριση με άλλες θαλάσσιες εξέδρες, τα jack-up μπορούν να ορύσσουν ακόμα και σε βάθος νερού που φτάνουν τα 190 m.

3.3.1.4. Εύκαμπτες κατασκευές

Στον ορισμό της εύκαμπτης κατασκευής περιλαμβάνονται εκείνες οι κατασκευές που επεκτείνονται επί του θαλάσσιου πυθμένα και αγκυρώνονται απευθείας σε αυτόν με πασσάλους ή με οδηγούς (guidelines) (Chakrabarti, 2005).

Αρθρωτές κατασκευές (articulated tower)

Μία από τις πρώτες εύκαμπτες κατασκευές που ξεκίνησε αρχικά για σχετικά μικρά βάθη νερού και σταδιακά χρησιμοποιήθηκε σε βαθύτερα νερά είναι η εξέδρα με αρθρωτά πόδια. Κάθε αρθρωτό πόδι είναι ένας κατακόρυφος πύργος ο οποίος στη βάση του στηρίζεται σε άρθρωση που φέρει έναν αρθρωτό σύνδεσμο σταυρού (Cardan joint) και είναι ελεύθερος να ταλαντεύεται γύρω από αυτόν ανάλογα με το περιβάλλον. Η βάση κάτω από την σταυρωτή άρθρωση (universal joint) στον πυθμένα μπορεί να είναι βαρύτητας ή να αγκυρώνεται με πασσάλους. Το πόδι ερματίζεται κοντά στον αρθρωτό σύνδεσμο και έχει αρκετά μεγάλη δεξαμενή άντωσης (buoyancy tank) στην ελεύθερη επιφάνεια ώστε να παρέχεται μεγάλη δύναμη επαναφοράς. Το πόδι εκτείνεται πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια και φιλοξενεί ένα κατάστρωμα και ένα περιστρεπτό τροφοδότη ρευστών (fluid swivel). Σε βαθύτερα νερά αποτελεί συχνά πλεονέκτημα η ύπαρξη διπλής άρθρωσης, με τη δεύτερη να τοποθετείται στο μέσον περίπου του βάρους.

Εύκαμπτος Πύργος

Ένας εύκαμπτος πύργος είναι όμοιος με οποιαδήποτε συμβατική εξέδρα και φέρει βάση που εκτείνεται από την επιφάνεια μέχρι τον θαλάσσιο πυθμένα, και επηρεάζεται ελάχιστα από τα κύματα. Ωστόσο, αντίθετα με τις αρθρωτές κατασκευές, η εύκαμπτη βάση είναι σχεδιασμένη να κάμπτεται στις δυνάμεις των κυμάτων, του ανέμου και των ρευμάτων. Επίσης, χρησιμοποιείται λιγότερος χάλυβας στην κατασκευή του απ' ότι σε μια συμβατική εξέδρα για το ίδιο βάθος νερού.

Γενικότερα, υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής εύκαμπτων πύργων για βάθη νερού 300-900 m. Αυτή τη στιγμή, όμως, η εξέδρα Petronius της Chevron στη Νέα Ορλεάνη, η οποία είναι τοποθετημένη σε βάθος νερού 623m είναι η ψηλότερη (Εικόνα 3.4).

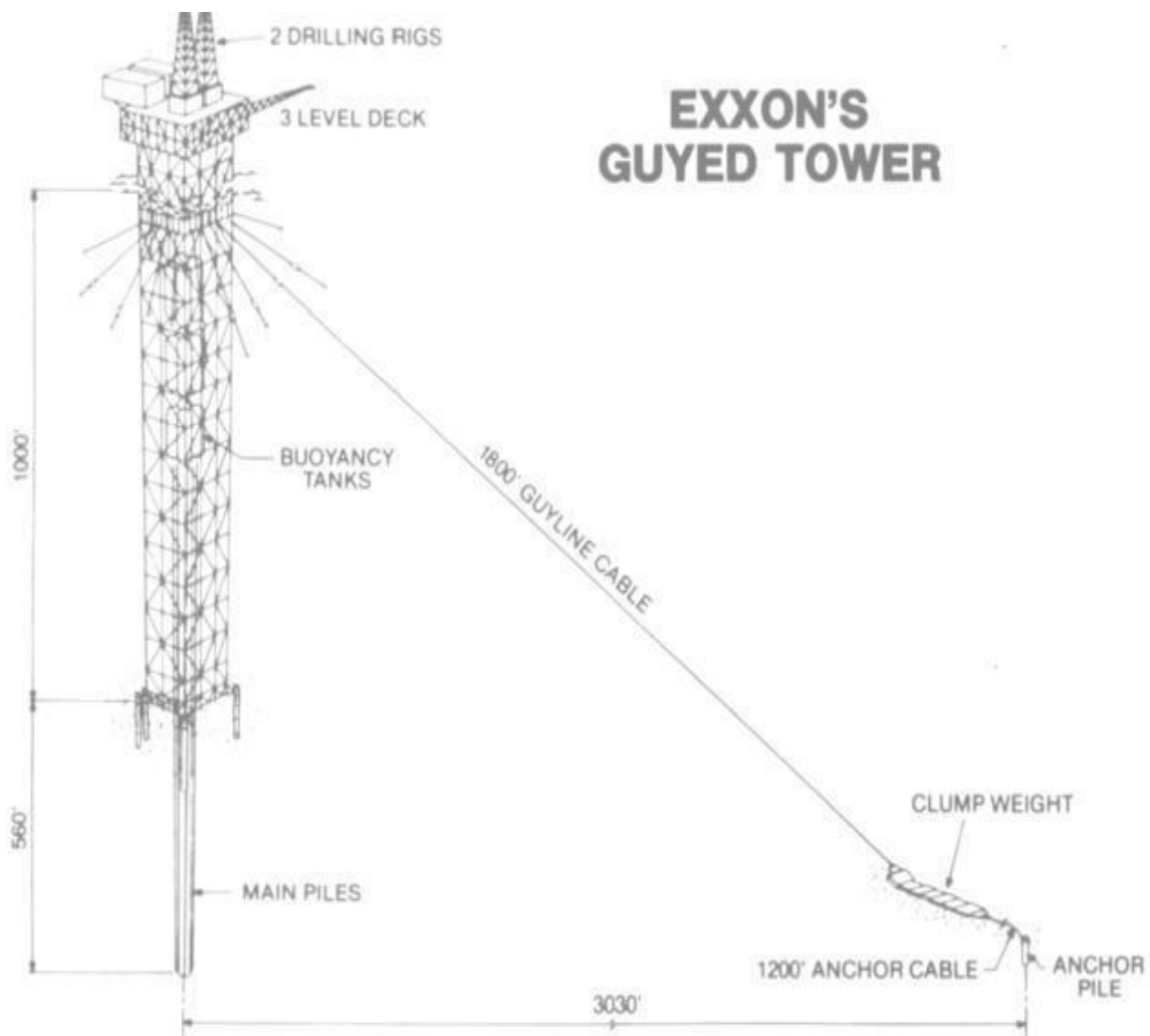


Εικόνα 3.4: Η εύκαμπτη εξέδρα Petronius της Chevron στη Νέα Ορλεάνη (Πηγή: Oilvoice)

Ο πύργος με οδηγούς (Guyed Tower)

Ένας πύργος με οδηγούς (guyed tower) είναι μία λεπτή κατασκευή που αποτελείται από ράβδους δικτυώματος, ο οποίος στηρίζεται στον πυθμένα και διατηρείται στη θέση της μέσω μιας συμμετρικής διάταξης αλυσσοειδών συρματόσχοινων. Ο πύργος με οδηγούς μπορεί να τοποθετηθεί σε βαθιά αφιλόξενα νερά, όπου τα φορτία στις κατασκευές τύπου jacket ή βαρύτητας είναι απαγορευτικά ψηλά (Εικόνα 3.5).

Τα συρματόσχοινα έχουν συνήθως πολλά τμήματα. Το επάνω μέρος είναι το κύριο καλώδιο και δρα ως δύσκαμπτο ελατήριο σε μέτριες θάλασσες. Το κάτω μέρος αποτελείται από μια βαριά αλυσίδα με βαρίδια, τα οποία ανυψώνονται από τον πυθμένα κατά τη διάρκεια θαλασσοταραχών, και συμπεριφέρεται σαν ελατήριο, καθιστώντας τον πύργο περισσότερο εύκαμπτο. Έχει χρησιμοποιηθεί για βάθη νερού έως τα 300 m.



Εικόνα 3.5: Ενδεικτικό σχέδιο πύργου με οδηγούς. (Πηγή: Exxon)

3.3.2. Κύριες διατάξεις πλωτών εξεδρών

Οι πλωτές κατασκευές μπορούν να ομαδοποιηθούν ως ουδέτερης άντωσης και θετικής άντωσης. Οι ουδέτερης άντωσης δομές περιλαμβάνουν τις πλατφόρμες τύπου Spar, τις ημιβυθιζόμενες, τις Πλωτές Μονάδες Παραγωγής και Αποθήκευσης (Floating Production Storage – FPSs) και τις Πλωτές Μονάδες Παραγωγής, Αποθήκευσης και Εκφόρτωσης (Floating Production Storage Offloading– FPSOs). Παραδείγματα κατασκευών θετικής άντωσης είναι οι πλατφόρμες εντατικής επίπλευσης (Tension Leg Platform – TLPs, οι πλατφόρμες εντατικής επίπλευσης με την κεφαλή της γεώτρησης επί της πλατφόρμας (Tension Leg Wellhead Platform – TLWPs) και οι πλωτοί πύργοι. Οι λειτουργίες των πλωτών

εξεδρών μπορούν ακόμα να ομαδοποιούνται ανάλογα με τη χρήση τους, ως κινητή μονάδα όρυξης ή παραγωγική μονάδα (Chakrabarti, 2005).

Οι πλωτές κατασκευές έχουν ποικίλους βαθμούς ευκαμπτότητας (compliance). Οι κατασκευές με ουδέτερη άντωση, όπως οι ημιβυθιζόμενες, οι εξέδρες τύπου Spar και τα γεωτρητικά πλοία, δεν συγκρατούνται δυναμικά και επιτρέπεται να έχουν έξι βαθμούς ελευθερίας¹⁰. Οι κατασκευές θετικής άντωσης όπως οι εξέδρες TLP ή οι κατασκευές με πλωτά πόδια (Buoyant Leg Structures-BLS) είναι προσδεμένες στον πυθμένα και δεν τους επιτρέπεται η μετατόπιση κατά τον κατακόρυφο άξονα (ανύψωση, κυματισμός). Όλες αυτές οι κατασκευές με γενική ευκαμψία είναι δομικά άκαμπτες (Chakrabarti, 2005).

Η ευκαμψία επιτυγχάνεται με το σύστημα αγκύρωσης. Η διαστασιολόγηση των πλωτών κατασκευών κυριαρχείται από τις θεωρήσεις άντωσης και σταθερότητας. Το βάρος των υπερκατασκευών είναι κρισιμότερο σε σχέση με τις εδραζόμενες στο βυθό κατασκευές. Οι ημιβυθιζόμενες εξέδρες και οι γάστρες με μορφή πλοίου βασίζονται στην επιφάνεια ισάλου για σταθερότητα. Το κέντρο βάρους βρίσκεται τυπικά πάνω από το κέντρο της άνωσης. Η εξέδρα τύπου Spar έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε το κέντρο βάρους της να είναι χαμηλότερο από το κέντρο της άνωσης, και ως εκ τούτου, να είναι εγγενώς σταθερή. Οι κατασκευές θετικής άντωσης εξαρτώνται από ένα συνδυασμό της επιφάνειας ισάλου και της ακαμψίας πρόσδεσης για την επίτευξη της σταθερότητας (Chakrabarti, 2005).

Οι πλωτές δομές κατασκευάζονται συνήθως από ενισχυμένα πλακοειδή πλαίσια (plate panel), που συνθέτουν ένα σώμα εκτόπισης. Αυτή η μέθοδος κατασκευής συνεπάγεται διαφορετικές διαδικασίες από εκείνες που χρησιμοποιούνται στις σωληνοειδείς κατασκευές των εδραζόμενων στον πυθμένα εξεδρών. Οι κινήσεις των πλωτών κατασκευών ουδέτερης άντωσης μπορούν να καθοριστούν επακριβώς ως σύστημα ελευθερίας έξι βαθμών που υπόκειται σε δυνάμεις διέγερσης. Οι πλωτές κατασκευές με θετική άντωση σε βαθιά νερά υπόκεινται επίσης σε δυνάμεις διέγερσης. Οι κινήσεις της εξέδρας συνδυάζονται με τη δυναμική του συστήματος πρόσδεσης. Η σύζευξη των

¹⁰ Heave: η κατακόρυφη κίνηση πλωτής κατασκευής,

Surge: η οριζόντια διαμήκης κίνηση,

Sway: η οριζόντια εγκάρσια κίνηση,

Pitch: η διαμήκης περιστροφική κίνηση (γύρω από τον εγκάρσιο οριζόντιο άξονα), προνευτασμός,

Roll: η εγκάρσια (πλευρική) περιστροφική (γύρω από τον διαμήκη οριζόντιο άξονα), μπότζι,

Yaw: η οριζόντια περιστροφική κίνηση (γύρω από τον κατακόρυφο άξονα)

κινήσεων της εξέδρας, του riser και των συστημάτων αγκύρωσης γίνεται όλο και πιο σημαντική, καθώς αυξάνει το βάθος του νερού (Chakrabarti, 2005).

Υπάρχει ελάχιστη τυποποίηση των πλωτών μονάδων. Η Shell και οι εταίροι της πέτυχαν σημαντική εξοικονόμηση κόστους όταν σχεδίασαν πολλαπλά TLPs με παρόμοιες πρακτικές σχεδιασμού (Auger, Ram-Powell, Brutus κ.λπ.). Η Kerr-McGee εξοικονόμησε επίσης πόρους σχεδιάζοντας τις εξέδρες Spar Nansen και Boomvang με τον ίδιο τρόπο. Εντούτοις, στην πλειοψηφία τους, καθένα από τα κοιτάσματα αναπτύσσεται με εξέδρες που σχεδιάζονται για το συγκεκριμένο σκοπό (Chakrabarti, 2005).

3.3.2.1. Ημιβυθιζόμενη εξέδρα

Οι ημιβυθιζόμενες πλατφόρμες (semi-submersibles) αποτελούν τη γνωστότερη εξέλιξη στις πλωτές εξέδρες. Διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: με πολλαπλές γάστρες (multi-hull) ή πολλαπλούς πυλώνες (multi-legs) (Εικόνα 3.6).

Μεταφέρονται στη θέση του έργου ρυμουλκούμενες ή αυτοπροωθούμενες, με τους πυλώνες εκτός νερού. Φέρουν έλικες πρόωσης για κίνηση και ρύθμιση της ακριβούς θέσης της εξέδρας πάνω από τη θέση της γεώτρησης, ανάλογα με τον κυματισμό και τα θαλάσσια ρεύματα.



Εικόνα 3.6: Η ημιβυθιζόμενη εξέδρα Deepwater Horizon στον Κόλπο του Μεξικού. (Πηγή: Rigzone)

Έχουν καλύτερη δυναμική συμπεριφορά σε κυματισμούς έναντι των γεωτρητικών σκαφών, μεγάλη επιφάνεια καταστρώματος και υψηλή ταχύτητα μεταφοράς (7-10 κόμβοι). Το κόστος κατασκευής και συντήρησης όμως είναι υψηλό και παρουσιάζουν μειωμένες δυνατότητες διέλευσης από τις διώρυγες Σουέζ και Παναμά στην περίπτωση διηπειρωτικής μεταφοράς (Σταματάκη, 2003).

Η ημιβυθιζόμενη εξέδρα προσφέρει εξαιρετική σταθερότητα για τις γεωτρητικές εργασίες, και η επιρροή των κυμάτων και του ανέμου είναι πολύ μειωμένη. Όντας σε θέση να ορύσσει σε βαθύτερα και δυσκολότερα νερά, η ημιβυθιζόμενη εξέδρα άνοιξε ένα νέο δρόμο για τις ερευνητικές και αναπτυξιακές εργασίες (Rigzone, 2013).

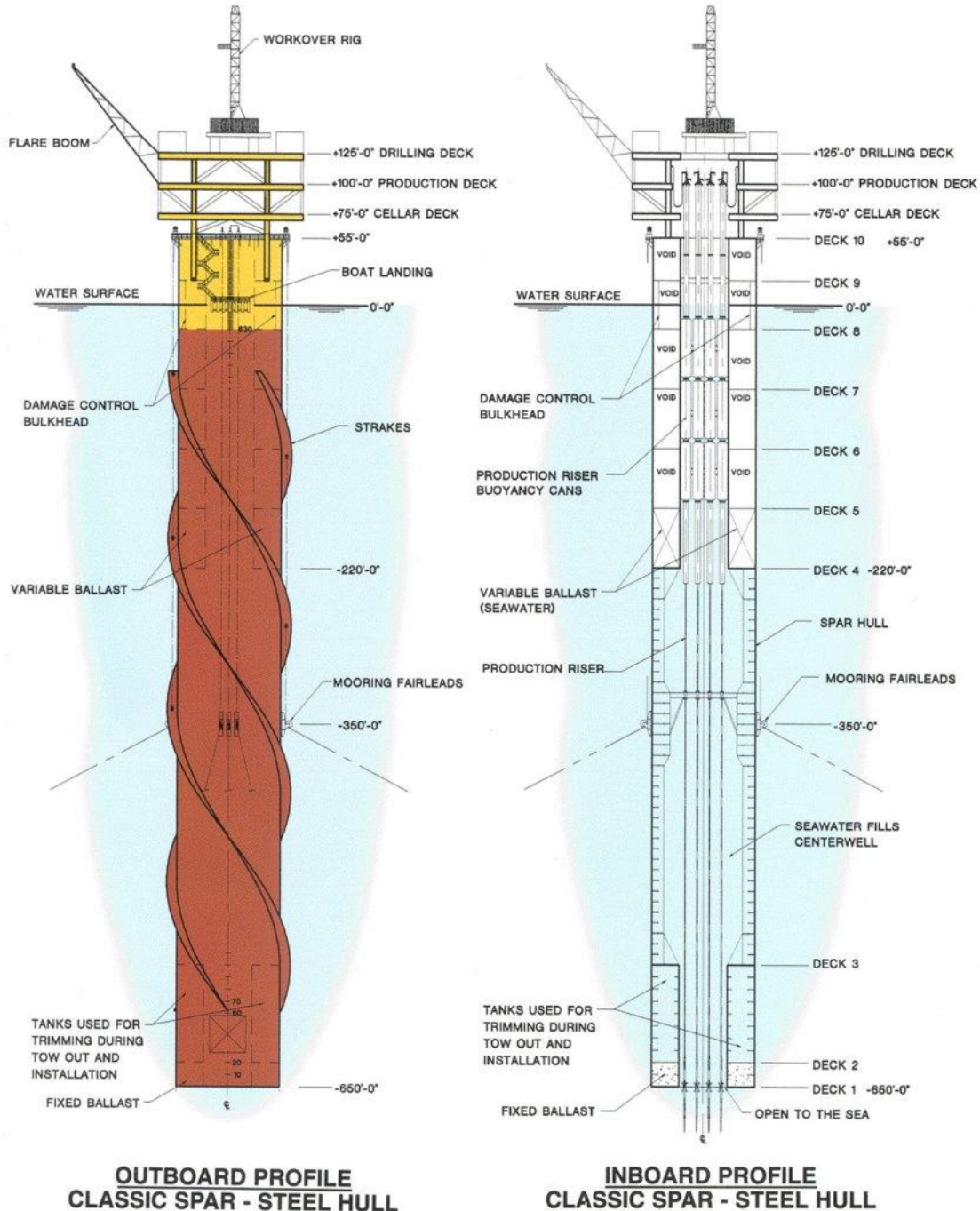
Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτός από τις άγκυρες, και η δυναμική διατήρηση θέσης για να κρατηθεί η εξέδρα σε σταθερή θέση. Η δυναμική διατήρηση θέσης χρησιμοποιεί διαφορετικούς κινητήρες ή προπέλες για να αντισταθμίσει τις κινήσεις. Συχνά, η δυναμική διατήρηση θέσης καθοδηγείται από σήματα τηλεμετρίας από ραδιοφάρους στον θαλάσσιο πυθμένα, δορυφορικές πληροφορίες και γωνιακές κινήσεις ενός καλωδίου (angular movements of a cable) (Rigzone, 2013).

3.3.2.2. Εξέδρες με κυλινδρικό στέλεχος (Spar)

Μία εναλλακτική πλωτή εξέδρα που μπορεί να υποστηρίξει εργασίες όρυξης, παραγωγής και αποθήκευσης, η εξέδρα τύπου Spar, αποτελείται από ένα μεγάλο κατακόρυφο κύλινδρο ο οποίος φέρει καταστρώματα με εξοπλισμό. Όμοια με ένα παγόβουνο, το μεγαλύτερο μέρος μιας εγκατάστασης spar είναι τοποθετημένη κάτω από την επιφάνεια του νερού, παρέχοντας αυξημένη σταθερότητα (Εικόνα 3.7) (Rigzone, 2013).

Αρχικά είχε σχεδιαστεί ως ένας πλωτός σημαντήρας για την απόκτηση ωκεανογραφικών πληροφοριών. Το κύριο χαρακτηριστικό των εγκαταστάσεων Spar είναι ο πλωτός θάλαμος, ή η κοίλη κυλινδρική γάστρα. Ο σχεδιασμός της εξέδρας αυτής επηρεάζεται λιγότερο από τον άνεμο, τα κύματα και τα ρεύματα, δίνοντας, έτσι, τη δυνατότητα να υποστηρίξει τόσο υποθαλάσσια όσο και επιφανειακά Christmas Trees. Επιπλέον, ο κύλινδρος λειτουργεί ως προστασία για το riser και τον εξοπλισμό, καθιστώντας

τα spar ιδανική επιλογή για ανάπτυξη σε βαθιά νερά. Επιπλέον, η γάστρα μπορεί να αποθηκεύσει το παραγόμενο πετρέλαιο ή αέριο.

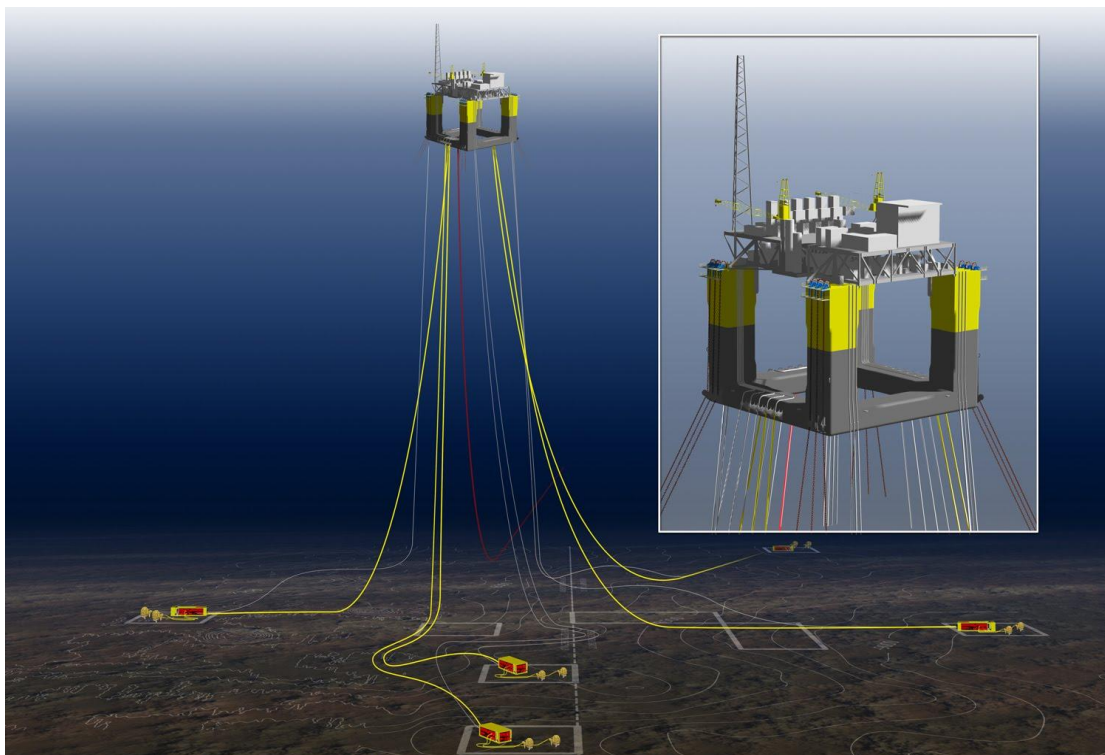


Εικόνα 3.7: Σχέδιο μιας τυπικής εξέδρας τύπου spar. (Πηγή: <http://www.globalsecurity.org>)

Στην κορυφή της γάστρας του spar κάθετα μία υπερκατασκευή από καταστρώματα όπου τοποθετείται εξοπλισμός γεωτρήσεων, εγκαταστάσεις παραγωγής και χώροι διαμονής. Η όρυξη γεωτρήσεων γίνεται από το κατάστρωμα μέσω της κοίλης γάστρας, και το riser όρυξης ή παραγωγής διέρχεται επίσης από την κλειστή γάστρα. Η όλη εγκατάσταση του Spar είναι αγκυροβολημένη στον πυθμένα της θάλασσας (Rigzone, 2013).

3.3.2.3. Πλατφόρμες Εντατικής Επίπλευσης (Tension Leg Platforms –TLPs)

Οι εξέδρες τύπου TLP είναι πλωτά συστήματα όρυξης γεωτρήσεων και παραγωγής, στα οποία πλωτές παραγωγικές εγκαταστάσεις προσδένονται κατακόρυφα στον πυθμένα με τένοντες (tendons) (Εικόνα 3.8). Ο βασικός σχεδιασμός ενός TLP περιλαμβάνει τέσσερις στύλους γεμάτους αέρα που σχηματίζουν ένα τετράγωνο. Οι στύλοι αυτοί υποστηρίζονται και συνδέονται με πλωτήρες (Rigzone, 2013).



Εικόνα 3.8: Απεικόνιση τετράγωνου TLP που παράγει από 5 γεωτρήσεις. (Πηγή: Oilvoice)

Η άνωση της γάστρας του TLP αντισταθμίζει το βάρος της εξέδρας, απαιτώντας συστάδες από σφιχτούς τένοντες, ή εντεταμένα πόδια (tension legs), για να εξασφαλιστεί η ακύρωση της κατασκευής στον πυθμένα της θάλασσας.

Το κατάστρωμα της εξέδρας TLP βρίσκεται στην κορυφή της γάστρας. Το επάνω μέρος του TLP είναι το ίδιο με μία τυπική εξέδρα παραγωγής, που αποτελείται από ένα κατάστρωμα που φέρει τον γεωτρητικό και παραγωγικό εξοπλισμό, καθώς και τη μονάδα ισχύος και τους χώρους διαμονής. Στα TLPs επίσης συνηθίζεται η χρήση dry tree, λόγω της μειωμένης κάθετης κίνησης τους (Rigzone, 2013).

3.3.2.4. Γεωτρητικά πλοία

Τα γεωτρητικά σκάφη (drill-ships) είναι συμβατικά πλοία εφοδιασμένα με τον απαραίτητο γεωτρητικό εξοπλισμό. Ενώ τα γεωτρητικά πλοία μοιάζουν με δεξαμενόπλοια ή εμπορικά πλοία, υπάρχουν δύο σημαντικές διαφορές. Τα γεωτρητικά πλοία είναι εξοπλισμένα με πύργο γεωτρήσεων και άνοιγμα (moorpool)¹¹. Επιπλέον, τα γεωτρητικά πλοία έχουν εκτεταμένο σύστημα διατήρησης θέσης, καθώς και ελικοδρόμιο για να λαμβάνουν τις προμήθειες και να εκτελείται η μεταφορά του προσωπικού (Εικόνα 3.9).



Εικόνα 3.9: Χαρακτηριστική δομή γεωτρητικού σκάφους (Πηγή: Rigzone)

Τυπικά, χρησιμοποιούνται σε βαθιά και πολύ βαθιά νερά, Τα γεωτρητικά πλοία λειτουργούν σε βάθη νερού που κυμαίνονται από 2.000 έως περισσότερα από 10.000

¹¹ Κατασκευή (άνοιγμα) στο μέσο του πλοίου (εξέδρας) που συνδέει το κατάστρωμα με τον πυθμένα και το νερό και επιτρέπει εργασίες από το μέσο του πλοίου

πόδια (610 έως 3160 m). Ο εξοπλισμός της όρυξης διέρχεται μέσω του ανοίγματος στο σκάφος και συνδέεται με τον εξοπλισμό της γεώτρησης μέσω του κατακόρυφου riser.

Τα γεωτρητικά πλοία διαφοροποιούνται από τις άλλες θαλάσσιες μονάδες όρυξης λόγω της εύκολης, μετακίνησης τους. Ενώ οι ημιβυθιζόμενες εξέδρες μπορούν επίσης να ορύξουν σε βαθιά νερά, τα γεωτρητικά πλοία είναι σε θέση να μετακινηθούν αυτόνομα από γεώτρηση σε γεώτρηση και από θέση σε θέση, εν αντιθέσει με τις ημιβυθιζόμενες, οι οποίες πρέπει να ρυμουλκηθούν από θέση σε θέση.

Μειονέκτημα στη χρήση ενός γεωτρητικού πλοίου είναι η ευαισθησία του στα κύματα, στον άνεμο και στα ρεύματα. Το σύστημα αγκυροβόλησης σε ένα γεωτρητικό πλοίο είναι καίριας σημασίας για την επιτυχή όρυξη γεωτρήσεων. Σε ρηγά νερά, τα γεωτρητικά πλοία, αγκυρώνονται στον πυθμένα της θάλασσας με 6 έως 12 άγκυρες. Μόλις το βάθος του νερού γίνει πολύ μεγάλο, τα γεωτρητικά πλοία εξαρτώνται από δυναμικά συστήματα διατήρησης θέσης (DPS) ώστε το σκάφος να παραμείνει στη θέση του κατά τη όρυξη.

Τα γεωτρητικά πλοία αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1940. Δημιουργήθηκαν για να ξεπεραστούν οι προκλήσεις ως προς το βάθος του νερού στα ανοιχτά της Καλιφόρνιας, στον Ειρηνικό Ωκεανό. Το πρώτο γεωτρητικό πλοίο ήταν ένα πλεονάζον σκάφος του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ που ήταν εξοπλισμένο με εξοπλισμό όρυξης.

3.4. Παραγωγικές κατασκευές

Οι παραγωγικές εξέδρες απαιτείται να παραμείνουν στο σταθμό κατά τη διάρκεια της ζωής τους, που είναι συνήθως 20 έως 30 χρόνια. Σε μικρό βάθος νερού, ο συνηθέστερος τύπος παραγωγικής εξέδρας είναι οι κατασκευές που εδράζονται στον πυθμένα με σταθερούς πασσάλους κατασκευές, γνωστότερες ως εξέδρες τύπου jacket στη θαλάσσια βιομηχανία ή τύπου jack-up (Chakrabarti, 2005). Πρακτικά όμως όλοι οι τύποι των σταθερών εξεδρών που αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα είναι ικανοί να φέρουν παραγωγικό εξοπλισμό.

Το βάθος νερού στο οποίο οι σταθερά εδραζόμενες εξέδρες είναι οικονομικές ποικίλλει ανάλογα με το περιβάλλον. Στη Βόρεια Θάλασσα, η πιο βαθιά εδραζόμενη

σταθερή εξέδρα τύπου jacket, η BP Magnus, είναι τοποθετημένη σε 186 m νερού. Η πιο βαθιά τσιμεντένια κατασκευή στην Βόρεια Θάλασσα, η Κατασκευή Βαρύτητας Shell Troll, επεκτείνει το όριο των σταθερών εξεδρών στα 305 m περίπου βάθος νερού. Στον Κόλπο του Μεξικού, η εξέδρα της Shell Bullwinkle, κρατάει το ρεκόρ βάθους νερού με 412 m (Εικόνα 3.10) (Chakrabarti, 2005).

Όταν το βάθος του νερού ξεπερνάει αυτά τα όρια, γίνονται ελκυστικότερες οι πλωτές παραγωγικές εξέδρες (ημιβυθιζόμενες εξέδρες, TLPs και SPARs) και οι εύκαμπτοι πύργοι (εύκαμπτος πύργος και πύργος με οδηγούς). Από τους τύπους γωτρητικών κατα-



Εικόνα 3.10.: Η εξέδρα τύπου jacket Bullwinkle (Πηγή: Oilvoice)

σκευών που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο μόνο τα γεωτρητικά πλοία δε χρησιμοποιούνται για παραγωγή. Χρησιμοποιείται όμως ένας άλλος τύπος πλοίου, οι πλωτές εξέδρες παραγωγής, αποθήκευσης και εκφόρτωσης (Floating Production Storage and Offloading -FPSO).

Υπάρχει μία σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαιτήσεις στον Κόλπο του Μεξικού και στις εξέδρες της Βόρειας Θάλασσας, που έχει αντίκτυπο και στον σχεδιασμό των εξεδρών, οι ακραίες καταστάσεις στον Κόλπο του Μεξικού που σχετίζονται με τυφώνες. Οι εξέδρες στον Κόλπο του Μεξικού κλείνουν τις εργασίες τους και εγκαταλείπονται όταν προκύπτει η απειλή τυφώνα. Οι εξέδρες της Βόρειας Θάλασσας υπόκεινται σε πολλά γρήγορα μετακινούμενα μέτωπα καιρού (fast-moving weather fronts), που μπορεί να δημιουργήσουν ακραίες καταστάσεις θαλάσσης. Δεν μπορούν να εγκαταλειφθούν και οι

εργασίες συνεχίζονται ακόμα και μέσα σε καιρικές συνθήκες, οι οποίες είναι εξίσου άσχημες ή και χειρότερες από τους τυφώνες στον Κόλπο του Μεξικού (Chakrabarti, 2005).

3.4.1. Παραγωγικές μονάδες (FPSO and FPS)

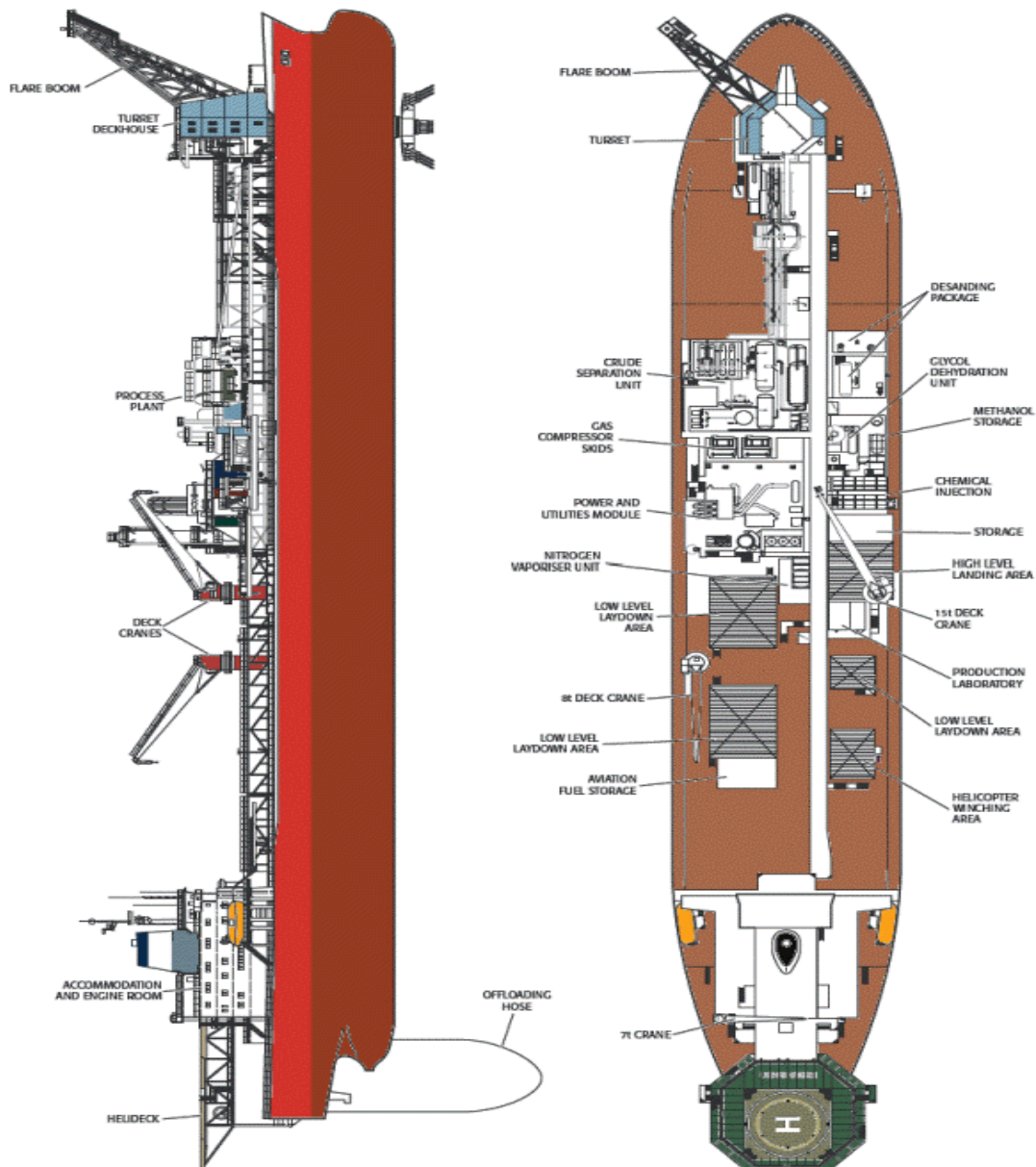
Ο όρος πλωτή εξέδρα παραγωγής, αποθήκευσης και εκφόρτωσης (Floating Production Storage and Offloading -FPSO) γενικά αναφέρεται σε κατασκευές σε σχήμα πλοίου με πολλά διαφορετικά συστήματα αγκύρωσης, τα οποία μπορούν να αποσυνδεθούν σε περίπτωση μετακίνησης σε προστατευμένο περιβάλλον κατά τη διάρκεια ανεμοστρόβιλου ή τυφώνα (Chakrabarti, 2005).

Οι πλωτές εγκαταστάσεις παραγωγής, αποθήκευσης και εκφόρτωσης διαθέτουν τόσο εξοπλισμό επεξεργασίας όσο και αποθήκευσης των παραγόμενων υδρογονανθράκων. Μετά την επεξεργασία ένα FPSO, περιοδικά φορτώνει δεξαμενόπλοια μεταφοράς ή μεταφέρει το επεξεργασμένο πετρέλαιο μέσω αγωγών (Εικόνα 3.11).

Οι περισσότερες πλωτές παραγωγικές μονάδες είναι κατασκευές ουδέτερης άντωσης οι οποίες έχουν σκοπό να παράγουν με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και να εκφορτώσουν πετρέλαιο και αέριο. Εφόσον αυτές οι κατασκευές κινούνται αρκετά, οι γεωτρήσεις ολοκληρώνονται υποθαλάσσια και συνδέονται με την πλωτή μονάδα με εύκαμπτα riser που είναι φτιαγμένα είτε από συνθετικό υλικό, είτε από άκαμπτο χάλυβα με ελαστική συνδεσμολογία. Αν και η παραγωγική μονάδα μπορεί να εμπεριέχει μονάδα όρυξης, συνήθως οι γεωτρήσεις ορύσσονται από μία κινητή μονάδα όρυξης και κατόπιν η παραγωγική μονάδα που παίρνει τη θέση της φέρει μόνο σύστημα συντήρησης και επισκευής της γεώτρησης (workover drilling system) (Chakrabarti, 2005).

Η χρήση των FPS στη θαλάσσια ανάπτυξη της πετρελαϊκής βιομηχανίας αυξάνεται ραγδαία σε όλο τον κόσμο. Η τεχνολογία FPS έχει εμπορική χρήση από τις αρχές της δεκαετίας του 1970 όταν η Hamilton Bros χρησιμοποίησε μία τροποποιημένη μονάδα MODU για να παράξει από το πεδίο Argyll στη Βόρεια Θάλασσα. Ωστόσο, στην Petrobras πιστώνεται η εκτεταμένη εφαρμογή των FPSs που ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Ο συνδυασμός της πτώσης των τιμών του πετρελαίου και η εξέλιξη της υποθαλάσσιας τεχνολογίας έκανε τα FPS ελκυστικά. Ένας ακόμα λόγος για τη δημοτικότητα τους αυτή,

ήταν ότι η Petrobras είχε την διορατικότητα, όσον αφορά τα πλεονεκτήματα κόστους και προγραμματισμού των μετατροπών των MODU, και κανόνισε τη μίσθωσή τους με ναυλοσύμφωνα που εξασφάλιζαν τη μεταφορά της κυριότητας τους στο τέλος του συμβολαίου στην Petrobras(συνήθως μετά από 2 ή 3 χρόνια) (Chakrabarti, 2005).



Εικόνα 3.11: Τυπικό σχέδιο FPSO (Πηγή: Marineinsight.com, 2011)

Η τεχνολογία FPS αποτέλεσε αποτελεσματική λύση τόσο για τα οριακά, όσο και για τα πεδία σε βαθιά νερά. Τα περισσότερα FPS που τέθηκαν σε εφαρμογή κατά τη δεκαετία του 1990, ήταν βασισμένα σε νεόδμητες ημιβυθιζόμενες εξέδρες και εξέδρες τύπου Spar. Αυτές οι κατασκευές έχουν τα πλεονεκτήματα της ευελιξίας, της δυνατότητας να μεταφερθούν (mobility), του σχετικά χαμηλού κόστους και του αυτοπεριορισμού (self containment) (Chakrabarti, 2005).

Οι πλωτές παραγωγικές μονάδες (FPSs) χρησιμοποιήθηκαν σε βάθη μέχρι και 2.000m στη Βραζιλία, ενώ στον Κόλπο του Μεξικού χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά τέτοια διάταξη το 2012 σε βάθος-ρεκόρ 2.500 m από την Petrobras (Offshore energy today, 2012).

Εκτός από τα FPSOs (Εικόνα 2.16), παρόμοια πλωτά συστήματα περιλαμβάνουν οι πλωτές μονάδες αποθήκευσης και εκφόρτωσης (FSOs), οι πλωτές παραγωγικές μονάδες (FPS), και οι πλωτές μονάδες αποθήκευσης (FSUs). Επιπλέον, το πρώτο FDPSO ή πλωτή μονάδα όρυξης, παραγωγής, αποθήκευσης και εκφόρτωσης, κατασκευάστηκε το 2009 από την εταιρεία Murphy Oil στο Κονγκό. Επιπλέον, η Shell έχει υπό κατασκευή πλωτή μονάδα υγροποίησης του φυσικού αερίου (FLNG) η οποία αναμένεται να τελειώσει το 2017.

3.5. Μονάδες όρυξης και παραγωγής (Drilling and Production Units)

Όλες οι προαναφερθείσες σταθερές κατασκευές μπορούν να λειτουργήσουν είτε ως γεωτρητικές μονάδες είτε ως παραγωγικές είτε και τα δύο.

Όμως, οι πλωτές μονάδες σχεδιάζονται για να λειτουργούν είτε ως μονάδες όρυξης, είτε ως παραγωγικές μονάδες, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το βάρος του καταστρώματος, οπότε και το συνολικό εκτόπισμα της κατασκευής. Βασικές εξαιρέσεις σε αυτόν τον κανόνα είναι οι εξέδρες τύπου TLPs και οι εξέδρες τύπου Spar. Αυτές οι μονάδες έχουν περιορισμένη κίνηση και αποτελούν κατάλληλη εγκατάσταση για γεωτρήσεις των οποίων το Christmas tree βρίσκεται στην επιφάνεια. Το ίδιο δε συμβαίνει όμως με τις ημιβυθιζόμενες εξέδρες και τα γεωτρητικά πλοία.

Ωστόσο, για ένα πλοίο FPSO με πολύ μεγάλο εκτόπισμα, μια αύξηση στο ωφέλιμο φορτίο του καταστρώματος λόγω της εισαγωγής ενός συστήματος όρυξης δεν αποτελεί ζήτημα. Οι κινήσεις των πλοίων ήταν ο κύριος λόγος για το δισταγμό ανάπτυξης πλωτών μονάδων όρυξης, παραγωγής, αποθήκευσης και εκφόρτωσης (Floating drilling production storage offloading - FDPSO). Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η πιθανότητα ανάπτυξης θαλάσσιων κοιτασμάτων μεγάλου βάθους στη Δυτική Αφρική, σε μια περιοχή με πολύ ήπιες καιρικές συνθήκες, ίσως ωθήσει τη χρήση μονάδων FDPSOs με άνοιγμα (moonpool) στο κέντρο του πλοίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΓΕΙΑ – ΑΣΦΑΛΕΙΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΑΘΟΥΣ

4.1. Εισαγωγή

Η έρευνα, η εκμετάλλευση και η διαχείριση υδρογονανθράκων αποτελεί μια πολύπλοκη και πολυεπίπεδη δραστηριότητα σε τεχνικό, λειτουργικό και επιχειρησιακό επίπεδο. Η αντίστοιχη βιομηχανία αποτελεί μια σωρευτική σύνθεση δραστηριοτήτων, υπό την έννοια ότι συμπεριλαμβάνει το σύνολο σχεδόν των βιομηχανικών διεργασιών και λειτουργιών, με ένα μεγάλο αριθμό υπεργολάβων και προμηθευτών να κινείται πέριξ των βασικών εγκαταστάσεων.

Ταυτόχρονα, οι σχετικές δραστηριότητες μεταφέρονται ολοένα και σε δυσκολότερες συνθήκες. Η έρευνα, η παραγωγή (Ε&Π) και η διαχείριση πετρελαίου και φυσικού αερίου λαμβάνει χώρα ολοένα και περισσότερο υπεράκτια και συχνά σε σύνθετο γεωγραφικό και γεωλογικό περιβάλλον, όπως η ανοιχτή θάλασσα μεγάλου βάθους, σε κοιτάσματα υψηλής πίεσης/υψηλής θερμοκρασίας, σε ακραίες κλιματολογικές συνθήκες που μπορεί να δυσχεράνουν το χειρισμό των υποθαλάσσιων εγκαταστάσεων και την αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών.

Οι δραστηριότητες Ε&Π και διαχείρισης υδρογονανθράκων έχουν ποικίλες δυνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις αυτές εξαρτώνται από τη φάση εξέλιξης των εργασιών (αναζήτηση, έρευνα, ανάπτυξη & παραγωγή, κλείσιμο και παροπλισμός της εγκατάστασης), το μέγεθος και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης, την υφιστάμενη κατάσταση και την ευαισθησία του περιβάλλοντος στην περιοχή του έργου, την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού για την αποτροπή της ρύπανσης, των μέτρων και των τεχνικών πρόληψης αυτής, αλλά και των μέτρων αντιμετώπισης και των τεχνικών για τον έλεγχό της.

Όλοι οι δυνητικοί κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια που συναντώνται σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας είναι παρόντες στις δραστηριότητες Ε&Π και διαχείρισης

υδρογονανθράκων και ιδιαίτερα στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις. Αν και ορισμένα θέματα έχουν αλλάξει στο πρόσφατο παρελθόν (όπως για παράδειγμα, οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σήμερα), ενώ έχουν εμφανιστεί κάποιοι νέοι κίνδυνοι (βακτήριο legionella –νόσος των λεγεωνάριων, επιπτώσεις από την ευρύτατη χρήση οθονών οπτικής απεικόνισης), οι καταστάσεις κινδύνου δεν έχουν αλλάξει πολύ κατά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις Ε&Π υδρογονανθράκων εμφανίζουν ιδιαιτερότητες λόγω του απομονωμένου περιβάλλοντος, της φύσης και του μεγέθους των δραστηριοτήτων, των ωραρίων εργασίας και της έντασης της εργασίας. Το επίπεδο κινδύνου είναι αυξημένο με φυσικό επακόλουθο να απαιτείται αυξημένο επίπεδο ασφάλειας. Τα προβλήματα ιατρικής φροντίδας, παροχής πρώτων βοηθειών και αντιμετώπισης επειγόντων περιστατικών που σχετίζονται με τον τρόπο ζωής και εργασίας σε τέτοιες φυσικά απομονωμένες εγκαταστάσεις, έχουν αναγνωριστεί ήδη από τη δεκαετία του 1970.

Αν και οι περισσότερες από τις θαλάσσιες κατασκευές που έχουν γίνει μέχρι σήμερα έχουν αντέξει στη δοκιμασία του χρόνου, υπήρξαν αρκετές καταστροφικές αποτυχίες επίσης. Ο καιρός, εκρήξεις, ανατροπές και ανθρώπινα λάθη είχαν ως αποτέλεσμα την απώλεια σημαντικού αριθμού σταθερών και πλωτών κατασκευών. Μεταξύ 1955 και 1968, περίπου 24 κινητές μονάδες γεώτρησης (MODUs) καταστράφηκαν. Εντός της διετούς περιόδου μεταξύ 1957 και 1959, οι τυφώνες Hilda και Betsy προκάλεσαν ζημιές εκατοντάδων εκατομμυρίων δολαρίων στις εγκαταστάσεις αγωγών, όρυξης και παραγωγής. Δύο ημιβυθιζόμενες εξέδρες ανατράπηκαν και βυθίστηκαν στη δεκαετία του 1980: η Alexander Keilland, μία εξέδρα διαμονής στη Βόρεια Θάλασσα (1980) στη Νορβηγία, και η Ocean Ranger στα ανοικτά της Hibernia, στον Καναδά (1982), έχοντας ως αποτέλεσμα την απώλεια εκατοντάδων ζώων. Η χειρότερη καταστροφή στη θάλασσα συνέβη όταν η εξέδρα Piper Alpha έπιασε φωτιά το 1988. Εκατόν εξήντα επτά ζωές χάθηκαν. Τον Μάρτιο του 2001, η μεγαλύτερη εξέδρα FPS, η Petrobras P-36, βυθίστηκε στη λεκάνη Campos, έχοντας στοιχίσει 10 ζωές (Chakrabarti 2005).

Πριν την έκρηξη του Macondo, είχαν ορυχθεί περίπου 14000 γεωτρήσεις σε βαθιά νερά παγκοσμίως, χωρίς σοβαρά περιστατικά πετρελαιοκηλίδων. Αν και η βιομηχανία γνώριζε τους δυνητικούς κινδύνους, ο σχεδιασμός για μια σημαντική εκδήλωση ρύπανσης

σε βαθιά νερά, καθώς και για τις συνακόλουθες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, βασίστηκε σε άλλους τύπους θαλάσσιων διαρροών, σε δοκιμές πεδίου σε βαθιά νερά και σε μοντελοποίηση της πιθανής δυναμικής των ροών (Lloyd's, 2011).

Η επίδραση των μεγάλων πετρελαιοκηλίδων στην ξηρά ή κοντά στην ακτή είναι σχετικά κατανοητή λόγω των γνωστών περιστατικών πρόκλησης ρύπανσης από δεξαμενόπλοια, όπως του Exxon Valdez στην Αλάσκα το 1989 και του Torrey Canyon στα ανοικτά των νήσων Scilly στο Ηνωμένο Βασίλειο το 1967. Η μεγαλύτερη θαλάσσια πετρελαιοκηλίδα πριν από το Macondo συνέβη στον κόλπο του Campeche, στο Μεξικό, το 1979, ως συνέπεια μιας έκρηξης γεώτρησης σε βάθος νερού 50m στον τομέα Ixtoc. Αυτό οδήγησε σε μια διαρροή περίπου 3,5 εκατ. βαρελιών πετρελαίου και σε κόστος καθαρισμού της συνακόλουθης πετρελαιοκηλίδας της τάξης των 100 εκατομμυρίων δολαρίων. Υπήρξαν αρκετές πετρελαιοκηλίδες από τότε, κυρίως ως αποτέλεσμα εκρήξεων γεωτρήσεων, αλλά καμία σε βαθιά νερά (Lloyd's, 2011).

Πρόσφατα, τον Αύγουστο του 2009, μία γεώτρηση που ορυσσόταν από τη γεωτρητική εξέδρα West Atlas στο πεδίο Montara στην θάλασσα Timor, υπέστη έκρηξη με αποτέλεσμα τη δημιουργία κηλίδας πετρελαίου και συμπυκνωμάτων που κάλυπτε έκταση περίπου 2.500 τετραγωνικών μιλίων ωκεανού. Ωστόσο, το περιστατικό συνέβη μακριά από την ακτή και είχε σχετικά μικρό κόστος καθαρισμού. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτής της πετρελαιοκηλίδας εξακολουθούν να παρακολουθούνται και η κυβέρνηση της Ινδονησίας πρόσφατα ισχυρίστηκε ότι η πετρελαιοκηλίδα έφτασε τα εθνικά της ύδατα και προκάλεσε κάποια ρύπανση (Lloyd's, 2011).

Οι συμβατικές μέθοδοι αντιμετώπισης της ρύπανσης ποικίλλουν ανάλογα με τη φύση και το μέγεθος της πετρελαιοκηλίδας, αλλά συχνά περιλαμβάνουν αρχικά μέτρα ανάσχεσης, συνήθως με τη χρήση πλωτών φραγμάτων, που συγκεντρώνουν τους ρύπους προτού γίνει η απομάκρυνσή τους, χρησιμοποιώντας απορροφητικές ουσίες (absorbents), ειδικές συσκευές περισυλλογής (skimmers) ή με καύση. Χρησιμοποιούνται επίσης ευρέως και μέσα διασποράς (dispersants) τα οποία περιέχουν επιφανειοδραστικές ουσίες που διασπών το πετρέλαιο σε μικρότερα σταγονίδια, έτσι ώστε να είναι πιο πιθανό να διαλυθούν στη στήλη νερού. Παρά το γεγονός ότι περίπου 180 εκατομμύρια γαλόνια αργού πετρελαίου παρεισφρέουν φυσικά στους ωκεανούς του κόσμου κάθε χρόνο, το ερώτημα

του πώς αντιδρά το πετρέλαιο όταν απελευθερωθεί βίαια σε βαθιά νερά παρέμενε αναπάντητο (Lloyd's, 2011).

Ορισμένοι παρατηρητές υποδεικνύουν ότι το πετρέλαιο θα μπορούσε να παρασυρθεί με τη μορφή μικρών σταγονιδίων από υπόγεια ρεύματα ή να «παγιδευτεί» σε στρωματοποιημένα επίπεδα στον ωκεανό μην επιτρέποντάς τους τη άνοδο στην επιφάνεια ή κάνοντας την εμφάνισή τους μίλια μακριά από τη θέση της έκρηξης. Μετά τη διαρροή των κατ' εκτίμηση 4,9 εκατ. βαρελιών από το Macondo το 2010, το πετρέλαιο ανέβηκε στην επιφάνεια. Οι εκτιμήσεις για το τι συνέβη στο πετρέλαιο που απελευθερώθηκε δείχνουν ότι το 23% αυτού εξατμίστηκε φυσικά ή διαλύθηκε, το 29% διασπάστηκε φυσικά ή χημικά και το 25% ανακτήθηκε απευθείας από την κεφαλή της γεώτρησης, κάηκε ή απομακρύνθηκε με διατάξεις περισυλλογής (skimmed). Το υπόλοιπο 23% θεωρείται «υπολειμματικό», το οποίο περιλαμβάνει το πετρέλαιο που είναι πάνω ή λίγο κάτω από την επιφάνεια, όπως η πίσσα και το πετρέλαιο που έχει ξεβράσει η θάλασσα. Το υπολειμματικό και διασπαρμένο πετρέλαιο είναι τελικά πιθανό να αποδομηθεί φυσικά (Lloyd's, 2011).

Μελέτες που έγιναν μετά το Macondo, έχουν επιβεβαιώσει την παρουσία ενός νέφους σταγονιδίων πετρελαίου και διαλυμένων αερίων σε βάθη νερού μεταξύ 975 και 1280 μέτρων που εκτείνεται για πολλά χιλιόμετρα, κυρίως στα νοτιοδυτικά της γεώτρησης. Η μακροπρόθεσμη επίδραση των ουσιών αυτών σε περιβάλλοντα βαθιών νερών παραμένει αβέβαιη, με τη μείωση της παροχής οξυγόνου και το επίπεδο τοξικότητας για τους εκτεθειμένους οργανισμούς να είναι δύο παράγοντες που προκαλούν ανησυχία. Αν και οι μελέτες έχουν δείξει ότι το νέφος αυτό θα είχε σχηματιστεί με φυσικό τρόπο (καθώς περίπου 15% του πετρελαίου που διέφυγε από την κεφαλή της γεώτρησης θα είχε διαχωριστεί φυσικά από το στροβιλισμό της ροής), η χρήση των 18.379 βαρελιών μέσω διασποράς (dispersant) που εισπιάστηκε στη ροή του πετρελαίου και το φυσικού αερίου μπορεί να διπλασίασε το μέγεθός του. Η έγχυση μέσω διασποράς (dispersant) μείωσε την ποσότητα του πετρελαίου που ανήλθε στην επιφάνεια, καθώς και τον κίνδυνο των ορατών ζημιών σε ακτές και στην άγρια ζωή, αλλά με το κόστος της παραμονής περισσότερου πετρελαίου εντός της στήλης νερού και του κινδύνου των μακροπρόθεσμων επιπτώσεων στα οικοσυστήματα βαθιών νερών (Lloyd's, 2011).

Περαιτέρω μελέτες και παρακολούθηση μπορούν να δείξουν κατά πόσον η προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε στο Macondo ήταν σωστή και αυτό θα επηρεάσει σαφώς τις μελλοντικές εργασίες αποκατάστασης σε περίπτωση που σημειωθεί μια παρόμοια έκρηξη σε βαθιά νερά. Βεβαίως, οι δύο βιομηχανίες που κινδυνεύουν περισσότερο από τη τις πετρελαιοκηλίδες είναι ο τουρισμός και η αλιεία (Lloyd's, 2011).

4.2. Υγεία, ασφάλεια και περιβάλλον – Έννοιες αλληλένδετες

Στο πεδίο των δραστηριοτήτων έρευνας και παραγωγής (Ε&Π) υδρογονανθράκων, οι κίνδυνοι για την εργασιακή, αλλά και τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον, είναι πολλοί και η σχετική επικινδυνότητα ιδιαίτερα αυξημένη. Συνεπώς, η ενίσχυση της εργασιακής υγείας και ασφάλειας κατέχει εξέχουσα θέση στις δραστηριότητες αυτές, καθώς οι σχετικές εργασίες περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, χρήση βαρέως μηχανικού εξοπλισμού και εργαλείων, αλλά και εν δυνάμει επιβλαβών χημικών ουσιών.

Σε περιπτώσεις εκτάκτων καταστάσεων ή ατυχημάτων, οι κίνδυνοι για την υγεία των εργαζομένων και τη δημόσια υγεία, αλλά και οι δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι δυνητικά πολύ σημαντικές. Η γνώση των κινδύνων αυτών αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για να αποφευχθεί ένα ατύχημα, που πολλές φορές μπορεί να κοστίσει και ανθρώπινες ζωές. Ως εκ τούτου, η πρόληψη πρέπει να διαπνέει τις ενέργειες όλων όσων εμπλέκονται στην παραγωγική διαδικασία. Η τήρηση των κανόνων ασφάλειας, η χρήση προστατευτικών μέσων, αλλά και η εφαρμογή των προβλεπόμενων δράσεων απόκρισης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, πρέπει να αποτελούν συστηματική επιδίωξη σε κάθε δραστηριότητα.

Συνάγεται, επομένως, ότι η υγεία και η ασφάλεια των εργαζομένων, αλλά και του περιβάλλοντος (φυσικού και ανθρωπογενούς), είναι όροι αλληλένδετοι και ως τέτοιοι αντιμετωπίζονται με ενιαίο τρόπο στη σύγχρονη κοινωνία. Στις αναπτυγμένες χώρες η εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης υγείας και ασφάλειας στην εργασία αποτελεί νομοθετική απαίτηση. Η διασφάλιση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων

αποτελεί μείζον θέμα για τις σύγχρονες επιχειρήσεις, ανεξάρτητα από τον τομέα δραστηριότητάς τους. Για το λόγο αυτό πολλές επιχειρήσεις, θέλοντας απλά να μειώσουν τα δυσμενή συμβάντα στο σύνολό τους, εφαρμόζουν και εξελίσσουν σχετικά συστήματα διαχείρισης και εκπαίδευσης προσωπικού.

Η βιομηχανία Ε&Π υδρογονανθράκων, διαχρονικά, πρωτοπορεί στον τομέα αυτό, καθώς είναι μια από τις πλέον επικίνδυνες για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων και την προστασία του περιβάλλοντος. Είναι θεμελιώδεις για τον τομέα της πετρελαϊκής βιομηχανίας, οι δραστηριότητες Ε&Π να εκτελούνται με αειφόρο τρόπο, δίνοντας ισχυρή έμφαση στο πλαίσιο: Υγεία – Ασφάλεια - Περιβάλλον. Αυτό είναι το προαπαιτούμενο για να εξασφαλίζουν πολιτική και κοινωνική αποδοχή και συναίνεση.

4.3. Δυνητικοί κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια από τις δραστηριότητες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων

Γενικά, οι δυνητικοί κίνδυνοι από κάθε επαγγελματική δραστηριότητα, αν και συνήθως δρουν σε συνέργεια (π.χ. η εντατικοποίηση της εργασίας σε ένα εργασιακό περιβάλλον με υψηλά επίπεδα θορύβου δημιουργεί τις προϋποθέσεις ώστε να εκδηλωθεί τόσο μια επαγγελματική ασθένεια, όσο κι ένα εργατικό ατύχημα), ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες (ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008):

1. **Κίνδυνοι για την ασφάλεια ή κίνδυνοι εργατικού ατυχήματος**, οι οποίοι μπορεί, ενδεικτικά, να οφείλονται:
 - Στις κτιριακές υποδομές (π.χ. μη τήρηση πολεοδομικών και υγειονομικών κανονισμών, ολισθηρά δάπεδα, ελλιπής συντήρηση, απουσία προστατευτικών μέσων έναντι πτώσης).
 - Στον εξοπλισμό εργασίας (π.χ. απουσία προστατευτικών διατάξεων στα επικίνδυνα σημεία του μηχανικού εξοπλισμού, αστοχίες στη λειτουργία ανυψωτικού εξοπλισμού, ελλιπής συντήρηση, χρήση από μη κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό).
 - Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις (π.χ. μη τήρηση κανονισμού ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ελλιπής συντήρηση).

– Σε χρήση εύφλεκτων ή/και εκρηκτικών ουσιών (π.χ. μη τήρηση προδιαγραφών ασφαλούς χρήσης και αποθήκευσης ουσιών, έλλειψη μέτρων ελέγχου πηγών έναυσης, ελλιπής εξαερισμός, ανεπαρκής εξοπλισμός πυρανίχνευσης-συναγερμού-κατάσβεσης, απουσία διατάξεων ασφαλείας εξοπλισμού που λειτουργεί υπό πίεση). Οι πυρκαγιές αποτελούν την πιο σοβαρή άμεση απειλή για την ανθρώπινη υγεία και ασφάλεια στις εγκαταστάσεις Ε&Π πετρελαίου και φυσικού αερίου.

– Σε χρήση άλλων επικίνδυνων ουσιών, όπως τοξικές, διαβρωτικές ουσίες κ.λπ. (π.χ. μη τήρηση προδιαγραφών ασφαλούς χρήσης και αποθήκευσης με βάση το δελτίο δεδομένων ασφαλείας υλικών).

– Σε φυσικούς παράγοντες (π.χ. απόσπαση προσοχής εργαζόμενου λόγω υψηλού θορύβου).

Στις δραστηριότητες Ε&Π υδρ/κων σοβαρά ατυχήματα δύναται επίσης, να προκληθούν από:

- εκρήξεις εντός γεωτρήσεων (*blowouts*), οι οποίες προκαλούνται συνήθως από αιφνίδια και έντονη εκτόνωση ζωνών αερίων κατά την είσοδο της γεώτρησης σε σχηματισμούς με μη αναμενόμενη υψηλή πίεση,
- καταρρεύσεις υπεράκτιων εξεδρών ή συγκρούσεις πλοίων επί αυτών,
- αστοχίες αγωγών, διαρροές και ατυχήματα κατά τη διακίνηση πετρελαίου και φυσικού αερίου μεταξύ διαφόρων εγκαταστάσεων.

1. Κίνδυνοι για την υγεία. Ενδεικτικά μπορεί να οφείλονται σε:

- φυσικούς παράγοντες (π.χ. υπέρβαση οριακών τιμών έκθεσης),
- χημικούς παράγοντες (π.χ. υπέρβαση οριακών τιμών έκθεσης),
- βιολογικούς παράγοντες (π.χ. παρουσία μολυσματικών παραγόντων).

2. Κίνδυνοι εργονομικοί ή εγκάρσιοι (για την υγεία και την ασφάλεια). Ενδεικτικά μπορεί να οφείλονται:

- στην οργάνωση της εργασίας (π.χ. εντατικοποίηση, βάρδιες, μονοτονία),
- σε ψυχολογικούς παράγοντες (π.χ. άτυπες μορφές εργασίας, ηθική παρενόχληση),
- σε εργονομικούς παράγοντες (π.χ. μη εργονομικός σχεδιασμός θέσης εργασίας, χειρωνακτική διακίνηση βαρέων αντικειμένων),
- σε αντίξοες συνθήκες εργασίας (π.χ. εργασίες με μη κατάλληλο εξοπλισμό, εργασίες σε αντίξοες καιρικές συνθήκες που μπορούν να προκαλέσουν υποθερμία/θερμοπληξία).

