



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

---

ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ:

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΥΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑΚΟΛΟΥ

---

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Σαλτουρίδου Γ. Δέσποινα**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια :

**Β.Κ. Τσουκαλά**, Αν.Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2017



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

---

**ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ**

**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ:**

**Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΥΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑΚΟΛΟΥ**

---

Το περιεχόμενο της ανά χείρας διπλωματικής εργασίας αποτελεί προϊόν της δικής μου πνευματικής προσπάθειας. Η ενσωμάτωση σε αυτήν υλικού τρίτων, δημοσιευμένου ή μη, γίνεται με δόκιμη αναφορά στις πηγές, που δεν επιτρέπει ασάφειες ή παρερμηνείες.

**Σαλτουρίδου Γ. Δέσποινα**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια :

Β.Κ. Τσουκαλά, Αν.Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2017

Στον παππού μου,  
Ιάκωβο Μωυσιάδη

## Ευχαριστίες

Με το πέρας της προπτυχιακής μου εργασίας ολοκληρώνεται επίσημα και ο κύκλος των προπτυχιακών μου σπουδών στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κυρία Βασιλική Τσουκαλά, Αναπληρώτρια καθηγήτρια ΕΜΠ, για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές της, καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αυτής, καθώς και για την εμπιστοσύνη και διαρκή συμπαράσταση που μου επέδειξε.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Παναγούλια Διονυσία για τις πολύτιμες συμβουλές της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο Διδάκτορα Νικόλαο Μαρτζίκο, χωρίς την καθοδήγηση του οποίου, ένα μεγάλο μέρος της εργασίας θα ήταν ανέφικτο να ολοκληρωθεί άρτια.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους φίλους μου Θεοδώρα Πυρπιρή, Θεοδώρα Τσιτσέλη, Νικόλα Σαμλίδη, Θανάση Κουρέτα και Κωνσταντίνο Περίχαρο για τη συνεισφορά τους στη διεκπεραίωση της εργασίας, αλλά και για την ηθική τους συμπαράσταση κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου που με στήριξαν και με στηρίζουν σε κάθε προσπάθειά μου.

Δέσποινα Σαλτουρίδου

Αθήνα

Μάρτιος 2017

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>4</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>5</b>
1.1: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	5
1.2: ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	5
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ</b>	<b>8</b>
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
2.2 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	9
2.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΓΙΑ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	11
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΦΡΕΑΤΙΩΝ</b>	<b>13</b>
3.1 ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	13
3.1.1 ΒΑΡΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	14
3.1.2 ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	16
3.1.3 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	17
3.1.4 ΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ	19
3.2 ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΦΡΕΑΤΙΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	20
3.2.1 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	20
3.2.2 ΓΕΩΤΡΗΣΗ UNDERBALANCED Η UBD	22
3.2.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΔΙΠΛΗΣ ΚΛΙΣΗΣ Η ΔΙΠΛΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ	23
3.2.4 ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΗ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ	24
3.2.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΟΥΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	25
3.3 ΕΞΕΔΡΕΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	26
3.3.1 ΕΞΕΔΡΕΣ ΤΥΠΟΥ JACK-UP Η ΑΝΥΨΟΥΜΕΝΕΣ	27
3.3.2 ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΕΞΕΔΡΑ	29
3.3.3 ΗΜΙ-ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΕΞΕΔΡΑ	29
3.3.4 ΦΟΡΤΗΓΙΔΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	31
3.3.5 ΠΛΟΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	32
3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ	33
3.4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	34

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:</b>	<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>35</b>
<b>4.2</b>	<b>ΟΙ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	<b>37</b>
4.2.1	ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΣΥΜΒΑΤΟ-ΠΥΡΓΟΣ (COMPLIANT TOWER)	37
4.2.2	ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ CONDEEP	39
4.2.3	ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ	40
4.2.4	ΠΛΩΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	43
4.2.5	Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ SPAR	45
4.2.6	ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	48
4.2.7	Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ TENSION LEG (TLP)	51
<b>4.3</b>	<b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>59</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:</b>	<b>ΔΙΕΘΝΕΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ</b>	<b>62</b>
<b>5.1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>62</b>
<b>5.2</b>	<b>ΝΟΜΟΣ 4014/2011</b>	<b>62</b>
5.2.1	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	62
5.2.2	ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΕΞΕΔΡΕΣ ΕΞΟΥΡΞΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ-ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α1	68
5.2.3	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΕΓΚΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΌΡΩΝ(ΑΕΠΟ) ΓΙΑ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Α1	71
<b>5.3</b>	<b>ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ</b>	<b>75</b>
5.3.1	ΔΙΚΑΙΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΖΩΝΗ (ΑΟΖ)	76
5.3.2	ΣΥΜΒΑΣΗ MARPOL 73/78	81
5.3.3	ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ, ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ(OIL POLLUTION PREPAREDNESS, RESPONSE AND CO-OPERATION, OPRC)	83
5.3.4	ΣΥΜΒΑΣΗ ΤΗΣ ΒΑΡΚΕΛΩΝΗΣ	84
5.3.5	ΣΥΜΒΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΟΚΧΟΛΜΗΣ	86
<b>5.4</b>	<b>ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΤΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ</b>	<b>86</b>
<b>5.5</b>	<b>ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ ΣΕ ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ</b>	<b>87</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:</b>	<b>ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	<b>89</b>
<b>6.1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>89</b>
6.1.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (ΔΥΤΙΚΟ ΚΑΤΑΚΟΛΟ)	93
<b>6.2</b>	<b>ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΓΕΩΤΡΗΣΗ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΡΕΑΤΙΩΝ</b>	<b>97</b>

6.2.1	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΕΔΡΑΣ	98
6.2.1.1	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ	98
6.2.1.2	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ	98
6.2.1.3	Βενθικές κοινότητες και κοραλλιογενείς κοινότητες	99
6.2.1.4	Ναυάγια	99
6.2.2	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	99
6.2.2.1	Θαλάσσια θηλαστικά	99
6.2.2.2	Θαλάσσιες χελώνες	99
6.2.2.3	Βενθικές κοινότητες	100
6.2.2.4	Ψάρια και πλαγκτόν	100
6.2.3	ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	100
6.2.3.1	Ποιότητα ιζήματος	102
6.2.3.2	Ποιότητα νερού	102
6.2.3.3	Βενθικές και κοραλλιογενείς κοινότητες	102
6.2.3.4	Πλαγκτόν και ψάρια	103
6.2.4	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ	103
6.2.5	ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	105
6.2.6	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ	106
6.2.7	ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΣΚΑΦΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	107
6.2.7.1	Επιδράσεις στα θαλάσσια θηλαστικά	107
6.2.7.2	Επιδράσεις στην αλιεία και στις αλιευτικές δραστηριότητες	108
6.2.8	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	108
<b>6.3</b>	<b>ΕΚΤΑΚΤΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ</b>	<b>109</b>
6.3.1	ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	109
6.3.2	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	109
6.3.3	ΔΙΑΡΡΟΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	110
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ</b>		<b>115</b>
7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	115
7.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	115
7.3	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	117
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>		<b>119</b>
8.1	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	120





## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 1</b> Χαρακτηριστικές γεωλογικές στρώσεις με εγκλωβισμένο πετρέλαιο (Πηγή: <a href="http://www.aapgsuez.net">www.aapgsuez.net</a> ). .....	8
<b>Σχήμα 2</b> Διαγραμματική απεικόνιση των εισαγωγών αργού πετρελαίου στην Ελλάδα ( <a href="http://www.iea.org">www.iea.org</a> ). .....	11
<b>Σχήμα 3</b> Παράδειγμα αποτελεσμάτων καταγραφής βαρυτομέτρου (Πηγή: <a href="http://www.INFOLUPKI.PGI.GOV.PL">www.INFOLUPKI.PGI.GOV.PL</a> ) .....	15
<b>Σχήμα 4</b> Υπεράκτια σεισμική έρευνα (Πηγή: <a href="http://www.subseaworldnews.com">www.subseaworldnews.com</a> ).....	19
<b>Σχήμα 5</b> Υπεράκτιος μηχανισμός λήψης πυρήνα υπεδάφους (Πηγή: <a href="http://www.mining-technology.com">www.mining-technology.com</a> ) .....	19
<b>Σχήμα 6</b> Σύγκριση χρήσης συμβατικής μεθόδου εξόρυξης με τη χρήση της μεθόδου UBD (Πηγή: <a href="http://www.nwairservices.100wd.net">www.nwairservices.100wd.net</a> ) .....	23
<b>Σχήμα 7</b> Σύγκριση χρήσης συμβατικής μεθόδου εξόρυξης με την τεχνολογία εξόρυξης διπλής πυκνότητας (Πηγή: <a href="http://www.worldexpro.com">www.worldexpro.com</a> ) .....	24
<b>Σχήμα 8</b> Επί τάπητος στηριζόμενη εξέδρα τύπου jack- up (Πηγή: «Conversion of mat jack-up drilling platforms to floating drilling platforms» Dwight S. Nunley). .....	28
<b>Σχήμα 9</b> Εξέδρα τύπου jack-up ανεξάρτητων ποδιών (Πηγή: Leg ice shields for ice worthy jack-up drilling unit Peter G. Noble). .....	29
<b>Σχήμα 10</b> Ημι-υποβρύχια εξέδρα σε έντονα περιβάλλοντα (Πηγή: <a href="http://www.enathisky.com">www.enathisky.com</a> ). ...	31
<b>Σχήμα 11</b> Φορτηγίδα γεώτρησης (Πηγή : <a href="http://www.offshoreenergytoday.com">www.offshoreenergytoday.com</a> ).....	31
<b>Σχήμα 12</b> Πλοίο γεώτρησης (Πηγή : <a href="http://www.petroleumsupport.com">www.petroleumsupport.com</a> ). .....	33
<b>Σχήμα 13</b> Πλοίο γεώτρησης και πισίνα γεώτρησης (Πηγή : <a href="http://www.bashny.net">www.bashny.net</a> ). .....	33
<b>Σχήμα 14</b> Πλωτές εξέδρες υπεράκτιας εξόρυξης πετρελαίου (Πηγή : <a href="http://www.maersk.com">www.maersk.com</a> )....	34
<b>Σχήμα 15</b> Συμβατό πύργος (Πηγή : <a href="http://www.rigzone.com">www.rigzone.com</a> ).....	38
<b>Σχήμα 16</b> Πύργος καλωδιωτού ιστού (Πηγή : <a href="http://www.smetak.com">www.smetak.com</a> ). .....	39
<b>Σχήμα 17</b> Πλατφόρμα Condeep (Πηγή : <a href="http://www.norskolje.museum.no">www.norskolje.museum.no</a> ).....	40
<b>Σχήμα 18</b> Σταθερή πλατφόρμα (Πηγή : <a href="http://WWW.LIFELONG.ENGR.UTEXAS.EDU">WWW.LIFELONG.ENGR.UTEXAS.EDU</a> ). .....	42
<b>Σχήμα 19</b> Πλωτό σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης (Πηγή: <a href="http://www.offshoreenergytoday.com">www.offshoreenergytoday.com</a> ).....	45
<b>Σχήμα 20</b> Classic SPAR (Πηγή: <a href="http://www.marinetalk.com">www.marinetalk.com</a> ). .....	46
<b>Σχήμα 21</b> Cell SPAR (Πηγή: <a href="http://www.rigzone.com">www.rigzone.com</a> ).....	47
<b>Σχήμα 22</b> Truss SPAR (Πηγή: <a href="http://www.spe.org">www.spe.org</a> ). .....	47
<b>Σχήμα 23</b> Υποθαλάσσια συστήματα παραγωγής (Πηγή: <a href="http://www.nexans.no">www.nexans.no</a> ).....	51
<b>Σχήμα 24</b> Πλατφόρμα tension leg (Πηγή: <a href="http://www.seasoft.org">www.seasoft.org</a> ).....	53
<b>Σχήμα 25</b> Πλωτές πλατφόρμες υπεράκτιας παραγωγής πετρελαίου (Πηγή: <a href="http://www.foxoildrilling.com">www.foxoildrilling.com</a> ).....	54

<b>Σχήμα 26</b> Εξέδρα Άλφα τύπου Jack-up(Πηγή: ΜΠΕ Πρίνος, Καβάλα).....	59
<b>Σχήμα 27</b> Εξέδρα Βήτα τύπου Jack-up(Πηγή: ΜΠΕ Πρίνος, Καβάλα, Μάρτιος 2016).....	60
<b>Σχήμα 28</b> Εξέδρα Δέλτα (Πηγή: ΜΠΕ Πρίνος, Καβάλα, Μάρτιος 2016) .....	60
<b>Σχήμα 29</b> Φορτηγίδα «Λιμίν Πρίνου» (Πηγή: ΜΠΕ Πρίνος, Καβάλα, Μάρτιος 2016) .....	61
<b>Σχήμα 30</b> Οι ζώνες εκμετάλλευσης σύμφωνα με το Δίκαιο της Θάλασσας (Πηγή : www.bgr.bund.de).....	80

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

<b>Πίνακας 4-1</b> Συνολικός πίνακας σύγκρισης των βασικών χαρακτηριστικών των ευρέως χρησιμοποιούμενων πλατφορμών. ....	55
<b>Πίνακας 5-1</b> Παράρτημα V ΥΑ 1958/2012 (Πηγή : www.yreka.gr) .....	65
<b>Πίνακας 5-2</b> Κατάλογος συμβάσεων, πρωτοκόλλων, οδηγιών και νόμων. ....	75
<b>Πίνακας 6-1</b> Πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων στη φάση κατασκευής, λειτουργίας και έκτακτου γεγονότος.....	112
<b>Πίνακας 7-1</b> Βαθμολογική αξιολόγηση.....	118

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το μείζον ζήτημα της υπεράκτιας εκμετάλλευσης κοιτασμάτων υδρογονανθράκων στην Ελλάδα. Έναυσμα για την πραγματοποίηση της εργασίας αποτέλεσε το γεγονός της ύπαρξης ορυκτού υπεράκτιου και χερσαίου πλούτου στην Ελλάδα, ο οποίος παραμένει ανεκμετάλλευτος. Ταυτόχρονα, το πετρέλαιο αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας παγκοσμίως, η τεχνολογία εκμετάλλευσης του συνεχώς εξελίσσεται, ενώ συγχρόνως, η σπουδαιότητά του από οικονομική και πολιτική άποψη είναι ύψιστη για μια χώρα.

Με στόχο την ολιστική προσέγγιση του ζητήματος σε πραγματικές συνθήκες, επιλέχθηκε μια περιοχή μελέτης στην οποία έχει ήδη διαπιστωθεί η ύπαρξη υπεράκτιων υδρογονανθράκων, το Δυτικό Κατάκολο. Αρχικά, εκτιμήθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά της υφιστάμενης περιοχής, τόσο του βιοτικού όσο και του αβιοτικού περιβαλλοντός της, ενώ χωροθετήθηκε η ακριβής θέση της περιοχής μελέτης, μέσω της χρήσης του Γεωγραφικού Συστήματος Συντεταγμένω (G.I.S.).

Μελετήθηκαν εις βάθος οι σύγχρονες τεχνολογίες και κατασκευές που χρησιμοποιούνται στην εκάστοτε τοποθεσία ενδιαφέροντος παγκοσμίως, καθώς και οι δραστηριότητες που εκτελούνται. Στη συνέχεια, έγινε μια προσπάθεια προσέγγισης του ζητήματος περιβαλλοντικής αδειοδότησης για τις συγκεκριμένες κατασκευές, λαμβάνοντας υπόψη την ευαισθησία της περιοχής. Καταγράφηκαν λοιπόν, όλα τα στάδια της διαδικασίας, καθώς και το σύνολο των διεθνών διατάξεων και νομοθεσιών που ακολουθούνται για τέτοιες εγκαταστάσεις.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε μια προκαταρκτική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων για την περίπτωση του Δυτικού Κατάκολου, με βάση τα χαρακτηριστικά της περιοχής ενδιαφέροντος, τόσο σε φάση κατασκευής των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης, όσο και σε φάση λειτουργίας. Ο σκοπός της μελέτης αυτής, επιτεύχθηκε, οδηγώντας τελικά στην επιλογή της βέλτιστης λύσης με βάση τα χαρακτηριστικά της περιοχής μας, χρησιμοποιώντας ως γνώμονα τους περιβαλλοντικούς, τεχνικούς και οικονομικούς παράγοντες.

## ABSTRACT

This paper presents the major issue of offshore exploitation of hydrocarbons deposits in Greece. Triggered from the fact that huge mineral wealth either offshore or onshore in Greece remains unexploited. At the same time, oil is the main energy source in the world, its exploitation technology is constantly evolving, while the economic and political terms is of highest importance for a country.

Aiming at a holistic approach to the issue in real conditions, a study area is being selected, in which the existence of offshore oil has already been proved, West Katakolo. Initially, we assessed the main characteristics of the existing area, both the living and non-living environment. The exact position of the study area was situated, through the use of the Geographic Coordinate System (G.I.S.).

We studied in depth modern technologies and structures used in each location of interest worldwide, and the activities performed. Then, an attempt was made to issue environmental licensing approach for concrete structures, taking into account the sensitivity of the area. So, all stages of the process were recorded, and all relevant international rules and laws governing such facilities.

Finally, a preliminary environmental impact study was carried out for the case of West Katakolo, based on the characteristics of the region of interest, both in the construction phase of the operating facilities, and an operating phase. This study eventually led to the best choice of the optimal solution based on the characteristics of the area, using guided environmental, technical and economic factors.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ολιστική προσέγγιση του ζητήματος υπεράκτιας εκμετάλλευσης πετρελαίου, με σκοπό την προώθηση τέτοιων δραστηριοτήτων σε Ελλάδα και Κύπρο. Αφορμή για την εκπόνηση της εργασίας αποτελεί το γεγονός ότι το παγκόσμιο ενδιαφέρον έχει στραφεί προς την υπεράκτια ανάπτυξη, καθώς πλήθος κοιτασμάτων παραμένει ανεκμετάλλευτο είτε λόγω ελλιπούς τεχνολογίας είτε λόγω του αμφιλεγόμενου ζητήματος καθορισμού των υδάτινων συνόρων.

Το πετρέλαιο αποτελεί την πιο σημαντική και διαδομένη πηγή ενέργειας και την κινητήρια δύναμη της παγκόσμιας οικονομίας. Αυτή τη στιγμή όμως στην Ελλάδα, το μοναδικό υπεράκτιο κοιτάσμα που εκμεταλλεύεται, είναι αυτό του Πρίνου στην περιοχή της Καβάλας. Μέσω της παρούσας εργασίας λοιπόν, επιδιώκεται η παρουσίαση και η αναγνώριση των πολλαπλών κοινωνικο-οικονομικών οφελών που θα έχει η Ελλάδα, εάν πραγματοποιηθεί εκμετάλλευση του υπάρχοντος υπεράκτιου ορυκτού πλούτου της.

Μια περίπτωση ανεκμετάλλευτου υπεράκτιου ορυκτού πλούτου στην Ελλάδα, αποτελεί αυτή του Δυτικού Κατάκολου. Η παρούσα εργασία εστιάζει στην εξέταση και ανάλυση όλων των παραγόντων της εκμετάλλευσης του υπεράκτιου αυτού κοιτάσματος πετρελαίου, καθορίζοντας τη βέλτιστη λύση για τη μέγιστη δυνατή οικονομική αποδοτικότητα και αποληψιμότητα πετρελαίου, με ταυτόχρονη όμως προσαρμογή στο κανονιστικό διεθνές και εθνικό πλαίσιο σεβασμού και προστασίας του περιβάλλοντος από τη ρύπανση.

## 1.2: ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία διαρθρώνεται σε έξι επιπλέον κεφάλαια, πέραν του παρόντα εισαγωγικού στο οποίο γίνεται αναφορά στο σκοπό της εργασίας και η παρουσίαση της ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

Στο Κεφάλαιο 2, προσδιορίζεται η σύγχρονη κατάσταση στην Ελλάδα σε σχέση με την εισαγωγή και εξαγωγή πετρελαίου. Εκτιμώνται τα ανεκμετάλλευτα υπεράκτια κοιτάσματα

πετρελαίου της χώρας μας, και παρουσιάζονται σε χάρτη μέσω της χρήσης του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών(G.I.S.).

Στο Κεφάλαιο 3, αναλύονται οι τρόποι, τα μέσα, οι διαδικασίες και η σύγχρονη τεχνολογία που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για την εξερεύνηση και ανακάλυψη των υπεράκτιων κοιτασμάτων υδρογονανθράκων.

Στο Κεφάλαιο 4, περιγράφονται οι τρόποι, οι διαδικασίες και τα είδη εξεδρών που χρησιμοποιούνται ευρέως για την παραγωγή και εκμετάλλευση των υπεράκτιων κοιτασμάτων υδρογονανθράκων, ενώ, ταυτόχρονα, παρουσιάζονται και τα είδη εξεδρών που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα.

Στο Κεφάλαιο 5, παρουσιάζονται οι διεθνείς και εθνικές οδηγίες και συμβάσεις οι οποίες οφείλουν να ακολουθούνται, κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας των πλωτών εξεδρών παραγωγής πετρελαίου, για την αποφυγή σημαντικής ρύπανσης του περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα, παρουσιάζεται και η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης που πρέπει να ακολουθείται, με σκοπό την έγκριση της έναρξης των δραστηριοτήτων.

Στο Κεφάλαιο 6, αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά της περιοχής του Δυτικού Κατάκολου, πάνω στην οποία διαρθρώθηκε η ανάλυση της εργασίας. Επιπροσθέτως, αναγνωρίζονται και εκτιμώνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα προκύψουν κατά την κατασκευή και λειτουργία των εγκαταστάσεων εξόρυξης και παραγωγής στην περιοχή του Δυτικού Κατάκολου. Επιπλέον, εκτιμώνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα προκύψουν σε περίπτωση κάποιου έκτακτου γεγονότος που θα οδηγούσε στη δημιουργία πετρελαιοκηλίδας.

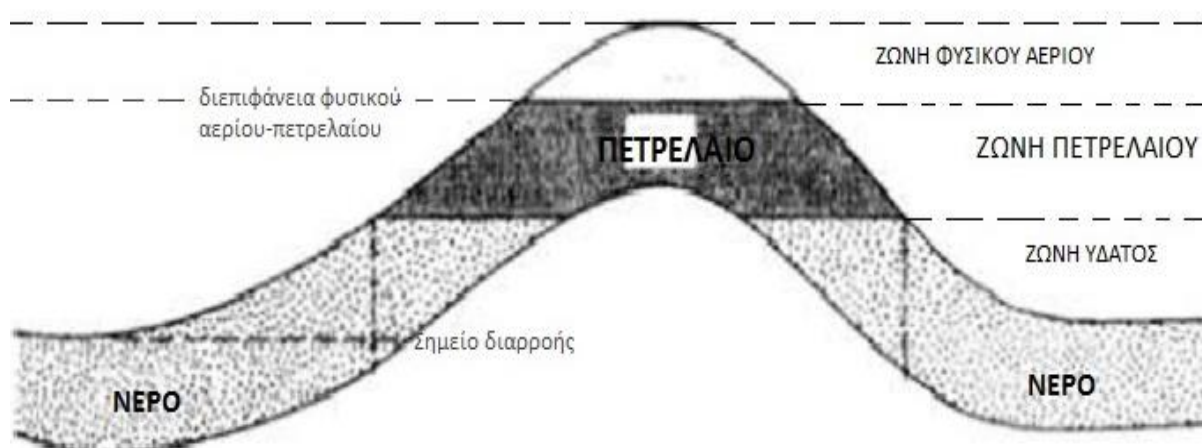
Στο Κεφάλαιο 7, πραγματοποιείται σύγκριση δύο εναλλακτικών σεναρίων εκμετάλλευσης με βάση την ικανοποίηση των περιβαλλοντικών, τεχνικών και οικονομικών κριτηρίων, με σκοπό την επιλογή της βέλτιστης λύσης για την εξεταζόμενη περιοχή. Ταυτόχρονα, πραγματοποιείται μια προκαταρκτική πολυκριτηριακή ανάλυση για την επίτευξη του στόχου αυτού.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 8, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας και προτείνονται τρόποι για περαιτέρω έρευνα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο συσσωρεύονται με το πέρασμα των γεωλογικών ετών ανάμεσα στους πόρους κάτω από τους βραχώδεις σχηματισμούς και καλούνται κοιτάσματα πετρελαίου, τα οποία βρίσκονται σε διάφορα βάθη στο φλοιό της γης. Το πετρέλαιο συνήθως βρίσκεται εγκλωβισμένο στο πορώδες ψαμμίτη, ο οποίος βρίσκεται είτε κάτω από θολωτές γεωλογικές στρώσεις είτε ανάμεσα σε πτυχές αδιαπέρατων ασβεστολιθικών πετρωμάτων (Speight and Ozum, 2002; Parkash, 2003; Hsu and Robinson, 2006; Gary et al., 2007; Speight, 2011a, 2014a). Σε κάποιους άλλους σχηματισμούς, πιθανό να βρίσκεται εγκλωβισμένο εντός των ρηγμάτων του φλοιού της γης. Η ανατομία των κοιτασμάτων πετρελαίου είναι ιδιαίτερα σύνθετη και ταυτόχρονα μεμονωμένη για το κάθε μέρος, είτε αυτό είναι εντός ακτής, είτε εκτός και πρέπει να ελέγχεται μικροσκοπικά και μακροσκοπικά. Εξαιτίας της τεράστιας ποικιλίας συγκεντρώσεων και την ταυτόχρονη ύπαρξη πολλών και διαφορετικών πετρωμάτων και ρευστών, τα κοιτάσματα πετρελαίου πρέπει να αντιμετωπίζονται εξαιρετικά για την κάθε περίπτωση.



**Σχήμα 1** Χαρακτηριστικές γεωλογικές στρώσεις με εγκλωβισμένο πετρέλαιο (Πηγή: [www.aarpsuez.net](http://www.aarpsuez.net)).

Γενικότερα, το πετρέλαιο συνυπάρχει εντός των σχηματισμών ή κατώτερα αυτών με άλλα ρευστά και με φυσικό αέριο και συγκρατούνται εκεί υπό μεγάλη πίεση. Για να απελευθερωθούν από τους σχηματισμούς πρέπει να απελευθερωθεί αυτή η πίεση, γεγονός



που επιτυγχάνεται με τη γεώτρηση των φρεατίων και τη διάτρηση των ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Εάν κατά τη γεώτρηση των φρεατίων η διείσδυση γίνει στην κορυφή των σχηματισμών, τότε μόνο το φυσικό αέριο μπορεί να παραληφθεί. Ενώ αν γίνει σε μεγάλο βάθος, μόνο το θαλασσινό νερό μπορεί να παραληφθεί. Το αργό πετρέλαιο επειδή βρίσκεται υπό μεγάλη πίεση, μόλις ολοκληρωθεί η γεώτρηση μπορεί να ρέει μέσα στο φρεάτιο φυσικά και να παραληφθεί στην επιφάνεια. Ωστόσο, όταν οι σχηματισμοί είναι πολύ στενοί ή η πίεση έχει εξαντληθεί εντός των κοιτασμάτων και η γεώτρηση δεν επαρκεί για να ρέει το πετρέλαιο, τότε τοποθετούνται ειδικές κατασκευές που το αντλούν από το φρεάτιο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται παραγωγή πετρελαίου.

Σύγχρονες υπεράκτιες δραστηριότητες αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου λαμβάνουν χώρα στα ύδατα των παράκτιων εθνών της γης. Οι υπεράκτιοι φορείς δε βασίζονται πλέον, σε αποβάθρες ή προβλήτες που επεκτείνονται στον ωκεανό, αντιθέτως, τα φρεάτια διατρύονται από χαλύβδινες ή από σκυρόδεμα σύγχρονες κατασκευές. Μονάδες που έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται μόνες τους από μέρος σε μέρος, να είναι πλωτές και να έχουν τη δυνατότητα γεώτρησης σε βάθη των δύο χιλιάδων διακοσίων πενήντα μέτρων και σε απόσταση από την ακτή των διακοσίων μιλίων. Η υπεράκτια ανάπτυξη περιλαμβάνει σταθερές πλατφόρμες, πλωτές εξέδρες, υποβρύχια φρεάτια καθώς και ένα μεγάλο πλήθος άλλων μονάδων.

## **2.2 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Το πετρέλαιο αποτελεί την κυρίαρχη πηγή ενέργειας της Ελλάδας, δικαιολογώντας το 45% του συνολικού ενεργειακού αποθέματος της χώρας. Η μεγαλύτερη ποσότητα αργού πετρελαίου εισάγεται στην Ελλάδα από τις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης ή από τις χώρες που ανήκουν στον οργανισμό εξαγωγής πετρελαίου (OPEC).

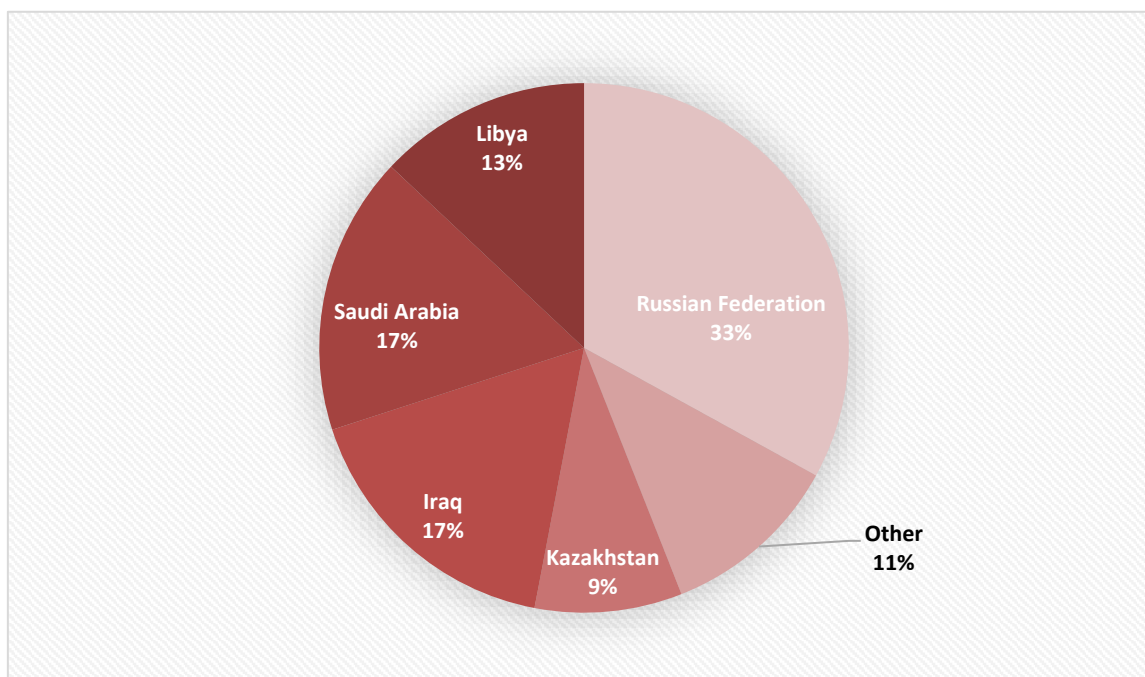
Η εγχώρια παραγωγή πετρελαίου είναι πολύ περιορισμένη. Μέχρι σήμερα, εκμεταλλεύσιμο είναι μόνο το πετρέλαιο της Θάσου, στην περιοχή Πρίνος, στον Κόλπο της Καβάλας. Η ημερήσια εξόρυξη πετρελαίου έφτασε τα 26.000 βαρέλια το 1987, αλλά τον τελευταίο καιρό έχει περιοριστεί σε 3000 βαρέλια μόνο. Η Καβάλα Oil A.E., θυγατρική της Ενεργειακής Αιγαίου A.E., είναι ο συνεχιστής της εταιρίας πετρελαίων Βορείου Αιγαίου, η οποία ξεκίνησε την εξερεύνηση πετρελαίου στην Κόλπο της Καβάλας στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και η

παραγωγή της ξεκίνησε στην αρχή της δεκαετίας του 1980.(A. Tsirambides, The Mineral Wealth of Greece, Yiachoudi Publ., Thessaloniki, 2005). Συγκεκριμένα, υπάρχουν τρεις συνολικά πλατφόρμες παραγωγής και επεξεργασίας, ενώ σχεδιάζεται η τοποθέτηση και άλλης μιας εξέδρας μέχρι το τέλος του 2016.

Με αφορμή την ανακάλυψη των μεταλλευμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου στην θαλάσσια περιοχή της Θάσου (θέση Πρίνος) το 1973-1974, η ΔΕΗ Α.Ε. (Δημόσια Επιχείρηση Πετρελαίου Α.Ε.) ήταν που ιδρύθηκε το 1975 για την εξερεύνηση και εξόρυξη πετρελαίου στην Ελλάδα. Το 1998, η ΔΕΗ Α.Ε. μετονομάστηκε σε Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε. (ΕΛ.ΡΕ. Α.Ε.), συγχώνευση η ΔΕΗ, ΕΛΔΑ και ΕΚΟ (διυλιστήρια / χημικές ουσίες). Αυτή η εταιρεία κατά την περίοδο 1997-2002 συμμετείχε σε κοινοπραξίες με τις εταιρίες Triton Hellas και την Enterprise Oil για την εξερεύνηση και εκμετάλλευση των υδρογονανθράκων σε τέσσερις περιοχές της Δυτικής Ελλάδας (Ιωάννινα, Αιτωλοακαρνανία, ΒΔ Πελοπόννησο, και Πατραϊκός Κόλπος). Γεωλογικές και γεωφυσικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν και πέντε γεωτρήσεις έγιναν σε βάθη 1.500 m έως 4.000 m. Αυτό ακολουθήθηκε από γεωχημικές και πετρογραφικές αναλύσεις των πυρήνων από γεωτρήσεις και τελικές τεχνικές εκθέσεις συντάχθηκαν που δεν έχουν ακόμη δημοσιευθεί.