Όλοι οι δυνητικοί κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια που συναντώνται σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας είναι παρόντες στις δραστηριότητες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων και ιδιαίτερα στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις. Η διαδικασία της εκτίμησης του κινδύνου για την υγεία (*health risk assessment - HRA*), όπως

εφαρμόζεται συνήθως από τη βιομηχανία, καλύπτει πέντε περιοχές (ομάδες) δυνητικών κινδύνων: φυσικούς, χημικούς, βιολογικούς, εργονομικούς και ψυχολογικούς κινδύνους, οι οποίοι και δίδονται συνοπτικά στη συνέχεια:

- * **Φυσικοί κίνδυνοι** (θόρυβος, δονήσεις, διάφορες μορφές ακτινοβολίας, ακραίες θερμοκρασίες).
- * **Χημικοί κίνδυνοι** (ουσίες τοξικές, διαβρωτικές, ερεθιστικές και ευαισθητοποιές και πιθανά καρκινογόνες, όπως H₂S, αργό πετρέλαιο, διάφορα συστατικά των ρευστών διάτρησης, αέρια από συγκολλήσεις/κοπές, οξέα, επικαλύψεις, ουσίες που χρησιμοποιούνται στην τσιμέντωση και ολοκλήρωση των γεωτρήσεων, τη διέγερση του ταμειυτήρα και την παραγωγή κ.λπ.).
- * **Βιολογικοί κίνδυνοι** (βακτήριο legionella, τροφικές δηλητηριάσεις, μολυσματικά απόβλητα και λοιμώξεις).
- * **Εργονομικοί κίνδυνοι** (χειρωνακτική διακίνηση βαρέων αντικειμένων, σταθμοί εργασίας, οθόνες οπτικής απεικόνισης).
- * **Ψυχολογικοί κίνδυνοι** που σχετίζονται είτε με την εργασία (υπερβολικός ή ελλιπής φόρτος εργασίας, ώρες εργασίας, βάρδιες, εργασιακές σχέσεις, κόπωση κ.λπ.), είτε με την τοποθεσία (απομόνωση, μετακινήσεις, διαμονή μακριά από το σπίτι, περιορισμένες δυνατότητες στον ελεύθερο χρόνο κ.λπ.) και οι οποίοι συνεισφέρουν στο ψυχολογικό άγχος.

4.3.1. Φυσικοί κίνδυνοι

Ο **θόρυβος και οι δονήσεις** αποτελούν δύο διακριτές πηγές σημαντικών για την υγεία κινδύνων. Χώροι εργασίας με αυξημένο θόρυβο και δονήσεις είναι, για παράδειγμα, το δάπεδο του γεωτρώπανου (drill floor), οι διατάξεις διαχωρισμού των θρυμμάτων από τα επιστρεφόμενα ρευστά διάτρησης (κόσκινα-shakers), οι αποθήκες και χώροι ανάμιξης στερεών και πρόσθετων για την παρασκευή των ρευστών διάτρησης (sack rooms), οι γεννήτριες (generators), οι συμπιεστές (compressors) και ο εξοπλισμός ανάμιξης για την παρασκευή του γαλακτώματος (slurry) της τσιμέντωσης (Niven, 2009).

Διάφοροι τύποι ακτινοβολίας και ακραίων θερμοκρασιών (*thermal extremes*) είναι επίσης σχετικά συχνά φαινόμενα στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις. Η έκθεση σε υπερβολική θερμότητα ή/και άμεσο ηλιακό φως σε τροπικές περιοχές και σε υπερβολικό ψύχος σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη μπορεί να αποτελέσει σημαντική πηγή κινδύνου για την υγεία, ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή.

Τέλος, η χρήση εξοπλισμού και ρευστών με πολύ υψηλή θερμοκρασία (όρυξη γεωτρήσεων σε ταμιευτήρες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας) ή πολύ χαμηλή θερμοκρασία (υγρό άζωτο) μπορεί να προκαλέσει θερμικά εγκαύματα (Onyekachi, 2004).

4.3.2. Χημικοί κίνδυνοι

Τα δημοσιευμένα δεδομένα για την έκθεση των εργαζομένων σε επικίνδυνες ουσίες, που έχουν προκύψει από έρευνες/δειγματοληψίες σε εγκαταστάσεις Ε&Π υδρογονανθράκων, είναι περιορισμένα ή έχουν δημοσιευτεί πριν από αρκετά χρόνια, χωρίς να υπάρχει σχετική επικαιροποίηση. Για παράδειγμα, αν και το **βενζόλιο** αποτελεί φυσικό συστατικό του αργού πετρελαίου και του φυσικού αερίου, λίγες μόνο μελέτες αναφέρουν στοιχεία που αφορούν στην έκθεση εργαζομένων σε βενζόλιο, η οποία μπορεί να γίνει μέσω εισπνοής ατμών από εξάτμιση διαλυτών που περιέχουν βενζόλιο, ή/και μέσω απορρόφησης αυτών των ατμών από το δέρμα, κατά το χειρισμό υλικών εμποτισμένων με διαλύτες. Η μακροχρόνια έκθεση σε βενζόλιο ενοχοποιείται για σπάνιες μορφές λευχαιμίας. Το βενζόλιο εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε κάποιο βαθμό στους περισσότερους διαλύτες πετρελαίου σε πολλές πετρελαιοπαραγωγές χώρες παρά την απαγόρευση της χρήσης του για αυτό το σκοπό (Niven, 2009).

Ουσίες όπως το **υδρόθειο (H_2S)**, συνήθως ελέγχονται αποτελεσματικά μέσω κλειστών κυκλωμάτων, ειδικών αδειών εργασίας, καθαρισμού του φυσικού αερίου, παρακολούθησης των χώρων και του προσωπικού, εκπαίδευσης, σχεδίων αντιμετώπισης έκτακτων καταστάσεων κ.λπ. Ωστόσο, **αέρια καύσιμα** και συμπυκνώματα που μπορεί να περιέχουν H_2S είναι διαδεδομένα σε μια εγκατάσταση παραγωγής υδρογονανθράκων. Σε επιμέρους διεργασίες χρησιμοποιούνται διάφορες χημικές ενώσεις, οι οποίες απαιτούν Δελτία Δεδομένων Ασφάλειας Υλικού (MSDSs - Material Safety Data Sheets) και οι οποίες ενέχουν **κινδύνους εκρήξεων και πυρκαγιών**. Στην περίπτωση των αέριων καυσίμων, ανάφλεξη/έκρηξη μπορεί να συμβεί μόνο όταν υπάρξει ένα μίγμα αερίου/ατμοσφαιρικού αέρα, του οποίου η αναλογία κυμαίνεται μεταξύ ενός κατώτερου και ενός ανώτερου ορίου συγκέντρωσης (κατώτερο και ανώτερο όριο αναφλεξιμότητας), με τη συνδρομή μιας πηγής θερμότητας. Σε συγκέντρωση μικρότερη από το κάτω όριο αναφλεξιμότητας, το μίγμα δε συντηρεί την καύση γιατί η ποσότητα θερμότητας που παράγεται δεν επαρκεί για τη θέρμανση γειτονικών περιοχών στο σημείο ανάφλεξης, λόγω έλλειψης καυσίμου. Σε

συγκέντρωση μεγαλύτερη από το άνω όριο αναφλεξιμότητας, η ποσότητα του οξειδωτικού είναι ανεπαρκής για τη διατήρηση της καύσης. Μίγματα τέτοιων αερίων μπορούν να συγκεντρώνονται εντός τάφρων, ορυγμάτων ή περικλειστων περιοχών, να σχηματίζουν εκρηκτικά μίγματα και να εκρήγνυνται. Αέρια διαφορετικών πυκνοτήτων παρουσιάζουν διαφορετικά επίπεδα κινδύνου και συγκεντρώνονται σε διαφορετικά υψομετρικά επίπεδα ή παρασύρονται σε διαφορετικές αποστάσεις.

Κατά το παρελθόν, η **σύνθεση των ρευστών διάτρησης** ήταν αρκετά τοξική τόσο για τους ανθρώπους, όσο και για το περιβάλλον. Στη δεκαετία του 1980 η χρήση ρευστών διάτρησης με βάση το πετρέλαιο (diesel), αποτελούσε συνήθη πρακτική, αλλά η πτητικότητα τους παρουσίαζε καταφανείς κινδύνους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε έκθεση της Διεθνούς Οργάνωσης Εργασίας (International Labour Organisation – ILO) (ILO, 1980) επισημαίνεται ότι ορισμένες από τις ουσίες που χρησιμοποιούνται στα ρευστά διάτρησης, όπως: αιώρημα μπεντονίτη ή πολυμερών με πρόσθετα όπως καυστικό νάτριο, φωσφορικά άλατα νατρίου, υδράσβεστο, λιπαντικά, πετρέλαιο diesel, φαινόλες και παράγωγα αυτών ή θειικό βάριο, είναι εξόχως καυστικά και δηλητηριώδη. Η σύσταση των ρευστών διάτρησης τροποποιήθηκε με την πάροδο των χρόνων, με γενική τάση χρήσης ολοένα και περισσότερων υλικών χαμηλότερης τοξικότητας. Έτσι, τα πρόσθετα λιγνοσουλφονικού χρωμίου και ο αταπουλγίτης αποσύρθηκαν σταδιακά στις αρχές της δεκαετίας του 1980, κυρίως για λόγους υγείας και ασφάλειας. Ομοίως, στα ρευστά διάτρησης με βάση το πετρέλαιο (diesel), το diesel αντικαταστάθηκε από ορυκτέλαια χαμηλής τοξικότητας (low-toxicity mineral oils - LTMOs) με χαμηλή περιεκτικότητα σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Ωστόσο και αυτά φαίνεται να παρουσιάζουν νέους κινδύνους, καθώς δοκιμές με ανάλογες ουσίες έχουν δείξει ότι αυτές διασπείρονται δραστικότερα στον εγκέφαλο. Ωσαύτως, δεν έχει διερευνηθεί η πιθανότητα καρκινογένεσης ως συνέπεια μακροχρόνιας έκθεσης σε τέτοιες ουσίες.

Άλλες **δυσνητικά τοξικές ουσίες και πιθανά καρκινογόνοι παράγοντες ή μίγματα** είναι: σταγονίδια και ατμοί ορυκτέλαιων, ίνες αμιάντου, φορμαλδεΐδη, τετραχλωροαιθυλένιο, αέρια συγκολλήσεων/κοπών, οξέα, επικαλύψεις κ.λπ. Τέτοιου τύπου ουσίες δύνανται να προκαλέσουν δηλητηρίαση μέσω εισπνοής ή επαφής με το δέρμα (Onyekachi, 2004).

Κατά καιρούς έχουν εκτελεστεί αρκετές επιδημιολογικές μελέτες για τους εργαζόμενους στην βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου προκειμένου να διαπιστωθεί αν εμφανίζουν **μεγαλύτερη θνησιμότητα λόγω καρκίνου**. Ωστόσο, η μεγάλη πλειοψηφία αυτών των μελετών περιορίζεται στους εργαζόμενους σε εγκαταστάσεις διυλιστηρίων. Τέσσερις μελέτες εξ αυτών και μια μελέτη περίπτωσης αφορούν σε εργαζόμενους στην Ε&Π υδρογονανθράκων. Τα στοιχεία, με βάση τα αποτελέσματα των μελετών, υποδηλώνουν αυξημένο κίνδυνο θνησιμότητας από λευχαιμία σε εργαζόμενους, οι οποίοι ξεκίνησαν να εργάζονται πριν το 1940 και οι οποίοι εργάστηκαν επί μακρόν στο χώρο αυτό (για περίοδο άνω των 30 ετών). Μεταξύ των εργαζομένων εντοπίστηκε αυξημένη συχνότητα εμφάνισης αιμοποιητικών καρκίνων, ιδιαίτερα οξείας μυελογενούς λευχαιμίας (acute myeloid leukaemia - AML) και πολλαπλού μυελώματος. Ωστόσο, οι πιθανές αιτίες δεν έχουν ακόμα αποσαφηνιστεί και απαιτούν περαιτέρω μελέτη. Είναι πιθανό ότι θα μπορούσαν να έχουν επίδραση και άλλοι παράγοντες που δε σχετίζονται με την εργασία, όπως το κάπνισμα ή η έκθεση σε ακτινοβολία που προέρχεται από βιομηχανικές ή φυσικές πηγές άσχετες με την εργασία. Το συμπέρασμα που συνάγεται από ερευνητές ότι η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης AML συνδέεται πιθανότατα με την έκθεση σε βενζόλιο, δεν τεκμηριώνεται από τα στοιχεία αυτά (Niven, 2009).

Τα **επίπεδα έκθεσης** των εργαζομένων στην Ε&Π υδρογονανθράκων **σε βενζόλιο, τολουόλιο, ξυλένιο, και αιθυλοβενζόλιο**, βάσει δεδομένων παρακολούθησης της ατμόσφαιρας στο χώρο εργασίας, θεωρούνται γενικά χαμηλά κατά τη διάρκεια της συνήθους δραστηριότητας. Υψηλότερη έκθεση, για χρόνο λιγότερο από μια πλήρη βάρδια, μπορεί να παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης (π.χ. όταν υπάρχει αστοχία στη στεγανότητα ή είσοδος σε κλειστά δοχεία για καθαρισμό). Εικάζεται επίσης ότι η δερματική έκθεση σε αυτές τις ουσίες, κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας μιας εγκατάστασης, θα μπορούσε να είναι υψηλή, αλλά η έκθεση αυτή δεν έχει μελετηθεί συστηματικά.

Ορισμένα αέρια, όπως το **άζωτο, το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο** εκτοπίζουν το οξυγόνο και δύναται να προκαλέσουν ασφυξία. Άλλα αέρια, όπως το **υδρόθειο και το μονοξείδιο του άνθρακα** είναι τοξικά και θανατηφόρα για τον άνθρωπο. Η χρήση κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας επιβάλλεται κατά τη διάρκεια εργασιών σε

χώρους όπου δύναται να εμφανιστούν τέτοια αέρια. Αν υπάρχει υποψία διαρροής και συγκέντρωσής τους σε ένα χώρο, θα πρέπει να διεξάγεται συστηματικός έλεγχος πριν την προχώρηση των εργασιών στο χώρο αυτό.

4.3.3. Βιολογικοί κίνδυνοι

Τα **κρούσματα τροφικής δηλητηρίασης** είναι τυπικές εκδηλώσεις βιολογικών κινδύνων σε χώρους εργασίας στην ανοικτή θάλασσα. Η τάση εμφάνισης γίνεται εντονότερη σε λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές, στις οποίες παρατηρούνται ελλείψεις συνθήκες υγιεινής που σχετίζονται κυρίως με την παροχή πόσιμου νερού. Επίσης, ο χώρος της κουζίνας μπορεί να είναι περιορισμένος στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις, με αποτέλεσμα να είναι ανεπαρκείς οι χώροι ψύξης. Τέλος, τα συστήματα εξαερισμού των εγκαταστάσεων αυτών συνδράμουν σημαντικά στην εξάπλωση **ασθενειών που μεταφέρονται με τον αέρα**.

Απαιτείται, επίσης, προσεκτική διαχείριση των κινδύνων για την υγεία από ενδεχόμενη **μόλυνση από το βακτήριο legionella** των σωλήνων νερού, ιδιαίτερα στα ντους των καταλυμάτων και στις μονάδες κλιματισμού. Το εν λόγω βακτήριο προκαλεί τη νόσο των λεγεωνάριων, η οποία είναι μια σοβαρή μορφή πνευμονίας. Οι εργαζόμενοι προσβάλλονται από τη νόσο, όταν εισπνέουν υγρασία ή σταγονίδια που βρίσκονται στον αέρα και προέρχονται από μολυσμένο νερό που περιέχει το βακτήριο (Niven, 2009).

4.3.4. Εργονομικοί κίνδυνοι

Ο όρος 'εργονομικοί κίνδυνοι' αναφέρεται γενικά σε προβλήματα υγείας που σχετίζονται με:

- (i) Τη θέση του σώματος που υιοθετούν οι εργαζόμενοι προκειμένου να προσεγγίσουν, να επενεργήσουν ή να λειτουργήσουν αντικείμενα και εξοπλισμό με τον οποίο δουλεύουν, και
- (ii) τη φύση και το χρόνο εφαρμογής δύναμης πάνω σε αυτά τα αντικείμενα.

Τα θέματα εργονομικής υγείας συνήθως σχετίζονται με το **μυοσκελετικό σύστημα** και ιδιαιτέρως με τα άνω άκρα, το λαιμό και την οσφυϊκή χώρα. Μπορούν επίσης να σχετίζονται με **διαταραχές στην οπτική λειτουργία** που προκύπτουν από την εργασία σε καθήκοντα που απαιτούν μεγάλη οπτική προσπάθεια και συγκέντρωση για εκτεταμένη χρονική διάρκεια, υπό ακατάλληλο φωτισμό.

Ο κρίσιμος παράγοντας που προσδιορίζει ένα θέμα υγείας ως 'εργονομικό' είναι ο τραυματισμός που προκύπτει, όταν ο τρόπος που έχουν ρυθμιστεί τόσο το περιβάλλον, όσο και ο εξοπλισμός υποχρεώνει τους ανθρώπους, προκειμένου να εκπληρώνουν τα καθημερινά εργασιακά τους καθήκοντα, να υιοθετούν στάση ή θέση και κινήσεις, να ασκούν δύναμη ή και να μελετούν, υπό συνθήκες που μπορούν δυνητικά να βλάψουν την υγεία τους.

Μεταξύ των ειδικών επί θεμάτων υγείας σε δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων είναι διαδεδομένη η άποψη ότι οι διαταραχές των άνω άκρων (upper limb disorders - ULDs) που παρατηρούνται συχνά, προκύπτουν από την κακή εργονομία στο χώρο εργασίας. Ακριβή και αξιόπιστα δεδομένα, ωστόσο, είναι δύσκολο να βρεθούν (Niven, 2009).

4.3.5. Ψυχολογικοί κίνδυνοι

Οι ψυχολογικοί κίνδυνοι διαφέρουν από τους υπόλοιπους επαγγελματικούς κινδύνους (π.χ. θόρυβος, χημικές ουσίες), και τούτο διότι:

- Το επίπεδο άγχους μέσα σε ένα χώρο εργασίας μεταβάλλεται με γοργό ρυθμό και ποικίλει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου.
- Το άγχος εμφανίζεται σε «θερμά σημεία» του χώρου εργασίας και σπάνια είναι ομοιόμορφο για όλους τους εργαζόμενους.
- Η προσπάθεια που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί μια πλήρης αντικειμενική εκτίμηση του άγχους και του ελέγχου αυτού, είναι μεγάλη και χρειάζεται συστηματικότητα.
- Υπάρχουν θεωρήσεις ότι το άγχος σε ένα χώρο εργασίας ή μια ομάδα πληθυσμού είναι φυσικό φαινόμενο και συχνά παροδικό.
- Τα διαθέσιμα μέχρι σήμερα δεδομένα δεν μετρούν άμεσα το άγχος, ενώ η ερμηνεία τους είναι δύσκολη και συχνά έρχεται σε αντίθεση με την κοινή λογική (το προφανές).

Εντούτοις, είναι δυνατόν να εντοπιστούν παράγοντες άγχους που είναι κοινοί στις δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων, ιδιαίτερα στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις και οι οποίοι απαιτούν ειδική προσοχή, όπως π.χ. υπερβολικός φόρτος εργασίας, έλλειψη εργασιακής σαφήνειας και συχνές αλλαγές. Πηγή άγχους δύνανται επίσης να είναι οι παρατεταμένες περίοδοι απομόνωσης και ανθρώπινης επικοινωνίας (τηλέφωνο, διαδίκτυο κ.λπ.), οι περιορισμένες δραστηριότητες στον ελεύθερο χρόνο, η περιορισμένη ποιότητα

και ποσότητα ύπνου (ως αποτέλεσμα αλλαγής βάρδιας και θορύβου), είτε ακόμα και η αυξημένη χρήση εναέριων μεταφορικών μέσων εκτιμώμενων συχνά ως υψηλότερου κινδύνου (π.χ. ελικόπτερα) (Niven, 2009).

Οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις Ε&Π υδρογονανθράκων εμφανίζουν ιδιαιτερότητες, λόγω του απομονωμένου περιβάλλοντος, της φύσης και του μεγέθους των δραστηριοτήτων. Το επίπεδο κινδύνου είναι αυξημένο με φυσικό επακόλουθο να απαιτείται καταφανώς αυξημένο επίπεδο ασφάλειας. Τα προβλήματα ιατρικής φροντίδας, παροχής πρώτων βοηθειών και αντιμετώπισης επειγόντων περιστατικών που σχετίζονται με τον τρόπο ζωής και εργασίας σε τέτοιες φυσικά απομονωμένες εγκαταστάσεις, έχουν αναγνωριστεί από τη δεκαετία του 1970 (Gardner, 2003).

Η καταστροφή της εξέδρας Piper Alpha το 1988 στη Βόρεια Θάλασσα, αλλά και η τεράστια οικολογική καταστροφή από την έκρηξη στην εξέδρα Deerwater Horizon το 2010 στον Κόλπο του Μεξικού, έχουν αναδείξει με τον πιο τραγικό τρόπο γιατί η ασφάλεια αποτελεί μείζον ζήτημα στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Οι προϊστάμενοι των εργοταξίων μεταξύ άλλων καθηκόντων έχουν και την ευθύνη της ασφάλειας, της τήρησης των στόχων ασφάλειας σύμφωνα με το σχεδιασμό και την παρακολούθηση της εξέλιξης των δεικτών ασφάλειας, με τους οποίους μετράται η σχετική πρόοδος. Αντίστοιχη συστηματική ευθύνη δεν υπήρχε, μέχρι πρόσφατα, γύρω από τα θέματα υγείας. Το έλλειμμα αυτό αιτιολογείται από το γεγονός ότι τα θέματα επαγγελματικής υγείας και ασθενειών μπορεί να εκδηλωθούν χρόνια μετά από την έκθεση ενός εργαζομένου σε νοσογόνους παράγοντες που να μην είχαν καν αναγνωριστεί ως δυνητικοί κίνδυνοι εκείνη την εποχή. Αυτό συνεπάγεται μη τεταμένη προσοχή των προϊσταμένων των εργοταξίων στον εντοπισμό εμφανών θεμάτων υγείας και ασθενειών μεταξύ του προσωπικού, σε έλλειψη εγρήγορσης στη διερεύνηση σχετικών περιστατικών με υπευθυνότητα ανάλογη εκείνης που επιδεικνύουν σε περιπτώσεις ατυχημάτων.

Τα προγράμματα βάρδιας και παραμονής στην εξέδρα είναι ιδιαίτερα. Οι εργαζόμενοι εργάζονται καθημερινά συνήθως σε 12ωρες βάρδιες, ανάλογα με το πρόγραμμα, παραμένουν στην εξέδρα για δύο ή τρεις εβδομάδες, και οι ενδιάμεσες περιόδοι άδειας ποικίλουν σε διάρκεια. Όπου έχουν τεθεί όρια χρόνιας έκθεσης σε επικίνδυνες ουσίες, αυτά συνήθως ορίζονται για το τυπικό ημερήσιο ωράριο εργασίας των

8 ωρών. Για την αντιμετώπιση της διαφοροποίησης αυτής, έχουν προταθεί γενικές μέθοδοι προσαρμογής της 8ωρης εργασιακής έκθεσης, στα προγράμματα εργασίας που διέπουν το καθεστώς στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις (Gardner, 2003).

Πολλοί εργαζόμενοι εργάζονται στις πετρελαϊκές εγκαταστάσεις για περισσότερα από 20 χρόνια και σε πολλές από αυτές, ο μέσος όρος ηλικίας κυμαίνεται μεταξύ 40 και 50 ετών. Η επίδραση της γήρανσης στην ικανότητα του εργαζόμενου να εργάζεται σε συνθήκες ανοικτής θάλασσας και η μεταβολή της τρωτότητάς του έναντι των πιέσεων που ασκεί το εργασιακό περιβάλλον στην υγεία του, αποτελούν θέματα που δεν έχουν εξεταστεί καθόλου.

Η εργασία σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις μπορεί να περιλαμβάνει την έκθεση σε μια σειρά κινδύνους, ταυτόχρονα ή διαδοχικά (π.χ. επικίνδυνες ουσίες, θόρυβος, δονήσεις, ακραίες θερμοκρασίες, χειρωνακτικός χειρισμός βαρέων αντικειμένων, κίνδυνοι που είναι διαρκώς παρόντες στο δάπεδο του γεωτρήσανου). Και σε αυτήν την περίπτωση, οι δυνητικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών κινδύνων δεν έχουν εξεταστεί (Gardner, 2003).

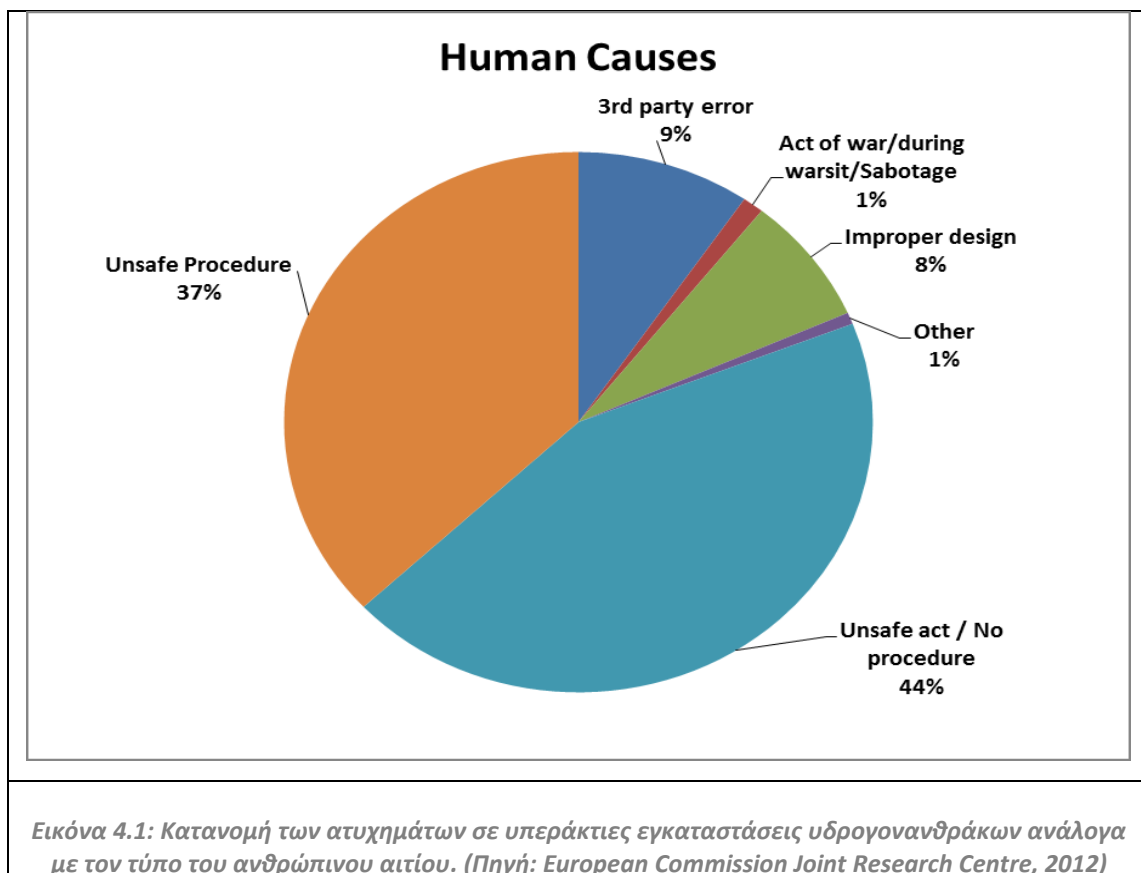
4.3.6. Ασφάλεια και ανθρώπινος παράγοντας

Στις προηγούμενες δεκαετίες το βάρος για την ασφάλεια των εργαζομένων σε υπεράκτιες δραστηριότητες είχε δοθεί κυρίως στην τεχνολογία και τους μηχανισμούς αυτοματοποίησης, αλλά και στα μέτρα προστασίας και τη λειτουργικότητα των συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας. Ένα παράδειγμα: μόλις ένας ανιχνευτής εντόπιζε διαρροή αερίου, αυτομάτως το σύστημα ασφαλείας ενεργοποιούνταν για παρεμπόδιση ανεπιθύμητων συνεπειών.

Από πρόσφατες μελέτες εμπειρογνομώνων και ειδικών της βαριάς αυτής βιομηχανίας των υπεράκτιων δραστηριοτήτων, διαπιστώθηκε ότι τα περιστατικά ατυχημάτων σε διάφορες κλίμακες, οφείλονταν κατά 48,6% στον ανθρώπινο παράγοντα. Έχει αποδειχτεί μάλιστα, ότι, όσο κι αν είναι αυτοματοποιημένα τα συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας, η παρεμπόδιση των εν γένει ατυχημάτων στο συγκεκριμένο περιβάλλον της επιβεβλημένης αυτονομίας, αυτάρκειας, απομόνωσης κ.λπ., εξαρτάται από την αξιοπιστία,

την εμπειρία, την τεχνογνωσία και την ευσυνειδησία του ανθρώπινου παράγοντα (Εικόνα 4.1).

Αυτό λοιπόν που διαπιστώθηκε ότι απουσιάζει από ένα αριστοποιημένο τρόπο διαχείρισης των συστημάτων ασφαλείας στις υπεράκτιες δραστηριότητες, με τις υπερβολικά δύσκολες συνθήκες εργασίας σε όλα τα επίπεδα, είναι ότι από τη "φιλοσοφία" τους και την "παιδεία εφαρμογής" όλων των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα σε μια εξέδρα, λείπει ο συντελεστής του ανθρώπινου παράγοντα, με τη σχολαστικότητα και τη βαρύτητα που του αρμόζει, σε μια σειρά δράσεων που διέπονται από «καλές πρακτικές». Και είναι φυσικό για μια εταιρεία που έχει να δαπανήσει εκατοντάδες εκατομμύρια δολάρια να προσπαθεί να «περικόψει» από όπου μπορεί. Ο στόχος πάντα θα εστιάζεται στον ολοσχερή αποκλεισμό ή δραστικό περιορισμό των ατυχημάτων από ανθρώπινα λάθη, την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αλλά και την τεκμηριωμένη ενημέρωση του κοινού, της τοπικής κοινωνίας και των πολιτικών παραγόντων για αποφυγή αντιδράσεων που πολλές φορές ανατρέπουν επενδυτικά σχέδια εκατομμυρίων ευρώ, χωρίς ουσιαστικό λόγο.



4.4. Δυνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από τις δραστηριότητες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων

Οι δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων έχουν ποικίλες δυνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις αυτές εξαρτώνται από τη φάση εξέλιξής τους (αναζήτηση, έρευνα, ανάπτυξη & παραγωγή, κλείσιμο της εγκατάστασης), το μέγεθος και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης, την υφιστάμενη κατάσταση και την ευαισθησία του περιβάλλοντος στην περιοχή του έργου και την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού για την αποτροπή ρύπανσης, των μέτρων και των τεχνικών πρόληψης της ρύπανσης, αλλά και των μέτρων αντιμετώπισης και των τεχνικών για τον έλεγχό της.

Οι επιπτώσεις που αναφέρονται στην παρούσα ενότητα είναι δυνητικές επιπτώσεις και με τον κατάλληλο σχεδιασμό δύνανται να αποφευχθούν, να περιοριστούν ή να μετριαστούν. Διεθνώς, η βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου στο πλαίσιο της πρόληψης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, εφαρμόζει συστήματα διαχείρισης, πρακτικές λειτουργίας και τεχνολογία μηχανικής (engineering technology) που στοχεύουν στην αποτροπή ή/και τον περιορισμό τους.

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται συνοπτικά οι δυνητικές επιπτώσεις στις ακόλουθες περιβαλλοντικές παραμέτρους (E&P Forum/UNEP, 1997):

- A. Ατμοσφαιρικό περιβάλλον** (ατμοσφαιρικό και ακουστικό περιβάλλον, κλίμα).
- B. Υδάτινοι πόροι** (επιφανειακά και υπόγεια νερά, υδρογραφία – ωκεανογραφία).
- Γ. Έδαφος** (τοπογραφία – βαθυμετρία, γεωλογία – έδαφος). Δεν εξετάζονται στην παρούσα εργασία γιατί αφορούν σε χερσαίες δραστηριότητες.
- Δ. Βιοτικό περιβάλλον** (χλωρίδα, πανίδα, οικότοποι ενδιαφέροντος).
- Ε. Ανθρωπογενές περιβάλλον** (κοινωνικό περιβάλλον, οικονομία – παραγωγικοί τομείς – υποδομές, πολιτιστική κληρονομιά).

Σημαντικοί παράγοντες για την εκτίμηση των δυνητικών επιπτώσεων σε κάθε περιβαλλοντική παράμετρο είναι:

- ο η γεωγραφική κλίμακα (χωρική έκταση) την οποία επηρεάζουν (παγκόσμια, περιφερειακή, εθνική, τοπική),
- ο η ένταση (μέγεθος) των επιπτώσεων στο περιβάλλον (σημαντικότητα) (αμελητέες, ασθενείς, μη σημαντικές, μετρίως σημαντικές, σημαντικές),
- ο η χρονική διάρκεια κατά την οποία υφίστανται οι επιπτώσεις (μόνιμες, παροδικές), και
- ο η αναστρεψιμότητα, δηλαδή η τεχνική ή φυσική δυνατότητα αναίρεσής τους (αναστρέψιμες, μερικώς αναστρέψιμες ή μη αναστρέψιμες) μετά την εφαρμογή επανορθωτικών μέτρων, εφόσον αυτά απαιτούνται.

Για τον καθορισμό της σημασίας των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η Οδηγία 2001/42/ΕΚ απαιτεί να ληφθούν υπόψη η ένταση (μέγεθος) και η χωρική τους έκταση, καθώς και η αξία και η τρωτότητα της περιοχής που θα επηρεαστεί. Σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση, μια περιβαλλοντική επίπτωση θεωρείται σημαντική αν επιφέρει ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- Παραβίαση των προτύπων ποιότητας ατμόσφαιρας ή υδάτων, των ορίων διάθεσης υγρών αποβλήτων ή αέριων εκπομπών.
- Κατ' εξακολούθηση ρύπανση των υδάτινων πόρων, του εδάφους ή του θαλάσσιου πυθμένα που μπορεί να προκαλέσει βλάβες στη χλωρίδα και την πανίδα, την ανθρώπινη υγεία ή σε ωφέλιμες χρήσεις του περιβάλλοντος.
- Βλάβη ή ρύπανση σε ευαίσθητους ή προστατευόμενους οικότοπους, πόρους πρωτογενούς παραγωγής (αλιεία, αγροτική παραγωγή) ή πόρους αναψυχής (παραλίες, πάρκα).
- Θάνατο, τραυματισμό ή διατάραξη κρίσιμων δραστηριοτήτων της πανίδας (φωλεασμός, αναπαραγωγή) ή βλάβη σε σημαντικά φυσικά ενδιαίτηματα προστατευόμενων ειδών.
- Τακτική ή συνεχή παρέμβαση σε άλλες οικονομικές δραστηριότητες (αγροτική παραγωγή, κτηνοτροφία, αλιεία, ναυτιλία, τουρισμός, τηλεπικοινωνίες).
- Βλάβη ή ρύπανση σημαντικών θέσεων πολιτιστικής, ιστορικής ή θρησκευτικής σημασίας (αρχαιολογικοί χώροι, ναοί, ναυάγια).
- Απειλή για τη δημόσια υγεία ή τη δημόσια ασφάλεια.

Ως προς τη φάση εξέλιξης των δραστηριοτήτων Ε&Π υδρογονανθράκων, οι δραστηριότητες στα πρώτα στάδια της αναζήτησης και έρευνας είναι μικρής διάρκειας και παροδικές. Από αυτές, η όρυξη των ερευνητικών γεωτρήσεων παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διάρκεια (1-3 μήνες ή περισσότερο σε κάποιες περιπτώσεις). Μόνο αν εντοπιστεί οικονομικά εκμεταλλεύσιμο κοίτασμα υδρογονανθράκων το έργο αποκτά μακροπρόθεσμη προοπτική (όρυξη γεωτρήσεων ανάπτυξης και παραγωγής κ.λπ.).

Κατά τη φάση ανάπτυξης και παραγωγής, οι δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις σχετίζονται με την προετοιμασία για την όρυξη των γεωτρήσεων (παραγωγής και εισπίεσης), τη διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων, την κατασκευή και τοποθέτηση των παραγωγικών εγκαταστάσεων, καθώς και την κατασκευή των υποθαλάσσιων συστημάτων και του δικτύου αγωγών για τη διακίνηση του παραγόμενου πετρελαίου και αερίου. Οι παραγωγικές εγκαταστάσεις επεξεργάζονται τους παραγόμενους υδρογονάνθρακες διαχωρίζοντας το πετρέλαιο από το αέριο και το νερό. Το παραγόμενο νερό, αφού υποστεί κατάλληλη επεξεργασία, διατίθεται σε κάποιον αποδέκτη ή επανεισπίζεται στο κοίτασμα. Οι συνήθεις εργασίες κατά τη φάση παραγωγής περιλαμβάνουν τη λειτουργία των γεωτρήσεων, συμπιεστών και αντλιών, τη διαχείριση των αποβλήτων, καθώς και τη συντήρηση και αντικατάσταση τμημάτων των εγκαταστάσεων. Εξαιτίας της διάρκειάς της, αλλά και της κλίμακας των σχετικών εργασιών, αυτή η φάση των δραστηριοτήτων σχετίζεται πρακτικά με το σύνολο των δυνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Μετά την οριστική παύση λειτουργίας μιας παραγωγικής εγκατάστασης (εξάντληση του κοιτάσματος) οι εγκαταστάσεις παροπλίζονται, αποσυναρμολογούνται και απομακρύνονται. Η φάση αυτή περιλαμβάνει επίσης το ερμητικό σφράγισμα και την εγκατάλειψη όλων των γεωτρήσεων και την πλήρη απομάκρυνση όλων των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης η περιοχή αποκαθίσταται περιβαλλοντικά και παρακολουθείται για ορισμένο χρονικό διάστημα.

Οι δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων Ε&Π υδρογονανθράκων ανά περιβαλλοντική παράμετρο, δίδονται εν συντομία ως ακολούθως.

4.4.1. Ατμοσφαιρικό περιβάλλον

Ποιότητα αέρα

Τα θέματα ρύπανσης της ατμόσφαιρας προσελκύουν κατά την τελευταία 30ετία διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον, τόσο από τη βιομηχανία, όσο και από τις κρατικές αρχές διεθνώς. Το γεγονός αυτό ώθησε τη βιομηχανία να εξελίξει τις διαδικασίες και τεχνολογίες περιορισμού των αέριων εκπομπών. Προκειμένου να εξεταστούν οι δυνητικές επιπτώσεις από την Ε&Π υδρογονανθράκων είναι σημαντικό να κατανοηθούν οι πηγές και η φύση των αέριων εκπομπών και η σχετική τους συνεισφορά στις ατμοσφαιρικές επιπτώσεις, όχι μόνο σε τοπικό επίπεδο, αλλά και σε θέματα όπως η εξασθένιση (οπή) του στρατοσφαιρικού όζοντος και η κλιματική αλλαγή.

Οι κύριες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης προέρχονται από (*E&P Forum/UNEP, 1997*):

- την καύση (*flaring*) του παραγόμενου αερίου,
- τις καύσεις σε κινητήρες εσωτερικής καύσης (*πετρελαιοκινητήρες, κινητήρες πετρελαίου, κινητήρες ντίζελ*) και αεριοστροβίλους (*gas turbines*),
- τα αέρια που διαφεύγουν κατά τις διαδικασίες φόρτωσης, από τις δεξαμενές αποθήκευσης, καθώς και από τις απώλειες του εξοπλισμού λειτουργίας διαφόρων διεργασιών, κυρίως στους διαχωριστές των παραγόμενων ρευστών (*πετρελαίου/αερίου/νερού*),
- τα αιωρούμενα σωματίδια από την αναμόχλευση του εδάφους κατά τη φάση κατασκευής και από την κυκλοφορία των οχημάτων, και
- τα σωματίδια από άλλες πηγές καύσης, όπως δοκιμές παραγωγής (*well testing*).

Η καύση του παραγόμενου αερίου (*flaring*) είναι η πιο σημαντική πηγή αέριων εκπομπών, ιδιαίτερα στις περιοχές όπου δεν υπάρχουν σχετικές υποδομές ή αγορά για το παραγόμενο αέριο. Ωστόσο, όπου είναι εφικτό, το αέριο υφίσταται επεξεργασία και διατίθεται ως ένα σημαντικό εμπορικό αγαθό. Συνεπώς, η ανάγκη καύσης του παραγόμενου αερίου μειώνεται σημαντικά με την ολοκληρωμένη ανάπτυξη και την εξασφάλιση αγορών για όλα τα προϊόντα των δραστηριοτήτων παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του World Resources Institute, από τη συνολική καύση του παραγόμενου αερίου στις δραστηριότητες παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου, το έτος 2005, παρήχθησαν 213×10^6 τόνοι CO_2 , οι οποίοι

αντιπροσωπεύουν ποσοστό μικρότερο του 1% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ (27.464 x 10⁶ τόνοι) για το ίδιο έτος. Με την Οδηγία 2003/87/ΕΚ, όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 2009/29/ΕΚ, καθιερώθηκε το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου για τις χώρες-μέλη της Ε.Ε., προκειμένου να επιτευχθεί η μείωσή τους με οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Σύμφωνα με αυτό όλες οι εταιρείες που αναλαμβάνουν δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων έχουν την υποχρέωση να παρέχουν ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τις εκπομπές CO₂ και από την καύση του παραγόμενου αερίου. Συνεπώς, υπάρχει απαίτηση για ακριβή μέτρηση αυτών των εκπομπών στην πηγή.

Με βάση τα στατιστικά στοιχεία του World Resources Institute, οι συνολικές εκπομπές μεθανίου στις δραστηριότητες παραγωγής υδρογονανθράκων, αντιπροσωπεύουν περίπου το 10% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών μεθανίου. Οι εκπομπές μεθανίου στη Β. Θάλασσα κατά την περίοδο έντασης της παραγωγής δεν υπερέβησαν το 0,5% των παγκόσμιων βιομηχανικών εκπομπών ή το 0,05% των παγκόσμιων εκπομπών μεθανίου. Τούτο προέρχεται από τη σημαντική βελτίωση της λειτουργικής πρακτικής τα τελευταία χρόνια, κύρια από τη μείωση της καύσης (flaring) του αερίου, τη βελτίωση των υποδομών και βεβαίως την εμπορική χρήση του αερίου. Άλλες εκπομπές αερίων, όπως NO_x, CO και SO_x, από την παραγωγή υδρογονανθράκων στη Β. Θάλασσα αντιπροσωπεύουν ποσοστό μικρότερο του 1% των συνολικών εκπομπών των αντίστοιχων αερίων στην Ε.Ε, με εξαίρεση τα επίπεδα των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) που και αυτά συνιστούν ποσοστό μικρότερο του 2% των συνολικών εκπομπών στην Ε.Ε.

4.4.2. Ακουστικό περιβάλλον

Κατά τη φάση της αναζήτησης και της έρευνας, θόρυβος προκαλείται από τη μετακίνηση βαρέως εξοπλισμού, τις σεισμικές έρευνες και τη λειτουργία του γεωτρύπανου. Ο θόρυβος μπορεί να προκαλέσει την προσωρινή απομάκρυνση θηλαστικών, πτηνών και άλλων ειδών της πανίδας, καθώς και να έχει επιδράσεις στη συμπεριφορά τους και τη μεταξύ τους επικοινωνία. Οι σχετικές επιπτώσεις είναι ωστόσο παροδικές.

4.4.3. Υδάτινοι πόροι

Υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν κατά την Ε&Π υδρογονανθράκων εξαρτώνται από τη φάση εξέλιξης των δραστηριοτήτων αυτών. Κατά τις σεισμικές έρευνες τα υγρά απόβλητα είναι ελάχιστα και σχετίζονται κυρίως με τον προσωρινό καταυλισμό του προσωπικού ή τη λειτουργία των ερευνητικών σκαφών. Κατά την όρυξη των ερευνητικών γεωτρήσεων τα κύρια υγρά απόβλητα είναι τα ρευστά διάτρησης και τα παραγόμενα θρύμματα, ενώ κατά την παραγωγική φάση — μετά την ολοκλήρωση των γεωτρήσεων ανάπτυξης — τα κύρια απόβλητα είναι το νερό που παράγεται από τον ταμιευτήρα. Τα υγρά απόβλητα από την όρυξη των ερευνητικών γεωτρήσεων είναι σε κάθε περίπτωση σημαντικά μικρότερου όγκου έναντι αυτών που παράγονται κατά την όρυξη των γεωτρήσεων ανάπτυξης και παραγωγής.

Τα **ρευστά διάτρησης με βάση το νερό** έχουν αποδεδειγμένα περιορισμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα κύρια συστατικά τους είναι άργιλος και μπεντονίτης, τα οποία είναι χημικώς αδρανή και μη τοξικά. Κάποια άλλα συστατικά είναι βιοαποικοδομήσιμα, ενώ άλλα είναι ελαφρώς τοξικά κατόπιν διάλυσης. Οι επιπτώσεις των βαρέων μετάλλων που σχετίζονται με τα ρευστά διάτρησης (Ba, Cd, Zn, Pb) δείχνουν να είναι ελάχιστες, δεδομένου ότι τα μέταλλα είναι δεσμευμένα στα ορυκτά και ως εκ τούτου έχουν περιορισμένη βιοδιαθεσιμότητα. Η απόρριψη στη θάλασσα των ρευστών διάτρησης με βάση το νερό και των αντίστοιχων θρυμμάτων έχει καταδειχτεί ότι επηρεάζει τους βενθικούς οργανισμούς, καθώς λόγω καθίζησης προκαλείται ασφυξία (smothering) στους οργανισμούς αυτούς σε απόσταση 25 m από το σημείο απόρριψης, ενώ επηρεάζουν και τη βιοποικιλότητα σε απόσταση 100 m από το σημείο απόρριψης. Η φυσική δράση των ρευστών διάτρησης με βάση το νερό και των αντίστοιχων θρυμμάτων είναι συνήθως προσωρινή (E&P Forum/UNEP, 1997).

Τα **ρευστά διάτρησης με βάση το πετρέλαιο και τα θρύμματα που περιέχουν πετρέλαιο**, δύναται να έχουν σημαντική περιβαλλοντική επίπτωση λόγω της τοξικότητας και του δυναμικού οξειδοαναγωγής τους. Η περιεκτικότητα σε πετρέλαιο αυτών των αποβλήτων είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει το μέγεθος της επίπτωσης. Τα ρευστά διάτρησης αυτού του τύπου και τα αντίστοιχα θρύμματα επηρεάζουν τους βενθικούς

οργανισμούς λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε υδρογονάνθρακες έως και 800 m από το σημείο απόρριψης. Προκειμένου να ελεγχθούν οι επιπτώσεις στη δομή των βενθικών κοινοτήτων (community structure) από τη διάθεση τέτοιων ρευστών διάτρησης και θρυμμάτων, έχει προταθεί ως άνω όριο συγκέντρωσης (threshold criteria) υδρογονανθράκων στα ιζήματα η τιμή των 1000 ppm, αν και ορισμένα είδη φαίνεται ότι επηρεάζονται και από τιμές συγκέντρωσης μεταξύ 150 ppm και 1000 ppm.

Στη δεκαετία του 1980, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες οδήγησαν σε σταδιακή μείωση των επιτρεπόμενων ορίων περιεκτικότητας σε πετρέλαιο, περιλαμβανομένων των ορυκτέλαιων χαμηλής τοξικότητας (low-toxicity mineral oils - LTMOs), για τη διάθεση θρυμμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον, γεγονός που οδήγησε με τη σειρά του σε αλλαγές στη σύσταση των ρευστών διάτρησης με βάση το πετρέλαιο (για ορισμένο χρονικό διάστημα χρησιμοποιήθηκαν εστέρες και αιθέρες μακράς αλυσίδας, δωδεκυλικό βενζόλιο και άλλες ουσίες). Παράλληλα, οι εξελίξεις στη σύσταση των ρευστών διάτρησης με βάση το νερό επέτρεψαν τη διεύρυνση της χρήσης τους (E&P Forum/UNEP, 1997).

Σήμερα, καταβάλλεται προσπάθεια να καθιερωθεί ένα **σύστημα 'μηδενικών απορρίψεων ('zero discharge')** και οι πλέον κοινές μέθοδοι που εφαρμόζονται γι' αυτόν το σκοπό είναι η συλλογή των θρυμμάτων προς επακόλουθη θερμική κατεργασία στην ξηρά, προκειμένου να ανακτηθεί το περιεχόμενο πετρέλαιο πριν γίνει η διάθεσή τους σε φυσικούς αποδέκτες ή η επανεισαγωγή τους σε διαθέσιμη γεώτρηση.

Το **νερό που παράγεται από τον ταμειυτήρα** (μπορεί να συνυπάρχει με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο στο σχηματισμό) αποτελεί τον κύριο όγκο των υγρών αποβλήτων κατά τη φάση της παραγωγής. Η άμμος που διαχωρίζεται από το παραγόμενο νερό πρέπει να διατίθεται κατάλληλα, καθώς είναι συνήθως ρυπασμένη με πετρέλαιο. Ορισμένα τυπικά συστατικά του μπορεί να περιλαμβάνουν ποσότητες ανόργανων αλάτων, βαρέων μετάλλων, αιωρούμενων στερεών, χημικών ουσιών, υδρογονανθράκων, βενζόλιου, πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAHs), και κατά περίπτωση φυσικών ραδιενεργών υλικών (NORMs).

Οι όγκοι του παραγόμενου νερού ποικίλουν σημαντικά ανάλογα με τον τύπο των παραγόμενων υδρογονανθράκων (πετρέλαιο ή φυσικό αέριο) και κατά τη διάρκεια ζωής ενός κοιτάσματος. Τυπικές τιμές για τη Β. Θάλασσα κυμαίνονται από 2400 m³/ημέρα έως

40.000 m³/ημέρα για παραγωγή πετρελαίου και από 2 m³/ημέρα έως 30 m³/ημέρα για παραγωγή φυσικού αερίου. Συχνά η περιεκτικότητα σε νερό των παραγόμενων ρευστών είναι χαμηλή στην αρχή της παραγωγικής ζωής ενός κοιτάσματος, αλλά γίνεται εντονότερη στην πορεία του χρόνου και μπορεί να φθάσει έως το 80% ή και περισσότερο προς το τέλος της παραγωγικής ζωής (E&P Forum/UNEP, 1997).

Έμμεσες ή δευτερογενείς επιπτώσεις μπορούν να προκληθούν επίσης στα τοπικά συστήματα αποστράγγισης και στην επιφανειακή υδρολογία ως αποτέλεσμα ελλειπούς κατασκευαστικής πρακτικής κατά την ανάπτυξη των οδών προσπέλασης και των θέσεων των γεωτρήσεων και των εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

Δυσμενείς επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους δύναται να προκληθούν από διαρροές παραγόμενων ρευστών, επικοινωνία μεταξύ διακριτών υδροφόρων οριζόντων και μείωση των υδάτινων αποθεμάτων. Κατά τη διάρκεια ζωής μιας παραγωγικής γεώτρησης, η ακεραιότητα της σωλήνωσης (casing) και της τσιμέντωσης είναι καθοριστική για την αποφυγή δυσμενών επιπτώσεων στα υπόγεια νερά, από διαρροές ρευστών ή ανεπιθύμητη επικοινωνία μεταξύ διακριτών υδροφόρων οριζόντων. Εάν οι υπόγειοι σχηματισμοί δεν απομονωθούν κατάλληλα από τη σωλήνωση (casing) και την τσιμέντωση, τότε υδροφόροι ορίζοντες δύνανται να ρυπανθούν. Όσον αφορά στις επιπτώσεις στα υδάτινα αποθέματα, αυτές συσχετίζονται με τις μεγάλες απαιτήσεις σε νερό κατά τη φάση όρυξης των γεωτρήσεων, κυρίως για την παρασκευή των ρευστών διάτρησης και του πολφού της τσιμέντωσης.

Η σημαντικότερη δυνητική επίπτωση στους υδάτινους πόρους κατά τον παροπλισμό μιας παραγωγικής εγκατάστασης υδρογονανθράκων σχετίζεται με το σφράγισμα των γεωτρήσεων, το οποίο επιτυγχάνεται με χρήση μεταλλικών διατάξεων απομόνωσης και τσιμέντωσης της γεώτρησης, έτσι ώστε να απομονωθούν μόνιμα οι υπόγειοι σχηματισμοί. Αν οι γεωτρήσεις δε σφραγιστούν κατάλληλα μπορούν να αποτελέσουν δίοδο για τη μετακίνηση πετρελαίου, αερίου και μη πόσιμων υδάτων προς γειτνιάζοντες υδροφόρους ορίζοντες.

Στερεά απόβλητα

Κατά τη φάση της έρευνας στερεά απόβλητα παράγονται κυρίως από το ερευνητικό γεωτρύπανο, το προσωρινό προσωπικό και τα πληρώματα των ερευνητικών σκαφών και περιλαμβάνουν υλικά συσκευασίας, τρόφιμα κ.λπ. Κατά την όρυξη μιας τυπικής γεώτρησης που φτάνει σε βάθος τα 3.000 m, μπορεί να παραχθούν 1.000–1.500 τόνοι θρυμμάτων (E&P Forum/UNEP, 1997). Κατά τη φάση ανάπτυξης και παραγωγής, το μεγαλύτερο μέρος των παραγόμενων στερεών αποβλήτων προκύπτει από τη συναρμολόγηση του εξοπλισμού, την παρουσία του εργατικού προσωπικού και βεβαίως από την όρυξη των γεωτρήσεων. Ο όγκος των παραγόμενων στερεών αποβλήτων κατά τη φάση του παροπλισμού και αποσυναρμολόγησης των παραγωγικών εγκαταστάσεων είναι σημαντικός. Σε αυτή τη διαδικασία μεγάλο μέρος των στερεών υλικών μπορούν να ανακυκλωθούν ή/και να πωληθούν ως παλαιομέταλλο (scrap) ή να διατεθούν κατά άλλο περιβαλλοντικά συμβατό τρόπο.

Η ανεξέλεγκτη διάθεση στερεών αποβλήτων σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον και την οικονομία. Το μέγεθος των δυνητικών επιπτώσεων εξαρτάται από τον τύπο των αποβλήτων που καταλήγουν στην ανοιχτή θάλασσα (καθιζάνουν, επιπλέουν ή βρίσκονται σε ευαίσθητα οικοσυστήματα). Οι δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορεί να είναι άμεσες ή έμμεσες. Οι άμεσες επιπτώσεις προκύπτουν όταν η θαλάσσια χλωρίδα και κυρίως η πανίδα υφίσταται φυσική βλάβη από τα απορριπτόμενα απόβλητα μέσω κατάποσης ή παγίδευσης ή όταν τα απορριπτόμενα απόβλητα επιφέρουν μεταβολές σε ευαίσθητα οικοσυστήματα (π.χ. απόβλητα που καθιζάνουν πάνω σε βενθονικά οικοσυστήματα) (Cyprus SEA, 2008). Οι έμμεσες επιπτώσεις αφορούν μεταβολές σε οικοσυστήματα κατά την προσπάθεια απομάκρυνσης των αποβλήτων από τις ακτές (π.χ. λόγω μηχανικής δράσης του εξοπλισμού καθαρισμού σε ακτές και βυθό) και στη διευκόλυνση διείσδυσης εισβαλλόμενων ειδών (χρήση των επιπλεόντων αποβλήτων). Επιπτώσεις δύναται να προκληθούν και σε κρίσιμους τομείς οικονομικής δραστηριότητας: τουρισμό (οπτική όχληση), αλιεία (άμεσες βλάβες σε εξοπλισμό ή έμμεσες στην ποσότητα και την ποιότητα των αλιευμάτων) και ναυσιπλοΐα (άμεσες βλάβες σε εξοπλισμό).

4.4.4. Βιοτικό περιβάλλον

Οι κοινότητες της χλωρίδας και της πανίδας μπορεί να επηρεαστούν επίσης άμεσα από αλλαγές στο περιβάλλον τους, μέσω διακυμάνσεων στην ποιότητα του νερού, του αέρα και του εδάφους/ιζημάτων και μέσω όχλησης λόγω θορύβου, εξωγενούς φωτός και αλλαγών στην φυτοκάλυψη. Τέτοιες αλλαγές μπορούν να επιδράσουν άμεσα στον εφοδιασμό ενδιαιτημάτων, στην τροφή, στις περιοχές αναπαραγωγής, στις μεταναστευτικές οδούς κλπ. Η αναμόχλευση του εδάφους και η απομάκρυνση της βλάστησης καθώς και οι έμμεσες επιπτώσεις, όπως διάβρωση και προσάμμωση, μπορούν να έχουν επίδραση στην οικολογική ακεραιότητα και μπορούν να οδηγήσουν σε έμμεσες επιπτώσεις μέσω του επηρεασμού της ισορροπίας των θρεπτικών ουσιών και της μικροβιακής δραστηριότητας στο έδαφος. Αν δεν ελεγχθούν κατάλληλα, μια πιθανή μακροπρόθεσμη επίπτωση είναι η απώλεια ενδιαιτημάτων, η οποία επηρεάζει και τη χλωρίδα και την πανίδα, και μπορεί να περιλαμβάνει αλλαγές στη σύνθεση των ειδών και την αγροτική/κτηνοτροφική παραγωγή (Erstein, 2002).

Αν οι έλεγχοι δεν πραγματοποιούνται αποτελεσματικά, πρόσθετες περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορεί να προέλθουν επίσης από άλλες άμεσες ανθρωπογενείς επιδράσεις, όπως πυρκαγιές, εντατικό κυνήγι και αλιεία και πιθανά λαθροθηρία. Εκτός των δυνητικών αλλαγών στα ενδιαιτήματα των ζώων, είναι σημαντικό να γίνει εκτίμηση το πως οι αλλαγές στο βιοτικό περιβάλλον επηρεάζουν τους ανθρώπους που κατοικούν στην περιοχή.

4.4.5. Ανθρωπογενές περιβάλλον

Οι ερευνητικές και παραγωγικές δραστηριότητες είναι πιθανό να προκαλέσουν οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές (πολιτισμικές) αλλαγές. Η έκταση αυτών των αλλαγών είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις τοπικές κοινωνίες όπου δύναται να επηρεαστεί ο παραδοσιακός τρόπος ζωής. Οι βασικές επιπτώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν αλλαγές (E&P Forum/UNEP, 1997):

- ο στις χρήσεις γης, όπως αγροτική παραγωγή, αλιεία, τουρισμός, κυνήγι, ως άμεση συνέπεια (απαλλοτρίωση γης και εξαίρεση περιοχών) ή ως έμμεση συνέπεια, λόγω νέων οδικών έργων και εκμετάλλευσης φυσικών πόρων,

- ο στα επίπεδα του τοπικού πληθυσμού, ως αποτέλεσμα εξωτερικής μετανάστευσης (εργατικό δυναμικό), αλλά κυρίως ως αποτέλεσμα εσωτερικής μετανάστευσης, λόγω των προσφερόμενων ευκαιριών άμεσης και έμμεσης απασχόλησης,
- ο στα κοινωνικο-οικονομικά συστήματα, λόγω νέων ευκαιριών απασχόλησης, μισθολογικών διαφορών και διαφορών εισοδήματος, πληθωρισμού, αλλαγών στο κατά κεφαλήν εισόδημα όταν διαφορετικές ομάδες τοπικού πληθυσμού ωφελούνται ανομοιόμορφα από τις εισαγόμενες αλλαγές,
- ο στα κοινωνικο-πολιτιστικά συστήματα, όπως κοινωνική δομή και οργάνωση, πολιτιστική κληρονομιά, πρακτικές και πεποιθήσεις, και έμμεσες επιπτώσεις, όπως επιπτώσεις στους φυσικούς πόρους, τα δικαιώματα πρόσβασης σε μια περιοχή,
- ο στη διαθεσιμότητα και την πρόσβαση σε αγαθά και υπηρεσίες, όπως στέγαση, εκπαίδευση, υγεία, παροχή πόσιμου νερού, καύσιμα, ηλεκτρισμός, αποχέτευση και διάθεση απορριμμάτων, και καταναλωτικά αγαθά που έρχονται στην περιοχή,
- ο στις χωροταξικές στρατηγικές, όπου μπορούν να προκύψουν συγκρούσεις μεταξύ της ανάπτυξης και της προστασίας του περιβάλλοντος, της χρήσης φυσικών πόρων και του τουρισμού ή άλλων χρήσεων αναψυχής, και ιστορικών και πολιτιστικών πόρων,
- ο στην αισθητική, λόγω της οπτικής και της ακουστικής όχλησης από τις εγκαταστάσεις, και
- ο στα συστήματα μεταφοράς, λόγω της επέκτασης των οδικών, εναέριων και θαλάσσιων υποδομών και των σχετικών επιπτώσεων (θόρυβος, κίνδυνος ατυχημάτων, αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης ή αλλαγές σε υφιστάμενες υπηρεσίες).

Σε κάθε περίπτωση υπάρχουν και οι θετικές επιπτώσεις στο ανθρωπογενές κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον που είναι σημαντικές. Στις άμεσες θετικές επιπτώσεις περιλαμβάνεται η αύξηση της απασχόλησης μέσω των νέων άμεσων και έμμεσων θέσεων απασχόλησης και η ανακύκλωση εισοδημάτων στην τοπική οικονομία. Σε εθνικό επίπεδο τα έσοδα του κράτους αυξάνονται μέσω της είσπραξης μισθωμάτων (royalties) και φόρων. Στις έμμεσες θετικές επιπτώσεις περιλαμβάνονται η βελτίωση των υποδομών, της παροχής πόσιμου νερού, του αποχετευτικού δικτύου και της επεξεργασίας των αποβλήτων, της υγειονομικής περίθαλψης και της εκπαίδευσης. Η ανάπτυξη εγκαταστάσεων παραγωγής

υδρογονανθράκων μπορεί να έχει επιπτώσεις και στις τιμές ιδιοκτησίας. Αυτές οι επιπτώσεις είτε είναι θετικές, εξαιτίας της αυξανόμενης απασχόλησης, είτε αρνητικές λόγω της εγγύτητας με τις παραγωγικές εγκαταστάσεις και των συνεπαγόμενων δυσμενών επιπτώσεων στην άμεση περιοχή (θόρυβος, οπτική όχληση, ποιότητα ατμόσφαιρας κ.λπ.).

Η ανομοιόμορφη κατανομή των ωφελειών και των επιπτώσεων μπορεί, ωστόσο, να οδηγήσει σε απρόβλεπτα αποτελέσματα. Με προσεκτικό σχεδιασμό, δημόσια διαβούλευση, διαχείριση, προσαρμογή και διαπραγμάτευση, μπορεί να υπάρξει συναίνεση των κοινωνικών φορέων για ορισμένες (αν όχι όλες) παραμέτρους υλοποίησης του έργου.

4.4.6. Δυνητικές καταστάσεις έκτακτης ανάγκης – Ατυχήματα

Κάθε σχέδιο εκτέλεσης σεισμικών, γεωτρητικών και παραγωγικών δραστηριοτήτων πρέπει να περιλαμβάνει μέτρα αντιμετώπισης δυνητικών καταστάσεων έκτακτης ανάγκης που ενέχουν απειλή για τον άνθρωπο, το περιβάλλον ή τα περιουσιακά στοιχεία. Ωστόσο, ακόμα και με τον πιο προσεκτικό σχεδιασμό, μελέτη και εφαρμογή ορθών διαδικασιών, βέλτιστων πρακτικών και κατάλληλης εκπαίδευσης του προσωπικού, μπορούν να συμβούν περιστατικά όπως (E&P Forum/UNEP, 1997):

- απόρριψη καυσίμων, πετρελαίου, αερίων, χημικών και επικίνδυνων υλικών,
- έκρηξη σε γεώτρηση πετρελαίου ή αερίου (blowout),
- πυρκαγιές (στις εγκαταστάσεις ή τον περιβάλλοντα χώρο),
- μη προγραμματισμένη απώλεια της εγκατάστασης και γεγονότα διακοπής λειτουργίας,
- φυσικές καταστροφές και οι επιπτώσεις τους στις δραστηριότητες, για παράδειγμα πλημμύρες, σεισμοί, και
- πόλεμος ή δολιοφθορά.

Η πιθανότητα εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων είναι υψηλότερη κατά τη φάση όρυξης των ερευνητικών γεωτρήσεων. Αιφνίδια απελευθέρωση υδρόθειου (H₂S) μπορεί να συμβεί τόσο κατά τη φάση της έρευνας, όσο και κατά την παραγωγή. Ένα τέτοιο ατύχημα δύναται να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα της ατμόσφαιρας και την ανθρώπινη υγεία. Ο βαθμός επικινδυνότητας εξαρτάται από τη συγκέντρωση H₂S και τις μετεωρολογικές συνθήκες.

Το E&P Forum έχει καταρτίσει στατιστικές σχετικά με τη συχνότητα εκρήξεων σε γεωτρήσεις (blowouts), με βάση διαθέσιμες πληροφορίες από τις Η.Π.Α., τον Κόλπο του Μεξικού και τη Βόρεια Θάλασσα. Τα δεδομένα δείχνουν υψηλή πιθανότητα εκρήξεων στις ερευνητικές γεωτρήσεις, της τάξης της μιας έκρηξης (λόγω ύπαρξης αερίου σε μικρό βάθος) ανά 200 γεωτρήσεις, συγκριτικά με τις γεωτρήσεις ανάπτυξης όπου αυτό συμβαίνει 1 φορά ανά 500 γεωτρήσεις περίπου. Στις παραγωγικές δραστηριότητες η συχνότητα εκρήξεων μειώνεται με αναφορά 1 έκρηξης ανά 20.000 γεωτρήσεις πετρελαίου/έτος και 1 έκρηξης ανά 10.000 γεωτρήσεις φυσικού αερίου/έτος. Οι στατιστικές για τις δραστηριότητες συντήρησης των παραγωγικών γεωτρήσεων παρουσιάζουν συχνότητα 1 έκρηξης για κάθε 2.500 εργασίες συντήρησης σε γεωτρήσεις πετρελαίου και 1 έκρηξης για κάθε 1000 εργασίες σε γεωτρήσεις αερίου.

Οι απορρίψεις πετρελαιοειδών και η πρόκληση πετρελαιοκηλίδων (oil spills) περιλαμβάνουν (Cyprus SEA, 2008):

- ◆ Απόρριψη αργού πετρελαίου μετά από έκρηξη κατά την όρυξη γεώτρησης (blowout).
- ◆ Απόρριψη πετρελαίου κίνησης (diesel). Συνήθως οφείλεται σε συγκρούσεις σκαφών, ρήξεις δεξαμενών ή ατυχημάτων κατά τη διάρκεια ανεφοδιασμών με καύσιμα.
- ◆ Απόρριψη ρευστών διάτρησης με βάση το πετρέλαιο. Ο σχετικός κίνδυνος είναι πολύ μικρός. Στην περίπτωση απόρριψης στην ανοικτή θάλασσα, οι δυνητικές επιπτώσεις αφορούν στους βενθονικούς οργανισμούς κάτω από τη θέση απόρριψης, όπου λόγω καθίζησης των αιωρούμενων στερεών μπορεί να σημειωθεί, ταφή και ασφυξία των οργανισμών και τοπική ανοξία του νερού.
- ◆ Διαρροή ή απόρριψη ρευστών από ρυμουλκούμενο καλώδιο σεισμικών ερευνών (steamer cable). Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στις θαλάσσιες σεισμικές έρευνες περιέχουν ελαφρούς αλειφατικούς υδρογονάνθρακες (παρόμοιους με την κηροζίνη), οι οποίοι προσφέρουν ηλεκτρική μόνωση και ουδέτερη πλευστότητα. Θραύση τέτοιων καλωδίων συμβαίνει σπάνια, ενώ η

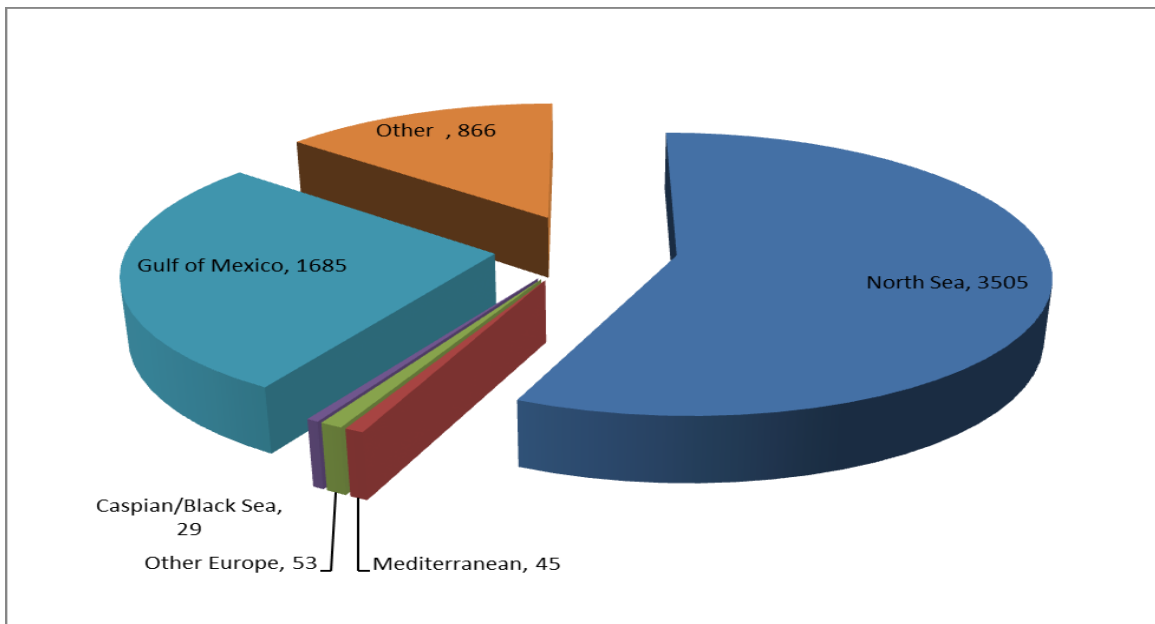
ποσότητα των ρευστών που απελευθερώνεται είναι συνήθως μικρή (100 έως 200 λίτρα), με αποτέλεσμα οι δυνητικές επιπτώσεις να είναι αμελητέες.

Οι περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις μιας απόρριψης αργού πετρελαίου ή πετρελαίου κίνησης ποικίλουν ανάλογα με το μέγεθος της διαρροής, τα χημικά χαρακτηριστικά του πετρελαίου, τις ωκεανογραφικές και μετεωρολογικές συνθήκες και την αποτελεσματικότητα των μέτρων αντιμετώπισης. Οι περιβαλλοντικές συνιστώσες που επηρεάζονται δυνητικά είναι η ποιότητα των υδάτινων πόρων, η ποιότητα της ατμόσφαιρας και το βιοτικό περιβάλλον (βενθονικοί οργανισμοί και πλαγκτόν σε υπεράκτιες δραστηριότητες, άγρια πανίδα), κυρίως λόγω της τοξικότητας του πετρελαίου. Στην περίπτωση απόρριψης αργού πετρελαίου, αν η πετρελαιοκηλίδα δεν περιοριστεί και επεκταθεί μέχρι τις ακτές, δύναται να επηρεάσει τους παράκτιους πόρους, όπως τα παράκτια οικοσυστήματα, τις προστατευόμενες περιοχές, τις παράκτιες ανθρωπογενείς δραστηριότητες αναψυχής και τουρισμού και τους παράκτιους τοπικούς πληθυσμούς. Σε περίπτωση που δεν εφαρμοστούν άμεσα οι μηχανισμοί αντιμετώπισης και δεν κατορθωθεί να περιοριστεί η εξάπλωση της διαρροής, μπορεί να προκληθεί διασυνοριακή ρύπανση. Η αντιμετώπιση τέτοιων περιστατικών και οι δράσεις καθαρισμού δύναται να παρεμποδίζουν τις τοπικές αλιευτικές και ναυτιλιακές δραστηριότητες.

Καταστάσεις έκτακτης ανάγκης δύναται να αφορούν και σε ζητήματα υγείας και ασφαλείας του προσωπικού που σχετίζονται με εργασία σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Σε περιοχές όπου το παραγόμενο νερό παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα σε φυσικά ραδιενεργά υλικά (NORMs) πρέπει να προβλέπονται κατάλληλα μέτρα για την προστασία της υγείας του προσωπικού και της δημόσιας υγείας εν γένει.

4.4.6.1. Μεγάλα ατυχήματα και συνέπειες

Από το 1955 έως και σήμερα έχουν καταγραφεί 6183 περιστατικά στη θάλασσα, εκ των οποίων μόλις 49 από αυτά στοίχισαν ανθρώπινες ζωές. Οι κύριες αιτίες αυτών των ατυχημάτων ήταν: εκρήξεις, τυφώνες, αστοχίες κατασκευών λόγω κόπωσης, βύθιση, φωτιά, διαρροή από δεξαμενόπλοια (grounding), κατάρρευση (Εικόνα 4.2).



Εικόνα 4.2: Γεωγραφική κατανομή των ατυχημάτων που αφορούν την πετρελαϊκή δραστηριότητα δηλ. έρευνα, παραγωγή, μεταφορά προσωπικού και μεταφορά πετρελαίου. (Πηγή: European Commission Joint Research Centre, 2012)

Το κόστος μιας οικολογικής καταστροφής είναι ανυπολόγιστο. Ωστόσο, ορισμένα από τα πλέον κοστοβόρα ατυχήματα από οικονομικής άποψης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1 που ακολουθεί:

Πίνακας 4.1: Τα πλέον κοστοβόρα ατυχήματα στην ιστορία της πετρελαϊκής βιομηχανίας (Πηγή: <http://www.oilrigdisasters.co.uk/>)

Περιστατικό	Κόστος, (US εκατομμύρια \$)
Macondo	42200
Piper Alpha	1270
Petrobras P36	515
Enchova Central	461
Sleipner A	365
Mississippi Canyon 311 A (Bourbon)	274
Mighty Servant 2	220
Mumbai (Bombay) High North	195
Steelhead Platform	171
Petronius A	116

Τα ατυχήματα με τις μεγαλύτερες απώλειες ανθρώπινων ζωών παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2 που ακολουθεί:

Πίνακας 4.2: Απώλειες ανθρώπινων ζωών ανά περιστατικό (Πηγή: (<http://www.oilrigdisasters.co.uk/>))

Περιστατικό	Ανθρώπινες ζωές
Piper Alpha	167
Alexander L. Kielland	123
Seacrest Drillship	91
Ocean Ranger	84
Glomar Java Sea Drillship	81
Bohai 2	72
Brent Field Chinook Helicopter	45
Enchova Central	42
C. P. Baker Drilling Barge	22
Mumbai (Bombay) High North	22
Usumacinta	22

Τα ατυχήματα με που προκάλεσαν την μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3 που ακολουθεί:

Πίνακας 4.3: Τα 5 ατυχήματα με τις μεγαλύτερες εκροές πετρελαίου (Πηγή: (<http://www.oilrigdisasters.co.uk/>))

Περιστατικό	Ποσότητα πετρελαίου που διέρρευσε (βαρέλια)
Macondo	4000000
Sedco 135F and the IXTOC-1 Well	3500000
Ekofisk Bravo Platform	202381
Funiwa No. 5 Well	200000
Hasbah Platform Well 6	100000

Στους Πίνακες 4.4 και 4.5 παρουσιάζονται τα ατυχήματα ανάλογα με τον τύπο της μονάδας και ανάλογα με την αιτία και την συσχέτιση της λειτουργίας τους, σύμφωνα με τα δεδομένα World Offshore Accident Dataset συγκεντρωμένα σε αυτή τη μορφή από το European Commission Joint Research Centre.

Πίνακας 4.4: Αριθμός ατυχών γεγονότων ανά τύπο Μονάδας (Πηγή: European Commission Joint Research Centre, 2012)

Αριθμός ατυχημάτων ανά τύπο Μονάδας				
Τύπος Μονάδας	Ατυχήματα	Περιστατικά	Παρ' ολίγον ατυχήματα	Ασήμαντα
Τσιμεντένια κατασκευή	81	419	74	136
Γεωτρητικό πλοίο	91	65	3	4
FPSO/FSU	10	68	8	23
Jacket	716	889	127	252
Jack-Up	552	210	13	33
Αγωγός	139	111	1	4
Ημιβυθιζόμενη	277	626	147	119
Βυθιζόμενη	19	5	0	1
Υποθαλάσσια εγκατάσταση	4	6	0	2
TLP	13	132	22	29

Πίνακας 4.5: Ατυχήματα και η λειτουργία της εξέδρας κατά την οποία συνέβησαν. (Πηγή: European Commission Joint Research Centre, 2012)

Ατυχή συμβάντα σε σχέση με τη λειτουργία της εξέδρας κατά την οποία συνέβησαν								
Συμβάν	Κατασκευή	Όρυξη	Αδράνεια	Σε λειτουργία	Άλλη Παραγωγή	Υποστήριξη	Μεταφορά	
Αστοχία Αγκύρωσης	21	117	16	27	10	13	9	8
Έκρηξη-Διαρροή	0	228	1	86	1	43	0	0
Κόπωση	32	141	7	98	23	379	9	70
Ανατροπή	12	44	3	18	8	156	1	43
Κατάρρευση	21	130	13	18	51	98	12	35
Ατύχημα γερανού	29	302	4	54	4	251	2	4
Πτώση αντικειμένου	38	509	4	127	14	403	3	14
Έκρηξη	11	49	0	16	13	98	1	4
Φωτιά	27	195	5	51	43	678	21	10
Επαφή πλωτής κατασκευής με πυθμένα	11	18	4	4	5	1	1	40
Ατύχημα με ελικόπτερο	1	14	1	2	1	38	2	0
Διαρροή στη γάστρα	11	17	4	3	8	6	4	31
Ανεξέλεγκτη κλίση	10	37	2	32	6	9	1	20
Βύθιση	20	36	0	18	120	27	0	45
Αστοχία μηχανισμών πλευστότητας	1	9	2	0	4	0	3	14
Εκτός θέσης, λόγω κυματισμού	16	87	15	16	10	4	3	103
Απελευθέρωση ρευστού ή αερίου	11	240	7	107	22	1499	3	4
Αστοχία ρυμούλκησης	3	1	0	4	0	0	0	102
Πρόβλημα στη γεώτρηση χωρίς διαρροή	0	353	0	152	1	50	0	0

4.5. Αθροιστικές και συνεργιστικές επιπτώσεις

Αθροιστικές και συνεργιστικές είναι οι επιπτώσεις που προκύπτουν από την άθροιση των επιπτώσεων των εξεταζόμενων δραστηριοτήτων με τις επιπτώσεις από άλλες παρελθούσες, τρέχουσες ή ευλόγως προβλέψιμες μελλοντικές δραστηριότητες, ανεξαρτήτως του φορέα που τις υλοποιεί. Οι αθροιστικές επιπτώσεις μπορεί να προκύψουν από δραστηριότητες που εξεταζόμενες ξεχωριστά είναι ήσσονος σημασίας, αλλά εξεταζόμενες συνολικά είναι σημαντικές στην πάροδο του χρόνου.

Για την εκτίμηση των αθροιστικών επιπτώσεων είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη η υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος στην εξεταζόμενη περιοχή και οι υφιστάμενες περιβαλλοντικές πιέσεις.

Στην Ελλάδα οι παράκτιες περιοχές δέχονται έντονες περιβαλλοντικές πιέσεις λόγω της οικονομικής ανάπτυξης, περιλαμβανομένων κυρίως του τουρισμού, της αναψυχής, της αστικής ανάπτυξης και της ανάπτυξης υποδομών και σε μικρότερο βαθμό της αγροτικής και βιομηχανικής ανάπτυξης. Επιπροσθέτως, η Μεσόγειος Θάλασσα είναι μια περιοχή με πολυάριθμες πηγές ρύπανσης και άλλες απειλές για την «υγεία» του περιβάλλοντος, στις οποίες περιλαμβάνονται η υπεραλίευση, οι υδατοκαλλιέργειες, οι υπεράκτιες δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων, τα διυλιστήρια, οι διαρροές ή συμβάντα από την έντονη κυκλοφορία δεξαμενόπλοιων, η ρύπανση από τις χερσαίες απορροές και η κλιματική αλλαγή (Cyprus SEA, 2008).

4.5.1. Σύνοψη των δυνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις δραστηριότητες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων


Στον Πίνακα 4.6 παρουσιάζονται συνοπτικά οι δυνητικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων, ανά φάση εξέλιξής τους (έρευνα, παραγωγή, παροπλισμός), ανάλογα με την πηγή ρύπανσης και την περιβαλλοντική συνιστώσα που επηρεάζεται. Αναδεικνύονται οι δυνητικά σημαντικές επιπτώσεις έναντι των ασθενών έως αμελητέων. Στο τέλος του πίνακα συνοψίζονται επίσης οι δυνητικές επιπτώσεις από πιθανά ατυχήματα.

Η δημόσια διαβούλευση, η διαπραγμάτευση, η ενημέρωση και η συνεργασία είναι δράσεις κρίσιμες για την προχώρηση κάθε δραστηριότητας έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων προκειμένου να σχεδιάζεται και να υλοποιείται με την αποδοχή και τη συνεργασία όλων των ενδιαφερόμενων μερών (κρατικών αρχών, βιομηχανίας και κοινωνίας).

Πίνακας 4.6: Σύνοψη δυνητικών επιπτώσεων από τις δραστηριότητες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων

Δραστηριότητα	Πηγή ρύπανσης	Παράγοντας επίπτωσης	Περιβαλλοντική παράμετρος που επηρεάζεται	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
Αναζήτηση και Έρευνα Υδρογονανθράκων				
Αεροφωτογράφιση	Ελικόπτερα (πτήσεις χαμηλού ύψους)	Θόρυβος	Av/Ατ/Β	<ul style="list-style-type: none"> Όχληση σε ανθρώπους και άγρια πανίδα (πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εποχικές διακυμάνσεις) ✚ Βραχυπρόθεσμες, παροδικές
Θαλάσσια σεισμική έρευνα	Σεισμικός εξοπλισμός (airgun)	Θόρυβος	B	<ul style="list-style-type: none"> Ακουστικά τραύματα σε θαλάσσια θηλαστικά και θαλάσσιες χελώνες (περιλαμβανομένων επαπειλούμενων, κρίσιμως επαπειλούμενων και ευάλωτων ειδών) Επίδραση στη συμπεριφορά των θαλάσσιων θηλαστικών και της επικοινωνίας μεταξύ τους Όχληση από ακουστικές πηγές στους θαλάσσιους οργανισμούς, όπως ψάρια, πλαγκτόν κ.ά. (μπορεί να απαιτηθεί η αποφυγή ευαίσθητων περιοχών και να ληφθεί υπόψη η εποχική διακύμανση) ✚ Βραχυπρόθεσμες και παροδικές
	Λειτουργίες σκαφών και ρυμουλκούμενου εξοπλισμού (streamers) (towed)	Αέριες εκπομπές Υγρά απόβλητα	Ατ/Υ/Ε/Β	<ul style="list-style-type: none"> Αέριες εκπομπές από τις μηχανές πλοίων (όμοιες με αυτές από την υφιστάμενη θαλάσσια κυκλοφορία στην περιοχή) Απορρίψεις υγρών αποβλήτων στην ανοικτή θάλασσα: σεντινόναρα, λύματα Διαρροές/απορρίψεις Απόρριψη στερεών αποβλήτων και απορριμμάτων στην ακτή ✚ Ασθενείς, βραχυπρόθεσμες, παροδικές Συμμόρφωση με Σύμβαση MARPOL
		Παρεμβολή σε άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες	Av/B	<ul style="list-style-type: none"> Διενέξεις με αλιευτικές ή ναυτιλιακές δραστηριότητες (π.χ. προσωρινή εξαίρεση από ορισμένες περιοχές, βλάβη ή παγίδευση επαγγελματικού εξοπλισμού) Περιορισμένος κίνδυνος συγκρούσεων σκαφών με θαλάσσια θηλαστικά ή θαλάσσιες χελώνες ✚ Βραχυπρόθεσμες και παροδικές
		Αναμόχλευση του θαλάσσιου πυθμένα (από την τοποθέτηση εξοπλισμού)	Ε/Β	<ul style="list-style-type: none"> Πολύ περιορισμένη επίπτωση στα ζήματα του θαλάσσιου πυθμένα Πολύ περιορισμένη επίπτωση στους βενθονικούς οργανισμούς ✚ Βραχυπρόθεσμες και παροδικές

Δραστηριότητα	Πηγή ρύπανσης	Παράγοντας επίπτωσης	Περιβαλλοντική παράμετρος που επηρεάζεται	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
Θαλάσσιες γεωτρήσεις έρευνας και εκτίμησης αποθεμάτων	Επιλογή θέσης	Αλληλεπιδράσεις με άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες	Av/B/Y	<ul style="list-style-type: none"> • Πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ευαισθησίες σχετικά με το βιοτικό φυσικό περιβάλλον, τη χρήση φυσικών πόρων, την πολιτιστική κληρονομιά και την εποχική διακύμανση • Έμμεσες επιπτώσεις σχετικά με τις ανάγκες υποστήριξης και εφοδιασμού και τις δυνητικές επιδράσεις σε τοπικές λιμενικές εγκαταστάσεις και υποδομές <p>✚ Βραχυπρόθεσμες, παροδικές</p>
	Εγκατάσταση και απομάκρυνση γεωτρητικής εξέδρας	Αναμόχλευση θαλάσσιου πυθμένα (από την τοποθέτηση εξοπλισμού)	Av/B/E	<ul style="list-style-type: none"> • Φυσικές βλάβες σε κοράλλια βαθέων υδάτων, χημοσυνθετικές κοινότητες ή ναυάγια ιστορικού ενδιαφέροντος • Περιορισμένες επιπτώσεις στους βενθονικούς οργανισμούς <p>✚ Βραχυπρόθεσμες και παροδικές</p>
	Καθημερινή λειτουργία ερευνητικών γεωτρήσεων	Αέριες εκπομπές Υγρά απόβλητα Στερεά απόβλητα	Av/Ατ/Β/Y/E	<ul style="list-style-type: none"> • Υγρά απόβλητα στην ανοιχτή θάλασσα: ρευστά διάτρησης, θρύμματα, αποπλύματα, επιφανειακές απορροές, λύματα, υγειονομικά απόβλητα και υπολείμματα μαγειριών, διαρροές και απορρίψεις (με εξαίρεση τα ρευστά διάτρησης και τα θρύμματα, οι επιπτώσεις των λοιπών υγρών αποβλήτων περιορίζεται στη θέση των γεωτρητικών εξεδρών) • Αέριες εκπομπές από βιομηχανικό εξοπλισμό, θόρυβο και φως • Διάθεση στερεών αποβλήτων στην ξηρά και επίδραση στις τοπικές υποδομές • Κίνδυνος τραυματισμού ή θανάτου θαλάσσιων θηλαστικών και θαλάσσιων χελωνών λόγω κατάποσης ή παγίδευσης σε επιπλέοντα ή καθιζάνοντα στερεά απόβλητα • Επιπτώσεις στους βενθονικούς οργανισμούς (ταφή και ανοξία σε κοράλλια βαθέων υδάτων και χημοσυνθετικές κοινότητες, αν υπάρχουν, σε απόσταση 500 m από την πηγή ρύπανσης) • Όχληση στους πελαγικούς οργανισμούς και τα θαλάσσια πτηνά • Αλλαγές στην ποιότητα των θαλάσσιων ιζημάτων, την ποιότητα του νερού και της ατμόσφαιρας • Απώλεια πρόσβασης και όχληση σε άλλους χρήστες των θαλάσσιων πόρων • Αέριες εκπομπές και υγρά απόβλητα από τις δοκιμές παραγωγής: απόρριψη νερού που παράγεται από τον ταμιευτήρα, καύση παραγόμενου αερίου, επιπρόσθετος θόρυβος και φως • Ο θόρυβος μπορεί να απομακρύνει θαλάσσια θηλαστικά και θαλάσσιες χελώνες από την περιοχή • Επίδραση της κίνησης σκαφών και αεροσκαφών στους ανθρώπους και την άγρια πανίδα <p>✚ Βραχυπρόθεσμες και παροδικές Συμμόρφωση με Σύμβαση MARPOL</p>

Δραστηριότητα	Πηγή ρύπανσης	Παράγοντας επίπτωσης	Περιβαλλοντική παράμετρος που επηρεάζεται	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
Γεωτρήσεις έρευνας και εκτίμησης αποθεμάτων (θαλάσσιες) (συνέχεια)	Υποστηρικτικές δραστηριότητες	Θόρυβος	B	<ul style="list-style-type: none"> Πτήσεις ελικοπτέρων πάνω από Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά (ΣΠΠ) (παράκτιες περιοχές) Περιορισμένος κίνδυνος συγκρούσεων σκαφών με θαλάσσια θηλαστικά ή θαλάσσιες χελώνες <p> Βραχυπρόθεσμες και παροδικές</p>
<u>Ανάπτυξη Κοιτάσμάτων και Παραγωγή Υδρογονανθράκων</u>				
Θαλάσσια ανάπτυξη κοιτάσματος και παραγωγή υδρογονανθράκων	Επιλογή θέσης	Αλληλεπιδράσεις με άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες	Av/B/Y	<ul style="list-style-type: none"> Μακροπρόθεσμη επιλογή θέσης με βάση κριτήρια ευαισθησίας του φυσικού και του κοινωνικο-οικονομικού περιβάλλοντος, αλλά και ελαχιστοποίησης της όχλησης Κίνδυνος επιπτώσεων σε ευάλωτα είδη, είδη εμπορικής σημασίας Διενέξεις ως προς τις χρήσεις φυσικών πόρων, προσπέλαση σε αυτούς
	Τοποθέτηση εγκαταστάσεων	Αναμόχλευση θαλάσσιου πυθμένα (από την τοποθέτηση εξοπλισμού)	B/Av/E	<ul style="list-style-type: none"> Φυσική βλάβη σε κοράλλια βαθέων υδάτων, χημοσυνθετικές κοινότητες (αν υπάρχουν) ή ναυάγια ιστορικού ενδιαφέροντος Φυσική βλάβη στους βενθονικούς οργανισμούς και τα ιζήματα του θαλάσσιου πυθμένα
	Παραγωγικές λειτουργίες	Αέριες εκπομπές Υγρά απόβλητα Στερεά απόβλητα	Av/At/B/Y/E	<ul style="list-style-type: none"> Μακροπρόθεσμες, χρόνιες επιπτώσεις των ρευστών διατήρησης και των θρυμμάτων των γεωτρήσεων στους βενθονικούς και πελαγικούς οργανισμούς: ταφή και ανοξία σε κοράλλια βαθέων υδάτων και χημοσυνθετικές κοινότητες, αν υπάρχουν, σε απόσταση 500 m από την πηγή ρύπανσης, ταφή και ανοξία στους βενθονικούς οργανισμούς των μαλακών ιζημάτων του θαλάσσιου πυθμένα Οι θαλάσσιες εξέδρες είναι πιθανό να προσελκύσουν θαλάσσια πουλιά και πλαγκτόν Επιπτώσεις στην ποιότητα των θαλάσσιων ιζημάτων Ασθενείς επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού, κοντά στις εξέδρες παραγωγής, από τη διάθεση παραγόμενου νερού, νερού αποστράγγισης, λυμάτων, υγειονομικών αποβλήτων και υπολειμμάτων κουζίνας, διαρροές και απορρίψεις Αέριες εκπομπές από την παραγωγή ενέργειας και την εγκατάσταση επεξεργασία και επιπτώσεις στην ποιότητα της ατμόσφαιρας Θόρυβος και φως από τις παραγωγικές εγκαταστάσεις και την καύση παραγόμενου αερίου που μπορεί να επηρεάσουν τη συμπεριφορά θαλάσσιων θηλαστικών και χελωνών Επιπτώσεις από τη διάθεση στερεών αποβλήτων στις χερσαίες υποδομές Κίνδυνος τραυματισμού ή θανάτου θαλάσσιων θηλαστικών, χελωνών και πουλιών από την κατάποση απορριπτόμενων στερεών αποβλήτων ή την παγίδευση σε αυτά Αυξημένη κυκλοφορία σκαφών και ελικοπτέρων <p>Συμμόρφωση με Σύμβαση MARPOL</p>
Ανάπτυξη κοιτάσματος	Παραγωγικές	Κοινωνικο-οικονομικές	Av	<ul style="list-style-type: none"> Απώλεια προσπέλασης και χρήσης φυσικών πόρων Πολιτιστικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του τοπικού πληθυσμού και του αλλοδαπού

Δραστηριότητα	Πηγή ρύπανσης	Παράγοντας επίπτωσης	Περιβαλλοντική παράμετρος που επηρεάζεται	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
και παραγωγή υδρογονανθράκων (θαλάσσια) (συνέχεια)	Λειτουργίες (συνέχεια)	συνθήκες		εργατικού δυναμικού
	Υποστηρικτικές δραστηριότητες	Θόρυβος	B	<ul style="list-style-type: none"> Μακροπρόθεσμες απαιτήσεις υποστήριξης και εφοδιασμού και επιπτώσεις στις τοπικές λιμενικές εγκαταστάσεις και υποδομές, λόγω των απαιτήσεων εφοδιασμού και υποστήριξης των εγκαταστάσεων Πτήσεις ελικοπτέρων πάνω από Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά (ΣΠΠ) (παράκτιες περιοχές) και Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) Περιορισμένος κίνδυνος συγκρούσεων σκαφών με θαλάσσια θηλαστικά ή θαλάσσιες χελώνες
Οριστική Παύση Λειτουργίας και Παραπλισμός Παραγωγικών Εγκαταστάσεων – Περιβαλλοντική Αποκατάσταση				
Θαλάσσιες ερευνητικές και παραγωγικές εγκαταστάσεις	Οριστική παύση λειτουργίας, παραπλισμός & απομάκρυνση των εγκαταστάσεων	Αποτύπωμα	Av/B/Y	<p>Ο συνετός έλεγχος και παρακολούθηση κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων, ο προσεκτικός παραπλισμός και απομάκρυνση αυτών μετά την οριστική παύση λειτουργίας μπορούν να απομακρύνουν αποτελεσματικά τον κίνδυνο μακροπρόθεσμων επιπτώσεων.</p> <p>Μη συνετός έλεγχος και παρακολούθηση μπορεί να προκαλέσει ρύπανση των ιζημάτων του θαλάσσιου πυθμένα και του νερού, επιδράσεις στη βιοποικιλότητα, βλάβες σε βενθονικά και πελαγικά ενδιαίτηματα και οργανισμούς (δυστηκός τραυματισμός ή θάνατος θαλάσσιων θηλαστικών και χελωνών, περιλαμβανομένων απειλούμενων, κρίσιμω απειλούμενων και ευάλωτων ειδών, από τη δυστηκική χρήση εκρηκτικών υλών), θάνατος ή τραυματισμός ψαριών και άλλων θαλάσσιων οργανισμών κοντά στις απομακρυνόμενες εγκαταστάσεις, βλάβες σε ναυάγια ιστορικού ενδιαφέροντος (αν υπάρχουν), επιπτώσεις στο χερσαίο περιβάλλον από τη διάθεση στερεών αποβλήτων και χρήσης υποδομών και φυσικών πόρων</p>
Καταστάσεις Έκτακτης Ανάγκης & Ατυχήματα				
Θαλάσσιες εγκαταστάσεις	Απορρίψεις πετρελαιοειδών, όπως: <ul style="list-style-type: none"> Αργού πετρελαίου λόγω εκρήξεων σε γεωτρήσεις (blowout) Πετρελαίου 		Y/E/B/Av/At	<ul style="list-style-type: none"> Ανάλογα με το μέγεθος και τη φύση της απόρριψης, οι επιπτώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν: <ul style="list-style-type: none"> μόλυνση ιζημάτων θάνατο ή τραυματισμό θαλάσσιων θηλαστικών, χελωνών και πουλιών μόλυνση παράκτιων οικοσυστημάτων περιλαμβανομένων των ακτών παρεμβολές σε άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες: αλιεία, ναυτιλία, αναψυχή και τουρισμό, ακόμα και κατά την εφαρμογή των μέτρων αντιμετώπισης των έκτακτων καταστάσεων παραβίαση των ορίων ποιότητας υδάτινων πόρων

Δραστηριότητα	Πηγή ρύπανσης	Παράγοντας επίπτωσης	Περιβαλλοντική παράμετρος που επηρεάζεται	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
	κίνησης (diesel) ο Ρευστών διάτρησης με βάση το πετρέλαιο ο Διαρροή ρευστών από ρυμουλκούμενο καλώδιο σεισμικών ερευνών			<ul style="list-style-type: none"> ο επιπτώσεις στην τοπική οικονομία ο Τοπικές επιπτώσεις στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, λόγω εξάτμισης υδρογονανθράκων ο Επιπτώσεις στους βενθονικούς οργανισμούς κοντά στη θέση της γεώτρησης σε περίπτωση υποθαλάσσιας έκρηξης σε αυτή (blowout) ή απόρριψης ρευστών διάτρησης με βάση το πετρέλαιο, λόγω καθίζησής τους στον θαλάσσιο πυθμένα Η συμμόρφωση με τη Σύμβαση MARPOL απαιτεί εκπόνηση Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης κατά της Ρύπανσης από Πετρελαιοειδή
	Αιφνίδια απελευθέρωση H ₂ S		Ατ/Β	<ul style="list-style-type: none"> • Παραβίαση των ορίων ποιότητας της ατμόσφαιρας • Δυνητικός τραυματισμός ή θάνατος εργαζομένων και ανθρώπων στην άμεση περιοχή των εγκαταστάσεων • Δυνητικός τραυματισμός ή θάνατος άγριας πανίδας, περιλαμβανομένων των πουλιών

Αν = Ανθρωπογενές περιβάλλον (κοινωνικο-οικονομικό και πολιτιστικό), Τ = Έδαφος; Υ = Υδάτινοι πόροι; Ατ = Ατμοσφαιρικό περιβάλλον; Β = Βιοτικό φυσικό περιβάλλον

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ & ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ, ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΙΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ Ε&Π ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ & ΔΙΕΘΝΩΣ

5.1. Γενικά

Η περιβαλλοντικά συμβατή λειτουργία των δραστηριοτήτων Ε&Π υδρογονανθράκων, πέραν της εποπτείας όλων των περιβαλλοντικών θεμάτων, επιβάλλει και τη θεώρηση θεμάτων τεχνολογίας και διαχείρισης. Στην κατεύθυνση αυτή είναι ουσιώδους σημασίας η εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών και δομημένων συστημάτων διαχείρισης. Παράλληλα, ο ρόλος των πολιτειακών αρχών στη θέσπιση και επιβολή κανονισμών είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων αυτών, όπως εν γένει ισχύει σε όλες τις βιομηχανικές δραστηριότητες.

Σχετικά με τις δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων έχουν εκδοθεί σε διεθνές, περιφερειακό και τοπικό (εθνικό) επίπεδο, σειρά νομοθετημάτων και κανονισμών με έμφαση στα θέματα υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος. Ο πετρελαϊκές εταιρείες από την πλευρά τους, αναπτύσσουν, στην πλειοψηφία τους, στρατηγικές και πολιτικές προκειμένου να ικανοποιήσουν τις λειτουργικές και κανονιστικές απαιτήσεις που τίθενται από το εκάστοτε θεσμικό και κανονιστικό πλαίσιο. Άλλωστε, η αποφυγή καταστάσεων ατυχημάτων δε μπορεί παρά να αποτελεί βασικό μέλημά τους δεδομένου ότι το προκύπτον άμεσο και έμμεσο κόστος είναι τεράστιο.

Τα Συστήματα Διαχείρισης Υγείας, Ασφάλεια και Περιβάλλοντος (*Health, Safety & Environment Management Systems - HSEMSs*) αποτελούν το βασικό εργαλείο ανάπτυξης των σχετικών στρατηγικών και πολιτικών και τη διαδικασία ενσωμάτωσης τους στο επίπεδο της εταιρικής δομής και της λήψης των αποφάσεων.

5.2. Συστήματα διαχείρισης υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος στη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου

Τυπικά, οι παράγοντες που απαιτούνται για την αποτελεσματική εφαρμογή οποιασδήποτε περιβαλλοντικής νομοθεσίας περιλαμβάνουν (E&P Forum/UNEP, 1997):

- κατάλληλους διεθνείς και εθνικούς νόμους, κανονισμούς και κατευθυντήριες οδηγίες,
- συνεκτικές διαδικασίες για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με έργα/δραστηριότητες,
- νομοθεσία με σαφώς ορισμένες αρμοδιότητες και κατάλληλες αποδόσεις ευθυνών,
- επιβλητέα πρότυπα λειτουργίας,
- κατάλληλες διαδικασίες και πρωτόκολλα παρακολούθησης,
- υποβολή εκθέσεων απόδοσης (*performance reporting*),
- θεσμοθετημένες δημόσιες αρχές επιβολής των νόμων (*enforcement authorities*) επαρκώς χρηματοδοτούμενες,
- επαρκείς διαδικασίες επίλυσης διαφορών,
- κυρώσεις, και πάνω από όλα,
- πολιτική βούληση για την εφαρμογή των νόμων.

Η σύγχρονη πρακτική σε αναπτυσσόμενες πετρελαιοπαραγωγές χώρες με συσσωρευμένη εμπειρία, στιβαρές δομές κράτους και ώριμες αγορές, είναι η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η επιβολή ολοκληρωμένων κανονιστικών πλαισίων για την υγεία, την ασφάλεια και το περιβάλλον. Η φιλοσοφία και η δομή των ρυθμιστικών αυτών πλαισίων βασίζεται στις ακόλουθες θεωρήσεις:

- Υγεία, Ασφάλεια και Περιβάλλον αποτελούν ενιαίο σύνολο (Health, Safety & Environment Framework, HSE) που αφορά σε μία εγκατάσταση, η οποία αντιμετωπίζεται ως ενιαία λειτουργική οντότητα. Ως εκ τούτου, καλύπτουν:

- Όλες τις τεχνικές λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα επί μιας εγκατάστασης έρευνας, παραγωγής ή διαχείρισης υδρογονανθράκων και τις υποστηρικτικές μονάδες/δραστηριότητες αυτής.
 - Όλες τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα επί μιας εγκατάστασης έρευνας, παραγωγής ή διαχείρισης υδρογονανθράκων και τις υποστηρικτικές μονάδες/δραστηριότητες αυτής.
 - Κάθε επιμέρους μονάδα λειτουργίας, σε υποσύνολα αυτών με λειτουργικές συνέργειες και στο σύνολο της εγκατάστασης.
 - Το σύνολο των εργαζομένων σε κάθε επίπεδο, είτε αυτοί ανήκουν στον ανάδοχο, είτε παρέχουν υπεργολαβικές υπηρεσίες.
- Η διαχείριση του κινδύνου στα θέματα Υγείας, Ασφάλειας και Περιβάλλοντος επιτελείται με ενιαίο κανονιστικό σύστημα και μορφότυπο και οι διαδικασίες εποπτείας και ελέγχου ασκούνται κατά απόλυτα σαφή τρόπο από αρχές με καθορισμένες αρμοδιότητες.
 - Η αποτελεσματική ετοιμότητα αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης διατρέχει κάθε στάδιο λειτουργίας, δραστηριότητας, μονάδας και το σύνολο αυτών.
 - Η δημόσια πληροφόρηση, η συμμετοχή του κοινού και η διαβούλευση με την κοινωνία συνιστά πάγια και αδιαμφισβήτητη υποχρέωση κράτους και εταιρειών, με ουσιαστικά επιδιωκόμενα αποτελέσματα.

Ένα τέτοιο ολοκληρωμένο ρυθμιστικό πλαίσιο περιλαμβάνει υποχρεώσεις, δεσμεύσεις, δράσεις, συμφωνίες, ρυθμίσεις και καταμερισμό ευθυνών από τη φάση της αδειοδότησης ενός έργου, έως την παύση λειτουργίας (προσωρινή ή οριστική παύση εργασιών), τον παροπλισμό και την απομάκρυνση της εγκατάστασης.

Η πετρελαϊκή βιομηχανία από την πλευρά της, αναγνωρίζει την ανάγκη να καταβάλλει κάθε προσπάθεια για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιδράσεων που προκαλούνται από τις σχετικές δραστηριότητες. Ως εκ τούτου, είτε με δική της πρωτοβουλία και στο πλαίσιο της αυτορρύθμισης, είτε δι' επιβολής από το ισχύον ρυθμιστικό πλαίσιο στις περιοχές όπου δραστηριοποιείται, αναπτύσσει διαδικασίες, όπου:

- ενσωματώνει συστηματικά τα περιβαλλοντικά θέματα σε εταιρικές αποφάσεις, μέσω της χρήσης ενός επίσημου συστήματος διαχείρισης,
- ενσωματώνει την υγεία, την ασφάλεια και την περιβαλλοντική διαχείριση σε ένα ενιαίο πλαίσιο,
- εξετάζει όλους τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (ατμόσφαιρα, έδαφος, υδάτινους πόρους κ.τ.λ.) στη λήψη αποφάσεων σε στρατηγικό και λειτουργικό επίπεδο,
- προλαμβάνει τη δημιουργία αποβλήτων στην πηγή, μέσω εφαρμογής τεχνικών πρόληψης της ρύπανσης και αξιοποίησης, μέσω επαναχρησιμοποίησης, στο μέγιστο δυνατό βαθμό των συστατικών των αποβλήτων,
- αξιολογεί τις εναλλακτικές λύσεις βάσει του τρίπτυχου κόστος/όφελος/κίνδυνος, το οποίο ενσωματώνει και τις περιβαλλοντικές αξίες,
- στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης πόρων,
- καινοτομεί και προσπαθεί για τη συνεχή βελτίωση.

Η ανάπτυξη και εφαρμογή σύγχρονων Συστημάτων Διαχείρισης Υγείας, Ασφάλειας και Περιβάλλοντος (Health, Safety & Environment Management Systems – HSEMSs) αποτελεί πλέον βασικό δομικό στοιχείο στη λειτουργία των εταιρειών και αποτελεσματικό εργαλείο για την επίτευξη οικονομικής και περιβαλλοντικά ασφαλούς διεξαγωγής των δραστηριοτήτων τους.

5.3. Βασικά χαρακτηριστικά των κανονιστικών πλαισίων για θέματα υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος στις δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων

Πολλές πετρελαιοπαραγωγές χώρες του δυτικού κόσμου (Ηνωμένο Βασίλειο, Δανία, Ιρλανδία, Νορβηγία) διαθέτουν κανονιστικά πλαίσια για θέματα υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος στις δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων. Από τη συγκριτική αξιολόγηση

τους (Atkins Holm, 2010) εντοπίζονται μια σειρά από κοινά σημαντικά χαρακτηριστικά, τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάπτυξη κάθε νέου ισχυρού κανονιστικού πλαισίου:

Διοικητικές και Θεσμικές Ρυθμίσεις

- Διαχωρισμός των λειτουργιών αδειοδότησης/δικαιωμάτων εκμετάλλευσης, από τις λειτουργίες υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος.
- Θεσμοθετημένη ειδική μονάδα υπεύθυνη για την υγεία και την ασφάλεια σε υπεράκτιες δραστηριότητες.
- Ειδικά νομικά ή διοικητικά πλαίσια για το ρυθμιστικό συντονισμό και τη συνεργασία μεταξύ σχετικών θεσμικών οντοτήτων.
- Ενσωμάτωση περιβαλλοντικών κανονισμών και κανονισμών για την υγεία και την ασφάλεια σε ενιαίο σύστημα αντιμετώπισης και ρύθμισης.
- Ενσωμάτωση, σε ενιαίο πλαίσιο, της υγείας και της ασφάλειας στην εργασία καθώς και της ασφάλειας των μεθόδων και των τεχνολογιών που εφαρμόζονται.

Πλαίσιο Υγείας, Ασφάλειας και Περιβάλλοντος

- Πλαίσιο ασφάλειας βάσει εκτίμησης κινδύνου, με συμμετοχή των εργαζομένων.
- Περιβαλλοντικό πλαίσιο βασισμένο σε Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) και δημοσιοποίηση αυτού.
- Απαιτήση ασφαλιστικής κάλυψης και αστικής ευθύνης.
- Ενσωμάτωση της στρατηγικής περιβαλλοντικής εκτίμησης εντός των ευρύτερων περιοχών κατανομής πόρων¹².
- Απαιτήσεις υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος σε επίπεδο αιτήσεων αδειοδότησης.
- Καθεστώς συμμόρφωσης με τους κανονισμούς βάσει επιθεωρήσεων και κοινοποιήσεων.

Τα πλαίσια εξελίσσονται και αναπροσαρμόζονται ως συνάρτηση της εξέλιξης της τεχνολογίας, της ενίσχυσης/εδραίωσης της κοινωνικής προστασίας και της προστασίας του περιβάλλοντος, της ανάπτυξης δομών και υπηρεσιών σε επίπεδο κράτους, της ωρίμανσης

¹² Η Οδηγία 2001/42/ΕΚ απαιτεί από τις κυβερνήσεις των κρατών-μελών να εκτελούν Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση πριν την ανάπτυξη/εφαρμογή κυβερνητικών προγραμμάτων, όπως π.χ. γύροι παραχωρήσεων (licensing rounds).

της αγοράς, της απόκτησης και αξιοποίησης εμπειριών. Αξίζει για παράδειγμα να αναφερθεί η ιστορική εξέλιξη (Πίνακας 5.1) του θεσμικού πλαισίου που αφορά σε θέματα υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος στις δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων της Νορβηγίας, ενός κράτους με μακρά εμπειρία στον πετρελαϊκό τομέα, και βαθειά θεώρηση για την κοινωνική και αναπτυξιακή συμβολή της βιομηχανίας αυτής.

Πίνακας 5.1: Κύρια σημεία της ιστορικής εξέλιξης του θεσμικού πλαισίου για θέματα υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος στις δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων στη Νορβηγία (Lind, 2008)

Θέματα πολιτικής	Θέματα διοίκησης
<ul style="list-style-type: none"> Σημαντική ανασφάλεια σχετικά τις δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις 	<ul style="list-style-type: none"> Πολιτικοί στόχοι και κατευθύνσεις
<ul style="list-style-type: none"> Σαφείς πολιτικές δεσμεύσεις (από πολιτικά κόμματα, ΜΚΟ, κοινωνικούς εταίρους) 	<ul style="list-style-type: none"> Νέα νομοθεσία (περί υδρογονανθράκων, περιβάλλον, ασφάλεια κ.λπ.)
<ul style="list-style-type: none"> Επιφυλακτική προσέγγιση (περιορισμένες περιοχές και παραγωγή) 	<ul style="list-style-type: none"> Καθορισμός ευθυνών και καθηκόντων
<ul style="list-style-type: none"> Στόχοι περιφερειακής ανάπτυξης 	<ul style="list-style-type: none"> Ίδρυση νέων θεσμικών οργάνων (π.χ. Δ/ση Πετρελαίων, Statoil)
<ul style="list-style-type: none"> Πολυάριθμες λευκές βίβλοι 	<ul style="list-style-type: none"> Δημιουργία υποδομών και υπηρεσιών σε υπουργεία και άλλους δημόσιους οργανισμούς
<ul style="list-style-type: none"> Πετρελαϊκές πολιτικές (π.χ. «10 εντολές περί πετρελαίου») 	<ul style="list-style-type: none"> Μεταφορά εμπειρίας και τεχνογνωσίας από τη βιομηχανία και άλλες χώρες
<ul style="list-style-type: none"> Περιβαλλοντικές απαιτήσεις 	<ul style="list-style-type: none"> Εκτεταμένη ενδοκυβερνητική συνεργασία και συντονισμός
<ul style="list-style-type: none"> Εκτίμηση Επιπτώσεων 	<ul style="list-style-type: none"> Περιβαλλοντικές Αρχές (εξουσίες) σε θέσεις κλειδιά
<ul style="list-style-type: none"> Ολοκληρωμένος σχεδιασμός διαχείρισης βάσει οικοσυστημάτων 	<ul style="list-style-type: none"> Πολιτικές και σχεδιασμοί βασισμένοι στη γνώση: <ul style="list-style-type: none"> Μελέτες βάσης Ερευνητικά προγράμματα Στρατηγική Εκτίμηση Επιπτώσεων/Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων/ολοκληρωμένος σχεδιασμός/παρακολούθηση

Η πετρελαϊκή βιομηχανία, ενεργώντας ανεξάρτητα για την προώθηση ενός ικανοποιητικού επιπέδου περιβαλλοντικής απόδοσης, αυτορυθμίζεται, αναπτύσσει τους δικούς της κώδικες συμμόρφωσης (κατευθυντήριες οδηγίες, industry guidelines) (Πίνακας

5.2) και υιοθετεί ολοένα και ευρύτερα πολιτικές (αρχές) και κώδικες για την καθοδήγηση του προσωπικού της, των εργολάβων και των προμηθευτών της. Ωστόσο, οι οδηγίες αυτές δεν είναι πάντα εφαρμόσιμες από περιοχή σε περιοχή, από περιφέρεια σε περιφέρεια ή από οικοσύστημα σε οικοσύστημα και πρέπει να τυγχάνουν της απαιτούμενης θεώρησης με βάση τις εκάστοτε ειδικές συνθήκες.

Σε κάθε περίπτωση, οι κυβερνητικοί κανονισμοί και η επιβολή τους παραμένουν ο ακρογωνιαίος λίθος για την προστασία της υγείας, της ασφάλειας και του περιβάλλοντος.

Πίνακας 5.2: Κατευθυντήριες οδηγίες που έχουν συσταθεί από την πετρελαϊκή βιομηχανία (E&P Forum/UNEP, 1997)

Περιβαλλοντικές αρχές/στόχοι και γενικές κατευθυντήριες οδηγίες
• Περιβαλλοντικές αρχές (E&P Forum/EUROPIA), (UKOOA)
• Συστήματα Διαχείρισης (E&P Forum), (API), (UNEP)
• Χρήση χημικών ουσιών (API)
• Διαχείριση αποβλήτων (E&P Forum)
• Ρευστά διάτρησης (E&P Forum)
• Απορρίψεις πετρελαίου (UNEP) (IPIECA)
• Οριστική παύση λειτουργίας και παροπλισμός (E&P Forum)
Τεχνικές Κατευθυντήριες οδηγίες
• Εργασίες σεισμικών ερευνών (IAGC)
• Χρήση χημικών ουσιών (OLF)
• Ρευστά διάτρησης (UNEP), (E&P Forum)
• Ατμοσφαιρικές εκπομπές (OLF), (E&P Forum)
• Παραγόμενο νερό (από τον ταμιευτήρα) (E&P Forum)
• Απορρίψεις πετρελαίου (IMO/IPIECA), (IPIECA), (ITOPF) (CONCAWE)
• Έλεγχος (ICC), (UNEP)
• Πιο καθαρή παραγωγή (UNEP)
• Οριστική παύση λειτουργίας και παροπλισμός (E&P Forum)

5.3.1. Συγκριτική μελέτη των κανονισμών που διέπουν τις θαλάσσιες γεωτρήσεις στις Ηνωμένες Πολιτείες, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Νορβηγία

Στις ΗΠΑ, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Νορβηγία, η επιβολή και η διαχείριση των κανονισμών που διέπουν τις υπεράκτιες γεωτρήσεις αποτελεί ευθύνη των κρατικών υπηρεσιών και ειδικών οργανισμών. Τα λειτουργικά και διοικητικά καθήκοντα εντός του κανονιστικού καθεστώτος συγκεντρώνονται σε έναν ενιαίο ειδικό φορέα ή χωρίζονται σε διαφορετικούς. Στον Πίνακα 5.3 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ρυθμιστικοί φορείς των θαλάσσιων γεωτρήσεων στις ΗΠΑ, το Ηνωμένο Βασίλειο και στη Νορβηγία.

Πίνακας 5.3: Ρυθμιστικοί φορείς για τις θαλάσσιες γεωτρήσεις ανά περιοχή

Βασικοί ρυθμιστικοί φορείς ανά περιοχή

ΗΠΑ	United States Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement (BOEMRE) Environmental Protection Agency (EPA) U.S. Coast Guard (USCG)
Ηνωμένο Βασίλειο	Department of Energy and Climate Change Health and Safety Executive Offshore Division
Νορβηγία	Petroleum Safety Authority (PSA)

ΗΠΑ

Το ρυθμιστικό καθεστώς των ΗΠΑ είναι κατά κύριο λόγο κανονιστικό, υποχρεώνοντας στην τήρηση συγκεκριμένων απαιτήσεων για υπεράκτιους φορείς εκμετάλλευσης. Όταν μια κανονιστική διάταξη, δεν δίνει ακριβείς τεχνικές προδιαγραφές, τακτικά «ενσωματώνουν» πρότυπα του κλάδου, συνήθως τις συνιστώμενες πρακτικές του American Petroleum Institute (API). Όταν ένας κανονισμός ενσωματώνει ένα από αυτά τα πρότυπα, το πρότυπο καθίσταται υποχρεωτικά εκτελεστέο.

Το Υπουργείο Εσωτερικών των ΗΠΑ (DOI) έχει αναλάβει μετά την έκρηξη στο Deepwater Horizon να προτείνει αλλαγές όσον αφορά την ακεραιότητα και τον έλεγχο της

γνώτρησης, την ασφάλεια και τη διαχείριση του προσωπικού. Επιπλέον το ΒΟΕΜΡΕ απαιτεί πλέον την εφαρμογή ενός νέου συστήματος Ασφάλειας και Περιβάλλοντος (SEM).

Ηνωμένο Βασίλειο

Το Ηνωμένο Βασίλειο διαθέτει ένα πλήρες κανονιστικό πλαίσιο, αλλά για τους περισσότερους κανονισμούς, υπάρχουν κατευθυντήριες γραμμές και σημειώσεις που εξηγούν τους κανονισμούς σε σαφή, απλή γλώσσα, δίνοντας το πλαίσιο και παραδείγματα. Ωστόσο υποχρεωτικά εκτελεστέοι είναι μόνο οι πραγματικοί κανονισμοί.

Η αρχή Ασφάλειας και Υγείας (Health and Safety Executive) του Ηνωμένου Βασιλείου χρησιμοποιεί μία προσέγγιση στην ασφάλεια και στην υγεία βασισμένη στις επιδόσεις που ονομάζεται συνήθως διαμορφούμενη βάση στόχων (“goal-setting”). Απαιτείται συνεχώς από τις εταιρείες να δείχνουν στην ΗSE ότι λαμβάνουν μέτρα για την πρακτική ελαχιστοποίηση των κινδύνων για την υγεία καθώς και των περιβαλλοντικών κινδύνων (As Low As Reasonably Practicable-ALARP).

Επιτρέποντας την ευελιξία, η βιομηχανία μπορεί να έχει μια πιο αποτελεσματική προσέγγιση για την επιλογή των βέλτιστων μεθόδων ή του βέλτιστου εξοπλισμού που υπάρχει, ενσωματώνοντας δηλαδή νέες τεχνολογίες και τεχνικές γρηγορότερα. Η προσέγγιση ALARP απαιτεί επίσης μια απόφαση από τη ρυθμιστική αρχή ως προς το τι είναι «πρακτικό και λογικό», η οποία περιλαμβάνει και την εξέταση του κόστους. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να απαιτούνται περαιτέρω μέτρα που ενδεχομένως να είναι διαθέσιμα, αλλά η μείωση του κινδύνου που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή τους θα συνεπαγόταν αδικαιολόγητο κόστος. Σε αυτό το ρυθμιστικό σύστημα, οι ρυθμιστικές αρχές πρέπει να διασφαλίσουν ότι οι φορείς έχουν την ίδια αντιμετώπιση για τον κίνδυνο με την κυβέρνηση, έτσι ώστε να μην εκτίθενται οι άνθρωποι και το περιβάλλον σε απαράδεκτα επίπεδα κινδύνου. Το πλαίσιο και το επίπεδο επικινδυνότητας πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη, πράγμα που σημαίνει ότι τα απαιτούμενα μέτρα μπορεί να διαφέρουν σε διαφορετικές τοποθεσίες.

Η κυβέρνηση εξηγεί ότι αναμένει από τους φορείς εκμετάλλευσης να εφαρμόζουν «ορθές πρακτικές» και παρέχει καθοδήγηση και κώδικες πρακτικής που το περιγράφουν αυτό. Αν και υπάρχει λοιπόν συγκεκριμένος κώδικας δεοντολογίας στο Ηνωμένο Βασίλειο,

ο φορέας εκμετάλλευσης μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε μέτρο θέλει για τη μείωση του κινδύνου, ακόμα κι αν υπάρχουν συγκεκριμένα διεθνή πρότυπα, αρκεί να αποδείξει ότι ο προκύπτων σχεδιασμός πληροί τα ίδια κριτήρια.

Νορβηγία

Η Νορβηγία διατηρεί κατευθυντήριες γραμμές για κάθε διάταξη των κύριων κανονισμών για θαλάσσιες γεωτρήσεις και αυτές οι μη υποχρεωτικές κατευθύνσεις συχνά αναφέρονται σε ανεπτυγμένα - από τη βιομηχανία - πρότυπα Norsok.

Καθώς η Νορβηγία εφαρμόζει μια προσέγγιση βασισμένη στις επιδόσεις, οι κανονισμοί της περιέχουν πολύ λίγες υποχρεωτικές τεχνικές απαιτήσεις. Αντ' αυτού, καθορίζουν απαιτήσεις για τη διαχείριση των εργασιών και για την κατασκευή εγκαταστάσεων, έτσι ώστε να καλυφθούν ορισμένοι στόχοι, συχνά απαιτήσεις επίδοσης για τον εντοπισμό και την μείωση των κινδύνων

Η Petroleum Safety Authority (PSA) δημοσιεύει και συχνά ενημερώνει κάποιες κατευθυντήριες γραμμές μη νομικά δεσμευτικές για κάθε διάταξη των κανονισμών της. Με αυτό τον τρόπο η PSA, υποδεικνύει τρόπους κατά τους οποίους μπορεί κανείς να εκπληρώσει τους στόχους των κανονισμών, ενώ προσφέρει εναλλακτικές για τις θαλάσσιες εγκαταστάσεις όταν μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι εξίσου αποτελεσματικές.

Ωστόσο, οι κανονισμοί που διέπουν τις θαλάσσιες γεωτρήσεις στις Ηνωμένες Πολιτείες, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Νορβηγία περιλαμβάνουν ορισμένα κοινά βασικά χαρακτηριστικά ως προς τα εξής:

Απαιτήσεις συστημάτων διαχείρισης

Ένα σύστημα διαχείρισης είναι ένα πλαίσιο σχεδίων και διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν ότι μια θαλάσσια εγκατάσταση θα ικανοποιήσει τις ρυθμιστικές απαιτήσεις σχετικά με την υγεία, την ασφάλεια και το περιβάλλον και θα συμβάλλει στην επίτευξη της ασφάλειας και των περιβαλλοντικών στόχων, όπως η αποφυγή και η πρόληψη ατυχημάτων και έκτακτων αναγκών. Ο σκοπός ενός συστήματος διαχείρισης είναι να προσδιοριστούν οι κίνδυνοι και να μετριαστεί ή να αποβληθεί ο κίνδυνος.

Τα συστήματα διαχείρισης απαιτούνται για την έγκριση και τη χορήγηση αδειών για θαλάσσιες γεωτρήσεις. Επίσης απαιτείται το σύστημα διαχείρισης να διατηρείται και να ενημερώνεται κατά τη διάρκεια των διαδικασιών όρυξης. Το σύστημα διαχείρισης μιας εγκατάστασης δημιουργείται και διατηρείται από τα άτομα που είναι αρμόδια για την εγκατάσταση. Τα συστήματα διαχείρισης είναι είτε "καθοδηγητικά", είτε βασισμένα στην απόδοση.

Υγεία και ασφάλεια

Η υγεία και η ασφάλεια της εργασίας αναφέρονται στις απαιτήσεις σχετικά με την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων που πρέπει να τηρηθούν. Αυτές οι απαιτήσεις είναι γενικά οι ίδιες για όλες τις περιοχές, δηλαδή οι εγκαταστάσεις πρέπει να διατηρούνται σε ασφαλείς συνθήκες εργασίας για όλους τους εργαζομένους. Ενώ ο στόχος είναι ο ίδιος, διαφορετικές περιοχές απαιτούν την εκπλήρωσή τους κατά διαφορετικό τρόπο. Μερικοί ορίζουν τις ανάγκες που πρέπει να πληρούνται μέσα στο ίδιο ρυθμιστικό έγγραφο που μεταχειρίζεται το σύστημα διαχείρισης, ενώ άλλοι αναφέρονται σε παραπλήσιους κανονισμούς και κανονισμούς γενικής εφαρμογής που ορίζουν τις απαιτήσεις για την υγεία και την ασφάλεια της εργασίας.

Αρμοδιότητες προσωπικού και κατάρτιση

Είναι παρόμοιες σε όλες τις περιοχές οι απαιτήσεις της υγείας και της ασφάλειας της εργασίας, με τις απαιτήσεις που πρέπει να καλυφθούν από τα συστήματα διαχείρισης σχετικά με την ικανότητα και την κατάρτιση προσωπικού, αλλά οι κανονισμοί, από τους οποίους πρέπει να επιτευχθεί ο στόχος, ποικίλλουν. Συγκεκριμένα, όλες οι περιοχές απαιτούν, ως ένα ορισμένο βαθμό, ότι το προσωπικό είναι ικανό και εκπαιδευμένο, και πρέπει να υπάρχουν παροχές στο σύστημα διαχείρισης ώστε να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι.

Ετοιμότητα έκτακτης ανάγκης

Σε όλες τις περιοχές, τα συστήματα διαχείρισης απαιτούνται να έχουν σχέδια και διαδικασίες σε ισχύ σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Έκτακτες ανάγκες περιλαμβάνουν γεγονότα όπου διακινδυνεύεται η ανθρώπινη ή η περιβαλλοντική ασφάλεια. Πολλές

αρμοδιότητες έχουν περαιτέρω απαιτήσεις για την πρόληψη διαρροών πετρελαίου πέραν από εκείνες που απαιτούνται να περιλαμβάνονται στο σύστημα διαχείρισης μιας εγκατάστασης.

Αναφορά και κοινοποίηση των ατυχημάτων ή καταστάσεων έκτακτης ανάγκης

Τα συστήματα διαχείρισης για όλες τις περιοχές απαιτούν την ειδοποίηση των αρμόδιων κυβερνητικών αρχών σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης σχετικά με μια θαλάσσια εγκατάσταση. Στις περισσότερες περιοχές απαιτείται η αναφορά και η κοινοποίηση οποιουδήποτε ατυχήματος έτσι ώστε να μπορέσουν να ελεγχθούν οι κίνδυνοι.

Παρακολούθηση των επιδόσεων και της συμμόρφωσης

Αφότου έχει χορηγηθεί η έγκριση για όρυξη, όλες οι περιοχές απαιτούν την καταγραφή των επιδόσεων. Αυτό περιλαμβάνει ετήσιες αναθεωρήσεις, λογιστικούς ελέγχους ή μια αναγγελθείσα επιθεώρηση από τη ρυθμιστική αρχή.

5.4. Υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο

5.4.1. Διεθνές & περιφερειακό πλαίσιο

Οι διεθνείς και περιφερειακές συνθήκες και συμβάσεις είναι, κατ' αρχήν, δεσμευτικές για τις χώρες που τις υπογράφουν και οι οποίες υποχρεούνται να τις θέτουν σε εφαρμογή μέσω της εθνικής νομοθεσίας τους. Ο χρόνος και ο βαθμός υιοθέτησης από το εθνικό δίκαιο κάθε χώρας ποικίλει σημαντικά. Προς τούτο, είναι συνετό για τη διεθνή πετρελαϊκή βιομηχανία να διασφαλίζει ότι σέβεται τους σκοπούς και τις επιδιώξεις τέτοιων συνθηκών, ανεξάρτητα από το αν η χώρα στην οποία δραστηριοποιείται έχει εντάξει ή όχι τη σχετική συνθήκη/σύμβαση στην κείμενη νομοθεσία.

Σε διεθνές επίπεδο, ο έλεγχος, η διαχείριση και η εποπτεία των περιβαλλοντικών πτυχών των δραστηριοτήτων Ε&Π υδρογονανθράκων διέπονται από μια πληθώρα διεθνών και περιφερειακών συμβάσεων, την πλειοψηφία των οποίων έχει κυρώσει και η Ελλάδα.

Ενδεικτικά, η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (United Nations Conference on Environment and Development - UNCED), επονομαζόμενη και ως Συνάντηση Κορυφής για την Προστασία της Γης ('The Earth Summit'), που πραγματοποιήθηκε στο Ρίο ντε Τζανέιρο τον Ιούνιο του 1992, επικέντρωσε στη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ του περιβάλλοντος και της κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης. Η Διάσκεψη κατέληξε στα ακόλουθα πέντε σημαντικά αποτελέσματα: (1) τη Διακήρυξη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, (2) τη Σύμβαση-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή, (3) τη Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα, (4) την AGENDA 21 και (5) την Ανακοίνωση για τις αρχές προστασίας των δασών.