Το 2003, η εταιρεία ΠΕΤΡΟΛΑ ΕΛΛΑΣ ΑΕ συγχωνεύτηκε με την ΕΛ.ΡΕ. ΑΕ και απέκτησε το διυλιστήριο της Ελευσίνας. Σήμερα, η ΕΛ.ΡΕ Α.Ε. λειτουργεί τέσσερα διυλιστήρια του Ασπρόπυργου, της Ελευσίνας, της Θεσσαλονίκης και στα Σκόπια, και είναι η μεγαλύτερη στην Ελλάδα. Το μερίδιό της στην ελληνική αγορά είναι 76%, ενώ λειτουργεί και 1.175 πρατήρια καυσίμων. Συνολικά υπάρχουν δέκα τερματικοί σταθμοί πετρελαίου στη χώρα, εκ των οποίων οι έξι έχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης αργού πετρελαίου, ενώ οι τέσσερις από αυτούς βρίσκονται πολύ κοντά στα διυλιστήρια. Τα τέσσερα αυτά διυλιστήρια έχουν δυνατότητα συνολικής διύλισης αργού πετρελαίου, περίπου 490 βαρέλια/ημέρα. Το 2012 το 56% των διυλισμένων προϊόντων εισήχθη στη χώρα από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που ανήκουν στον οργανισμό οικονομικής συνεργασίας και ανάπτυξης, ενώ μόλις το 16% εισήχθη από τη ρώσικη ομοσπονδία. Ταυτόχρονα, οι εξαγωγές πετρελαϊκών ειδών της χώρας αυξήθηκαν κατακόρυφα από 102 βαρέλια/ημέρα το 2004 σε 245 βαρέλια/ημέρα το 2012. Ενώ οι εξαγωγές της Ελλάδας ήταν κυρίως στην Τουρκία (22%), στη Σιγκαπούρη (9%), στο Λίβανο (7%) και στη Λιβύη (7%) ([www.iea.org](http://www.iea.org)).

Αναλυτικότερα, η εισαγωγή πετρελαίου στην Ελλάδα παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.



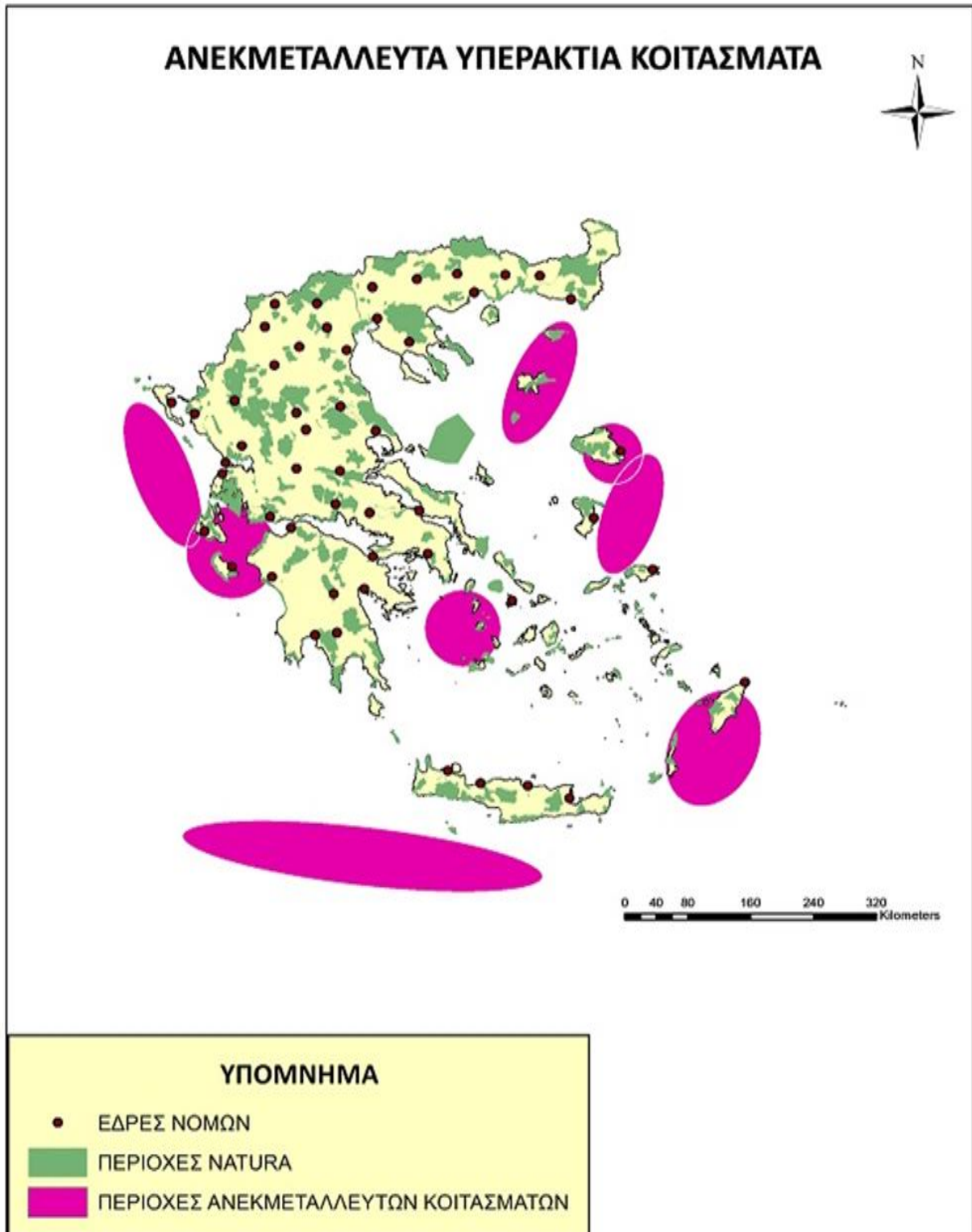
Σχήμα 2 Διαγραμματική απεικόνιση των εισαγωγών αργού πετρελαίου στην Ελλάδα ([www.iea.org](http://www.iea.org)).

### 2.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΓΙΑ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η οικονομική κρίση έχει στρέψει το ενδιαφέρον των κυβερνήσεων στην υπεράκτια εξόρυξη και παραγωγή πετρελαίου στον ελλαδικό χώρο. Ύστερα από μια σειρά σεισμικών ερευνών που πραγματοποιήθηκε μέσα στο διάστημα 2012-2014 ανακαλύφθηκαν νέες περιοχές ενδιαφέροντος με πιθανά κοιτάσματα πετρελαίου. Ωστόσο, μόνο μέσω της διαδικασίας γεώτρησης μπορεί να επιβεβαιωθεί η ύπαρξη αυτού, καθώς και το μέγεθος του, ώστε να δικαιολογείται η κατασκευή των πετρελαϊκών εγκαταστάσεων.

Ενθαρρυντικές ενδείξεις για την ύπαρξη πετρελαίου υπάρχουν στο Κατάκολο Ηλείας, στην τεράστια λεκάνη του Ιονίου πελάγους και στις δύο λεκάνες, στον Κόλπο της Σύρτης, νότια της Κρήτης και στη λεκάνη Ηρόδοτος, δυτικά της Κρήτης. Επίσης, σε όλα τα νησιά του Ιονίου (Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Λευκάδα, Παξοί, Κέρκυρα, Διαπόντια νησιά), στο Δελβινάκι Ιωαννίνων, Φιλιάτες Θεσπρωτίας, Άρτας, Πρέβεζας, Αστακός, Αιτωλικό, Φιλιατρά Μεσσηνίας, λεκάνη των Γρεβενών, στον Κόλπο του Θερμαϊκού, Χαλκιδική, Μπάμπουρας της

θάσου, στο Σταυρό και την Μαρώνεια Ροδόπης, Έβρου Ταύρη, στο νησάκι Ζουράφα ανατολικά της Σαμοθράκης, στη Λήμνο, Λέσβο, Ικαρία, Σκόπελος,Κυκλάδες και στη λεκάνη της Ρόδου (A. Foscolos, The Energy Resources of Greece,1998).



**Χάρτης 1:** Περιοχές ανεκμετάλλευτων υπεράκτιων κοιτασμάτων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΦΡΕΑΤΙΩΝ

### 3.1 ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Ο στόχος των δραστηριοτήτων εξερεύνησης για τον εντοπισμό σχηματισμών που περιέχουν αργό πετρέλαιο και φυσικό αέριο είναι να ληφθεί μια πιο ξεκάθαρη εικόνα του κοιτάσματος πριν τη γεώτρηση. Με τη χρήση τεχνικών αναζήτησης, τα γεωλογικά δεδομένα που συλλέγονται, παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες κάτω από την επιφάνεια και επιτρέπουν την αξιολόγηση της δυναμικότητας ενός σχηματισμού στην παροχή αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου. Αυτά τα στοιχεία βοηθούν τις ομάδες εξερεύνησης να αποφασίσουν ως προς την ύπαρξη ή μη αποθέματος υδρογονανθράκων, εάν θα πρέπει να επακολουθήσουν πιο ενδελεχείς δραστηριότητες εξερεύνησης για να αποδείξουν τις αρχικές ενδείξεις παρουσίας μιας σημαντικής δεξαμενής και αν η ποσότητα τους είναι βιώσιμη.

Το είδος της τεχνικής έρευνας που χρησιμοποιείται στην υπεράκτια εξερεύνηση για την ανίχνευση παρουσίας αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου εξαρτάται από τη φύση της θέσης. Στην πραγματικότητα, οι τεχνικές που εφαρμόζονται σε μία συγκεκριμένη θέση υπαγορεύονται από τη φύση του χώρου. Συνεπώς, δεν υπάρχει καμία τεχνική που να παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τον ακριβή καθορισμό των σχηματισμών και να ενθαρρύνει την άμεση και επιτυχή γεώτρηση. Όταν μια περιοχή επιλεγεί για περαιτέρω διερεύνηση, πιο λεπτομερείς μέθοδοι απασχολούνται, ωστόσο η γεώτρηση είναι το τελικό στάδιο του προγράμματος εξερεύνησης και είναι στην πραγματικότητα η μόνη μέθοδος με την οποία μπορεί να προσδιοριστεί μια δεξαμενή πετρελαίου. Σε μερικές περιπτώσεις μάλιστα, η γεώτρηση μπορεί να είναι η μόνη εφικτή επιλογή για την έναρξη του προγράμματος εξερεύνησης. Ο υψηλός όμως κίνδυνος που συνοδεύει τις γεωτρητικές διαδικασίες, καθιστά τη γνώση της περιοχής κάτω από την επιφάνεια αναγκαία και απαραίτητη. Συγκεκριμένα, είναι πολύ έντονη η ανάγκη της αναγνώρισης των ειδικών χαρακτηριστικών των νέων ερευνητικών φρεατίων σε μια νέα δεδομένη τοποθεσία, ακόμη και αν υπάρχουν πολλές ομοιότητες του νέου χώρου με άλλους τόπους όπου η εξερεύνηση αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου ήταν επιτυχής.

Οι κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και τον χαρακτηρισμό των σχηματισμών είναι μαγνητικές (μαγνητόμετρο), βαρυτικές (βαρυτόμετρο), και ηχητικών κυμάτων (σειсмоγράφος). Αυτές οι τεχνικές βασίζονται στις φυσικές ιδιότητες του υπεδάφους, ιζήματα και δομές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση και εκτίμηση της πιθανότητας ύπαρξης/παραγωγής των σχηματισμών. Επιπλέον, οι μέθοδοι αυτοί μπορούν να υποδιαιρεθούν σε αυτές που εστιάζουν στις βαρυτικές ιδιότητες, στις μαγνητικές ιδιότητες, στις σεισμικές ιδιότητες, στις ηλεκτρικές ιδιότητες, στις ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες, και στις ραδιενεργές ιδιότητες.

Ωστόσο, πρέπει να αναγνωριστεί ότι οι γεωφυσικές τεχνικές εξερεύνησης δεν μπορούν να εφαρμοστούν αδιακρίτως. Αναγνώριση των γεωλογικών παραμέτρων που συνδέονται με τα μεταλλικά στοιχεία ή τις συνθήκες των υπεδαφών που διερευνώνται είναι απαραίτητη τόσο για την επιλογή της μεθόδου που πρέπει να εφαρμόζεται και κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων που επιτεύχθηκαν. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί, ότι με βάση τα αποτελέσματα των γεωφυσικών γεωτρήσεων καταγραφής μπορεί να συνεπάγεται η χρήση μιας ή περισσότερων τις γεωφυσικές τεχνικές εξερεύνησης. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τη γεώτρηση φρεατίου και χρησιμοποιώντας διάφορα όργανα, γίνονται μετρήσεις σε διάφορα επίπεδα, σχετικά με την βαρύτητα (πυκνότητα), ηλεκτρική αντίσταση, ή ραδιενέργεια των σχηματισμών. Επιπλέον, δείγματα των σχηματισμών (πυρήνες), συνήθως λαμβάνονται από τις εν λόγω έρευνες για φυσικές και χημικές δοκιμές.

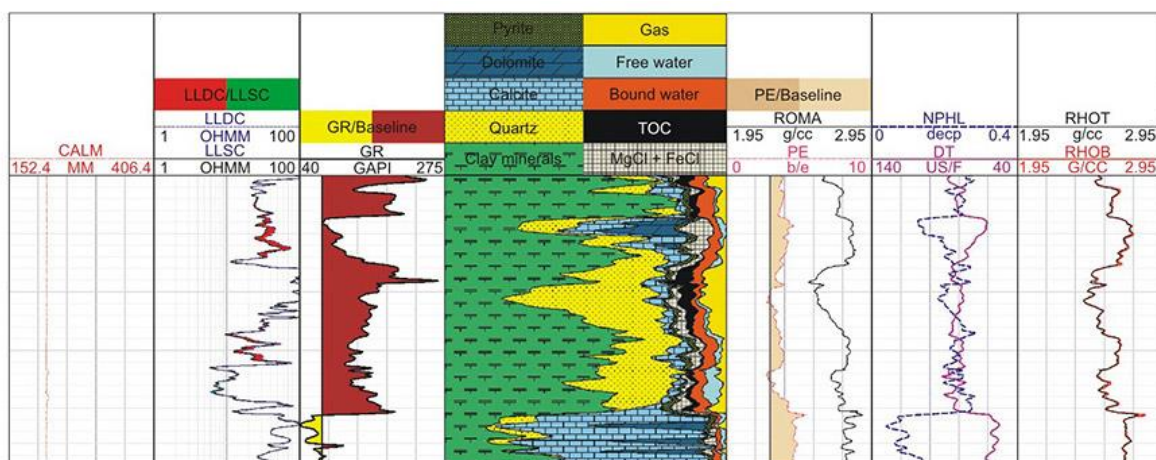
### 3.1.1 ΒΑΡΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το βαρυτόμετρο (gravitometer) είναι μια συσκευή για μέτρηση των μεταβολών στο βαρυτικό πεδίο της Γης, χρήσιμο σε έρευνες για πετρέλαιο και μέταλλα. Το βαρυτόμετρο εντοπίζει διαφορές στη βαρύτητα και δίνει ενδείξεις των θέσεων και των διαφορετικών πυκνοτήτων των υπόγειων πετρωμάτων. Οι διαφορές αυτές μπορούν να προκληθούν από γεωλογικές επιδράσεις τέτοιες που υποδεικνύουν την παρουσία διαρθρωτικών σχηματισμών.

Ένας τύπος βαρυτόμετρου αποτελείται από ένα βαρύδι που αναρτάται σε ένα ελατήριο. Οι διακυμάνσεις της βαρύτητας προκαλούν διακυμάνσεις στο ελατήριο. Ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών μηχανικών και οπτικών σχεδίων έχουν αναπτυχθεί για τη μέτρηση αυτών των διακυμάνσεων, οι οποίες σε γενικές γραμμές είναι πολύ μικρές. Τα βαρυτόμετρα έχουν

αναπτυχθεί ώστε να μπορούν να ανιχνεύσουν μεταβολές στο βαρυτικό πεδίο της Γης τόσο μικρές όσο μια στα 10.000.000.(Neff J., 1987). Επιπλέον, με τη χρήση των στεγανών περιβλημάτων με αυτόματη ισοπέδωση και ηλεκτρονική ανάγνωση επιτρέπουν τις έρευνες με βαρυτόμετρο να διεξαχθούν σε υδάτινα περιβάλλοντα. Μπορούν κυρίως να χρησιμοποιηθούν σε ρηχά νερά. Άλλα βαρυτόμετρα έχουν αναπτυχθεί για χρήση σε υποβρύχια και γυροσκοπικά σταθεροποιημένες πλατφόρμες σε πλοία, καθώς και σε αεροσκάφη.

Οι μέθοδοι βαρύτητας βασίζονται στην μέτρηση των φυσικών μεγεθών που σχετίζονται με το βαρυτικό πεδίο, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζεται από τις διαφορές στον τρόπο απόθεσης και, ως εκ τούτου, στην πυκνότητα των υποκείμενων γεωλογικών στρωμάτων. Στο πλαίσιο της υποθαλάσσιας έρευνας για σχηματισμούς που περιέχουν αργό πετρέλαιο και φυσικό αέριο, η εξερεύνηση βασίζεται στην χαρτογράφηση των γεωλογικών δομών για να καθοριστούν οι καταστάσεις που θα μπορούσαν να εντοπισθούν οι υδρογονάνθρακες. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία από βαρυτόμετρα, αλλά αυτά που χρησιμοποιούνται ευρέως αποτελούνται ουσιαστικά από έναν σταθμισμένο βραχίονα που περιστρέφεται γύρω από ένα σημείο άρθρωσης. Ο πλωτήρας συνδέεται με ένα σύστημα ελατηρίου έτσι ώστε η μονάδα να είναι ουσιαστικά ασταθής και ως εκ τούτου πολύ ευαίσθητη σε μικρές διαφοροποιήσεις στην βαρυτική έλξη. Οι μετρήσεις λαμβάνονται από ένα βαθμονομημένο δίσκο στο κεφάλι του οργάνου που είναι συνδεδεμένο με το σύστημα ελατηρίου μέσω ενός κοχλίου. Εκεί πρέπει να είναι μια ακριβής βαθμονόμηση της βίδας, γραμμές ανάγνωσης, και την αντίδρασης του ελατηρίου ώστε οι αναγνώσεις να έχουν βαρυτική σημασία.



**Σχήμα 3** Παράδειγμα αποτελεσμάτων καταγραφής βαρυτομέτρου (Πηγή: [www.INFOLUPKI.PGI.GOV.PL](http://www.INFOLUPKI.PGI.GOV.PL))

### 3.1.2 ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι μαγνητικές μέθοδοι βασίζονται στη μέτρηση των μαγνητικών επιδράσεων που παράγονται από ποικίλες συγκεντρώσεις σιδηρομαγνητικών ορυκτών, όπως ο μαγνητίτης, σε γεωλογικούς σχηματισμούς. Το όργανο ανίχνευσης (το μαγνητόμετρο) χρησιμοποιείται στην εξερεύνηση για το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο για να δείξει τοποθεσίες των γεωλογικών χαρακτηριστικών που δίνουν μια εικόνα της στρωματογραφίας. Επιπλέον, τα μαγνητόμετρα χρησιμοποιούνται σε κατευθυνόμενες γεωτρήσεις για αργό πετρέλαιο ή φυσικό αέριο για να ανιχνεύσει το αζιμούθιο των εργαλείων γεωτρήσεων κοντά στο τρυπάνι. Χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε συνδυασμό με επιταχυνσιόμετρα σε γεωτρητικά εργαλεία, έτσι ώστε να μπορούν να βρεθούν τόσο η κλίση και το αζιμούθιο του τρυπανιού. Το μαγνητόμετρο είναι μια ειδικά σχεδιασμένη μαγνητική πυξίδα που εντοπίζει απειροελάχιστες διαφορές στις μαγνητικές ιδιότητες των πετρωμάτων, βοηθώντας έτσι στην εύρεση δομών που θα μπορούσαν να είναι ευνοϊκές για παρουσία αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου, όπως τα στρώματα των ιζηματογενών πετρωμάτων. Τα δεδομένα παρέχουν ενδείξεις των σχηματισμών που μπορεί να κρύβουν πτυχώσεις ή άλλες δομές ευνοϊκές για συλλογή αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου. Ακόμη μεγαλύτερης αξίας είναι ο προσδιορισμός του κατά προσέγγιση συνολικού πάχους των ιζηματογενών πετρωμάτων, στοιχεία που μπορούν να οδηγήσουν στην αποφυγή αδικαιολόγητων δαπανών αργότερα, ή για εφαρμογή περαιτέρω γεωφυσικών προοπτικών, ή ακόμη και γεώτρηση φρεατίου όταν το ίζημα δεν μπορεί να περιέχει αρκετό πετρέλαιο για να δικαιολογείται η περαιτέρω έρευνα.

Ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα μαγνητικά μέσα είναι το κατακόρυφο μαγνητόμετρο. Αποτελείται από ένα ζεύγος μαγνητών-λεπίδων εξισορροπημένο οριζόντια, σε ένα άκρο μαχαιριού από χαλαζία. Το μαγνητόμετρο ινών στρέψης είναι επίσης ένα κατακόρυφο μέσο αλλά έχει ένα μεγαλύτερο λειτουργικό εύρος σε σχέση με το κατακόρυφο μαγνητόμετρο. Το μαγνητόμετρο ινών στρέψης επίσης έχει το πλεονέκτημα ότι είναι ευκολότερο και ταχύτερο να διαβαστεί. Για την παραγωγή των δεδομένων, οι τιμές του οργάνου αναφέρονται σε μια βάση, διορθώνονται με τη θερμοκρασία και την ημερήσια διακύμανση, και διορθώνονται για την κανονική γεωγραφική διακύμανση του μαγνητικού πεδίου της Γης.



Το μαγνητόμετρο πυρηνικής εκτροπής (πρωτονίων μετάπτωση μαγνητόμετρο) είναι ένα άλλο συνεχής καταγραφής μαγνητικό όργανο που μετρά το συνολικό μαγνητικό πεδίο της Γης παρατηρώντας την ελεύθερη μετάπτωση της συχνότητας των πρωτονίων σε ένα δείγμα νερού.

Η ερμηνεία των μαγνητικών μετρήσεων υπόκειται στα ίδια θεμελιώδη ζητήματα, όπως σημειώνεται και στη μέθοδο βαρυτομέτρου: στην αντίθεση, σε φυσικές ιδιότητες, των σχηματισμών, στο βάθος προέλευσης και των ενσωματωμένων συνεισφορών από πολλές πηγές, οι αλλαγές στη δύναμη και στην κατεύθυνση του πεδίου της γης σε σχέση με την τοποθεσία.

### 3.1.3 ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η έρευνα για πετρέλαιο και φυσικό αέριο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη χρήση της σεισμικής τεχνολογίας, η οποία βασίζεται στην εκτίμηση στοιχείων που έχουν επέλθει από πηγές ενέργειας, όπως εκρήξεις, αεροβόλα, φορτηγά δονητή, ή πηγές φρεατίων. Οι πηγές αυτές παράγουν κύματα που περνούν μέσα από το υπέδαφος και καταγράφονται σε στρατηγικά τοποθετημένα γεώφωνα-υδρόφωνα. Ο σειсмоγράφος μετρά τα κρουστικά κύματα από τις εκρήξεις που ξεκινούν με την ενεργοποίηση μικρών ελεγχόμενων φορτίων εκρηκτικών, που είναι τοποθετημένα στο κάτω μέρος ρηχών τρυπών στο έδαφος. Στις υπεράκτιες εξερευνήσεις, οι σεισμικές αντιδράσεις συνήθως διαβάζονται από ταινίες που ρυμουλκούνται πίσω από σύγχρονα σεισμικά σκάφη, δεδομένα που καταγράφονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία αργότερα από υπολογιστές ανάλυσης.

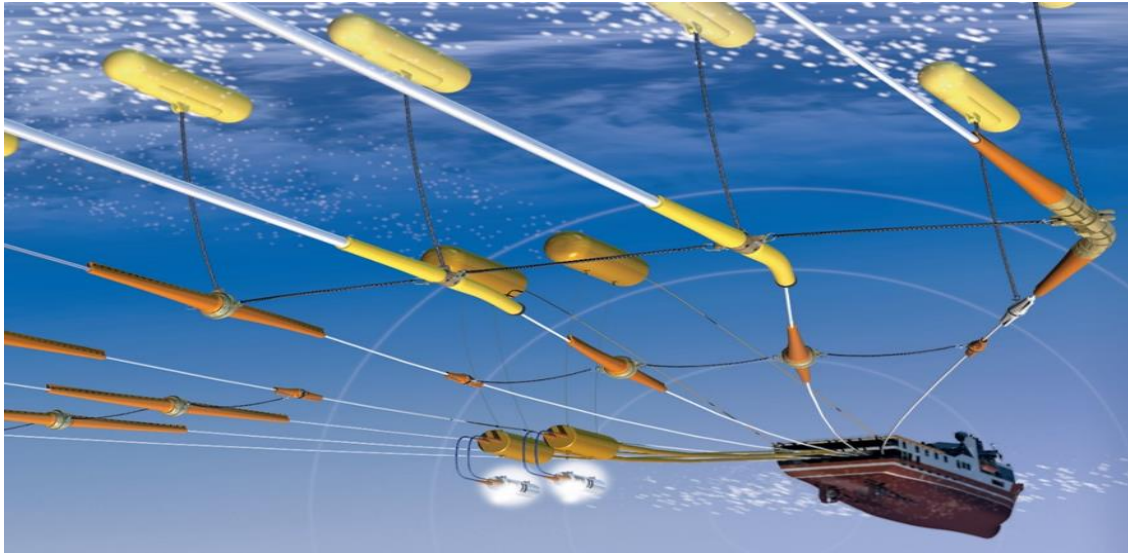
Σε μια τυπική σεισμική δραστηριότητα εξερεύνησης, χρησιμοποιούνται μια σειρά από δέκτες δεδομένων (γεώφωνα) σε εξερεύνηση στη στεριά ή υδρόφωνα για υπεράκτιες εργασίες. Εκρηκτικές ύλες ή μηχανικοί δονητές χρησιμοποιούνται συνήθως στη στεριά και αεροβόλα χρησιμοποιούνται σε υδάτινα ή υπεράκτια περιβάλλοντα.

Οι σεισμικές έρευνες χρησιμοποιούνται ευρέως από την υπεράκτια βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου για τον προσδιορισμό της θέσης των κοιτασμάτων κάτω από το θαλάσσιο πυθμένα. Στην πραγματικότητα, η αναζήτηση αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου χρησιμοποιώντας τις σεισμικές μεθόδους εξερεύνησης περιλαμβάνει τη μελέτη κυμάτων σώματος όπως συμπίεστικά και διατμητικά κύματα που διαδίδονται στο εσωτερικό

της Γης. Σε γενικές γραμμές, οι σεισμικές μέθοδοι προτιμώνται ως πρωταρχικές μέθοδοι έρευνας για την εξερεύνηση πετρελαίου, αν και οι μαγνητικές μέθοδοι μπορούν να δώσουν πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την υποκείμενη γεωλογία και σε ορισμένα περιβάλλοντα να παρέχουν ενδείξεις διαρροής.

Η σεισμική γεωφυσική βοήθησε σημαντικά την έρευνα για το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο στην υποθαλάσσια υφαλοκρηπίδα και άλλους τομείς που καλύπτονται από νερό. Μια θαλάσσια σεισμική εργασία περιλαμβάνει ανιχνευτές συρόμενους πίσω από το σκάφος με σταθερή ταχύτητα και σε σταθερό βάθος. Τα εκρηκτικά φορτία πυροδοτούνται σε θέση και σε χρόνο που καθορίζεται από την ταχύτητα του σκάφους, έτσι ώστε να μπορεί να ληφθεί μία συνεχής έρευνα των ανακλούμενων οριζοντων. Η τεχνική χαρτογράφησης της δομής 3-D κάτω από το θαλάσσιο πυθμένα (προφίλ σεισμικής ανάκλασης) βασίζεται στην διείδυση στο υπέδαφος και στην ανάκλαση ηχητικών κυμάτων που παράγονται από μια δυνατή ακουστική πηγή του οποίου ο διαφορικός χρόνος ταξιδιού μπορεί να ανιχνευθεί χρησιμοποιώντας υδρόφωνα. Αυτές οι ακουστικές αντανάκλασεις αποκαλύπτουν διάφορα στρώματα ιζημάτων, βράχους, και αστοχίες, μεταξύ άλλων χαρακτηριστικών του υπεδάφους τα οποία μπορούν να συνδυαστούν με τη χρήση τεχνικών υπολογιστών να παρέχουν εικόνα των δομών κάτω από την επιφάνεια του πυθμένα. Για να αποκτηθούν τα σεισμικά δεδομένα, ένα σκάφος εξερεύνησης ρυμουλκεί ένα ή δύο αεροπυροβόλα όπλα, μαζί με αρκετά χιλιόμετρα ταινιών (καλώδια που είναι συνδεδεμένα με τον απαραίτητο αριθμό υδρόφωνων).

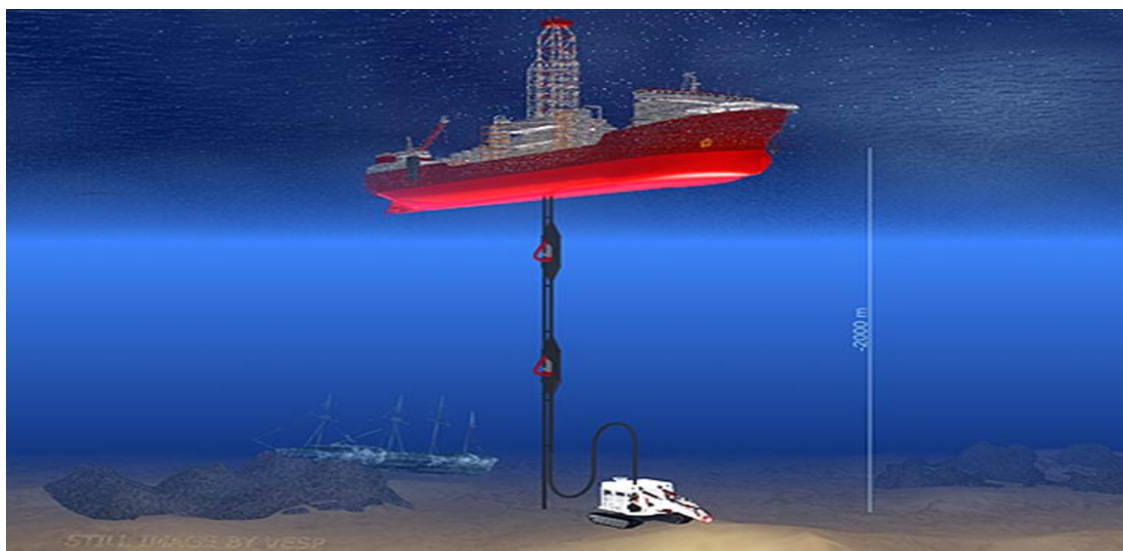
Η περιβαλλοντική (θόρυβος) απειλή που δημιουργείται από τη διαδικασία προφίλ σεισμικής ανάλυσης εξαρτάται από τον αριθμό και τη συχνότητα των ερευνών και τις εποχικές συμπεριφορές των κητοειδών, που μπορεί να επηρεαστούν σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Τέτοιες έρευνες θα πρέπει να προσεγγίζονται με προσοχή και να αποφεύγονται τις περιοχές όπου ευαίσθητα είδη συναθροίζονται.



**Σχήμα 4** Υπεράκτια σεισμική έρευνα (Πηγή: [www.subseaworldnews.com](http://www.subseaworldnews.com))

#### 3.1.4 ΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο αξιολόγησης των σχηματισμών, λαμβάνεται δειγματοληψία από τον πυρήνα των σχηματισμών. Όταν ο δειγματολήπτης φτάσει σε επιθυμητό βάθος ενεργοποιείται ένα σύστημα που εκτοξεύει μικρούς κυλίνδρους στα τοιχώματα της γεώτρησης. Οι κύλινδροι στη συνέχεια, διεισδύουν στο βράχο και κόβουν ένα μικρό κομμάτι. Όταν αποσυνδέονται, μέσω ειδικών καλωδίων αποτραβιούνται στην επιφάνεια, μαζί με τους κυλίνδρους και τα κομμάτια πυρήνα τα οποία αναλύει ειδική ομάδα γεωλόγων.



**Σχήμα 5** Υπεράκτιος μηχανισμός λήψης πυρήνα υπεδάφους (Πηγή: [www.mining-technology.com](http://www.mining-technology.com))

## 3.2 ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΦΡΕΑΤΙΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

### 3.2.1 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Η γεώτρηση αποτελεί την πιο σημαντική διαδικασία στην εξόρυξη αργού πετρελαίου και/ή φυσικού αερίου, καθώς χάρη σε αυτή τη διαδικασία εξασφαλίζεται η ύπαρξη ή μη ικανοποιητικής ποσότητας υδρογοναναθράκων σε ένα συγκεκριμένο πιθανό σημείο (Spreight, 2014). Εάν η ποσότητα αυτή είναι αρκετή ώστε να δικαιολογήσει τα κόστη ανάπτυξης εξέδρας γεώτρησης, τότε η διαδικασία ξεκινάει. Σε γενικές γραμμές, οι υπεράκτιες γεωτρητικές διαδικασίες μοιάζουν πολύ με αυτές της στεριάς με κάποιες διαφορές λόγω των συνθηκών που επικρατούν σε βαθέα ύδατα.