Η AGENDA 21 ή Διακήρυξη του Ρίο είναι ένα αναλυτικό σχέδιο δράσης που θα πρέπει να εφαρμόζεται σε διεθνές, εθνικό και τοπικό επίπεδο από κυβερνήσεις και οργανισμούς για τη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Το Κεφάλαιο 17 της AGENDA 21 αφορά στην προστασία των ωκεανών και η Ενότητα 17:30 καλεί τα κράτη να αξιολογήσουν την ανάγκη πρόσθετων μέτρων προκειμένου να ελέγξουν την υποβάθμιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από θαλάσσιες δραστηριότητες, περιλαμβανομένων κι εκείνων που σχετίζονται με τις υπεράκτιες εκμεταλλεύσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Η Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας (United Nations Convention on the Law of the Sea - UNCLOS) του 1982 δίνει στα παράκτια κράτη "*κυριαρχικά δικαιώματα με σκοπό την έρευνα, εκμετάλλευση, διατήρηση και διαχείριση των φυσικών πόρων*" στην αποκλειστική οικονομική τους ζώνη (ΑΟΖ). Επιβάλλει, επίσης, την υποχρέωση να λάβουν τα αναγκαία μέτρα για να "*διασφαλίσουν την αποτελεσματική προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος*", με "*ιδιαίτερη προσοχή στην ανάγκη για προστασία από τις δυσμενείς επιπτώσεις τέτοιων δραστηριοτήτων, όπως οι γεωτρήσεις*". Οι εξέδρες πετρελαίου ως "*τεχνητά νησιά, εγκαταστάσεις και δομές*" είναι υπό τη δικαιοδοσία του παράκτιου κράτους σύμφωνα με το Άρθρο 60 (Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη) και το Άρθρο 80 (υφαλοκρηπίδα) της UNCLOS.

Άλλες σημαντικές διεθνείς πράξεις περιλαμβάνουν το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, με στόχο τη σταδιακή κατάργηση των ουσιών που καταστρέφουν το όζον, και τη Σύμβαση της Βασιλείας για τη διασυνοριακή διακίνηση επικίνδυνων αποβλήτων, μια σειρά

συμβάσεων που έχουν υιοθετηθεί σχετικά με την προστασία των αποδημητικών και απειλούμενων ειδών και πολλές συμβάσεις και συμφωνίες που αφορούν στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Οι διάφορες συμβάσεις που αφορούν σε τοπικές θάλασσες (OSPAR, Βαρκελώνης, Κουβέιτ, κ.λπ.), αν και έχουν διεθνή χαρακτήρα, αποτελούν ωστόσο τη βάση ενός περιφερειακού κανονιστικού πλαισίου. Για παράδειγμα, η Σύμβαση της Βαρκελώνης ισχύει για τη Μεσόγειο Θάλασσα. Στον Πίνακα 5.4 παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένες σημαντικές διεθνείς & περιφερειακές συμβάσεις που σχετίζονται έντονα και με τις δραστηριότητες Ε&Π υδρογονανθράκων. Τα περιφερειακά περιβαλλοντικά κανονιστικά πλαίσια που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε κοινούς κοινωνικούς και οικονομικούς συντελεστές αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη σημασία.

Πίνακας 3.8: Ορισμένες σημαντικές διεθνείς & περιφερειακές συμβάσεις που σχετίζονται και με τις δραστηριότητες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων

◆	Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ της Σύμβασης της Βιέννης
◆	Σύμβαση της Βασιλείας
◆	Σύμβαση των Μεταναστευτικών Ειδών
◆	Σύμβαση-πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές
◆	Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα
◆	Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας
◆	MARPOL73/78
◆	Σύμβαση της Βαρκελώνης

5.4.2. Ευρωπαϊκό πλαίσιο

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα όπου οι περιφερειακές περιβαλλοντικές αρχές και στόχοι όπως: η προληπτική δράση, η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», η επανόρθωση στην πηγή της περιβαλλοντικής ζημίας, και η ενσωμάτωση του περιβάλλοντος στις άλλες κοινοτικές πολιτικές, υλοποιούνται μέσω της εθνικής νομοθεσίας των κρατών-μελών. Παράλληλα, η έννοια της «στοχοθέτησης» αποτελεί ένα δεύτερο θεμέλιο πάνω στο οποίο θα πρέπει να βασίζεται το περιβαλλοντικό δίκαιο. Η Ε.Ε., για παράδειγμα, έχει καθιερώσει στόχους ποιότητας περιβάλλοντος (Environmental Quality Objectives -EQO), ενστερνίζεται την αρχή της προφύλαξης, έχει

υιοθετήσει την έννοια του ολοκληρωμένου ελέγχου και της πρόληψης της ρύπανσης (Integrated Pollution Prevention and Control - IPPC) και υποστηρίζει την έννοια της αειφόρου ανάπτυξης.

Η Ε.Ε. δεν διέθετε μέχρι πρόσφατα ειδική νομοθεσία για τις υπεράκτιες δραστηριότητες πετρελαίου και φυσικού αερίου. Ωστόσο, υπάρχει ένα ευρύτερο ευρωπαϊκό κεκτημένο, το οποίο, ορισμένες φορές μόνο μερικώς, εφαρμόζεται και στις υπεράκτιες δραστηριότητες, σε θέματα που αφορούν στην αδειοδότηση δραστηριοτήτων Ε&Π υδρογονανθράκων, καθώς και σε θέματα υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος στη βιομηχανία.

5.4.3. Εθνικό πλαίσιο

Ο Ν.2289/1995 (ΦΕΚ 27/Α/8.02.1995), με τίτλο «Αναζήτηση, Έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων και άλλες διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε από το Ν.4001/2011 (ΦΕΚ 179/22.08.2011), με τίτλο «Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις», αποτελούν το βασικό εθνικό θεσμικό πλαίσιο που διέπει τις διαδικασίες παραχώρησης των δικαιωμάτων του ελληνικού Δημοσίου στην αναζήτηση, έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων στην ελληνική επικράτεια, τη χορήγηση αδειών και τους χρηματοοικονομικούς όρους σύμφωνα και με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 1994/22/ΕΚ. Υιοθετείται αυστηρή περιβαλλοντική πολιτική ώστε να διασφαλίζεται η βιώσιμη αξιοποίηση του φυσικού πόρου και η αποτροπή κάθε περιβαλλοντικής ρύπανσης. Ανάλογη έμφαση δίδεται και στις νομοθετικές ρυθμίσεις που αφορούν στην ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων.

Η Ελλάδα δε διαθέτει ειδική νομοθεσία για τα θέματα υγείας, ασφάλειας και περιβάλλοντος σε δραστηριότητες πετρελαίου και φυσικού αερίου. Στο ως άνω νομοθετικό πλαίσιο, ορίζεται ότι μέχρι την έκδοση σχετικών κανονισμών, οι εργασίες αναζήτησης, έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων θα εκτελούνται σύμφωνα με τις διατάξεις ανάλογων νομοθετικών προβλέψεων του εθνικού δικαίου ή κανονισμών κρατών-μελών της Ε.Ε.

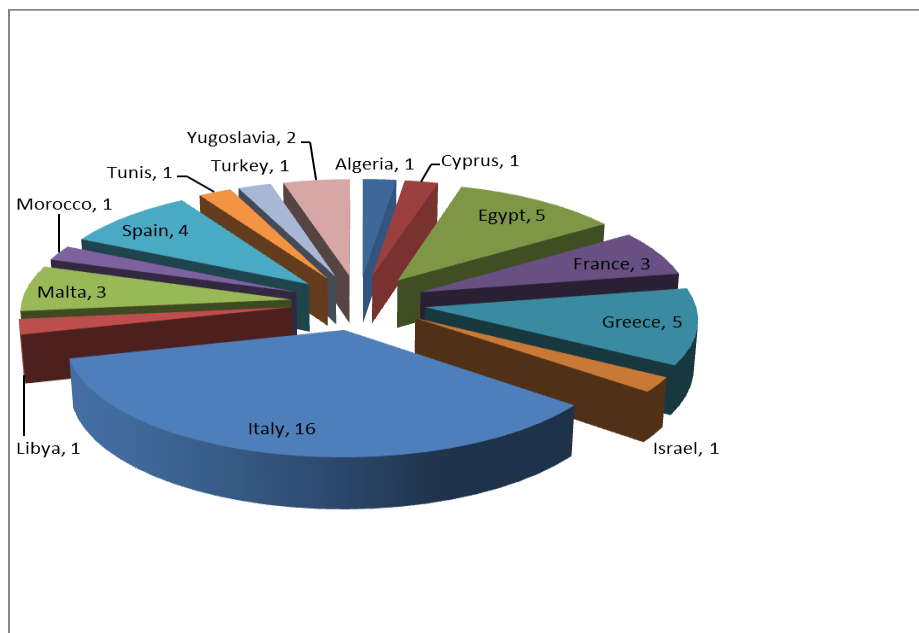
Σε ό,τι αφορά στη νομοθεσία, που αποτελεί ένα από τα βασικά εργαλεία της περιβαλλοντικής πολιτικής στη χώρα μας, η συμμετοχή της στην Ε.Ε. συνέβαλε στον εμπλουτισμό και τη βελτίωσή της, παρά τις καθυστερήσεις στην ενσωμάτωση ρυθμίσεων στην εσωτερική έννομη τάξη. Οι εθνικές ρυθμίσεις που πηγάζουν από την κοινοτική περιβαλλοντική νομοθεσία (σε ένα ποσοστό περίπου 80%) καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα θεμάτων που εκτείνεται από την προστασία των οικοτόπων, την προστασία των υδάτων και τη διαχείριση των αποβλήτων έως την ατμοσφαιρική ρύπανση και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Επίσης, υπάρχουν και ρυθμίσεις με οριζόντιο χαρακτήρα που αφορούν στις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), την περιβαλλοντική ευθύνη, την ελεύθερη πρόσβαση στην πληροφόρηση σε θέματα περιβάλλοντος και τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη των αποφάσεων. Με την ενεργό επιρροή της Ε.Ε. η Ελλάδα διαθέτει σήμερα σύγχρονη περιβαλλοντική νομοθεσία, ακόμη και σε τομείς που δεν είχαν καθόλου ρυθμιστεί κατά το παρελθόν (Δούση, 2009).

Στην Ελλάδα η έκδοση νομοθεσίας για την επαγγελματική ασφάλεια και υγεία ξεκίνησε ήδη από τις αρχές του 20ου αιώνα. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια, ο τομέας της επαγγελματικής ασφάλειας και υγείας αποκτά αυξανόμενο ενδιαφέρον, με αποτέλεσμα την εμφάνιση πληθώρας νομοθετημάτων που πραγματεύονται την προστασία των εργαζομένων. Έτσι, σήμερα στο εθνικό μας δίκαιο, καταγράφονται πάνω από 100 νομοθετήματα για την ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων, στα οποία περιλαμβάνονται νόμοι, διατάγματα και αποφάσεις, με κοινό χαρακτηριστικό την υποχρεωτική εφαρμογή τους. Οι προβλεπόμενες ρυθμίσεις περιλαμβάνουν τόσο οργανωτικά, όσο και τεχνικά μέτρα. Σε ό,τι αφορά στο περιεχόμενό τους, διακρίνεται μεγάλος αριθμός "γενικών" νομοθετημάτων, τα οποία εφαρμόζονται σε όλες τις επιχειρήσεις του ιδιωτικού και του δημοσίου τομέα, ανεξάρτητα από τον κλάδο οικονομικής δραστηριότητας και τον αριθμό των εργαζομένων, ενώ παράλληλα υπάρχουν πολλά "ειδικά" νομοθετήματα, που ρυθμίζουν θέματα ασφάλειας και υγείας της εργασίας σε ειδικότερες περιπτώσεις.

5.5. Νέα ευρωπαϊκή πολιτική - Οδηγία της Ε.Ε. για τις υπεράκτιες πετρελαϊκές δραστηριότητες

Μετά το ατύχημα στον Κόλπο του Μεξικού, αποτέλεσμα μεταξύ άλλων, ήταν να ενδιαφερθεί ενεργά η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και να εισηγηθεί τη σοβαρότερη αντιμετώπιση ανάλογων καταστάσεων, που δεν αποκλείεται να συμβούν «στην πόρτα του καθενός» και οποιαδήποτε στιγμή. Μπροστά στον κίνδυνο λοιπόν, να συμβεί μεγάλο ατύχημα σε θαλάσσιες εγκαταστάσεις εξόρυξης πετρελαίου ή/και φυσικού αερίου, σε ύδατα Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης (ΑΟΖ) της Ε.Ε., είναι σημαντικό να ληφθούν εγκαίρως τα κατάλληλα μέτρα και για το Νότο.

Στην Εικόνα 5.1, γίνεται ένας καταμερισμός των ατυχημάτων που έγιναν στην Μεσόγειο Θάλασσα και αφορούν την πετρελαϊκή δραστηριότητα (έρευνα, παραγωγή, μεταφορά προσωπικού και μεταφορά πετρελαίου).



Εικόνα 5.1 : Ατυχήματα που αφορούν την πετρελαϊκή δραστηριότητα δηλ. έρευνα, παραγωγή, μεταφορά προσωπικού και μεταφορά πετρελαίου στη Μεσόγειο. (Πηγή: European Commission Joint Research Centre, 2012)

Συνειδητοποιώντας την έλλειψη τέτοιων υποδομών και αναμένοντας μια αυξανόμενη έξαρση της πετρελαϊκής δραστηριότητας στον ευρύτερο ευρωπαϊκό χώρο, συμπεριλαμβανομένων των περιοχών ΑΟΖ των χωρών – μελών, οι Βρυξέλλες, μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, πρότειναν μια σειρά από Κανονισμούς για την ασφάλεια των υπεράκτιων δραστηριοτήτων εξερεύνησης και παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου. Οι κανονισμοί αυτοί άρχισαν να μελετώνται με σκοπό να ενσωματωθούν σε μια Οδηγία της Ε.Ε., η οποία θα είναι εναρμονισμένη στις νομοθεσίες των χωρών – μελών.

Στόχος της Οδηγίας 2013/30/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ασφάλεια των υπεράκτιων εργασιών πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι:

- Να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο τα σοβαρά ατυχήματα που σχετίζονται με υπεράκτιες εργασίες πετρελαίου και φυσικού αερίου και να περιοριστούν οι συνέπειες τους ώστε να βελτιωθεί η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των παράκτιων οικονομιών από τη ρύπανση.
- Να καθοριστούν ελάχιστες προϋποθέσεις για την υπεράκτια εξερεύνηση και εκμετάλλευση κοιτασμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου.
- Να περιοριστούν τα πιθανά προβλήματα στην εγχώρια παραγωγή ενέργειας της Ένωσης.
- Να βελτιωθούν οι μηχανισμοί αντίδρασης σε περίπτωση ατυχήματος.

Οι κίνδυνοι σχετικά με σοβαρά υπεράκτια ατυχήματα στο πλαίσιο δραστηριοτήτων πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι μεγάλοι. Με τη μείωση του κινδύνου ρύπανσης των υπεράκτιων υδάτων, η οδηγία θα πρέπει να συμβάλει στη διασφάλιση της προστασίας του θαλασσιού περιβάλλοντος, ιδίως δε στην επίτευξη η διατήρηση καλής περιβαλλοντικής κατάστασης το αργότερο έως το 2020, στόχος που ορίζεται στην Οδηγία 2008/58 στο πεδίο της πολιτικής για το θαλάσσιο περιβάλλον.

Επιπλέον θέτει ως έναν εκ των κεντρικών στόχων της την αντιμετώπιση των αθροιστικών επιπτώσεων όλων των δραστηριοτήτων στο θαλάσσιο περιβάλλον, αποτελεί δε τον περιβαλλοντικό πυλώνα της ολοκληρωμένης θαλάσσιας πολιτικής. Η εν λόγω

πολιτική αφορά τις υπεράκτιες εργασίες πετρελαίου και φυσικού αερίου, καθώς απαιτεί να συνδέονται οι ιδιαίτερες ανησυχίες κάθε οικονομικού κλάδου με τον γενικό σκοπό της εξασφάλισης πλήρους κατανόησης των ωκεανών, των θαλασσών και των παρακτίων περιοχών, με στόχο τη διαμόρφωση συνεκτικής προσέγγισης για τις θάλασσες η οποία θα λαμβάνει επαφή όλες τις οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικής πτυχές, μέσω της χρησιμοποίησης θαλασσιού χωροταξικού σχεδιασμού και γνώσεων για τη θάλασσα.

Το υφιστάμενο διαφοροποιημένο και κατακερματισμένο ρυθμιστικό πλαίσιο για την ασφάλεια των υπεράκτιων εργασιών πετρελαίου και φυσικού αερίου στην Ένωση και οι ισχύουσες πρακτικές ασφαλείας του κλάδου δεν παρέχουν απολύτως επαρκή εγγύηση για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου υπεράκτιων ατυχημάτων σε ολόκληρη την Ένωση και για την έγκαιρη και όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη αντίδραση σε περίπτωση ατυχήματος στα υπεράκτια ύδατα των κρατών μελών. Με βάση τα υπάρχοντα καθεστώτα ευθύνης, ο υπεύθυνος ενδεχομένως να μην είναι πάντοτε δυνατόν να προσδιοριστεί σαφώς και να μην είναι σε θέση ή να μην έχει την ευθύνη να καλύψει το σύνολο των δαπανών αποκατάστασης της ζημίας που προκάλεσε. Ο υπεύθυνος θα πρέπει πάντοτε να προσδιορίζεται πριν από την έναρξη των υπεράκτιων εργασιών πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Η Ευρωπαϊκή οδηγία 2013/30/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου παρατίθεται ολόκληρη στο παράρτημα III, της παρούσας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΙΟΝΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

6.1. Εισαγωγή

Στο παρόν Κεφάλαιο θα παρουσιαστούν σημαντικές παράμετροι του θαλάσσιου χώρου του Ιονίου Πελάγους και της νότια της Κρήτης οι οποίες αφορούν στους παρακάτω τομείς:

1. Γενική γεωλογία της περιοχής ενδιαφέροντος
2. Σεισμικότητα του ελληνικού χώρου
3. Βαθυμετρία & τοπογραφία της περιοχής ενδιαφέροντος

Θα παρουσιαστούν, επίσης, σημαντικά δεδομένα που αφορούν στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον στην περιοχή και πιο συγκεκριμένα:

- Φυσικό περιβάλλον
 - Το βιολογικό περιβάλλον της Μεσογείου
 - Θαλάσσια θηλαστικά
 - Θαλάσσιες χελώνες
 - Περιοχές ειδικής προστασίας
- Ανθρωπογενές περιβάλλον
 - Διοικητική διαίρεση και δημογραφικά στοιχεία
 - Κοινωνικοοικονομική δραστηριότητα (αλιεία, ναυτιλία, τουρισμός) - Χρήσεις γης
 - Υποδομές, τηλεπικοινωνίες και θαλάσσιοι δρόμοι
 - Αρχαιολογικοί χώροι και πολιτισμική κληρονομιά

6.2. Σημαντικές παράμετροι του θαλάσσιου χώρου του Ιονίου Πελάγους και της νότια της Κρήτης

6.2.1. Γενική γεωλογία της περιοχής ενδιαφέροντος

Η Ελλάδα, με τις Ελληνίδες Ζώνες, γεωτεκτονικά, αποτελεί τμήμα του Αλπικού συστήματος ορογένεσης του περι-Αδριατικού τόξου, που περιλαμβάνει τις Δειναρίδες, τις νότιες Άλπεις και τα Απέννινα. Γεωλογικά, μπορεί να γίνει διάκριση ανάμεσα στις μη-μεταμορφικές Εξωτερικές Ελληνίδες της Δυτικής Ελλάδας αφενός, με πλήρεις ιζηματογενείς ακολουθίες Τριαδικού - Καινοζωικού, και τις Εσωτερικές Ελληνίδες της Ανατολικής Ελλάδας αφετέρου, με μεταμορφωμένες ζώνες προ-αλπικών σχηματισμών στις οποίες σχηματίστηκαν, σε μεταγενέστερη της Αλπικής ορογένεσης φάση, μεταορογενετικές Τριτογενείς λεκάνες.

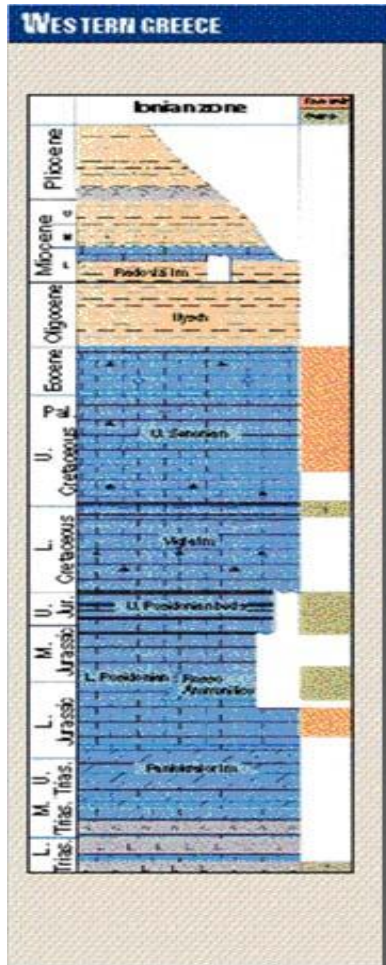
Το ενδιαφέρον, αναφορικά με την έρευνα για υδρογονάνθρακες, μπορεί να συστηματοποιηθεί με βάση τη διάκριση των Ελληνίδων σε Εξωτερικές και Εσωτερικές, στη Δυτική και Ανατολική Ελλάδα, αντίστοιχα. Η έμφαση έχει δοθεί στο πετρελαϊκό δυναμικό των Εξωτερικών Ελληνίδων, καθώς οι προς παραχώρηση για έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων περιοχές, αποτελούν τμήμα των Εξωτερικών Ελληνίδων της Δυτικής Ελλάδας (Εικόνα 6.1).



Εικόνα 6.1: Ιζηματογενείς περιοχές στην Ελλάδα, εμφανίσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου. (Πηγή: ΥΠΕΚΑ)

Εξωτερικές Ελληνίδες Ζώνες: Πτυχωσιγενείς-Ορογενετικές ζώνες (Fold-and-Thrust belts) Δυτικής Ελλάδας

Οι Εξωτερικές Ελληνίδες Ζώνες της Δ. Ελλάδας αποτελούν τμήμα του περι-Αδριατικού τόξου και προήλθαν από τη συμπίεση της ιζηματογενούς ακολουθίας, που αποτέθηκε στο ανατολικό περιθώριο της Απούλιας πλάκας, και την κίνησή της, κατά τη διάρκεια της Αλπικής φάσης ορογένεσης, προς τα δυτικά. Οι εσωτερικές διαφοροποιήσεις,

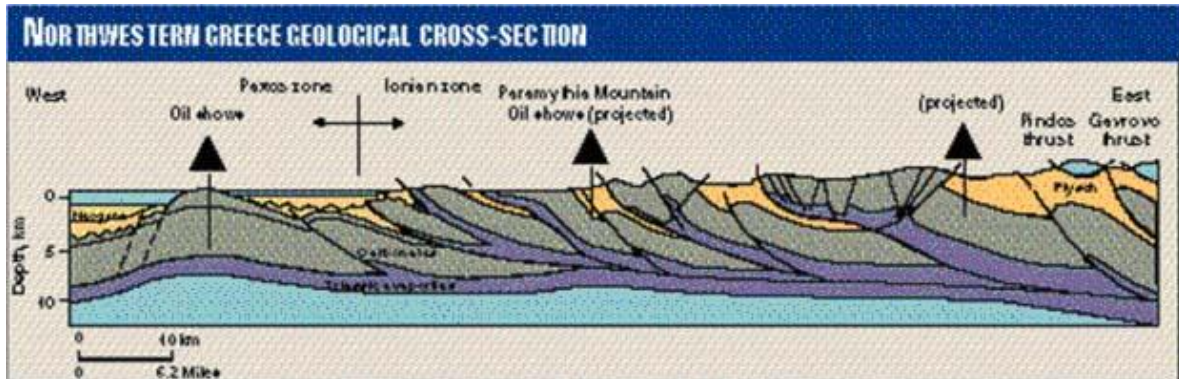


λόγω εφελκυστικού τεκτονισμού (extensional faulting), εντός του περιθωρίου στο οποίο αποτέθηκε η ιζηματογενής ακολουθία, έδωσαν γένεση σε ρηχές ανθρακικές πλατφόρμες αφενός (π.χ. ζώνες Γαβρόβου και Παξών ή προ-Απούλιας), και σε βαθιές λεκάνες αφετέρου (π.χ. ζώνες Πίνδου και Ιόνιας) (Εικόνα 6.2). Το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει, κατά κύριο λόγο, επικεντρωθεί στην Ιόνια ζώνη και, εν μέρει, στη ζώνη Γαβρόβου. Η στρωματογραφική διάρθρωση της Δ. Ελλάδας, σε γενικές γραμμές, περιλαμβάνει Τριαδικούς εβαπορίτες, ασβεστολιθικές ακολουθίες Τριαδικού-Ηωκαίνου, Τριτογενή φλύσχη και Νεογενή θαλάσσια και κλαστικά ιζήματα.

Εικόνα 6.2: Γεωλογικό προσομοίωμα της περιοχής ενδιαφέροντος (Πηγή : Ν. Ρούσος και Φ. Μαρινέλης)

Σημαντικό ρόλο στην πιθανή δημιουργία πετρελαϊκών συστημάτων στην περιοχή της Δυτικής Ελλάδας, αναμένεται να έχουν διαδραματίσει οι Τριαδικοί εβαπορίτες, οι οποίοι αποτελούν τη βάση της ιζηματογενούς ακολουθίας της Ιόνιας λεκάνης και των οποίων η ανώτερη επιφάνεια μπορεί να δράσει σαν επιφάνεια αποκόλλησης των υπερκείμενων ιζηματογενών ακολουθιών, δίνοντας γένεση σε δομές οι οποίες οφείλονται σε τεκτονική αποκόλλησης (detachment tectonics).

Συγχρόνως, η αλατοκίνηση (halokinesis), κατά τη διάρκεια της συμπιεστικής φάσης της ορογένεσης, μπορεί να έχει δημιουργήσει διαπυρικές δομές άλατος και, κατά συνέπεια, να έχει συμβάλει στη δημιουργία των κατάλληλων παγίδων υδρογονανθράκων (Εικόνα 6.3)



Εικόνα 6.3: Γεωλογική τομή της Βορειοδυτικής Ελλάδος. (Πηγή : Ν. Ρούσος και Φ. Μαρνέλης)

Επιφανειακές ενδείξεις υδρογονανθράκων υπάρχουν στην προ-Απούλια Ζώνη, την Ιόνιο Ζώνη και τη Ζώνη Γαβρόβου στη Δυτική Ελλάδα. Δυνητικά μητρικά πετρώματα έχουν ανακαλυφθεί στις ζώνες προ-Απούλια και Ιόνια. Ασβεστολιθικοί σχιστόλιθοι (calcareous shales) του Κατώτερου Κρητιδικού στην Εσωτερική (Ανατολική) Ιόνια Ζώνη, και σχιστόλιθοι με Posidonia του Κατώτερου-Μέσου Ιουρασικού στην Κεντρική και Εξωτερική (δυτική) Ιόνια Ζώνη έχουν πολύ καλό δυναμικό για γένεση πετρελαίου. Ομοίως, καλό δυναμικό γένεσης πετρελαίου έχουν σχηματισμοί του Μέσου Ιουρασικού της προ-Απούλιας ζώνης. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι στην Ιταλία και στην Αλβανία, σε ζώνες αντίστοιχες των Εξωτερικών Ελληνίδων, πετρέλαιο το οποίο δεν προέρχεται από τους παραπάνω σχηματισμούς έχει αποδοθεί σε μητρικά πετρώματα Τριαδικής ηλικίας. Στην Ελλάδα, αντίστοιχο ενδιαφέρον μπορεί να παρουσιάζουν αργιλικές ενδιστρώσεις εντός της εβαποριτικής Τριαδικής ακολουθίας, στην Κεντρική και Εξωτερική Ιόνια ζώνη.

Συνολικά οι παγίδες μπορεί να αντιπροσωπεύονται από στρωματογραφικά χαρακτηριστικά σε Μειοκαινικούς ψαμμίτες, αντικλινικές δομές σε Μεσοζωικούς ή Ηωκαινικούς ασβεστολιθικούς ταμιευτήρες με κάλυμμα φλύσχη ή Νεογενή κλαστικά ιζημάτα, καθώς επίσης διαπυρικές δομές γύρω από δόμους άλατος. Γενικά οι δομές που αναμένονται, σε σχέση με τις τεκτονικές παγίδες, είναι αυτές που συναντώνται σε πτυχωσιγενείς/ορογενετικές ζώνες (fold-and-thrust belts) που χαρακτηρίζονται από

επιφάνεια αποκόλλησης στο βάθος, όπως τυφλές επωθήσεις (blind-thrusts), αντίκλινα ράμπας (ramp anticlines), αντίκλινα διάδοσης (fault-propagation fold) κ.λπ.

Εξαιρετικής σημασίας επίσης είναι η έρευνα βαθιών δομών, κάτω από την εβαποριτική ακολουθία, οι οποίες θα μπορούσαν να αποδειχθούν πολύ σημαντικές ως προς τη δυναμικότητά τους σε υδρογονάνθρακες.

Σε σχέση με τα ανωτέρω παρουσιάζονται περιληπτικά τα σημαντικότερα δεδομένα από την έρευνα στη Δυτική Ελλάδα, τα οποία, σε μεγάλο βαθμό, προέρχονται από τα αποτελέσματα του γύρου παραχωρήσεων του 1996. Αφορούν, κυρίως, στην Ιόνια Ζώνη, η οποία αποτελεί τη συνέχεια της αντίστοιχης ζώνης στην Αλβανία στην οποία έχουν ανακαλυφθεί κοιτάσματα υδρογονανθράκων τα οποία βρίσκονται υπό εκμετάλλευση.

Περιοχή Αιτωλοακαρνανίας

Στην περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας τα δεδομένα προέρχονται από τις γεωτρήσεις Trifos South-1 και Evinos-1 (από Triton Ltd σε συνέχεια του γύρου παραχωρήσεων το 1997).

Στον Τρύφο η γενική γεωλογική δομή αντιστοιχούσε σε υπο-επωθημένη ενότητα (sub-thrust unit) αποτελούμενη από ασβεστόλιθους βαθιάς θάλασσας της Ιόνιας Ζώνης με κάλυμμα Ολιγοκαινικό φλύσχη και η οποία, συνολικά, είναι υπο-επωθημένη (sub-thrust) από Τριαδικούς εβαπορίτες. Κατά τη διάρκεια της γεώτρησης διαπιστώθηκε ότι το εβαποριτικό κάλυμμα είχε πάχος μεγαλύτερο του αναμενόμενου και η γεώτρηση σταμάτησε στους εβαπορίτες στα 1.509m. Παρατηρήθηκαν ελάχιστες ενδείξεις υδρογονανθράκων. Η γεώτρηση εγκαταλείφθηκε.

Στη γεώτρηση στον Εύηνο διατρήθηκαν ασβεστόλιθοι πλατφόρμας της ζώνης Γαβρόβου οι οποίοι είχαν σαν κάλυμμα Ολιγοκαινικό φλύσχη. Υπήρξαν ελάχιστες ενδείξεις υδρογονανθράκων στην επαφή των δύο σχηματισμών, πιθανόν λόγω ελλείψεως κατάλληλης παγίδας. Η γεώτρηση εγκαταλείφθηκε στα 1.508m.

Περιοχή ΒΔ Πελοποννήσου

Στη ΒΔ Πελοπόννησο τα δεδομένα προέρχονται από τις γεωτρήσεις Artemis-1 και Apollo-1 (από Enterprise Oil σε συνέχεια του γύρου παραχωρήσεων του 1996). Στη θέση

Artemis-1 η δομή αφορά σε ρηγματωμένο αντίκλινο, το οποίο περιλαμβάνει ασβεστόλιθους της Ιόνιας σειράς με κάλυμμα φλύσχη. Ο στόχος ήταν ρηγματωμένοι ασβεστόλιθοι ηλικίας Ανώτερου Κρητιδικού – Ηώκαινου, οι οποίοι είναι γνωστό ότι αποτελούν πετρώματα-ταμιευτήρες σε πεδία πετρελαίου (oil-fields) στις αντίστοιχες γεωλογικές ενότητες στην Αλβανία και, υποθαλάσσια, στην Αδριατική. Υπήρξαν μερικές ενδείξεις υδρογονανθράκων και η γεώτρηση εγκαταλείφθηκε στα 2.375m.

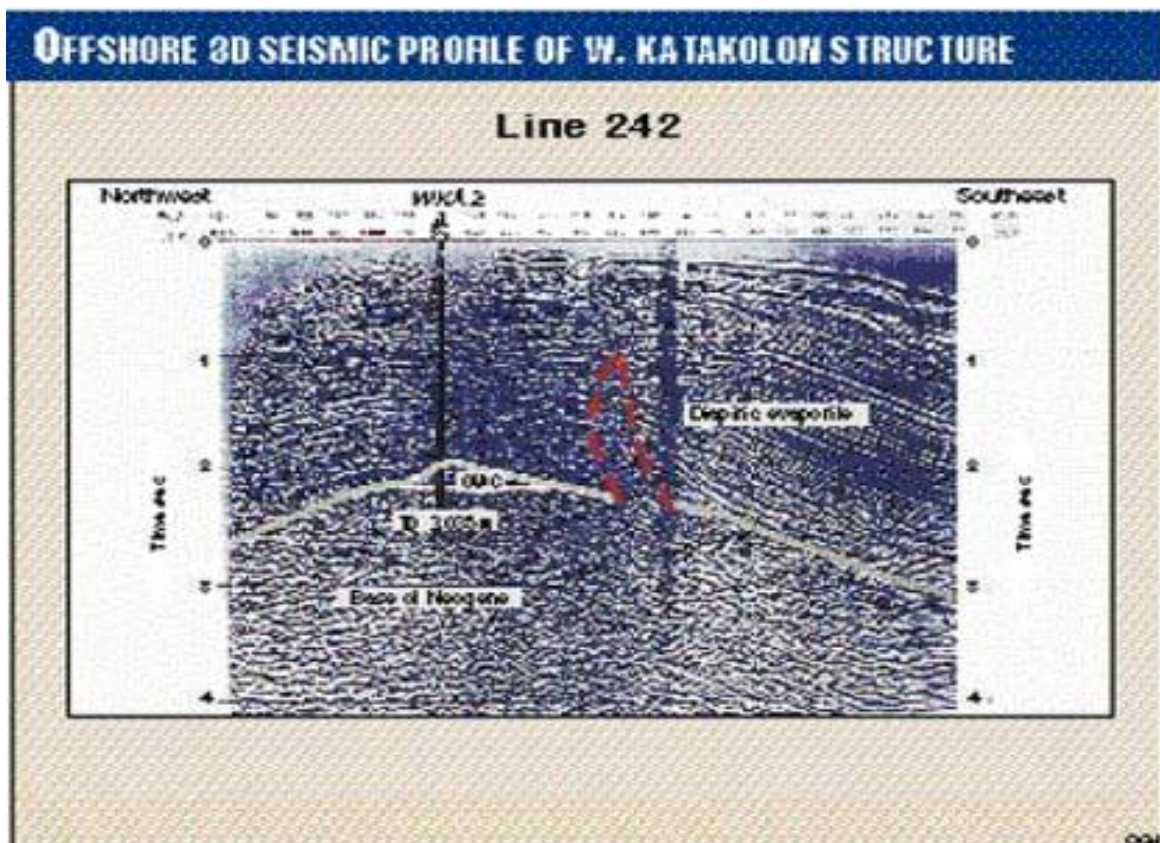
Στη θέση Apollo-1 η δομή αφορά σε ρηγματωμένο αντίκλινο, το οποίο περιλαμβάνει ασβεστόλιθους πλατφόρμας της ζώνης Γαβρόβου με κάλυμμα φλύσχη. Ο στόχος ήταν καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι πλατφόρμας, οι οποίοι έχουν αποδεδειγμένο δυναμικό σε υδρογονάνθρακες στην ευρύτερη περιοχή της Αδριατικής και της Νότιας Ιταλίας. Τα αποτελέσματα δεν υπήρξαν ενθαρρυντικά και η γεώτρηση εγκαταλείφθηκε στα 1.710m.

Περιοχή Ιωαννίνων

Στην περιοχή των Ιωαννίνων τα δεδομένα προέρχονται από τη γεώτρηση Demetra-1 (από Enterprise Oil σε συνέχεια του γύρου παραχωρήσεων του 1996). Ο στόχος της γεώτρησης στη θέση Demetra-1 υπήρξε πολύ φιλόδοξος, καθώς αποσκοπούσε στο να διατρήσει για πρώτη φορά την Τριαδική εβαποριτική ακολουθία. Στο βάθος των 4.000m οι σεισμικές καταγραφές είχαν δείξει την ύπαρξη ενός δόμου άλατος. Μετά τη διάτρηση της ασβεστολιθικής ακολουθίας της Ιόνιας ζώνης, και ενώ ήδη η γεώτρηση βρισκόταν στους Τριαδικούς εβαπορίτες, παρατηρήθηκαν πολύ μεγάλες πιέσεις οι οποίες δεν επέτρεψαν τη συνέχιση της γεώτρησης και η οποία εγκαταλείφθηκε στο βάθος περίπου των 4.000m. Έτσι, ο τελικός σκοπός της γεώτρησης δεν επιτεύχθηκε.

Περιοχή Κατάκολου

Η θαλάσσια (offshore) περιοχή του Κατάκολου, στη δυτική Πελοπόννησο, αποτελεί τη μοναδική στη δυτική Ελλάδα (Ιόνια ζώνη) στην οποία έχει ανακαλυφθεί κοίτασμα πετρελαίου-φυσικού αερίου. Η ανακάλυψη έγινε το 1981. Πέτρωμα-ταμιευτήρα αποτελούν Κρητιδικοί-Ηωκαινικοί ασβεστόλιθοι σε αντικλινική παλαιοδομή, οι οποίοι καλύπτονται ασύμφωνα από κλαστικά Νεογενή ιζήματα. Τα απολήψιμα αποθέματα (recoverable oil) εκτιμώνται σε 3 εκ. βαρέλια (Εικόνα 6.4.)

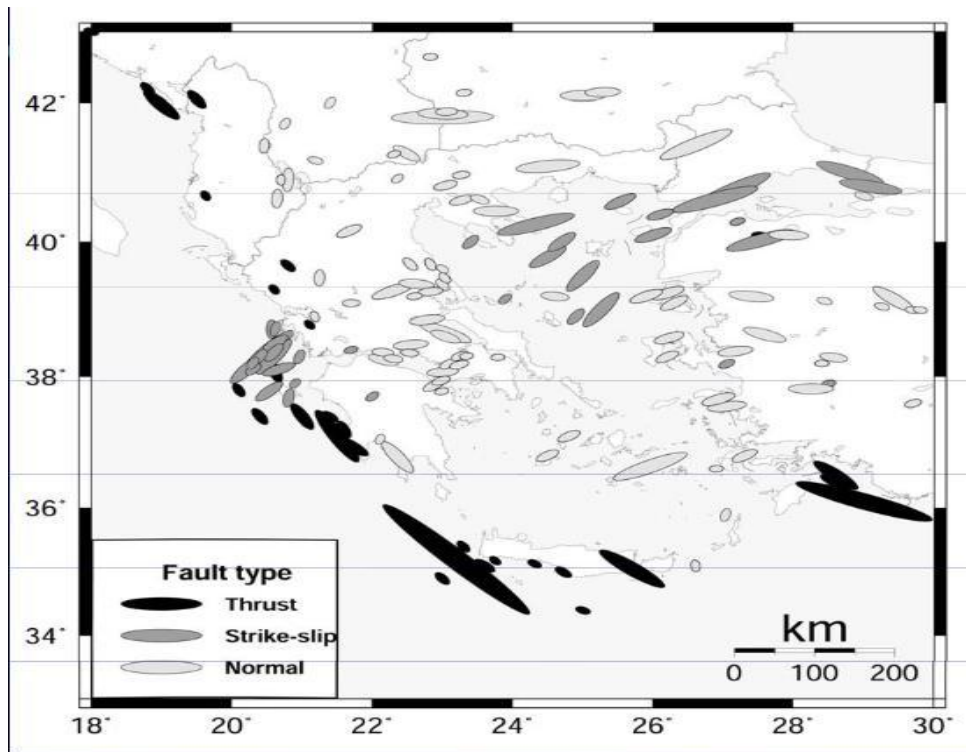


Εικόνα 6.4: Σεισμικό προφίλ 3 διαστάσεων στο Κατάκολο. (Πηγή : Ν. Ρούσος και Φ. Μαρνέλης)

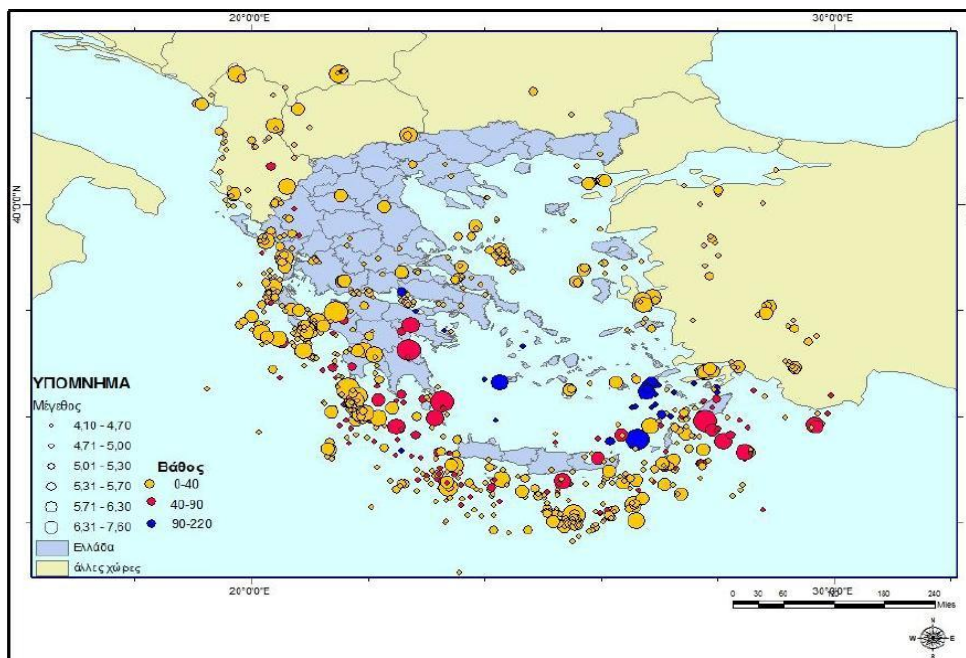
6.2.2. Σεισμικότητα του Ελληνικού χώρου

Η σημαντικότερη σεισμοτεκτονική δομή στην περιοχή του Ιονίου είναι το δεξιόστροφο ρήγμα μετασχηματισμού της Κεφαλονιάς, στο βορειοδυτικό τμήμα του Ελληνικού τόξου. Μέσω αυτού, η βορειοδυτική Ελλάδα κινείται σε σχέση με το Αιγαίο και την Πελοπόννησο. Το ρήγμα αυτό διαχωρίζει τα νησιά που βρίσκονται στο νότιο Ιόνιο και την Πελοπόννησο από τα νησιά του βορείου Ιονίου τα οποία παρουσιάζουν ασήμαντη κίνηση σε σχέση με την Ευρώπη. Το ρήγμα της Κεφαλονιάς αποτελεί το δεύτερο μεγάλο όριο της κινητικότητας στη περιοχή της Ελλάδας (Hollenstein, 2007).

Κατά μήκος των Ιονίων νήσων και των δυτικών ακτών της Ελλάδας υπάρχει πλήθος ρηγμάτων στα οποία έχουν συμβεί ισχυροί σεισμοί (Εικόνες 6.5 και 6.6).

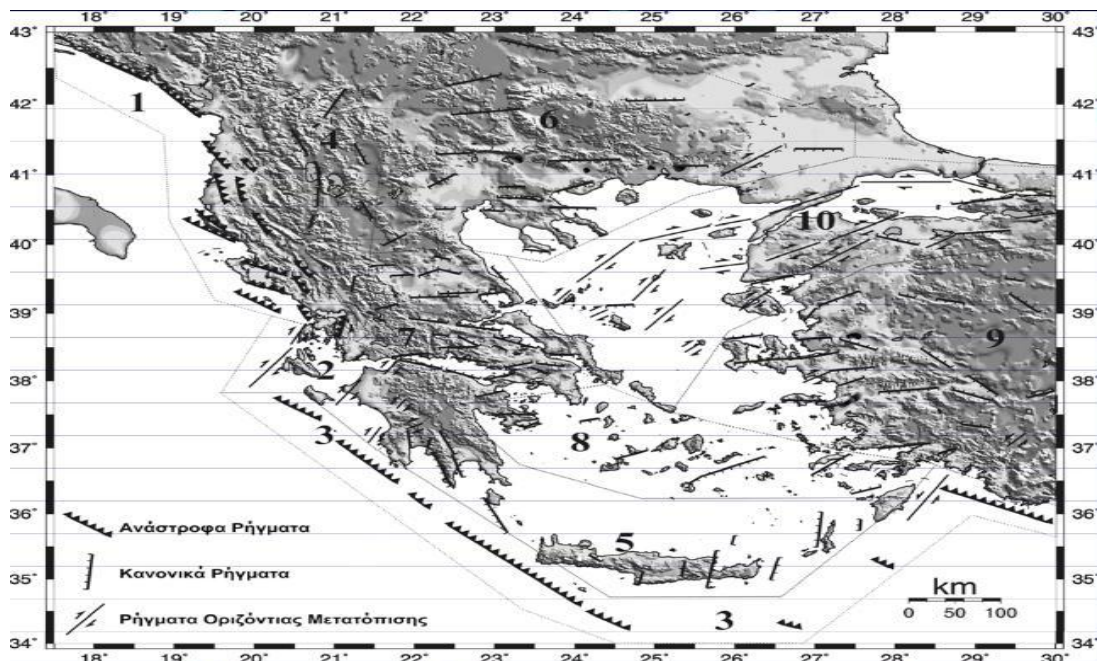


Εικόνα 6.5 : Χάρτης σεισμικών ρηγμάτων της Ελλάδας (Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο)



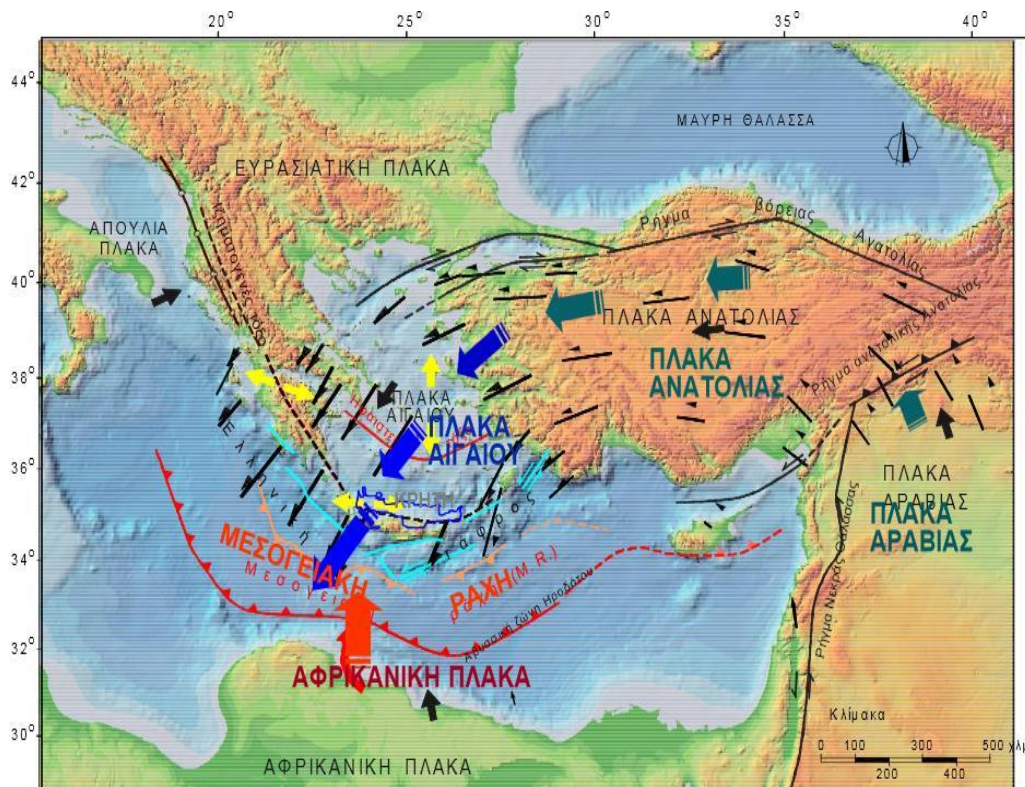
Εικόνα 6.6: Χάρτης σεισμών Ελλάδας 2000-2009 (4.1-7,6 R) (Πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο)

Η σεισμικότητα της Ελλάδας κατανέμεται σε δύο ευρείες ζώνες οι οποίες συναντιούνται στα Ιόνια νησιά (Εικόνα 6.7). Η πρώτη ζώνη ακολουθεί τη δυτική και νότια παράκτια περιοχή (Αλβανία – δυτική Ελλάδα – Ιόνια νησιά – νότια της Πελοποννήσου – Κρήτη – Ρόδος) και η δεύτερη έχει βορειανατολική νοτιοδυτική διεύθυνση (βόρεια Ανατολία – βόρειο Αιγαίο –κεντρική Ελλάδα – Ιόνια νησιά). Έτσι δικαιολογείται η υψηλή σεισμική δραστηριότητα στη περιοχή του Ιονίου (Λευκάδα, Κεφαλονιά, Ζάκυνθος) (Παπαζάχος, 2003).



Εικόνα 6.7: Τα κύρια ρήγματα των επιφανειακών σεισμών οι οποίοι έγιναν στον ελληνικό χώρο και τις γύρω περιοχές στο διάστημα 480 π.Χ. – 2001 (Πηγή: Παπαζάχος κ.ά. , 2001)

Η περιοχή του Ιονίου, η ζώνη του ρήγματος της Κεφαλονιάς και το βορειοδυτικό μέρος του Δυτικού Ελληνικού Τόξου, είναι η πιο δραστήρια σεισμογενής περιοχή της Ελλάδας, που είναι σε συμφωνία με τις μεγάλες διαφορές στις ταχύτητες και την κατανομή των τάσεων στη περιοχή (Εικόνα 6.8) (Peter, 2000).



Εικόνα 6.8: Κινήσεις λιθοσφαιρικών πλακών που καθορίζουν την ενεργό τεκτονική στο Αιγαίο και τις γύρω περιοχές (Πηγή: Ravnaki, 2006)

Μεγάλο μέρος της παγκόσμιας υπεράκτιας δραστηριότητας γεωτρήσεων λαμβάνει χώρα σε περιοχές όπου οι σεισμοί ιστορικά δε θεωρούνται παράγοντας σχεδιασμού, όπως στον Κόλπου του Μεξικού. Για περιοχές τέτοιες, με πολύ χαμηλή σεισμικότητα, δεν απαιτείται η εξέταση των σεισμικών φορτίων. Αντίθετα, ορισμένες περιοχές του κόσμου είναι σεισμικά ενεργότερες όπως ο ελλαδικός χώρος. Τέτοιες περιοχές όπου συναντάται υπεράκτια δραστηριότητα είναι η California. Εκεί λοιπόν, λαμβάνεται υπόψη η περιγραφή και η εξέταση των φορτίων των σεισμών και είναι υψίστης σημασίας για τις εξέδρες.

Ιστορικά, η σεισμική αξιολόγηση και ο σχεδιασμός των κατασκευών όρυξης γεωτρήσεων έχει θεωρηθεί πολύ ειδικό θέμα, και λαμβάνονταν υπόψη μόνο όταν η σεισμικότητα ήταν ο κυρίαρχος μηχανισμός άσκησης τάσεων. Μόνο μόνιμες εξέδρες αξιολογήθηκαν για τέτοιες τάσεις ενώ οι πρώτες σχετικές διαδικασίες προστασίας που εφαρμόστηκαν στην Καλιφόρνια, προέκυψαν από τον Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό (Uniform Building Code). Αργότερα, χρησιμοποιήθηκαν και πιο εξελιγμένες τεχνικές ανάλυσης.

Δεδομένου ότι η υπεράκτια βιομηχανία έχει ωριμάσει, έχουν γίνει ερευνητικές και παραγωγικές γεωτρήσεις σε πολλές σειсмоγενείς περιοχές του κόσμου. Συνήθως, οι επιπτώσεις από σεισμούς δεν λαμβάνονται υπόψη για προσωρινές εργασίες όρυξης γεωτρήσεων που εκτελούνται από αυτοανυψούμενες εξέδρες (jack – up). Αυτό συμβαίνει επειδή η διάρκεια της «έκθεσης» γενικά θεωρείται μικρή σε σύγκριση με την πιθανότητα της ύπαρξης ενός σεισμού. Ωστόσο, για τις μόνιμες εξέδρες η εξέταση των σεισμικών φορτίων αποτελεί παράγοντα του σχεδιασμού τους. Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) παρέχει σεισμικά κριτήρια που πρέπει να χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο.

Χαρακτηριστικό είναι ότι η σωλήνωση και η τσιμέντωση της γεώτρησης μπορεί να φθαρεί λόγω της σεισμικής δραστηριότητας. Σεισμοί συχνά προκαλούν ρωγμές ή διαρρήξεις στη σωλήνωση και την τσιμέντωση της γεώτρησης, οι οποίες μπορεί να επιτρέψουν την εισροή του περιβάλλοντος σχηματισμού στη γεώτρηση. Αυτό μπορεί γρήγορα να μπλοκάρει πλήρως τη ροή της λάσπης και να καταστήσει τη γεώτρηση μη επισκευάσιμη.

Εν προκειμένω στον ελληνικό χώρο, και συγκεκριμένα στην περιοχή του Ιονίου και Νοτίως της Κρήτης, που είναι περιοχές με πολύ έντονη σεισμικότητα πρέπει να γίνουν ειδικές μελέτες τόσο για το σχεδιασμό της γεώτρησης όσο και για το σχεδιασμό της κατάλληλης εξέδρας. Επιπλέον, ο σχεδιασμός τους πρέπει να υπακούει στα πρότυπα ISO για τις υπεράκτιες καθώς και στον Ενιαίο Αντισεισμικό Κανονισμό ο οποίος ωστόσο είναι πολύ γενικός.

6.2.3. Βαθυμετρία & τοπογραφία της περιοχής ενδιαφέροντος

6.2.3.1. Μεθοδολογία

Για την εξαγωγή χαρτών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ArcGIS (έκδοση 10.1) το οποίο είναι από τα πιο διαδεδομένα προγράμματα για Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS). Χρησιμοποιείται σε μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών οι οποίες περιλαμβάνουν σχεδιασμό, ανάλυση, διαχείριση και καταγραφή γεωγραφικών συστημάτων (π.χ. διαχείριση περιβάλλοντος, σχεδιασμός χρήσεων γης, εντοπισμός οχημάτων κ.α.).

Το ArcMap σχεδιάστηκε για να καλύψει τις ανάγκες που προκύπτουν από τη μεριά του χαρτογράφου, για την παραγωγή θεματικών χαρτών κάθε μορφής και περιεχομένου,

όπως και εφαρμογών G.I.S. Αποτελεί μια εκ των τριών διεπαφών του G.I.S. πακέτου ArcGis. Έτσι το ArcMap είναι ένα desktop G.I.S. πακέτο που δίνει τη δυνατότητα να δημιουργηθούν χάρτες από επίπεδα χωρικής πληροφορίας, να αναλυθούν χωρικές σχέσεις και να επιλεγούν μέσα από αναζητήσεις, χωρικά και μη χωρικά στοιχεία. Επίσης μπορούν να σχεδιαστούν και να δημιουργηθούν διαφορετικές απεικονίσεις ενός χάρτη, αλλάζοντας χρώματα και συμβολισμούς. Παρέχει ένα περιβάλλον για την εύκολη διαχείριση και τον ορισμό σχέσεων μεταξύ πινάκων και χαρτών και την όποια επεξεργασία, βάσει αυτών των σχέσεων.

Το ArcMap, όπως και οποιοδήποτε άλλο πακέτο G.I.S., απαιτεί για να λειτουργήσει παραγωγικά, δεδομένα που θα εισαχθούν στο περιβάλλον του. Τα δεδομένα αυτά διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- A. Τα χωρικά δεδομένα τα οποία χαρακτηρίζονται αποκλειστικά από τη θέση τους στο χώρο σε σχέση με κάποιο σύστημα συντεταγμένων, διακρίνονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:
- Σημειακά δεδομένα, π.χ. θέσεις τριγωνομετρικών σημείων.
 - Γραμμικά δεδομένα, π.χ. οδικό δίκτυο, ποτάμια..
 - Επιφανειακά δεδομένα τα οποία καταλαμβάνουν μια κλειστή έκταση, π.χ. νομός, λίμνες.
 - Ογκομετρικά τα οποία καταλαμβάνουν όχι μόνο μια συγκεκριμένη επιφάνεια, αλλά εκτείνονται και στο χώρο (τρίτη διάσταση). Τέτοια περίπτωση είναι η τρισδιάστατη εμφάνιση του ανάγλυφου.
- B. Τα μη χωρικά ή περιγραφικά δεδομένα, τα οποία σχετίζονται ή περιγράφουν τα χαρακτηριστικά ή τις ιδιότητες της υπόψη χωρικής θέσης, π.χ μια βάση δεδομένων στην Access, η οποία μας δίνει πληροφορίες για τον πληθυσμό, την έκταση κτλ ενός νομού (επιφανειακό χωρικό δεδομένο).

Τα χωρικά δεδομένα, μπορούν να εισαχθούν στο ArcMap, είτε είναι σε διανυσματική μορφή (vector), είτε σε ψηφιδωτή μορφή (raster). Κατά βάση θα ασχοληθούμε με δεδομένα διανυσματικής μορφής (στην εικόνα 4 όλα τα δεδομένα είναι διανυσματικά). Η εισαγωγή και επεξεργασία δεδομένων ψηφιδωτής μορφής (π.χ η

εισαγωγή στο περιβάλλον του προγράμματος μια αεροφωτογραφία, μιας jpeg/tiff φωτογραφίας κτλ) δεν έγκειται στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Η όλη λογική του ArcMap, στην σύνθεση ενός θεματικού χάρτη, είναι, μεταξύ άλλων, η απόδοση των πληροφοριών, (περιγραφική βάση – μη χωρικά δεδομένα), στο χαρτογραφικό υπόβαθρο, (χωρική βάση – χωρικά δεδομένα), με σημειακά, γραμμικά και επιφανειακά σύμβολα.

Στο ArcMap, το χαρτογραφικό υπόβαθρο (χωρικά δεδομένα), αποθηκεύεται στην μορφή των καλούμενων shaperefiles με την κατάληξη αρχείου .shp. Συνήθως υπάρχουν τρία ή και περισσότερα αρχεία που συνδέονται με ένα shaperefile. Αναλυτικά έχουμε τους ακόλουθους τύπους αρχείων, αρχεία στη μορφή των οποίων αποθηκεύεται η χωρική μας πληροφορία:

- shp: Είναι το αρχείο στο οποίο αποθηκεύεται όλη η γεωμετρία του χάρτη.
- shx: Είναι το αρχείο στο οποίο αποθηκεύεται το ευρετήριο των γεωμετρικών χαρακτηριστικών.
- dbf: Είναι το αρχείο του πίνακα δεδομένων σε format dbase στο οποίο αποθηκεύεται
- όλη η πληροφορία των χαρακτηριστικών του χάρτη.
- sbn: Είναι τα αρχεία στα οποία αποθηκεύεται όλη πληροφορία. για τις γεωμετρικές και χωρικές σχέσεις μεταξύ των αρχείων .shp.
- prj: Είναι το αρχείο στο οποίο αποθηκεύεται όλη πληροφορία όσο αφορά το προβολικό σύστημα του χαρτογραφικού υποβάθρου.
- mxd: Είναι το project file του ArcMap, το αρχείο που στο οποίο αποθηκεύεται όλη η πληροφορία για την τοποθεσία όλων των αρχείων.

Καταρχάς, για τη σύνθεση του χάρτη χρησιμοποιήθηκαν «δημόσια ανοικτά δεδομένα» από την επίσημη ιστοσελίδα του ελληνικού κράτους (<http://geodata.gov.gr/geodata/>). Συγκεκριμένα, από την ιστοσελίδα αποκτήθηκαν δεδομένα που αφορούν την ακτογραμμή, τους νομούς ΟΚΧΕ (Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας), τα σύνορα και τις προστατευόμενες περιοχές.

Κατόπιν, στα πλαίσια αυτής της εργασίας, έγινε αναζήτηση βαθυμετρικών δεδομένων της περιοχής ενδιαφέροντος σε διεθνείς και ελληνικές ιστοσελίδες (EMODnet &

GEBCO). Όμως, βρέθηκαν μόνο δεδομένα σε κλίμακα 1:250000 που δεν ήταν ικανοποιητική για την εξαγωγή συμπερασμάτων από τους παραγόμενους χάρτες. Κατόπιν, αναζητήθηκαν βαθυμετρικά δεδομένα στην Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού, και δεδομένης της επιθυμίας των ιθυνόντων να συνεισφέρουν κατά το δυνατόν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας, μας παραδόθηκαν δεδομένα κλίμακας 1:90000.

Από την Υδρογραφική Υπηρεσία, μας διατέθηκαν 2 shp files:

- ✓ Σημειακών δεδομένων βαθυμετρίας (σημειακά βάθη)
- ✓ Γραμμικών δεδομένων βαθυμετρίας (ισοβαθείς καμπύλες)

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εξαγωγή των ακόλουθων χαρτών περιγράφεται στο Παράρτημα II.

6.2.3.2. Βάθη θάλασσας στην περιοχή ενδιαφέροντος

Στον χάρτη της εικόνας 6.9 απεικονίζονται τα σημειακά βαθυμετρικά δεδομένα κλίμακας 1:90000 που αποκτήθηκαν από την Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού. Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι η διασπορά τους δεν είναι ομοιογενής σε όλη την έκταση της περιοχής ενδιαφέροντος, αλλά τα δεδομένα, είναι περισσότερα στις παράκτιες περιοχές. Αυτό σημαίνει ότι τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν από τους ακόλουθους χάρτες είναι πιο ασφαλή για περιοχές σε μία ακτίνα περίπου 50 km από τις ακτές. Κατόπιν τα δεδομένα είναι σαφώς λιγότερα και δεν μπορούν να εξασφαλίσουν ρεαλιστικά συμπεράσματα τόσο για τη βαθυμετρία όσο και για την μορφολογία.

Στον χάρτη 6.10 γίνεται διακριτοποίηση των περιοχών με βάση τους ορισμούς για τις βαθιές θαλάσσιες γεωτρήσεις που δόθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο.

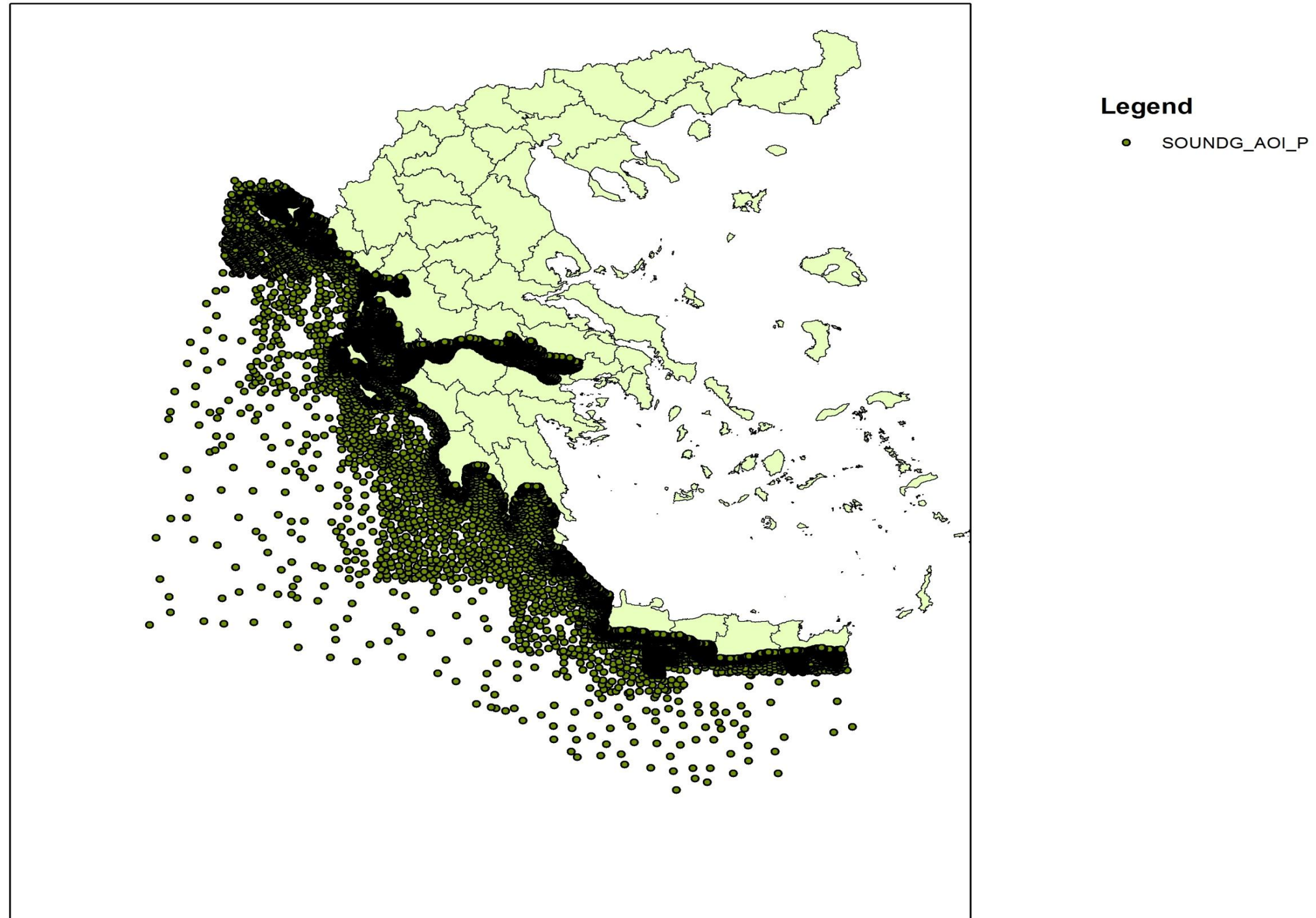
Διακρίνονται δηλαδή σε:

- < 300 m (κόκκινο χρώμα) οι περιοχές με μικρά σχετικά βάθη νερού
- 300 - 1500 m (κίτρινο χρώμα) οι περιοχές με μεγάλα βάθη
- 1500 – 3000 m (γαλάζιο χρώμα), οι περιοχές με πολύ μεγάλα βάθη
- > 3000 m (σκούρο μπλε χρώμα), οι περιοχές με βάθη στα οποία η υφιστάμενη τεχνολογία βαθιών θαλάσσιων γεωτρήσεων δεν μπορεί να εφαρμοστεί.

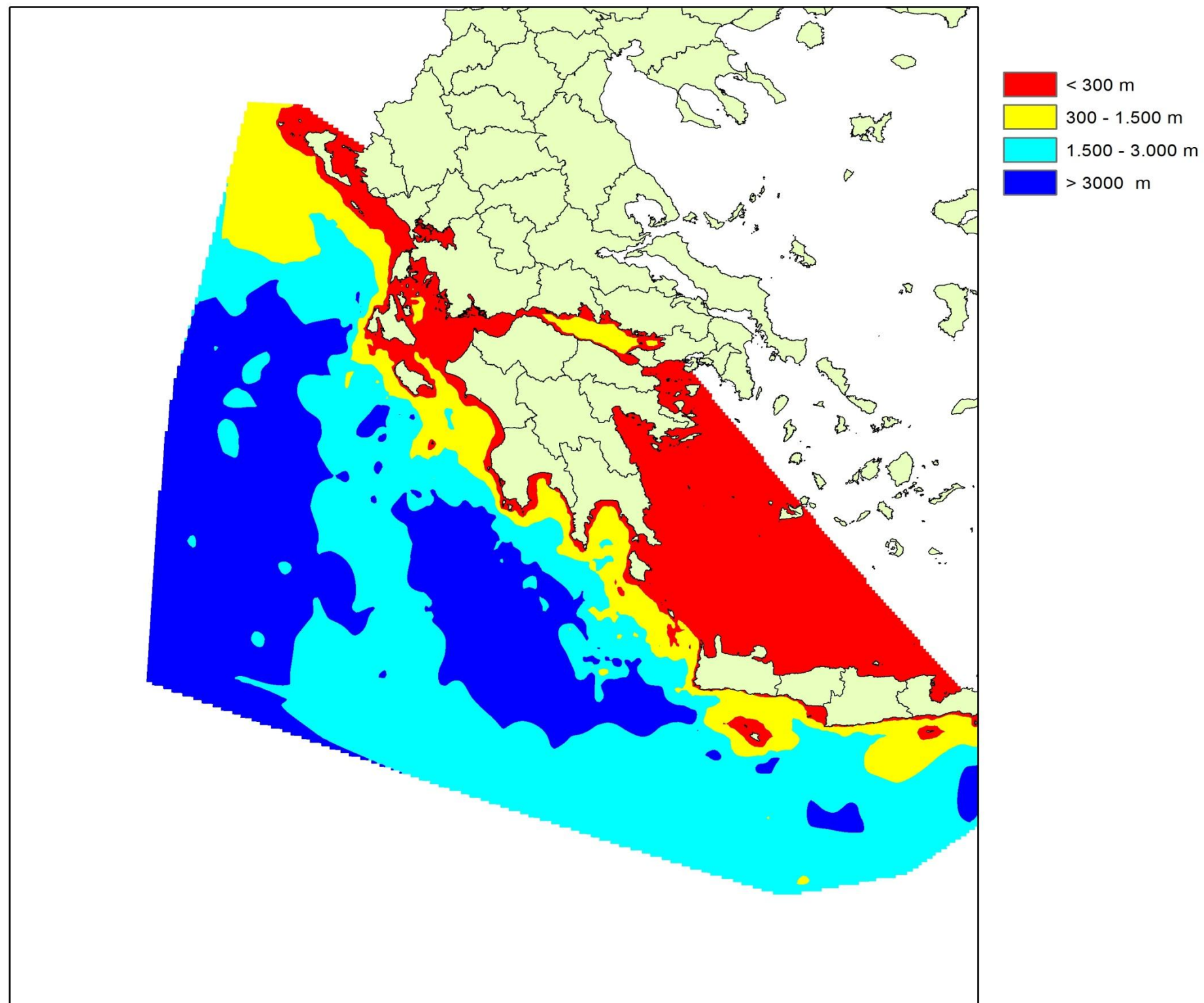
Χαρακτηριστικό είναι ότι συναντάμε πολύ μεγάλα βάθη στο νοτιοδυτικό κομμάτι της περιοχής μελέτης καθώς και στα νότια της Πύλου, βάθη απροσπέλαστα με τις υφιστάμενες τεχνολογίες. Σχετικά ήπια βαθυμετρία συναντάμε στα βορειοδυτικά της Κέρκυρας και στην ευρύτερη περιοχή του Πατραϊκού Κόλπου. Το μεγαλύτερο κομμάτι της περιοχής μελέτης έχει βάθος από 1500m έως 3000m βάθη τεράστια αν αναλογιστεί κανείς το κόστος τόσο βαθιών γεωτρήσεων.

Το νότιο τμήμα του Ιονίου Πελάγους καλύπτει ένα μέρος από τη μεγάλη Λεκάνη της Κεντρικής Μεσογείου Θαλάσσης, όπου η Μεσόγειος έχει τα μεγαλύτερα βάθη της. Η λεκάνη αυτή βρίσκεται ανάμεσα στην Κεφαλονιά, τη Σικελία, την Κυρηναϊκή στην Βόρεια Αφρική και την Κρήτη. Τα βάθη του Ιονίου, στο βορειοανατολικό τμήμα της Λεκάνης της Κεντρικής Μεσογείου, είναι μεγάλα, επειδή στον βυθό του υπάρχει ένα μεγάλο σε μήκος ρήγμα, που σηματοδοτεί τα όρια της έκτασης, όπου βυθίζεται η αφρικανική πλάκα κάτω από την ευρασιατική πλάκα.

Τα μεγαλύτερα βάθη έχουν μετρηθεί νοτιοδυτικά από το ακρωτήριο Ταίναρο στο Φρέαρ των Οινουσών, δηλαδή των μικρών νησιών Σχίζα και Σαπιέντζα κοντά στη νότια ακτή της δυτικής χερσονήσου της Μεσσηνίας. Παλιότερα το μεγαλύτερο βάθος της Μεσογείου θεωρείτο ότι βρισκόταν 62 ναυτικά μίλια νοτιοδυτικά από το Ταίναρο, όπου το βάθος είναι 4.846 m. Κατόπιν, βορειότερα, σε απόσταση περίπου 30 μίλια από τις Οινούσες, μετρήθηκε βάθος σε 4.901 m. Νεότερες μετρήσεις βρήκαν βάθος 5.090 m σε απόσταση 75 μίλια από το Ταίναρο. Και ακόμη νεότερες, νότια από το ακρωτήριο, βάθος 5.272 m. Βόρεια από αυτή τη λεκάνη διαμορφώνονται δύο άλλες λεκάνες, η μία νοτιοδυτικά από τη Ζάκυνθο και η άλλη νοτιοδυτικά από την Κεφαλονιά. Σ' αυτές υπάρχουν βάθη που ξεπερνούν τις 4.000 m.



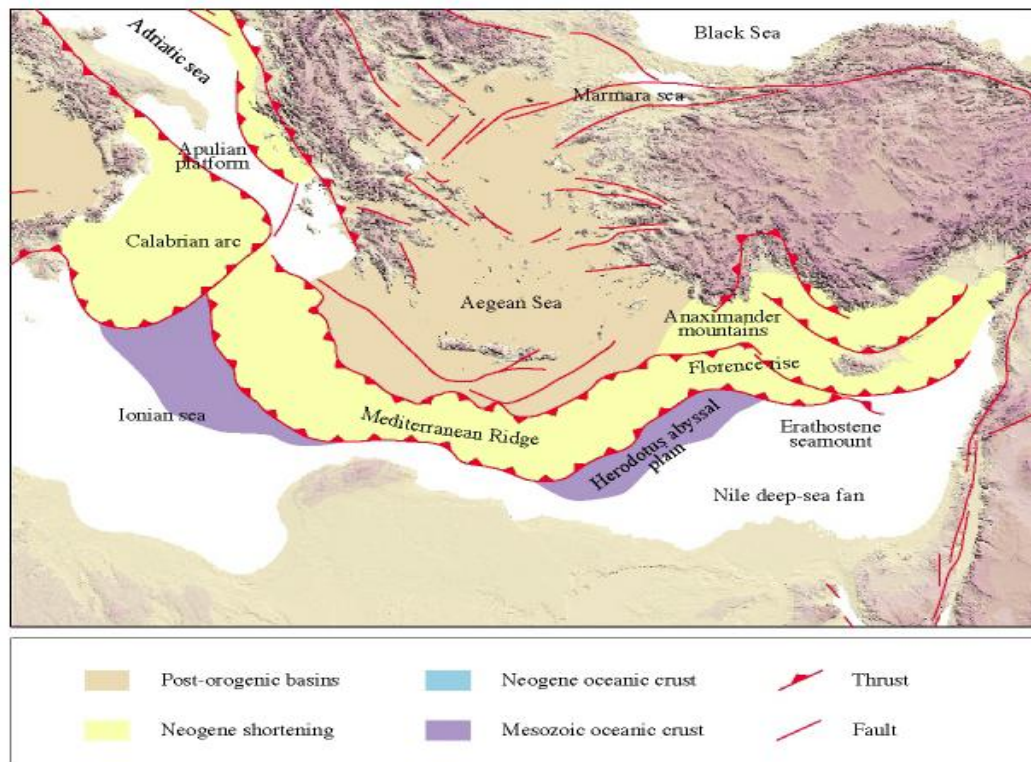
Εικόνα 6.9: Χάρτης απεικόνισης της διασποράς των σημειακών δεδομένων από την Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού.



Εικόνα 6.10: Διακριτοποίηση των βαθών ανάλογα με την κατηγοριοποίηση των θαλάσσιων γεωτρήσεων που κατασκευάστηκε στο ArcGIS με βάση τα στοιχεία από την Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού

6.2.3.3. Τοπογραφία πυθμένα στην περιοχή ενδιαφέροντος

Η μορφολογία του θαλάσσιου πυθμένα της Ανατολικής Μεσογείου είναι περίπλοκη γεγονός που προκύπτει από τα γεωδυναμικά καθεστώτα που δρουν κυρίως λόγω της σύγκλισης της Ευρασιατικής πλάκας με την Αφρικανική (Benkheilil et al., 2000). Το κύριο χαρακτηριστικό του θαλάσσιου πυθμένα της Ανατολικής Μεσογείου είναι μια μεγάλη τοξοειδής ράχη, η Μεσογειακή ράχη, που εκτείνεται 1500 km ανάμεσα στη Νοτιοδυτική Πελοπόννησο και στη Νότια Τουρκία (French Research Institute for Exploitation of the Sea [IFREMER], 2008). Άλλα εξέχοντα τοπογραφικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβάνουν το Δέλτα του Νείλου, τα υποθαλάσσια όρη του Ερατοσθένη και του Αναξίμανδρου και τη λεκάνη του Ηροδότου. Στην Εικόνα 6.11, παρουσιάζεται ένα τεκτονικό σκαρίφημα της Ανατολικής Μεσογείου.



*Tectonic sketch of the Eastern Mediterranean
(adapted from Barrier, E., Chamot-Rooke, N. and Giordano, G., 2004,
Geodynamic Map of the Mediterranean, Commission for The Geological Map of the World, CCGM)*

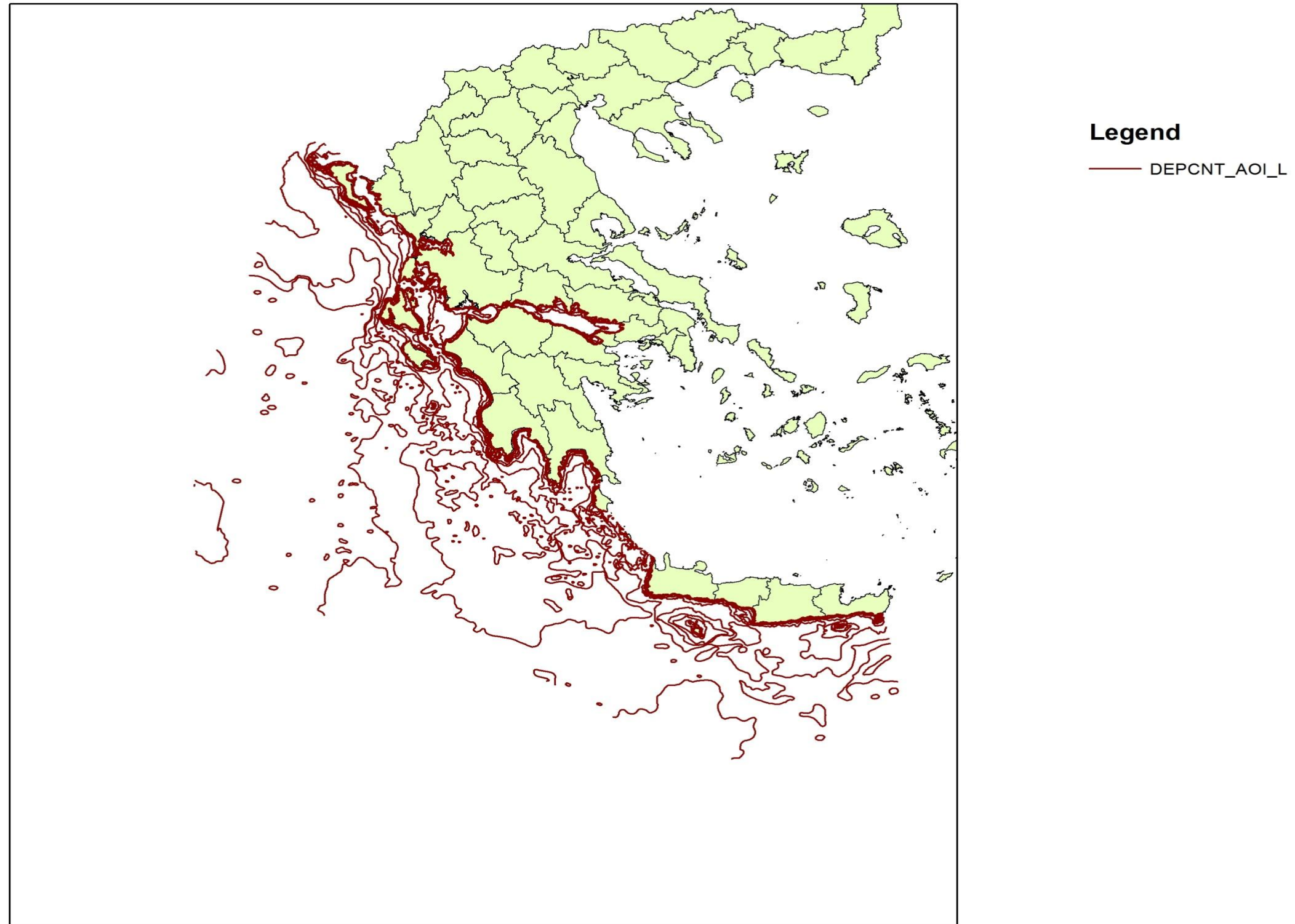
Εικόνα 6.11: Τεκτονικό Σκαρίφημα της Ανατολικής Μεσογείου (Πηγή: Barrier E., et al, 2004)

Στους χάρτες των Εικόνων 6.12 και 6.14, απεικονίζεται η τοπογραφία του θαλάσσιου πυθμένα στην περιοχή του Ιονίου και της Νότιας Κρήτης, στην πρώτη περίπτωση με τη χρήση ισοβαθών γραμμών, και στη δεύτερη με χρωματική διαφοροποίηση (όσο πιο σκούρο, τόσο πιο απότομη κλίση). Χαρακτηριστικό είναι ότι σε πολύ μικρές αποστάσεις έχουμε τεράστιες αποκλίσεις βαθών, γεγονός που σημαίνει ότι ο πυθμένας είναι πολύ ανώμαλος με βουνά και χαράδρες

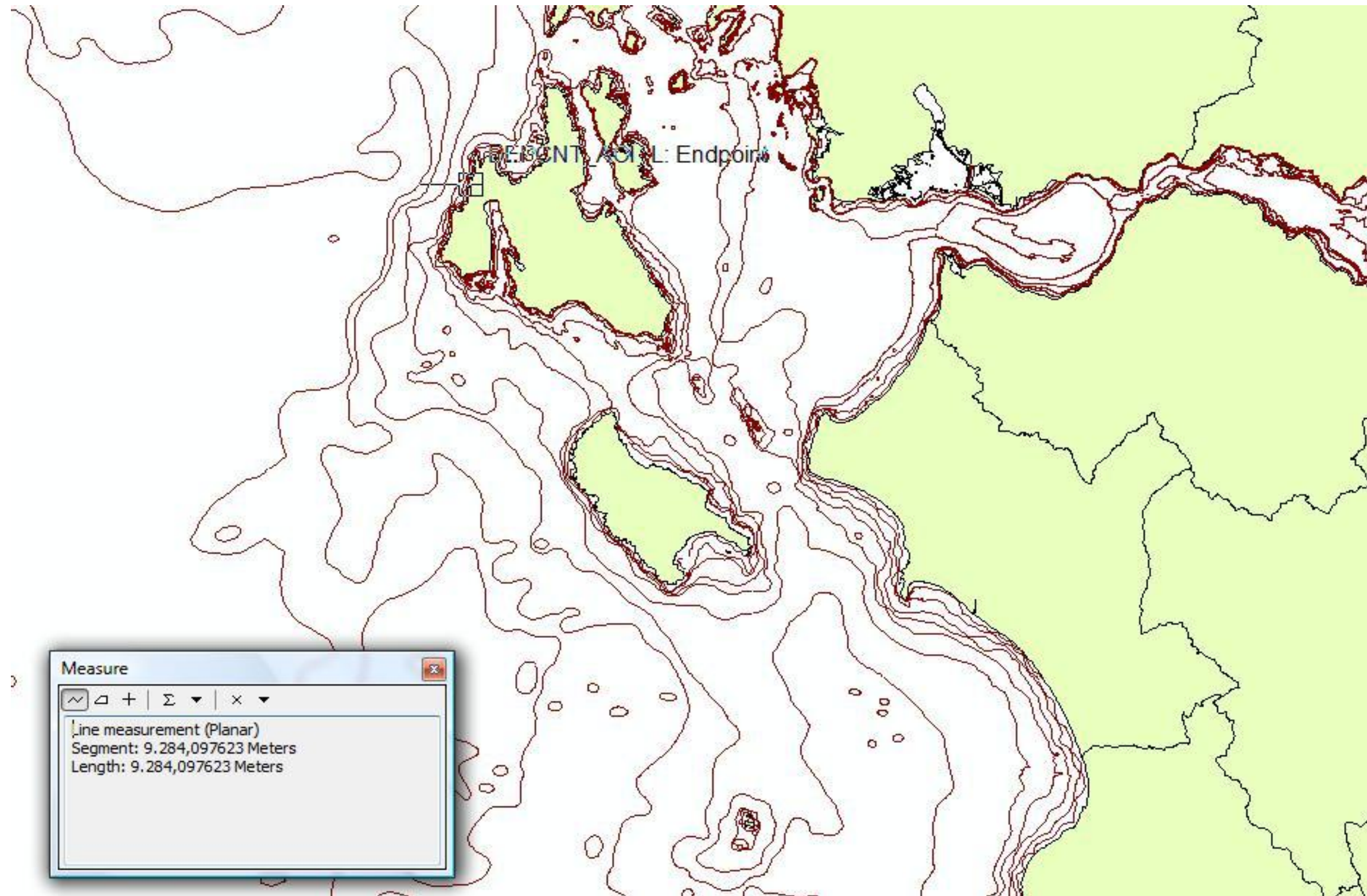
Ωστόσο, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία αυτού του χάρτη είναι σημειακά τα οποία όμως δεν έχουν την ίδια πυκνότητα σε όλη την έκτασή της περιοχής ενδιαφέροντος. Είναι πυκνότερα πιο κοντά στις ακτές και αραιώνουν όσο απομακρυνόμαστε. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούμε με ασφάλεια να μιλήσουμε για κλίσεις του πυθμένα γενικότερα σε όλη αυτή την περιοχή.

Στις περιοχές, όμως, Δυτικά των Ιονίων Νήσων και Νότια της Κρήτης και σε μικρή απόσταση από τις ακτές όπου έχουμε πολλά σημειακά δεδομένα, είναι προφανές ότι έχουμε πολύ απότομες κλίσεις, γεγονός που ενδεχομένως να θέσει περιορισμούς στη χρήση ορισμένων τύπων εξεδρών ή υποθαλάσσιου εξοπλισμού. Συγκεκριμένα, στα Δυτικά της Κεφαλονιάς και της Ζακύνθου, στα Νοτιοδυτικά της Πύλου και στα ΝΔ της Κρήτης εντοπίζονται περιοχές με πολύ έντονο ανάγλυφο.

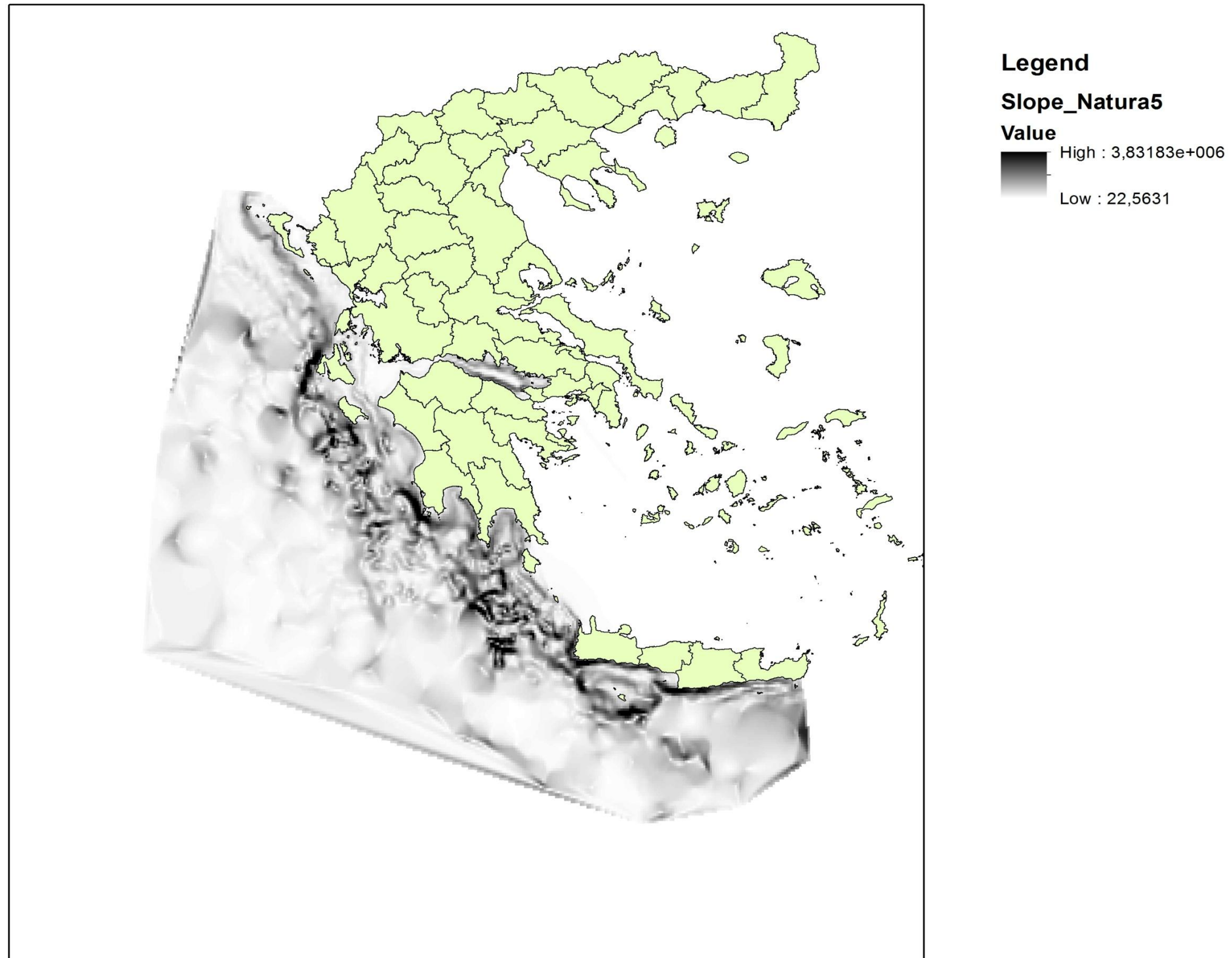
Έγινε μία προσπάθεια μέτρησης των κλίσεων σε 3 χαρακτηριστικές περιοχές. Νοτιοδυτικά της Πύλου, σε απόσταση 10 km από την ακτή, το βάθος θάλασσας έχει εκτοξευθεί από τα 0 m στα 2000 m. Κατόπιν, στα δυτικά της Κεφαλονιάς σε απόσταση περίπου 9,2 km από την ακτή, το βάθος θάλασσας είναι 3000 m (Εικόνα 6.13). Τέλος, στα δυτικά της Κέρκυρας σε απόσταση 13,6 km από την ακτή, συναντώνται βάρη της τάξεως των 1000 m. Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι οι κλίσεις σε αυτές τις περιοχές είναι εξαιρετικά μεγάλες.



Εικόνα 6.12: Χάρτης απεικόνισης των ισοβαθών στη θαλάσσια περιοχή του Ιονίου και Νότια της Κρήτης, κατασκευασμένος στο ArcGIS



Εικόνα 6.13: Χάρτης απεικόνισης των ισοβαθών στην περιοχή του Κεντρικού Ιονίου όπου έγινε η μέτρηση της κλίσης του πυθμένα δυτικά της Κεφαλονιάς.



Εικόνα 6.14: Χάρτης απεικόνισης της τοπογραφίας του πυθμένα στη θαλάσσια περιοχή του Ιονίου και Νότια της Κρήτης, κατασκευασμένος στο ArcGIS

6.3. Περιβαλλοντικές παράμετροι της περιοχής ενδιαφέροντος

6.3.1. Φυσικό περιβάλλον

6.3.1.1. Το βιολογικό περιβάλλον στη Μεσόγειο θάλασσα

Οι οικολογικές συνθήκες στη Μεσόγειο καθορίζουν τέσσερις τύπους ιδιαιτεροτήτων που επηρεάζουν τη βιοποικιλότητα (Bellan-Santini & Poisat 1994):

- Τοπογραφικές: Η Μεσόγειος είναι μια βαθιά θάλασσα (μέσο βάθος 1500 μέτρα), ημίκλειστη, με στενή ηπειρωτική κρηπίδα.
- Υδρολογικές: Πολύ μικρή παλίρροια, αρνητικό υδρολογικό ισοζύγιο, κυκλωνική γενικά κίνηση των επιφανειακών θαλασσίων μαζών, υψηλή αλατότητα και οξυγόνωση.
- Ιστορικές: Οι πληθυσμοί των οργανισμών είναι γεωλογικά πρόσφατοι, στην πλειονότητά τους Ατλαντικής προέλευσης αλλά με έναν επιπρόσθετο έντονο ενδημισμό. Επηρεάζονται από τον άνθρωπο για χιλιετίες.
- Οικολογικές: Κύριο χαρακτηριστικό η χαμηλή παραγωγικότητα.

Τα γενικά αυτά χαρακτηριστικά της Μεσογείου όχι μόνο ισχύουν, αλλά και σε πολλές περιπτώσεις είναι περισσότερο έντονα στην Ελλάδα.

Οι ελληνικές θάλασσες καταλαμβάνουν περίπου 264.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα και αποτελούν το 64% της ελληνικής επικράτειας. Το συνολικό μήκος των ακτών, που υπολογίζεται σε πάνω από 15.000 χιλιόμετρα, είναι το μεγαλύτερο όλων των κρατών της Μεσογείου. Η ηπειρωτική κρηπίδα καλύπτει 75.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα (<http://old.biol.uoa.gr/zoolmuseum/marinegr.htm>).

Το Αιγαίο με όγκο $7,4 \times 10^4$ κυβικά χιλιόμετρα είναι η τρίτη σε μέγεθος θάλασσα της Α. Μεσογείου, μετά το Ιόνιο και τη Λεβαντίνη. Χαρακτηρίζεται από έντονα πολύπλοκη ακτογραμμή, την ύπαρξη περισσότερων από 2000 νησιών και πολλών κόλπων. Το έντονο υποθαλάσσιο ανάγλυφο περιλαμβάνει εκτεταμένη ηπειρωτική κρηπίδα στο Θερμαϊκό, τη Σαμοθράκη, τη Λήμνο και τις Κυκλάδες, αλλά και βαθιές λεκάνες όπως την τάφρο του Β.

Αιγαίου (μέγιστο βάθος 1600 μέτρα), τη λεκάνη της Χίου (μέγιστο βάθος 1160 μέτρα) και το Κρητικό Πέλαγος με δύο βαθιά σημεία προς τα Ανατολικά (2.561 και 2.295 μέτρα). Το Ελληνικό τμήμα του Ιονίου περιλαμβάνει την Ελληνική Τάφρο, με βαθύτερο σημείο έξω από τις ακτές της ΝΔ Πελοποννήσου (5.121 m), που είναι και το βαθύτερο σημείο της Μεσογείου. Η Ελληνική Τάφρος συνεχίζεται κατά μήκος του Κρητικού Τόξου με βάθη συνήθως μεγαλύτερα από 4.000 m. Μεγάλα βάθη υπάρχουν επίσης στη Λεκάνη της Ρόδου (μέγιστο 4.433 m).

Στην πολυπλοκότητα του υποθαλάσσιου αναγλύφου έρχεται να προστεθεί εκείνη των θαλασσιών μαζών, που ανάλογα με την προέλευσή τους έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, και είναι στο Αιγαίο (Stergiou et al. in press):

- Το μικρής αλατότητας επιφανειακό νερό της Μαύρης θάλασσας (μέγιστη εισροή 700 κυβικά χιλιόμετρα ανά έτος) που επηρεάζει κυρίως το Β. Αιγαίο, μπορεί όμως να ανιχνευτεί κάτω από ορισμένες συνθήκες μέχρι και τα Στενά των Κυθήρων.
- Το ενδιάμεσο, υψηλής αλατότητας νερό της Λεβαντίνης που εισέρχεται από τα Ανατολικά στενά του Κρητικού Τόξου και μπορεί να ανέλθει μέχρι τη Λήμνο.
- Το μετασχηματισμένο νερό του Ατλαντικού εισέρχεται υποεπιφανειακά στο Αιγαίο από τα δυτικά στενά του Κρητικού Τόξου και τέλος
- Το βαθύ νερό της Α. Μεσογείου (σε βάθη μεγαλύτερα από 500 m).

Η εικόνα του φυσικού θαλάσσιου περιβάλλοντος συμπληρώνεται από μια σύνθετη οριζόντια κυκλοφορία αλλά και εκτεταμένες αναβλύσεις βαθύτερων νερών προς την επιφάνεια, όπως συμβαίνει το καλοκαίρι στο Α. Αιγαίο λόγω των ετησίων ανέμων. Τέλος, καταβυθίσεις επιφανειακών μαζών προσφέρουν οξυγόνο στα ενδιάμεσα και βαθύτερα νερά.

Τα θρεπτικά άλατα του Αιγαίου είναι δώδεκα φορές λιγότερα από του Ατλαντικού και 3 φορές λιγότερα από του Ιονίου και της Λεβαντίνης. Τα ελληνικά πελάγη γενικά χαρακτηρίζονται ως ολιγοτροφικά. Εμπλουτισμός σε θρεπτικά παρατηρείται στους κόλπους, κυρίως στο Μαλιακό-Β. Ευβοϊκό, Ελευσίνας-Δ. Σαρωνικό, και λιγότερο στο Θερμαϊκό και τον κόλπο της Αλεξανδρούπολης. Οι υπόλοιποι κόλποι εμφανίζουν μια μικρή μόνο αύξηση σε

σχέση με τις τιμές του ανοικτού πελάγους. Ανοξικές συνθήκες έχουν παρατηρηθεί κοντά στο βυθό το καλοκαίρι στον κόλπο της Ελευσίνας και το Θερμαϊκό (Stergiou et al. in press).

Υπάρχουν περιοχές με πρωτογενές περιβαλλοντικό ενδιαφέρον στον ελλαδικό χώρο οι οποίες υπόκεινται σε περιορισμούς τόσο κατά την έρευνα όσο και στην εκμετάλλευση.

6.3.1.2. Θαλάσσια Θηλαστικά

Όσο αφορά στα θαλάσσια θηλαστικά, με βάση τη νομοθεσία, όλα τα είδη της Ελλάδας περιλαμβάνονται στο Παράρτημα IV της Κοινοτικής Οδηγίας 92/43/EEC, ενώ η μεσογειακή φώκια *Monachus monachus*, η φώκια *Phocoena phocoena* και το ρινοδέλφιο *Tursiops truncatus*, περιλαμβάνονται στο Παράρτημα II της ίδιας οδηγίας, οπότε και χαρακτηρίζονται ως «Είδη Κοινοτικής Σημασίας». Επίσης γίνεται αναφορά τους στο Παράρτημα III της Κοινοτικής Οδηγίας για τη Θαλάσσια Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2008/56/ΕΚ, ως «απαραίτητα χαρακτηριστικά της κατάστασης του θαλάσσιου περιβάλλοντος».

Η Μεσογειακή φώκια θεωρείται διεθνώς απειλούμενο είδος και συμπεριλαμβάνεται στο κατάλογο των απειλούμενων ειδών της Διεθνούς Ένωσης για την Προστασία της Φύσης (IUCN) ως το πιο απειλούμενο θαλάσσιο θηλαστικό της Ευρώπης. Η Μεσογειακή φώκια είναι είδος με κοινοτικό ενδιαφέρον για την Ευρωπαϊκή Ένωση και αναφέρεται ως είδος προτεραιότητας στο Παράρτημα II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1992 για τη Διατήρηση των Φυσικών Οικοτόπων και της Άγριας Πανίδας και Χλωρίδας (Οδηγία περί Βιοτόπων). Στην Ελλάδα, η Μεσογειακή φώκια συμπεριλαμβάνεται ως απειλούμενο είδος στο “Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Σπονδυλοζώων της Ελλάδας” (Ελληνική Ζωολογική Εταιρία, 1992) και προστατεύεται από το Προεδρικό Διάταγμα 67/1981. Οι κυριότερες απειλές για το είδος είναι ο κατακερματισμός και η αλλοίωση των βιοτόπων, η αυξημένη θνησιμότητα λόγω ηθελημένης θανάτωσης και η αυξημένη θνησιμότητα από την παγίδευση σε δίχτυα.

Κητώδη

Οι ελληνικές θάλασσες χαρακτηρίζονται από έντονη γεωμορφολογία που δημιουργεί μια ποικιλία θαλασσίων οικοσυστημάτων και ενδεχομένων οικοτόπων για διαφορετικά είδη κητωδών. Για την ακρίβεια, στην Ελλάδα έχουν παρατηρηθεί και

αναγνωριστεί 11 είδη κητωδών (Fratzis et al. 2003) που αντιπροσωπεύουν το 13% περίπου των 85 ειδών που υπάρχουν παγκοσμίως. Εκτός από αυτά, 3-4 ακόμα είδη πιστεύεται ότι διέρχονται από τις ελληνικές θάλασσες ως σπάνιοι ή τυχαίοι επισκέπτες.

Τα πιο συνηθισμένα είδη δελφινιών στη χώρα μας τα οποία βρίσκονται μόνιμα στα ελληνικά νερά είναι 8 (όπως παρουσιάζονται και στον Πίνακα 4.19): τα Ρινοδέλφια (*Tursiops truncatus*) που τα εντοπίζουμε σε παράκτιες περιοχές, τα Ζωνοδέλφια (*Stenella coeruleoalba*) που βρίσκονται σε βαθύτερα πελαγικά ύδατα, τα κοινά δελφίνια (*Delphinus delphis*) των οποίων ο πληθυσμός έχει μειωθεί σημαντικά, τα Σταχτοδέλφια (*Grampus griseus*) που εμφανίζονται σε πολύ μικρότερες ομάδες, οι Ζιφιοί (*Ziphius cavirostris*) των οποίων η παρατηρήσεις είναι σπάνιες καθώς αποφεύγουν τα πλεούμενα και κάνουν καταδύσεις σε 500 μέτρα βάθος για περίπου μισή ώρα, οι Φώκαινες (*Phocoena phocoena*) που βρίσκονται σχεδόν αποκλειστικά στο Θρακικό Πέλαγος, οι Πτεροφάλαινες (*Balaenoptera physalus*) που είναι το δεύτερο μεγαλύτερο ζώο στον κόσμο με μήκος που φτάνει τα 25 μέτρα, και οι Φυσητήρες (*Physeter macrocephalus*) ο οποίος παρουσιάζουν χαρακτηριστική προτίμηση για τις περιοχές πάνω από τις ηπειρωτικές υφαλοκρηπίδες, εκεί όπου το βάθος αυξάνεται απότομα. Τα υπόλοιπα είδη, η Μεγάπτερη φάλαινα (*Megaptera novaeangliae*), η Ψευδόρκα (*Pseudorca crassidens*) και η Ρυγχοφάλαινα (*Balaenoptera acutorostrata*), καταγράφονται σπανίως στα ελληνικά νερά.

Η θαλάσσια περιοχή δυτικά της Ελλάδας, είναι καταγεγραμμένο ότι φιλοξενεί ένα από τους σημαντικότερους πληθυσμούς φυσητήρων σε ολόκληρη την Μεσόγειο θάλασσα. Παρουσιάζουν χαρακτηριστική προτίμηση για τις περιοχές πάνω από τις ηπειρωτικές υφαλοκρηπίδες, εκεί όπου το βάθος αυξάνεται απότομα και ο βυθός έχει έντονο ανάγλυφο με υποβρύχιους βυθούς, φαράγγια και χαράδρες. Και στο Ιόνιο, οι έρευνες έχουν φανερώσει την παρουσία μοναχικών αρσενικών και μικρών ομάδων θηλυκών με ανήλικους φυσητήρες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Η Ελληνική τάφρος αποτελεί μια από τις λίγες γνωστές περιοχές στο κόσμο όπου απαντώνται, τόσο κοινωνικές ομάδες, όσο και μοναχικά αρσενικά άτομα φυσητήρων στη διάρκεια ολόκληρου του έτους. Παράλληλα, αυτή η περιοχή είναι τόσο περιοχή διατροφής, πεδίο ανάπτυξης όσο και αναπαραγωγικής δραστηριότητας. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει ακριβής εκτίμηση του μεγέθους του πληθυσμού για αυτό το χώρο.

Οι παρατηρήσεις επίσης των Ζιφιών στο Ιόνιο είναι πολύ συχνές σε σχέση και με άλλες θάλασσες της Μεσογείου ή και των ωκεανών. Προτιμούν βαθιές θαλάσσιες λεκάνες, ρήγματα και απότομους βυθούς ενώ απουσιάζουν από ρηχούς και κλειστούς κόλπους, όπως και από το εσωτερικό Ιόνιο. Στο Ιόνιο εντοπίζονται σε βάθη που κυμαίνονται από 500-1500 μέτρα και σε αποστάσεις 3-23 χλμ από τις ακτές.

Φώκιες

Η Μεσογειακή φώκια θεωρείται διεθνώς απειλούμενο είδος και συμπεριλαμβάνεται στο κατάλογο των απειλούμενων ειδών της Διεθνούς Ένωσης για την Προστασία της Φύσης (IUCN) ως το πιο απειλούμενο θαλάσσιο θηλαστικό της Ευρώπης. Η Μεσογειακή φώκια είναι είδος με κοινοτικό ενδιαφέρον για την Ευρωπαϊκή Ένωση και αναφέρεται ως είδος προτεραιότητας στο Παράρτημα II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1992 για τη Διατήρηση των Φυσικών Οικοτόπων και της Άγριας Πανίδας και Χλωρίδας (Οδηγία περί Βιοτόπων). Στην Ελλάδα, η Μεσογειακή φώκια συμπεριλαμβάνεται ως απειλούμενο είδος στο “Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Σπονδυλοζώων της Ελλάδας” (Ελληνική Ζωολογική Εταιρία 1992) και προστατεύεται από το Προεδρικό Διάταγμα 67/1981.

Ο πιο σημαντικός πληθυσμός του είδους ζει και αναπαράγεται στην ανατολική Μεσόγειο όπου υπολογίζεται ότι ζουν περίπου 300-350 άτομα. Οι πιο γνωστοί πληθυσμοί στην περιοχή αυτή βρίσκονται στις Β. Σποράδες, την Κίμωλο και την Κάρπαθο στην Ελλάδα και στην Κιλικία στην Τουρκία. Συγκεκριμένα στον Ελληνικό χώρο, το είδος είναι ακόμα ευρύτατα κατανεμημένο, δείχνοντας προτίμηση σε απομονωμένες, βραχώδεις και δυσπρόσιτες νησίδες ή παράκτιες περιοχές (Adamandoroulou et al. 1999a). Οι μεγαλύτεροι μέχρι στιγμής και μελετημένοι επί σειρά ετών τοπικοί πληθυσμοί, είναι αυτοί της ευρύτερης περιοχής του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Αλοννήσου, Βορείων Σποράδων (Dendrinou et al. 1994, 1999b), και του νησιωτικού συμπλέγματος Κιμώλου – Πολυαίγου στις Νοτιοδυτικές Κυκλάδες (ΜΟμ 2005), ενώ άλλοι σημαντικοί αναπαραγόμενοι πληθυσμοί έχουν καταγραφεί στην περιοχή των Δωδεκανήσων (περιοχή Βόρειας Καρπάθου και Σαρίας) (ΜΟμ 2005), καθώς και στα νησιά του Ιονίου (Ζάκυνθος –Κεφαλονιά) (Ραπού et al, 1993).

Ο πληθυσμός της Μεσογειακής φώκιας στη Ζάκυνθο είναι ο μεγαλύτερος γνωστός στο Ιόνιο και συγκρίσιμος σε μέγεθος με αυτόν των Σποράδων, στο Αιγαίο. Ο πληθυσμός της φώκιας στα νερά της Ζακύνθου, φαίνεται ότι κατανέμεται γύρω από ολόκληρη την περιφέρεια του νησιού, καλύπτοντας ακόμα και περιοχές στις οποίες δεν υπάρχουν κατάλληλα καταφύγια.

6.3.1.3. Θαλάσσιες χελώνες

Η Θαλάσσια χελώνα Καρέττα (*Caretta caretta*) παγκοσμίως αναφέρεται ως είδος υπό εξαφάνιση, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία της IUCN. Επίσης, είναι το μοναδικό είδος που ωτοκεύ στις ελληνικές παραλίες. Παράλληλα η Ελλάδα αποτελεί την χώρα με τις περισσότερες φωλιές αυτού του είδους σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Τα άλλα δυο είδη θαλασσιών χελωνών της Μεσογείου είναι η Πράσινη χελώνα (*Chelonia mydas*) και η ερματοχελώνα (*Dermochelys coriacea*) που θεωρούνται επισκέπτες των Ελληνικών θαλασσών. Οι σημαντικότερες παραλίες ωτοκίας στην Ελλάδα για την Καρέττα είναι στη Ζάκυνθο (Κόλπος του Λαγανά) (Margaritoulis 1982), Πελοπόννησο (Κόλπος Κυπαρισσίας και Κόλπος Λακωνικού, περιοχή Κορώνης) (Margaritoulis 1988) και την Κρήτη (Ρέθυμνο, Κόλποι Χανίων και Μεσσαράς) (Margaritoulis 1995), αλλά και σε άλλες περιοχές εντοπίζονται λιγότερες και πιο διάσπαρτες φωλιές, όπως είναι η Κεφαλονιά.

Οι Καρέττα μπορούν να εντοπιστούν σε όλες τις ελληνικές θάλασσες. Οι περιοχές στις οποίες συγκεντρώνονται μπορούν να μας οδηγήσουν σε πιθανούς βιοτόπους και μπορούν να εκτιμηθούν είτε με τη συχνότητα των εκθαλασσώσεων, τις επιστροφές από μάρκες και/ή από τυχαίες συλλήψεις από αλιείς. Συλλογή των παραπάνω στοιχείων απέδωσε αποτελέσματα συγκέντρωσης των χελωνών στις παρακάτω περιοχές: Ιόνιο πέλαγος, Ζάκυνθος και δυτική Πελοπόννησος, Αμβρακικός, Μεσσηνιακός, Αργολικός, Λακωνικός, Σαρωνικός κόλπος, Κρήτη, ΝΑ Αιγαίο και Β Αιγαίο. Στις παραπάνω περιοχές συχνάζουν χελώνες καθόλη τη διάρκεια του χρόνου και ενδεχομένως να αποτελούν και περιοχές διαχείμανσης ή διατροφικά πεδία (Margaritoulis et al. 1995; Margaritoulis & Teneketzis 2003; Panagoroulos et al. 2003, Rees & Margaritoulis 2006). Ο Κόλπος του Λαγανά είναι πολύ σημαντικός για την Καρέττα όχι μόνο γιατί αποτελεί σημαντική περιοχή ωτοκίας, αλλά επίσης είναι και περιοχή που ζευγαρώνουν, με διαφορετικούς τύπους μοναχικής και κοινωνικής συμπεριφοράς τόσο των αρσενικών όσο και των θηλυκών

χελωνών (Schofield et al. 2006). Υπάρχουν έξι παραλίες ωτοκίας στον Κόλπο του Λαγανά, συνολικού μήκους 5,5 χιλιομέτρων: το Μαραθωνήσι, ο Ανατολικός Λαγανάς, το Καλαμάκι, τα Σεκάνια, η άφνη, και ο Γέρακας. Επίσης ο Κόλπος του Αργοστολίου, στην Κεφαλονιά μπορεί να θεωρηθεί ως θερινός τόπος διατροφής των μεγάλων χελωνών Καρέττα (White, 2006).

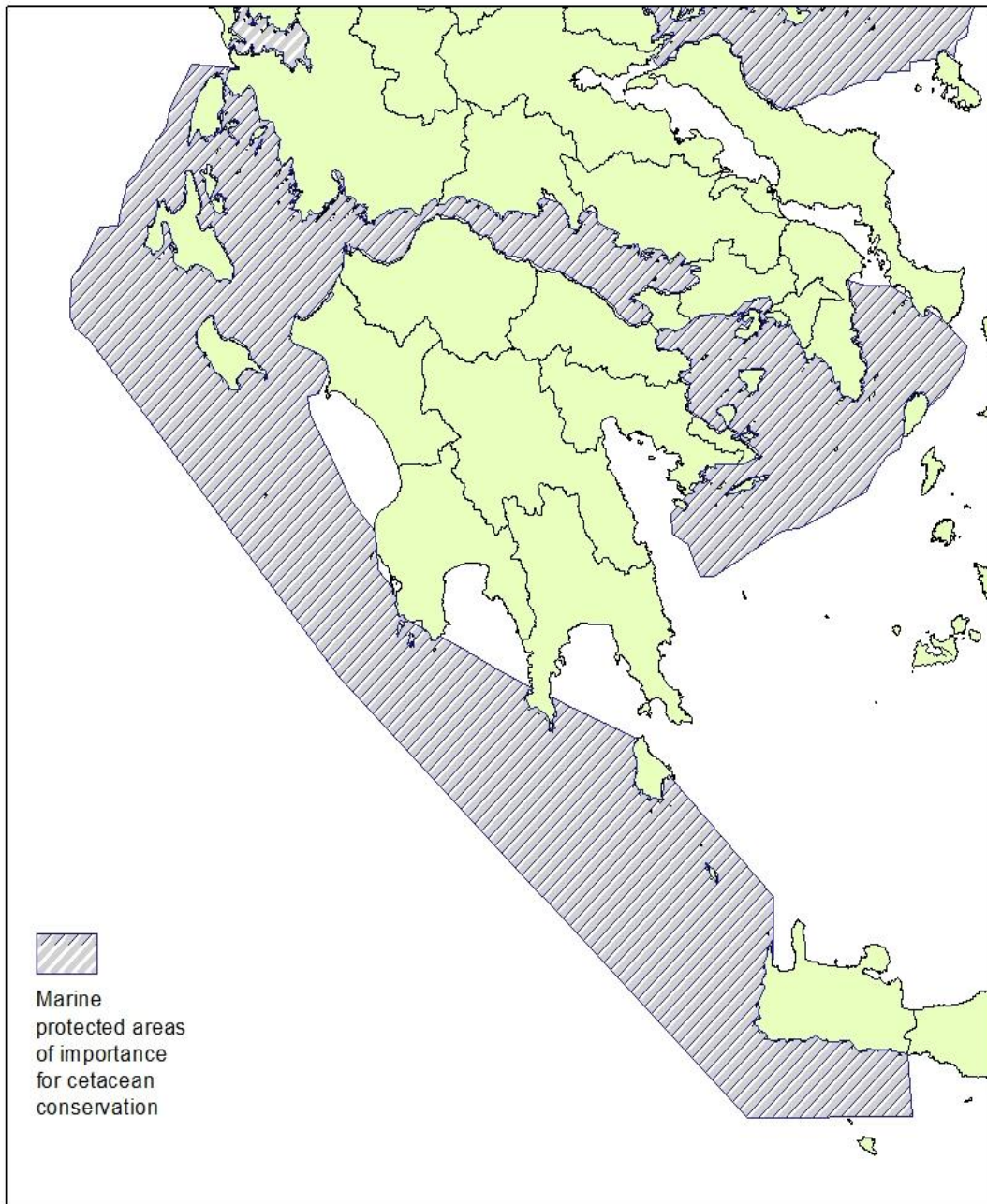
6.3.1.4. Περιοχές ειδικής προστασίας

Στις ελληνικές θάλασσες ζει μια χαρισματική - αν και ιδιαιτέρως ευάλωτη πανίδα, η οποία προστατεύεται από το νόμο αλλά, ταυτόχρονα, απειλείται άμεσα να εξαφανιστεί, αν δεν ληφθούν μέτρα για τη διαχείριση και τη διατήρησή της.

Η θαλάσσια περιοχή «Νοτιοδυτική Κρήτη - Ελληνική Τάφρος» ορίζεται ως η μόνη στη Μεσόγειο «Περιοχή Ειδικής Σημασίας» για τους φυσητήρες (*Physeter macrocephalus*), κατά τη διεθνή Συμφωνία για τη Διατήρηση των Κητωδών της Μαύρης Θάλασσας, της Μεσογείου και της Συγκείμενης Ζώνης του Ατλαντικού (ACCOBAMS), αρμοδιότητας ΥΠΕΚΑ (Εικόνα 6.15). Ο μεσογειακός πληθυσμός φυσητήρα έχει χαρακτηριστεί ως «κινδυνεύων» από τη Διεθνή Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) και προστατεύεται ως είδος «κοινοτικού ενδιαφέροντος που απαιτεί αυστηρή προστασία», σύμφωνα με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ.

Η Ελληνική Τάφρος αποτελεί επίσης πολύ σημαντικό βιότοπο για ένα ακόμη κητώδες, τον ζιφίο (*Ziphius cavirostris*). Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι όλο το Ελληνικό Ιόνιο κατά μήκος της Ελληνικής Τάφρου έχει ήδη επανειλημμένα υποστεί σοβαρή πίεση από την ηχητική ρύπανση που προκαλείται από στρατιωτικές ασκήσεις με χρήση σόναρ.

Μέχρι σήμερα, δεκάδες άτομα του είδους έχουν εκβραστεί, συνεπεία ηχοβολιστικών δραστηριοτήτων, με κίνδυνο εξάλειψης του πληθυσμού τους. Παράλληλα, στην ευρύτερη περιοχή διαβιούν και τέσσερα ακόμα είδη δελφινιών (ρινοδέλφια *Tursiops truncatus*, ζωνοδέλφια *Stenella coeruleoalba*, κοινά δελφίνια *Delphinus delphis* και σταχτοδέλφια *Grampus griseus*). Όλα τα είδη κητωδών περιλαμβάνονται στο Παράρτημα IV της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.



Εικόνα 6.15: Απεικόνιση των περιοχών που ανήκουν στις προστατευόμενες περιοχές με ιδιαίτερη σημασία για τα κητώδη.

Η εθνική νομοθεσία, συμπεριλαμβανομένων και των επικυρωμένων από το ελληνικό κράτος διεθνών συμβάσεων, διαθέτει μια σειρά από νομικά εργαλεία τα οποία προστατεύουν ξεκάθαρα τα θαλάσσια θηλαστικά. Ο νόμος για τη Βιοποικιλότητα (Ν. 3937/2011) ορίζει ως υποχρέωση του κράτους την προστασία της βιοποικιλότητας, την οποία και ενσωματώνει σε όλες τις τομεακές πολιτικές όλων των υπουργείων. Επίσης,

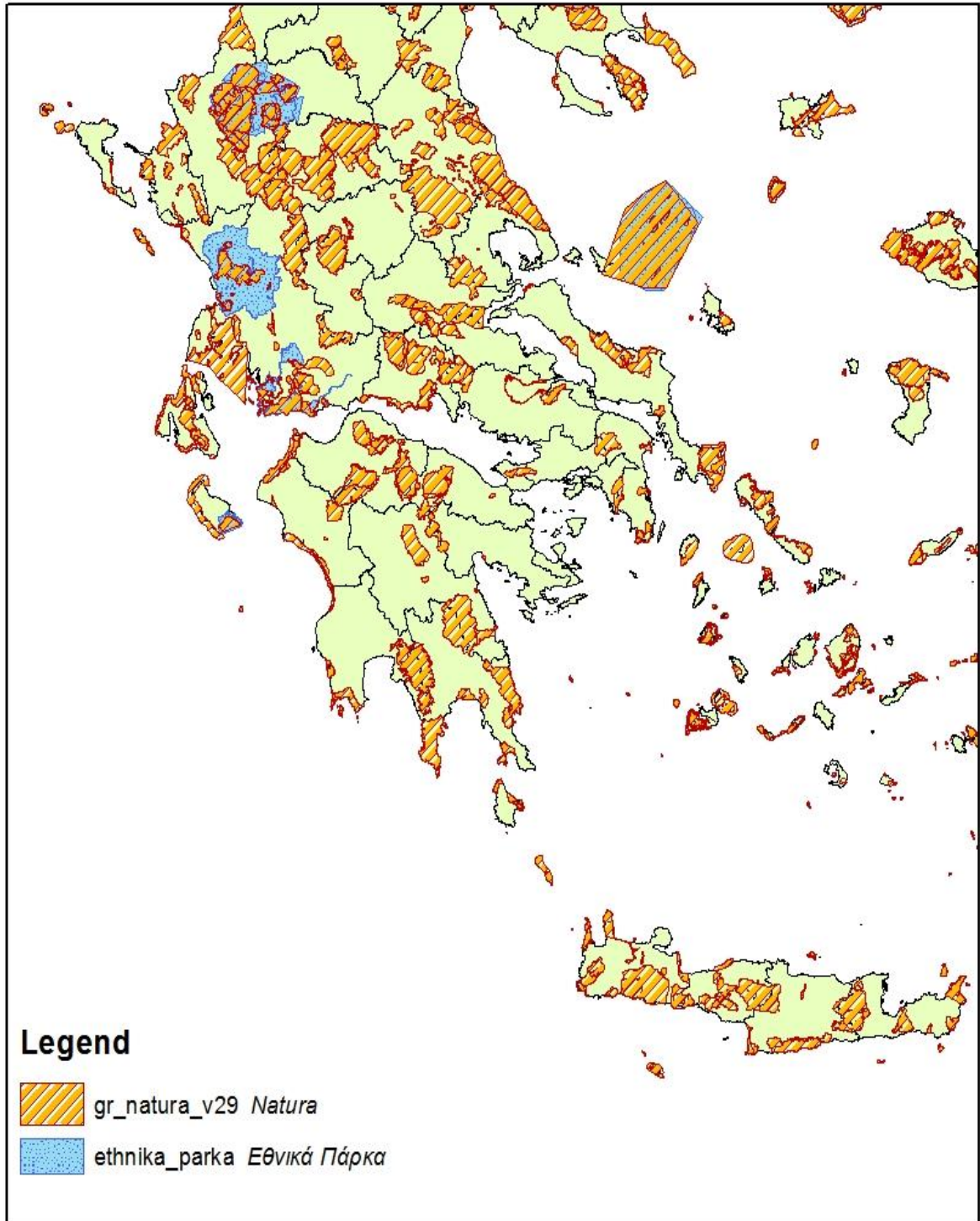
ορίζει ως καθήκον της πολιτείας τη σύνταξη εθνικού καταλόγου χλωρίδας και πανίδας, ενώ ως κατηγορίες προστασίας θεωρούνται οι κατηγορίες κινδύνου των πιο πρόσφατων εθνικών κόκκινων καταλόγων.

Σε ό,τι αφορά την προστασία των θαλάσσιων θηλαστικών στη χώρα μας, τρία ευρωπαϊκά νομοθετικά κείμενα εξασφαλίζουν την προστασία των θαλάσσιων θηλαστικών. Η Οδηγία για τους Οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ) επιδιώκει να διασφαλίσει τη «διατήρηση, προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένης της διατήρησης των φυσικών οικοτόπων, καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας», κατ' εφαρμογή των επιταγών της Συνθήκης της ΕΕ. Πιο συγκεκριμένα, αναγνωρίζει τη σημαντικότητα των ειδών και την ανάγκη προστασίας τους. Ορίζει, επίσης, τα είδη και τους οικοτόπους για τους οποίους θα πρέπει να θεσπιστούν Ειδικές Ζώνες Διατήρησης, περιοχές δηλαδή που αναγνωρίζονται ως σημαντικές από την ΕΕ και εγγυώνται τη διατήρηση των πληθυσμών των ειδών που διαβιούν σε αυτές. Οι Ειδικές Ζώνες Διατήρησης συνθέτουν το ευρωπαϊκό οικολογικό Δίκτυο Natura 2000.

Το δεύτερο ευρωπαϊκό νομοθετικό κείμενο είναι η «Οδηγία Πλαίσιο για τη Θαλάσσια Στρατηγική ΟΠΘΣ» (2009/56/ΕΚ), η οποία και σχεδιάστηκε για να συμπληρώσει την Οδηγία για τους Οικοτόπους, όσον αφορά στη θαλάσσια προστασία. Η Οδηγία για τους Οικοτόπους καθιερώνει την προστασία των ειδών και των οικοτόπων και η ΟΠΘΣ καθιερώνει ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο κάθε κράτος μέλος θα λαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα για να επιτύχει ή να διαφυλάξει την ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης του θαλάσσιου περιβάλλοντος, το αργότερο ως το 2020. Ως εκ τούτου, αναγνωρίζει την ανάγκη συγκρότησης Θαλάσσιων Προστατευόμενων Περιοχών «ως απαραίτητα χαρακτηριστικά της κατάστασης του θαλάσσιου περιβάλλοντος».

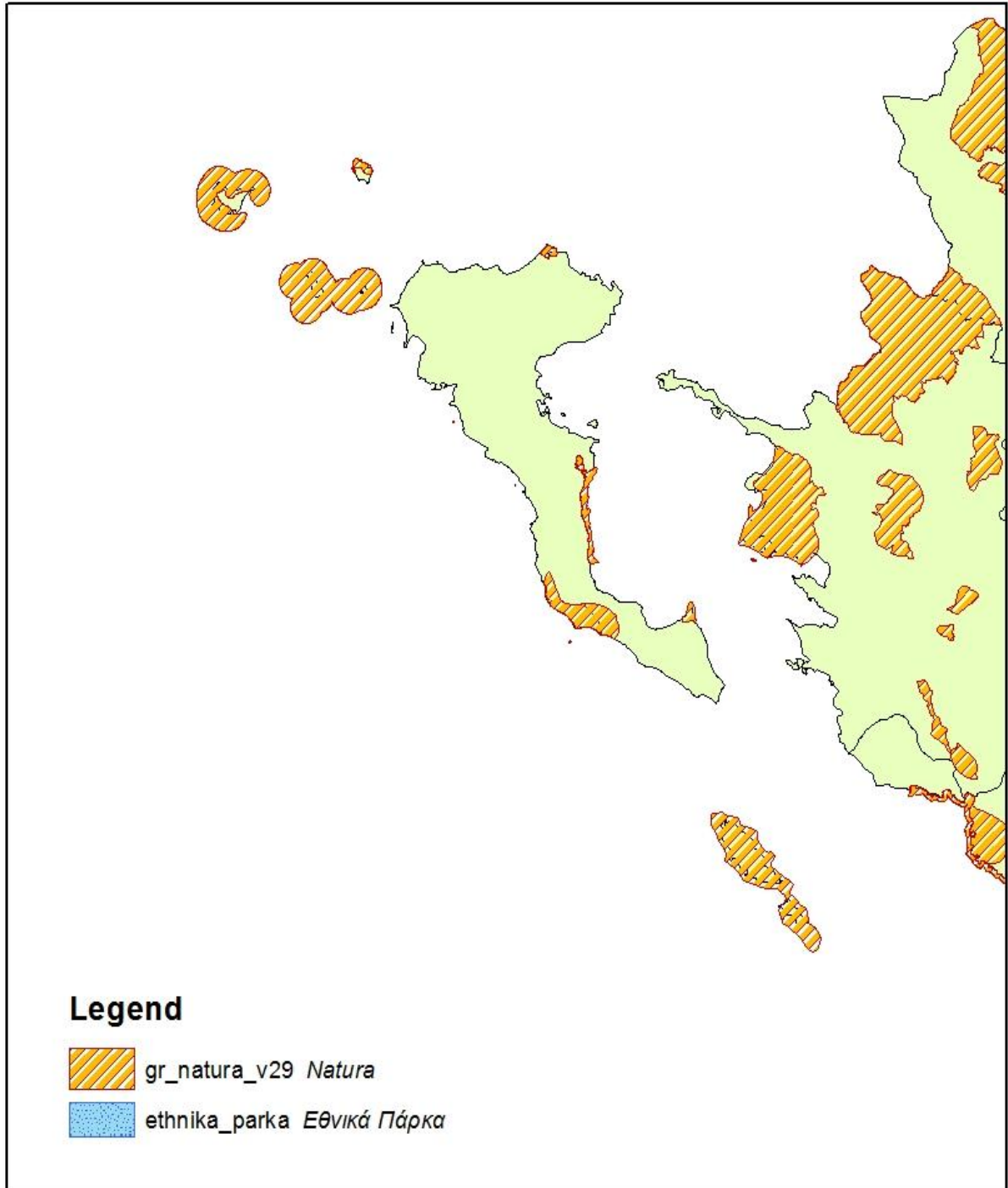
Το δίκτυο Natura 2000 είναι ένα δίκτυο προστατευόμενων περιοχών από όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση που κηρύσσονται ως προστατευόμενες βάσει της Οδηγίας για τους Οικοτόπους (92/43/ ΕΟΚ) και της Οδηγίας για τα Πουλιά (79/409/ΕΟΚ και 2009/147/ΕΚ). Σκοπός αυτού του δικτύου είναι να διασφαλίσει τη μακροχρόνια επιβίωση των πιο πολύτιμων και πλέον απειλούμενων ειδών και οικοτόπων της Ευρώπης. Στο δίκτυο Natura περιλαμβάνονται τόσο οι εθνικοί δρυμοί όσο και οι υδροβιότοποι.

Στους ακόλουθους χάρτες απεικονίζονται τα Εθνικά πάρκα καθώς και οι περιοχές που υπάγονται στο πρόγραμμα Natura 2000 Εικόνες 6.16 έως 6.19.