Το πρώτο στάδιο της εξόρυξης αργού πετρελαίου από ένα υπόγειο κοιτάσμα αποτελεί η γεώτρηση ενός φρεατίου μέσα σε αυτό. Συνήθως, πολλά πηγάδια (πολυμερή πηγάδια) θα διατηρηθούν εντός του ίδιου κοιτάσματος, ώστε να εξασφαλιστεί ότι το ποσοστό εξόρυξης θα είναι οικονομικά βιώσιμο. Επίσης, μερικά φρεάτια (δευτερεύοντα φρεάτια) μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την άντληση νερού, ατμού, οξέων, ή διάφορων μειγμάτων αερίων εντός της δεξαμενής/κοιτάσματος για να αυξήσουν ή να διατηρήσουν την πίεση εντός, και έτσι να διατηρηθεί ένας οικονομικός ρυθμός εξόρυξης.

Τα υπεράκτια φρεάτια διατρούνται από ένα γεωτρύπανο, το οποίο φτάνει στο βυθό της θάλασσας μέσω ενός βάρου που εκτείνεται από το κατάστρωμα της εξέδρας μέχρι το βυθό της θάλασσας. Το γεωτρύπανο αποτελείται από χαλύβδινα τμήματα μορφής σωλήνα, τα οποία έχουν μήκος περίπου εννέα μέτρα και βάρος τριακόσια κιλά. Όσο το βάθος αυξάνεται, επιπλέον χαλύβδινοι σωλήνες τοποθετούνται μέσα στο γεωτρύπανο και «κατεβαίνουν» προς το βυθό μέσω του βάρου. Μέσα στο βάρο, περιβάλλονται από ένα σύστημα προστατευτικών βαννών, το λεγόμενο blowout preventer (BOP), οι οποίες ρυθμίζουν την πίεση μέσα στο φρεάτιο εμποδίζοντας συνεπώς, την πιθανότητα έκρηξης ή της δημιουργίας επικίνδυνης και περιβαλλοντικά καταστροφικής πετρελαιοκηλίδας. Το σύστημα αυτό επίσης, απαγορεύει τη διαρροή πετρελαίου στο περιβάλλον. Πάνω από το σύστημα εμποδισμού της έκρηξης, ένας θαλάσσιος ανυψωτής εκτείνεται από τον πυθμένα της θάλασσας στην εξέδρα γεώτρησης. Έχει σχεδιαστεί για να στεγάσει το γεωτρύπανο και τον άξονά του, ενώ είναι αρκετά ευέλικτος ώστε να παραλαμβάνει τη μετακίνηση της εξέδρας γεώτρησης. Στρατηγικά τοποθετημένες ειδικές κατασκευές επιτρέπουν στο υποθαλάσσιο

φρεάτιο, να μην επηρεάζεται από τους κλυδωνισμούς και τις ταλαντώσεις της πλατφόρμας γεώτρησης.

Ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια του εξοπλισμού υπεράκτιας γεώτρησης είναι η υποβρύχια μήτρα, που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του σημείου όπου πραγματοποιείται η γεώτρηση με την πλατφόρμα στην επιφάνεια της θάλασσας. Αποτελείται από ένα ανοιχτό χαλύβδινο κουτί με πολλαπλά διάκενα. (ο αριθμός των διάκενων εξαρτώνται άμεσα από τον αριθμό των φρεατίων που πρόκειται να διατηρηθούν). Το πρότυπο αυτό τοποθετείται με τεράστια ακρίβεια στο σημείο που πρόκειται να διατηρηθεί σύμφωνα με τη χρήση δορυφόρων και χαρτών πλοήγησης. Η υποβρύχια μήτρα γεώτρησης ασφαρίζεται στο βυθό της θάλασσας (σκυρόδεμα) και αυτόματες βαλβίδες απομόνωσης συνδέονται με τη μήτρα, έτσι ώστε το φρεάτιο να είναι πολύ καλά σφραγισμένο σε περίπτωση προβλήματος ή ανάγκης για μετακίνηση της εξέδρας γεώτρησης σε άλλο σημείο. Με καλώδια συνδέεται η μήτρα με την πλωτή εξέδρα και μάλιστα, προσφέρει τη δυνατότητα μιας μικρής μετακίνησης της εξέδρας είτε κάθετα είτε οριζόντια.

Κατά τα πρώτα στάδια της γεώτρησης, πραγματοποιείται διείσδυση από 450 έως 900 μέτρα κάτω από το βυθό της θάλασσας. Μετά από αυτό το βάθος, τα χαλύβδινα τμήματα επενδύονται με σκυρόδεμα, γεγονός που απογορεύει τη διαρροή πετρελαίου στο υδάτινο περιβάλλον. Μια από τις σημαντικότερες διαφορές μεταξύ χερσαίων και υπεράκτιων γεωτρήσεων, είναι ότι η εξέδρα συνδέεται με το βυθό της θάλασσας μέσω ενός αγωγού (ανυψωτής). Ο ανυψωτής δρα ως αγωγός για τη λάσπη γεώτρησης και για τα αποκόμματα των σχηματισμών, τα οποία πρέπει να κυκλοφορήσουν διαμέσου της οπής του φρεατίου στην εξέδρα, όπου θα αφαιρεθούν και θα προετοιμαστούν για διάθεση. Η απομάκρυνση των κομματιών του βράχου επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός υγρού γεώτρησης (που συχνά αναφέρεται ως λάσπη γεώτρησης) η οποία αντλείται εντός του σωλήνα γεωτρήσεως από μία δεξαμενή στην επιφάνεια και η λάσπη ρέει διαμέσου διατρήσεων στο κοπτικό άκρο του γεωτρήπανου. Η λάσπη γεώτρησης συλλέγει τα κομμάτια του βράχου που παράγονται από το τρυπάνι και ρέει προς την επιφάνεια διαμέσου του δακτυλίου του γεωτρήπανου. Μια σήτα (φίλτρο) χρησιμοποιείται για να αφαιρέσει τα κομμάτια από τη λάσπη γεώτρησης, η οποία στη συνέχεια, καθαρισμένη πλέον επανεισάγεται στη δεξαμενή λάσπης και διοχετεύεται στο γεωτρήπανο. Εναπόθεση αυτών των υγρών και κομματιών βράχου στα νερά των ωκεανών διέπεται από περιβαλλοντικούς κανονισμούς και πρωτόκολλα.

Η πίεση που ασκεί η λάσπη αυτή είναι αρκετά μεγάλη και σημαντική γιατί βοηθάει στη συγκράτηση του φρεατίου. Καθώς το τρυπάνι συνεχίζει να διεισδύει στον πυθμένα, μια σειρά χαλύβδινων αγωγών τοποθετούνται γύρω από το φρεάτιο, ώστε να συγκρατούν τα τοιχώματά του από την κατάρρευση. Το γεωτρύπανο μπορεί να βρίσκεται πολλά μέτρα κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας μέχρι να γίνει η εμφάνιση των πηγών αργού πετρελαίου ή/και φυσικού αερίου, για αυτό το λόγο είναι αναγκαία η διαχείριση της πίεσης εντός του πηγαδιού διαμορφώνοντας τη ροή και το βάρος της λάσπης εξόρυξης. Το γεωτρύπανο μπορεί να βρίσκεται παραπάνω από ένα μίλι κάτω από το βυθό της θάλασσας, πριν ευρεθούν οι πηγές αργού πετρελαίου και η πίεση μεταξύ κοιτάσματος και φρεατίου πρέπει να ελέγχεται μέσω της ρύθμισης της ροής και του βάρους της λάσπης γεώτρησης. Το βάρος της λάσπης γεώτρησης πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο, τέτοιο ώστε να απαγορεύει την εισαγωγή των υγρών του κοιτάσματος στο φρεάτιο, αλλά όχι και τόσο βαριά ώστε να διεισδύει στους σχηματισμούς και να παρεμποδίζει την κυκλοφορία του αργού πετρελαίου.

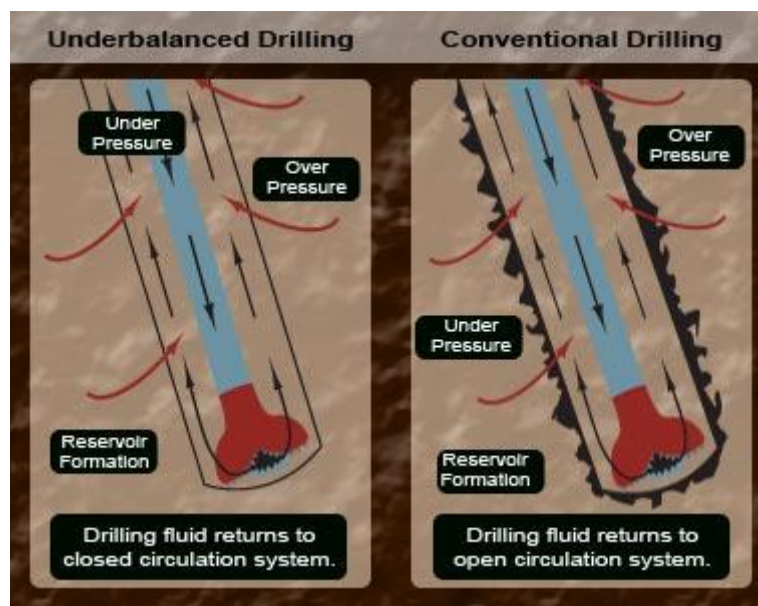
Σε πολλές περιπτώσεις ειδικά όργανα χρησιμοποιούνται τα οποία καθορίζουν την ύπαρξη ή μη αργού πετρελαίου. Τέτοιο όργανο είναι το ονομαζόμενο drill stem testing (DST). Σύμφωνα με αυτήν τη μέθοδο αξιολόγησης των σχηματισμών, τα διάφορα υγρά των πετρωμάτων «ταξιθεύουν» μέσω του άξονα του γεωτρυπανου στην επιφάνεια. Ειδικά μηχανήματα καταγραφής πιέσεων τοποθετημένα μέσα στον άξονα. μετρούν και καταγράφουν τις πιέσεις μέσα στο φρεάτιο καθώς υγρά ρέουν ή όχι. Με αυτήν τη μέθοδο επίσης μπορούν να συλλεχθούν και δείγματα των ίδιων των υγρών. Με ανάλυση λοιπόν αυτών των δύο, γίνεται ακριβής αναγνώριση της παραγωγικής ικανότητας του γεωλογικού σχηματισμού

### 3.2.2 ΓΕΩΤΡΗΣΗ UNDERBALANCED Ή UBD

Είναι μια τεχνική η οποία αναπτύσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια καθώς είναι ιδιαίτερα πρακτική σε υπεράκτιες εξορύξεις. Σύμφωνα με αυτήν τη διαδικασία γεώτρησης η πίεση του ρευστού διατηρείται χαμηλότερη από την πίεση των σχηματισμών που διατρώνται. Αυτό μπορεί να συμβαίνει είτε φυσικά είτε να επιτυγχάνεται μείωση με την εισαγωγή διαφορετικών συστατικών στη σύσταση του ρευστού όπως φυσικό αέριο, άζωτο ή ατμοσφαιρικός αέρας. Είτε έχει προκύψει φυσικά είτε με την εισαγωγή συστατικών, το αποτέλεσμα θα είναι να υπάρχουν εισροές ρευστών από τους σχηματισμούς, που θα πρέπει

να διανεμηθούν από το φρεάτιο και να ελεγχθούν στην επιφάνεια. Η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για γεώτρηση εξαντλημένων κοιτασμάτων καθώς και για την ανάπτυξη δεξαμενών χαμηλής διαπερατότητας. Συνήθως προτιμάται όταν υπάρχει ανάγκη περιορισμού των καταστροφών στους σχηματισμούς, αφού τα ελαφριά υγρά της γεώτρησης είναι δύσκολο να εισρεύσουν στους σχηματισμούς και δεν υπάρχει ειδική σήτα ή λάσπη γεώτρησης για να εμποδίζει τη ροή από τη δεξαμενή.

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι παρέχει βελτιωμένη διείσδυση στους σχηματισμούς, απαιτείται μικρότερη ποσότητα αερίου και δεν προαπαιτείται σχεδιασμός του φρεατίου. Ωστόσο, υπάρχει κίνδυνος να χαθεί η ισορροπία των πιέσεων κατά το κλείσιμο του φρεατίου και υπάρχει θερμοκρασιακός περιορισμός στη χρήση της μεθόδου, γεγονός που καθιστά τη μέθοδο αυτή αδύνατη να εφαρμοστεί σε βάθη μικρότερα των τριακοσίων εβδομήντα μέτρων.



**Σχήμα 6** Σύγκριση χρήσης συμβατικής μεθόδου εξόρυξης με τη χρήση της μεθόδου UBD (Πηγή: [www.nwairservices.100wd.net](http://www.nwairservices.100wd.net))

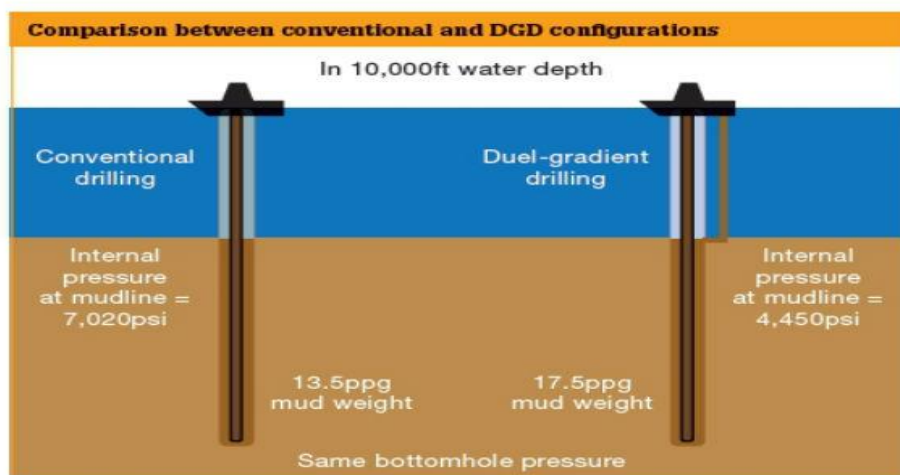
### 3.2.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΔΙΠΛΗΣ ΚΛΙΣΗΣ Ή ΔΙΠΛΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Είναι μια διαδικασία που εξετάζεται για φρέατα που πρόκειται να εξορυχθούν σε εξαιρετικά βαθιά ύδατα όπου η πίεση των πόρων και η κλίση των ρωγμών είναι ιδιαίτερα στενές και η ανάγκη να ελεγχθεί η πίεση του βάρους είναι κρίσιμη. Σε αυτήν την περίπτωση, δύο κλίσεις

των ρευστών στο φρεάτιο γεώτρησης διατηρούνται μέσω αντλιών στον πυθμένα της θάλασσας :

- Του θαλασσινού νερού στον δακτύλιο μεταξύ της εξέδρας γεώτρησης και του πυθμένα
- Μία στήλη λάσπης από τον πυθμένα στο ανώτερο μέρος

Η λάσπη επιστρέφει στην επιφάνεια μέσω μιας βοηθητικής γραμμής ανεξάρτητα από τον συμβατικό ανυψωτή. Μια άλλη μέθοδος για να διατηρηθεί μια στήλη διπλής πυκνότητας, χωρίς τη χρήση αντλιών στον πυθμένα της θάλασσας, είναι χρησιμοποιώντας αντλίες λάσπης που εισάγουν κοίλες γυάλινες σφαίρες στον πυθμένα του ανυψωτή λάσπης, ώστε να είναι μεγαλύτερη η πυκνότητα εντός αυτό σε σχέση με του θαλασσινού νερού.



**Σχήμα 7** Σύγκριση χρήσης συμβατικής μεθόδου εξόρυξης με την τεχνολογία εξόρυξης διπλής πυκνότητας (Πηγή: [www.worldexpro.com](http://www.worldexpro.com))

### 3.2.4 ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΗ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ

Νέες μέθοδοι γεώτρησης που χρησιμοποιούνται σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές κάνοντας τη χρήση λέιζερ. Η κατευθυνόμενη εξόρυξη χρησιμοποιείται επίσης σε σχηματισμούς όπου το πετρέλαιο δεν βρίσκεται ακριβώς κάτω από το σημείο διεϊσδυσης. Για να επιτευχθεί η κατευθυνόμενη γεώτρηση, θα πρέπει τα όργανα της γεώτρησης να εκτρέψουν ελάχιστα την πορεία του τρυπανιού από τον άξονά του. Συνήθως, το εργαλείο που χρησιμοποιείται είναι ένα εντός του φρεάτος μοτέρ το οποίο έχει ένα καμπτόμενο περίβλημα. Ένα άλλο εργαλείο είναι η λαβή μαστιγίου, όπου αφορά σε ένα μη συμμετρικό



χαλύβδινο σύνδεσμο που εξαναγκάζει την κατεύθυνση της γεώτρησης. Τα φρεάτια κατευθυνόμενης γεώτρησης αυξάνουν το μήκος της εκτεθειμένης τομής διαμέσου της δεξαμενής και επιτρέπουν τη διάτρηση εντός δεξαμενής όπου η κάθετη προσέγγιση είναι πολύ δύσκολη έως και αδύνατη. Επιτρέπει επίσης, περισσότερες κεφαλές των φρεατίων να ομαδοποιούνται υπό μια συγκεκριμένη επιφάνεια, δεν απαιτεί κινήσεις του πλωτού γεωτρυπάνου και υπάρχουν λιγότερες διαταραχές στην επιφάνεια. Επιπλέον, προσφέρεται η δυνατότητα ανακούφισης της πίεσης στα τοιχώματα του φρεατίου χωρίς να υπάρχει κίνδυνος έκρηξης.

Γενικότερα, η κατευθυνόμενη γεώτρηση χρησιμοποιείται για :

- Τη βελτιστοποίηση της γεώτρησης καθώς αρκετά φρεάτια μπορούν να διατηρηθούν από μια θαλάσσια πλατφόρμα
- Τη βελτιστοποίηση της προσέγγισης τους στόχου
- Την προσέγγιση στόχων που βρίσκονται σε ζώνες που είναι δύσκολο να επιτευχθούν με την κάθετη γεώτρηση
- Να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις λόγω γεωτρητικών υγρών και των βλαβών που αυτά προκαλούν
- Την ταυτόχρονη διάτρηση και εξαντλημένων ή εγκαταλελειμμένων φρεατίων.

### 3.2.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΟΥΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990, η τεχνολογία γεώτρησης αναπτύχθηκε και επέτρεψε τη γεώτρηση παραπάνω του ενός φρεατίου (συνήθως από τρία έως έξι φρεάτια ή έως οχτώ), εντός ενός κοιτάσματος, σε περιοχές ενδιαφέροντος. Σαν αποτέλεσμα, μπόρεσαν να προσεγγισθούν μεγαλύτερα κοιτάσματα πετρελαίου, να μειωθούν τα συνολικά κόστη πραγματοποίησης ενός φρεατίου, καθώς και την ανάπτυξη παραγωγικών δραστηριοτήτων σε λεπτές ζώνες πετρελαίου.

### 3.3 ΕΞΕΔΡΕΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Τα πρώτα υπεράκτια φρεάτια υδρογονανθράκων που εξορύχθηκαν έγιναν μέσω προβλητών που είχαν επιμηκυνθεί προς τη θάλασσα. Αργότερα, η αναζήτηση πετρελαίου και φυσικού αερίου επεκτάθηκε αρκετά μακριά από τη στεριά, γεγονός που οδήγησε στην ανάπτυξη υπεράκτιων εξεδρών και υποβρύχιων φορτηγίδων. Οι γεωτρητικές διαδικασίες αυτού του είδους των πλατφορμών είναι παρόμοιες με αυτών της στεριάς. Ωστόσο, το κόστος κατασκευής αυτών των εξεδρών αυξάνεται κατακόρυφα όσο αυξάνει το βάθος του νερού καθώς για να στηριχθεί η πλατφόρμα πρέπει η κατασκευή της να επεκταθεί μέχρι τον πυθμένα της θάλασσας, όπου και θεμελιώνεται. Η αυξανόμενη λοιπόν ανάγκη για εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου σε όλο και βαθύτερα ύδατα οδήγησε στην ανάπτυξη νέων πλωτών μέσων εξόρυξης και παραγωγής. Αυτές οι πλωτές μονάδες εξόρυξης ρυμουλκούνται ή μετακινούνται υπό τη δική τους ενέργεια στην τοποθεσία του φρεατίου και εξασφαλίζουν τη θέση τους μέσω αγκυρών, αλυσίδων, συρματόσχοινων ή με τη βοήθεια ενός δυναμικού συστήματος εντοπισμού θέσης. Εάν επιβεβαιωθεί η ύπαρξη ικανοποιητικής ποσότητας αργού πετρελαίου ή/και φυσικού αερίου, τότε πραγματοποιείται η γεώτρηση του φρεατίου μέχρι να τοποθετηθεί η μόνιμη πλατφόρμα παραγωγής. Υπάρχουν δύο βασικά είδη κινητών υπεράκτιων μονάδων εξόρυξης που χρησιμοποιούνται για τη διάτρηση των περισσότερων υπεράκτιων φρεατίων:

- Οι στηριζόμενες στο βυθό μονάδες, εκτός του ότι έχουν τη δυνατότητα να πλέουν στη θάλασσα, μπορούν ακόμη να κατέβουν στο βυθό της θάλασσας όπου γίνονται οι εξορυκτικές διαδικασίες. Όταν είναι ενεργές, αφού αρχικά ρυμουλκηθούν ή αυτοπροωθηθούν στο σημείο της διάτρησης του φρεατίου, στη συνέχεια πλημμυρίζονται ώστε να βυθιστούν. Στη συνέχεια, τοποθετούνται οι αντιολισθητικές στοίβες ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία της εξόρυξης. Μετά το πέρας των εργασιών, το νερό αποστραγγίζεται ώστε η εξέδρα να μετακινηθεί ή μεταφερθεί σε άλλο σημείο. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι εξέδρες τύπου jack-up και οι υποβρύχιες εξέδρες.
- Οι πλωτές μονάδες που περιλαμβάνουν τις φορτηγίδες διάτρησης, τις ημι-υποβρύχιες εξέδρες και τα πλοία εξόρυξης.

### 3.3.1 ΕΞΕΔΡΕΣ ΤΥΠΟΥ JACK-UP Η ΑΝΥΨΟΥΜΕΝΕΣ

Οι εξέδρες τύπου Jack-up αποτελούνται από τρία ή τέσσερα ανεξάρτητα μεταξύ τους «πόδια» τα οποία, μόλις η εξέδρα φτάσει στο επικείμενο σημείο εξόρυξης, ταπεινώνονται έως ότου φτάσουν το βυθό της θάλασσας. Αυτό επιτρέπει στην πλατφόρμα εργασιών να ανυψώνεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και να μην επηρεάζεται από τον έντονο κυματισμό. Οι εξέδρες αυτού του τύπου προτιμούνται σε ρηχότερα ύδατα (περίπου ογδόντα μέτρων), καθώς η επέκταση των «ποδιών» σε βαθύτερα ύδατα θα την καθιστούσε μη πρακτική και αντικοινωνική. Είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς επειδή παρέχουν περισσότερη ασφάλεια και ένα σταθερότερο περιβάλλον εργασίας, καθώς αυτές οι μονάδες βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και είναι επίσης, ιδιαίτερα ευκίνητες από ένα σημείο εξόρυξης σε ένα άλλο. Το κατάστρωμα της πλατφόρμας χρησιμεύει στην αποθήκευση του φορτωτήρα γεώτρησης, του λοιπού γεωτρητικού εξοπλισμού, του ελικοδρομίου και άλλων μηχανημάτων.

Υπάρχουν δύο είδη ανυψωτικών μηχανών που χρησιμοποιούνται για να ανεβάσουν την πλατφόρμα εργασιών πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Στον πρώτο τύπο χρησιμοποιούνται υδραυλικοί κύλινδροι εξοπλισμένοι με κινητούς και σταθερούς πείρους, που βοηθούν τα "πόδια" να ανεβοκατεβαίνουν. Στον δεύτερο τύπο χρησιμοποιούνται οδοντωτά γρανάζια που στρέφονται για να πραγματοποιήσουν αυτήν την ενέργεια.

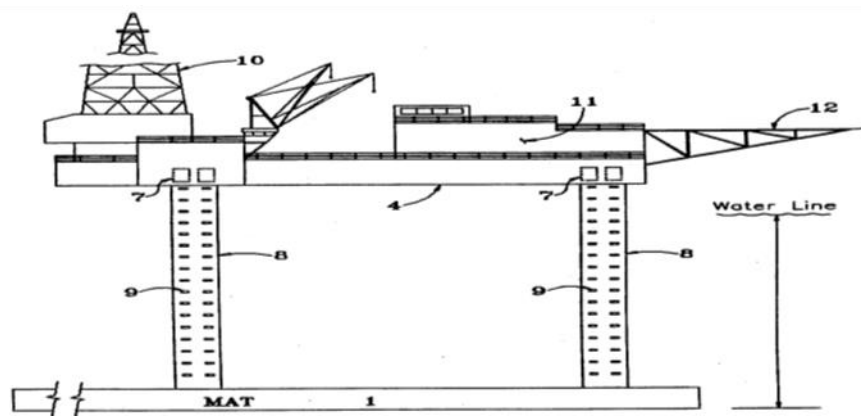
Όταν η γεωτρητική διαδικασία ολοκληρωθεί, τα πόδια της εξέδρας αποκολλούνται από το βυθό της θάλασσας η εξέδρα ταπεινώνεται στο ύψος της πλατφόρμας όπου και επιπλέει.

Αν και αρχικά είχαν σχεδιαστεί για να εξοργνύουν σε ρηχά ύδατα, κάποιες καινούριες μονάδες, όπως η MAERKS MSC C170-150 MC, μπορούν να φτάσουν μέχρι και το βάθος των εκατόν εβδομήντα μέτρων, το μήκος των διακοσίων πέντε μέτρων και όγκο κύτους 88 X 102 X 12 m<sup>3</sup> ([www.GustoMSC.com](http://www.GustoMSC.com))

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι εξεδρών jack-up:

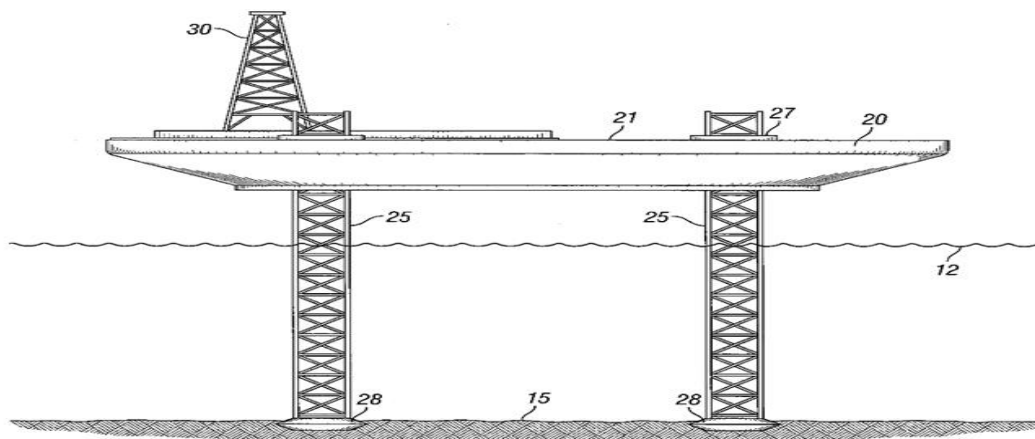
1. Ο πρώτος αφορά στο στηριζόμενο επί τάπητος είδος το οποίο έχει χαλύβδινα πόδια που είναι μονίμως συνδεδεμένα με τον τάπητα στα περιφερειακά άκρα του. Ο τάπητας περιλαμβάνει ένα πλαίσιο χάλυβα που αποτελείται από ένα πλήθος διαμερισμάτων έρματος που μπορούν να τον μετατρέψουν σε πλωτό. Όταν διεξάγονται γεωτρήσεις με

αυτού του είδους την εξέδρα ο τάπητας είναι σε απόλυτη επαφή με το βυθό της θάλασσας. Γενικότερα, επιλέγεται όταν το έδαφος είναι μαλακό και λασπώδες, διότι ο τάπητας ισομοιράζει το βάρος της πλατφόρμας και συνεπώς, αποτρέπει την εξέδρα να εισχωρήσει στο μαλακό υπέδαφος.



**Σχήμα 8** Επί τάπητος στηριζόμενη εξέδρα τύπου jack- up (Πηγή: «Conversion of mat jack-up drilling platforms to floating drilling platforms» Dwight S. Nunley).

2. Ο δεύτερος τύπος είναι ο πιο δημοφιλής, αποτελείται συνήθως από τρία ή τέσσερα «πόδια» τα οποία είναι ουσιαστικά μεγάλες αντηρίδες. Οι αντηρίδες αυτές στα άκρα τους έχουν χαλύβδινα κυλινδρικά δοχεία με ή χωρίς αιχμηρές καταλήξεις. Τοποθετούνται σε χιαστί θέση μεταξύ τους για να μπορούν να αναλάβουν μεγάλες δυνάμεις, ενώ ταυτόχρονα είναι πολύ ελαφριές. Εάν ο βυθός της θάλασσας δεν είναι πολύ μαλακός ή λασπώδης, οι αιχμηρές άκρες εισχωρούν στο βυθό έτσι ώστε να στηρίζεται η εξέδρα είτε κάθετα είτε πλαγίως. Λειτουργεί δηλαδή ως ανάρτηση. Εν συνεχεία, η πλατφόρμα είναι επαρκώς φορτωμένη με έρμα νερού, ώστε τα κυλινδρικά δοχεία να μπορέσουν να αντέξουν τα αναμενόμενα επιπλέον εργασιακά και περιβαλλοντικά φορτία.



**Σχήμα 9** Εξέδρα τύπου jack-up ανεξάρτητων ποδιών (Πηγή: Leg ice shields for ice worthy jack-up drilling unit Peter G. Noble).

### 3.3.2 ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΕΞΕΔΡΑ

Οι υποβρύχιες εξέδρες είναι ιδανικές για ρηγά νερά και μοιάζουν με τις εξέδρες τύπου jack-up, διότι έρχονται σε απόλυτη επαφή με τον πυθμένα της θάλασσας. Αποτελούνται από δύο πλατφόρμες με δύο κύτη τοποθετημένα το ένα επάνω στο άλλο. Στο ανώτερο κύτος βρίσκονται οι εγκαταστάσεις διαμονής του πληρώματος καθώς και το κύριο τμήμα της πλατφόρμας εξόρυξης. Το κατώτερο τμήμα έχει κυρίως λειτουργικό ρόλο, καθώς γεμίζει με αέρα έτσι ώστε να γίνει η πλατφόρμα πλωτή, όταν χρειάζεται να μετακινηθεί σε άλλο μέρος. Όταν η πλατφόρμα φτάσει στο σημείο εξόρυξης αφαιρείται ο αέρας από το κατώτερο κύτος, έτσι ώστε να βυθιστεί. Αν και είναι ιδιαίτερα ευκίνητη στο νερό, η χρήση της είναι πολύ περιορισμένη λόγω του μικρού βάθους που είναι ικανή να εξυπηρετήσει.

### 3.3.3 ΗΜΙ-ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΕΞΕΔΡΑ

Η ημι-υποβρύχια εξέδρα είναι μια πλωτή πλατφόρμα που υποστηρίζεται κυρίως σε μεγάλες πλωτές κατασκευές (σαν πλωτήρες) που είναι βυθισμένες κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Τα λειτουργικά καταστρώματα βρίσκονται πάνω από τριάντα μέτρα ανώτερα των πλωτήρων, επάνω σε χαλύβδινους στύλους. Οι μονάδες αυτές μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγάλη κλίμακα βαθών, καθώς και σε εξαιρετικά βαθέα ύδατα. Συνήθως αγκυρώνονται με τη βοήθεια αλυσιδών στο βυθό της θάλασσας (από έξι μέχρι δώδεκα αλυσίδες), οι οποίες ελέγχονται μέσω υπολογιστών για να διατηρήσουν σταθερή τη θέση τους. Ένα τυπικό σχέδιο έχει τέσσερις στύλους συνδεδεμένους με το κάτω μέρος του πλωτήρα, με μια πλασματική

ορθογωνική διατομή. Μια πλαισιωτή δομή συνδέει τις κορυφές και υποστηρίζει τις ενότητες των υπερκατασκευών. Η πλατφόρμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βάθη από εκατόν ογδόντα τρία μέτρα έως χίλια οκτακόσια ογδόντα τρία μέτρα.

Οι ημι-υποβρύχιες πλατφόρμες προσφέρουν μεγάλη χωρητικότητα ωφέλιμου φορτίου, περιορισμένη ευαισθησία σε σχέση με το βάθος του νερού, ενσωματωμένο χώρο δίπλα στην αποβάθρα και τη δυνατότητα επανατοποθέτησης της πλατφόρμας ύστερα από αρχική εγκατάλειψη του χώρου εξόρυξης. Παράλληλα, προσφέρουν μεγάλη σταθερότητα, λόγω της φύσης του σχεδιασμού τους, όπου τμήμα της βυθίζεται στη θάλασσα, γεγονός που μειώνει τους κυματισμούς και τους κλυδωνισμούς σε έντονες θάλασσες.