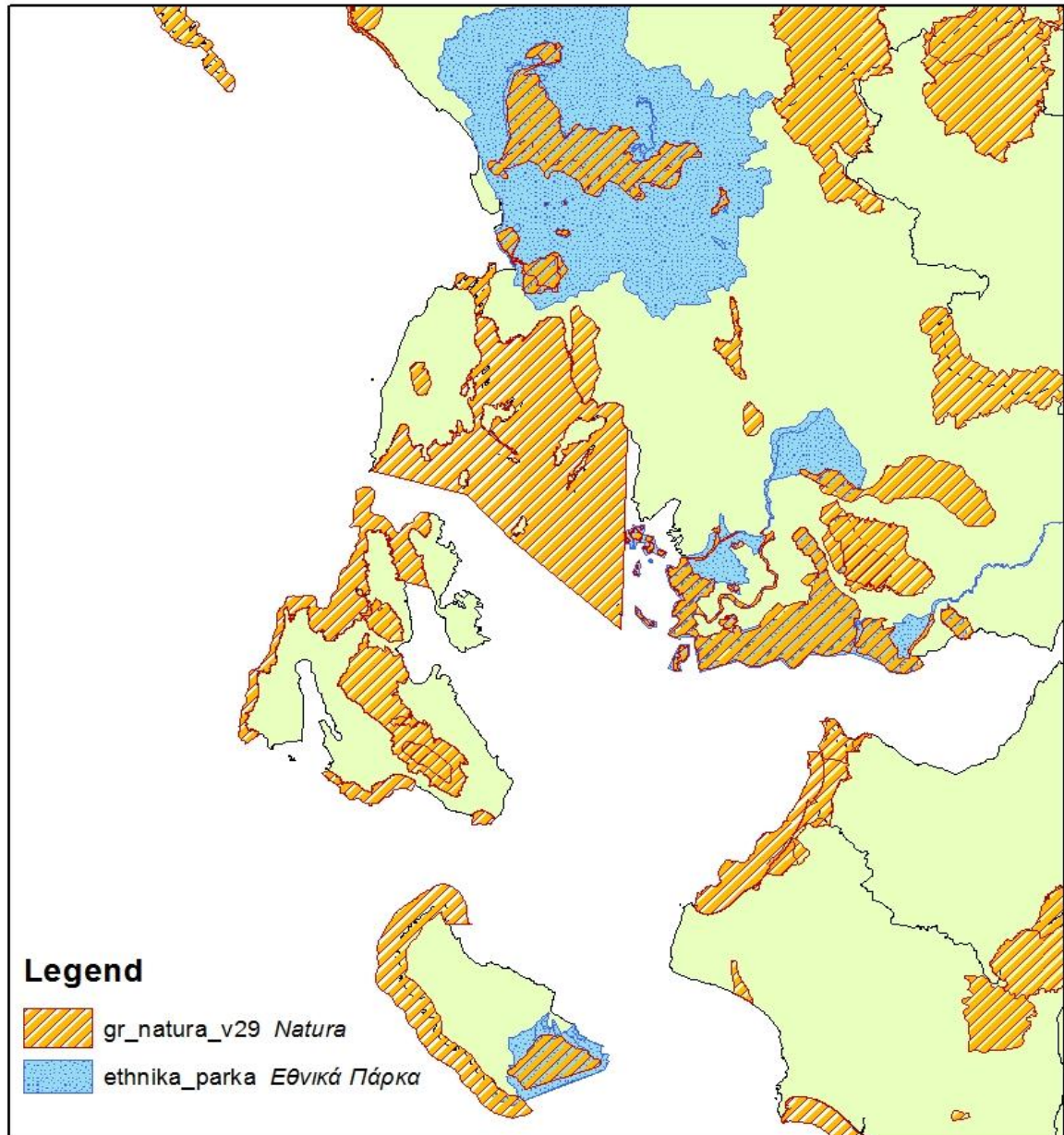
Εικόνα 6.16: Με πορτοκαλί επισημαίνονται οι περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 και με γαλάζιο τα εθνικά πάρκα.

Στα βορειοδυτικά της Κέρκυρας καθώς και στα νοτιοανατολικά υπάρχουν περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura (Εικόνα 6.17).



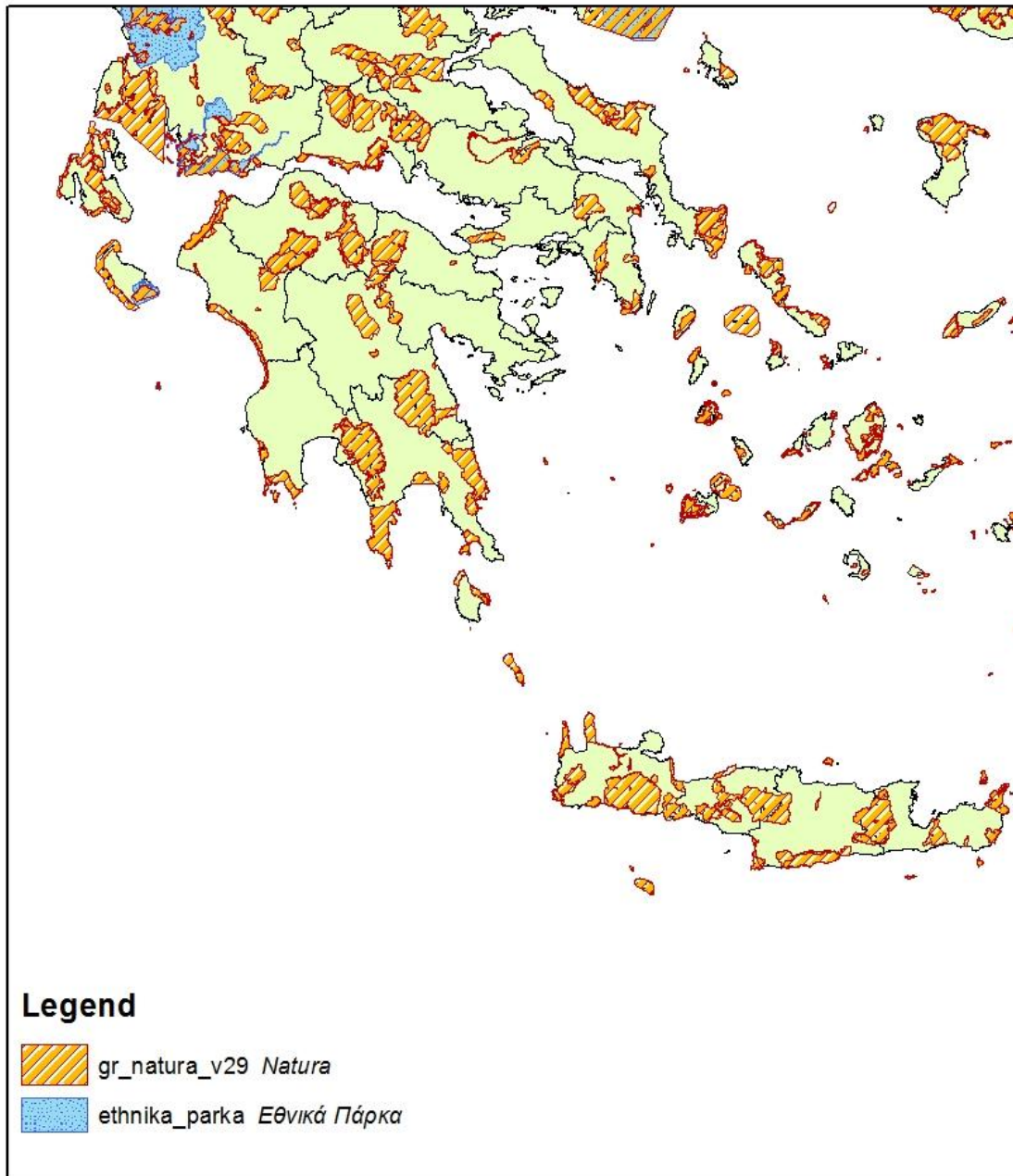
Εικόνα 6.17: Απεικόνιση περιοχών του Βορείου Ιονίου Πελάγους που ανήκουν στο δίκτυο Natura.

Στον Αμβρακικό Κόλπο, στη Λιμνοθάλασσα του Μεσολογίου καθώς και στα νότια της Ζακύνθου υπάρχουν Εθνικά Πάρκα ενώ κομμάτι αυτών των περιοχών ανήκει και στο δίκτυο Natura. Επιπλέον, περιοχές του Πατραϊκού κόλπου, της Κεφαλονιάς και της Λευκάδας υπάγονται στο δίκτυο Natura (Εικόνα 6.18).



Εικόνα 6.18: Απεικόνιση περιοχών του Κεντρικού Ιονίου Πελάγους που ανήκουν στο δίκτυο Natura

Επιπλέον, στο δίκτυο Natura συγκαταλέγονται περιοχές στις ακτές της Πελοποννήσου και της Κρήτης όπως φαίνονται και στον ακόλουθο χάρτη (Εικόνα 6.19).



Εικόνα 6.19: Απεικόνιση περιοχών του Νοτίου Ιονίου Πελάγους και της θάλασσας νότια της Κρήτης που ανήκουν στο δίκτυο Natura

6.3.2. Ανθρωπογενές περιβάλλον

Η κοινωνικο-οικονομική μελέτη εστιάζεται στην συνοπτική παρουσίαση στοιχείων για τις χρήσεις γης και τις δραστηριότητες στον πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα. Μέσω της παράθεσης των στοιχείων αυτών μπορούν να εντοπιστούν τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της περιοχής και τα κοινωνικά οφέλη από τις δραστηριότητες της (προσφορά εργασίας, προσφορά παραγόμενου προϊόντος, κλπ). η οποία πιθανά θα μπορούσε να επηρεασθεί από τις δραστηριότητες για έρευνα και εξόρυξη υδρογονανθράκων.

6.3.2.1. Διοικητική διαίρεση και δημογραφικά στοιχεία

Οι Νομοί της μελετούμενης περιοχής ανήκουν στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας/ΠΔΕ, στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων/ΠΙΝ, στην περιφέρεια της Κρήτης/ΠΚ, στην Περιφέρεια της Πελοποννήσου-ΠΠ και στην Περιφέρεια της Ηπείρου/ΠΗ και έχουν συνολικά 2.426.630 κατοίκους.

6.3.2.2. Κοινωνικοοικονομική δραστηριότητα και χρήσεις γης

Η Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας και η Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, οι οποίες εντάσσονται στην περιοχή μελέτης, χαρακτηρίζονται, συνοπτικά, από τα ακόλουθα οικονομικά μεγέθη (Υπ. Ανάπτυξης, 2007):

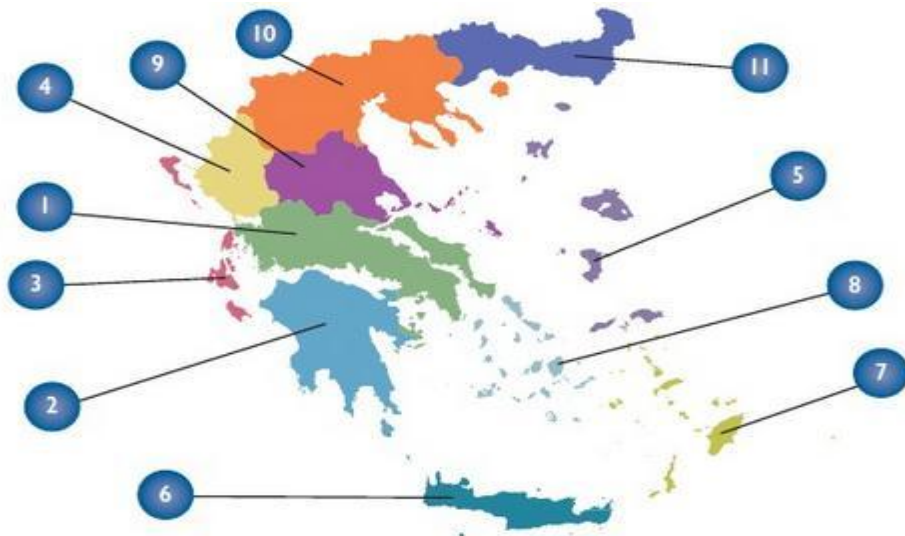
- Τα Ιόνια Νησιά έχουν χαμηλούς **ρυθμούς ανάπτυξης** (μεταξύ 0.5% και 1% ετησίως), ενώ η Δυτική Ελλάδα παραμένει στάσιμη (<0,5% ετησίως).
- Η Δυτική Ελλάδα είναι Περιφέρεια με πυκνοκατοικημένη ζώνη και σαφείς τάσεις αύξησης της **αστικοποίησης**. Τα Ιόνια Νησιά είναι **νησιωτική, τουριστική περιφέρεια** με κυρίαρχο χαρακτήρα αραιοκατοικημένης ζώνης και έντονες τάσεις πληθυσμιακής εξόδου από τις πυκνοκατοικημένες προς τις πλέον αραιοκατοικημένες περιοχές.
- Η Δυτική Ελλάδα έχει μικρότερη του 10% **συμμετοχή στην εθνική ΑΠΑ** του πρωτογενή τομέα, αλλά μάλλον σημαντικά ποσοστά εξειδίκευσης του πρωτογενή τομέα στην περιφερειακή ΑΠΑ (της τάξης του 13%). Μικρή εντούτοις είναι η συμμετοχή της Δυτικής Ελλάδας στη διαμόρφωση της εθνικής ΑΠΑ του δευτερογενή τομέα (17%), αλλά

σημαντικά μεγάλη (70%) στου τριτογενή τομέα. Τα Ιόνια Νησιά έχουν μικρή συμμετοχή του πρωτογενή και δευτερογενή τομέα στην περιφερειακή ΑΠΑ, αλλά πολύ μεγάλη του τριτογενή (66%).

- Στον **τομέα της απασχόλησης** τα ποσοστά είναι άνω του 60% για τα Ιόνια Νησιά και κάτω του 60% για τη Δυτική Ελλάδα. Για την τελευταία η χαμηλή απασχόληση (προτελευταία σε όλες τις ελληνικές Περιφέρειες) σχετίζεται με το χαμηλό κατά κεφαλήν ΑΕΠ, δηλ. εκφράζει την αδυναμία απασχόλησης ικανού αριθμού ατόμων σε παραγωγικές δραστηριότητες. Η Δυτική Ελλάδα επιπλέον εμφανίζει υψηλό ποσοστό ανεργίας και δεδομένου ότι η φτώχεια είναι στενά συνδεδεμένη με την ανεργία, αυτή η Περιφέρεια εμφανίζει ένα από τα υψηλότερα ποσοστά πληθυσμού που απειλείται από φτώχεια. Τα Ιόνια Νησιά εμφανίζουν μεν υψηλό ποσοστό ανεργίας, αλλά πολύ χαμηλό ποσοστό μακροχρόνιας ανεργίας που αποδίδεται στη μεγάλη συμμετοχή τους στο εθνικό τουριστικό προϊόν (αντίστοιχη εικόνα εμφανίζουν και άλλες νησιωτικές Περιφέρειες).
- Στα Ιόνια νησιά η μέση πληρότητα των **ξενοδοχείων** είναι αρκετά υψηλή και κυμαίνεται στο 70-80% (+20% από την μέση πληρότητα σε επίπεδο χώρας). Το στοιχείο αυτό θα πρέπει να συνεκτιμηθεί με την υψηλή συγκέντρωση του **τουρισμού** στους θερινούς μήνες, γεγονός το οποίο δημιουργεί πρόβλημα υπερφόρτωσης των υποδομών και αυξάνει τις πιθανότητες υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Όπως προκύπτει από τα στοιχεία των αφίξεων επισκεπτών στα αεροδρόμια, η μεγάλη αναλογία υπέρ των πτήσεων charter υποδηλώνει ότι ο τουρισμός των Ιονίων Νήσων στηρίζεται στον μαζικό, οργανωμένο τουρισμό μέσω τουριστικών πακέτων (Εικόνα 6.20). Αυτό το είδος τυποποιημένου τουρισμού, με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, μειώνει τις ευκαιρίες αποκόμισης ωφελειών από τον τόπο προορισμού. Βασικό εμπόδιο για την αναβάθμιση και διαφοροποίηση του τουριστικού προϊόντος αποτελεί επίσης η ανεπάρκεια υποδομών για εναλλακτικές μορφές τουρισμού και ειδικότερα του πολιτιστικού, θαλάσσιου, συνεδριακού και χειμερινού τουρισμού, ενώ και η ανωδομή του παραδοσιακού τουρισμού απαιτεί ευρεία συντήρηση και αναβάθμιση.
- Παρά τις πτωτικές τάσεις της αλιείας τόσο σε όρους απασχόλησης όσο και σε όρους αλιευτικού στόλου, ο τομέας παραμένει ισχυρός σε ορισμένες περιοχές. Η αλιευτική δραστηριότητα συγκεντρώνεται σε μεγάλο βαθμό στις νησιωτικές περιοχές της χώρας,

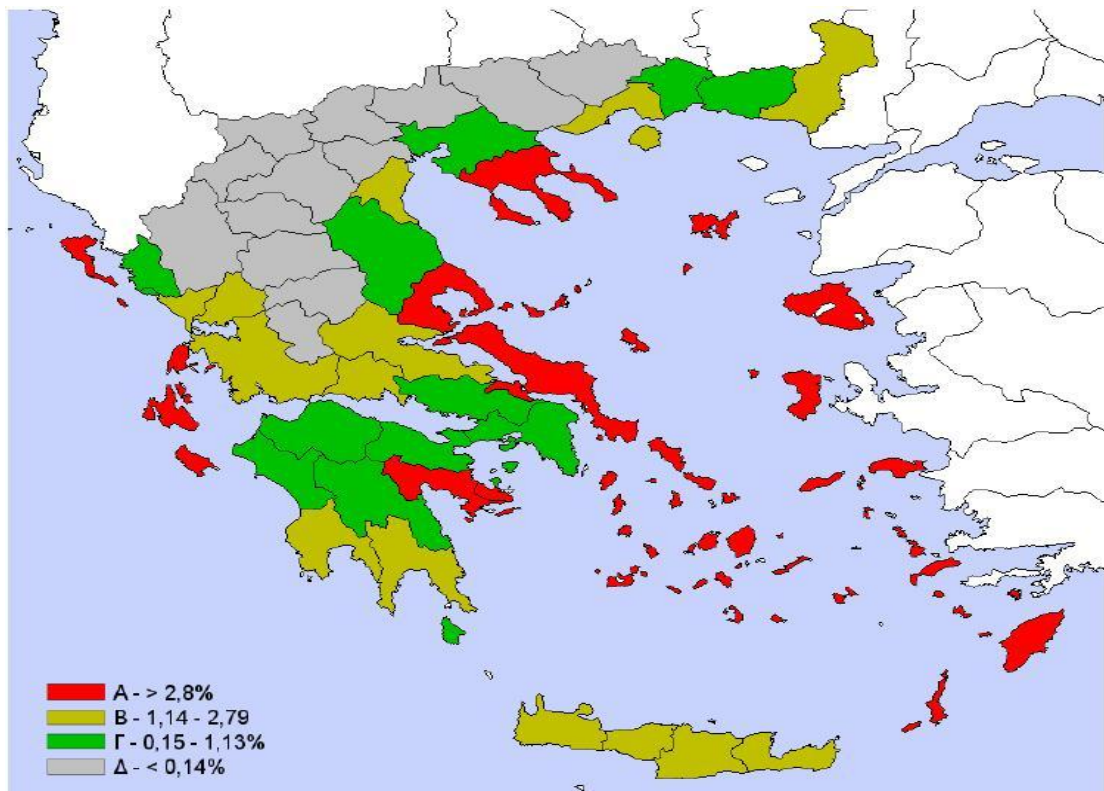
αφού οι αμιγώς νησιωτικές περιοχές της χώρας (Βόρειο Αιγαίο, Νότιο Αιγαίο, Κρήτη, και Ιόνιοι Νήσοι) συγκεντρώνουν περίπου το 45 % της συνολικής απασχόλησης στον τομέα της Αλιείας. Στον συνημμένο χάρτη της εικόνας 6.21 διακρίνεται ο βαθμός εξάρτησης της απασχόλησης στον αλιευτικό κλάδο.

Η αλιεία στο Ιόνιο πέλαγος και στην Κρήτη λοιπόν είναι μία καίριας σημασίας πρωτογενής δραστηριότητα. Πρέπει λοιπόν να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στις ζώνες αλιείας. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της ευρύτερης περιοχής του Κατάκολου, που αποτελεί ένα από τα κύρια αλιευτικά πεδία της Ελλάδος στο οποίο ασκούνται σχεδόν όλοι οι τύποι αλιείας. Τα βάθη Ν.Α. της Ζακύνθου ξεπερνούν τα 1000 μέτρα. Στην περιοχή μελέτης ανταγωνίζονται η παράκτια (δίχτυα, παραγάδια, παγίδες) με τη μέση αλιεία (μηχανότρατες, γριγκρί). Στην περιοχή καταγράφεται επίσης αλιευτική προσπάθεια από παράκτια σκάφη μεγάλου μήκους (>12 μ.) και χωρητικότητας τα οποία στοχεύουν σε μεγάλα πελαγικά (τόνο, ξιφία) ή σε βενθικά είδη (μπακαλιάρo, μπαλά). Σύμφωνα με τους καταλόγους που διατηρούν οι επίσημες κρατικές αρχές, ένα σύνολο ερασιτεχνών αλιέων που αριθμεί πάνω από 3000 κινούνται στην περιοχή και έρχονται σε συγκρούσεις με τους επαγγελματίες αλιείς. Σύμφωνα με το Κοινοτικό Αλιευτικό Μητρώο (2010), ο εγγεγραμμένος επαγγελματικός αλιευτικός στόλος στην ευρύτερη περιοχή ανέρχεται σε 1612 σκάφη και αντιπροσωπεύει το 9.35% του στόλου της επικράτειας (17248 αλιευτικά σκάφη). Αντίστοιχα η χωρητικότητα και η ιπποδύναμη αντιπροσωπεύουν το 6.04% και 7.62%. Η περιοχή επιλέγεται από σκάφη (κυρίως μηχανότρατες), τα οποία προέρχονται από διάφορες περιοχές της Ελλάδος, με αποτέλεσμα να ασκείται επί πλέον αλιευτική πίεση στα πεδία της. Η ανάλυση δεδομένων του Συστήματος Παρακολούθησης Σκαφών (ΣΠΣ) έδειξε ότι κατά την αλιευτική περίοδο Οκτωβρίου 2010 – Μαΐου 2011, αλίευσαν στην περιοχή 49 μηχανότρατες, 29 από τις οποίες αφίχθησαν εκεί προερχόμενες από άλλα αλιευτικά πεδία.



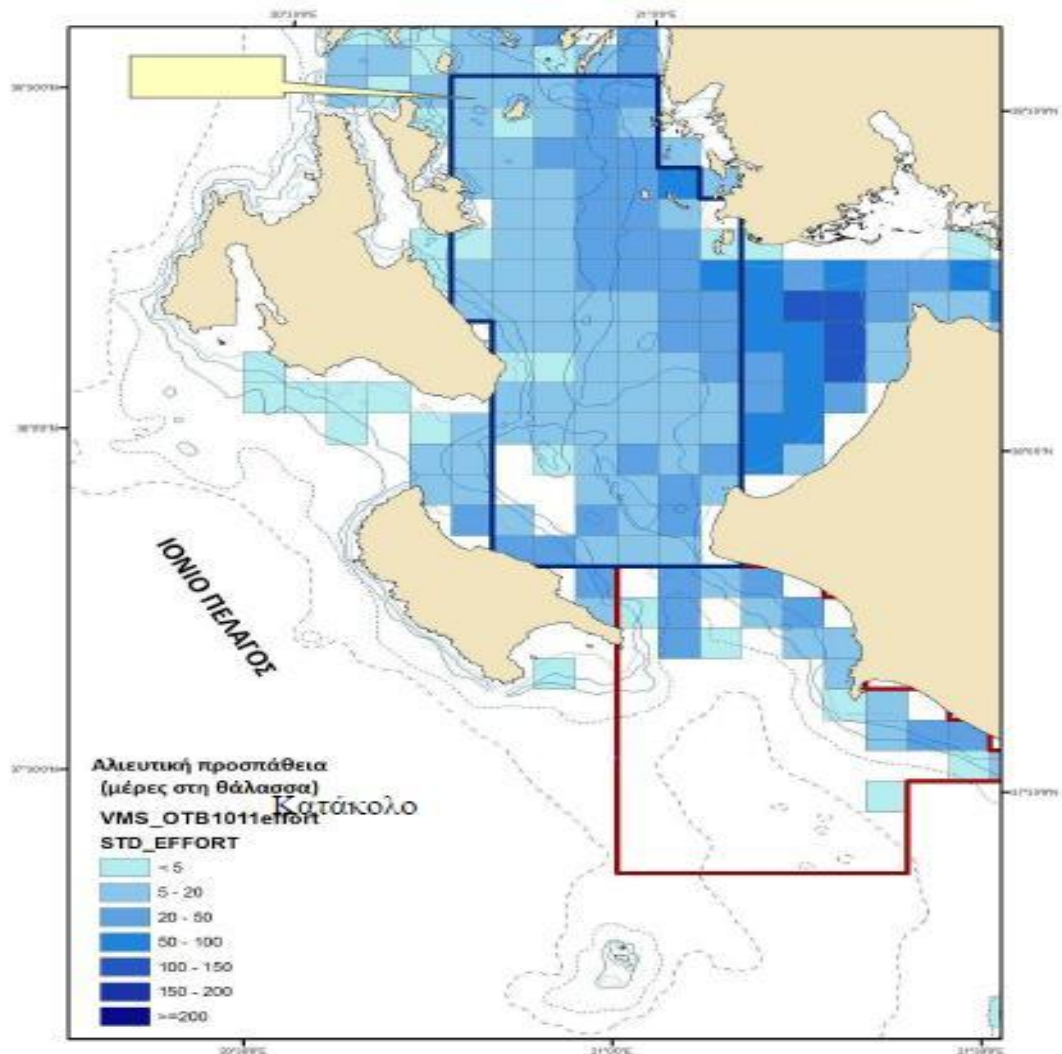
Πηγή: SETE, επεξεργασία στοιχείων Γενοδοχειακού Επιμελητηρίου Ελλάδος
Source: SETE, based on data provided by the Hellenic Chamber of Hotels

Εικόνα 6.20: Τα αεροδρόμια του Ιονίου Πελάγους είναι τρίτα σε τουριστικές αφίξεις. (Πηγή: SETE, 2012)



Εικόνα 6.21: Ζώνες εξάρτησης από τη συλλεκτική αλιεία. (Πηγή: Εθνικό Στρατηγικό σχέδιο Ανάπτυξης της Αλιείας 2007-2013)

Στην Εικόνα 6.22 εμφανίζεται η αλιευτική προσπάθεια (ημέρες στη θάλασσα ή το σύνολο των ημερήσιων επισκέψεων στο τετράγωνο) ανά αλιευτικό τετράγωνο (5Χ5 χιλιόμετρα) για την περίοδο Οκτωβρίου 2010-Μαΐου 2011. Αντίστοιχη ανάλυση (VMS δεδομένων) έδειξε να μετακινούνται στην περιοχή 18 γριγρί.



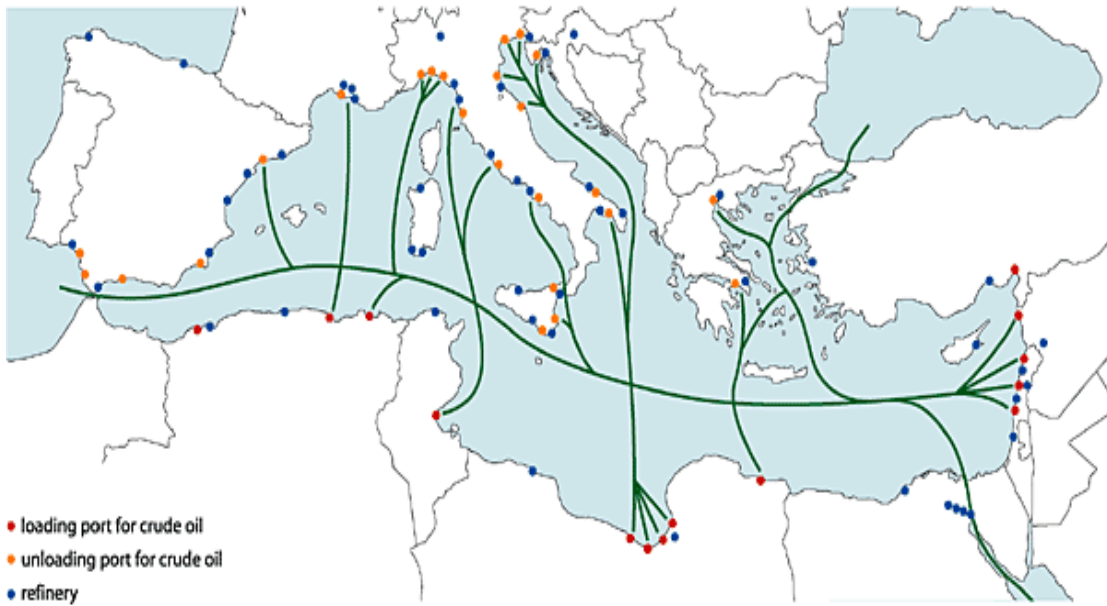
Εικόνα 6.22: Εκτίμηση της αλιευτικής προσπάθειας (μέρες στη θάλασσα ή το σύνολο των ημερήσιων επισκέψεων στο τετράγωνο) της μηχανότρατας στην περιοχή μελέτης για την αλιευτική περίοδο Οκτωβρίου 2010- Μαΐου 2011. (Πηγή: ΣΜΠΕ Κατάκολλο, 2012)

- Στην υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες για ανάπτυξη ποικίλων τουριστικών δραστηριοτήτων (θαλάσσιος τουρισμός, θρησκευτικός, οικολογικός, ιαματικός, συνεδριακός κ.ά.). Η Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος διαθέτει σημαντική τουριστική υποδομή με το συνολικό ξενοδοχειακό δυναμικό που περιλαμβάνει 237 ξενοδοχεία με 15.808 κλίνες (εκ των οποίων οι 1.117 σε ξενοδοχεία 5 αστέρων), 28 οργανωμένα camping και πλήθος βοηθητικών καταλυμάτων, αρκετά εκ των οποίων έχουν εκσυγχρονιστεί στο πλαίσιο της τρέχουσας προγραμματικής περιόδου.

6.3.2.3. Τηλεπικοινωνίες, Υποθαλάσσια καλώδια-Θαλάσσιοι δρόμοι

Σύμφωνα με τη Δ/νση Νέων Έργων Μεταφοράς τον Τομέα Καλωδιακών Γραμμών Μεταφοράς της ΔΕΗ εντός των ορίων της περιοχής μελέτης, υπάρχει καλωδιακή ζεύξη υψηλής τάσης (150 kV) από τη Ζάκυνθο στην Κυλλήνη. Επίσης σύμφωνα με το ναυτικό χάρτη Ιόνιο Πέλαγος Νότιο Τμήμα κλίμακας 1:250000 (Υδρογραφική Υπηρεσία Στρατού, 1998) υπάρχουν και οι ακόλουθες υποθαλάσσιες συνδέσεις της Ζακύνθου με την Πελοπόννησο και πιθανόν την Ιταλία.

Στη θαλάσσια περιοχή στα νότια της Κρήτης παρατηρείται έντονη κίνηση εμπορικών πλοίων που διασχίζουν τη διώρυγα του Σουέζ (Εικόνα 6.23). Επίσης, στο Ιόνιο πέλαγος υπάρχει αυξημένη κίνηση πλοίων τόσο από και προς την Ιταλία (Εικόνα 6.24), όσο και κρουαζιερόπλοιων ή και μικρών σκαφών αναψυχής. Στις Εικόνες 6.25 και 6.26 παρουσιάζονται στιγμιότυπα της κίνησης των πλοίων στις περιοχές ενδιαφέροντος για την παρούσα εργασία.



6.23: Οι θαλάσσιοι εμπορικοί δρόμοι των παραγωγών του πετρελαίου της Μεσογείου. (Πηγή: MAP and REMPEC 1996)



Εικόνα 6.24: Οι θαλάσσιοι δρόμοι στο εσωτερικό της Ελλάδας (Πηγή: http://www.ferries-greece.com/greece-ferries/greece_italy_ferries.asp)



Εικόνα 6.25: Στιγμιότυπο κίνησης πλοίων στο Βόρειο Ιόνιο και στην Αδριατική. (Πηγή: <http://www.marinetraffic.com>)



Εικόνα 6.26: Στιγμιότυπο κίνησης πλοίων στο Νότιο Ιόνιο, στο Μυρτώ και στο Κρητικό Πέλαγος. (Πηγή: <http://www.marinetraffic.com>)

6.3.2.4. Πολιτισμική κληρονομιά και προστατευόμενες περιοχές

Η πολιτισμική κληρονομιά, με την υψηλή της αισθητική αξία, σε συνδυασμό με τα ποικίλα τοπία, αποτελεί έναν από τους βασικούς παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή της θέσης της γεώτρησης. Μεταξύ των πιο αξιόλογων στοιχείων είναι τα κάστρα και τα φρούρια, οι αρχαιολογικοί χώροι, αρχαία θέατρα (εικόνα 6.27) οι μονές και εκκλησίες, ορισμένα δημόσια κτίρια, καθώς επίσης οι 69 παραδοσιακοί οικισμοί και ιστορικά οικιστικά σύνολα (π.χ. πόλη της Κέρκυρας - μνημείο UNESCO).

Αν και η περιοχή έχει μεγάλο ιστορικό και αρχαιολογικό ενδιαφέρον, δεν επηρεάζεται εν προκειμένω από τις όποιες δραστηριότητες καθώς αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η εκτίμηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος ως προς τη δυνατότητα όρυξης θαλάσσιων γεωτρήσεων, του Ιονίου πελάγους και της θάλασσας Νοτίως της Κρήτης. Μπορεί όμως ενδεχομένως να επηρεαστεί από οπτική ρύπανση.

Επιπρόσθετα στους κινδύνους υγείας που δημιουργούνται για την ανθρώπους, τη χλωρίδα και την πανίδα, η εξορυκτική δραστηριότητα έχει σημαντικό αντίκτυπο και στο τοπίο. Η μόλυνση του αέρα από την καύση και η αυξημένη βιομηχανική κίνηση, έχει σημαντικές επιπτώσεις στην αισθητική ομορφιά μιας περιοχής. Ωστόσο, και μόνο η ύπαρξη της εξέδρας σε περιοχή ορατή από την τοποθεσία δεν είναι αποδεκτή δεδομένου ότι είναι πολύ τουριστικές περιοχές με μεγάλη αξία γης. Συνεπώς, πρέπει να υπάρχει τέτοιος σχεδιασμός ώστε να μην είναι ορατές από την ξηρά¹³.

¹³ Χαρακτηριστικό είναι ότι μία εξέδρα ύψους 35 m πάνω από την επιφάνεια του νερού, είναι ορατή 21,7 κlm από την ξηρά σε ιδανικές μετεωρολογικές συνθήκες. Για να πάψει να είναι ορατή, εφαρμόζεται ευρέως η πρακτική κατά την οποία η εξέδρα βάφεται πράσινη η γαλάζια.



Εικόνα 4.18: Απεικόνιση αρχαίων θεάτρων στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Ελλάδας και στην Κρήτη με τη βοήθεια του ArcGIS

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΦΙΚΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΥΞΗ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟ ΙΟΝΙΟ ΠΕΛΑΓΟΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

7.1. Επικινδυνότητα (risk) και κίνδυνος (hazard)

Η “επικινδυνότητα” (*risk*) είναι ένας όρος αρκετά ευρύς και χρησιμοποιείται τόσο στην καθημερινή ζωή, όσο και στην επιστημονική κοινότητα. Στην περίπτωση μας αφορά τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας μιας βιομηχανικής εγκατάστασης (θαλάσσιας εξέδρας). Δύο είναι οι σημαντικές συνιστώσες που συνεισφέρουν στην επικινδυνότητα:

- η αβεβαιότητα (πιθανότητα ή συχνότητα) έκθεσης σε κάποια πηγή κινδύνου και
- οι ανεπιθύμητες συνέπειες (σοβαρότητα των συνεπειών) που προκαλούνται από την έκθεση αυτή.

Έτσι λοιπόν:

$$\text{Επικινδυνότητα} = \text{Αβεβαιότητα} \times \text{Ανεπιθύμητες Συνέπειες}$$

Αναγκαία προϋπόθεση για την ύπαρξη της επικινδυνότητας είναι η ταυτόχρονη παρουσία και των δύο παραπάνω παραγόντων. Συνεπώς, εάν ένας αριθμός σεναρίων ατυχημάτων εμφανίζεται για το καθένα με πιθανότητα να συμβεί p_i και με ανεπιθύμητες συνέπειες c_i , τότε η επικινδυνότητα, R , δίνεται από τη σχέση: $R = \sum_i p_i c_i$.

Η έννοια του κινδύνου είναι διαφορετική. Στην καθημερινή ζωή η έννοια του κινδύνου εκφράζει είτε «επικείμενο κακό», είτε «πιθανή δυσάρεστη έκβαση» ενός συμβάντος. Αναφέρεται σε κάτι το οποίο είναι δυνατόν να προκαλέσει ανεπιθύμητη συνέπεια (βλάβη), γι’ αυτό και ονομάζεται και πηγή κινδύνου (*hazard*).

Έτσι λοιπόν, ο κίνδυνος υπάρχει ως πηγή, ενώ η επικινδυνότητα (έννοια πιθανοθεωρητική) περιλαμβάνει την πιθανότητα η πηγή αυτή να προκαλέσει βλάβη (Α. Αρβανιτογεώργος, 2003).

Η επικινδυνότητα είναι, συνεπώς, μια σύνθετη έννοια, αποτελούμενη από δύο μέρη (πιθανότητα έκθεσης σε κίνδυνο και σοβαρότητα των συνεπειών από την έκθεση αυτή). Η πιθανότητα μπορεί να εκφραστεί ως στατιστική πιθανότητα (π.χ. “1 στις 1000 περιπτώσεις”), ως συχνότητα (π.χ. “1000 περιπτώσεις τον χρόνο”) ή με ποιοτικό τρόπο (π.χ. “αμελητέα”, “σημαντική” κ.λπ.). Η σοβαρότητα των συνεπειών μπορεί να περιγραφεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους (HSE, 2011).

7.2. Επικινδυνότητα υπεράκτιων γεωτρήσεων

Η βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου ανέκαθεν ευδοκίμωσε στην ανάληψη κινδύνων. Αυτό δεν θα αλλάξει. Αυτό που έχει αλλάξει είναι τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη διαδικασία ανάλυσης κινδύνου.

Ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους στις υπεράκτιες γεωτρήσεις είναι ο κίνδυνος απώλειας ελέγχου της γεώτρησης. Μια έκρηξη σε βαθιά νερά θα μπορούσε να είναι ιδιαίτερα δαπανηρή, με εκτιμήσεις που φτάνουν ακόμα και σε μερικά δισεκατομμύρια δολάρια.

Ευτυχώς, οι στατιστικές δείχνουν ότι οι εκρήξεις σε γεωτρήσεις είναι σπάνιες. Οι θαλάσσιες γεωτρήσεις στις ΗΠΑ εμφανίζουν κατά μέσο όρο μόνο λίγες εκρήξεις ανά 10.000 ολοκληρωμένες γεωτρήσεις. Η πλειοψηφία αυτών των γεγονότων γρήγορα τίθενται υπό έλεγχο με εκροή μόνο νερού και φυσικού αερίου από τον ταμιευτήρα και όχι πετρελαίου. Η πιθανότητα για μια έκρηξη με ακραίες συνέπειες είναι μία ανά ένα εκατομμύριο ολοκληρωμένες γεωτρήσεις.

Παρά τη γενικά χαμηλή πιθανότητα έκρηξης στις θαλάσσιες γεωτρήσεις, σε μεγάλα βάθη θάλασσας οι δυνητικές επιπτώσεις μιας έκρηξης είναι πολύ σοβαρές και η πιθανότητα απώλειας του ελέγχου της γεώτρησης πολύ μεγαλύτερη.

Το κόστος των συνεπειών μιας έκρηξης είναι κυρίως συνάρτηση του όγκου της πετρελαιοκηλίδας και της θέσης της διαρροής. Ο όγκος του εκρέοντος ρευστού μπορεί να υπολογιστεί ως ο ρυθμός της διαρροής πολλαπλασιαζόμενος με τη διάρκειά της. Αν ο έλεγχος χαθεί εξ ολοκλήρου, ο ρυθμός διαρροής είναι αρχικά κοντά στο δυναμικό ελεύθερης ροής (open flow potential) της γεώτρησης. Μπορεί να χρειαστούν αρκετές εβδομάδες για να εντοπιστεί και να κινητοποιηθεί μια κινητή θαλάσσια γεωτρητική μονάδα (MODU) για να ορύξει μια γεώτρηση εκτόνωσης (relief well).

Ορισμένες βαθύτερες γεωτρήσεις απαιτούν αρκετούς μήνες για την όρυξη μέχρι την παραγωγική ζώνη, μετά την επίτευξη της οποίας, χρειάζονται αρκετές ημέρες για να εγκατασταθεί ο απαραίτητος εξοπλισμός επί της εξέδρας και να ολοκληρωθούν οι απαραίτητες διαδικασίες ανάσχεσης της ροής. Η όλη διαδικασία ελέγχου μιας γεώτρησης που έχει τεθεί εκτός ελέγχου με όρυξη γεώτρησης εκτόνωσης, μπορεί να απαιτήσει από 2-3 μήνες έως και 1 χρόνο, γεγονός που σημαίνει ότι ο όγκος της διαρροής μπορεί να ανέλθει σε πολλά εκατομμύρια βαρέλια.

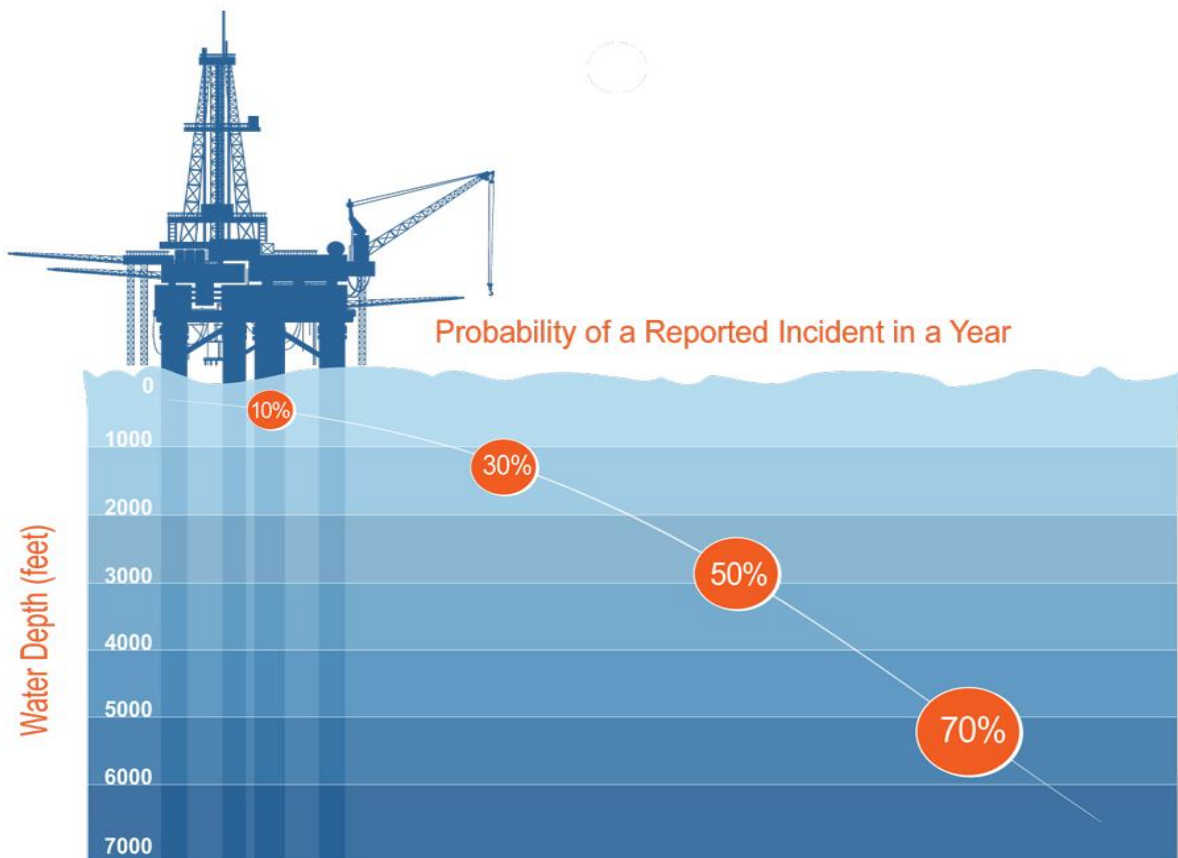
Το κόστος για τον καθαρισμό των πετρελαιοκηλίδων και το κόστος που συνδέεται με την απώλεια πωλήσεων και την αμαυρωμένη δημόσια εικόνα (outrage cost) της εταιρείας που διαχειρίζεται τη γεώτρηση μπορεί να κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες έως δεκάδες χιλιάδες δολάρια ανά βαρέλι.

Μια μελέτη που χρηματοδοτήθηκε από κοινού από τις περισσότερες από τις μεγάλες εταιρείες πετρελαίου κατέληξε σε ένα αντιπροσωπευτικό κόστος καθαρισμού και λοιπών οικονομικών απωλειών (απώλειες πωλήσεων, αρνητική εικόνα) περίπου 2.500 δολαρίων ανά βαρέλι για τον Κόλπο του Μεξικού. Σαφώς, το δυνητικό κόστος των συνεπειών μιας ανεξέλεγκτης, υψηλού ρυθμού διαρροής σε βαθιά νερά, που θα απαιτούσε την όρυξη γεώτρησης εκτόνωσης για τον έλεγχό της, θα ανερχόταν τουλάχιστον σε αρκετά δισεκατομμύρια δολάρια και, ενδεχομένως, ακόμα και σε δεκάδες δισεκατομμύρια δολάρια.

7.3. Πιθανότητα ατυχημάτων σε υπεράκτιες γεωτρήσεις

Μετά από την εξέταση 3000 υπεράκτιων εξεδρών στον Κόλπο του Μεξικού και βάσει των αναφορών περιστατικών, όπως: ζημίες λόγω φωτιάς τραυματισμοί και ρύπανση, εκτιμήθηκε η πιθανότητα αναφοράς ατυχήματος ανάλογα με το βάθος της θάλασσας (Muehlenbachs et al, 2011). Αυτό που τελικά δείχνουν τα ευρήματα είναι ότι η πιθανότητα αυτή αυξάνεται ανάλογα με το βάθος του νερού, ανεξάρτητα αν τα επίπεδα παραγωγής είναι ελεγχόμενα η μη, αλλά και ανεξάρτητα από την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης, της διαχειρίστριας εταιρείας και της απόστασης από την ακτή. Με απλά λόγια, η έρευνα και παραγωγή υδρογονανθράκων σε πολύ βαθιά νερά είναι και πιο πολύπλοκη και πιο επικίνδυνη (Cohen, 2011).

Για παράδειγμα, η μετάβαση από ένα βάθος 500 ft στα 5.000 ft αυξάνει την ετήσια πιθανότητα αναφοράς ενός συμβάντος από περίπου 10% σε 70% (Εικόνα 7.1). Η διαπίστωση αυτή ισχύει ακόμα και αν η ανάλυση περιοριστεί στους 10 μεγαλύτερους παραγωγούς πετρελαίου στον Κόλπο του Μεξικού. Αν και από την ανάλυση δεν προκύπτει ότι το βάθος του νερού αποτελεί από μόνο του την αιτία των αυξημένων συμβάντων, ενισχύει, ωστόσο, την άποψη ότι η όρυξη γεωτρήσεων σε μεγαλύτερα βάθη, ενέχει μεγαλύτερες τεχνικές προκλήσεις και, ως εκ τούτου, απαιτεί καινοτόμες προσεγγίσεις τόσο για τη λειτουργία της βιομηχανίας όσο και για το κανονιστικό πλαίσιο σε επίπεδο κράτους (Cohen, 2011).



Εικόνα 7.1: Αύξηση της πιθανότητας αναφοράς περιστατικού ανάλογα με το βάθος νερού (Πηγή: Cohen, 2011)

7.4. Εργαλεία εκτίμησης επικινδυνότητας

7.4.1. Ανάλυση κινδύνου

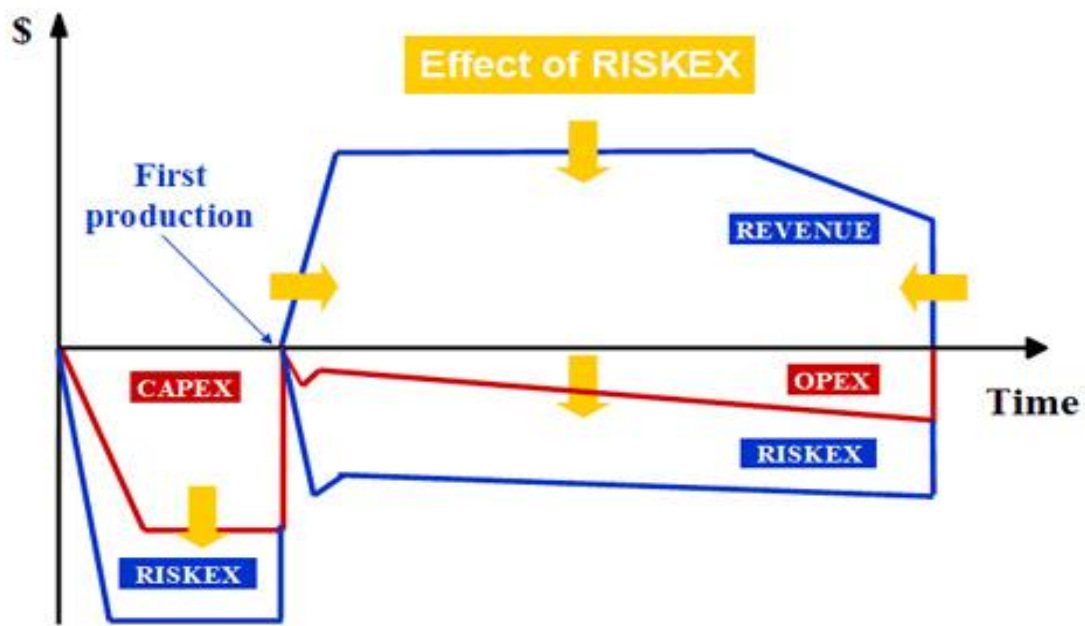
Οι τεχνικές ανάλυσης κινδύνων παρέχουν ένα μέσο υπολογισμού των κινδύνων και της αξιοπιστίας μιας βιομηχανικής εγκατάστασης. Για παράδειγμα, η μεθοδολογία υπολογισμού του κινδύνου μιας έκρηξης γεώτρησης (blowout) χρησιμοποιείται εδώ και περίπου 100 χρόνια. Είναι πιθανό να υπολογίσει κανείς την πιθανότητα μιας διαρροής απλά συνεκτιμώντας τα στοιχεία του συστήματος μιας γεώτρησης, τα οποία αποτελούν την κάθε διάταξη απομόνωσης (φραγμό) για τον έλεγχο της γεώτρησης, για κάθε βήμα μιας επιχείρησης. Οι πιθανότητες της διαρροής από το κάθε στοιχείο, καθορίζει την πιθανότητα αστοχίας του φραγμού.

Οι πιθανότητες αστοχίας υπολογίζονται χρησιμοποιώντας *ανάλυση με βάση δένδρο σφαλμάτων (fault tree analysis)* για κάθε συνδεσμολογία (configuration) των στοιχείων του συστήματος και των φραγμών που υπάρχουν κατά τη διάρκεια ζωής μιας γεώτρησης. Η πιθανότητα έκρηξης είναι η πιθανότητα αστοχίας όλων των φραγμών ελέγχου της γεώτρησης. Σε ένα προτεινόμενο σενάριο ανάπτυξης ενός πεδίου αξιολογούνται όλες οι γεωτρήσεις προκειμένου να εκτιμηθεί ο κίνδυνος καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους και για εναλλακτικούς σχεδιασμούς των συστημάτων τους.

Ο Νορβηγικός Νηογνώμονας (Det Norske Veritas – DNV), ως ανεξάρτητος οργανισμός με σκοπό τη διαφύλαξη της ζωής, της περιουσίας και του περιβάλλοντος, στο πλαίσιο των υπηρεσιών που παρέχει στον ενεργειακό τομέα ανέπτυξε μια καινούργια έννοια την οποία ονομάζει RISKEX™ και η οποία ορίζεται ως το μέσο κόστος κινδύνου μη επιθυμητών γεγονότων για όλη τη διάρκεια ζωής ενός έργου. Ανέπτυξε δηλαδή ένα στιβαρό και εύκολο στον υπολογισμό του εργαλείο για την ανάλυση κινδύνου σε έργα της βιομηχανίας πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Πιο συγκεκριμένα, η σύγκριση του υπολογιζόμενου *μέσου κόστους κινδύνου μη επιθυμητών γεγονότων (risk expenditure - riskex)*, του *κεφαλαιακού κόστους (capital expenditure - capex)*, του *λειτουργικού κόστους (operating expenditure - opex)* για τα διάφορα συστήματα, επιτρέπει στον διαχειριστή (operator) να επιλέξει την κατάλληλη εναλλακτική λύση. Αυτές οι αναλύσεις αποτελούν απευθείας εφαρμογές καθιερωμένων εργαλείων και τεχνικών εκτίμησης κινδύνου.

Στο διάγραμμα της ακόλουθης Εικόνας 7.2 καταδεικνύεται πως οι διαφορετικοί παράγοντες που καθορίζουν το κόστος riskex επηρεάζουν τις διαφορετικές παραμέτρους υλοποίησης ενός έργου καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του, όπως είναι το κεφαλαιακό κόστος (capex), το λειτουργικό κόστος (opex), οι μεταβολές στην παραγωγή και τα έσοδα, τον χρόνο έναρξης της παραγωγής, αλλά και το παραγωγικό σχήμα.



Εικόνα 7.2: Η επίδραση διαφορετικών παραμέτρων του μέσου κόστους κινδύνου μη επιθυμητών γεγονότων (*riskex*) στις διαφορετικές παραμέτρους του κύκλου ζωής ενός έργου (έσοδα, παραγωγή, κεφαλαιακό και λειτουργικό κόστος). (Πηγή: <http://www.dnvba.com>)

Πολλοί, λανθασμένα, υποθέτουν ότι ένα σύστημα είναι σχεδιασμένο και ελεγμένο να λειτουργεί κάτω από προκαθορισμένο όριο φορτίου και ότι η πιθανότητα αστοχίας μπορεί να παραβλεφθεί αν δεν ξεπερνιέται το όριο αυτό. Στην πραγματικότητα, οι περισσότερες αστοχίες συμβαίνουν αρκετά κάτω από τα όρια των φορτίων σχεδιασμού.

Οι σύνδεσμοι, για παράδειγμα, μερικές φορές έχουν μικρά ελαττώματα ή φθορές που ο έλεγχος αποτυγχάνει να εντοπίσει. Η εξέταση (*testing*) είναι ανεπαρκής για να εντοπίσει μικρές διαρροές, έτσι ώστε η πίεση, η θερμοκρασία και τα ασκούμενα φορτία να μετατρέπουν αυτές τις μικρές διαρροές σε μεγάλες. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι ένα μεγάλο ποσοστό των αστοχιών είναι αποτέλεσμα λειτουργικών παραγόντων (*operational factors*) και όχι σχεδιαστικών ή κατασκευαστικών ατελειών. Οι αναλύσεις κινδύνου και αξιοπιστίας πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και αυτούς τους τύπους αστοχίας.

Οι βάσεις δεδομένων αξιοπιστίας (*reliability databases*) είναι πλέον χρήσιμες για συστήματα, όπως για παράδειγμα τα ηλεκτρικά προϊόντα μαζικής παραγωγής (π.χ. αντιστάσεις και πυκνωτές), που χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες και υπό παρόμοιες συνθήκες λειτουργίας. Τα περισσότερα στοιχεία του εξοπλισμού που

χρησιμοποιούνται μέσα στη γεώτρηση είναι περιορισμένης παραγωγής και χρησιμοποιούνται κάτω από ποικίλες συνθήκες λειτουργίας. Αυτοί οι παράγοντες καθιστούν μάλλον αδύνατη την ανάπτυξη μιας ευρείας βάσης αξιόπιστων στατιστικών δεδομένων για την πετρελαϊκή βιομηχανία. Η κρίση των εμπειρογνομόνων που λαμβάνουν υπόψη τον σχεδιασμό των στοιχείων του εξοπλισμού και τις συνθήκες λειτουργίας τους συνήθως παρέχει πιο ρεαλιστικές εκτιμήσεις σχετικά με την αξιοπιστία των στοιχείων που συνθέτουν το σύστημα της γεώτρησης έναντι των στατιστικών δεδομένων αστοχίας τους.

Επιπροσθέτως, η διαδικασία της όρυξης μιας γεώτρησης είναι μια επαναληπτική διαδικασία όπου συμβαίνουν αλλαγές συνεχώς. Αυτές οι αλλαγές προσθέτουν, καταργούν ή αλλάζουν τους ανθρώπινους, επιχειρησιακούς και τεχνολογικούς παράγοντες επίδρασης στον κίνδυνο (*Risk Influence Factors - RIFs*) έτσι ώστε να μετριάζεται η επικινδυνότητα και οι κίνδυνοι να τίθενται υπό έλεγχο (Skogdalen et al, 2012).

Στον Πίνακα 7.1 που ακολουθεί περιγράφονται οι παράγοντες επίδρασης στον κίνδυνο (RIFs) σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση της BP Commission¹⁴ για διακριτές εγκαταστάσεις, λειτουργίες και περιβάλλοντα.

Πίνακας 7.1: Παράγοντες επίδρασης στον κίνδυνο (Risk Influence Factors - RIFs) σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση της BP Commission (Πηγή: Skogdalen et al, 2012)

Κατηγορίες κινδύνου	Παραδείγματα παραγόντων επίδρασης στον κίνδυνο
<p>1 Περιβαλλοντικός κίνδυνος σχετιζόμενος με το εξωτερικό περιβάλλον: Ο περιβαλλοντικός κίνδυνος που προκαλείται από δυναμικές συνθήκες όπως ο καιρός και από στατικές συνθήκες όπως το βάθος του νερού και η μορφολογία του πυθμένα. Ο εξοπλισμός όρυξης και οι εργαζόμενοι στην υπεράκτια εγκατάσταση είναι απευθείας εκτεθειμένοι στο φυσικό περιβάλλον.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Θερμοκρασία αέρα • Θερμοκρασία νερού • Άνεμος (π.χ. τυφώνες) • Βροχή/Χιόνι • Κυματισμός • Σεισμοί • Συνθήκες πυθμένα • Βάθος νερού • Αλατότητα νερού
<p>2 Περιβαλλοντικός κίνδυνος σχετιζόμενος με το γεωλογικό περιβάλλον: Ο γεωλογικός κίνδυνος που προκαλείται από την πολυπλοκότητα και την αβεβαιότητα των γεωλογικών συνθηκών. Η αβεβαιότητα στα αποτελέσματα των σεισμικών ερευνών αυξάνει τον γεωλογικό κίνδυνο.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Αποστάσεις μεταξύ των γεωτρήσεων • Πίεση • Θερμοκρασία • Ύπαρξη ψαμμιτικού οριζοντα • Διασφάλιση της ροής από τον ταμιευτήρα • Σχηματισμός με τάξη ρωγμάτωσης ή/και σπηλαιώσης • Λιθολογική διάκριση • Απώλειες κυκλοφορούντος ρευστού διάτρησης (lost

¹⁴ Εθνική Επιτροπή των ΗΠΑ για το Ατύχημα του Deepwater Horizon (National Commission on the BP Deepwater Horizon OilSpill and Offshore Drilling)

Κατηγορίες κινδύνου	Παραδείγματα παραγόντων επίδρασης στον κίνδυνο
	returns) • Πίεση σφραγίσματος της γεώτρησης (shut in pressure) • Διαφυγή ρευστού στο σχηματισμό • Ρυθμός εξέλιξης μιας έκρηξης (blowout rate)
3 Τεχνολογικός κίνδυνος σχετιζόμενος με την εγκατάσταση: Οι ασφαλείς δραστηριότητες απαιτούν την απαραίτητη ποιότητα και αξιοπιστία της εξέδρας γεωτρήσεων, του εξοπλισμού της γεώτρησης και του εξοπλισμού για τον έλεγχο της γεώτρησης. Η παρέκκλιση από την αναμενόμενη ποιότητα και αξιοπιστία αυξάνει τον τεχνολογικό κίνδυνο.	• Διατάξεις μέτρησης (instrumentation) • Αξιοπιστία και εγκυρότητα των διατάξεων μέτρησης • Αποτελεσματικότητα λειτουργίας του ρευστού διάτρησης • Εξοπλισμός ελέγχου των πιέσεων της γεώτρησης (απόδοση αντλίας, όγκος ρευστού διάτρησης, βαλβίδες κ.λπ.) • Διαθεσιμότητα μονάδων παραγωγής ενέργειας και παροχής ενέργειας σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης • Αντικρηκτικός μηχανισμός ασφαλείας (BOP) • Τύπος τσιμέντου • Σωλήνωση • Ωριμότητα νέων τεχνολογιών
4 Επιχειρησιακός κίνδυνος: Ο κίνδυνος που οφείλεται στις ανεπαρκείς ή ανεπιτυχείς εσωτερικές διαδικασίες, ανθρώπους και συστήματα.	• Εργασιακές πρακτικές • Καταλληλότητα προσωπικού (competence) • Επικοινωνία • Διοίκηση • Τεκμηρίωση • Προγραμματισμός των εργασιών

Παραδοσιακά, ειδικά στην Ποσοτική Ανάλυση Κινδύνου (Quantitative Risk Analysis – QRA), δίδεται περισσότερη έμφαση στον τεχνολογικό κίνδυνο και στην απόδοση των συστημάτων. Πολύ λιγότερη προσοχή δίδεται στους ανθρώπινους και επιχειρησιακούς παράγοντες επίδρασης στον κίνδυνο (human and organizational factors - HOFs). Η γνώση σχετικά με αυτούς τους παράγοντες κινδύνου ξεκίνησε στον τομέα της εργονομίας, δηλαδή, την τέχνης και της επιστήμης διασύνδεσης των ανθρώπων με τα συστήματα που οι ίδιοι σχεδιάζουν, κατασκευάζουν, λειτουργούν και συντηρούν. Αυτή η προσέγγιση επικεντρώνεται σε μια προληπτική μείωση της πιθανότητας δυσλειτουργιών. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας καταβλήθηκε μεγάλη ερευνητική προσπάθεια με στόχο την αποκάλυψη, την απομόνωση και τη μέτρηση/πρόβλεψη των ανθρώπινων και επιχειρησιακών παραγόντων επίδρασης στον κίνδυνο

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για την ανάλυση των ως άνω παραγόντων στην πετρελαϊκή βιομηχανία, όπως, λόγου χάρη, το Μοντέλο Οργανωτικών Παραγόντων Επίδρασης στον Κίνδυνο (Organisational Risk Influence Model-ORIM), η Ανάλυση Κινδύνων Διατάξεων Απομόνωσης Γεωτρήσεων και Επιχειρησιακών Κινδύνων (Barrier and Operational

Risk Analysis-BORA) και η Υπό Όρους Επιχειρησιακή Ασφάλεια (Operational Conditional Safety-OTS) (Skogdalen et al, 2012).

Ο Πίνακας 7.2. παρουσιάζει τους ανθρώπινους και επιχειρησιακούς παράγοντες επίδρασης στον κίνδυνο που εντοπίζονται και ελέγχονται κατά την εκπόνηση της Υπό Όρους Επιχειρησιακής Ασφάλειας (OTS). Η κύρια αρχή της μεθόδου OTS είναι ότι η αξιολόγηση των επιχειρησιακών συνθηκών ασφάλειας θα πρέπει να βασίζεται στον κίνδυνο, δηλαδή ότι η επιλογή των παραγόντων που θα πρέπει να βασίζεται σε αυτούς που ενέχουν τη μεγαλύτερη επικινδυνότητα (Skogdalen et al, 2012).

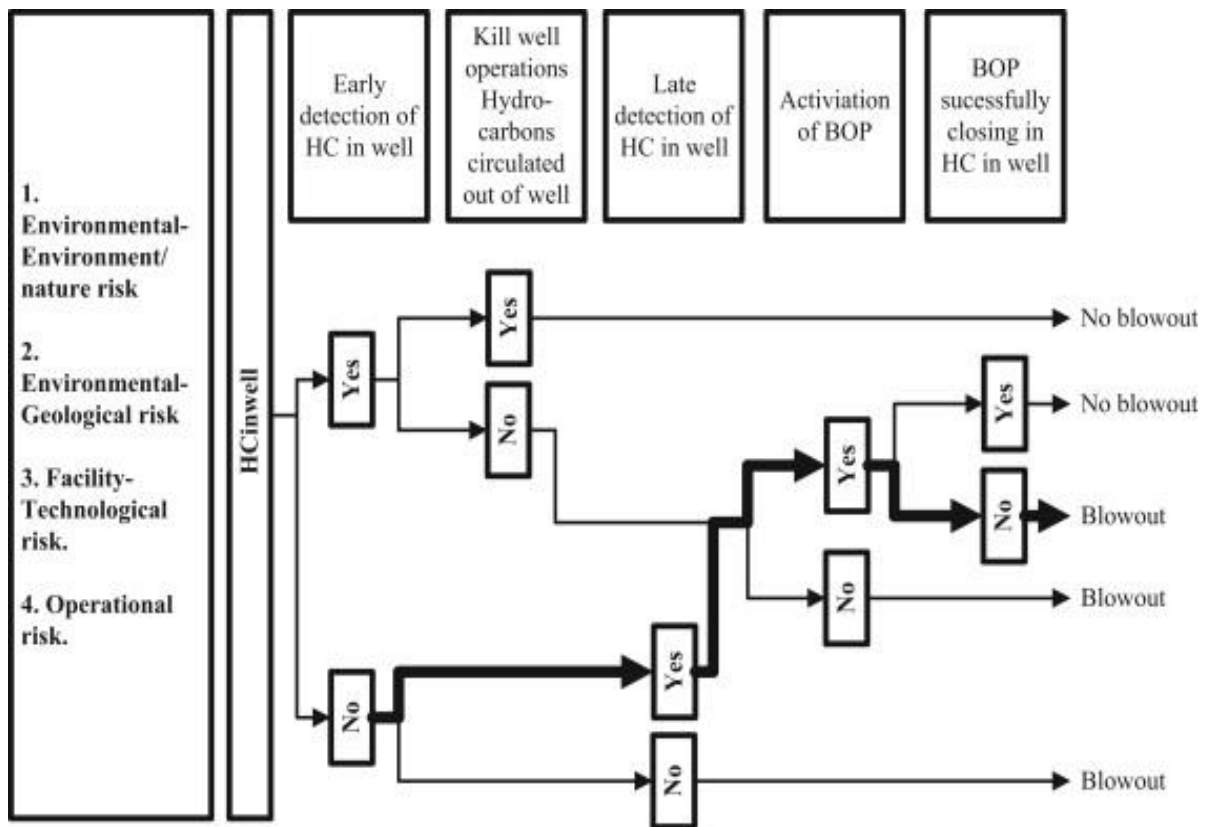
Πίνακας 7.2: Ανθρώπινοι και επιχειρησιακοί παράγοντες που επηρεάζουν την επικινδυνότητα (Πηγή: Skogdalen et al, 2012)

Εργασιακές πρακτικές	Πολυπλοκότητα μιας ανατεθείσας εργασίας, ευκολία λάθους, βέλτιστη πρακτική/συνήθης πρακτική, κατάλογοι ελέγχου (checklists) και διαδικασίες, λανθάνουσες αποκλίσεις και έλεγχος των δραστηριοτήτων.
Καταλληλότητα προσωπικού	Κατάρτιση, εκπαίδευση, γενικά και ειδικά μαθήματα, γνώση του συστήματος κ.λπ.
Επικοινωνία	Επικοινωνία μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών στη διαδικασία του σχεδιασμού, της υλοποίησης, του ελέγχου και της δράσης (plan, act, check and do).
Διοίκηση	Διοίκηση του εργατικού δυναμικού, εποπτεία, προσήλωση στην ασφάλεια, ξεκάθαρος και ακριβής καταμερισμός ευθυνών και ρόλων, αλλαγή διοίκησης.
Τεκμηρίωση	Βάσεις δεδομένων για υποστήριξη, προσβασιμότητα και ποιότητα της τεχνικής πληροφορίας, σύστημα έγγραφης άδειας εργασίας (work permit system), ανάλυση καθηκόντων ασφάλειας (safety job analysis), διαδικασίες (ποιότητα και προσβασιμότητα)
Προγραμματισμός των εργασιών	Πίεση χρόνου, φόρτος εργασίας, άγχος, εργασιακό περιβάλλον, κούραση (εργασία σε βάρδιες), εργαλεία και ανταλλακτικά, περιπλοκότητα των διαδικασιών, διασύνδεση ανθρώπων-συστημάτων (man-machine-interface), εργονομία

Πολλές από τις βασικές διαπιστώσεις στις εκθέσεις για το ατύχημα στο Macondo σχετίζονται με τους ανθρώπινους και επιχειρησιακούς παράγοντες επίδρασης στον κίνδυνο και περιγράφονται στον Πίνακα 5.2. Έρευνα κατέδειξε ότι αυτοί οι παράγοντες καλύπτουν επίσης τις περισσότερες από τις αδυναμίες των σύγχρονων μεθόδων εργασίας στον τομέα

των γεωτρήσεων. Η εν λόγω έρευνα αποτελούσε τμήμα ενός εκτεταμένου προγράμματος έρευνας και ανάπτυξης (R&D program) σχετικά με τις γεωτρήσεις και την όρυξή τους που εκπονήθηκε για λογαριασμό της νορβηγικής πετρελαϊκής βιομηχανίας (Skogdalen et al, 2012).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της σημασίας των ανθρώπινων και επιχειρησιακών παραγόντων επίδρασης στον κίνδυνο αποτελεί ο τρόπος με τον οποίο η συνεργασία μεταξύ ανθρώπων είναι απαραίτητη για τον έλεγχο μια αιφνίδιας εισροής αερίου στη γεώτρηση (Εικόνα 7.3). Τα σκούρα βελάκια δείχνουν τη διαδρομή που ακολουθήθηκε στο ατύχημα στον Κόλπο του Μεξικού, η οποία, κρίνοντας εκ του αποτελέσματος, υπήρξε σαφώς εσφαλμένη.



Εικόνα 7.3: Ανθρώπινη συνεργασία στις διαδικασίες πλήρους κλεισίματος μιας γεώτρησης. Με σκούρο μαύρο παρουσιάζεται η διαδρομή που ακολουθήθηκε πριν το ατύχημα του Deepwater Horizon (Πηγή: Skogdalen et al, 2012)

7.4.2. Ανάλυση κόστους- οφέλους

Σχεδόν κάθε απόφαση περιλαμβάνει επιλογές οι οποίες κοστίζουν και οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να αποφέρουν όφελος ή ζημία. Οι αναλύσεις κόστους-οφέλους βοηθούν στη λήψη αποφάσεων, όπως για τα σχεδιαζόμενα ερευνητικά κόστη που σταθμίζονται έναντι των πιθανών κερδών από τον εντοπισμό αυξημένων αποθεμάτων.

Πολλά εναλλακτικά σενάρια ανάπτυξης πεδίων και σχεδιασμών γεωτρήσεων επιδρούν σημαντικά στον κίνδυνο απώλειας παραγωγής ή αναβολής έναρξής της, στον κίνδυνο να πρέπει επιδιόρθωσης ή ακόμα και επανόρυξης μιας ήδη ορυχθείσας γεώτρησης, στον κίνδυνο τραυματισμού του προσωπικού και στον κίνδυνο έκρηξης στη γεώτρηση. Οι αναλύσεις κινδύνων είναι πολύτιμα εργαλεία αξιολόγησης για την εκτέλεση τεχνικών ελέγχων σε νέους και καινοτόμους σχεδιασμούς γεωτρήσεων.

Οι αναλύσεις κινδύνου περιλαμβάνουν και τις τυπικές εργασίες που εκτελούνται από εργολάβους ή/και το τακτικό προσωπικό. Αυτά τα εργαλεία ανάλυσης κινδύνου παρέχουν μια οργανωμένη μεθοδολογία που συνδυάζει την επιστημονική ανάλυση, τα στατιστικά στοιχεία και την κρίση των εμπειρογνομόνων στην εκτίμηση των μελλοντικών αποτελεσμάτων.

Υπάρχουν πολλά εργαλεία εκτίμησης κινδύνου και αξιοπιστίας για την πρόβλεψη της αποτελεσματικότητας εναλλακτικών σχεδιασμών γεωτρήσεων.

Η ανάλυση του τρόπου αστοχίας, των επιπτώσεων και των συνεπειών (Failure mode, effect and consequence analysis - FMECA), για παράδειγμα, εξετάζει την αξιοπιστία του σχεδιασμού του συστήματος μιας γεώτρησης. Αυτός ο τύπος ανάλυσης (FMECA) επιτρέπει κατά τον σχεδιασμό των γεωτρήσεων να εντοπιστούν πιθανοί τρόποι αστοχίας των στοιχείων του συστήματος της γεώτρησης και να εξεταστούν οι συνέπειες της αστοχίας καθενός στοιχείου εξ αυτών.

Ομοίως, κατά τον σχεδιασμό γεωτρήσεων χρησιμοποιείται η Μελέτη Κινδύνου και Λειτουργικότητας (hazard and operability study - HAZOP) για να αξιολογηθεί μια λειτουργική διαδικασία (operating procedure). Η μελέτη HAZOP καθιστά δυνατή την αξιολόγηση κάθε βήματος μιας διαδικασίας και την εξέταση των συνεπειών, όπως, για παράδειγμα, τραυματισμός προσωπικού, βλάβη εξοπλισμού ή χαμένος χρόνος.

Τα δέντρα σφαλμάτων (fault trees) συνδυάζουν την αξιοπιστία των στοιχείων που συνθέτουν το σύστημα της γεώτρησης για την εκτίμηση της πιθανότητας μιας έκρηξης.

7.4.3. Ποιοτική εκτίμηση κινδύνου

Για μία γρήγορη εκτίμηση του κινδύνου, μπορεί κανείς να κατατάξει κάθε γεγονός από υψηλού έως χαμηλού κινδύνου και να χαρακτηρίσει τις συνέπειές του από ακραίες μέχρι αμελητέες, με πολλές ενδιάμεσες διαβαθμίσεις.

Ένα γεγονός μπορεί να είναι η ανεπάρκεια ενός εξαρτήματος ή ενός βήματος μιας διαδικασίας λειτουργίας να επιτύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, ένα γεγονός που ταξινομείται ως μεγάλης πιθανότητας μπορεί να αναμένεται να συμβεί μία φορά το χρόνο. Ένα μέσης πιθανότητας γεγονός μπορεί να είναι μία αστοχία ανά 10 χρόνια, και ένα μικρής πιθανότητας γεγονός να συμβεί μία φορά σε 100 χρόνια. Κάθε γεγονός αξιολογείται και κατηγοριοποιείται ανάλογα με την πιθανότητα της εμφάνισης και της σοβαρότητας των συνεπειών που προκαλεί.

Αυτό το είδος της ανάλυσης χρησιμοποιείται συνήθως για την αξιολόγηση του κινδύνου που σχετίζεται με μια νέα συσκευή, σχεδιασμό ή διαδικασία. Η κατάταξη ενός γεγονότος ως υψηλής επικινδυνότητας (μεγάλη πιθανότητα να συμβεί και σοβαρές συνέπειες) μπορεί να «δείξει κόκκινη κάρτα» που εμποδίζει να συντελεστεί μια αλλαγή.

Δυστυχώς, αυτή η προσέγγιση είναι σχετικά υποκειμενική και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει προκαταλήψεις και προσωπικές επιδιώξεις. Ακόμη και η «αμερόληπτη αξιολόγηση» από έναν ανεξάρτητο αναλυτή μπορεί να τεθεί υπό αμφισβήτηση, καθώς είναι εξαιρετικά εύκολο να «σπρώξει την κατάταξη» μία θέση ή δύο για να ικανοποιήσει τη φυσική τάση του ανθρώπου να ενδίδει στις προκαταλήψεις του.

Ένας άλλος τρόπος ώστε να αποφεύγονται μη αποδεκτές αξιολογήσεις που παρεμποδίζουν τις περαιτέρω αλλαγές είναι ένα σύστημα να διαχωριστεί σε αρκετά επιμέρους τμήματα ή μια λειτουργία σε αρκετά μικρά βήματα.

Μια τελική αξιολόγηση απαιτεί τη σύγκριση του συνολικού κινδύνου όλων των σταδίων μιας εναλλακτικής λειτουργίας με το συνολικό κίνδυνο όλων των σταδίων μιας άλλης εναλλακτικής λύσης. Ομοίως, μία εκτίμηση κινδύνου πρέπει να εξετάσει περισσότερα

από μερικά στοιχεία που παρουσιάζονται ως τα κρισιμότερα. Αρκετά γεγονότα μέτριου κινδύνου μπορούν να «αθροίζονται» στο ίδιο σύνολο με μερικά γεγονότα υψηλού κινδύνου.

Παρά τις αδυναμίες της, η ποιοτική εκτίμηση των κινδύνων είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για τη γρήγορη καταγραφή των απόψεων ανθρώπων με διαφορετικό υπόβαθρο, παρέχοντας έτσι μια γενική επισκόπηση για τη λήψη αποφάσεων.

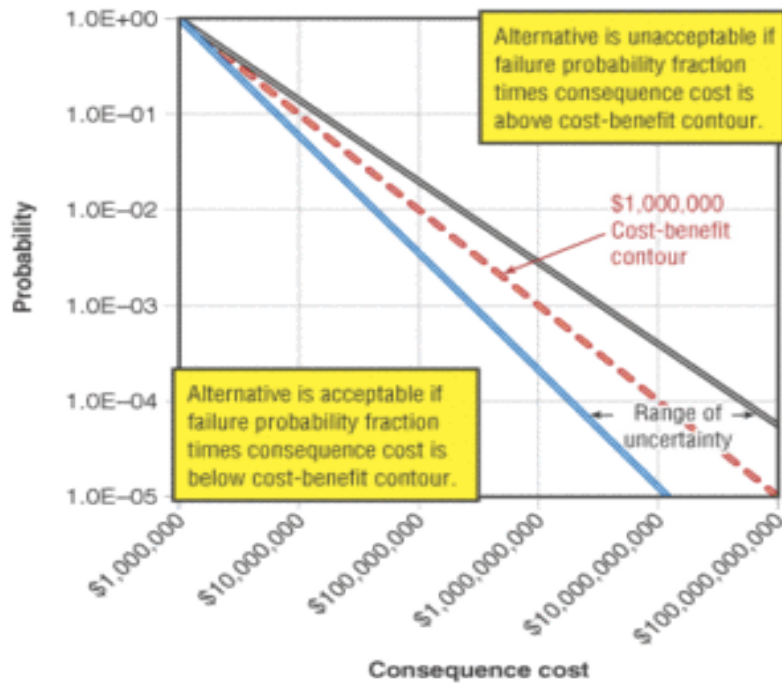
7.4.4. Ποσοτική εκτίμηση κινδύνου

Μια πιο λεπτομερής ανάλυση ποσοτικοποιεί την πιθανότητα αστοχίας και τις συνέπειες αυτής της αστοχίας στην κατεύθυνση μιας ανάλυσης κόστους-οφέλους. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 7.4.1, το κόστος κινδύνου (riskex) προσδιορίζεται ως πιθανότητα πολλαπλασιαζόμενη με το κόστος των συνεπειών.

Για παράδειγμα, μια προτεινόμενη εναλλακτική λύση ως προς τον σχεδιασμό μιας γεώτρησης αναμένεται να εξοικονομήσει 1 εκατ. δολάρια σε κεφαλαιακές δαπάνες (capex) και λειτουργικά έξοδα (opex). Ο νέος σχεδιασμός ή διαδικασία λειτουργίας θεωρείται ότι αξίζει τον κόπο, όταν η αναμενόμενη αύξηση του κόστους κινδύνου (riskex) στο σχετικό διάγραμμα (Εικόνα 7.4), βρίσκεται κάτω και αριστερά από τη διακεκομμένη καμπύλη του 1 εκατ. δολαρίων. Με άλλα λόγια όταν η αναμενόμενη αύξηση του κόστους κινδύνου (riskex) είναι μικρότερη από τη μείωση κατά 1 εκατ. δολάρια στις κεφαλαιακές δαπάνες και τα λειτουργικά έξοδα.

Estimates of rare events are more uncertain

Cost-benefit analysis



Εικόνα 7.4: Ανάλυση κόστους-οφέλους με ποσοτική εκτίμηση του κινδύνου (Πηγή: Goldsmith, 2005)

Τα δεδομένα αξιοπιστίας είναι ανεπαρκή για γεγονότα χαμηλής πιθανότητας και υψηλών συνεπειών. Η αβεβαιότητα στην καμπύλη κόστους-οφέλους είναι πολύ μεγαλύτερη στην περιοχή χαμηλής πιθανότητας. Οι εκτιμήσεις του κεφαλαιακού κόστους (capex) είναι συνήθως πιο ακριβείς από αυτές που αφορούν σε άλλα κόστη. Οι εκτιμήσεις λειτουργικού κόστους (opex) είναι λιγότερο βέβαιες από αυτές του κεφαλαιακού κόστους (capex), αλλά έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια έναντι των εκτιμήσεων του κόστους κινδύνου (riskex). Μια απλή άθροιση όλων αυτών των κατηγοριών κόστους μπορεί να είναι παραπλανητική ή ανεπαρκής. Περισσότερο εμπειρισταωμένη ανάλυση επιτρέπει την αξιολόγηση ειδικότερων παραγόντων που επηρεάζουν την επικινδυνότητα. Ορισμένες φορές είναι δυνατό να μειωθεί η επικινδυνότητα με βελτίωση της παρακολούθησης (monitoring) και του ελέγχου ποιότητας (quality control).

Μερικές φορές οι αναλύσεις κόστους-οφέλους θα πρέπει να χρησιμοποιούν παράγοντες απροθυμίας ανάληψης κινδύνου (risk aversion factors). Για παράδειγμα, μία

πιθανότητα αστοχίας μία-στις-χίλιες μπορεί να είναι αποδεκτή για μια αστοχία που οδηγεί σε δαπανηρή επισκευή, αλλά το επίπεδο αποδοχής για τραυματισμό του προσωπικού ή απώλεια ανθρώπινης ζωής είναι πολύ χαμηλότερο, ανεξάρτητα από το οικονομικό κόστος.

Οι λειτουργίες μπορεί να βελτιωθούν όταν οι άνθρωποι ενθαρρύνονται να παίρνουν λελογισμένους κινδύνους (calculated risks). Ωστόσο, η ενθάρρυνση για την ανάληψη κινδύνων πρέπει να επιτρέπεται υπό την προϋπόθεση ότι οι δυνητικές συνέπειες της αστοχίας είναι περιορισμένες. Ένα άτομο πρέπει να αναμένεται να διαχειρίζεται τους κινδύνους που βρίσκονται εντός των ορίων της αρμοδιότητάς του, αλλά δεν θα πρέπει να αναλαμβάνει κινδύνους με δυνητικές επιπτώσεις πέραν αυτών των ορίων.

Ένας διοικητικός παράγοντας σε μια υπεράκτια γεωτρητική δραστηριότητα μπορεί να ενθαρρύνεται να λαμβάνει αποφάσεις όπου διακυβεύονται εκατομμύρια δολάρια. Η αποδοχή μιας εναλλακτικής λύσης σχεδιασμού γεώτρησης με σημαντικό κίνδυνο έκρηξης, ωστόσο, απαιτεί συνήθως την έγκριση από υψηλότερο επιτελικό επίπεδο.

Τα παραπάνω καθιστούν ξεκάθαρη την ανάγκη ύπαρξης ρυθμίσεων και κανονισμών σε πολιτειακό επίπεδο, που να ορίζουν τις απαιτήσεις εκτιμήσεων κινδύνου, καθώς και τους όρους αντιμετώπισης τέτοιων γεγονότων. Η έκρηξη σε μια γεώτρηση ή η απώλεια ανθρώπινης ζωής έχουν επιπτώσεις σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη και αμαυρώνουν την εικόνα ολόκληρης της πετρελαϊκής βιομηχανίας.

7.4.5. Άμβλυση των κινδύνων σε μια υπεράκτια γεώτρηση με την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας

Η ενσωμάτωση πρακτικών και τεχνολογιών για την άμβλυση των κινδύνων στο σχεδιασμό γεωτρήσεων είναι θεμελιώδους σημασίας για τη διαχείριση των κινδύνων σε κάθε περίπτωση όρυξης και ολοκλήρωσης μιας γεώτρησης.

Η διαχείριση της επικινδυνότητας κατά την όρυξη των γεωτρήσεων απαιτεί την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι τεχνολογίες και οι πρακτικές μπορούν να βελτιώσουν το προφίλ των κινδύνων (risk profile) και να προσθέσουν αξία. Αυτό απαιτεί την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η διαδικασία της εκτίμησης επικινδυνότητας μπορεί να εφαρμοστεί τόσο για την επιλογή πρακτικών, όσο και τεχνολογιών. Από την άποψη της

διαχείρισης των κινδύνων της όρυξης, προστιθέμενη αξία σημαίνει επίσης βελτίωση του προφίλ των κινδύνων, όπως επίσης και κατανόηση ότι κάθε νέο ή πρόσθετο μέσο άμβλυνσης των κινδύνων πρέπει να δείξει θετικό κόστος και οφέλη (positive costs and benefits) από την άποψη στάθμισης του κινδύνου (risk adjusted perspective). Κάθε νέο μέσο άμβλυνσης πρέπει πρώτα να μειώσει την πιθανότητα να συμβεί ένα επικίνδυνο γεγονός και το κόστος στάθμισης του κινδύνου (risk adjusted cost) να είναι οικονομικά επωφελές για το συνολικό εγχείρημα. Συνεπώς, είναι σημαντικό να κατανοηθεί πώς οι τεχνολογίες μπορούν να βελτιώσουν τη δυνατότητα μετριασμού και διαχείρισης του κινδύνου και να βελτιώσουν την τελική αξία της γεώτρησης (Pritchard, 2011).

Οι πολλές και διαφορετικές, διαθέσιμες τεχνολογίες για να βοηθήσουν στην όρυξη πολύπλοκων γεωτρήσεων συχνά δεν χρησιμοποιούνται επαρκώς. Υπό το πρίσμα του σύγχρονου φόρτου εργασίας των μηχανικών γεωτρήσεων και των αναδόχων, είναι πιο εύκολο να εφαρμόσει κανείς αυτό με το οποίο είναι περισσότερο εξοικειωμένος ή που έχει γενικά δουλέψει σε αντίστοιχες περιπτώσεις στο παρελθόν παρά να εφαρμόσει την «πλέον κατάλληλη για την περίπτωση» τεχνολογία. Αντίθετα, η εφαρμογή τεχνολογίας «για χάρη της τεχνολογίας» αποτελεί σπάνια την καλύτερη προσέγγιση, ειδικά σε περιπτώσεις όπου η απλή εφαρμογή καλών πρακτικών όρυξης αποτελεί τη βέλτιστη λύση (M. Pritchard, 2011).

Μελέτες που διεξήχθησαν κατά την τελευταία δεκαετία έδειξαν ότι περίπου το 50% των κινδύνων κατά την όρυξη που έχουν ως αποτέλεσμα μη παραγωγικό χρόνο, μπορούν είτε να αποφευχθούν, είτε να μετριαστούν με τη χρήση ορθών πρακτικών γεώτρησης, όπως η συνεχής παρακολούθηση των παραμέτρων της γεώτρησης (“well listening”). Οι περισσότεροι από τους υπόλοιπους κινδύνους μπορούν επίσης να αποφευχθούν ή να περιοριστούν με τη χρήση νέων τεχνολογιών όρυξης, όπως: η όρυξη με χρήση σωλήνωσης (Drilling with Casing - DwC) ή η όρυξη με χρήση liners (drilling with liners – DwL), η όρυξη υπό διαχειριζόμενη πίεση (managed pressure drilling - MPD) ή η χρήση συμπαγών διογκούμενων liner (solid expandable liner).

7.5. Τεχνική εφικτότητα υπεράκτιων γεωτρήσεων στο Ιόνιο Πέλαγος & Νότια της Κρήτης

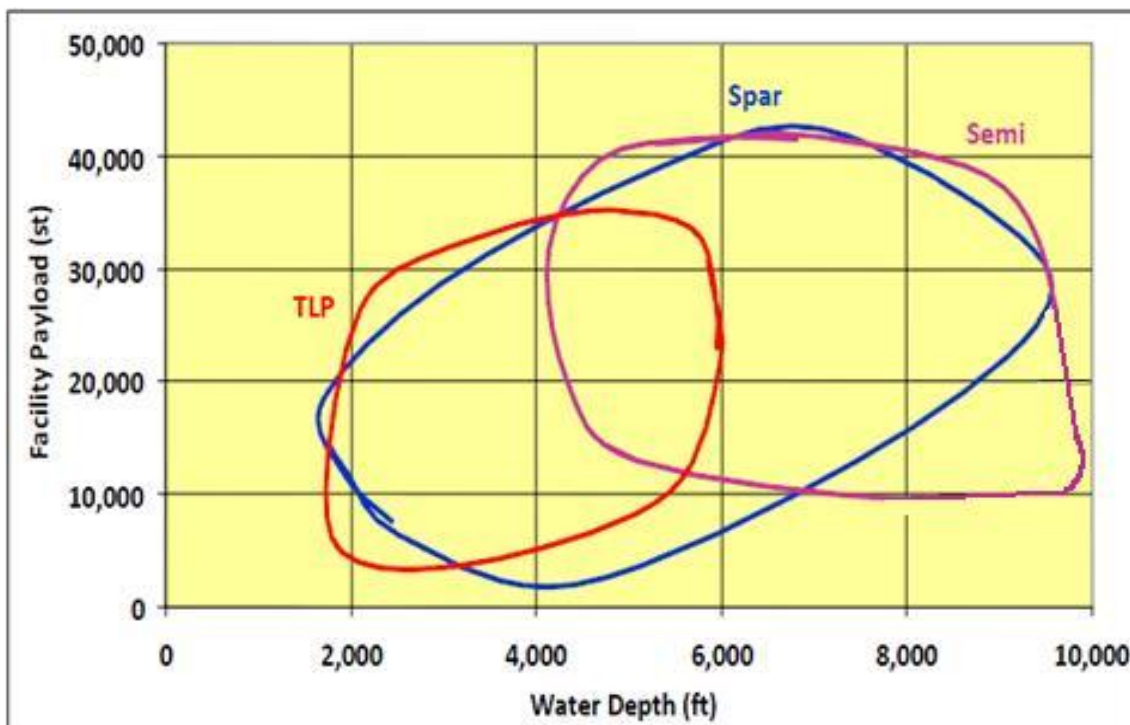
Με τον όρο τεχνική εφικτότητα νοείται η τεχνολογία, αλλά και η τεχνογνωσία που είναι διαθέσιμες για την υλοποίηση μιας γεώτρησης (ερευνητικής, ανάπτυξης ή παραγωγικής) στη θαλάσσια περιοχή του Ιονίου Πελάγους και νότια της Κρήτης. Όσον αφορά στην τεχνολογία, η επιλογή της γίνεται και με κριτήριο της άμβλυνση των κινδύνων που σχετίζονται με αυτές τις θαλάσσιες δραστηριότητες, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα.

7.5.1. Παράμετροι επιλογής κατάλληλης τεχνολογίας

Αρχικά, πρέπει να γίνει η επιλογή της κατάλληλης γεωτρητικής εξέδρας. Η επιλογή της κατάλληλης γεωτρητικής εξέδρας στηρίζεται στις ακόλουθες βασικές τεχνικές παραμέτρους:

- την υφιστάμενη τεχνογνωσία,
- την έκταση του πεδίου,
- το βάθος του νερού, και
- το βάθος του στόχου.

Στην ακόλουθη Εικόνα 7.5 παρουσιάζεται το φάσμα εφαρμογής ορισμένων τύπων πλωτών εξεδρών: ημιβυθιζόμενων εξεδρών (semi-submersibles - semi), εξεδρών με κυλινδρικό στέλεχος (spar) και εξεδρών εντατικής επίπλευσης (TLP), συναρτήσει του βάθους της θάλασσας και του ωφέλιμου φορτίου της εγκατάστασης (facility payload).



Εικόνα 7.5: Επίδραση του βάθους της θάλασσας και του ωφέλιμου φορτίου της εγκατάστασης στην επιλογή πλωτής εξέδρας τύπου TLP, SPAR και ημιβυθιζόμενης. (Πηγή: Floatec)

Επιπλέον, θα πρέπει να γίνει σύγκριση επιμέρους χαρακτηριστικών αυτών των τύπων εξεδρών έτσι ώστε όχι μόνο να μετριαστούν οι κίνδυνοι, αλλά ταυτόχρονα να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας της εξέδρας με τη βέλτιστη δυνατή επιλογή χαρακτηριστικών.

Στον ακόλουθο Πίνακα 7.3 παρουσιάζεται σύγκριση των βασικών παραμέτρων επιλογής τεσσάρων τύπων πλωτών εξεδρών που χρησιμοποιούνται, ως επί το πλείστον, στις υπεράκτιες γεωτρήσεις, και δη σε μεγάλο βάθος θάλασσας, και οι οποίοι είναι:

- Ημιβυθιζόμενη εξέδρα (semi-submersible rig)
- Εξέδρα εντατικής επίπλευσης (tension leg platform – TLP)
- Εξέδρα με κυλινδρικό στέλεχος (spar rig)
- Πλωτή μονάδα παραγωγής, αποθήκευσης και εκφόρτωσης (floating production & storage unit - FPSO) (εξέδρες τύπου πλοίου)

Πίνακας 7.3: Βασικές παράμετροι επιλογής τεσσάρων τύπων πλωτών εξεδρών (Πηγή: Floatec)

Τύπος εξέδρας	TLP	Spar	Semi	FPSO (εξέδρα τύπου πλοίου)
Παράμετρος επιλογής				
Βάθος νερού	έως 1.500m	Χωρίς πρακτικό όριο	Χωρίς πρακτικό όριο	Χωρίς πρακτικό όριο
Θέση εγκατάστασης Christmas tree	Επιτυθμένο (wet tree) ή πάνω στην εξέδρα (dry tree)	Επιτυθμένο (wet tree) ή πάνω στην εξέδρα (dry tree)	Επιτυθμένο (wet tree)	Επιτυθμένο (wet tree)
Δυνατότητα όρυξης/συντήρησης γεώτρησης (drilling/workover)	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι
Δυνατότητα αποθήκευσης	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Τοποθέτηση και διατήρηση θέσης (station-keeping)	Με χαλύβδινους τένοντες (steel tendons)	Με τεντωμένα συρματόσχοινα ή πολυεστερικά σχοινιά (taut-spread wire or poly)	Με συνδυασμό τεντωμένων συρματόσχοινων ή πολυεστερικών σχοινιών & αλυσοειδών γραμμών (semi-taut spread wire or poly)	Με συνδυασμό τεντωμένων συρματόσχοινων ή πολυεστερικών σχοινιών & αλυσοειδών γραμμών (semi-taut spread wire or poly)
Τύπος riser ¹	SCR/TTR χωρίς περιορισμούς	SCR/TTR χωρίς περιορισμούς	SCR: απαιτεί βελτιστοποίηση της δυνατότητας κίνησης TTR: μη επιτρεπτό	SCR: επιτρεπτό μόνο σε ήπιο περιβάλλον TTR: μη επιτρεπτό
Ενσωμάτωση καταστρώματος πάνω στο πλωτό τμήμα της εξέδρας (topside integration)	Στην αποβάθρα (quayside) ή επί-τόπου κατόπιν πλωτής μεταφοράς του καταστρώματος (floatover)	Υπεράκτια (offshore) ή επί-τόπου κατόπιν πλωτής μεταφοράς του καταστρώματος (floatover)	Στην αποβάθρα (quayside) ή επί-τόπου κατόπιν πλωτής μεταφοράς του καταστρώματος (floatover)	Στην αποβάθρα (quayside)
Ευελιξία μίσθωσης (contracting flexibility)	Καλή	Καλή	Καλύτερη	Βέλτιστη
Περιορισμοί λόγω του βάρους της γάστρας/κατασκευής ως προς το βάρος του καταστρώματος (hull/structure weight sensitivity to topside)	Πλείστοι	Κάποιου βαθμού	Κάποιου βαθμού	Ελάχιστοι

¹ Αφορά σε δύο βασικούς τύπους riser: Steel Catenary Riser (SCR) – Χαλύβδινο riser αλυσοειδούς γραμμής & Top-Tensioned Riser (TTR) – Κατακόρυφο riser εντεταμένο στην κορυφή.

Με τον όρο «ευελιξία μίσθωσης» νοείται η αναγκαιότητα ή μη αγοράς της εξέδρας και, κυρίως, η διαθεσιμότητά της προς μίσθωση. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή την παράμετρο, καθώς και τη δυνατότητα αποθήκευσης καθίσταται εμφανές ότι υπερτερούν οι μονάδες FPSO, διότι παρουσιάζουν τη βέλτιστη ευελιξία μίσθωσης και διαθέτουν παράλληλα και δυνατότητα αποθήκευσης που μπορεί να φτάνει σε κάποιες εκατοντάδες χιλιάδες βαρέλια πετρελαίου.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω βασικές παραμέτρους επιλογής πλωτής εξέδρας, στη συνέχεια εξετάζονται ορισμένα θεμελιώδη χαρακτηριστικά του κάθε τύπου, όπως: οι κινήσεις της εξέδρας και τα προβλήματα που προκαλούν, η προσαρμοστικότητα στο βάθος του νερού, η μέθοδος αγκύρωσής της κ.ά. Επίσης, πάντα λαμβάνεται υπόψη τόσο ο χρόνος μεταφοράς όσο και το κόστος μεταφοράς της εξέδρας στη θέση εγκατάστασής της. Στον ακόλουθο Πίνακα 7.4 γίνεται συγκριτική παρουσίαση των θεμελιωδών χαρακτηριστικών των τεσσάρων τύπων πλωτών εξεδρών του Πίνακα 7.3.

Πίνακας 7.4: Συγκριτική παρουσίαση θεμελιωδών χαρακτηριστικών τεσσάρων τύπων πλωτών εξεδρών (Πηγή: Floatec)

Τύπος εξέδρας	TLP	Spar	Semi	FPSO (εξέδρα τύπου πλοίου)
Χαρακτηριστικό				
Προσαρμοστικότητα στο βάθος νερού	Μικρή	Καλύτερη		
Προβλήματα που σχετίζονται με την κίνηση της εξέδρας	Ελάχιστα – Πολύ χαμηλή κατακόρυφη κίνηση	Περιορισμένα – Χαμηλή κατακόρυφη κίνηση / Ευαίσθητη σε κύματα μεγάλης περιόδου (long-period waves)	Οι κινήσεις της εξέδρας περιορίζουν τη χρήση επιτυθμένου Christmas tree	Οι κινήσεις της εξέδρας περιορίζουν τη χρήση επιτυθμένου Christmas tree
Τρόπος μεταφοράς της εξέδρας	Σε μια διαδρομή (ολόκληρη η κατασκευή μαζί)	Πρώτα μεταφέρεται η γάστρα	Σε μια διαδρομή (ολόκληρη η κατασκευή μαζί)	Σε μια διαδρομή (ολόκληρη η κατασκευή μαζί)
Εγκατάσταση καταστρώματος πάνω στο πλωτό τμήμα της εξέδρας	Στην αποβάθρα – ανύψωση & εγκατάσταση του καταστρώματος (quayside deck lift & integration)	Υπεράκτια – ανύψωση & εγκατάσταση του καταστρώματος πάνω στη γάστρα (offshore deck lift & integration)	Στην αποβάθρα – ανύψωση & εγκατάσταση του καταστρώματος (quayside deck lift & integration)	Στο ναυπηγείο – ανύψωση & ενσωμάτωση δομικού στοιχείου (shipyard module lift & integration)
Σύστημα πρόσδεσης/αγκύρωσης της εξέδρας (mooring system)	Κατακόρυφοι τένοντες (vertical tendons)	Τεντωμένες γραμμές πρόσδεσης ή συνδυασμός τεντωμένων & αλυσσοειδών γραμμών πρόσδεσης (taut or semi-taut spread mooring legs)		Αλυσσοειδείς γραμμές πρόσδεσης (spread catenary) ή πρόσδεση μέσω πυργίσκου (turret moored)

Τύπος εξέδρας Χαρακτηριστικό	TLP	Spar	Semi	FPSO (εξέδρα τύπου πλοίου)
Αποτύπωμα συστήματος πρόσδεσης/αγκύρωσης στον πυθμένα (mooring footprint)	Μικρό και συμπαγές, ίδιων διαστάσεων με τη γάστρα	Μεγάλο, περίπου διπλάσιο του βάθους νερού. Επηρεάζει το γενικό σχέδιο ανάπτυξης του πεδίου, αλλά παρέχει ευελιξία ως προς την όρυξη		
Τρόποι υποστήριξης κατακόρυφου riser εντεταμένου στην κορυφή (TTR support)	Εντατήρες μικρής διαδρομής (short stroke tensioners)	Αεροθάλαμοι (air cans) ή εντατήρες μακράς διαδρομής (long stroke tensioners)	Μη διαθέσιμοι	Μη διαθέσιμοι
Διαμέρισμα γεώτρησης (wellbay)	Συμβατικό, εντός στύλων (within columns)	Περιορισμένο εντός ειδικού ανοίγματος στο μέσο της εξέδρας (moonpool)	Μη διαθέσιμο	Μη διαθέσιμο
Δυνατότητα αποθήκευσης	Όχι	Ναι, αλλά μη συμβατική	Όχι	Ναι, συμβατική

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 6.2 στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας σχεδιάστηκε βαθυμετρικός χάρτης της θαλάσσιας περιοχής του Ιονίου Πελάγους και Νότια της Κρήτης, όπου γίνεται η διάκριση των βαθών σε τέσσερις κατηγορίες, ως εξής (Εικόνα 7.6):

- < 300 m (κόκκινο χρώμα),
- 300 - 1500 m (κίτρινο χρώμα),
- 1500 – 3000 m (γαλάζιο χρώμα), και
- > 3000 m (σκούρο μπλε χρώμα).

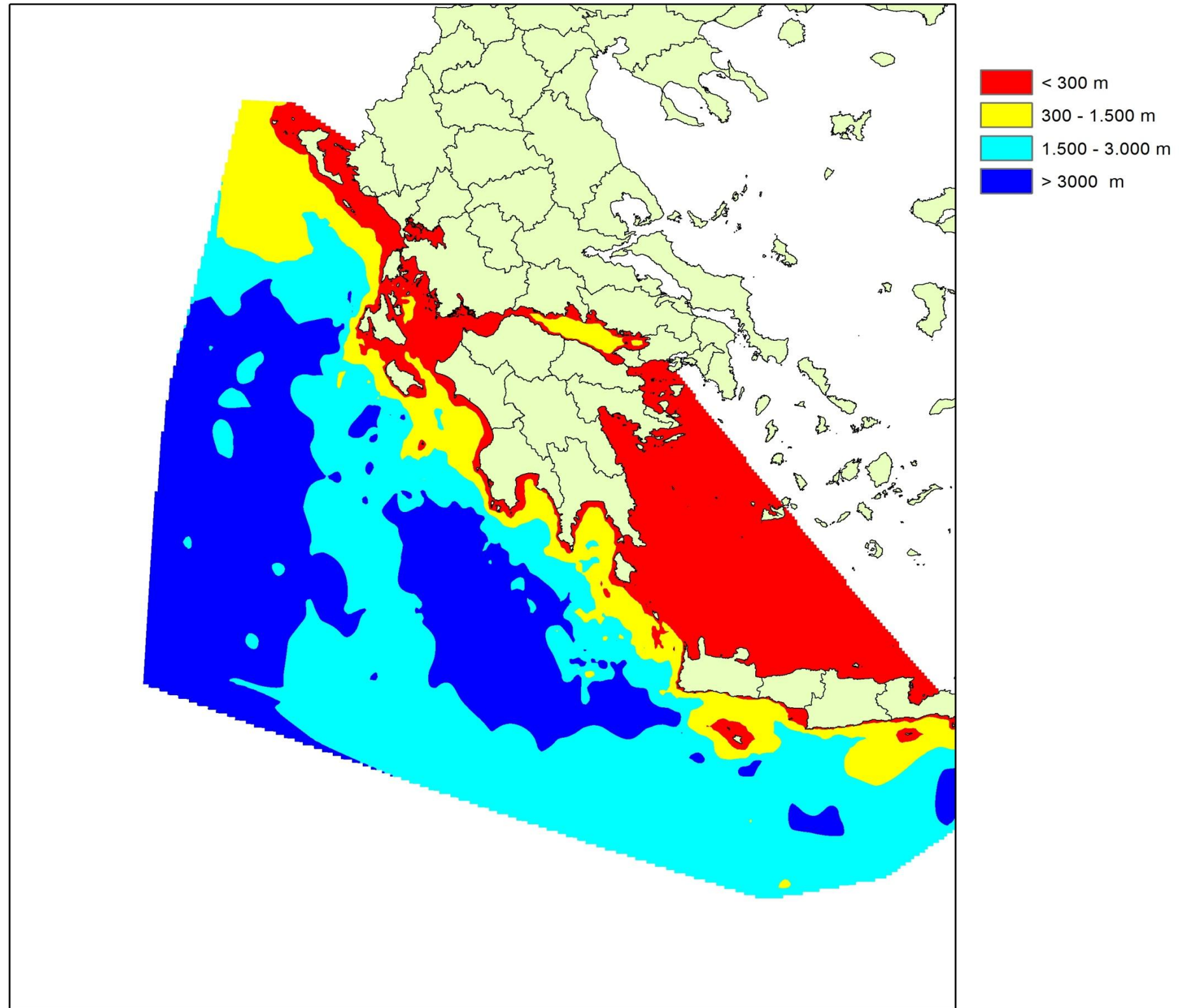
Η χρωματική διαφοροποίηση του χάρτη καθιστά άμεσα ορατή την ανάγκη όρυξης υπεράκτιων γεωτρήσεων στο Ιόνιο Πέλαγος και στα Νότια της Κρήτης, εφόσον εντοπιστούν εκεί, από τη σεισμική έρευνα που ολοκληρώθηκε, δομές ενδιαφέροντος. Η περιοχή με το σκούρο μπλε χρώμα είναι εκείνη που ξεπερνάει τα όρια εφικτότητας όρυξης θαλάσσιων γεωτρήσεων σήμερα (περίπου 3000 m). Η περιοχή με το κίτρινο χρώμα εμφανίζει βάθη νερού από 300 m έως 1500 m, γεγονός που την κατατάσσει στην κατηγορία θάλασσας με βαθιά νερά (σύμφωνα με τους ορισμούς που δόθηκαν στο Κεφάλαιο 1 της παρούσας εργασίας), ενώ η περιοχή με το γαλάζιο χρώμα εμφανίζει βάθη νερού από 1500 m έως 3000 m και κατατάσσεται στην κατηγορία θάλασσας με πολύ βαθιά νερά.

Πρακτικά, η μετάβαση σε βάθη μεγαλύτερα των 2500 m βάθους νερού έγινε τα τελευταία 8 χρόνια και βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη. Ωστόσο, δεδομένου ότι οι προδιαγραφές της αιχμής της υπάρχουσας τεχνολογίας αλλά και αυτής που βρίσκεται υπό

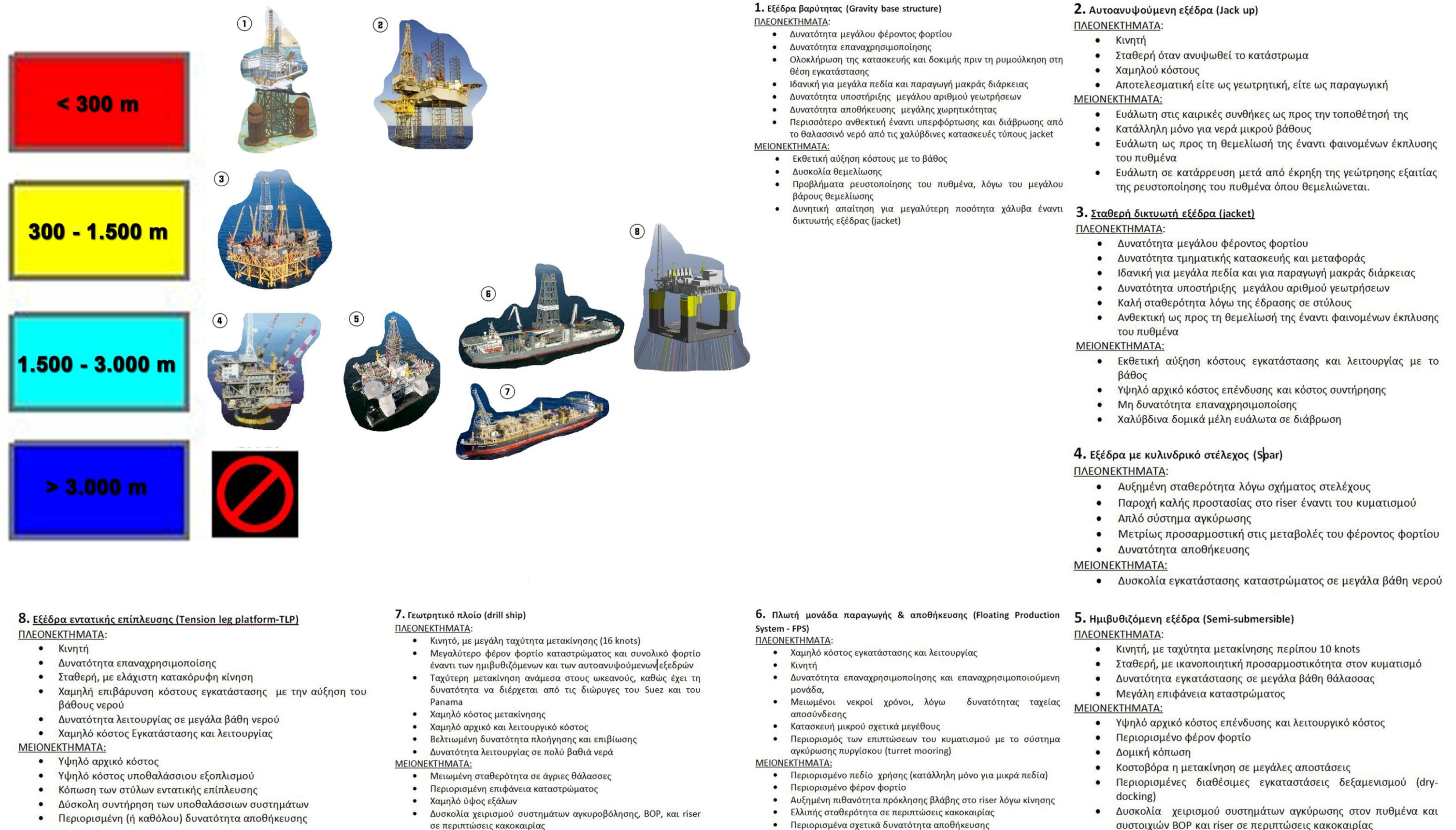
κατασκευή φτάνουν τα 3650 m (12000 ft) και ταυτόχρονα δεδομένου ότι δεν αναμένεται να ξεκινήσουν γεωτρήσεις σε βαθιά νερά πριν το 2020, μπορούμε με ασφάλεια να θεωρήσουμε εφικτά και αυτά τα βάθη.

Βάσει του ως άνω χάρτη, της διαθέσιμης τεχνολογίας για υπεράκτιες γεωτρήσεις που παρουσιάστηκε στα Κεφάλαια 2 και 3 της παρούσας εργασίας, αλλά και των παραμέτρων επιλογής εξέδρας που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα του παρόντος Κεφαλαίου, έγινε μια προσπάθεια επιλογής της κατάλληλης εξέδρας με κριτήριο το βάθος της θάλασσας, ενώ, παράλληλα, επισημάνθηκαν τα υπέρ και τα κατά της κάθε περίπτωσης (Εικόνα 7.7).

Στις περιοχές με αβαθή νερά (βάθος μικρότερο των 300 m) προτείνονται σταθερές κατασκευές, όπως: η εξέδρα βαρύτητας και η αυτοανυψούμενη εξέδρα (jack-up). Για βάθη θάλασσας μεταξύ 300 έως 700 m μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης σταθερές εξέδρες, δικτυωτές εξέδρες (jacket) και εύκαμπτες εξέδρες. Από τα 700 m και ως τα 3000m πρακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξέδρες εντατικής επίπλευσης (TLP), τύπου SPAR, γεωτρητικά πλοία και πλωτές μονάδες παραγωγής, αποθήκευσης & εκφόρτωσης (FPSOs), καθώς και ημιβυθιζόμενες εξέδρες.



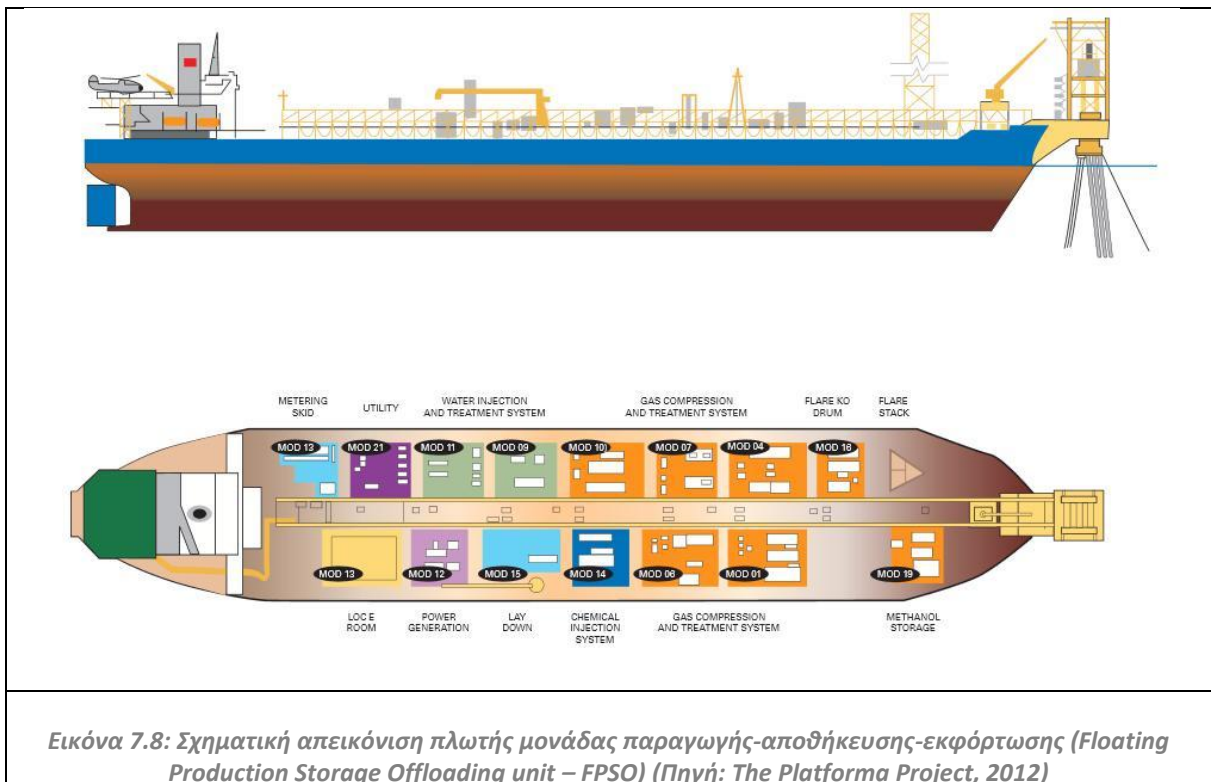
Εικόνα 7.6. Διακριτοποίηση των βαθών Στο Ιόνιο Πέλαγος και στα Νότια της Κρήτης.



Εικόνα 7.7. Παράθεση κατάλληλων τύπων εξεδρών ανάλογα με το βάθος στη θάλασσα, καθώς και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων που αυτές παρουσιάζουν.

Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι οι θαλάσσιες περιοχές που εξετάστηκαν δεν διαθέτουν αυτή τη στιγμή καμία υποδομή για τη μεταφορά πετρελαίου και φυσικού αερίου. Επιπροσθέτως, τα νησιά του Ιονίου Πελάγους, καθώς και οι παράκτιες περιοχές του, όπως και η Κρήτη είναι περιοχές με περιβαλλοντικό, τουριστικό και φυσικά οικονομικό ενδιαφέρον. Οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στις περιοχές αυτές, σε συνδυασμό με τις δυνητικές αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών, καθιστούν δύσκολη τη μελλοντική κατασκευή υποθαλάσσιου αγωγού μεταφοράς πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, καθώς και τα λοιπά χαρακτηριστικά των θαλάσσιων αυτών περιοχών που εντοπίστηκαν στο Κεφάλαιο 4 (βαθιά έως πολύ βαθιά νερά, «δύσκολη» μορφολογία πυθμένα, έντονη σεισμικότητα), η λύση που προκρίνεται ως η περισσότερο κατάλληλη για την όρυξη γεωτρήσεων και την παραγωγή υδρογονανθράκων στις περιοχές αυτές είναι μορφής πλοίου, δηλαδή, πλωτές μονάδες όρυξης-παραγωγής-αποθήκευσης-εκφόρτωσης (Floating Drilling Production Storage Offloading units – FDPPOs) και πλωτές μονάδες παραγωγής-αποθήκευσης-εκφόρτωσης (Floating Production Storage Offloading units – FPSOs) (Εικόνα 7.8).



7.5.1. Βασικά πλεονεκτήματα των πλωτών μονάδων παραγωγής-αποθήκευσης-εκφόρτωσης (Floating Production Storage Offloading units – FPSOs)

Οι πλωτές εγκαταστάσεις παραγωγής αποθήκευσης και εκφόρτωσης (FPSO) γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλείς τα τελευταία χρόνια. Κύριό τους πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα να λειτουργούν χωρίς την ανάγκη ύπαρξης συγκεκριμένων υποδομών διάθεσης των προϊόντων που παράγουν (π.χ. υποθαλάσσιους αγωγούς). Το αργό πετρέλαιο μπορεί αρχικά αποθηκεύεται και στη συνέχεια να εκφορτώνεται σε δεξαμενόπλοιο προς μεταφορά του. Το αέριο, ωστόσο, που παράγεται από τον ταμιευτήρα θα πρέπει είτε να καίγεται (όταν η παραγωγή του είναι περιορισμένη), είτε να διοχετεύεται σε κατάλληλο αγωγό μεταφοράς. Στη δεύτερη περίπτωση η ύπαρξη υποθαλάσσιου αγωγού μεταφοράς φυσικού αερίου είναι απολύτως απαραίτητη. Συνεπώς οι μονάδες FPSO είναι κατάλληλες για χρήση σε πεδία που παρουσιάζουν χαμηλή Αναλογία Αερίου-Πετρελαίου (Gas/Oil Ratio - GOR).

Οι μονάδες FPSO παρουσιάζουν, επίσης, μερικά πολλοί ελκυστικά πλεονεκτήματα τα οποία περιλαμβάνουν (Bhuj, 2004):

- Σχετικά μικρά χρονοδιαγράμματα κατασκευής (τα πετρελαιοφόρα πλοία μπορούν να μετατραπούν σε μονάδες FPSO σχετικά γρήγορα και με χαμηλό κόστος).
- Δυνατότητα μίσθωσης, αντί υποχρεωτικής αγοράς, γεγονός που τα καθιστά ιδιαίτερα οικονομικά για πολύ μικρά πεδία.
- Δυνατότητα χρήσης σε σχεδόν οποιοδήποτε βάθος νερού.
- Επίσπευση της έναρξης της παραγωγής.
- Μεγάλη επιφάνεια καταστρώματος και αυξημένο ωφέλιμο φορτίο.
- Ευκολία μετακίνησης και επαναχρησιμοποίησης.

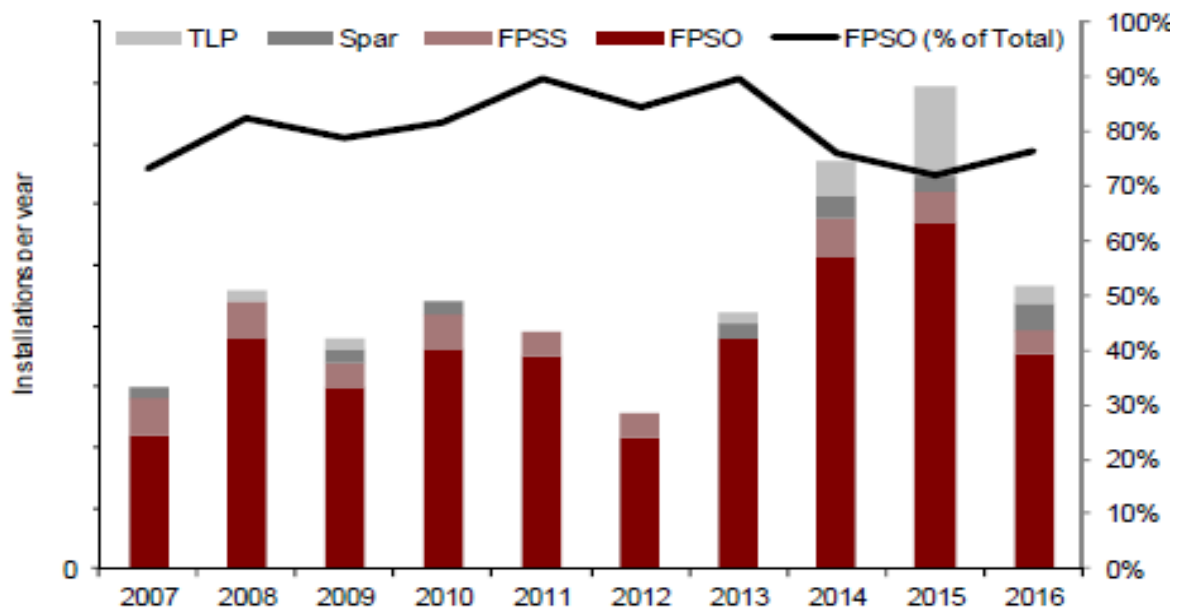
Επιπλέον, οι εταιρείες που κατασκευάζουν και διαχειρίζονται μονάδες FPSO, στοχεύοντας στη βελτιστοποίηση της οικονομικότητας των προϊόντων και των υπηρεσιών που παρέχουν, προσφέρουν επίσης τα εξής (Bhuj, 2004):

- Ταχεία μετασκευή: Στόχος είναι να πραγματοποιείται εντός 12 μηνών μεταξύ της ανάθεσης της σύμβασης και της ολοκλήρωσης της απαραίτητης μετατροπής.
- Επίσπευση των διαδικασιών για την έναρξη της παραγωγής (fast track) από νεοανακαλυφθέντα κοιτάσματα: Στόχος είναι η επιτάχυνση της εισροής εσόδων

και η αύξηση της αξιοπιστίας και της διαθεσιμότητας δεδομένων παραγωγής για την πλήρη ανάπτυξη του πεδίου.

- Χρήση αγκύρωσης με πυργίσκο (turret mooring): Στόχος είναι να βελτιωθούν και να επαυξηθούν οι δυνατότητες εκφόρτωσης (tandem as well as calm buoy off-loading).
- Βελτίωση της σχέσης κόστους/αποτελεσματικότητας (cost effectiveness): Επιτυγχάνεται με την αυξημένη εμπλοκή του πωλητή (vendor) και του διαχειριστή (operator) στο αρχικό έργο, και την επανάληψη της παραγγελίας (όπως διαμορφώνεται τελικά) για επόμενα παρόμοια έργα.
- Τυποποίηση (standardization): Επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας γενικευμένης φιλοσοφίας σχεδιασμού και προδιαγραφών για τον εξοπλισμό, τα συστήματα ελέγχου και προστασίας κ.λπ.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, καθίσταται εύκολα κατανοητό γιατί οι πλωτές μονάδες παραγωγής, αποθήκευσης & εκφόρτωσης (FPSO) κυριαρχούν τα τελευταία χρόνια στις υπεράκτιες δραστηριότητες εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων, μια τάση που φαίνεται να ενισχυθεί στο μέλλον σύμφωνα με τις προβλέψεις των ειδικών (Εικόνα 7.9).



Εικόνα 7.9: Αριθμός εξεδρών που εγκαθίστανται κατ' έτος, ανά τύπο, όπου καταδεικνύεται η προτίμηση στις μονάδες FPSO τα τελευταία χρόνια και η τάση περαιτέρω ενίσχυσης αυτής της προτίμησης μεσοπρόθεσμα. (Πηγή: DOUGLAS - WESTWOOD)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το 2010, η πετρελαϊκή βιομηχανία παρήγαγε 23,6 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου την ημέρα (Mbord) από θαλάσσιες γεωτρήσεις, ποσότητα που καλύπτει το 30% της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου. Παρήγαγε, επίσης, 2,4 δισεκατομμύρια m³ φυσικού αερίου ανά ημέρα (bcm/d), ποσότητα που καλύπτει το 27% της παγκόσμιας παραγωγής φυσικού αερίου. Είναι φυσικό, λοιπόν, να βρίσκεται υπό εξέταση και διαρκή βελτίωση κάθε πτυχή της θαλάσσιας βιομηχανίας πετρελαίου και φυσικού αερίου, καθώς παρουσιάζει μεγάλη βαρύτητα για την παγκόσμια οικονομία.

Οι προκλήσεις που παρουσιάζονται στην όρυξη υπεράκτιων γεωτρήσεων (γεωτρήσεων ανοιχτής θάλασσας, σε μεγάλα και πολύ μεγάλα βάθη νερού), ανάγκασαν πολύ γρήγορα την πετρελαϊκή βιομηχανία να αναπτύξει νέες τεχνολογίες και τεχνικές προκειμένου να τις αντιμετωπίσει. Οι επικρατούσες συνθήκες σε περιβάλλοντα βαθιών θαλασσών ώθησαν τα κριτήρια σχεδιασμού των θαλάσσιων γεωτρήσεων σε ακραία επίπεδα. Αυτό φυσικά είναι απόρροια των περίπλοκων διαδικασιών που εμπλέκονται στην όρυξη γεωτρήσεων και την παραγωγή υδρογονανθράκων στην ανοιχτή θάλασσα, καθώς και των ποικίλων παραγόντων κινδύνων που αυτές παρουσιάζουν (κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια ανθρώπων και εγκαταστάσεων, περιβαλλοντικοί, τεχνολογικοί και επιχειρησιακοί).

Αν και δεν υπάρχει σαφής ορισμός, στα πλαίσια της εργασίας αυτής, με τον όρο «βαθιά νερά» εννοούμε εκείνα με βάθη μεγαλύτερα από 300 m και πολύ βαθιά νερά εκείνα με βάθη μεγαλύτερα των 1500 m.

Η όρυξη γεωτρήσεων σε βαθιά και πολύ βαθιά νερά ενέχει πολλούς κινδύνους τόσο φυσικούς (σεισμοί, μετακινήσεις μαζών, συγκεντρώσεις αερίου σε μικρά βάθη, υδρίτες, δόμοι άλατος κ.λπ.), όσο και τεχνολογικούς (στενό «παράθυρο» ανάμεσα στην πίεση των πόρων και στη βαθμίδα ρωγμάτωσης, μεγάλες θερμοκρασίες και μεγάλες πιέσεις).

Η όρυξη γεωτρήσεων σε πολύ μεγάλα βάθη νερού, συνδυαστικά με πολύ μεγάλα βάθη στόχου, απαιτεί καινοτόμες τεχνολογίες λόγω των ακραίων συνθηκών θερμοκρασίας και πίεσης που επικρατούν, των πολύπλοκων γεωλογικών συνθηκών, του βάρους της στήλης του νερού, αλλά και των μετεωρολογικών και ωκεανογραφικών

συνθηκών. Απαιτεί, επίσης, αυστηρές διαδικασίες για την ασφάλεια των κατασκευών, επιμελή σχεδιασμό, εφαρμογή προτύπων και τήρηση κανονισμών (όπου αυτά υπάρχουν) όσον αφορά την κατασκευή, τη λειτουργία, αλλά και τη συντήρηση των υπεράκτιων εγκαταστάσεων.

Η εργασία σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις μπορεί να περιλαμβάνει την έκθεση σε μια σειρά κινδύνους, ταυτόχρονα ή διαδοχικά (π.χ. επικίνδυνες ουσίες, θόρυβος, δονήσεις, ακραίες θερμοκρασίες, χειρωνακτικός χειρισμός βαρέων αντικειμένων, κίνδυνοι που είναι διαρκώς παρόντες στο δάπεδο του γεωτρήπανου). Ωστόσο, οι ιδιαιτερότητες που εμφανίζουν οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις έρευνας και παραγωγής υδρογονανθράκων οφείλονται στο απομονωμένο περιβάλλον, τη φύση και το μέγεθος των δραστηριοτήτων. Το επίπεδο κινδύνου είναι αυξημένο με φυσικό επακόλουθο να απαιτείται καταφανώς αυξημένο επίπεδο ασφάλειας.

Από τις παραπάνω κατηγορίες κινδύνου, ο ανθρώπινος παράγοντας εντοπίζεται ως ο πλέον σημαντικός. Όσο κι αν είναι αυτοματοποιημένα τα συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας, η παρεμπόδιση των εν γένει ατυχημάτων στο συγκεκριμένο περιβάλλον της επιβεβλημένης αυτονομίας, αυτάρκειας, απομόνωσης κ.λπ., εξαρτάται από την αξιοπιστία, την εμπειρία, την τεχνογνωσία και την ευσυνειδησία του ανθρώπινου παράγοντα.

Αντίστοιχα, υπάρχουν οι δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου που σε ακραία περιβάλλοντα είναι σοβαρές και κυμαίνονται από διάφορες μορφές ρύπανσης μέχρι ενδεχόμενη καταστροφή σε τοπικά ή περιφερειακά οικοσυστήματα, καθώς και απειλή της υγείας και της οικονομικής δραστηριότητας στους τοπικούς πληθυσμούς.

Σε κάθε περίπτωση, ο σχεδιασμός και ο τρόπος λειτουργίας μιας υπεράκτιας εγκατάστασης πρέπει να διασφαλίζει συγκεκριμένα ότι:

- Η ανθρώπινη ζωή και το περιβάλλον πρέπει να προστατεύονται με τρόπο αποτελεσματικό, συνεπή και διαφανή, τόσο για τους άμεσα, όσο και τους έμμεσα εμπλεκόμενους, εκείνους δηλαδή που θα επηρεαστούν από τυχόν κακές πρακτικές.

- Οι κίνδυνοι πρέπει να αξιολογούνται κατάλληλα και να εντοπίζονται όλα τα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισής τους.
- Οι συνθήκες ασφαλείας, οι εγκαταστάσεις, οι διαδικασίες, το προσωπικό και οι οργανισμοί πρέπει να παρακολουθούνται συνεχώς και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου για την εύρυθμη λειτουργία και τη συμμόρφωσή τους με όλες τις κανονιστικές απαιτήσεις.
- Οι καινοτόμες τεχνικές και η βελτίωση της αποτελεσματικότητας πρέπει να εφαρμόζονται τηρουμένων των αναλογιών και πάντα εξασφαλίζοντας ότι πληρούνται τα κριτήρια ασφαλείας.