Υπάρχουν δύο κύρια είδη ημι-υποβρύχιων εξεδρών, ο διαχωρισμός των οποίων έγινε με βάση τον τρόπο όπου η εξέδρα βυθίζεται στη θάλασσα :

- Τύπος bottle
- Τύπος σταθεροποιημένος μέσω στύλων

#### **Τύπος bottle**

Κάτω από το κατάστρωμα του γεωτρύπανου βρίσκονται μεγάλα κύτη σε σχήμα μπουκαλιού, τα οποία γεμίζονται με νερό έτσι ώστε να βυθιστεί η εξέδρα. Προσφέρει μεγάλη σταθερότητα, καθώς μπορεί να λειτουργήσει στα πιο σκληρά και άγρια περιβάλλοντα, μειώνοντας στο ελάχιστο τους κλυδωνισμούς από τους έντονους κυματισμούς.

#### **Σταθεροποιημένος μέσω στύλων τύπος**

Αποτελεί τον πιο δημοφιλή σχεδιασμό ημι-υποβρύχιων εξεδρών, κατά τον οποίο δύο οριζόντια κύτη βυθισμένα στη θάλασσα, συνδέονται μέσω κυλινδρικών ή ορθογωνικών στύλων με το κατάστρωμα εξόρυξης που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του νερού. Μικρότεροι διαγώνιοι στύλοι χρησιμοποιούνται για να στηρίξουν την κατασκευή, ενώ η βύθιση της εξέδρας πραγματοποιείται μέσω ελεγχόμενου γεμίσματος με νερό των δύο οριζόντιων κυτών, ώσπου η εξέδρα να φτάσει στο επιθυμητό βάθος. Σχοινιά ελλιμενισμού αγκυρώνουν την εξέδρα πάνω από το επικείμενο φρεάτιο γεώτρησης. Ακολουθούν ένα μοτίβο είτε έξι συμμετρικών σχοινιών ή οχτώ ή δώδεκα και το τελικά επιλαχών εξαρτάται από το μέγεθος της πλωτής εξέδρας που θα αγκυρώσουν καθώς και από το περιβάλλον που επικρατεί. Με τη χρήση διαφορετικών μηχανών ή προωθητικών μονάδων επιτυγχάνεται η δυναμική τοποθέτηση της εξέδρας, που δρα ενάντια στις δυνάμεις των ανέμων και του

νερού και βοηθούν τα σχοινιά ελλιμενισμού στη συγκράτηση της πλατφόρμας στη θέση της. Αποτελούν τον πιο δημοφιλή τύπο εξέδρας στις υπεράκτιες εξορύξεις καθώς παρέχουν ιδιαίτερα σταθερό και ασφαλές περιβάλλον εργασίας και ταυτόχρονα προσφέρουν τη δυνατότητα εξόρυξης σε εξαιρετικά βαθέα ύδατα.



**Σχήμα 10** Ημι-υποβρύχια εξέδρα σε έντονα περιβάλλοντα (Πηγή: [www.enathisky.com](http://www.enathisky.com)).

### 3.3.4 ΦΟΡΤΗΓΙΔΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Οι φορτηγίδες γεώτρησης είναι μεγάλες πλωτές πλατφόρμες που ρυμουλκούνται από το ένα μέρος εξόρυξης στο άλλο. Χρησιμοποιούνται κυρίως για εξόρυξη σε ήρεμα και ρηχά ύδατα, καθώς η κατασκευή τους δεν τους επιτρέπει σε ύδατα με έντονους κυματισμούς καθώς δεν προσφέρουν ασφάλεια και σταθερότητα.



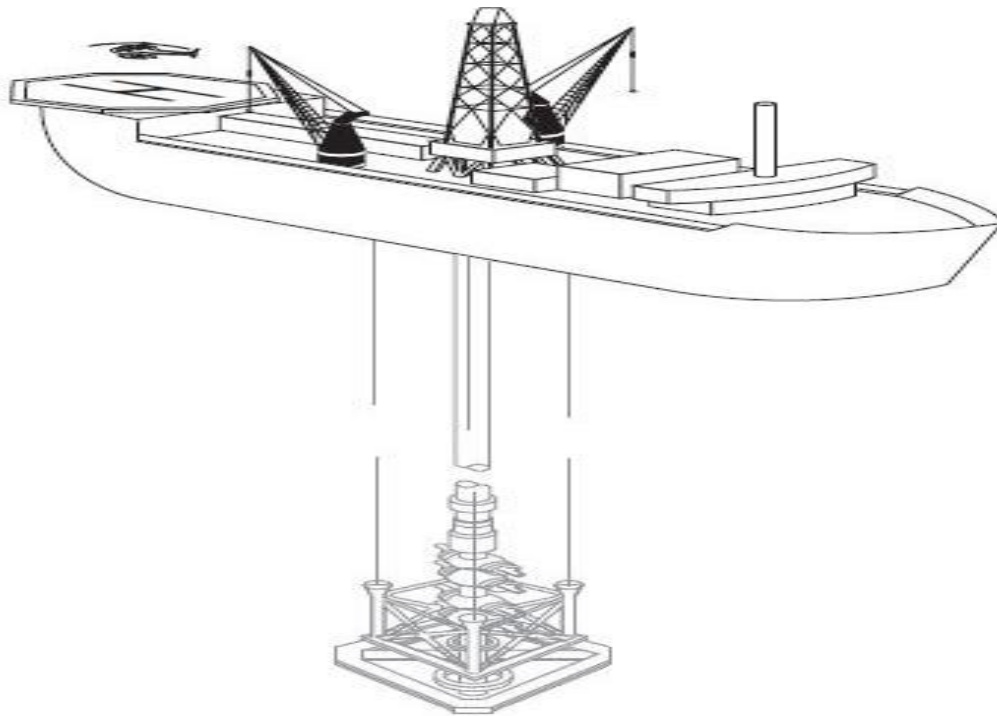
**Σχήμα 11** Φορτηγίδα γεώτρησης (Πηγή : [www.offshoreenergytoday.com](http://www.offshoreenergytoday.com)).

### 3.3.5 ΠΛΟΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

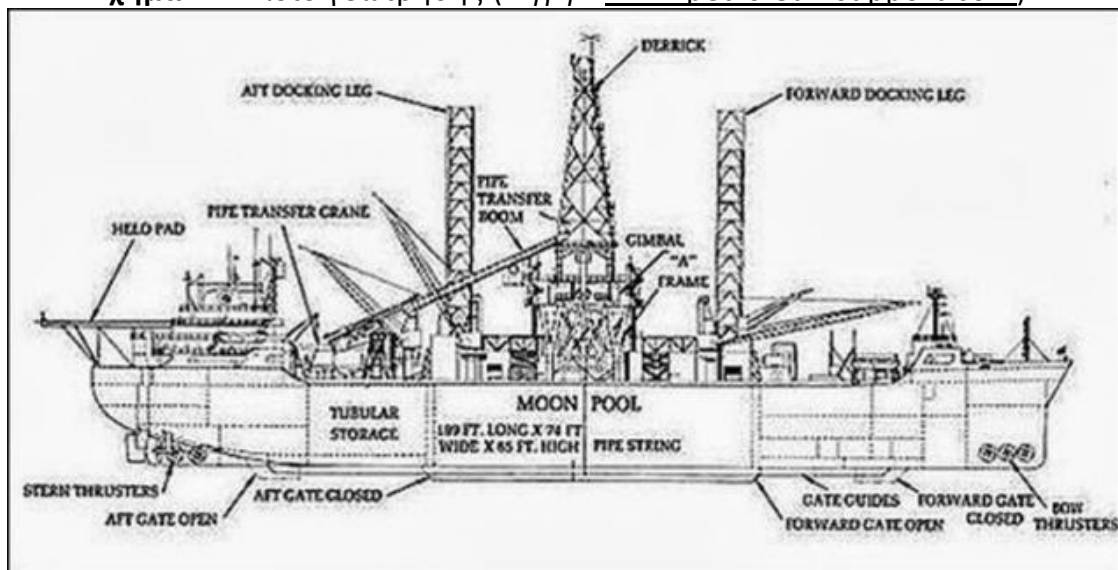
Το πλοίο γεώτρησης αποτελεί ένα ναυτικό πλεούμενο το οποίο έχει κατασκευασθεί σε ένα ειδικό τάνκερ και έχει εξοπλιστεί με συστήματα γεώτρησης και δυναμικής τοποθέτησης, για να διατηρεί τη θέση του πάνω από το φρεάτιο. Μπορεί να λειτουργήσει σε εξαιρετικά βαθέα ύδατα και παρέχει μεγάλη χωρητικότητα ωφέλιμου φορτίου. Επιπλέον, πρέπει να διατηρεί σταθερή τη θέση του για μεγάλες χρονικές περιόδους, το οποίο επιτυγχάνεται με τη χρήση πολλαπλών αγκυρών ή δυναμικών προωθητήρων ή και συνδυασμός αυτών των δύο, όπως επίσης και μέσω δυναμικού συστήματος τοποθέτησης που ελέγχεται από υπολογιστές. Είναι μονάδα εξόρυξης ιδιαίτερα ευκίνητη αφού μπορεί να μετακινηθεί από το ένα σημείο εξόρυξης στο άλλο αυτοπροωθούμενη.

Τα πλοία γεώτρησης χρησιμοποιούνται για την εξερεύνηση ύπαρξης αργού πετρελαίου ή/και φυσικού αερίου νέων φρεατίων αλλά και για επιστημονικούς λόγους. Χρησιμοποιείται ακόμη, σε εξαιρετικά βαθέα ύδατα αφού μπορεί να προσφέρει τη δυνατότητα γεώτρησης μέχρι και στα χίλια πεντακόσια εικοσιτέσσερα μέτρα. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πλατφόρμες συντήρησης ενός φρεατίου ή ολοκλήρωσής του, όπως η επένδυσή του, τοποθέτηση αγωγών, σφράγισμα φρεατίου. Κάποια πιο μοντέρνα πλοία γεώτρησης προσφέρουν ταυτόχρονη διπλή λειτουργία εργασιών, όπως για παράδειγμα εξόρυξη και επένδυση φρεατίου. Όλα τα πλοία γεώτρησης έχουν, όπως αποκαλείται μια πισίνα φεγγάρι, η οποία αποτελεί άνοιγμα στη βάση του κύτους και αναλόγως τη δραστηριότητα που πρόκειται να εξυπηρετήσει το πλοίο, μέσω αυτή διέρχεται ο γεωτρητικός εξοπλισμός, οι δύτες ή μικρές υποβρύχιες κατασκευές.





Σχήμα 12 Πλοίο γεώτρησης (Πηγή : [www.petroleumsupport.com](http://www.petroleumsupport.com)).



Σχήμα 13 Πλοίο γεώτρησης και πιάνα γεώτρησης (Πηγή: [www.bashny.net](http://www.bashny.net)).

### 3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

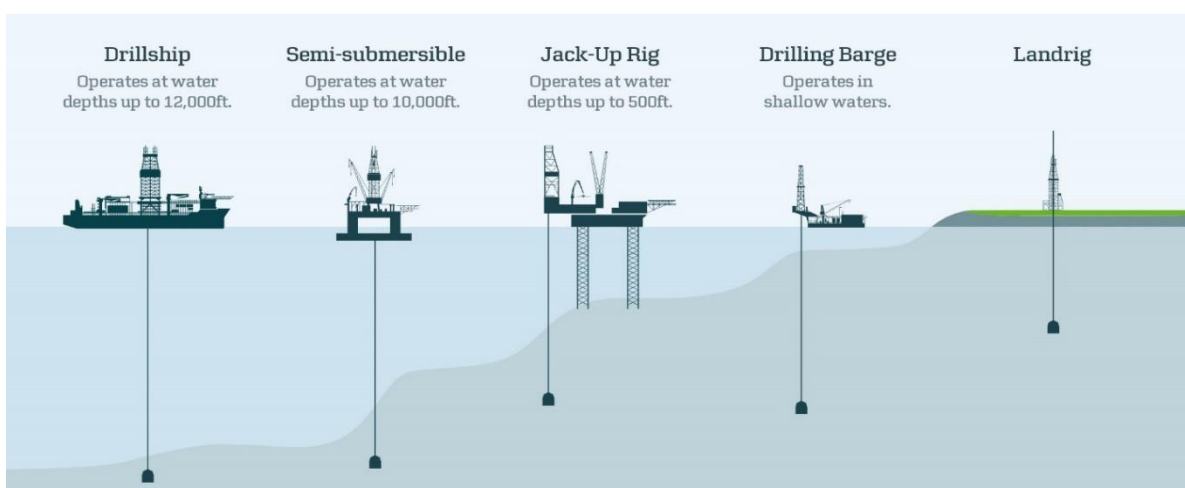
Για να γίνει η επιλογή της σωστής πλατφόρμας γεώτρησης πρέπει να συμπεριληφθούν υπόψιν διάφοροι λόγοι :

- Ο λόγος για τον οποίο πραγματοποιείται η γεώτρηση: εάν το φρεάτιο που πρόκειται να εξορυχθεί είναι για λόγους εξερεύνησης της ύπαρξης ή μη υδρογοναναθράκων, αν είναι για έλεγχο της ποσότητας τους ή αν είναι για παραγωγή πετρελαίου.

- Θαλάσσιες περιβαλλοντικές καταστάσεις: βάθος νερού, άνεμοι, κυματισμοί, απόσταση από τη στεριά, ρεύματα, θαλάσσιοι πάγοι.
- Οικονομικοί λόγοι: κόστη κατασκευής, κόστη λειτουργικότητας, επένδυση στη λειτουργία.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά: εάν οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν πρόκειται να καλύψουν τις ανάγκες ή όχι.

### 3.4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

- Αν το βάθος του νερού είναι μικρότερο από 10 έως 15 μέτρα, θα πρέπει να επιλεγθεί ένα υποβρύχιο γεωτρήπανο.
- Αν το βάθος του νερού είναι μεταξύ 15 και 75 μέτρων, θα πρέπει να επιλεγθεί ένα jack-up γεωτρήπανο.
- Αν το βάθος του νερού είναι μεταξύ 75 και 200 μέτρων, θα πρέπει να επιλεγθεί ένα ημι-υποβρύχιο γεωτρήπανο με αγκυροβολημένα σχοινιά ελλιμενισμού ή πλοίο γεώτρησης.
- Αν το βάθος του νερού είναι πάνω από 200 μέτρα, θα πρέπει να επιλεγθεί ένα ημι-υποβρύχιο γεωτρήπανο με δυναμική τοποθέτηση ή ένα πλωτό γεωτρήπανο με δυναμική τοποθέτηση.



**Σχήμα 14** Πλωτές εξέδρες υπεράκτιας εξόρυξης πετρελαίου (Πηγή: [www.maersk.com](http://www.maersk.com)).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι υπεράκτιες πλατφόρμες παραγωγής αποτελούν σταθμούς συγκέντρωσης όπου το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο συλλέγονται και υφίστανται επεξεργασία πριν τη μεταφορά σε χερσαίες εγκαταστάσεις. Είναι μεγάλες κατασκευές που στεγάζουν τα κλιμάκια διαμονής των εργατών, καθώς και τα μηχανήματα που απαιτούνται για τη γεώτρηση και παραγωγή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου στον ωκεανό. Σε αντίθεση με τις πλατφόρμες γεώτρησης, ο χρόνος διαμονής τους στην περιοχή ενδιαφέροντος είναι μεγάλος, περίπου 20-30 χρόνια.

Γενικότερα, οι πετρελαϊκές πλατφόρμες εγκαθίσταται στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα των χωρών, ωστόσο με την εξέλιξη της τεχνολογίας, η γεώτρηση και η παραγωγή πετρελαίου έγινε πλέον εφικτή και βιώσιμη και σε βαθέα ύδατα. Αποτελεί ιδιαίτερα προκλητική διαδικασία λόγω των άγριων και σκληρών συνθηκών που επικρατούν. Η εξέλιξη στην υπεράκτια παραγωγή πετρελαίου είναι πλέον εμφανής από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και τις τελειοποιήσεις που έχουν υποστεί οι πλατφόρμες, παρέχοντας μια μεγάλη βάση δεδομένων. Επί σειρά πολλών ετών, η κύρια μέθοδος υπεράκτιας ανάπτυξης ήταν μια σταθερή κατασκευή, αγκυρωμένη στο βυθό της θάλασσας. Ωστόσο, η χρήση τέτοιων κατασκευών σε βαθύτερα ύδατα και στις περιβαλλοντικές καταστάσεις που επικρατούν εκεί καθίσταται αδύνατη από οικονομική και τεχνολογική πλευρά, ενώ η κατάσταση επιδεινώνεται δραματικά, όσο αυξάνεται το βάθος.

Μια τυπική μορφή πλατφόρμας περιλαμβάνει περίπου γύρω στις 30 κεφαλές φρεατίων και μέσω της κατευθυνόμενης γεώτρησης προσεγγίζονται μεγάλα βάθη αρκετά μακριά από την πλατφόρμα, έως και 8 χιλιόμετρα.

Οι πλωτές πλατφόρμες παραγωγής πρέπει να αγκυρώνονται για να διατηρούν σταθερή τη θέση τους πάνω από τα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου και πιο συγκεκριμένα, πάνω από τον ανυψωτή που μεταφέρει τους υδρογονάνθρακες στην πλατφόρμα. Τα συστήματα αγκύρωσης που χρησιμοποιούνται είναι :

- Πολλαπλών εξαπλωμένων σημείων με αλυσίδες (multi-leg catenary spread mooring)
- Δυναμικής τοποθέτησης (dynamic positioning system)
- Με αλυσίδες (catenary leg anchor mooring)
- Με μια άγκυρα (single anchor leg mooring)
- Πολλαπλών προ εντεταμένων ποδιών (multiple tension leg tendon mooring)
- Πολλαπλών προ εντεταμένων και ημι-προενταταμένων ποδιών (multi-leg semi-taut and taut mooring)
- Εξωτερικών και εσωτερικών πυργίσκων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε τέτοια συστήματα περιλαμβάνουν αλυσίδες, συρματόσχοινα, σχοινιά από ίνες, σημαντήρες, τένοντες και τους απαραίτητους συνδέσμους: δεσμά, δαχτυλήθρες, και περιστρεφόμενες αρθρώσεις.

Οι πλωτές πλατφόρμες συνήθως έχουν βαρούλκα, αλυσιδωτούς γρύλους και αλυσιδωτά πώματα, που χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της έντασης και της έκτασης της πρόσδεσης. Σημαντικός παράγοντας στη διαδικασία πρόσδεσης της πλατφόρμας είναι ο καθορισμός των φορτίων που θα δεχθεί, ώστε να αξιολογηθεί η κινητικότητα της καθώς και το απαιτούμενο μέγεθος και είδος του συστήματος πρόσδεσης για τη ρύθμιση της κινητικότητας από τα κύματα του ωκεανού και τους μεταβλητούς ανέμους.

Τα μεγάλα βάθη στον ωκεανό προσθέτουν δεκάδες χιλιόμετρα ή και περισσότερο στις στήλες υγρού που αυξάνουν την πυκνότητα και τις πιέσεις στα φρεάτια γεωτρήσεων, καθώς και την ενέργεια που απαιτείται για την ανύψωση των παραχθέντων υγρών για διαχωρισμό στην πλατφόρμα. Ως αποτέλεσμα, η τρέχουσα τάση είναι να διεξάγονται περισσότερες από τις διαδικασίες παραγωγής υποθαλάσσια με (1) το διαχωρισμό του νερού από το πετρέλαιο και την επανέγχυσή του αντί για άντληση επάνω σε μια πλατφόρμα ή (2) μεταφορά του στην ξηρά, χωρίς εγκαταστάσεις ορατές πάνω από τη θάλασσα.

Μια πλατφόρμα παραγωγής πετρελαίου πρέπει να είναι αυτόαρκτης σε ανάγκες ενέργειας και νερού, στη στέγαση της ηλεκτρικής παραγωγής, καθαρισμού του νερού (αφαλατωτές), και στο σύνολο του αναγκαίου εξοπλισμού για την επεξεργασία του αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου ώστε να μεταφερθεί στη στεριά μέσω αγωγών ή σε μια πλωτή μονάδα αποθήκευσης (FSU) και / ή με δεξαμενόπλοιο φόρτωσης. Κατά τη διαδικασία της

παραγωγής, περιλαμβάνονται πολύ σημαντικά στοιχεία όπως οι κεφαλές φρεατίων, η πολλαπλή παραγωγή, ο διαχωριστής παραγωγής, εξοπλισμό διεργασιών γλυκόλης σε ξηρό αέριο, αεροσυμπιεστές, αντλίες έγχυσης νερού και εξοπλισμός για την μέτρηση / εξαγωγή φυσικού αερίου πετρελαίου. Επιπλέον, όλες οι εγκαταστάσεις παραγωγής πρέπει να σχεδιαστούν για να ασκήσουν τις ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι μεγαλύτερες πλατφόρμες βοηθούνται από μικρότερα έκτακτης ανάγκης πλεύσιμα υποστήριξης (ESV) εξαιρετικά αναγκαία σε περίπτωση ατυχήματος, για τις καθημερινές εργασίες, από πλεύσιμα υποστήριξης (PSVs) που προμηθεύουν και εφοδιάζουν τις πλατφόρμες, και από «anchor handling tug supply» πλεύσιμα (AHTS) που ρυμουλκούν τις πλατφόρμες στην τοποθεσία παραγωγής και χρησιμεύουν ως σκάφη διάσωσης και πυρόσβεσης.

## **4.2 ΟΙ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

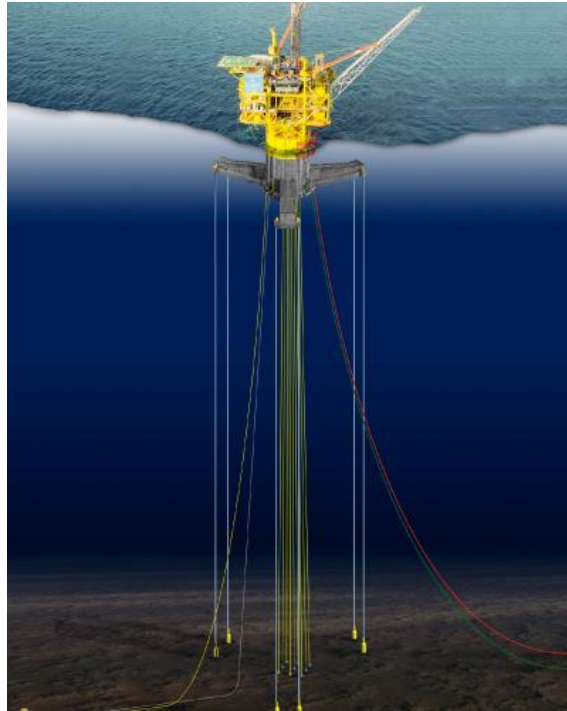
### **4.2.1 ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΣΥΜΒΑΤΟ-ΠΥΡΓΟΣ (COMPLIANT TOWER)**

Ο συμβατόπυργος αποτελείται από μια στενή και ευλύγιστη δομή, ενώ η θεμελίωσή του υποστηρίζει ένα συμβατικό κατάστρωμα που χρησιμοποιείται για διαδικασίες γεώτρησης και παραγωγής. Χρησιμοποιούνται καμπτόμενα «πόδια» ή αξονικοί κύλινδροι, ώστε να μειώνονται οι κυματισμοί και η ηχώ. Αυτός ο τύπος κατασκευής μπορεί να διαμορφωθεί σύμφωνα με τις υπάρχουσες τεχνικές και εγκαταστάσεις. Σε σύγκριση με τα υπόλοιπα πλωτά συστήματα, οι ανυψωτές παραγωγής έχουν λιγότερες κατασκευαστικές απαιτήσεις. Ωστόσο, καθίστανται ιδιαίτερα αντιοικονομικές σε βάθη μεγαλύτερα των 920 μέτρων. Σχεδιάζονται για να υπόκεινται σε έντονες πλευρικές εκτροπές και δυνάμεις, και συνήθως χρησιμοποιούνται σε βάθη μεταξύ των 450 και 920 μέτρων. Είναι ιδιαίτερα ευλύγιστες κατασκευές σε σχέση με τις πλατφόρμες της στεριάς, ωστόσο ταυτόχρονα είναι ιδιαίτερα στιβαρή για να μπορέσει να αντέξει τυφώνες.

Αποτελούνται από χαλύβδινο σωληνοειδές «σακάκι» που χρησιμοποιείται για να υποστηρίξει τις επιφανειακές εγκαταστάσεις, και στο βυθό της θάλασσας θεμελιώνεται σε στοίβες. Το «σακάκι» είναι κατασκευή μικρών διαστάσεων που χωρίζεται σε δύο τμήματα, με το ανώτερο τμήμα να είναι συνήθως πλωτό. Το κατώτερο τμήμα ασφαρίζεται στο βυθό της θάλασσας και λειτουργεί σαν βάση του ανώτερου τμήματος και των επιφανειακών

εγκαταστάσεων. Μεγάλοι γερανοί-φορηγίδες πλαισιώνουν και ασφαλίζουν το «σακάκι» και εγκαθιστούν τις ενότητες στην επιφάνεια.

Στις επιφανειακές εγκαταστάσεις περιλαμβάνονται οι μονάδες παραγωγής και στέγασης του πληρώματος, τον οποίων το μέγεθος διαμορφώνεται με βάση τις λειτουργίες που πρόκειται να πραγματοποιηθούν.



**Σχήμα 15** Συμβατό πύργος (Πηγή: [www.rigzone.com](http://www.rigzone.com)).

Μια άλλη δομή συμβατόπυργου είναι ο καλωδιωτός ιστός, η οποία είναι μια λεπτή δομή χαλύβδινη που υποστηρίζεται στον πυθμένα της θάλασσας από κωνικές θεμελιώσεις, ενώ διατηρείται όρθιο μέσω πολλαπλών καλωδιώσεων ή αλυσίδων. Οι καλωδιώσεις συνδέονται με στοίβες αγκυρών και είναι εξοπλισμένες με μεγάλα βάρη μεταξύ της άγκυρας και του πύργου. Οι καλωδιώσεις επίσης, περιορίζουν την κίνηση της πλατφόρμας κατά τη διάρκεια τυπικών καιρικών συνθηκών λειτουργίας χωρίς να ανασηκώνουν τα βάρη από το κάτω μέρος. Κατά τη διάρκεια πιο ακραίων καιρικών συνθηκών, τα σύρματα έχουν σχεδιαστεί για να άρουν τα βάρη από το βυθό, και τα βάρη δημιουργούν μια μεγαλύτερη δύναμη επαναφοράς για να αντισταθεί σε μεγαλύτερες δυνάμεις κυματισμών.



**Σχήμα 16** Πύργος καλωδιωτού ιστού (Πηγή: [www.smetak.com](http://www.smetak.com)).

#### 4.2.2 ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ CONDEEP

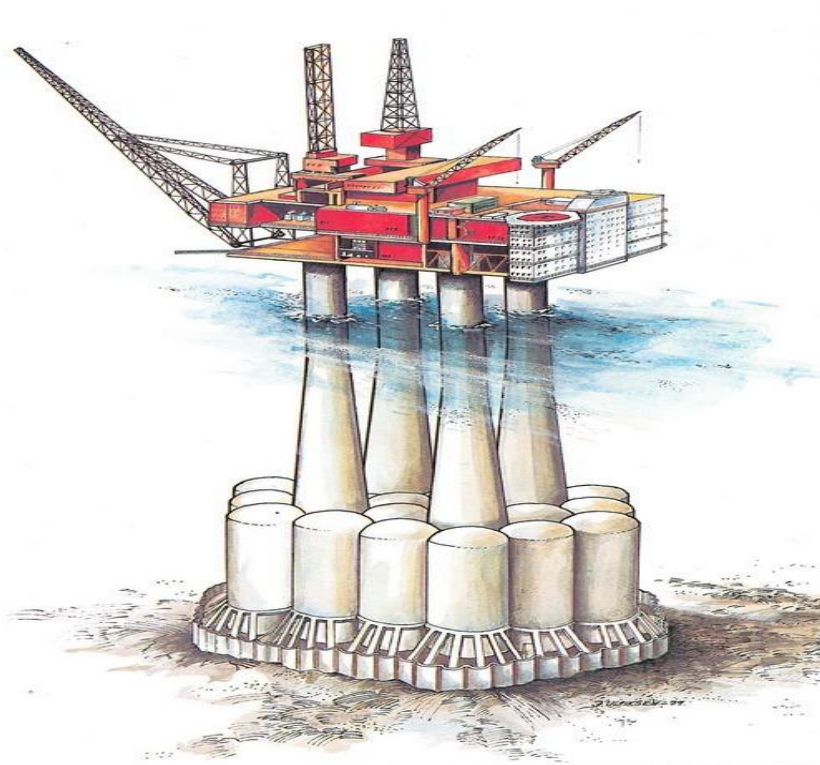
Η πλατφόρμα condeer (η οποία δεν κατασκευάζεται πια) είναι ένα είδος πλατφορμών αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου, που αναπτύχθηκε στη Βόρεια Θάλασσα και στη Νορβηγική ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα. Το όνομα προήλθε από τον όρο τσιμεντένια κατασκευή βαθέων υδάτων (concrete deep water structure) και αποτελείται από μια βάση τσιμεντένιων δεξαμενών αποθήκευσης πετρελαίου, εκ των οποίων ένας, τρεις ή τέσσερις στύλοι ανεβαίνουν περίπου 30 μέτρα επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Το κατάστρωμα της πλατφόρμας δεν αποτελεί μέρος της κατασκευής.

Αυτή η κατασκευή βαρύτητας ήταν μοναδική στο είδος της, καθώς ήταν από ενισχυμένο σκυρόδεμα, σε αντίθεση με τις μέχρι τότε κατασκευές από χάλυβα. Είχε σχεδιαστεί για έντονες καιρικές συνθήκες και για εξαιρετικά βαθέα ύδατα. Έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει την αποθήκευση του αργού πετρελαίου και του φυσικού αερίου στο ίδιο το σώμα της κατασκευής. Επίσης, διατηρεί προστατευμένο από τη θάλασσα τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στις διαδικασίες, μέσα στα «πόδια» που είναι κοίλα. Ταυτόχρονα, λόγω της φύσης της κατασκευής μπορεί να αντέξει όλα τα φορτία του εξοπλισμού παραγωγής και των μονάδων στέγασης του πληρώματος.

Το πλεονέκτημα μιας τέτοιας δομής είναι η ικανότητα να δρα ως μονάδα αποθήκευσης πετρελαίου. Επιπλέον, η κατασκευή και η δοκιμή μπορεί να ολοκληρωθεί πριν την πλεύση



και τη ρυμούλκηση σε μια υπεράκτια περιοχή. Αυτό το είδος της δομής ήταν ανεκτική σε υπερφόρτωση και την υποβάθμιση που προκύπτουν από την έκθεση σε θαλασσινό νερό σε σχέση με τις πλατφόρμες χάλυβα. Ωστόσο, στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται μεγαλύτερα κόστη σε σύγκριση με μια παρόμοια χαλύβδινη δομή-άφθονες ποσότητες χάλυβα συχνά απαιτούνται για την ενίσχυση των συγκεκριμένων μελών από σκυρόδεμα από ό, τι απαιτείται για μια ισοδύναμη επενδυμένη δομή χάλυβα.



**Σχήμα 17** Πλατφόρμα Condeep (Πηγή: [www.norskolje.museum.no](http://www.norskolje.museum.no)).

#### 4.2.3 ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ

Μια σταθερή πλατφόρμα αποτελείται από ένα "σακάκι" (ένα ψηλό κάθετο τμήμα από σωληνωτά χαλύβδινα μέλη του υποστηρίζεται από σωρούς τοποθετημένους στο βυθό) με ένα κατάστρωμα τοποθετημένο στην κορυφή. Το κατάστρωμα παρέχει χώρους διαμονής του πληρώματος, γεωτρύπανα, και τις εγκαταστάσεις παραγωγής. Η σταθερή πλατφόρμα είναι οικονομικά εφικτή για εγκατάσταση σε βάθος νερού έως περίπου τα 530 μέτρα.

Εν συντομία, οι πλατφόρμες που βασίζονται στη βαρύτητα επωφελούνται από το μεγάλο μέγεθος και τη βαριά μάζα τους για να υποστηρίξουν μεγάλες εγκαταστάσεις σε βάθος νερού μέχρι και τα 310 μέτρα. Οι πλατφόρμες μπορούν επίσης να σχεδιαστούν για να αντιστέκονται σε σοβαρές αρκτικές συνθήκες, όπως πολυετή πάγο και ακόμα και παγόβουνα



σε ρηχά νερά και σε βάθη έως και περίπου 60 μέτρα. Μπορούν να κατασκευασθούν από χάλυβα ή σκυρόδεμα, και να παρέχουν υποστήριξη για βαρείες εξέδρες γεώτρησης και εξοπλισμό παραγωγής. Μπορούν να χρησιμοποιηθεί σε μεγαλύτερα βάθη και μπορούν να αντισταθούν στον πάγο πολύ καλύτερα.