Σοβαρό ζήτημα για τον τομέα των υπεράκτιων δραστηριοτήτων έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων είναι η περιβαλλοντική ευθύνη. Δηλαδή, από ποιον αναλαμβάνεται το κόστος αποκατάστασης των ζημιών σε περιπτώσεις ρύπανσης, αλλά και αποζημιώσεων σε περιπτώσεις σοβαρών ατυχημάτων. Απάντηση σε αυτό το θέμα δίνει σε ευρωπαϊκό επίπεδο η νέα Οδηγία της ΕΕ (2013/30/ΕΕ) η οποία προβλέπει σχετικά:

- ✓ Ο φορέας εκμετάλλευσης θα πρέπει πάντα να είναι η οντότητα που φέρει την πρωταρχική ευθύνη για την ασφάλεια των εργασιών και να είναι ανά πάσα στιγμή αρμόδιος για την ανάληψη σχετικής δράσης.
- ✓ Ο κάτοχος άδειας είναι οικονομικά υπεύθυνος για την πρόληψη και αποκατάσταση των περιβαλλοντικών ζημιών που προκαλούνται από υπεράκτιες εργασίες πετρελαίου και φυσικού αερίου οι οποίες πραγματοποιούνται από τον κάτοχο άδειας ή τον φορέα εκμετάλλευσης ή για λογαριασμό τους.
- ✓ Η αποτελεσματική αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης απαιτεί άμεση δράση από τον φορέα εκμετάλλευσης και τον ιδιοκτήτη και στενή συνεργασία με τις υπηρεσίες αντιμετώπισης καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης των κρατών μελών που συντονίζουν τη χρησιμοποίηση πρόσθετων πόρων για την αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης κατά την εξέλιξη της κατάστασης.

Σημαντικό επίσης, είναι το ελληνικό κράτος να υιοθετήσει και να προσαρμόσει στα ελληνικά δεδομένα κανονισμούς και πρακτικές χωρών της Βόρειας θάλασσας, όπου

υπάρχει έντονη υπεράκτια δραστηριότητα στον τομέα των υδρογονανθράκων, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν αντίστοιχες εθνικές ρυθμιστικές διατάξεις. Είναι αξιοσημείωτο ότι η συνεργασία μεταξύ της βιομηχανίας και της κυβέρνησης μπορεί να αποδειχθεί κερδοφόρα και για τις δύο πλευρές. Πρέπει, επιπλέον, να θεσπιστεί μία αρχή αρμόδια για την καλή πρακτική των περιβαλλοντικών και τεχνολογικών προτύπων, τον έλεγχο, την παρακολούθηση, και την καταγραφή των περιστατικών, έτσι ώστε να ικανοποιηθούν και οι απαιτήσεις της νέας Οδηγίας της ΕΕ.

Όσον αφορά τον ελλαδικό χώρο, γίνεται εμφανές στα πλαίσια της εργασίας αυτής, ότι το περιβάλλον όπου καλούνται οι πετρελαϊκές εταιρείες να δραστηριοποιηθούν ως προς την έρευνα και παραγωγή υδρογονανθράκων μέσα στην επόμενη δεκαετία δεν είναι καθόλου φιλόξενο.

- ❖ Τα βάθη στο Ιόνιο Πέλαγος ξεπερνούν σε μεγάλη έκταση τα 5000 m και στις δυτικές παράκτιες περιοχές των νησιών του Ιονίου η μορφολογία του πυθμένα φαίνεται να είναι ιδιαίτερα απότομη.
- ❖ Επιπρόσθετα, η Δυτική Ελλάδα παρουσιάζει δύσκολη γεωλογία με χαρακτηριστική την αλατογένεση που μπορεί να προκαλέσει πληθώρα προβλημάτων κατά την όρυξη, όπως έχει κάνει και στο παρελθόν.
- ❖ Επιπλέον, η Δυτική και Νότια Ελλάδα είναι περιοχές έντονα σεισμογενείς. Αν και στις υπεράκτιες γεωτρήσεις διεθνώς δεν υπάρχουν ιστορικά καταγεγραμμένα ατυχήματα που να προκλήθηκαν από σεισμούς, στον ελλαδικό χώρο είναι δεδομένο ότι θα πρέπει να υπάρξει μια πιο διεξοδική μελέτη του θέματος της σεισμικότητας. Ειδικότερα στον Πατραϊκό Κόλπο και τη Ζάκυνθο όπου εμφανίζονται τα περισσότερα επίκεντρα σεισμών την τελευταία δεκαετία, δίνοντας συχνά σεισμούς της τάξης των 6^o R. Η ιδιαιτερότητα αυτή του ελλαδικού χώρου πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό των υπεράκτιων γεωτρήσεων που θα πρέπει να ορυχθούν στην περιοχή αυτή.

Όσον αφορά τις επιπτώσεις των υπεράκτιων δραστηριοτήτων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον των υπό εξέταση περιοχών, απαιτείται να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις ζώνες ειδικής προστασίας, όπως:

- Συμφωνία για τη Διατήρηση των Κητωδών
- Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (δίκτυο Natura 2000)
- Εθνικά πάρκα

Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη σημαντικοί τομείς οικονομικής δραστηριότητας για τον τοπικό πληθυσμό, όπως η αλιεία και ο τουρισμός.

Σε κάθε περίπτωση, η δημόσια διαβούλευση, η διαπραγμάτευση, η ενημέρωση και η συνεργασία είναι δράσεις κρίσιμες για την προχώρηση κάθε δραστηριότητας έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων προκειμένου να σχεδιάζεται και να υλοποιείται με την αποδοχή και τη συνεργασία όλων των ενδιαφερόμενων μερών (κρατικών αρχών, βιομηχανίας και κοινωνίας).

Συμπερασματικά, όσον αφορά στην κατάλληλη επιλογή εξέδρας για τις θαλάσσιες περιοχές του Ιονίου και Νότια της Κρήτης, με βασικό κριτήριο το βάθος της θάλασσας, προέκυψαν τα ακόλουθα:

- ✓ Στις περιοχές με αβαθή νερά (βάθος μικρότερο των 300 m) προτείνονται σταθερές κατασκευές, όπως: η εξέδρα βαρύτητας και η αυτοανυψούμενη εξέδρα (jack-up).
- ✓ Για βάθη θάλασσας μεταξύ 300 έως 700 m μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης σταθερές εξέδρες, δικτυωτές εξέδρες (jacket) και εύκαμπτες εξέδρες.
- ✓ Από τα 700 m και ως τα 3000m πρακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξέδρες εντατικής επίπλευσης (TLP), τύπου SPAR, γεωτρητικά πλοία και πλωτές μονάδες παραγωγής, αποθήκευσης & εκφόρτωσης (FPSOs), καθώς και ημιβυθιζόμενες εξέδρες.

Για μεγάλα βάθη νερού, τα FPSOs προκρίνονται των άλλων επιλογών καθώς έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν χωρίς την ανάγκη ύπαρξης συγκεκριμένων υποδομών διάθεσης των προϊόντων που παράγουν (π.χ. υποθαλάσσιους αγωγούς).

Η διπλωματική αυτή εργασία μπορεί να αποτελέσει μία πρώτη βάση σύνδεσης των κινδύνων των θαλάσσιων γεωτρήσεων με τα υφιστάμενα κανονιστικά πλαίσια. Επιπλέον, η οπτικοποίηση των βαθυμετρικών δεδομένων δίνει ήδη σημαντικά συμπεράσματα όσον αφορά την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας για την έρευνα και

παραγωγή, ωστόσο, η οπτικοποίηση δεδομένων μεγαλύτερης κλίμακας θα έδινε ακόμα πιο ασφαλή συμπεράσματα. Τα σεισμικά και τα γεωλογικά δεδομένα που παρατέθηκαν για την περιοχή ενδιαφέροντος δείχνουν επίσης την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στον τομέα αυτό έτσι ώστε να γίνει κατάλληλος αντισεισμικός σχεδιασμός των μελλοντικών θαλάσσιων γεωτρήσεων.

Τέλος, η αναζήτηση, η έρευνα και η παραγωγή υδρογονανθράκων υπεράκτια θα εξακολουθήσει να είναι γεμάτη προκλήσεις και κινδύνους. Όσο αυξάνεται η ζήτηση σε υδρογονάνθρακες για την κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών, τόσο πιο περίπλοκες θα γίνονται οι πρακτικές της βιομηχανίας με ακριβότερες έρευνες σε βαθύτερα νερά και, συνεπαγόμενα, αυξανόμενα κόστη. Από την άλλη, τόσο περισσότερη προσοχή και έμφαση θα πρέπει να ωθούνται να δώσουν οι εταιρείες στον εντοπισμό, την ταυτοποίηση, τη διαχείριση και την άμβλυση/αντιμετώπιση των σχετικών κινδύνων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. “Deepwater petroleum exploration and production a nontechnical guide”, Leffler W., Patarozzi R., Sterling G., , 2003, 2011
2. Τεχνολογία γεωτρήσεων, Σταματάκη Σ., 2003
3. Κανονιστικό πλαίσιο για την προστασία του περιβάλλοντος, την ασφάλεια & την υγεία των εργαζομένων στην έρευνα & εκμετάλλευση Υ/Α, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Εφαρμοσμένης γεωφυσικής, 2012
4. “A Brief history of offshore drilling”, National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, 8/2010
5. “Offshore drilling: Brief Overview and History”, McDonald B., University of Southern California, , 2/2012
6. Delgado J.C., Schubert J.J., Teodoriu C., “Offshore Drilling and Production”
7. Subrata K. Chakrabarti, Handbook of Offshore Engineering, Vol. 1, 2005
8. Η συμβολή της σεισμικής ανάκλασης στην αναζήτηση κοιτασμάτων Υδρογονανθράκων, Αντώνης Βαφείδης, ΤΕΕ, 2011
9. Solutions for Deep Water Imaging: Stewart, et al, SPG GeoHorizons January 2007, P8-22
10. Offshore well construction, University of Texas, Petroleum Extension Service, 2005, p. 18-19
11. Drilling Contractor, 2008
12. Panorama 2012, IFP energies nouvelles
13. Ιστοσελίδα ΥΠ.Ε.Κ.Α.
14. Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την Έρευνα και Εκμετάλλευση Υδρογονανθράκων στο Δ. Κατάκολο, ΥΠΕΚΑ, 2012
15. Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την Έρευνα και Εκμετάλλευση Υδρογονανθράκων στο Δ. Πατραϊκό, ΥΠΕΚΑ, 2012
16. Drilling in extreme environments, Challenges and implications for the energy insurance industry, Lloyd’s, 2011
17. Offshore geo-hazards to keep in mind during prospecting and exploration activities of the Jan Mayen Micro-Continent area, Anett Blischke, Þórarinn S. Arnarson, Bjarni Richter, 2012

18. Effective Assessment of Top Hole Drilling Hazards for Deep Water Wells Using 3D Seismic Data, Steve Wardlaw and Richard Salisbury, Fugro GeoConsulting, 2010
19. Selection of Deepwater Production Concepts - Handbook of offshore engineering, S.K. Chakrabarti, 2005, Elsevier
20. Offshore well construction, University of Texas, Petroleum Extension Service, 2005
21. A Deepwater Breakthrough: The Launch Window for Dual Gradient Drilling Technology, David Dowell, Terri Smith, 2011
22. Dry vs. wet trees on production platforms with direct access wells in ultra-deepwater, Richard D'Souza, David Anderson, Dave Barton Kellogg Brown & Root, Offshore Technology Group
23. Factors key to deepwater cementing, The American oil and gas reporter, Dale Doherty, 2011
24. Drilling fluid challenges for oil well deep drilling, Vassilios C. Kelessidis, 2009
25. Ευρωπαϊκή οδηγία, Υπεράκτιες δραστηριότητες αναζήτησης, εξερεύνησης και παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου, 2013
26. Safety of offshore oil and gas operations: Lessons from past accident analysis, Michalis Christou and Myrto Konstantinidou, 2012
27. Subrata K. Chakrabarti, Handbook of offshore engineering, vol 1, 2005
28. Drilling in extreme environments, Challenges and implications for the energy insurance industry, Lloyd's, 2011
29. Comparing the Offshore Drilling Regulatory Regimes of the Canadian Arctic, the U.S., the U.K., Greenland and Norway Jennifer Dagg, Peggy Holroyd, Nathan Lemphers, Randy Lucas and Benjamin Thibault, 2011
30. Οδηγία 2013/30/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ασφάλεια των υπεράκτιων εργασιών πετρελαίου και φυσικού αερίου
31. Guidelines for the Development and Application of Health, Safety and Environmental Management Systems, E & P forum, 1994
32. Environmental Best Practice Guidelines of the offshore petroleum industry, Ministry for the environment-New Zealand, 2006
33. Environmental management in oil and gas exploration and production, E & P Forum, UNEP, 1997

34. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Offshore Oil and Gas Development, IFC, 2007
35. Διασυνοριακή ρύπανση του παράκτιου περιβάλλοντος, Χριστίνα Θεοχάρη, 2010
36. Environmental Impact Assessment for Exploratory Drilling Block 12, Offshore Cyprus, CSA για την Noble Energy, 2011
37. Τα θαλάσσια θηλαστικά των ελληνικών θαλασσών, Μαρία Λιβανού, Βαγγέλης Παράβας
38. Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας, Περσεφόνη Μεγαλοφώνου
39. Ελληνικός Τουρισμός, Στοιχεία και Αριθμοί, SETE, 2012
40. Παλαιογεωγραφική αναπαράσταση του ελληνικού αρχιπελάγους τα τελευταία 150.000 χρόνια με τη χρήση του ArcGIS / ArcVIEW, Κ. Χρονόπουλος, 2010
41. Deepwater Drilling: Recommendations for a Safer Future, Mark A. Cohen
42. Expanding Facilities Knowledge Workshop-Offshore Concept Selection, Christopher M. Barton, Floatec
43. The FPSO Market Review, A PLATFORMA PROJECT, 2012
44. FPSO Applications, Yasmin Bhuj, CCI, 2004
45. HSE, 2011
46. National Commission on the BP Deepwater Horizon OilSpill and Offshore Drilling
47. “Quantitative risk analysis of oil and gas drilling, using Deepwater Horizon as case study), Reliability Engineering and System Safety 100 (2012) 58–66» Jon Espen Skogdalen, Jan Erik Vinnem:
48. Mitigating Drilling Hazards with Technologies (Part 3 of Drilling Hazard Management-DHM Series)”, David M. Pritchard: “Deepwater Horizon Study Group3 Working Paper – January 2011
49. «ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ», Α. Αρβανιτογεώργος (Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων – Σώμα Επιθεωρητών Εργασίας), 8^ο Διεθνές Συνέδριο της Επιτροπής Έρευνας ISSA, 19-21 Μαΐου 2003, Αθήνα.
50. <http://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-65/issue-3/operations-management-information/deepwater-wells-high-production-high-risk.html>
51. <http://www.essie.ufl.edu/~sheppard/OCE3016/Offshore%20Structures.pdf>

52. <http://www.capital.gr/Articles.asp?id=1721482>
53. <http://www.capital.gr/news.asp?id=1704925>
54. <http://www.capital.gr/news.asp?id=1715749>
55. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=766>
56. <http://www.gein.noa.gr/el/>
57. <http://old.biol.uoa.gr/zoolmuseum/marinegr.htm>
58. <http://www.ngi.no/en/Contentboxes-and-structures/Reference-Projects/Reference-projects/The-International-Centre-for-Geohazards/>
59. <http://www.weatherford.com/ECMWEB/groups/web/documents/weatherfordcorp/WFT021447.pdf>
60. http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=307&c_id=12
61. http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=338&c_id=24
62. http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=339&c_id=24
63. http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=343&c_id=17
64. <http://www.marineinsight.com/marine/types-of-ships-marine/what-is-fpso-floating-production-storage-and-offloading-system/>
65. http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=306&c_id=24
66. http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=299&c_id=12
67. http://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=305&c_id=12

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΟΡΟΛΟΓΙΑ

A

Acoustic positioning system - ακουστικό σύστημα εντοπισμού θέσης

acute pollution - οξεία ρύπανση

anticline – αντίκλινο

ATEX - εκρήξιμη ατμόσφαιρα

attached risers – προσδεμένα risers

B

background level - επίπεδο

ballast system - σύστημα ερματισμού

ballooning phenomenon - φαινόμενο του μπαλονιού

baseline survey - αξιολόγηση αναφοράς

bcmd (billion cubic meters per day) – Δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα την ημέρα

Bell diving (also called mixed gas diving and saturation diving . Usually from 50 -300m or to lower depths for longer times) - καταδυτικός κώδωνας (ή μίγματος αερίου)

benthic - βενθονικός

benthic habitats - βενθονικοί οικότοποι

biodegradability – βιοαποικοδομησιμότητα

blind-thrust - τυφλή επώθηση

blowout preventer (BOP) - αντιεκρηκτικός μηχανισμός ασφαλείας

borpd (barrels of oil per day) - βαρέλια πετρελαίου ανά ημέρα

bottom-supported structures - στηριζόμενες στον πυθμένα

buoyancy modules - διάταξη πλεύσης

C

centerwell - βλ. Moonpool

central control room - αίθουσα κεντρικού ελέγχου

Chemical health hazard - χημικός κίνδυνος για την υγεία (όχι χημικός κίνδυνος υγείας)

christmas tree - επιφανειακή/επιπυθμένα συνδεσμολογία ελέγχου πιέσεων

commissioning - προετοιμασία για λειτουργία

compensating rest periods - αντισταθμιστικές περιόδους ανάπαυσης

compensator and disconnection systems - συστήματα αντιστάθμισης & αποσύνδεσης

competent, competence - επαρκής, επάρκεια
completion - ολοκλήρωση
compliant - εύκαμπτος
"compliant" structures - εύκαμπτες ή ελαστικές κατασκευές
compliant tower - εύκαμπτος πύργος
compressor - συμπιεστής
concession - παραχώρηση
conductor string - σωλήνωση επαφής
continental margin - ηπειρωτικό περιθώριο
continental shelf - υφαλοκρηπίδα
contractor - ανάδοχος
crane barges - φορηγίδες περιστρεφόμενου γερανού
crew - πλήρωμα

D

decommissioning - παροπλισμός
debris flows - ροές φερτών υλικών
discharge - απόρριψη
dispersants - μέσα διασποράς
displacement water - νερό εκτόπισης
disposal - διάθεση (απομάκρυνση) συνήθως σε εγκαταστάσεις ενώ μπορεί και απόθεση αλλού
diving facilities - καταδυτικές εγκαταστάσεις
DP-operated facilities - εγκαταστάσεις με δυναμική κράτηση θέσης
drill cuttings – θρύμματα
drill floor - δάπεδο του γεωτρύπανου
drilling and well systems - συστήματα όρυξης και γεωτρήσεων
drilling risers – risers όρυξης
drills - ασκήσεις ετοιμότητας
dynamic positioning - δυναμική κράτηση θέσης

E

EEA Regulations - Κανονισμοί του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ)
electrical installations - ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις
EMC - ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα
emergency lighting - φωτισμός έκτακτης ανάγκης
emergency planning - σχεδιασμός έκτακτης ανάγκης
emergency power - ισχύς έκτακτης ανάγκης
emergency preparedness vessels - σκάφη ετοιμότητας εκτάκτου ανάγκης (σωστικές λέμβοι)
emergency preparedness - ετοιμότητα αντιμετώπισης κατάστασης έκτακτης ανάγκης
emergency shutdown system - σύστημα διακοπής λειτουργίας έκτακτης ανάγκης
emergency sickbay - ιατρική μονάδα έκτακτης φροντίδας
engineering phase - φάση μελέτης
engineering technology - τεχνολογία μηχανικής
evacuation routes - οδοί διαφυγής
exhaust ducts - απαγωγοί
exploration drilling - ερευνητική γεώτρηση
exposure action value - τιμή έκθεσης για δράση

F

fabrication - κατασκευή
facility – εγκατάσταση
facility payload - ωφέλιμο φορτίο εγκατάστασης
fault mode - σφάλμα λειτουργίας
fault tree – δέντρο σφαλμάτων
field - πεδίο
final destiny - τελική τύχη (για πετρέλαιο)
fire detection system - σύστημα πυρανίχνευσης
fire divisions - πυροδιαμερίσματα
fire-fighting system - σύστημα πυρόσβεσης
firewater - νερό πυροπροστασίας
"fixed" structures - σταθερές κατασκευές ή άκαμπτες κατασκευές
flexible risers - εύκαμπτα risers
flight weather service - υπηρεσία καιρού για τις πτήσεις

floating pile driver - πλωτή μηχανή τοποθέτησης πασσάλων

floating structures - πλωτές κατασκευές

floaters = floating hotels - πλωτά ξενοδοχεία

flowbase - βάση ροής (βάση από την οποία διέρχονται τα παραγόμενα ρευστά και πάνω στην οποία "πατάει" το christmas tree)

fluid swivel - περιστρεπτός τροφοδότης ρευστών

fluidments - διαφυγές ρευστών

foundation pile - πάσσαλος θεμελίωσης

FPS (Floating, Production, Storage) - πλωτές εξέδρες παραγωγής & αποθήκευσης

FPSO (Floating, Production, Storage, Offloading) - πλωτές εξέδρες παραγωγής, αποθήκευσης & εκφόρτωσης

G

gas detection system - σύστημα ανίχνευσης αερίων

gas release system - σύστημα εκτόνωσης αερίων

Gbbl (Gigabarrel) - βαρέλι * 10^9

Gboe (Giga barrels oil equivalent) - βαρέλια * 10^9 ισοδύναμα πετρελαίου

generator – γεννήτρια

Geographic Information Systems - GIS – Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

grabbers – βραχίονες

gravity flows - βαρυτικές ροές

gravity base structures - κατασκευές βαρύτητας

Guidelines - Κατευθυντήριες Οδηγίες Εφαρμογής

guy (guyed) lines - γραμμές πρόσδεσης

guyed tower - πύργοι με οδηγούς

H

habitat - οικότοπος

halokinesis – αλατοκίνηση

handling - μεταφορά και διακίνηση

Harmonised Offshore Chemical Notification Format - HOCNF - Εναρμονισμένο Μορφότυπο Γνωστοποίησης Χημικών ουσιών σε Υπεράκτιες δραστηριότητες

health - υγεία

health department - μονάδα υγείας

Health, Safety & Environment Management Systems – HSEMSs - Συστήματα Διαχείρισης Υγείας, Ασφάλεια και Περιβάλλοντος

Health and Safety Executive – HSE - Αρχή Ασφάλειας και Υγείας

Health service - υγειονομική υπηρεσία

heave - κατακόρυφη κίνηση πλωτής κατασκευής

High Capability Electric ROVs - μεγάλης ικανότητας ηλεκτρικά ROV

hook load capacity - ανυψωτική ικανότητα

hull - γάστρα

human-machine interface and information presentation - άνθρωποι-μηχανήματα: αλληλεπίδραση, λήψη και μεταφορά πληροφοριών

Human Occupied Vehicle, HOV - επανδρωμένο όχημα

I

independent buoyancy cans - ανεξάρτητα δοχεία πλευστότητας

indoor climate - κλιματισμός εσωτερικών χώρων

instrumentation - εξοπλισμός μέτρησης και ελέγχου

intermediate casing - ενδιάμεση σωλήνωση

intruding vessels - παρεισδύμενα σκάφη

J

jack-down - αυτοβύθιση

jack-up facilities - αυτοανυψούμενες εγκαταστάσεις

jacket rigs - δικτυωτές εξέδρες

K

kick - αιφνίδια εισροή αερίου

L

lay condition - συνθήκες οριζοντίωσης (αναφέρεται σε αγωγούς)

leg - πόδι

licensee - κάτοχος άδειας

liner casing - σωλήνωση liner

living quarter facilities - εγκαταστάσεις ενδιαίτησης

living quarters - χώροι ενδιαίτησης

load-bearing structure - φέρων οργανισμός

load-bearing structures - φέροντα δομικά στοιχεία

Loggings While Drilling – LWD – διαγραφίες κατά την όρυξη

salt lobes - λοβοί άλατος

M

main safety functions - κύριες δράσεις ασφάλειας

manager - (επικεφαλής) διοικητικό στέλεχος

mapping – αποτύπωση

marine conductor - θαλάσσια σωλήνωση οδηγός

maritime systems - θαλάσσια συστήματα

Marking - σήμανση

mass wasting processes - μετακινήσεις μαζών

materials handling - διαχείριση υλικών

Mbbld (Million barrels per day) - Εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα

Mbo (Million Barrels of oil) - Εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου

Mbopd (Million Barrels of oil per day) - Εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου ανά ημέρα

means of evacuation - μέσα εκκένωσης

Measurements While Drilling – MWD – μετρήσεις κατά την όρυξη

mobile - πλωτή (όχι κινητός)

mobile facilities - πλωτές εγκαταστάσεις

mobile facilities registered in a national ships' register, and which follow a maritime operational concept - πλωτές εγκαταστάσεις καταχωρημένες σε εθνικό νηολόγιο και οι οποίες ακολουθούν ναυτιλιακή επιχειρησιακή αντίληψη

moonpool - κατασκευή (άνοιγμα) στο μέσο του πλοίου (εξέδρας) που συνδέει το κατάστρωμα με τον πυθμένα και το νερό και επιτρέπει εργασίες από το μέσο του πλοίου

mooring lines - γραμμές αγκύρωσης

N

"*neutrally buoyant*" - ουδέτερης άντωσης

notification - γνωστοποίηση

O

obligation - υποχρέωση

occupational health service - υγειονομική υπηρεσία εργασίας

oily water - νερό με προσμίξεις πετρελαίου

off-duty periods - Περίοδοι εκτός υπηρεσίας

offshore - υπεράκτιος

offshore period - υπεράκτια περίοδος

offshore structures - θαλάσσιες κατασκευές

one-size-fits-all-technology - τεχνολογία ενιαίου τύπου

operator - διαχειριστής

OSPAR - Σύμβαση για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος του βορειοανατολικού Ατλαντικού

Outfitting - Εξοπλισμός

outdoor work - εξωτερική εργασία

overhaul - επιθεώρηση

owner - ιδιοκτήτης

P

personnel - προσωπικό

petroleum activity - πετρελαϊκή δραστηριότητα

Petroleum Safety Authority - Αρχή Ασφάλειας στις Πετρελαϊκές Δραστηριότητες

physical barriers - φυσικές διατάξεις απομόνωσης

physician - γιατρός (παθολόγος)

pipe deck - επίπεδο τοποθέτησης διατρητικών στελεχών

pipeline systems - συστήματα αγωγών

pitch - διαμήκης περιστροφική κίνηση (γύρω από τον εγκάρσιο οριζόντιο άξονα) πλωτής κατασκευής

PLONOR list - Pose Little Or NO Risk list

Rockmarks - υποβρύχιοι κρατήρες λόγω διαφυγής αερίου

rod - φορέας/ άτρακτος

rontoon - πλωτήρας

"*positively buoyant*" - θετικής άντωσης

preliminary survey - προκαταρκτική μελέτη (όχι έρευνα)

pressure gradient - βαθμίδα ρωγμάτωσης

principal undertaking - κύριος εργολήπτης

process safety system - σύστημα ασφάλειας διεργασιών

processes, resources and operations - διαδικασίες, πόροι και λειτουργίες (of management system)

production and transport regularity - κανονικότητα της παραγωγής και της μεταφοράς

production casing - παραγωγική σωλήνωση

production engineering - μηχανική παραγωγής

productions plants - μονάδες παραγωγής

protective personal gear - προσωπική προστατευτική ενδυμασία

prudent activity - συνετή δραστηριότητα

pursuant / in pursuance - κατ' εφαρμογή

pull tube risers - τα risers μέσω κεντρικού σωλήνα

R

rafts - πνευστές σχεδίες ρίψης (MOB)

R&D program – πρόγραμμα έρευνας και ανάπτυξης

ram - δακτυλιοειδές έμβολο συγκράτησης και απομόνωσης

recertification – επαναπιστοποίηση

recoverable oil - απολήψιμα αποθέματα πετρελαίου

refloating - επανεπίπλευση

Refunding of expenses - καταβολή εξόδων

Regulation – Κανονισμός

reliability databases – βάσεις δεδομένων αξιοπιστίας

relief well - γεώτρηση εκτόνωσης

remote measurement - απομακρυσμένη μέτρηση

Remotely Operated Vehicle-ROV - τηλεχειριζόμενο ρομποτικό όχημα

reservoir engineering - μηχανική ταμιευτήρων

responsible party - υπεύθυνο μέρος

riser - σωλήνας σύνδεσης κεφαλής υποθαλάσσιας γεώτρησης και εξέδρας

riser platform - εξέδρα σωλήνα κεφαλής υποθαλάσσιας γεώτρησης

riser towers – πύργοι των riser

roll - η εγκάρσια (πλευρική) περιστροφική (γύρω από τον διαμήκη οριζόντιο άξονα) πλωτής κατασκευής

run down agreement - σύμβαση για τερματισμό (καταστολή) λειτουργίας

S

safety-clearance (of activities) - διαβάθμιση της ασφάλειας

safety delegate - εκπρόσωπος ασφαλείας

safety functions - δράσεις ασφαλείας

scour – υποσκαφή

seismic resolution - σεισμική ανάλυση

semi-submersible – ημιβυθιζόμενος

shallow water flow –SWF - οι ροές νερού από μικρά βάθη

shallow water or gas blowout - απότομη εισροή αερίου ή νερού

shear rams - εμβόλα διάτμησης

ship-shaped - μορφής πλοίου

short /long stroke tensioners – εντατήρες μικρής/ μακράς διαδρομής

shut down - τερματισμός λειτουργίας

shut-in - σφράγισμα γεώτρησης

side track - Όρυξη πλευρικού τμήματος

simpler facilities - εγκαταστάσεις απλούστερων υποδομών

skiddable rig - ικανή να ολισθήσει εξέδρα

slurry – γαλάκτωμα

small electric vehicle - Μικρό ηλεκτρικό τηλεχειριζόμενο όχημα

spar - με κυλινδρικό στέλεχος

steel catenary risers - χαλύβδινο riser αλυσοειδούς γραμμής/καμπύλης
steep fault scarps - απότομα ρηξιγενή πρανή
stove pipe - σωλήνωση οδηγός
subcontractor - υπεργολάβος
subsea - υποθαλάσσιος
subsea assembly - επιτυθμένα διάταξη
subsea template - επιτυθμένα συνδεσμολογία (σύστημα) διατάξεων
supply of food and drinking water - προμήθεια τροφίμων και πόσιμου νερού
surface casing - επιφανειακή σωλήνωση
surface-oriented diving (usually open bell or air diving up to 50m) - καταδύσεις μικρού βάθους (<50μ)
survival suits - φόρμες επιβίωσης
startup - εκκίνηση λειτουργίας
structure - κατασκευή
surge - οριζόντια διαμήκης κίνηση πλωτής κατασκευής
sway - οριζόντια εγκάρσια κίνηση πλωτής κατασκευής

T

technical condition (of a facility) - τεχνική κατάσταση
tender platform/rig - βοηθητική εγκατάσταση γεωτρητικής εξέδρας
Tension Leg Platforms (TLP) - εξέδρες εντατικής επίπλευσης
tethered compliant platform tension leg platform - πλατφόρμα εντατικής επίπλευσης
thermal extremes - ακραίες θερμοκρασίες
thrusters - προωθητήρες, προπέλες
Tm³ (Trillion cubic meters) – Τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα
top-tensioned risers - κατακόρυφο riser εντεταμένο στην κορυφή
transport - μεταφορά
transport routes - οδοί μεταφοράς
trawl - τράτα
trip – αποστολή
turret mooring – αγκύρωση με πυργίσκο

U

unclassified area - ειδικός χώρος

Uniform Building Code - Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός

universal joint, Cardan joint - σταυρωτή άρθρωση

V

vessel - σκάφος

W

water column - στήλη ύδατος

weathering properties - ιδιότητες αποσύνθεσης (για το πετρέλαιο στις συνθήκες του θαλάσσιου περιβάλλοντος)

well barriers - πώματα απομόνωσης γεωτρήσεων

well completion - ολοκλήρωση της γεώτρησης

well control equipment - εξοπλισμός ελέγχου πιέσεων γεωτρήσεων

well integrity techniques - τεχνικές δομικής ακεραιότητας της γεώτρησης

well intervention - παρέμβαση σε γεωτρήσεις (εγκαταστάσεις ή διεργασίες)

well workover - συντήρηση της γεώτρησης

working hours - ώρες απασχόλησης

Y

Yaw - οριζόντια περιστροφική κίνηση (γύρω από τον κατακόρυφο άξονα) πλωτής κατασκευής

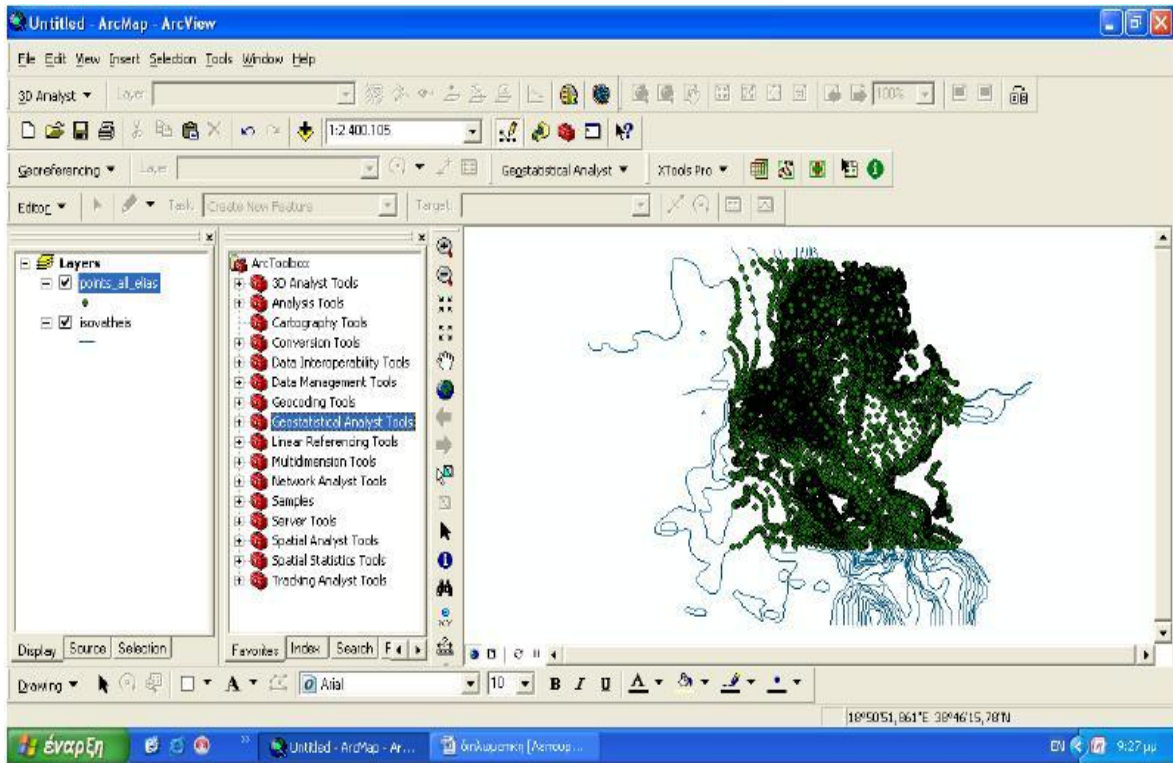
Z

zero discharge - σύστημα μηδενικών απορρίψεων

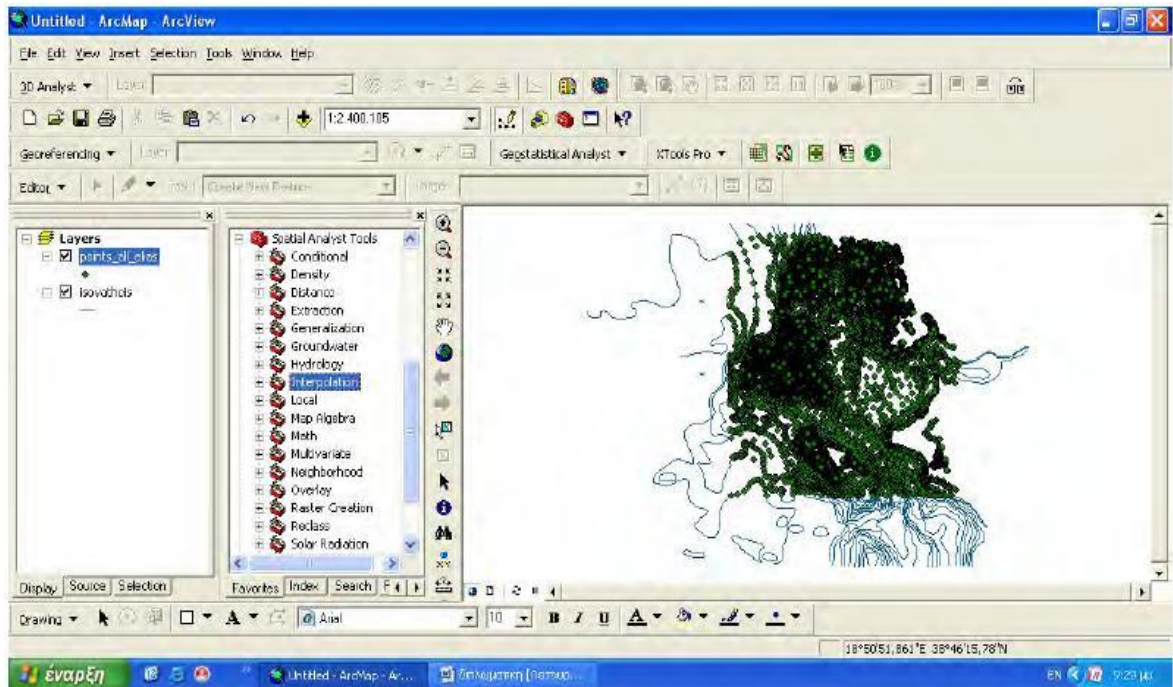
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΧΑΡΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ shp. ΑΡΧΕΙΩΝ ΣΤΟ ArcGIS (Χρονόπουλος, 2010)

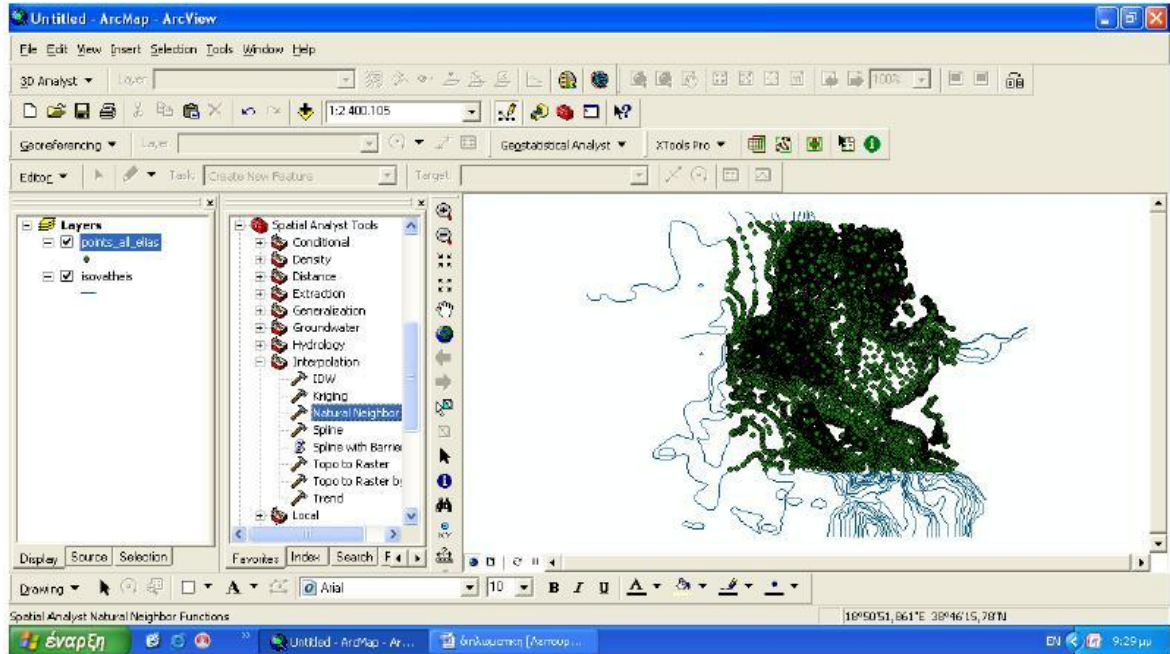
Πατάμε **spatial analyst tools**.



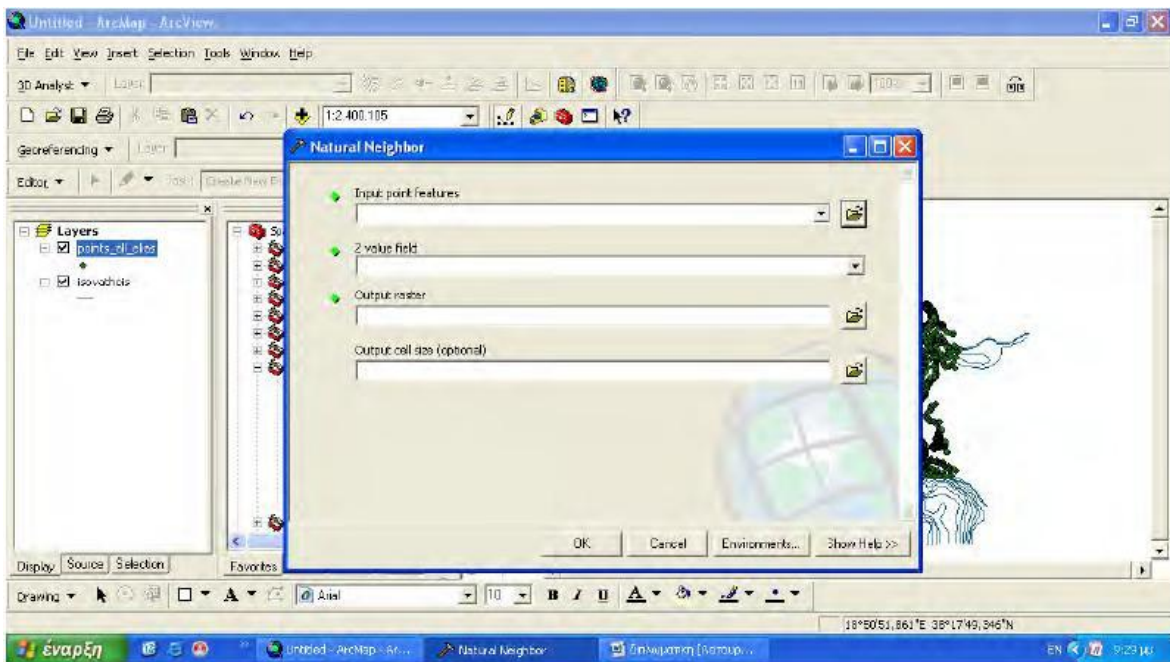
Στη συνέχεια **Interpolation**.



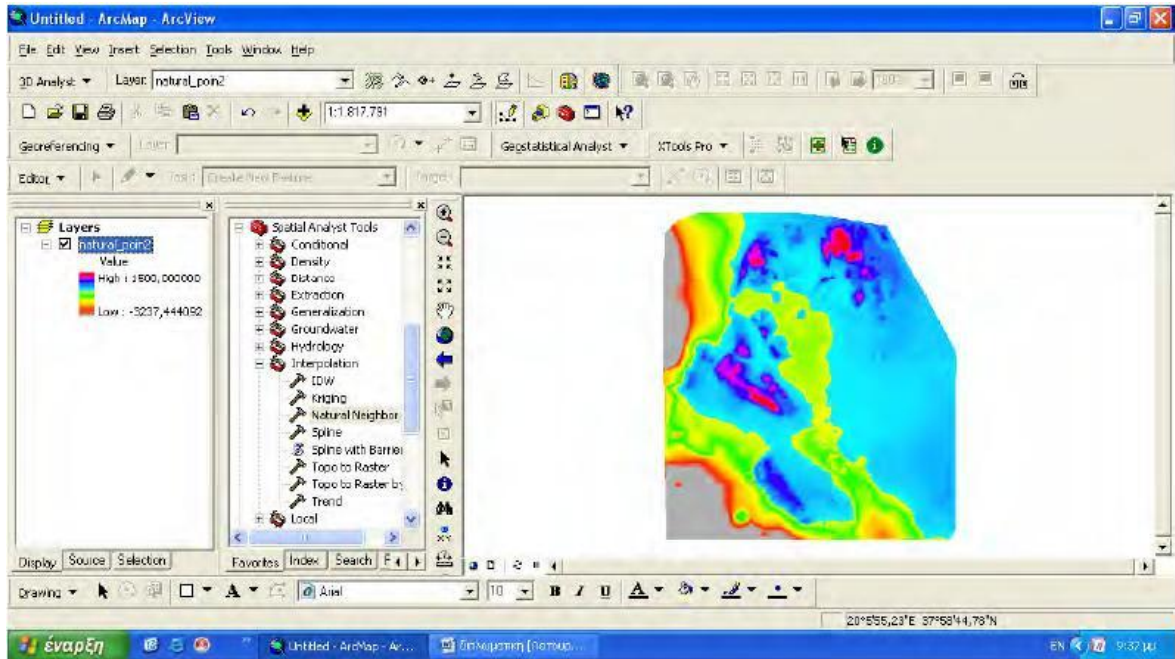
Και τέλος πατάμε **natural neighbor**. Το **natural neighbor** είναι μια ντετερμινιστική μέθοδος χωρικής παρεμβολής. Αυτή αποτελεί μία από τις πιο γρήγορες μεθόδους που επαληθεύει σε πολύ μεγάλο βαθμό τα αρχικά σημεία του χάρτη.



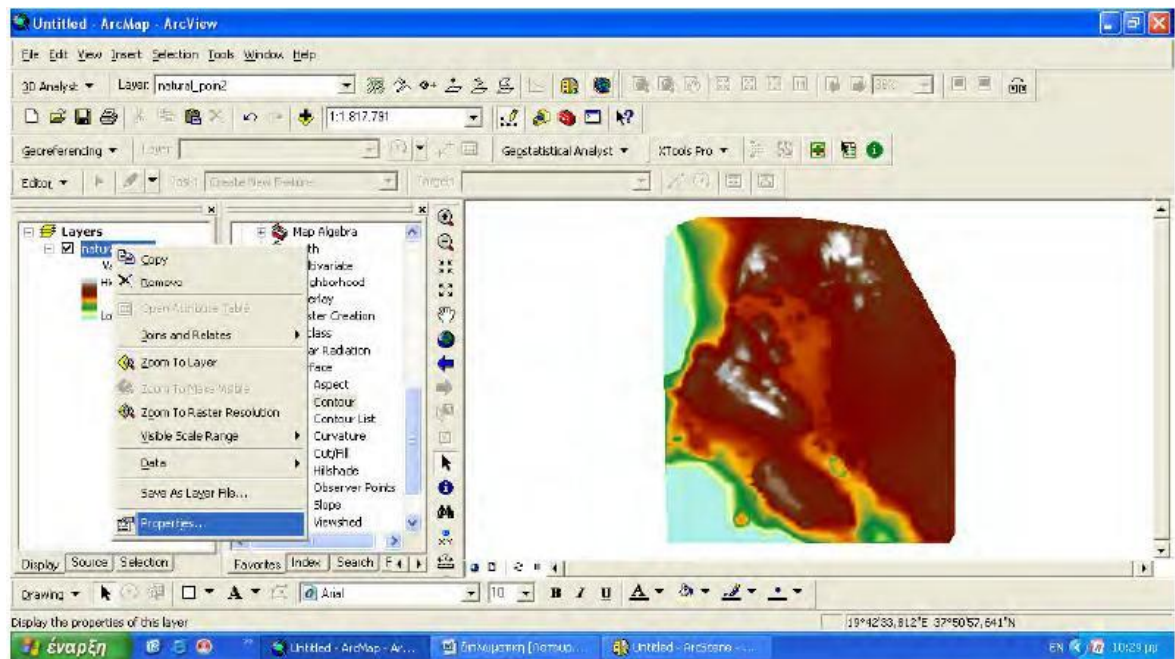
Στο παράθυρο που εμφανίζεται στο πρώτο παράθυρο θα βάλουμε το **shapefile** που περιέχει όλα τα σημεία. Στο δεύτερο τη στήλη που έχει τους αριθμούς, στο τρίτο εκεί που θα το σώσουμε και στο τελευταίο πεδίο θα βάλουμε όσο πιο μικρό αριθμό γίνεται για περισσότερη ακρίβεια π.χ. 10.



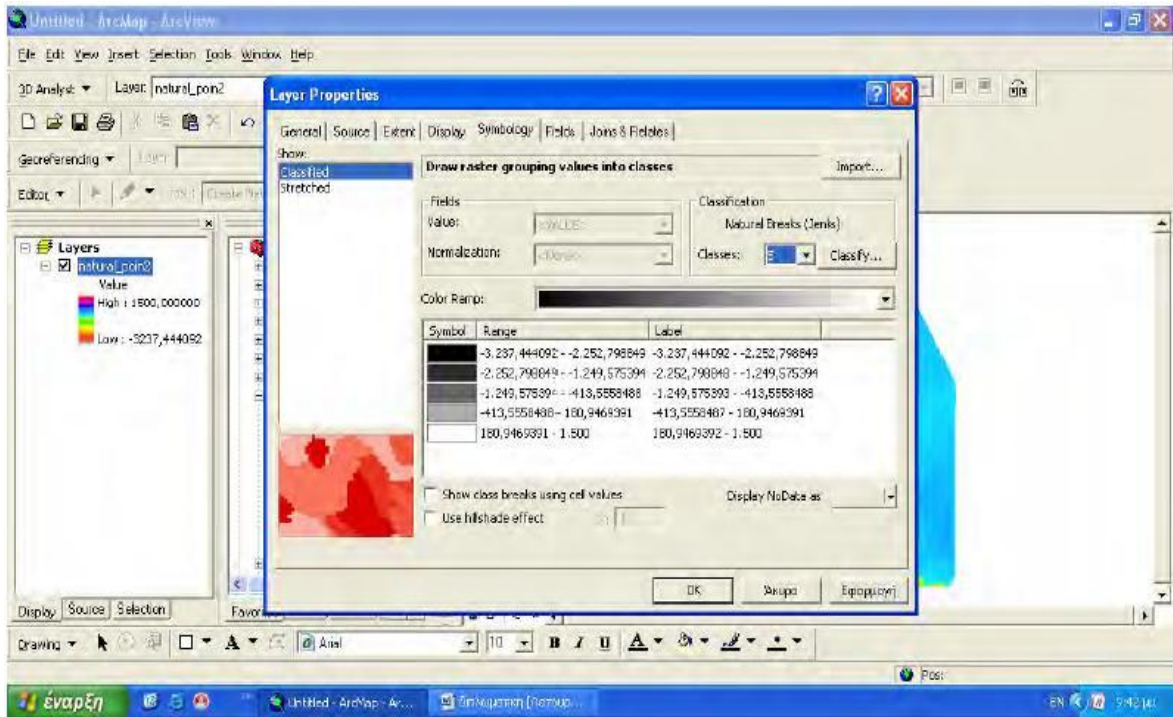
Αφού έχουμε προσδιορίσει τα πιο πάνω πεδία πατάμε **OK** και δημιουργούμε ένα grid και εμφανίζεται ο χάρτης όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



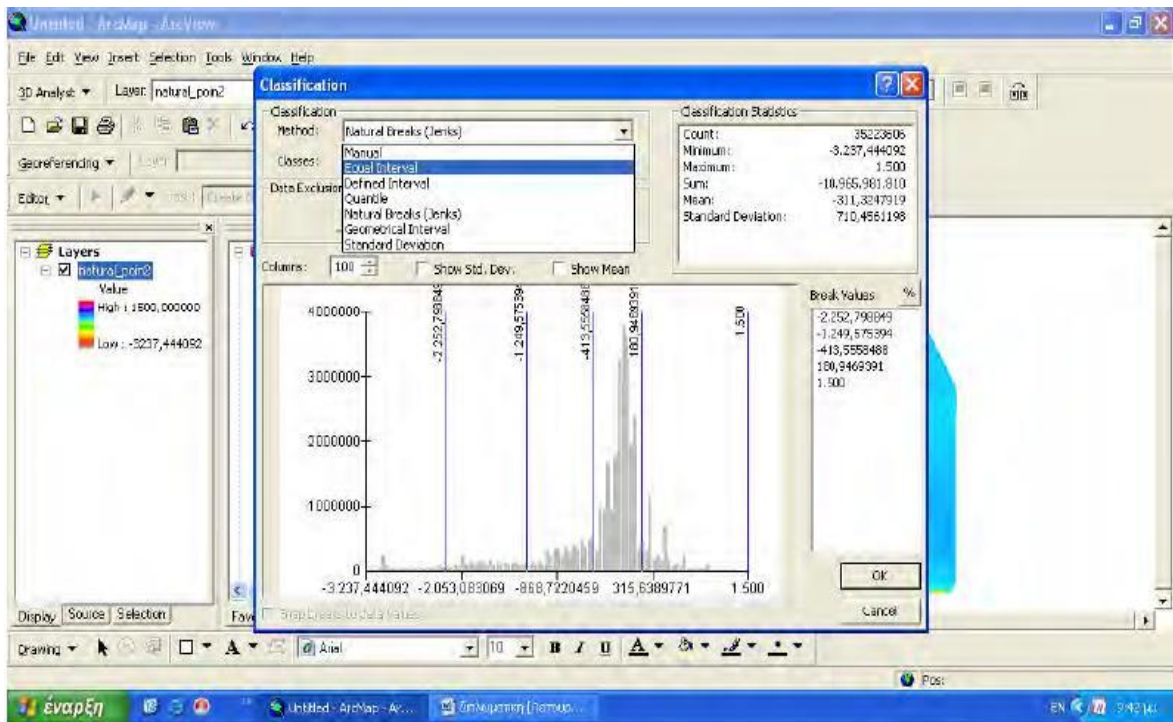
Θα μορφοποιήσουμε το **grid** ώστε να το φέρουμε στην μορφή που επιθυμούμε. Πατάμε πάνω στο **grid** δεξί κλικ και επιλέγουμε το **properties**.

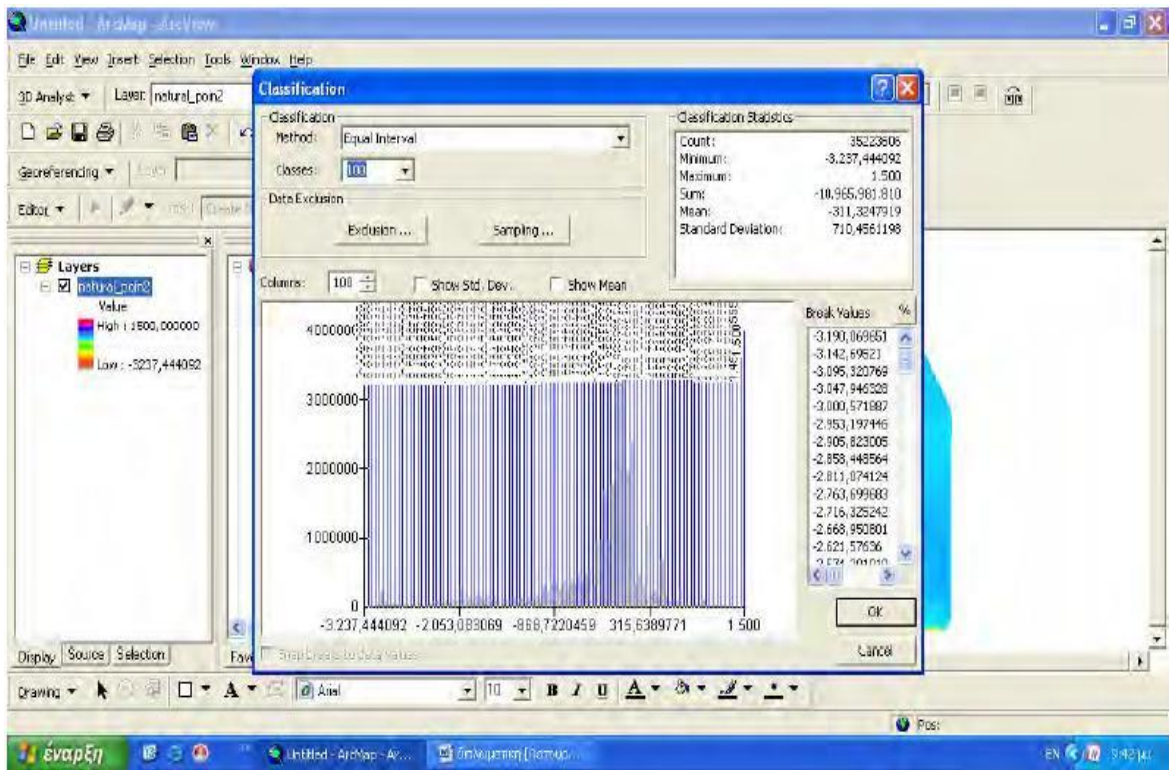


Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε **classified** και στο πεδίο **classification** πατάμε **classify**.

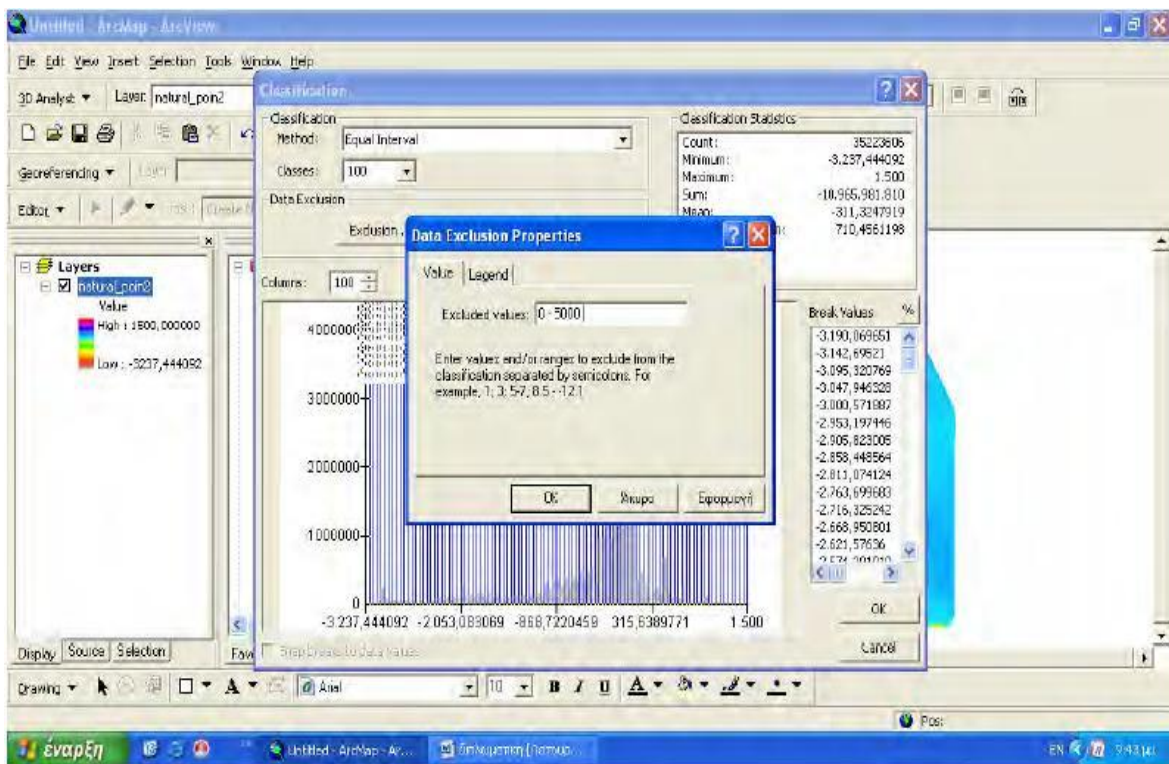


Στο νέο παράθυρο στο πεδίο method επιλέγουμε **equal interval** και βάζουμε 100 classes.

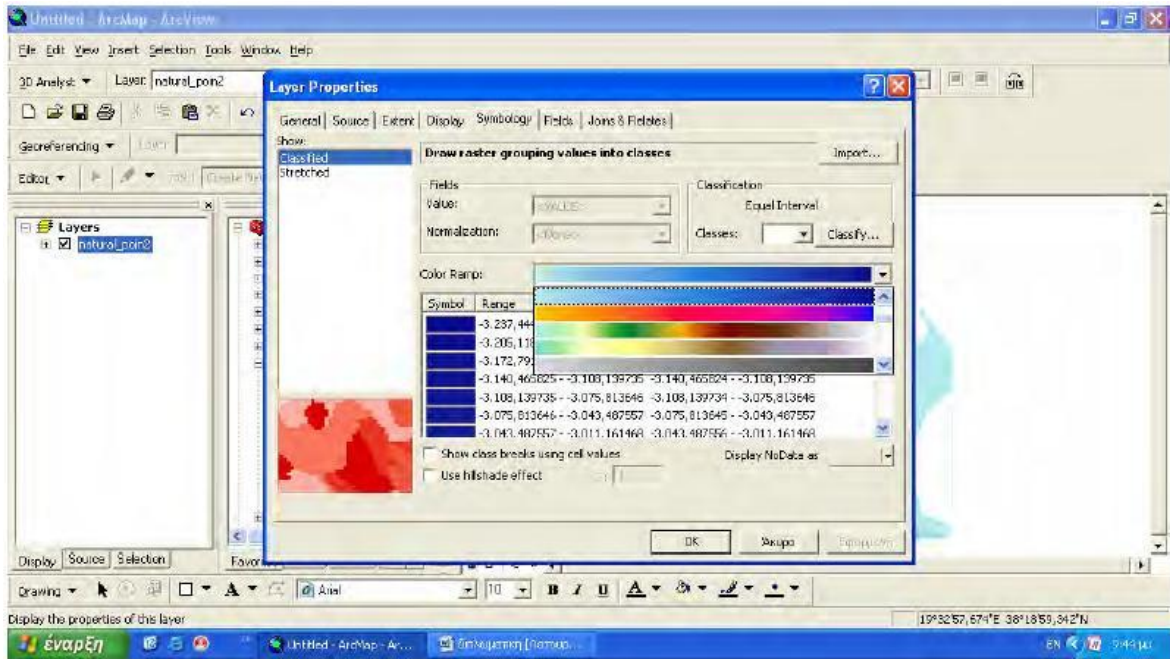




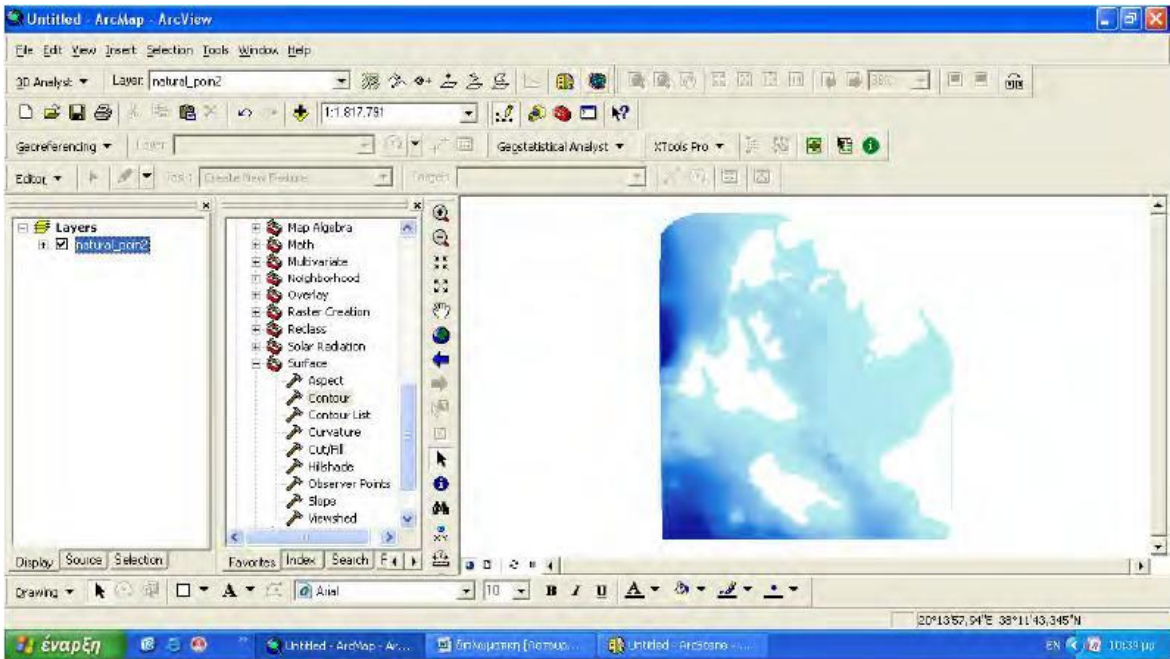
Στη συνέχεια πατάμε το **exclusion** και βάζουμε από το 0 έως το μεγαλύτερο ύψος για να μας εμφανίσει τη θάλασσα.



Και επιλέγουμε το χρώμα που θέλουμε.



Πατάμε **OK** και εμφανίζεται ο χάρτης όπως εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΟΔΗΓΙΑ 2013/30/ΕΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