Σχεδιάζοντας μία κατασκευή να ανθίσταται στον αρκτικό πάγο απαιτεί λεπτομερή ανάλυση των δυνάμεων πάγου που έχει αποκτηθεί μέσω ενός συνδυασμού της πραγματικής δύναμης του με ταυτόχρονη ανάλυση των μετρήσεων, δοκιμών μοντέλου πάγου, και τη μηχανική ανάλυση. Η διαμόρφωση ενός κατάλληλου τύπου πλατφόρμας θα εξαρτηθεί από τη σοβαρότητα του πάγου στην τοποθεσία. Σε ήπιες συνθήκες πάγου, η πλατφόρμα μπορεί να έχει πολλαπλές στήλες αλλά για σοβαρές συνθήκες πάγου, η πλατφόρμα μπορεί να αποτελείται από μια ενιαία, μεγάλη στήλη. Σε όλες τις περιπτώσεις, η προστασία των φρεατίων από τον πάγο συμπεριλαμβάνοντάς τα εντός της δομής είναι απαραίτητη και υλικά κατάλληλα για τις συνθήκες της Αρκτικής πρέπει να χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίζεται ότι η δομή μπορεί να διατηρήσει την αντοχή της στην παγωνιά. Ευρεία θεμέλια περιέχουν επιπλέον βάρος έρματος για τη σταθερότητα και την περικοπή στο θαλάσσιο πυθμένα για να αντισταθεί στο φορτίο πάγου.

Διάφοροι τύποι κατασκευής χρησιμοποιούνται, 'σακάκι' χάλυβα, υδατοστεγές φάτνωμα σκυροδέματος, πλωτός χάλυβας, και ακόμη και πλωτό σκυρόδεμα. Τα "σακάκια" χάλυβα είναι κάθετες τομές κατασκευασμένες από σωληνοειδή μέλη χάλυβα, και συνήθως συσσωρεύονται στο βυθό. Τα υδατοστεγή φαντώματα σκυροδέματος, εμπνευσμένα από τις πλατφόρμες Condeer, συχνά έχουν ενσωματωμένες δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και χρησιμοποιούνται συχνά ως μια δυνατότητα επίπλευσης, επιτρέποντάς τους να κατασκευαστούν κοντά στην ακτή και στη συνέχεια να επιπλέουν στην τελική τους θέση, όπου βυθίζονται στον πυθμένα της θάλασσας.

Σε ρηχά νερά, ο πιο κοινός τύπος των πλατφορμών παραγωγής είναι η σταθερή δομή με σωρούς, κοινώς γνωστή ως σακάκια. Αυτά είναι σωληνοειδείς δομές σταθερές στον πυθμένα της θάλασσας μέσω διάτρησης και σοβατισμένες σωρούς. Το οικονομικό όριο για το βάθος νερού ποικίλλει ανάλογα με το περιβάλλον. Μια τέτοια κατασκευή αποτελείται από ένα χαλύβδινο σκελετό σωληνοειδούς δομής που προσαρτάται στον πυθμένα της θάλασσας με σωρούς. Η ανώτερη δομή αποτελείται από τον εξοπλισμό γεωτρήσεων, εξοπλισμό

παραγωγής, τις μονάδες πληρωμάτων, εγκαταστάσεις τροφής του πληρώματος, στοίβες πυρσών αερίου, περιστρεφόμενοι γερανοί, σωστικά σκάφη και ελικοδρόμιο. Οι σωλήνες γεώτρησης και οι σωλήνες παραγωγής μεταφέρονται στο ανώτερο τμήμα της δομής μέσα από τους οδηγούς του αγωγού εντός της πλαισίωσης "σακάκι", ενώ το αργό πετρέλαιο και φυσικό αέριο από τη δεξαμενή μέσω του σωλήνα ανύψωσης της παραγωγής στην ανώτερη δομή για να υποστούν επεξεργασία πριν από τη μεταφορά σε μια χερσαία εγκατάσταση αποθήκευσης ή σε ένα διυλιστήριο. Ο λεπτομερής σχεδιασμός του πλαισίου ποικίλλει ευρέως και εξαρτάται από τις απαιτήσεις της δύναμης, κόπωσης, και τη διαδικασία εκτόξευσης. Η ζωή της δομής είναι τυπικά 10-25 χρόνια. Αυτό ακολουθείται από την απαίτηση για την απομάκρυνση της πλατφόρμας μόλις το κοιτάσμα εξαντληθεί.

Δρομολόγηση των δομών αυτών συνήθως επιτυγχάνεται με φορτηγίδες. Τινές δομές επιπλέουν από το φορτηγίδα και διορθώνονται με τη χρήση γερανών-φορτηγίδων, ενώ άλλες έχουν σχεδιαστεί με επίπλευση που είναι αυτο-επανόρθωσης. Δεδομένου ότι αυτές οι δομές είναι από χάλυβα, οι επιδράσεις της διάβρωσης πρέπει να εξετάζονται λόγω της έκθεσης στο περιβάλλον του ωκεανού. Ανοδικά και καθοδικά συστήματα προστασίας χρησιμοποιούνται και συντηρούνται για την προστασία της δομής από διάβρωση.



**Σχήμα 18** Σταθερή πλατφόρμα (Πηγή: [WWW.LIFELONG.ENGR.UTEXAS.EDU](http://WWW.LIFELONG.ENGR.UTEXAS.EDU)).

#### 4.2.4 ΠΛΩΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Αποτελεί ένα μεγάλο πλοίο, εξοπλισμένο με εγκαταστάσεις επεξεργασίας, το οποίο ελλιμενίζεται σε μια τοποθεσία για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα πλωτά συστήματα παραγωγής, αποθήκευσης και εκφόρτωσης χρησιμοποιούνται ευρέως στην υπεράκτια παραγωγή πετρελαίου, από το 1970. Είναι ιδανικά για μικρά πεδία παραγωγής και ιδιαίτερα οικονομικά, καθώς έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται εύκολα και να επαναλειτουργούν σε νέα πεδία, όταν τα προηγούμενα εξαντλούνται. Αποτελούν τη βέλτιστη επιλογή παραγωγής, όταν δεν υπάρχουν οι απαιτούμενες σωληνώσεις ή υποδομές για να μεταφέρουν τη διαδικασία αυτή στη στεριά.

Οι πλωτές μονάδες αποθήκευσης και εκφόρτωσης είναι υπεράκτιες παραγωγικές εγκαταστάσεις που στεγάζουν τον εξοπλισμό επεξεργασίας και αποθήκευσης για την παραγωγή υδρογονανθράκων. Ο βασικός σχεδιασμός των περισσότερων πλωτών συστημάτων παραγωγής περιλαμβάνει ένα πλωτό μέσο σε σχήμα πλοίου, με εξοπλισμό επεξεργασίας, ή υπερκατασκευές, πάνω από το κατάστρωμα του πλοίου ενώ τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης υδρογονανθράκων κάτω από το διπλό κύτος. Μετά την επεξεργασία, το σύστημα αποθηκεύει το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο πριν από την εκφόρτωση σε δεξαμενόπλοια μεταφοράς ή τη μετάδοση του επεξεργασμένου πετρελαίου μέσω αγωγών.

Αποτελείται από ένα ημι-υποβρύχιο τμήμα που περιλαμβάνει γεωτρητικό και παραγωγικό εξοπλισμό. Συνδέεται με μια άγκυρα μέσω συρματόσχοινων ή αλυσίδων, ενώ μπορεί επίσης να τοποθετηθεί μέσω ενός δυναμικού συστήματος με περιστρεφόμενους προωθητήρες. Οι κεφαλές των φρεατίων βρίσκονται στο βυθό της θάλασσας και συνδέονται με το κατάστρωμα στην επιφάνεια μέσω ανυψωτών παραγωγής. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για βάθη νερού μεταξύ 183 μέτρων και 1830 μέτρων.

Είναι αγκυροβολημένα στη θέση τους από διάφορα συστήματα ελλιμενισμού -ένα κεντρικό σύστημα πρόσδεσης επιτρέπει στο σκάφος να περιστρέφεται ελεύθερα για να ανταποκρίνονται καλύτερα στις καιρικές συνθήκες, ή στους ανεμοδείκτες, ενώ τα συστήματα πρόσδεσης-εξάπλωσης αγκυρώνουν το σκάφος σε διάφορες θέσεις στο θαλάσσιο πυθμένα. Το σύστημα είναι συνήθως συνδεδεμένο με πολλαπλά πηγάδια υποθαλάσσιας παραγωγής και συγκεντρώνει το πετρέλαιο ή / και το φυσικό αέριο μέσω μιας σειράς αγωγών στο πεδίο.

Μόλις αξιοποιηθεί από τα υποθαλάσσια πηγάδια, το αργό πετρέλαιο και φυσικό αέριο μεταφέρονται μέσω των γραμμών ροής στους ανυψωτές, οι οποίοι με τη σειρά τους τα μεταφέρουν από το θαλάσσιο πυθμένα σε πυργίσκο του σκάφους και στη συνέχεια στο πλωτό σύστημα παραγωγής στην επιφάνεια της θάλασσας.

Ο εξοπλισμός επεξεργασίας πάνω στο πλωτό σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης είναι παρόμοιος με εκείνον σε μια πλατφόρμα παραγωγής και μπορεί να αποτελείται από διαχωρισμό νερού, την επεξεργασία αερίων, την επεξεργασία του πετρελαίου, την έγχυση νερού, και τη συμπίεση του φυσικού αερίου, μεταξύ άλλων. Το αργό πετρέλαιο μεταφέρεται στη συνέχεια στο διπλό κύτος του πλοίου για αποθήκευση. Το αργό πετρέλαιο που είναι αποθηκευμένο επί του πλοίου μεταφέρεται συχνά στα δεξαμενόπλοια μεταφοράς ή στις ωκεάνιες φορτηγίδες με προορισμό την ξηρά, μέσω ενός σωλήνα φόρτωσης. Η τακτική φόρτωσης του πετρελαίου από την πρύμνη του πλωτού συστήματος παραγωγής στην πλώρη του δεξαμενόπλοιου (τάντεμ φόρτωση) ασκείται, ενώ το αέριο μπορεί να μεταφέρεται στην ακτή μέσω αγωγού ή να επανεισάγεται στο χώρο για να αυξήσει την παραγωγή.

Εκτός από τα πλωτά συστήματα παραγωγής και εκφόρτωσης(FPSO), παρόμοια πλωτά συστήματα περιλαμβάνουν τα πλωτά συστήματα αποθήκευσης και εκφόρτωσης(FSO) και τα πλωτά συστήματα παραγωγής(FPS). Το πρώτο πλωτό μέσο γεώτρησης, αποθήκευσης, παραγωγής και εκφόρτωσης αναπτύχθηκε το 2009 για την εξόρυξη αζουρίτη (Murphy Oil) στον υπεράκτιο τομέα της Δημοκρατίας του Κονγκό. Αυτή η μονάδα ενσωματώνει βαθέων υδάτων εξοπλισμό γεωτρήσεων που θα βοηθήσει την ανάπτυξη του τομέα και μπορεί να αφαιρεθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί, εφόσον όλα τα πηγάδια παραγωγής αζουρίτη έχουν διατηρηθεί.

Μια παραλλαγή του FPSO είναι ο σχεδιασμός Sevan Marine που χρησιμοποιεί ένα κυκλικό κύτος το οποίο δείχνει το ίδιο προφίλ για τον άνεμο, τα κύματα, και τα ρεύματα ανεξαρτήτως κατευθύνσεως. Αυτός ο σχεδιασμός μοιράζεται πολλά από τα χαρακτηριστικά του FPSO σε σχήμα πλοίου, όπως η υψηλή χωρητικότητα αποθήκευσης και το φορτίο του καταστρώματος, αλλά δεν περιστρέφεται και ως εκ τούτου, δεν χρειάζεται έναν περιστρεφόμενο πυργίσκο.



**Σχήμα 19** Πλωτό σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης (Πηγή: [www.offshoreenergytoday.com](http://www.offshoreenergytoday.com)).

#### 4.2.5 Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ SPAR

Η πλατφόρμα Spar αποτελείται από έναν μεγάλης διαμέτρου κύλινδρο ο οποίος υποστηρίζει το κατάστρωμα. Έχει μια πλωτή υπερκατασκευή στο κατάστρωμα, που περιλαμβάνει τον γεωτρητικό και παραγωγικό εξοπλισμό, τρεις τύπους ανυψωτών (γεώτρησης, παραγωγής και προώθησης) και ένα κύτος που έχει ελλιμενιστεί με τη χρήση ενός συστήματος τεταμένων αλυσίδων, το οποίο αποτελείται από 6-20 αλυσίδες αγκυρωμένες στο βυθό της θάλασσας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε βάθη μέχρι και τα 920 μέτρα.

Ο κύλινδρος προσδένεται στο βυθό της θάλασσας μέσω ενός συστήματος καλωδίων και γραμμών, και παρέχει σταθερότητα στην πλατφόρμα έναντι κυματισμών, ενώ έχει τη δυνατότητα να απορροφάει έντονες δυνάμεις όπως και αυτές των τυφώνων. Για την εξασφάλιση της σταθερότητας ο κύλινδρος τοποθετείται πάντοτε κάτω από το βυθό της θάλασσας.

Οι πλατφόρμες SPAR έχουν σχεδιαστεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

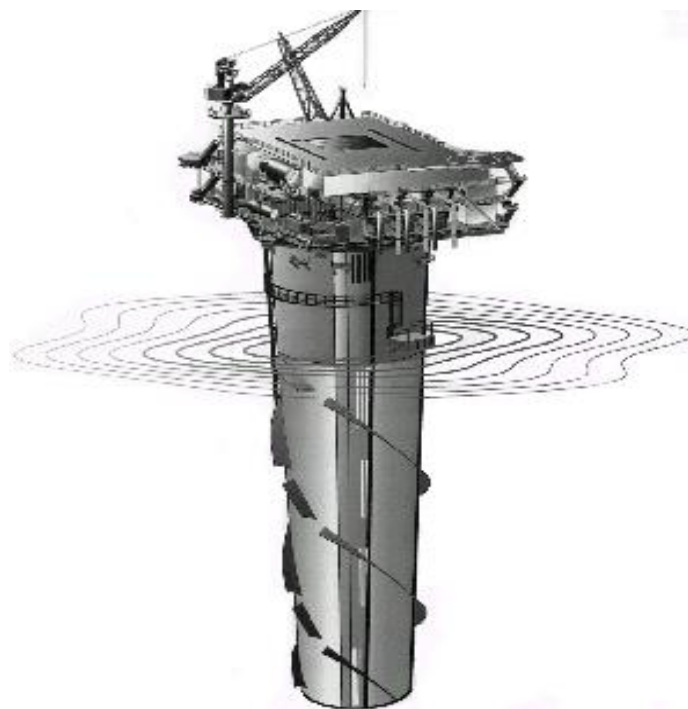
- (1) το συμβατικό μονοκόμματο κυλινδρικό κύτος(classic SPAR),
- (2) το διασυνδεδετικό δοκάρι(truss SPAR), στο οποίο το μεσαίο τμήμα αποτελείται από στοιχεία δικτυώματος που συνδέουν το ανώτερο πλωτό τμήμα του κύτους, που ονομάζεται

σκληρή δεξαμενή, με το κατώτερο τμήμα τη μαλακή δεξαμενή που περιέχει μόνιμα έρμα,

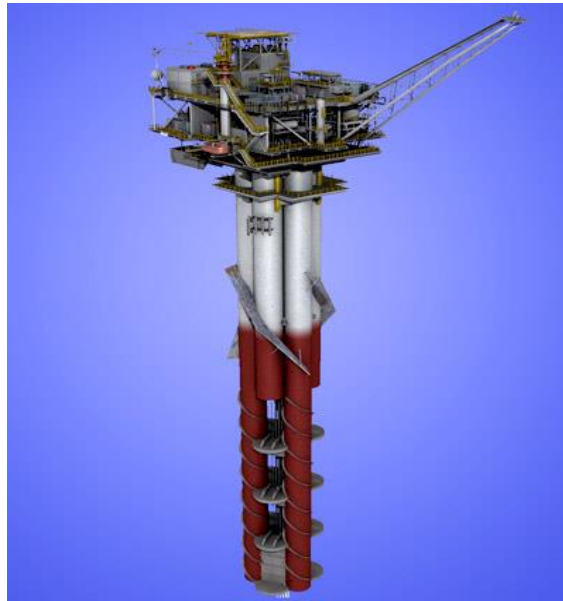
(3) το κύτταρο δοκαριού(cell SPAR), που είναι κατασκευασμένο από πολλαπλούς κάθετους κυλίνδρους.

Η πλατφόρμα Spar αποτελεί πιο οικονομική επιλογή για κατασκευή μικρών και μεσαίων εξεδρών, και έχει περισσότερη εγγενή σταθερότητα, δεδομένου ότι έχει ένα μεγάλο αντίβαρο στο κάτω μέρος και δεν εξαρτάται από την πρόσδεση για να κρατιέται όρθια. Επίσης, έχει τη δυνατότητα με τη χρήση των υποδοχών αλυσίδων που συνδέονται με τα σχοινιά πρόσδεσης, να μετακινείται οριζόντια πάνω από το πεδίο του πετρελαίου.

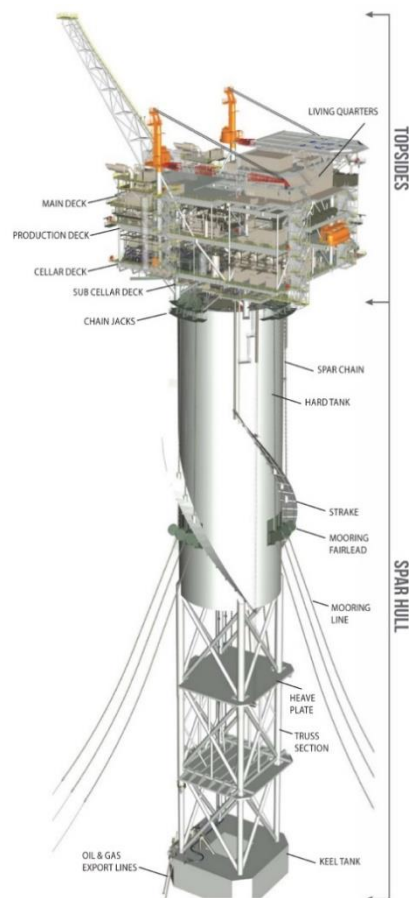
Οι πλατφόρμες διασυνδεδετικού δοκαριού(truss SPAR) είναι διαφορετικές σε σχέση με το μηχανισμό ελέγχου κίνησης. Μία από τις διακρίσεις της είναι ότι το κέντρο βάρους της είναι πάντα χαμηλότερα από το κέντρο της άνωσης. Αυτό την καθιστά άνευ όρων σταθερή. Αυτού του είδους η πλατφόρμα δεν αποκομίζει κανένα σταθερότητα από το σύστημα πρόσδεσής της, για 'αυτό δεν ανατρέπεται ακόμη και όταν αποσυνδεθεί πλήρως από την αποβάθρα.



**Σχήμα 20** Classic SPAR (Πηγή: [www.marinetalk.com](http://www.marinetalk.com)).



Σχήμα 21 Cell SPAR (Πηγή: [www.rigzone.com](http://www.rigzone.com)).



Σχήμα 22 Truss SPAR (Πηγή: [www.spe.org](http://www.spe.org)).

#### 4.2.6 ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Τα υποθαλάσσια συστήματα παραγωγής είναι φρεάτια που βρίσκονται στον πυθμένα της θάλασσας, σε αντιδιαστολή προς την επιφάνεια. Ακριβώς όπως σε ένα πλωτό σύστημα παραγωγής, το πετρέλαιο εξάγεται στο θαλάσσιο πυθμένα, και, στη συνέχεια, μεταφέρεται σε μια ήδη υπάρχουσα πλατφόρμα παραγωγής. Το φρεάτιο έχει διατηρηθεί από μια κινητή εξέδρα, και αντί να κατασκευασθεί μια πλατφόρμα παραγωγής για το συγκεκριμένο φρεάτιο, το εξαχθέν φυσικό αέριο και πετρέλαιο μεταφέρονται με ανυψωτές ή ακόμα και από υποθαλάσσιους αγωγούς σε μια κοντινή εξέδρα παραγωγής. Αυτό επιτρέπει την τοποθέτηση μιας πλατφόρμας παραγωγής με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούνται ταυτόχρονα πολλά φρεάτια πάνω από μια μεγάλη περιοχή. Τα υποθαλάσσια συστήματα χρησιμοποιούνται σε βάθη συνήθως των 2000 μέτρων ή περισσότερο, και δεν έχουν την ικανότητα να πραγματοποιούν γεωτρήσεις, μόνο να εξάγουν και να μεταφέρουν το πετρέλαιο ή/και το φυσικό αέριο.

Τα υποθαλάσσια συστήματα περιλαμβάνουν το σύστημα των φρεατίων (περιλαμβάνει το σύστημα ολοκλήρωσης φρεατίου και το υποθαλάσσιο δέντρο), το σύστημα παραγωγής (περιλαμβάνει προστατευτικές δομές, συλλέκτες, τα πρότυπα, τα συστήματα παρέμβασης και υποθαλάσσια συστήματα επεξεργασίας), και το σύστημα αγωγών (περιλαμβάνει ανυψωτές, αγωγούς έγχυσης, και τους αγωγούς παραγωγής).

Οι εξελίξεις στα υποθαλάσσια συστήματα κατέστησαν δυνατή την εφαρμογή τεχνολογιών όπως υποθαλάσσια δέντρα, ανυψωτές, και ομφάλιες γραμμές. Ο εξοπλισμός παραγωγής τοποθετείται στο θαλάσσιο πυθμένα και όχι σε μια σταθερή ή πλωτή εξέδρα. Η υποθαλάσσια επεξεργασία παρέχει μια λιγότερο δαπανηρή λύση για τα υπεράκτια περιβάλλοντα. Αρχικά σχεδιάστηκε ως ένας τρόπος για να ξεπεραστούν οι προκλήσεις των εξαιρετικά βαθέων υδάτων. Η υποθαλάσσια επεξεργασία κατέστη πλέον μια βιώσιμη λύση για τα πεδία που βρίσκονται σε σκληρές συνθήκες, όπου ο εξοπλισμός επεξεργασίας στην επιφάνεια του νερού θα μπορούσε να είναι σε κίνδυνο. Επιπλέον, η υποθαλάσσια επεξεργασία είναι μια εφαρμογή ανερχόμενη για να αυξήσει την παραγωγή από τα ώριμα ή οριακά πεδία.

Τα υποθαλάσσια συστήματα παραγωγής μπορεί να κυμαίνονται σε πολυπλοκότητα από ένα φρεάτιο ενός μοναδικού δορυφόρου με μια γραμμή ροής που συνδέεται με ένα πλωτό



σύστημα παραγωγής ή με μια χερσαία εγκατάσταση, σε αρκετά φρεάτια σε μια μήτρα ή συγκεντρωμένα γύρω από ένα πρότυπο. Τα υποθαλάσσια συστήματα παραγωγής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την θαλάσσια ανάπτυξη δεξαμενών, ή μέρη των δεξαμενών, οι οποίες απαιτούν γεώτρηση των φρεατίων σε πολλές θέσεις. Οι συνθήκες βαθέων υδάτων, ή ακόμα και των εξαιρετικά βαθέων υδάτων, μπορούν εγγενώς να υπαγορεύουν την ανάπτυξη ενός πεδίου με τη βοήθεια ενός υποθαλάσσιου συστήματος παραγωγής. Αυτό συμβαίνει διότι οι παραδοσιακές επιφανειακές εγκαταστάσεις όπως σε ένα χαλύβδινο "σακάκι" με στοίβες θεμελίωσης, θα μπορούσε να είναι είτε τεχνικά ανέφικτο ή οικονομικά ασύμφορο λόγω του βάθους του νερού. Επειδή η υποθαλάσσια ανάπτυξη αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό, ο οποίος πρέπει να είναι επαρκώς αξιόπιστος για την ασφαλή προστασία του περιβάλλοντος, καθιστά την εκμετάλλευση των υδρογονανθράκων από υποθαλάσσια συστήματα οικονομικά εφικτή. Η ανάπτυξη του εν λόγω εξοπλισμού απαιτεί εξειδικευμένα και ακριβά πλωτά μέσα, τα οποία πρέπει να είναι εξοπλισμένα με καταδυτικό εξοπλισμό για τις εργασίες ρηχών νερών (δηλαδή, μερικές δεκάδες μέτρα βάθους νερού το μέγιστο), και ρομποτικό εξοπλισμό για μεγαλύτερα βάθη νερού. Οποιαδήποτε απαίτηση για επισκευή ή παρέμβαση σε ήδη εγκατεστημένο υποθαλάσσιο εξοπλισμό είναι συνήθως πολύ ακριβή. Αυτού του είδους η δαπάνη μπορεί να οδηγήσει σε οικονομική αποτυχία της υποθαλάσσιας ανάπτυξης.

Η υποθαλάσσια επεξεργασία περιλαμβάνει μια σειρά από διαφορετικές διαδικασίες για να βοηθήσει στη μείωση του κόστους και της πολυπλοκότητας της ανάπτυξης ενός υπεράκτιου πεδίου. Ο κύριος τύπος υποθαλάσσιας επεξεργασίας περιλαμβάνει την :

- υποθαλάσσια απομάκρυνση του νερού και επανεισαγωγή του ή διάθεσή του,
- μονοφασική και πολλαπλών φάσεων τόνωση των υγρών του φρεατίου,
- διαχωρισμό της άμμου και των στερεών,
- διαχωρισμό αερίων και υγρών και την ενίσχυσή τους
- και την επεξεργασία και συμπίεση αερίων.

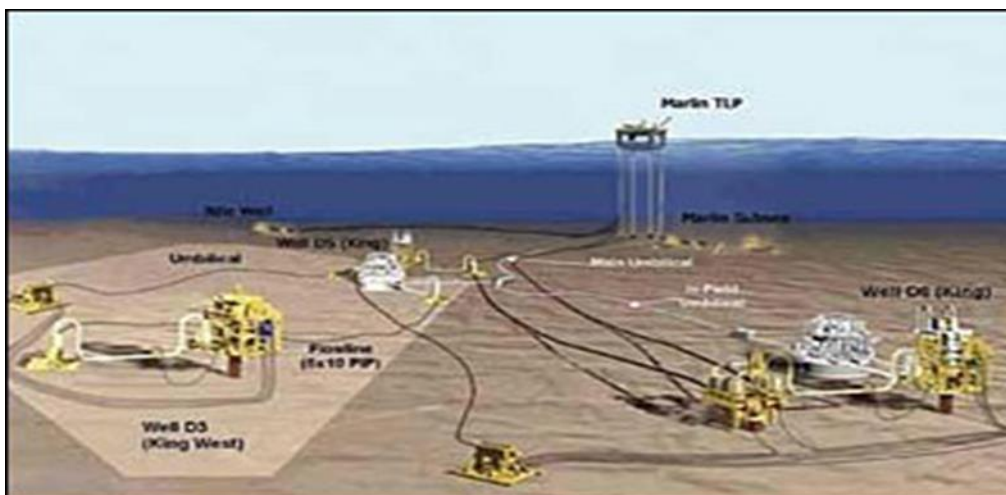
Ο υποθαλάσσιος διαχωρισμός μειώνει την ποσότητα της παραγωγής που μεταφέρεται από το θαλάσσιο πυθμένα προς την επιφάνεια του νερού, αποσυμφορίζοντας τη χωρητικότητα της επεξεργασίας. Επίσης, με το διαχωρισμό των ανεπιθύμητων συστατικών από την παραγωγή στον θαλάσσιο πυθμένα, οι γραμμές ροής και οι ανυψωτές δεν μεταφέρουν αυτά

τα συστατικά στις εγκαταστάσεις στην επιφάνεια, αλλά χρησιμοποιούνται για επανέγχυση πίσω στον πυθμένα της θάλασσας. Επανέγχυση του παραγόμενου φυσικού αερίου, νερού, και αποβλήτων αυξάνει την πίεση εντός του κοιτάσματος που έχει εξαντληθεί από τη διαδικασία παραγωγής. Επίσης, η επανέγχυση βοηθά στην μείωση των ανεπιθύμητων αποβλήτων, όπως η καύση, κάνοντας χρήση των διαχωρισμένων συστατικών για την ενίσχυση της ανάκτησης.

Σε βαθέν υδάτων ή εξαιρετικά βαθέν υδάτων πεδία, είναι αναγκαία η υποθαλάσσια ενίσχυση καθώς βοηθάει το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο να μετακινηθούν από το βυθό της θάλασσας στις εγκαταστάσεις που βρίσκονται στην επιφάνεια του νερού. Η υποθαλάσσια ενίσχυση αναιρεί την πίεση που εφαρμόζεται στα φρεάτια και αντίκειται στην κατεύθυνση της ροής, προσφέροντας την αναγκαία πίεση που απαιτείται για να μεταφερθεί η διαδικασία της παραγωγής στην επιφάνεια του νερού.

Οι περισσότερες υποθαλάσσιες επεξεργασίες αυξάνουν την ανάκτηση πολλών πεδίων και βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των γραμμών ροής και των ανυψωτών, καθιστούν τις υποθαλάσσιες επεξεργασίες ικανές στη διαχείριση και διασφάλιση της ροής, καθώς και στην ανάπτυξη υποθαλάσσιων πεδίων προκλητικών συνθηκών. Επιπλέον, μέσω αυτών των διαδικασιών, γίνεται δυνατή η μετατροπή οριακών πεδίων σε οικονομικά βιώσιμων αναπτύξεων.

Κατά συνέπεια, πολλά υπεράκτια πεδία έχουν συμπεριλάβει την υποθαλάσσια επεξεργασία στα πρωτόκολλα ανάπτυξης. Είτε τα πεδία είναι ώριμα και ο εν λόγω εξοπλισμός έχει εγκατασταθεί για την αύξηση της φθίνουσας παραγωγής, ή έχει ενσωματωθεί στα πεδία από την αρχική ανάπτυξη για να ξεπεραστούν οι περιβαλλοντικές προκλήσεις βαθέν υδάτων, η ιδέα της υποθαλάσσιας επεξεργασίας έχει δώσει τη δυνατότητα στα πεδία να επιτύχουν υψηλότερα ποσοστά παραγωγής.



**Σχήμα 23** Υποθαλάσσια συστήματα παραγωγής (Πηγή: [www.nexans.no](http://www.nexans.no)).

#### 4.2.7 Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ TENSION LEG (TLP)

Οι πλατφόρμες tension leg αποτελούν κατασκευές που συγκρατούνται στη θέση τους από κατακόρυφους, τεντωμένους τένοντες συνδεδεμένους με τον πυθμένα της θάλασσας από πρότυπα ασφαλή σε στοίβες. Αποτελούνται από πλωτές εξέδρες δεμένες στο βυθό της θάλασσας κατά τέτοιο τρόπο που εξαλείφονται οι περισσότερες κατακόρυφες κινήσεις της δομής. Οι πλατφόρμες είναι πλωτές και συγκρατούνται στη θέση τους από ένα σύστημα αγκυροβόλησης. Επιπλέον, είναι παρόμοιες με τα συμβατικά πλωτά συστήματα παραγωγής, εκτός από το ότι η διατηρούνται στη θέση τους μέσω της χρήσης των τεταμένων αγκυροβολίων λόγω της πλευστότητας του κύτους. Το σύστημα πρόσδεσης είναι ένα σύνολο από τεταμένα πόδια ή τένοντες που συνδέονται με την πλατφόρμα και ταυτόχρονα, με ένα πρότυπο ή με ένα θεμέλιο στον θαλάσσιο πυθμένα. Το πρότυπο συγκρατείται στη θέση του από σωρούς τοποθετημένους στο θαλάσσιο πυθμένα. Αυτή η μέθοδος μειώνει τις κατακόρυφες κινήσεις της πλατφόρμας, αλλά επιτρέπει την οριζόντιες. Οι υπερκατασκευές αυτού του είδους των πλατφορμών (εγκαταστάσεις επεξεργασίας, αγωγών, και τα δέντρα επιφάνειας) και οι περισσότερες από τις καθημερινές λειτουργίες είναι οι ίδιες όπως και για μια συμβατική πλατφόρμα. Οι πλατφόρμες tension leg χρησιμοποιούνται σε βάθος νερού μέχρι περίπου τα 1830 μέτρα.

Ο βασικός σχεδιασμός μίας TLP περιλαμβάνει τέσσερις στήλες γεμάτες αέρα που σχηματίζουν ένα τετράγωνο μεταξύ τους, οι οποίες υποστηρίζονται και συνδέονται με προβλήτες, παρόμοιου σχεδίου με τις ημι-υποβρύχιες πλατφόρμες παραγωγής. Το πλωτό κύτος στηρίζει το επάνω μέρος της πλατφόρμας και ένα περίπλοκο σύστημα πρόσδεσης

διατηρεί την πλατφόρμα στη θέση της. Η πλευστότητα του κύτους της πλατφόρμας αντισταθμίζει το βάρος της πλατφόρμας, απαιτώντας συστάδες σφιχτών τενόντων, ή τεταμένα "πόδια", για να εξασφαλιστεί η δομή στη θεμελίωση στο βυθό της θάλασσας. Η θεμελίωση στη συνέχεια, διατηρείται ακίνητη με σωρούς τοποθετημένους στο βυθό.

Η κύρια ιδέα πίσω από το σχεδιασμό της TLP είναι να εξασφαλιστεί ότι οι κατακόρυφες δυνάμεις που ενεργούν πάνω στην πλατφόρμα βρίσκονται σε ισορροπία, δηλαδή, τα σταθερά και τα μεταβλητά φορτία της πλατφόρμας συν την επιπλέον ένταση των τενόντων ισούνται με το εκτόπισμα της. Θετική

μετατόπιση επιτυγχάνεται με το κλείδωμα του σχεδίου των πλατφόρμων κάτω από το σταθερό και το μεταβλητό σχέδιο μετατόπισης του φορτίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εφαρμογή επιπλέον ανωστικών δυνάμεων στους τένοντες, διατηρώντας τους έτσι, σε σταθερή ένταση. Ως συνέπεια, οι κατακόρυφες κινήσεις της πλατφόρμας (ταλαντώσεις) σχεδόν εξαλείφονται, εκτός από τις κινήσεις που προκύπτουν από την ελαστικότητα των τενόντων και των κατακόρυφων κινήσεων που δημιουργούνται ως αποτέλεσμα των πλευρικών κινήσεων της πλατφόρμας από τις συνθήκες που επικρατούν στο γύρω περιβάλλον. Οι τένοντες επιτρέπουν

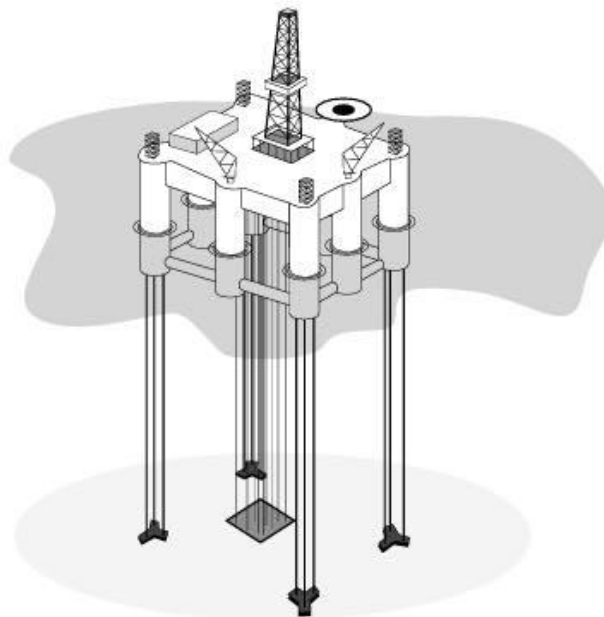
τις πλευρικές κινήσεις της πλατφόρμας, ως αποτέλεσμα του ανέμου, των κυμάτων, και των ρευμάτων.

Αυτή η κίνηση είναι παρόμοια με την κίνηση ενός ανεστραμμένου εκκρεμές εκτός από το γεγονός ότι η διακύμανση της μετατόπισης, τραβώντας το κύτος κάτω, δίνει μια δύναμη επαναφοράς στην πλευρική κίνηση. Ο τεταμένος τένοντας υπολογίζεται από υπάρχουσες προκαθορισμένες τιμές. Εάν το μεταβλητό φορτίο της πλατφόρμας υπερβαίνει τις εν λόγω τιμές με την προσθήκη ανυψωτών ή γεωτρητικά φορτία, ο τένοντας ρυθμίζεται επανερματίζοντας την πλατφόρμα. Κατά συνέπεια, το κύτος είναι χωρισμένο σε τμήματα κενών, μηχανημάτων και έρμων.

Το σύστημα πρόσδεσης μιας TLP επιτρέπει την οριζόντια κίνηση με διαταραχές λόγω κυματισμών, αλλά δεν επιτρέπει τις κινήσεις, γεγονός που τις καθιστά μια κατάλληλη επιλογή για κάλυψη αναγκών σε σταθερότητα.

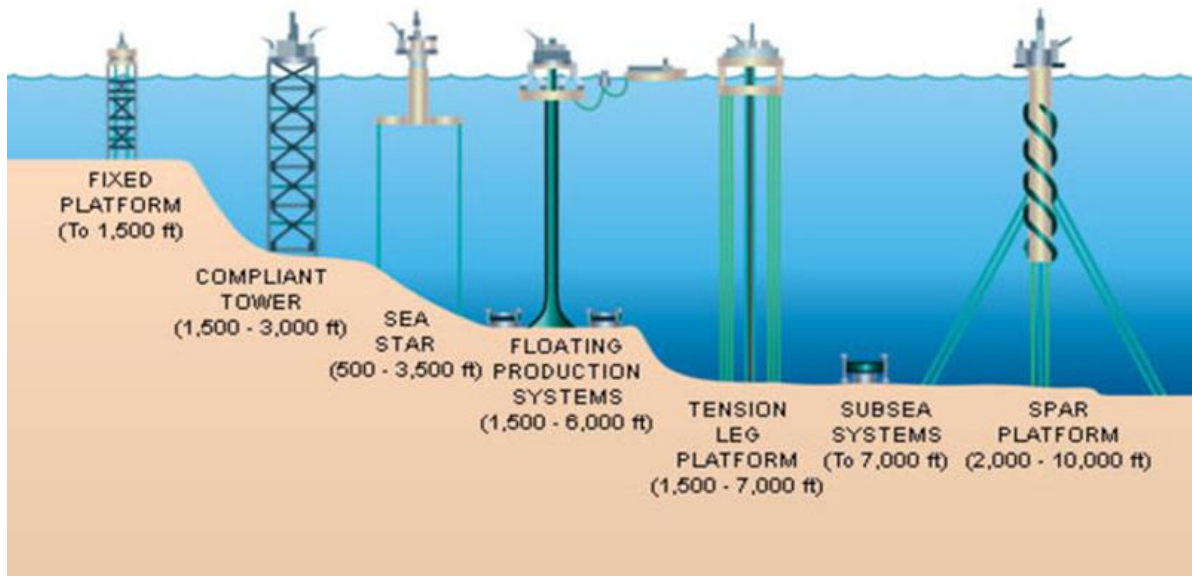
Το κατάστρωμα της πλατφόρμας βρίσκεται στην κορυφή του κύτους μιας TLP. Το ανώτερο μέρος του είναι ίδιο όπως σε μια τυπική πλατφόρμα παραγωγής, που αποτελείται από ένα κατάστρωμα που στεγάζει τον εξοπλισμό γεώτρησης και παραγωγής, καθώς και την μονάδα ισχύος και τα τμήματα διαβίωσης. Σε στεγνά δενδροειδή φρεάτια χρησιμοποιούνται κυρίως TLPs λόγω των ελάχιστων κάθετων κινήσεων των πλατφορμών. Τα περισσότερα φρεάτια που παράγονται από TLPs αναπτύσσονται μέσω άκαμπτων ανυψωτών, οι οποίοι άρουν το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο από το θαλάσσιο πυθμένα σε στεγνά δέντρα που βρίσκονται στο κατάστρωμα του TLP.

Μικρές TLPs μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν ως βοηθητικά μέσα, μέσω δορυφόρου ή ως αρχικές πλατφόρμες παραγωγής για μεγαλύτερες βαθέων υδάτων εξορύξεις, που θα ήταν αντικοινωνικές για την παραγωγή, χρησιμοποιώντας περισσότερα συμβατικά συστήματα παραγωγής.



**Σχήμα 24** Πλατφόρμα tension leg (Πηγή: [www.seasoft.org](http://www.seasoft.org)).

Στο Σχήμα 25 παρουσιάζονται όλα τα είδη πλατφορμών παραγωγής:



**Σχήμα 25** Πλωτές πλατφόρμες υπεράκτιας παραγωγής πετρελαίου (Πηγή: [www.foxoildrilling.com](http://www.foxoildrilling.com)).

Στη συνέχεια παρατίθεται ο συγκριτικός πίνακας όλων των ειδών εξεδρών γεώτρησης και παραγωγής πετρελαίου, συγκρίνοντας τα βασικά χαρακτηριστικά τους:

**Πίνακας 4-1** Συνολικός πίνακας σύγκρισης των βασικών χαρακτηριστικών των ευρέως χρησιμοποιούμενων πλατφορμών.

No.	Ιδιότητες	Σταθερή Πλατφόρμα	Πλατφόρμα Jack up	Πλοίο Γεώτρησης	Ημι-υποβρύχια Πλατφόρμα	Πλατφόρμα Tension Leg	Πλωτό σύστημα παραγωγής	Υποθαλάσσιο σύστημα παραγωγής
1	Κατάλληλο βάθος (m)	<300	<150	30-6000	30-2000	150-600	80-600	30-600
2	Μέγιστο βάθος (m)	416	183	2386	-	-	250	250
3	Μέγιστος αριθμός φρεατίων	96	30-40	-	15	30	15	-
4	Υλικά	Χάλυβας Σκυρόδεμα Ξύλο	Χάλυβας	Χάλυβας	Χάλυβας	Χάλυβας	Χάλυβας Σκυρόδεμα	Χάλυβας Σκυρόδεμα

No.	Ιδιότητες	Σταθερή Πλατφόρμα	Πλατφόρμα Jack up	Πλοίο Γεώτρησης	Ημι-υποβρύχια Πλατφόρμα	Πλατφόρμα Tension Leg	Πλωτό σύστημα παραγωγής	Υποθαλάσσιο σύστημα παραγωγής
5	<b>Κύρια λειτουργία</b>	Μόνιμη κατασκευή Γεώτρηση Παραγωγή Αποθήκευση πετρελαίου	Γεώτρηση Παραγωγή Μετατροπή από γεωτρητική σε πλατφόρμα παραγωγής Υπεράκτια κατασκευή	Γεώτρηση εξερευνητικών φρεατίων Πλωτό σύστημα παραγωγής	Γεώτρηση Δυνατότητα αποθήκευσης πετρελαίου σε ακραίες καιρικές συνθήκες Μεγάλες εκτάσεις εργασίας Πλωτό σύστημα παραγωγής	Γεώτρηση φρεατίων και παραγωγή πετρελαίου σε σκληρές καιρικές συνθήκες	Γεώτρηση φρεατίων Παραγωγή πετρελαίου Επεξεργασία πετρελαίου Μεταφορά πετρελαίου	Υποστήριξη υποθαλάσσιων φρεατίων Σύνδεση με σωληνώσεις παραγωγής



No.	Ιδιότητες	Σταθερή Πλατφόρμα	Πλατφόρμα Jack up	Πλοίο Γεώτρησης	Ημι-υποβρύχια Πλατφόρμα	Πλατφόρμα Tension Leg	Πλωτό σύστημα παραγωγής	Υποθαλάσσιο σύστημα παραγωγής
6	<b>Πλεονεκτήματα</b>	Ώριμη Τεχνολογία Παροχή σταθερότητας Υγιές εργασιακό περιβάλλον	Ώριμη τεχνολογία, η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη Μεγάλη δυνατότητα μετακίνησης Χαμηλά κόστη	Μηδενικοί περιορισμοί βάθους Καλή δυνατότητα αυτό-μετακίνησης	Σταθερότητα Μεγάλη έκταση καταστρώματος Καλή δυνατότητα αυτό-μετακίνησης Δυνατότητα μετατροπής σε πλωτό σύστημα παραγωγής	<b>Μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις</b> Σταθερό περιβάλλον εργασίας Επιπλέον υποστηρικτική πλατφόρμα	Μικρή χρονική διάρκεια κατασκευής Εύκολη μετατροπή από γεωτρητική κατασκευή σε παραγωγής πετρελαίου Ευέλικτη κατασκευή, ευπροσάρμοστη σε αλλαγές και επαναχρησιμοποίησιμη <b>Μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις Ιδανική για σεισμογενείς περιοχές</b>	Μείωση κόστους Αύξηση παραγωγής Ιδανικό για βαθέα ύδατα, υποστήριξη πλωτών συστημάτων παραγωγής

No.	Ιδιότητες	Σταθερή Πλατφόρμα	Πλατφόρμα Jack up	Πλοίο Γεώτρησης	Ημι-υποβρύχια Πλατφόρμα	Πλατφόρμα Tension Leg	Πλωτό σύστημα παραγωγής	Υποθαλάσσιο σύστημα παραγωγής
7	<b>Μειονεκτήματα</b>	Αύξηση κόστους με ταυτόχρονη αύξηση βάθους Τεράστια υπεράκτια κατασκευή, αδύνατο να μετακινηθεί Μεγάλο χρονικό διάστημα κατασκευής Δεν υπάρχει δυνατότητα αλλαγών στην κατασκευή της πλατφόρμας με βάση της ανάγκες περιβάλλοντος	Δυνατότητα χρήσης σε βάθη μικρότερα των 200 μέτρων Μικρή περιοχή χρήσης επάνω στην πλατφόρμα	Μεγάλα κόστη Τεράστιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις Μικρό κύτος	Μεγάλα κόστη Ευαισθησία στα μεγάλα φορτία Περιορισμοί βάθους	Ευαισθησία στα μεγάλα φορτία Μη εξελιγμένη τεχνολογία	Τεχνολογία ωριμάζει σταδιακά Η παραγωγή πετρελαίου επηρεάζεται από τις κλιματικές αλλαγές <b>Περιορισμός στα φρεάτια (&lt;10)</b>	Τεχνολογία ωριμάζει σταδιακά Ακατάλληλο για ανάπτυξη φρεατίων αργού πετρελαίου αυξημένης απορροής

### 4.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, το μοναδικό υπεράκτιο κοίτασμα που αξιοποιείται στην Ελλάδα είναι αυτό του Πρίνου. Το κοίτασμα του Πρίνου βρίσκεται στον Κόλπο της Καβάλας, περίπου 8 χιλιόμετρα δυτικά - βορειοδυτικά του Πρίνου της Θάσου, στο νότιο άκρο της κόλπου της Καβάλας και περίπου 18 χλμ. νότια της πόλης της Καβάλας. Το Σύμπλεγμα του Πρίνου αποτελείται από τέσσερις εξέδρες. Οι Άλφα και Βήτα είναι εξέδρες παραγωγής ή γεωτρήσεων και η κάθε μία περιέχει δώδεκα (12) υποδοχές γεώτρησης, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα πηγάδια παραγωγής πετρελαίου ή εισπίεσης νερού.



**Σχήμα 26** Εξέδρα Άλφα τύπου Jack-up(Πηγή: ΜΠΕ Πρίνος, Καβάλα Μάρτιος 2016)



**Σχήμα 27** Εξέδρα Βήτα τύπου Jack-up(Πηγή: ΜΠΕ Πρίνος, Καβάλα, Μάρτιος 2016)

Η εξέδρα Δέλτα περιλαμβάνει όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό επεξεργασίας και την αίθουσα ελέγχου. Μια μικρή κατασκευή τύπου δικτυώματος, η οποία συνδέεται με την εξέδρα Δέλτα, περιέχει έναν απομακρυσμένο πυρσό. Το κοίτασμα του Βόρειου Πρίνου αξιοποιείται μέσω μιας γεώτρησης εκτεταμένης οριζόντιας μετατόπισης με διάτρηση από την εξέδρα Άλφα.



**Σχήμα 28** Εξέδρα Δέλτα (Πηγή: ΜΠΕ Πρίνος, Καβάλα, Μάρτιος 2016)

Η εγκατάσταση υποστηρίζεται από τη ρυμουλκούμενη φορηγίδα «Λιμίν Πρίνου», μήκους 54 μέτρων, πλάτους 15,54 μέτρων και βάθους 3 μέτρων. Είναι εξοπλισμένη με δεκαπέντε διαμερίσματα (δεξαμενές) με χωρητικότητα 150 m<sup>3</sup> έκαστο. Τέσσερις από αυτές τις δεξαμενές παραμένουν πάντα άδειες, έξι περιέχουν νερό και οι υπόλοιπες πέντε εξυπηρετούν τις εξέδρες Άλφα και Βήτα, όταν διενεργούνται δραστηριότητες συντήρησης ή καθαρισμού στα πηγάδια, και την εξέδρα Δέλτα, όταν λαμβάνουν χώρα δραστηριότητες καθαρισμού των δοχείων.



**Σχήμα 29** Φορηγίδα «Λιμίν Πρίνου» (Πηγή: ΜΠΕ Πρίνος, Καβάλα, Μάρτιος 2016)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΔΙΕΘΝΕΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο, αναλύεται το θεσμικό πλαίσιο το οποίο ακολουθείται κατά τη λειτουργία εξορυκτικών εγκαταστάσεων, τόσο σε εθνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης που ακολουθείται στη χώρα μας, πρέπει να διεξαχθεί πολύ πριν από την έναρξη των εργασιών και μόνο μετά την έγκριση αυτής ξεκινούν οι διαδικασίες. Κύριο μέλημα οφείλει να είναι ο σεβασμός και η προστασία του περιβάλλοντος από τη ρύπανση, και για αυτό τέτοιου είδους δραστηριότητες περιβάλλονται από πολύ αυστηρό θεσμικό πλαίσιο το οποίο πρέπει να ακολουθείται πιστά.

### 5.2 ΝΟΜΟΣ 4014/2011

Για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, εφαρμόζονται οι διατάξεις του **ν. 4014/11 «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος»** (ΦΕΚ 209/Α/2011). Σύμφωνα με το νόμο αυτό, τα έργα και οι δραστηριότητες κατηγοριοποιούνται αναλόγως του μεγέθους και του είδους των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που πρόκειται να έχουν κατά τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Επιπλέον, καθορίζονται όροι σχετικά με το μέγεθος των επιτρεπόμενων ρύπων, αναγκαία προληπτικά μέτρα για την αποφυγή μη αναστρέψιμων περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε περιπτώσεις έκτακτων αναγκών

#### 5.2.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Βάσει του άρθρου 1 του Ν.4014/2011 περί περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων, αρχικό στάδιο για την επίτευξη αυτής, αποτελεί η **κατάταξη του έργου** σε κατηγορία που αντιστοιχεί στις **περιβαλλοντικές επιπτώσεις** που πρόκειται να προκαλέσει. Τα έργα και οι

δραστηριότητες του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, των οποίων η κατασκευή ή η λειτουργία δύναται να έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον, κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες (Α και Β) ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Η πρώτη κατηγορία (Α) περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και για τα οποία απαιτείται η διεξαγωγή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) προκειμένου να επιβάλλονται ειδικοί όροι και περιορισμοί για την προστασία του περιβάλλοντος σχετικά με το συγκεκριμένο έργο ή δραστηριότητα. Τα έργα και οι δραστηριότητες της κατηγορίας Α κατατάσσονται: α) σε αυτά που ενδέχεται να προκαλέσουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και αποτελούν την υποκατηγορία Α1 και β) σε αυτά που ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και αποτελούν την υποκατηγορία Α2.

Η δεύτερη κατηγορία (Β) περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες τα οποία χαρακτηρίζονται από τοπικές και μη σημαντικές μόνο επιπτώσεις στο περιβάλλον και υπόκεινται σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς που τίθενται για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η Υπουργική Απόφαση 1958/2012 (ΦΕΚ 21/Β/12) με θέμα «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το Άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/2011 (Φ.Ε.Κ. Α΄ 209/2011)», στοχεύει στην εφαρμογή της παραγράφου 4, δηλαδή στην επίτευξη διαχωρισμού των έργων σε κατηγορίες βάσει των δυνητικών περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων καθώς και στον διαχωρισμό ομοειδών έργων-δραστηριοτήτων. Σύμφωνα με το άρθρο 2 της Υπουργικής Απόφασης(ΥΑ), διαιρούνται σε δώδεκα (12) ομάδες κοινές για τις κατηγορίες (Α) και (Β) του άρθρου 1 παράγραφος 1 του ν.4014/2011.

Οι ομάδες αυτές είναι οι ακόλουθες:

ομάδα 1<sup>η</sup>: Έργα χερσαίων και εναέριων μεταφορών

ομάδα 2<sup>η</sup>: Υδραυλικά έργα

ομάδα 3<sup>η</sup>: Λιμενικά έργα

ομάδα 4<sup>η</sup>: Συστήματα περιβαλλοντικών υποδομών

**ομάδα 5<sup>η</sup>: Εξορυκτικές δραστηριότητες**

ομάδα 6<sup>η</sup>: Τουριστικές εγκαταστάσεις και έργα αστικής ανάπτυξης, κτιριακού τομέα, αθλητισμού και αναψυχής

ομάδα 7<sup>η</sup>: Πτηνοκτηνοτροφικές εγκαταστάσεις

ομάδα 8<sup>η</sup>: Υδατοκαλλιέργειες

ομάδα 9<sup>η</sup>: Βιομηχανικές και συναφείς εγκαταστάσεις

ομάδα 10<sup>η</sup>: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

ομάδα 11<sup>η</sup>: Μεταφορά ενέργειας, καυσίμων και χημικών ουσιών

ομάδα 12<sup>η</sup>: Ειδικά έργα και δραστηριότητες

Βάσει του άρθρου 4 της ΥΑ 1958/2012, οι εξορυκτικές δραστηριότητες περιλαμβάνονται στο παράρτημα V και διακρίνονται σε 11 ομάδες, ανάλογα με το είδος της διαδικασίας εφαρμογής, καθώς και με το ορυκτό που πρόκειται να εξορυχθεί:



Πίνακας 5-1 Παράρτημα V ΥΑ 1958/2012 (Πηγή : www.ypeka.gr)

α/α	Είδος έργου	Υποκατηγορία Α1	Υποκατηγορία Α2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
1	Εξόρυξη στερεών ενεργειακών ορυκτών και ερευνητικές γεωτρήσεις για ανεύρεση υδρογονανθράκων	Το σύνολο			
2	Εξόρυξη μεταλλευμάτων και ερευνητικές γεωτρήσεις για ανεύρεση μεταλλευμάτων	Το σύνολο			
3	Εξόρυξη βιομηχανικών ορυκτών, μαρμάρων και σχιστολιθικών πλακών	Επιφανειακή: Εκτός περιοχών Natura E≥250 στρέμματα. Εκτός περιοχών Natura E≥ 50 στρέμματα	Επιφανειακή: Εκτός περιοχών Natura E<250 στρέμματα. Εκτός περιοχών Natura E< 50 στρέμματα. Υπόγεια Νερά: Το σύνολο		Ε: έκταση χώρου επέμβασης
4	Εξόρυξη αδρανών υλικών	Εντός λατομικών περιοχών για τις οποίες δεν έχει διεξαχθεί ΣΠΕ και εκτός λατομικών περιοχών: - εκτός περιοχών Natura. E ≥ 250 στρέμματα - εντός περιοχών Natura. E ≥ 50 στρέμματα	α) Το σύνολο εντός λατομικών περιοχών για τις οποίες έχει διεξαχθεί ΣΠΕ. β) Εντός λατομικών περιοχών για τις οποίες δεν έχει διεξαχθεί ΣΠΕ καθώς και εκτός λατομικών περιοχών: - εκτός περιοχών Natura E < 250 στρέμματα - εντός περιοχών Natura E < 50 στρέμματα		ΣΠΕ: Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση. Νοείται είτε η έγκριση στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων είτε η διαδικασία περιβαλλοντικού προελέγχου.

α/α	Είδος έργου	Υποκατηγορία A1	Υποκατηγορία A2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
5	Δανειοθάλαμοι αδρανών και γαιωδών ή άλλων εδαφικών υλικών αποκλειστικά για τις ανάγκες έργων υποδομής		Το σύνολο		Για τους δανειοθαλάμους που εξυπηρετούν έργα υποκατηγορίας A1 ισχύουν οι προβλέψεις του άρθρου 7, παρ.3, του Ν.4014/2011
6	Αμμοληψίες που δεν εμπίπτουν στην κατηγορία των λατομείων αδρανών υλικών		Το σύνολο		
7	<b>Άντληση υδρογονανθράκων και ερευνητικές γεωτρήσεις για ανεύρεση υδρογονανθράκων</b>	<b>Το σύνολο</b>			
8	Γεωτρήσεις για εκμετάλλευση γεωθερμικών πεδίων και ερευνητικές γεωτρήσεις για ανεύρεση γεωθερμικών πεδίων	Υψηλής θερμοκρασίας	Χαμηλής θερμοκρασίας		

α/α	Είδος έργου	Υποκατηγορία Α1	Υποκατηγορία Α2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
9	Ερευνητικές γεωτρήσεις για ανεύρεση ορυκτών πόρων(πλην των αναφερθέντων στο α/α 1,2,7 και 8)		Το σύνολο		
10	Άλλες ερευνητικές εργασίες(εκτός των γεωτρήσεων) που συνιστούν επέμβαση στο έδαφος των θαλασσών ή των λιμνών			Το σύνολο	
11	Εγκαταστάσεις διαχείρισης εξορυκτικών αποβλήτων	Το σύνολο εφόσον ο φορέας διαχείρισης της εγκατάστασης είναι «απλός» φορέας διαχείρισης(**). Το σύνολο εφόσον ο φορέας διαχείρισης της εγκατάστασης είναι «μικτός» φορέας διαχείρισης(**) και η εγκατάσταση ταξινομείται στην κατηγορία Α(**)	Εγκαταστάσεις που δεν ταξινομούνται στην κατηγορία Α(**) και εφόσον ο φορέας διαχείρισής τους είναι «μικτός» φορέας(**)		(**) Κατά την ΚΥΑ 39624/2209/Ε103/2009  (Β' 2076)

Οι υπεράκτιες εξέδρες εξόρυξης και παραγωγής πετρελαίου ανήκουν στην 5<sup>η</sup> ομάδα(Εξορυκτικές δραστηριότητες) βάσει της κατηγοριοποίησης του άρθρου 2 της ΥΑ 2958/2012. Βάσει του παραρτήματος V, ανήκουν στην υποκατηγορία **περιβαλλοντικών επιπτώσεων Α1** (α/α 7).

## 5.2.2 ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΕΞΕΔΡΕΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ-ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α1

### (Ν. 4014/2011 ΦΕΚ 209/Α 21.09.2011)

1. Αρμόδια περιβαλλοντική αρχή για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων και δραστηριοτήτων της υποκατηγορίας Α1 του άρθρου 1 είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Η **έγκριση των περιβαλλοντικών όρων** γίνεται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

2. Για την έκδοση της ΑΕΠΟ ακολουθείται η εξής διαδικασία:

α. Εάν επιλέγεται από τον υπόχρεο φορέα του έργου ή της δραστηριότητας η διαδικασία της γνωμοδότησης με την υποβολή, σε πρώτο στάδιο, φακέλου ΠΠΠΑ, τότε απαιτούνται:

αα) Υποβολή φακέλου ΠΠΠΑ με συνοδευτικά έγγραφα ή και σχέδια τεκμηρίωσης.

ββ) Έλεγχος της τυπικής πληρότητας φακέλου ΠΠΠΑ εντός δέκα εργάσιμων ημερών. Στο στάδιο αυτό είναι δυνατή η υποβολή του φακέλου του ΠΠΠΑ σε ένα μόνο αντίγραφο και εφόσον αυτός κριθεί ότι πληροί τις τυπικές απαιτήσεις ακολουθεί η υποβολή από τον υπόχρεο φορέα του έργου ή της δραστηριότητας των υπόλοιπων προβλεπόμενων αντιγράφων του φακέλου.

γγ) Αποστολή του φακέλου του ΠΠΠΑ προς τις υπηρεσίες και φορείς της Διοίκησης για γνωμοδότηση εντός δύο εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση του ελέγχου πληρότητας.

δδ) Συλλογή γνωμοδοτήσεων από τις αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς της Διοίκησης σε χρονικό διάστημα τριάντα εργάσιμων ημερών από την αποστολή και δημοσιοποίηση του φακέλου του ΠΠΠΑ.

εε) Αξιολόγηση και στάθμιση γνωμοδοτήσεων και απόψεων, καθώς και τυχόν απόψεων του φορέα του έργου ή της δραστηριότητας επ' αυτών εντός είκοσι εργάσιμων ημερών.

στστ) Σύνταξη της θετικής γνωμοδότησης ΠΠΠΑ (ή αρνητικής) απόφασης εντός είκοσι εργάσιμων ημερών

ανεξαρτήτως του αν έχουν εκφράσει γνώμη οι συναρμόδιοι φορείς της άνω δδ' υποπερίπτωσης.

ζζ) Υπογραφή θετικής γνωμοδότησης ΠΠΠΑ ή αρνητικής απόφασης από Γενικό Διευθυντή Περιβάλλοντος.

ηη) Σε περίπτωση θετικής γνωμοδότησης ακολουθεί η διαδικασία της παραγράφου 2.ββ. Εάν δεν επιλέγεται από τον υπόχρεο φορέα του έργου ή της δραστηριότητας η διαδικασία της γνωμοδότησης με την υποβολή φακέλου ΠΠΠΑ τότε απαιτούνται:

αα) Υποβολή φακέλου ΜΠΕ και φακέλου με συνοδευτικά έγγραφα και σχέδια τεκμηρίωσης, από τον φορέα του έργου ή της δραστηριότητας.

ββ) Έλεγχος τυπικής πληρότητας του φακέλου ΜΠΕ εντός δεκαπέντε εργάσιμων ημερών από την ημέρα υποβολής του. Στο στάδιο αυτό είναι δυνατή η υποβολή του φακέλου της ΜΠΕ σε ένα μόνο αντίγραφο και εφόσον αυτός κριθεί ότι πληροί τις τυπικές απαιτήσεις ακολουθεί η υποβολή από τον υπόχρεο φορέα του έργου ή της δραστηριότητας των υπόλοιπων προβλεπόμενων αντιγράφων του φακέλου. Στην περίπτωση διαπίστωσης μη πληρότητας αυτού, η αρμόδια περιβαλλοντική αρχή δεν αποδέχεται το φάκελο και τον επιστρέφει με έγγραφη αιτιολόγηση, καταγράφοντας τα απαιτούμενα προς συμπλήρωση πεδία και στοιχεία.

γγ) Αποστολή του φακέλου της ΜΠΕ προς τις υπηρεσίες και φορείς της Διοίκησης, καθώς και δημοσιοποίηση της ΜΠΕ για την έναρξη της διαδικασίας διαβούλευσης εντός δύο εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση του ελέγχου πληρότητας

δδ) Συλλογή γνωμοδοτήσεων από τις αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς της Διοίκησης και απόψεων του κοινού και άλλων φορέων (διαδικασία διαβούλευσης) σε χρονικό διάστημα σαράντα πέντε εργάσιμων ημερών από την αποστολή και δημοσιοποίηση της ΜΠΕ.

εε) Αξιολόγηση και στάθμιση γνωμοδοτήσεων και απόψεων, καθώς και τυχόν απόψεων του φορέα του έργου ή της δραστηριότητας επ' αυτών, από την αρμόδια υπηρεσία εντός είκοσι εργάσιμων ημερών από την παρέλευση της προθεσμίας του προηγούμενου σταδίου (δδ).

στστ) Σύνταξη ΑΕΠΟ ή απόφασης απόρριψης από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή εντός είκοσι πέντε εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση του σταδίου (εε) βάσει της αξιολόγησης των υφιστάμενων γνωμοδοτήσεων και απόψεων και ανεξαρτήτως του αν έχουν γνωμοδοτήσει όλοι οι συναρμόδιοι φορείς.

ζζ) Έκδοση ΑΕΠΟ ή απόφασης απόρριψης, αν η αρμόδια αρχή κρίνει αιτιολογημένα ότι οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις του προτεινόμενου έργου ή της δραστηριότητας είναι εξαιρετικά σημαντικές ακόμη και μετά την πρόβλεψη ειδικών όρων και περιορισμών, καθώς και μετά την αντιστάθμισή τους.

3. Για το σύνολο των έργων και δραστηριοτήτων ζητείται γνώμη της Διεύθυνσης Χωροταξίας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

4. Με απόφαση του Γενικού Γραμματέα του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, κατόπιν τεκμηριωμένης εισήγησης της υπηρεσίας, οι ανωτέρω χρόνοι παρατείνονται το πολύ μέχρι το διπλάσιο των αρχικά προβλεπόμενων προθεσμιών για ιδιαίτερος σύνθετα έργα.

5. Ο Υπουργός Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ή ο Γενικός Γραμματέας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής μπορούν να ζητήσουν τη γνωμοδότηση του Κεντρικού Συμβουλίου Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης, όπως αυτό ορίζεται στο άρθρο 13, εντός δεκαπέντε ημερολογιακών ημερών, εφόσον είτε: α) δεν έχουν διαβιβασθεί γνωμοδοτήσεις από υπηρεσίες των οποίων το περιεχόμενο εκτιμάται ως ουσιώδες για τον πληρέστερο καθορισμό των περιβαλλοντικών όρων ως προς την κατασκευή και λειτουργία του συγκεκριμένου έργου ή δραστηριότητας αυτού είτε β) από τις διαβιβασθείσες γνωμοδοτήσεις προκύπτουν αντιφατικά δεδομένα που χρήζουν ιδιαίτερης τεκμηρίωσης.

### 5.2.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΕΓΚΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΌΡΩΝ(ΑΕΠΟ) ΓΙΑ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Α1

Βάσει του άρθρου 1 της Υπουργικής Απόφασης 1958/13-1-2012, καθορίζονται οι προδιαγραφές για το περιεχόμενο των Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών όρων για έργα και δραστηριότητες κατηγορίας Α.

Σκοπός της απόφασης είναι η προστασία του περιβάλλοντος από τις πολύ σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των έργων κατηγορίας Α1, προσδιορίζοντας τις αναγκαίες προδιαγραφές, οι περιορισμοί που πρέπει να πληροί και να τηρεί το έργο κατά τη φάση κατασκευής του όσο και λειτουργίας του.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 της εν λόγω απόφασης το περιεχόμενο της ΑΕΠΟ είναι το εξής :

Με την ΑΕΠΟ επιβάλλονται προϋποθέσεις, όροι, περιορισμοί και διαφοροποιήσεις για την πραγματοποίηση του έργου ή της δραστηριότητας, ιδίως ως προς τη θέση, το μέγεθος, το είδος, την εφαρμοζόμενη τεχνολογία και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά. Επίσης επιβάλλονται τυχόν αναγκαία επανορθωτικά ή προληπτικά μέτρα και δράσεις παρακολούθησης των περιβαλλοντικών μέσων και παραμέτρων ή και αντισταθμιστικά μέτρα. Οι όροι αφορούν κατά σειρά προτεραιότητας στην αποφυγή ή ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων ή στην επανόρθωση ή αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Σε περιπτώσεις όπου, παρά την εφαρμογή όλων των ανωτέρω όρων, διαπιστώνονται επιπτώσεις στο περιβάλλον και εφόσον αυτές αξιολογηθούν ως σημαντικές, δύναται να επιβάλλονται μέτρα συμπληρωματικά αντισταθμιστικά μέτρα ή και τέλη κατά την έννοια της παραγράφου 1 του άρθρου 17 του Ν. 4014/2011 (Α' 209).

Οι όροι, τα μέτρα, και οι περιορισμοί που τίθενται αποσκοπούν:

α) Στην αποφυγή ή ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στην ατμόσφαιρα, στα νερά, στο έδαφος, στη χλωρίδα, στην πανίδα, στα τυχόν ευαίσθητα στοιχεία του περιβάλλοντος της περιοχής του έργου, κ.λπ.

β) Στην μείωση των εκπομπών θορύβου, δονήσεων, και ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Αναλυτικότερα, τίθενται όροι μέτρα και περιορισμοί (κατά περίπτωση και με βάση τα χαρακτηριστικά του έργου ή της δραστηριότητας και τα χαρακτηριστικά της περιοχής υλοποίησής του) για:

i) Τη χρήση των φυσικών πόρων. Τίθενται όροι, μέτρα και περιορισμοί για την εξοικονόμηση/ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων (νερό, ενέργεια, καύσιμα).

ii) Τη διαχείριση των λυμάτων και αποβλήτων. Αναφέρεται συνοπτική περιγραφή του τρόπου διαχείρισης του κάθε ρεύματος αποβλήτου και τίθενται όροι μέτρα και περιορισμοί που διασφαλίζουν την ορθή και νόμιμη διαχείριση των αποβλήτων που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του Ν. 4042/2012 (Α 24).

Σύμφωνα με το παράρτημα Α, οι ΑΕΠΟ έργων ή δραστηριοτήτων της Α΄ κατηγορίας της Υ.Α. 1958/12, όπως τροποποιήθηκε και ισχύει, περιέχουν τα ακόλουθα:

### **1) Θέμα Απόφασης**

1.1) Συνοπτικά το είδος της απόφασης

1.2) Συνοπτικά η ονομασία του έργου ή της δραστηριότητας

1.3) Η επωνυμία του φορέα του έργου ή της δραστηριότητας και

1.4) Ο γεωγραφικός προσδιορισμός της θέσης του έργου ή της δραστηριότητας με αναφορά της διοικητικής υπαγωγής της περιοχής του έργου ή της δραστηριότητας.

**2) Τη νομοθεσία που σχετίζεται με τη διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης ενός έργου ή μιας δραστηριότητας και τις κανονιστικές πράξεις της**

### **3) Περιγραφή έργου ή δραστηριότητας**

3.1) Ομάδα, υποκατηγορία και είδος στην οποία κατατάσσεται το έργο ή η δραστηριότητα, σύμφωνα με

την Υ.Α. 1958/2012 (Β 21)

3.2) Αναφορά του κύριου ή των κυριότερων τοπογραφικών διαγραμμάτων ή χαρτών (που περιέχονται στον αξιολογηθέντα φάκελο), στον/ ους οποίο /ους αποτυπώνεται το έργο.

**4) Θεσμοθετημένα βασικά χαρακτηριστικά της περιοχής του έργου ή της δραστηριότητας καθώς και των ευαίσθητων στοιχείων του περιβάλλοντός της**



**5) Οριακές τιμές εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα, στα ύδατα, στο έδαφος, στάθμης θορύβου και δονήσεων και ποιότητα περιβάλλοντος**

Αναφορά κατά περίπτωση στο κανονιστικό πλαίσιο, βάσει του οποίου έχουν τεθεί οριακές τιμές εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα, στα ύδατα, στο έδαφος, καθώς και οριακές τιμές στάθμης θορύβου και δονήσεων ή/και ποιότητας περιβάλλοντος.

**6) Όροι, μέτρα και περιορισμοί που πρέπει να λαμβάνονται για την ελαχιστοποίηση και την αντιμετώπιση των δυνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.**

**7) Χρονικό διάστημα ισχύος της ΑΕΠΟ-Προυποθέσεις για την ανανέωση/τροποποίησή της**

**8) Λοιπές διατάξεις**

8.1) Η ΑΕΠΟ δεν καλύπτει θέματα ασφάλειας έναντι ατυχημάτων μεγάλης έκτασης ή ασφάλειας και υγιεινής του προσωπικού, ούτε απαλλάσσει τον υπόχρεο φορέα από την υποχρέωση εφοδιασμού του με άλλες άδειες, που τυχόν προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία, εκδίδεται χωρίς να εξεταστούν οι τίτλοι ιδιοκτησίας του χώρου υλοποίησης του έργου ή της δραστηριότητας.

**9) Έλεγχος τήρησης των περιβαλλοντικών όρων της ΑΕΠΟ.**

9.1) Η ΑΕΠΟ η σχετική θεωρημένη Μ.Π.Ε. (συμπεριλαμβάνονται και οι κατά περίπτωση αναγκαίες μελέτες π.χ. Σχέδιο Διαχείρισης Εξορυκτικών Αποβλήτων, Ειδική Οικολογική Αξιολόγηση) ή/και ο φάκελος που τη συνοδεύει, πρέπει να είναι διαθέσιμες στο χώρο του εξεταζόμενου έργου ή της δραστηριότητας και να επιδεικνύονται από τον υπόχρεο φορέα σε κάθε αρμόδιο, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, ελεγκτικό όργανο.

**10) Δημοσιοποίηση της ΑΕΠΟ.**

Ωστόσο, οι υπεράκτιες εξέδρες εξόρυξης και παραγωγής πετρελαίου υπόκεινται και σε κάποιες επιπλέον διαδικασίας βάσει της ανωτέρω υπουργικής αποφάσεως, καθώς ανήκουν στις δραστηριότητες του παραρτήματος Β.

α.) Οριακές τιμές εκπομπών για τις ρυπαντικές ουσίες που απαριθμούνται στο Παράρτημα Β. ΙΙΙ της παρούσας ΥΑ (προσαρτάται στην παρούσα), και για άλλες ρυπαντικές ουσίες που

είναι πιθανόν να εκπέμπονται από την εξεταζόμενη εγκατάσταση σε σημαντικές ποσότητες ανάλογα με τη φύση τους και τη δυνατότητα μεταφοράς της ρύπανσης από το ένα επιμέρους στοιχείο του περιβάλλοντος στο άλλο.

β) Κατάλληλες απαιτήσεις για να εξασφαλιστεί η προστασία του εδάφους και των υπογείων υδάτων και μέτρα για την παρακολούθηση και τη διαχείριση των αποβλήτων της εγκατάστασης.

γ) Κατάλληλες απαιτήσεις παρακολούθησης των εκπομπών, στις οποίες καθορίζεται η μεθοδολογία, η συχνότητα και η διαδικασία αξιολόγησης με βάση τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές.

δ) Υποχρέωση υποβολής στην αρμόδια περιβαλλοντική αρχή τακτικώς και τουλάχιστον ετησίως πληροφοριών βάσει αποτελεσμάτων της παρακολούθησης των εκπομπών κατά τα προβλεπόμενα στο στοιχείο (3), και άλλων απαιτούμενων στοιχείων που επιτρέπουν στην αρμόδια αρχή τον έλεγχο της τήρησης των όρων αδειοδότησης και τη σύγκριση με τα επίπεδα εκπομπών που συνδέονται με τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές.

ε) Ενδεδειγμένες απαιτήσεις για τη διατήρηση και τον έλεγχο σε τακτά διαστήματα της εφαρμογής των μέτρων που λαμβάνονται για την πρόληψη των εκπομπών στο έδαφος και στα υπόγεια ύδατα, σύμφωνα με το στοιχείο (2) και ενδεδειγμένες απαιτήσεις περί περιοδικής παρακολούθησης του εδάφους και των υπόγειων υδάτων όσον αφορά σχετικές επικίνδυνες ουσίες που είναι πιθανόν να είναι παρούσες στον χώρο της εγκατάστασης και λαμβανομένης υπόψη της πιθανότητας ρύπανσης του εδάφους και των υπόγειων υδάτων στον χώρο της εγκατάστασης.

στ) Μέτρα σχετικά με τις μη κανονικές συνθήκες λειτουργίας, όπως την έναρξη και παύση λειτουργίας, τις διαρροές, την ελαττωματική λειτουργία, τις προσωρινές διακοπές και την οριστική παύση της λειτουργίας.

ζ) Διατάξεις για την ελαχιστοποίηση της διασυννοριακής ρύπανσης ή της ρύπανσης σε μεγάλη απόσταση.

η) Όρους για την αξιολόγηση της συμμόρφωσης με τις οριακές τιμές εκπομπών ή παραπομπή στις ισχύουσες απαιτήσεις που καθορίζονται αλλού.

### 5.3 ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η Ελλάδα έχει κυρώσει διεθνείς συμβάσεις και πρωτόκολλα που σχετίζονται με το περιβάλλον και τις δραστηριότητες υδρογονανθράκων, επίσης υπόκειται στις Ευρωπαϊκές Οδηγίες και τη σχετική εθνική νομοθεσία. Στη συνέχεια, θα παρουσιασθούν τα κυριότερα σημεία των συμβάσεων, πρωτοκόλλων, οδηγιών και νόμων –αποφάσεων, που αναφέρονται στο πίνακα.

**Πίνακας 5-2** Κατάλογος συμβάσεων, πρωτοκόλλων, οδηγιών και νόμων.

<b>Διεθνείς συμβάσεις Κοινοτικές Οδηγίες και Εθνική Νομοθεσία για την πρόληψη και αντιμετώπιση της θαλάσσιας ρύπανσης</b>
<b>Σύμβαση MARPOL 73/78</b>
Σύμβαση OPRC 1990
<b>Σύμβαση του ΟΗΕ για το Δίκαιο της Θάλασσας (UNCLOS),</b>
<b>Σύμβαση της Βαρκελώνης</b>
Σύμβαση Στοκχόλμης
Σύμβαση των Βρυξελλών
<b>Οδηγία 2008/105/ΕΚ σχετικά με πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος στον τομέα της πολιτικής των υδάτων</b>
ΚΥΑ 51354/641/Ε103/2010
<b>Οδηγία 2004/35/ΕΚ περιβαλλοντική ευθύνη-εφαρμογή της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει»</b>
Πρωτόκολλο του Κιότο 1998 - παγκόσμιο θεσμικό πλαίσιο για αντιμετώπιση αλλαγής κλίματος
Οδηγία 96/61, IPPC, EMAS, ISO
Αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης: Ν. 2252/1994, Ν. 3100/2003, Ν. 3497/2006

<b>Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων - διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων</b>
Νόμος Πλαίσιο για το Περιβάλλον (Ν. 1650/86)
<b>Ν. 4014/11 «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος»</b>
Οδηγία 2001/42 σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων
<b>ΚΥΑ 107017/2006 «Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ»</b>
ΚΥΑ 37111/2021/2003 Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά την διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων, σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650/1986 όπως αντικαταστάθηκε με της παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν. 3010/2002

### 5.3.1 ΔΙΚΑΙΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΖΩΝΗ (ΑΟΖ)

Η ανάπτυξη των υπεράκτιων δραστηριοτήτων πετρελαίου, φυσικού αερίου και άλλων ορυκτών πόρων επηρεάζεται από μια σειρά αλληλένδετων νομικών καθεστώτων, συμπεριλαμβανομένων των διεθνών, ομοσπονδιακών και πολιτειακών νόμων. Το διεθνές δίκαιο - Ο νόμος της Θάλασσας (ΟΗΕ, 1994) παρέχει ένα πλαίσιο για τον καθορισμό της εθνικής ιδιοκτησίας ή τον έλεγχο των υπεράκτιων περιοχών, και η εγχώρια ομοσπονδιακή νομοθεσία αντικατοπτρίζει και συμπληρώνει αυτά τα πρότυπα. Η διακυβέρνηση των υπεράκτιων ορυκτών και η ρύθμιση της ανάπτυξης των δραστηριοτήτων διχάζεται μεταξύ κράτους και της ομοσπονδιακής νομοθεσίας. Σε γενικές γραμμές, τα κράτη έχουν την πρωταρχική εξουσία στην περιοχή των τριών γεωγραφικών μιλίων που εκτείνεται από τις ακτές τους. Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση και το συνολικό ρυθμιστικό καθεστώς της διέπουν αυτά τα μεταλλικά στοιχεία που βρίσκονται κάτω από τα ομοσπονδιακά νερά, οι οποίες εκτείνονται από τα υπεράκτια σύνορα των κρατών για τουλάχιστον 200 ναυτικά μίλια (230 χλμ.) από την ακτή (Εικόνα).

Οι κανονισμοί καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα παραμέτρων, από την υγεία, την ασφάλεια, τη διατήρηση των πόρων και τα περιβαλλοντικά πρότυπα, μέχρι και τις απαιτήσεις για την

παραγωγή με βάση τα εθνικά δικαιώματα υδάτινων συνόρων και, σε ορισμένες περιπτώσεις, την ανακούφιση των απαιτήσεων για τον καθορισμό των ορίων εκμετάλλευσης και άλλων αναπτυξιακών κινήτρων (Vann, 2010). Επί του παρόντος, πάνω από 70 διεθνείς συμβάσεις και συμφωνίες ασχολούνται άμεσα με την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Patin, 1999). Η υγεία των ωκεανών είναι ζωτικής σημασίας για την παγκόσμια οικονομική και οικολογική ευεξία (Burden et al., 2011). Απαιτείται επείγουσα δράση για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των πόρων του από όλες τις πηγές ρύπανσης, ιδίως από χερσαίες δραστηριότητες. Η Σύμβαση για το Δίκαιο της Θάλασσας τέθηκε σε ισχύ στις 16 Νοεμβρίου 1994, ένα χρόνο μετά είχε φτάσει τις 60 αναγκαίες κυρώσεις. Η Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας είναι ίσως ένα από τα πιο σημαντικά, αλλά λιγότερο αναγνωρισμένα επιτεύγματα του 20ου αιώνα στο χώρο του διεθνούς δικαίου. Καθορίστηκε για πρώτη φορά ένα σύνολο κανόνων για τους ωκεανούς, που βάζει σε τάξη σε ένα σύστημα γεμάτο με ενδεχόμενες συγκρούσεις. Το πεδίο εφαρμογής του Δικαίου της Θάλασσας καλύπτει :

- όλα τα μέρη του ωκεανού, με όλες τις χρήσεις των, συμπεριλαμβανομένων της πλοήγησης και της υπέρπτησης,
- όλες τις χρήσεις όλων των πόρων έμβιων και μη έμβιων, στην ανοικτή θάλασσα, στον πυθμένα του ωκεανού και κατώτερα, για την υφαλοκρηπίδα και τα χωρικά ύδατα,
- την προστασία του περιβάλλοντος της θάλασσας, και
- τον βασικό νόμο και την τάξη.

Η Σύμβαση, που συχνά αναφέρεται ως το σύνταγμα της θάλασσας, βασίζεται στην πολύ σημαντική ιδέα ότι τα προβλήματα των ωκεανών είναι στενά και πρέπει να αντιμετωπίζονται στο σύνολό τους. Στην αρχή της διαπραγματευτικής διαδικασίας, και, ενδεχομένως, το κλειδί για την επιτυχία του, συμφωνήθηκε ότι η συνθήκη θα πρέπει να ληφθεί ως σύνολο, και όχι να ανταλλάσσεται και να υποστηρίζεται τμηματικά. Και έτσι εκδόθηκε στις 30 Απριλίου 1982. Σήμερα, είναι μια από τις λίγες διεθνείς συμφωνίες όπου σχεδόν όλες οι χώρες οφείλουν να τηρήσουν στην πράξη. Η σύμβαση υπογράφηκε στις 10 Δεκεμβρίου 1982 στο Montego Bay, στη Τζαμάικα, με ρεκόρ στον αριθμό των μελών (119). Σήμερα, υπάρχουν 137 μέλη συν την

Ευρωπαϊκή Ένωση. Αρκετά κράτη μέλη που είχαν προηγουμένως βρει κάποιες διατάξεις προβληματικές, τώρα λαμβάνουν μέτρα για τη μελλοντική κύρωση ή προσχώρηση.

Με τη συνθήκη αυτή, αντιμετωπίστηκαν και ορίστηκαν τα ζητήματα :

- των εσωτερικών υδάτων,
- τα εδαφικά ύδατα,
- τα αρχιπελαγικά ύδατα,
- η συνορεύουσα ζώνη,
- η ΑΟΖ και,
- η υφαλοκρηπίδα.

Το ζήτημα των ποικίλων απαιτήσεων των χωρικών υδάτων τέθηκε στον ΟΗΕ το 1967 και ξανά το 1973, όταν τρίτη συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας συγκλήθηκε στη Νέα Υόρκη. Σε μια προσπάθεια να μειώσουν τη δυνατότητα των ομάδων των εθνών-κρατών να κυριαρχήσουν των διαπραγματεύσεων, η διάσκεψη χρησιμοποίησε μια διαδικασία συναίνεσης και όχι την ψήφο πλειοψηφίας. Η σύμβαση εισήγαγε μια σειρά από διατάξεις. Τα πιο σημαντικά θέματα που καλύφθηκαν ήταν ο καθορισμός των ορίων, η ναυσιπλοΐα αρχιπελαγική κατάσταση και τα καθεστώτα διαμετακόμισης, η ΑΟΖ, η δικαιοδοσία της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας, η βαθιά εξόρυξη από το βυθό, το καθεστώς της εκμετάλλευσης, η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, η επιστημονική έρευνα και η επίλυση των διαφορών.

Η σύμβαση έθεσε τα όρια των διαφόρων περιοχών, μετρούμενα από μια προσεκτικά καθορισμένη βάση. Συνήθως μια θαλάσσια βασική γραμμή ακολουθεί τη γραμμή χαμηλότερης στάθμης του νερού, αλλά όταν η ακτογραμμή έχει βαθιά εσοχή, έχει νησιά στα όρια ή είναι εξαιρετικά ασταθής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευθείες γραμμές βάσεως. Έτσι, τα εσωτερικά ύδατα καλύπτουν όλα τα ύδατα και τις πλωτές οδούς ένθεν της γραμμής βάσης. Το παράκτιο κράτος είναι ελεύθερο να καθορίσει τους νόμους, να ρυθμίσει τη χρήση, και να χρησιμοποιήσει οποιονδήποτε πόρο. Ξένα πλοία δεν έχουν κανένα δικαίωμα διέλευσης στα εσωτερικά ύδατα. Από την άλλη πλευρά, τα χωρικά ύδατα εξαπλώνονται σε 12 ναυτικά μίλια (22 χιλιόμετρα) από τη βασική γραμμή και το παράκτιο κράτος είναι ελεύθερο να καθορίσει τους νόμους, να ρυθμίσει τη χρήση, και να εκμεταλλευτεί

οποιονδήποτε πόρο. Δόθηκε επίσης το δικαίωμα της αθώας διέλευσης σε οποιαδήποτε χωρικά ύδατα, με στρατηγικούς πορθμούς επιτρέποντας τη διέλευση των στρατιωτικών πλοίων, με την προϋπόθεση ότι τα πολεμικά πλοία επιτρέπεται να διατηρούν (μη-απειλητικές) στάσεις που δεν θα ήταν παράνομες σε χωρικά ύδατα.

Τα αρχιπελαγικά ύδατα τέθηκαν με την κατάρτιση μιας βάσης μεταξύ των εξωτερικών σημείων των ιδιαίτερα απομακρυσμένων νησιών, που υπόκεινται σε αυτά τα σημεία είναι αρκετά κοντά το ένα στο άλλο και όλα τα ύδατα, κατά την έναρξη της μελέτης χαρακτηρίστηκαν ως αρχιπελαγικά ύδατα. Το κράτος έχει την πλήρη κυριαρχία επί αυτών των υδάτων (Το ίδιο με την κυριαρχία, όπως στα εσωτερικά ύδατα), αλλά ξένα πλοία έχουν το δικαίωμα της αθώας διέλευσης μέσα από τα αρχιπελαγικά ύδατα.

Η συνορεύουσα ζώνη βρίσκεται πέρα από τα όρια των 12 ναυτικών μιλίων (19 χιλιόμετρα) και εντός των επομένων 12 ναυτικών μιλίων από τα βασικά όρια των χωρικών υδάτων στα οποία ένα κράτος (παράκτιο κράτος) μπορεί να συνεχίσει να επιβάλλει νόμους σε τέσσερις συγκεκριμένους τομείς: στα τελωνεία, στη φορολογία, στη μετανάστευση, και στη ρύπανση.

Οι αποκλειστικές οικονομικές ζώνες εκτείνονται από την άκρη της χωρικής θάλασσας μέχρι και 200 ναυτικά μίλια **(370 χλμ.)** από τη γραμμή βάσης και, **μέσα σε αυτό τον τομέα, το παράκτιο κράτος έχει το αποκλειστικό δικαίωμα εκμετάλλευσης επί όλων των φυσικών πόρων.** Οι ΑΟΖ εισήχθησαν για να σταματήσουν οι ολοένα και θερμαινόμενες συγκρούσεις περί των δικαιωμάτων υπεραλίευσης, αν και εκείνη την εποχή η σπουδαιότητα των υπεράκτιων δραστηριοτήτων πετρελαίου και φυσικού αερίου είχε ήδη συνειδητοποιηθεί. Η επιτυχία μιας υπεράκτιας πλατφόρμας πετρελαίου στον Κόλπο του Μεξικού το 1947, σύντομα επαναλήφθηκε σε άλλα μέρη του κόσμου, και από το 1970 οι πλατφόρμες πετρελαίου που αλιεύουν σε ύδατα 3,9 χιλιομέτρων έχουν γίνει τεχνικά εφικτές.

Ο νόμος καθόρισε την υφαλοκρηπίδα ως φυσική παράταση του εδάφους προς την εξωτερική άκρη του ηπειρωτικού περιθωρίου ή 200 ναυτικά μίλια (370 χλμ.) από τη γραμμή βάσης του παράκτιου κράτους, ανάλογα με το ποιο από τα δύο είναι μεγαλύτερο. Η υφαλοκρηπίδα ενός παράκτιου κράτους μπορεί να υπερβαίνει τα 200 ναυτικά μίλια (370 μίλια) μέχρι να τελειώσει η φυσική παράταση. Ωστόσο, δεν μπορεί ποτέ να υπερβαίνει τα 350 ναυτικά μίλια (650 χιλιόμετρα) από τη γραμμή βάσης ή ποτέ δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 100 ναυτικά





επιδιώκουν να δημιουργήσουν τα εξωτερικά όρια της υφαλοκρηπίδας τους πέρα από τα 200 ναυτικά μίλια (370 χλμ.). Όπως οι εξορυκτικές δραστηριότητες βαθέων υδάτων επεκτείνονται την εξερεύνηση στην εκμετάλλευση, η Διεθνής Αρχή Θαλάσσιου Βυθού θα πρέπει να δώσει όλο και μεγαλύτερη προσοχή στην περιβαλλοντική πολιτική, εκτός από τη συμμετοχή στα οφέλη, καθώς συνεχίζει να διαχειρίζονται οι πόροι της περιοχής για την ανθρωπότητα. Υποστηρίζεται ότι σχεδόν όλες οι πτυχές που σχετίζονται με τις θαλάσσιες μεταφορές πετρελαίου καλύπτονται από το διεθνές δίκαιο, αλλά ότι υπάρχουν σημαντικά κενά στο διεθνές νομικό πλαίσιο για την ανάπτυξη της υπεράκτιας δραστηριότητας πετρελαίου. Πολλές χώρες έχουν ήδη συμμετοχή σε υπεράκτια εξόρυξη πετρελαίου έχουν αναπτύξει τις δικές τους εθνικές ή περιφερειακές νομοθεσίες και πρότυπα.

### 5.3.2 ΣΥΜΒΑΣΗ MARPOL 73/78

Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας(ΔΝΟ) ή International Maritime Organisation(IMO), η Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία (MARPOL) είναι η κύρια Διεθνής σύμβαση που καλύπτει την πρόληψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τα πλοία από λειτουργικές ή τυχαία αίτια. Η σύμβαση MARPOL εγκρίθηκε στις 2 Νοεμβρίου 1973 στο πλαίσιο του Διεθνή Οργανισμού Ναυσιπλοΐας(ΔΝΟ). Το Πρωτόκολλο του 1978 εκδόθηκε σε απάντηση σε μια έξαρση των ατυχημάτων στα δεξαμενόπλοια στην 1976-1977. Δεδομένου ότι η Σύμβαση MARPOL του 1973 δεν είχε ακόμη τεθεί σε ισχύ, το Πρωτόκολλο MARPOL του 1978 απορρόφησε την αρχική Σύμβαση. Ο συνδυασμός των δυο τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983. Το 1997, ένα πρωτόκολλο εγκρίθηκε για την τροποποίηση της Σύμβασης και ένα νέο παράρτημα προστέθηκε VI το οποίο τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005. Η Σύμβαση MARPOL έχει ενημερωθεί από τις τροπολογίες μέσω των ετών. Η σύμβαση περιλαμβάνει διατάξεις που στοχεύουν στην πρόληψη και την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης από τα πλοία, τόσο ακούσιας ρύπανσης, όσο και από τις εργασίες ρουτίνας, και επί του παρόντος περιλαμβάνει έξι τεχνικά Παραρτήματα. Ειδικές Περιοχές με αυστηρούς ελέγχους στις λειτουργικές απορρίψεις, περιλαμβάνονται στα περισσότερα Παραρτήματα.

**Παράρτημα I : Κανονισμοί για την πρόληψη της ρύπανσης από πετρέλαιο** (τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983). Καλύπτει την πρόληψη της ρύπανσης από πετρέλαιο από λειτουργικά μέτρα, καθώς και από τυχαίες απορρίψεις. Οι τροποποιήσεις του 1992 στο

Παράρτημα I κατέστησαν υποχρεωτικό για τα νέα πετρελαιοφόρα να έχουν διπλό κύτος και έφερε σε ένα χρονοδιάγραμμα σταδιακής εφαρμογής για τα υπάρχοντα δεξαμενόπλοια για να χωρέσει το διπλό κύτος. Στη συνέχεια αναθεωρήθηκε το 2001 και το 2003.

**Παράρτημα II : Κανονισμοί για τον έλεγχο της ρύπανσης από επιβλαβείς υγρές ουσίες χύδην** (τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983). Περιγράφονται λεπτομερώς τα κριτήρια και τα μέτρα απορρίψεων για τον έλεγχο της ρύπανσης από επιβλαβείς υγρές ουσίες που μεταφέρονται χύδην (περίπου 250 ουσίες αξιολογήθηκαν και περιλαμβάνονται στον κατάλογο που επισυνάπτεται στη σύμβαση). Η απόρριψη των καταλοίπων τους επιτρέπεται μόνο σε ειδικές εγκαταστάσεις υποδοχής μέχρι ορισμένες συγκεντρώσεις και υπό ορισμένες προϋποθέσεις (οι οποίες ποικίλλουν ανάλογα με την κατηγορία των ουσιών) που πρέπει να τηρούνται. Σε κάθε περίπτωση, δεν επιτρέπεται η απόρριψη καταλοίπων που περιέχουν επιβλαβείς ουσίες εντός 12 μιλίων (19 χλμ.) από την πλησιέστερη ακτή.

**Παράρτημα III : Πρόληψη της ρύπανσης από επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται δια θαλάσσης σε συσκευασμένη μορφή** (τέθηκε σε ισχύ από 1ης Ιουλίου 1992). Περιέχει γενικές απαιτήσεις για την έκδοση των λεπτομερών κανόνων σχετικά με τη συσκευασία, τη σήμανση, την τεκμηρίωση, το στοίβασμα, τους ποσοτικούς περιορισμούς, τις εξαιρέσεις και τις ειδοποιήσεις. Για τους σκοπούς του παρόντος παραρτήματος, «βλαβερές ουσίες» είναι αυτές οι ουσίες που χαρακτηρίζονται ως θαλάσσιοι ρύποι στο πλαίσιο του Διεθνούς Ναυτιλιακού Κώδικα Επικίνδυνων Εμπορευμάτων (IMDG Code) ή πληρούν τα κριτήρια στο προσάρτημα του παραρτήματος III.

**Παράρτημα IV : Πρόληψη της ρύπανσης από λύματα από τα πλοία** (τέθηκε σε ισχύ 27 Σεπ 2003). Περιλαμβάνει τις απαιτήσεις για τον έλεγχο της ρύπανσης της θάλασσας από τα λύματα. Η απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα απαγορεύεται, εκτός αν το πλοίο διαθέτει σε λειτουργία μια εγκεκριμένη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων ή όταν το πλοίο απορρίπτει κονιορτοποιημένα και απολυμασμένα λύματα χρησιμοποιώντας ένα εγκεκριμένο σύστημα σε απόσταση μεγαλύτερη των τριών ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή. Τα λύματα που δεν είναι κατακερματισμένα ή δεν έχουν απολυμανθεί πρέπει να απορρίπτονται σε απόσταση άνω των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή.

**Παράρτημα V : Πρόληψη της ρύπανσης από τα σκουπίδια από τα πλοία** (τέθηκε σε ισχύ 31ης Δεκεμβρίου του 1988). Ασχολείται με διάφορα είδη απορριμμάτων και καθορίζει τις αποστάσεις από τη γη και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να διατεθούν. Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του Παραρτήματος είναι η πλήρης απαγόρευση που επιβλήθηκε σχετικά με τη διάθεση στη θάλασσα όλων των μορφών πλαστικών.

**Παράρτημα VI : Πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία** (τέθηκε σε ισχύ 19η Μαΐου 2005). Θέτει τα όρια για τις εκπομπές οξειδίων του θείου και οξειδίων του αζώτου από τα καυσαέρια των πλοίων και απαγορεύει ηθελημένες εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν το όζον. Καθορισμένες περιοχές ελέγχου των εκπομπών που αυστηρότερα πρότυπα για SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> και αιωρούμενων σωματιδίων. Ένα κεφάλαιο που εγκρίθηκε το 2011 καλύπτει τις υποχρεωτικές τεχνικές και τα λειτουργικά μέτρα ενεργειακής απόδοσης με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία.

### 5.3.3 ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ, ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ(OIL POLLUTION PREPAREDNESS,RESPONSE AND CO-OPERATION, **OPRC**)

Τον Ιούλιο του 1989, ένα συνέδριο των κορυφαίων βιομηχανικών χωρών στο Παρίσι καλείται από το IMO, για να αναπτύξει περαιτέρω μέτρα για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία. Η παρούσα πρόσκληση εγκρίθηκε από τη συνέλευση του IMO, τον Νοέμβριο του ίδιου έτους και άρχισαν οι εργασίες για ένα σχέδιο σύμβασης με στόχο την παροχή ενός παγκόσμιου πλαισίου για τη διεθνή συνεργασία για την καταπολέμηση σοβαρών περιστατικών ή απειλών της θαλάσσιας ρύπανσης.

Τα συμβαλλόμενα μέρη της Διεθνούς Σύμβασης για την ετοιμότητα, την αντιμετώπιση και τη συνεργασία για την Πετρελαϊκή Ρύπανση (OPRC), απαιτείται να θεσπίσουν μέτρα για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης, είτε σε εθνικό επίπεδο είτε σε συνεργασία με άλλες χώρες.

Τα πλοία απαιτείται να φέρουν ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης αντιμετώπισης της ρύπανσης από πετρέλαιο. Οι φορείς εκμετάλλευσης των υπεράκτιων μονάδων, υπό την δικαιοδοσία των συμβαλλομένων μερών, υποχρεούνται επίσης να διαθέτουν σχέδια έκτακτης ανάγκης

ρύπανσης από πετρέλαιο ή παρόμοιες ρυθμίσεις που πρέπει να συντονιστούν με τα εθνικά συστήματα για να ανταποκριθούν άμεσα και αποτελεσματικά σε περιστατικά ρύπανσης από πετρέλαιο.

Τα πλοία υποχρεούνται να αναφέρουν περιστατικά ρύπανσης σε παράκτιες αρχές και η σύμβαση να περιγράφει λεπτομερώς τις ενέργειες που πρέπει στη συνέχεια να ληφθούν. Η Σύμβαση ζητεί τη θέσπιση των αποθεμάτων εξοπλισμού καταπολέμησης της πετρελαιοκηλίδας, τον περιορισμό της πετρελαιοκηλίδας με ασκήσεις καταπολέμησης και την ανάπτυξη των λεπτομερών σχεδίων για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης.

Τα συμβαλλόμενα μέρη της Σύμβασης απαιτείται να παρέχουν βοήθεια σε άλλους σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης ρύπανσης και γίνεται πρόβλεψη για την επιστροφή οποιασδήποτε βοήθειας που παρέχεται.

Ένα πρωτόκολλο της OPRC που σχετίζεται με επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες (OPRC-HNS Protocol) εγκρίθηκε το 2000.

#### 5.3.4 ΣΥΜΒΑΣΗ ΤΗΣ ΒΑΡΚΕΛΩΝΗΣ

Η σύμβαση ([www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)) για την προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος και των παρακτίων περιοχών της Μεσογείου, γνωστή και ως «Σύμβαση της Βαρκελώνης» συνήφθη αρχικά στη Βαρκελώνη στις 16 Φεβρουαρίου 1976 και τροποποιήθηκε στις 10 Ιουνίου 1995. Η Σύμβαση άρχισε να ισχύει στις 9 Ιουλίου 2004. Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα είναι συμβαλλόμενο μέρος της Σύμβασης, όπως εξάλλου και όλα τα παράκτια μεσογειακά κράτη μέλη της ΕΕ. Σύμφωνα με το άρθρο 4 παράγραφος 3 της τροποποιημένης Σύμβασης, τα μέρη υποχρεούνται να προάγουν την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών, λαμβάνοντας υπόψη την προστασία των περιοχών οικολογικού και αισθητικού ενδιαφέροντος και τη λελογισμένη χρήση των φυσικών πόρων.

Σήμερα, η Σύμβαση της Βαρκελώνης και η MAP (Mediterranean Act Programme) είναι πιο δραστήριες από ποτέ. Τα συμβαλλόμενα μέρη είναι τώρα 22 \*, και είναι αποφασισμένα να προστατεύσουν τη Μεσόγειο Θάλασσα και το παράκτιο περιβάλλον προωθώντας ταυτόχρονα περιφερειακά και εθνικά σχέδια για την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης.

\* Αλβανία, Αλγερία, Βοσνία και Ερζεγοβίνη, η Κροατία, η Κύπρος, η Αίγυπτος, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα, Γαλλία, Ελλάδα, Ισραήλ, Ιταλία, Λίβανο, Λιβύη, Μάλτα, Μονακό, Μαυροβούνιο, Μαρόκο, Σλοβενία, Ισπανία, Συρία, Τυνησία, Τουρκία

Οι κύριοι στόχοι της Σύμβασης είναι:

- η αξιολόγηση και ο έλεγχος της θαλάσσιας ρύπανσης.
- η εξασφάλιση της βιώσιμης διαχείρισης των φυσικών θαλάσσιων και παράκτιων πόρων.
- η ενσωμάτωση του περιβάλλοντος στην οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη.
- **η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και των παράκτιων ζωνών μέσω της πρόληψης και μείωσης της ρύπανσης, και στο μέτρο του δυνατού, την εξάλειψη της ρύπανσης, είτε χερσαία είτε θαλάσσια.**
- η προστασία της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς.
- η ενίσχυση της αλληλεγγύης μεταξύ των παράκτιων κρατών της Μεσογείου.
- η συμβολή στη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Η Σύμβαση της Βαρκελώνης έχει δημιουργήσει επτά πρωτόκολλα αντιμετώπισης συγκεκριμένων πτυχών της διατήρησης του περιβάλλοντος της Μεσογείου:

- Πρωτόκολλο απορρίψεων (από πλοία και αεροσκάφη)
- **Πρωτόκολλο πρόληψης και έκτακτης ανάγκης (ρύπανση από τα πλοία και καταστάσεις έκτακτης ανάγκης)**
- Πρωτόκολλο χερσαίων πηγών και δραστηριοτήτων
- Πρωτόκολλο για τις Ειδικά Προστατευόμενες Περιοχές και τη Βιοποικιλότητα
- Υπεράκτιο Πρωτόκολλο (ρύπανση που προέρχεται από την εξερεύνηση και εκμετάλλευση)
- Πρωτόκολλο Επικίνδυνων Αποβλήτων
- Πρωτόκολλο για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών (ΟΔΠΖ)

### 5.3.5 ΣΥΜΒΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΟΚΧΟΛΜΗΣ

Η Σύμβαση της Στοκχόλμης για τους έμμοιους οργανικούς ρύπους είναι μια διεθνής περιβαλλοντική συνθήκη, η οποία υπεγράφη το 2001 και τέθηκε σε ισχύ από το Μάιο του 2004, που αποσκοπεί στην εξάλειψη ή τον περιορισμό της παραγωγής και χρήσης των έμμοιων οργανικών ρύπων (POP). Βασικά στοιχεία της σύμβασης περιλαμβάνουν την απαίτηση ότι οι αναπτυγμένες χώρες παρέχουν νέους και συμπληρωματικούς χρηματοδοτικούς πόρους και μέτρα για την εξάλειψη της παραγωγής και χρήσης των παραγόμενων έμμοιων οργανικών ρύπων, την ακούσια εξάλειψη παραγόμενων ρύπων, όπου είναι εφικτό, και τη διαχείριση και τη διάθεση των έμμοιων οργανικών ρύπων αποβλήτων με περιβαλλοντικά ορθό τρόπο. Προφύλαξη ασκείται καθ' όλη τη Σύμβαση της Στοκχόλμης, με συγκεκριμένες αναφορές στο προοίμιο, το στόχο και τη διάταξη για τον εντοπισμό νέων έμμοιων οργανικών ρύπων (Regulation (EC) No 850/2004).

### 5.4 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΤΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ

- **απλοποιούνται και εξορθολογίζονται οι διαδικασίες για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων και δραστηριοτήτων και μειώνεται ο απαιτούμενος χρόνος για την έκδοση των σχετικών αποφάσεων.**
- μειώνεται ο αριθμός των έργων και δραστηριοτήτων για τα οποία απαιτείται υποβολή και αξιολόγηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) προκειμένου να αδειοδοτηθούν περιβαλλοντικά.
- **θεσπίζονται υποχρεωτικοί περιοδικοί τακτικοί και έκτακτοι έλεγχοι από αρμόδιες υπηρεσίες και ιδιώτες επιθεωρητές με στόχο την πραγματική διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος**
- **καταργούνται αλληλεπικαλυπτόμενες αδειοδοτήσεις (άδεια διάθεσης λυμάτων, άδειες διαχείρισης μη επικινδύνων και επικινδύνων αποβλήτων, έγκριση επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση) και ενσωματώνονται στην απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.**
- για την έκδοση των Αποφάσεων Έγκρισης περιβαλλοντικών Όρων καταργούνται οι συνυπόγραφες άλλων Υπουργών.
- επιμηκύνεται η διάρκεια ισχύος των Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) σε 10 έτη, ή σε 12 για έργα που διαθέτουν ISO, ή σε 14 για όσα διαθέτουν EMAS και

παρατείνεται η διάρκεια ισχύς των υφιστάμενων ΑΕΠΟ μέχρι τη συμπλήρωση δεκαετίας από την έκδοσή τους

- καταργείται η υποχρέωση υποβολής προμελέτης Περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και καθίσταται πλέον η υποβολή της προαιρετική.
- για την περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων εντός του δικτύου Natura 2000, προβλέπεται η υποβολή και αξιολόγηση «Ειδικής Οικολογικής Αξιολόγησης»
- προβλέπεται η δημιουργία Ηλεκτρονικού περιβαλλοντικού μητρώου και Ηλεκτρονική υποβολή της ΜΠΕ και παρακολούθηση της διαδικασίας έκδοσης ΑΕΠΟ ή τροποποίησης/ανανέωσης κλπ.
- δημιουργείται η Περιβαλλοντική Ταυτότητα Έργου, που θα περιλαμβάνει κάθε περιβαλλοντική πληροφορία για το έργο.

## **5.5 ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ ΣΕ ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ**

Σύμφωνα με το νόμο πλαίσιο για το Περιβάλλον (Ν. 1650/86) (ΦΕΚ 160/Α), θεσπίζονται θεμελιώδεις κανόνες-παράλληλα με την καθιέρωση κριτηρίων-για την προστασία του περιβάλλοντος, έτσι ώστε ο άνθρωπος, ως άτομο και ως μέλος του κοινωνικού συνόλου, να ζει σε ένα υψηλής ποιότητας περιβάλλον, μέσα στο οποίο να προστατεύεται η υγεία του και να ευνοείται η ανάπτυξη της προσωπικότητάς του. Η προστασία του περιβάλλοντος, θεμελιώδες και αναπόσπαστο μέρος της πολιτιστικής και αναπτυξιακής διαδικασίας και πολιτικής, υλοποιείται κύρια μέσα από το **δημοκρατικό προγραμματισμό**.

Το έργο ή η δραστηριότητα δεν θα πρέπει να έρχεται σε αντίθεση με τυχόν ειδικούς περιορισμούς, που έχουν τεθεί στην περιοχή εγκατάστασης ή με ειδικές διατάξεις που ενδεχομένως θέτουν όρους ή/και περιορισμούς ως προς την κατασκευή ή/και την λειτουργία του. Για την κατασκευή των έργων αυτών απαιτείται η προηγούμενη έγκριση περιβαλλοντικών όρων. Καταλήγουμε, λοιπόν, στο συμπέρασμα ότι χρειάζεται **Ειδική Οικολογική Αξιολόγηση**, εκτός των υπόλοιπων δικαιολογητικών που προαναφέρθηκαν.

Μείζονες δεσμεύσεις κατά τη φάση **κατασκευής και λειτουργίας** του έργου αποτελούν:

**α) Η αποτροπή της ρύπανσης και γενικότερα της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και η λήψη όλων των αναγκαιών, για το σκοπό αυτόν, προληπτικών μέτρων.**

**β) Η διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας και από τις διάφορες μορφές υποβάθμισης του περιβάλλοντος και ειδικότερα από τη ρύπανση και τις οχλήσεις.**

**γ) Η προώθηση της ισόρροπης ανάπτυξης του εθνικού χώρου συνολικά και των επί μέρους γεωγραφικών και οικιστικών ενοτήτων του και μέσα από την ορθολογική διαχείριση του περιβάλλοντος.**

δ) Η διασφάλιση της δυνατότητας ανανέωσης φυσικών πόρων και η ορθολογική αξιοποίηση των μη ανανεώσιμων ή σπάνιων σε σχέση με τις τωρινές και τις μελλοντικές ανάγκες και με κριτήρια την προστασία του περιβάλλοντος.

**ε) Η διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας των φυσικών οικοσυστημάτων και η διασφάλιση της αναπαραγωγικής τους ικανότητας.**

στ) Η αποκατάσταση του περιβάλλοντος.

ζ) Η προστασία του εδάφους και η λήψη των αναγκαίων μέτρων ώστε οι χρήσεις του να γίνονται σύμφωνα με τις φυσικές ιδιότητές του και την παραγωγική του ικανότητα.

**η) Η προστασία των επιφανειακών και υπόγειων νερών θεωρούμενων ως φυσικών πόρων και ως οικοσυστημάτων.**

θ) Η προστασία της ατμόσφαιρας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι υπεράκτιες δραστηριότητες που προκύπτουν από την εξερεύνηση και την παραγωγή αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου, λαμβάνουν χώρα στα ύδατα περισσότερων από των μισών χωρών του πλανήτη επομένως, απαιτούν πολύ προσεκτική παρακολούθηση, και χειρισμό. Παλαιότερα, οι παράκτιες επιχειρήσεις περιορίζονταν σε ξύλινες, δεσμευμένες στην ακτή, προβλήτες, ενώ πλέον οι γεωτρήσεις και οι δραστηριότητες παραγωγής γίνονται με βάση το χάλυβα ή/και το σκυρόδεμα, οι οποίες και είναι στις περισσότερες περιπτώσεις κινητές. Επιπλέον, σκάφη υπεράκτιας υποστήριξης και πλωτές εξέδρες χρησιμοποιούνται συχνά για την εξόρυξη και παραγωγή αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου σε ύδατα άνω των 2.200 μέτρων βάθος και 320 χλμ. απόστασης από την ακτή.

Οι δραστηριότητες εξερεύνησης και παραγωγής που σχετίζονται με το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο απαιτούν συνεχή χειρισμό εύφλεκτων αερίων και υγρών σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις, εκ των οποίων, πολλά είναι πολύ τοξικά για την χλωρίδα και την πανίδα (συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου), ενώ ταυτόχρονα, είναι και διαβρωτικά. Οι κύριοι κίνδυνοι συνδέονται με την ανεξέλεγκτη διαφυγή υδρογονανθράκων (υγροί και αέριοι) και άλλων επικίνδυνων χημικών, που μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιά και έκρηξη, από τις οποίες προκύπτει περιβαλλοντική ρύπανση. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν να ενισχυθούν από το εργασιακό περιβάλλον, ιδιαίτερα στις υπεράκτιες κατασκευές όπου η εργασία γίνεται κατά βάση σε περιορισμένο χώρο σε απόμακρες περιοχές. Επιπλέον, οι δραστηριότητες εξερεύνησης και παραγωγής επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, (αέρα, νερό και έδαφος), ειδικά όταν το αργό πετρέλαιο ή τα παράγωγά του ξεβράζονται στην ακτή, και κατά συνέπεια, σχεδιασμένες προσπάθειες είναι απαραίτητες για να περιοριστούν αυτές οι επιπτώσεις. (Spreight, 2014a,b,c).

Έτσι, η πολυπλοκότητα και ευφλεκτότητα του πετρελαίου και του φυσικού αερίου και η υπεράκτια εξόρυξή τους, δυνητικά μπορούν να επηρεάσουν σε κρίσιμο βαθμό παρθένα θαλάσσια οικοσυστήματα και να επιφέρουν βιομηχανοποίηση των ακτογραμμών. Η

υπεράκτια ανάπτυξη του πετρελαίου επηρεάζει το περιβάλλον με διάφορους τρόπους. Αρχικά, οι εξερευνητικές δραστηριότητες συνήθως ξεκινούν με μία ή περισσότερες σεισμικές έρευνες και ακολουθούνται από εξερευνητική γεώτρηση. Αυτές οι δραστηριότητες δημιουργούν σημαντικά ποσά αποβλήτων και προσελκύουν περαιτέρω αντίστροφες επιδράσεις στο περιβάλλον, οι οποίες προκύπτουν από την κίνηση σκαφών υπεράκτιας στήριξης και μεταφοράς, και κυρίως από τις δεξαμενές και τους υποθαλάσσιους αγωγούς αργού πετρελαίου. Επιπρόσθετα, οι δραστηριότητες εξερεύνησης και εξόρυξης, μπορούν να συμβούν διαδοχικά ή ταυτόχρονα. Στην πραγματικότητα, η παραγωγή αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου στους ωκεανούς (όπως επίσης και στις λίμνες και σε άλλα υδάτινα σώματα) είναι πιο απαιτητική από τις αντίστοιχες δραστηριότητες στην ξηρά και οι περισσότερες προσπάθειες που εφαρμόζονται στις υπεράκτιες δραστηριότητες σχετίζονται με την υπερνίκηση αυτών των προκλήσεων. Αυτό περιλαμβάνει τους ακόλουθους όρους: α) οι επανδρωμένες δραστηριότητες πρέπει να γίνονται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και β) υπάρχει ανάγκη επάνδρωσης αυτών των δραστηριοτήτων, ενώ και τα δύο αυτά θέματα παρουσιάζουν προκλήσεις. (Moore et al., 1987; Kingston, 1992; Windom, 1992; Hyland et al., 1994; Olsgård and Gray, 1995; Peterson et al., 1996; Patin, 1999; Hartley et al., 2003).

Οι υπεράκτιες λειτουργίες πετρελαίου και αερίου παράγουν σημαντικά ρεύματα αποβλήτων, που αρχικά ρυπαίνουν τη θάλασσα και τα ιζήματα του πυθμένα στην γειτνίαση των υπεράκτιων πλατφορμών. Αυτά τα ρεύματα αποβλήτων περιλαμβάνουν παραγόμενα ύδατα, έρμα, εκτόπισμα, αποχέτευση καταστρώματος, λάσπες γεωτρήσεων, αποκόμματα γεώτρησης, παραγόμενη άμμο, υπόλειμμα σκυροδέματος, υγρό πρόληψης έκρηξης, απόβλητα υγειονομικής και οικιακής χρήσης, απόβλητα επεξεργασίας πετρελαίου και αερίου, κατάλοιπα πετρελαίου, νερό ψύξης και άλμη αφαλάτωσης. Από τη λίστα πιθανών ρύπων, λάσπες γεώτρησης, λάσπες αποκομμάτων γεώτρησης και παραγόμενο νερό θέτουν τους μεγαλύτερους πιθανούς κινδύνους στο υδάτινο περιβάλλον, και υπόκεινται σε συγκεκριμένη νομοθεσία.

Η θαλάσσια ρύπανση από δραστηριότητες παραγωγής αργού πετρελαίου αποδίδεται κυρίως στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις και κατά τη μεταφορά του αργού πετρελαίου σε μια εγκατάσταση αποθήκευσης στην ξηρά. Ωστόσο, πρέπει επίσης να αναγνωριστεί ότι οι υπεράκτιες εγκαταστάσεις δεν είναι η μόνη πηγή ρύπανσης από πετρέλαιο. Ένα μεγάλο

εύρος από ρύπους πετρελαίου εισέρχεται επίσης, στο θαλάσσιο περιβάλλον μέσω των παράκτιων απορρίψεων λυμάτων και των υδάτινων βιομηχανικών αποβλήτων, από χερσαίες επιχειρήσεις αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου, την εγκατάλειψη των υλικών βυθοκόρησης, καθώς και ρύπους που εισάγονται στον ωκεανό μέσω των ποταμών.

Οι ρύποι από αυτού του είδους τις επιχειρήσεις έχουν πολύπλοκες και ποικίλες συνθέσεις και παράγουν σωματικές βλάβες και φυσικοχημικές ζημιές στους οργανισμούς, καθώς και μια ποικιλία από καρκινογόνες επιδράσεις. Μερικοί από αυτούς τους ρύπους, ειδικά οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες οι οποίοι δεν αποτελούν συστατικά του αργού πετρελαίου ή του φυσικού αερίου, αλλά συχνά χρησιμοποιούνται ως διαλύτες καθαρισμού για τα γράσα και τη λίπανση των πετρελαιοκηλίδων σε υπεράκτια πλωτά γεωτρήματα ή σε πλατφόρμες, προκαλούν τοξικές και μεταλλαξιγόνες επιδράσεις. (Neff et al., 1987; Wills, 2000).

Συνολικά, οι επιπτώσεις που προκαλούνται από υπεράκτιες γεωτρήσεις για πετρέλαιο και φυσικό αέριο επηρεάζουν τους εξής τομείς:

- η βιοποικιλότητα,
- ο πληθυσμός,
- η ανθρώπινη υγεία,
- η πανίδα,
- η χλωρίδα,
- το έδαφος,
- τα ύδατα,
- ο αέρας,
- οι κλιματικοί παράγοντες,
- τα υλικά περιουσιακά στοιχεία,
- η πολιτιστική κληρονομιά συμπεριλαμβανομένης της αρχιτεκτονικής και αρχαιολογικής κληρονομιάς,
- το τοπίο
- και οι σχέσεις μεταξύ των ανωτέρω παραγόντων.

Στην πραγματικότητα, οι διαρροές αργού πετρελαίου (από ένα πλοίο ή από μια πλατφόρμα) μπορούν να καταστρέψουν γρήγορα το θαλάσσιο περιβάλλον. Ενώ, κάθε ένα από αυτά τα αποτελέσματα μπορεί να είναι καταστροφικά για το θαλάσσιο περιβάλλον, προκειμένου να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις αυτών των ρύπων, θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη και να

μην παραλείπονται από οποιαδήποτε αξιολόγηση των συνεπειών και/ή των βλαβών στο περιβάλλον, όχι μόνο οι επικίνδυνες ιδιότητες των ρύπων, αλλά και ο όγκος των ρύπων, τα μέσα διανομής σε νερό, η συμπεριφορά του εκάστοτε ρύπου στο νερό, η βιο-συσσώρευση σε ζώντες οργανισμούς, η σύνθεση, και η σταθερότητα του ρύπου στο νερό.

Οι μέθοδοι εισαγωγής των ρύπων στο περιβάλλον είναι οι εξής :

- Ευθεία απόρριψη των λυμάτων και των αποβλήτων σε θάλασσες και ωκεανούς (overboard discharge)
- Κατά τη διαδικασία μεταφοράς του πετρελαίου από την υπεράκτια εγκατάσταση στη στεριά
- Κατά τη διαδικασία επανέγχυσης
- Απόρριψη των ρύπων σε ειδικά διαμορφωμένες κατασκευές
- Διαρροές από τις παράκτιες ζώνες, κυρίως μέσω ποταμών
- Ατμοσφαιρική σκόνη ρύπων που μεταφέρεται από την αέρια μάζα στην επιφάνεια των ωκεανών.

Ταυτόχρονα, για την επακριβή αξιολόγηση των επιπτώσεων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής χαρακτηριστικά της υφιστάμενης περιοχής(MMS 2007) :

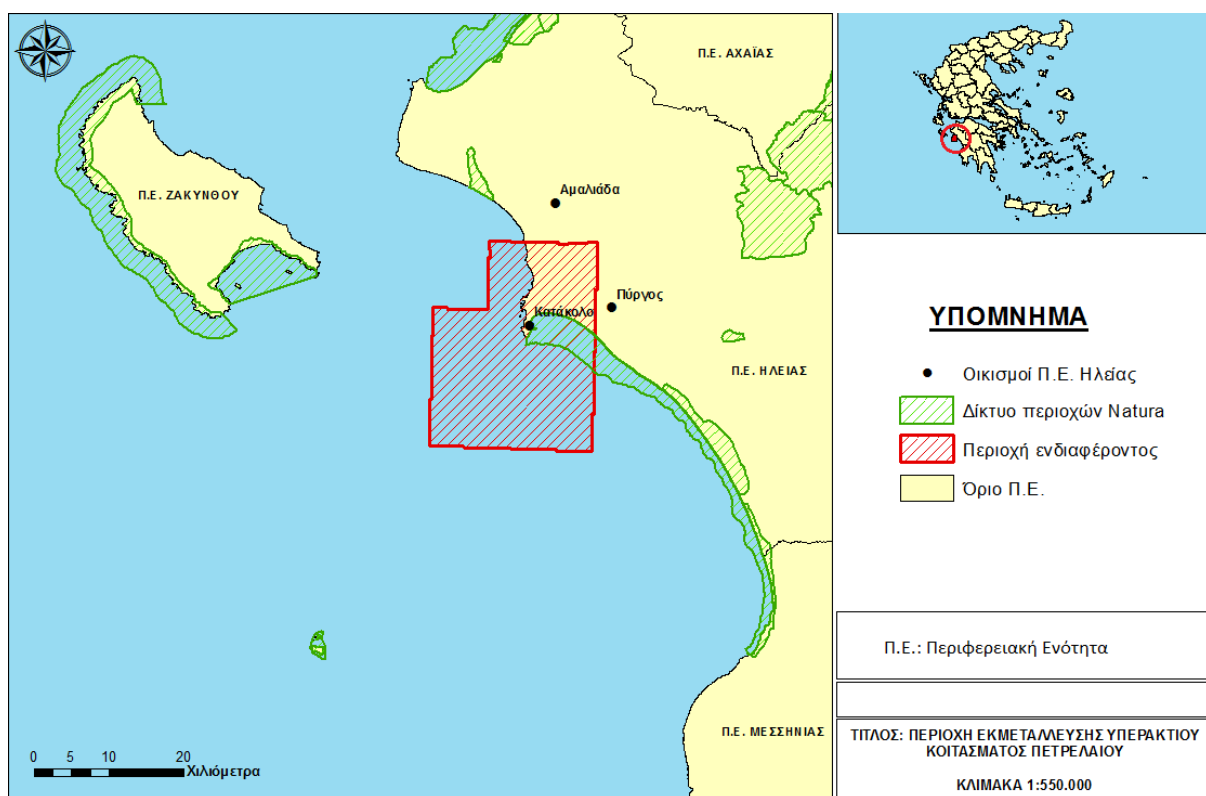
- Ποιότητα ατμόσφαιρας
- Ιζήματα/Γεωλογία
- Ποιότητα θαλασσινού νερού
- Πλαγκτόν
- Ψάρια
- Βένθος
- Αλιεία/Υδατοκαλλιέργειες
- Θαλάσσια Θηλαστικά
- Θαλάσσιες Χελώνες
- Θαλασσοπούλια
- Προστατευόμενες περιοχές
- Κοινω-Οικονομικό περιβάλλον

Η βαρύτητα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μεταβάλλεται σε μέγεθος και έκταση από τη μετάβαση στην εκάστοτε δραστηριότητα. Οι αναλογίες και οι ποσότητες των αποβλήτων που απορρίπτονται από τις δραστηριότητες γεώτρησης και παραγωγής, διαφοροποιούνται ακόμη και κατά τη διάρκεια ζωής της επιχείρησης. Για παράδειγμα, η απόρριψη κομματιών

από τους σχηματισμούς κατά τη διαδικασία της γεώτρησης, μειώνεται όσο αυξάνεται το βάθος του φρεατίου και η διάμετρος της οπής του αντιστοίχως μικραίνει. Η ένταση του παραγόμενου ύδατος αυξάνεται καθώς, η πηγή υδρογονανθράκων εξαντλείται και οι διαδικασίες της παραγωγής φτάνει σταδιακά στην ολοκλήρωσή της. Επιπλέον, οι ποσότητες των ρύπων μπορεί να επηρεάζονται από απορρίψεις αποβλήτων κατά τη διάρκεια μικρών δραστηριοτήτων, όπως, χημικές απορρίψεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής, των υδροστατικών δοκιμών και τη διατήρηση των συστημάτων αγωγών.

### 6.1.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (ΔΥΤΙΚΟ ΚΑΤΑΚΟΛΟ)

Με τη χρήση του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών(G.I.S), χωροθετήθηκε η περιοχή ενδιαφέροντος, η οποία περιλαμβάνει τόσο τη χερσαία, όσο και την υπεράκτια έκταση προς εκμετάλλευση και παρουσιάζεται στο χάρτη 2:



**Χάρτης 2 :** Υπεράκτιο κοίτασμα πετρελαίου στο Δυτικό Κατάκολο

Η περιοχή ενδιαφέροντος «Δυτικό Κατάκολο» που φαίνεται στο Χάρτη 1, έχει συνολική έκταση 545 km<sup>2</sup>. Το μέσο βάθος της θάλασσας είναι 455 m ενώ το μέγιστο βάθος είναι 1818

η και καταγράφεται στη θέση με συντεταγμένες 37.503537 N, 21.171582 E (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2012). Το Κατάκολο Ηλείας βρίσκεται στη Δυτική Πελοπόννησο, ενώ η υπό μελέτη περιοχή ανήκει στο Ιόνιο Πέλαγος, και πιο συγκεκριμένα στον Κυπαρισσιακό Κόλπο.

Με βάση τη συγκέντρωση και επεξεργασία στοιχείων που πραγματοποιήθηκε από την Energean Oil & Gas στη διάρκεια της διετούς ερευνητικής περιόδου, το κοίτασμα του Δυτικού Κατακόλου εκτιμάται ότι είναι της τάξης των 35-40 εκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου σε θέση (Stock Tank Oil In Place), ενώ στα επίπεδα του 30% εκτιμάται η αποληψιμότητα(Energean Oil & Gas).

Εξαιτίας της έλλειψης διαθέσιμων μετρήσεων για την εξεταζόμενη περιοχή, εφαρμόστηκαν **προσομοιώσεις** και στατιστικές αναλύσεις από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών του **αβιοτικού περιβάλλοντος** της περιοχής:

#### **Ανεμολογικό καθεστώς**

Το μέσο ανεμολογικό καθεστώς, όπως αποτυπώνεται από τις μέσες ετήσιες τιμές της ταχύτητας του ανέμου, χαρακτηρίζεται ήπιο. Ακολούθως, οι μέγιστες τιμές στην ταχύτητα του ανέμου στη διάρκεια της δεκαετίας 1995-2004 κυμαίνονται μεταξύ τιμών που αντιστοιχούν στα 7-8 Beaufort. Οι ηπιότερες ανεμολογικές συνθήκες εμφανίζονται στις βόρειες και ανατολικές παράκτιες περιοχές, ενώ εντονότερες είναι οι επικρατούσες συνθήκες στις νότιες και δυτικές υπεράκτιες περιοχές του Κυπαρισσιακού κόλπου. Για τα αποτελέσματα αυτά, χρησιμοποιήθηκε το πλανητικό μοντέλο του Ευρωπαϊκού Κέντρου Μεσοπρόθεσμων Μετεωρολογικών Προγνώσεων (European Center for Medium-Range Weather Forecast, ECMWF).

#### **Κυματικό καθεστώς**

Το κυματικό κλίμα, χαρακτηρίζεται ήπιο έως και μέτριο. Οι μέγιστες τιμές του σημαντικού ύψους κύματος στην περιοχή, κατά τη διάρκεια των δέκα ετών κυμαίνονται μεταξύ 4-5m και αντιστοιχούν σε μεγάλους κυματισμούς. Στις βόρειες, και ανατολικές περιοχές του κόλπου επικρατούν ηπιότερες κυματικές συνθήκες ενώ στις υπεράκτιες περιοχές που βρίσκονται στο νοτιοδυτικό άκρο της περιοχής μελέτης, οι κυματικές συνθήκες είναι εντονότερες.

## **Σεισμικότητα**

Το δυτικό τμήμα του Ελληνικού τόξου αποτελεί την πιο σεισμικά ενεργή περιοχή της Ελλάδας και της ανατολικής Μεσογείου (McKenzie 1972, Makropoulos 1978, Makropoulos & Burton 1981, Jackson & McKenzie 1988, Papazachos & Papazachou 1997, Burton et al. 2004) (βλ. Εικ. 4.27). Κατά μήκος των ακτών της Δυτικής Ελλάδας από την Κέρκυρα ως τη Δυτική Κρήτη, η σεισμική δραστηριότητα μπορεί να διακριθεί σε τρεις περιοχές. Η περιοχή μελέτης μας ανήκει στην τρίτη κατηγορία. Στην τρίτη περιοχή, στον ευρύτερο χώρο της Κεφαλλονιάς, από τη Ζάκυνθο ως τη Λευκάδα, η σεισμική δραστηριότητα σχετίζεται με το γνωστό ρήγμα της Κεφαλονιάς. Η σεισμική δραστηριότητα στον χώρο αυτό εκδηλώνεται επειδή έχουμε μια οριζόντια κίνηση του χώρου νοτίως του ρήγματος προς τα νοτιοδυτικά (προς τη Μεσόγειο) και του χώρου βορείως του ρήγματος προς τα βορειοανατολικά (προς την Πίνδο). Η συνολική σχετική κίνηση κοντά στο ρήγμα αυτό είναι της τάξεως των 25 χιλιοστών ανά έτος (Papazachos & Papazachou, 1997). Χαρακτηριστικό της σεισμικής δραστηριότητας στη Δυτική Ελλάδα είναι ο μεγάλος αριθμός μικρών και ενδιαμέσου μεγέθους σεισμών αλλά και η μεγαλύτερη συχνότητα γένεσης ισχυρών (καταστρεπτικών) σεισμών. Έτσι παρά το γεγονός ότι στον χώρο αυτό τα μεγέθη των μεγαλύτερων σεισμών είναι λίγο μικρότερα από ό,τι σε άλλες περιοχές του ελληνικού χώρου, ο σεισμικός κίνδυνος είναι πολύ μεγάλος.

## **Πλαγκτόν**

Γενικά, το ανοικτό Ιόνιο πέλαγος με τις χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών και χλωροφύλλης παρουσιάζει χαμηλή βιομάζα ζωπλαγκτού, όπως και σε γενικές γραμμές ολόκληρο το οικοσύστημα της Α. Μεσογείου (Mazzocchi et al. 2003). Αυτή η δομή του τροφικού πλέγματος αντανακλάται όχι μόνο στις τιμές αφθονίας του ζωπλαγκτού, αλλά και στη σύσταση και το μέγεθος των οργανισμών.

## **Βενθικές κοινωνίες**

Από μελέτη του ΕΛΚΕΘΕ στον Κυπαρισσιακό Κόλπο (Ζενέτου 1993) ο βυθός στην περιοχή παρουσιάζει υποθαλάσσια λιβάδια του Αγγειόσπερμου φυτού *Posidonia oceanica*. Η «Ποσειδώνια» *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813 είναι ενδημικό και κυρίαρχο φανερόγαμο της Μεσογείου. Χαρακτηρίζεται από υψηλή οικολογική αξία και επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα μια πληθώρα οικονομικών δραστηριοτήτων (π.χ. αλιεία, τουρισμός,

παράκτια ανάπτυξη). Η σημασία της στη δομή και λειτουργία των παραλιακών οικοσυστημάτων είναι τέτοιου βαθμού, ώστε να αναφέρεται ως «κατασκευαστής» οικοσυστημάτων και να προστατεύεται από την κοινοτική νομοθεσία (Οδηγία 92/43/ΕΚ) ως οικότοπος προτεραιότητας (1120).

**Βιοτικό περιβάλλον** εξεταζόμενης περιοχής:

### **Θαλάσσια θηλαστικά**

Τα μόνιμα είδη κητωδών των Ελληνικών θαλασσών και το καθεστώς του Μεσογειακού πληθυσμού τους απο την IUCN (2006):

- Πτεροφάλαινα (*Balaenoptera physalus*)
- Φουσητήρας (*Physeter macrocephalus*) (Κινδυνεύον)
- Ζιφιός (*Ziphius cavirostris*)
- Κοινό δελφίνι (*Delphinus delphis*) (Κινδυνεύον)
- Ζωνοδέλφιο (*Stenella coeruleoalba*) (Ευπαθές)
- Ρινοδέλφιο (*Tursiops truncatus*) (Κινδυνεύον)
- Σταχτοδέλφιο (*Grampus griseus*)
- Φώκαινα (*Phocoena phocoena*) (Κινδυνεύον)

### **Θαλάσσιες χελώνες**

Η Θαλάσσια χελώνα Καρέττα (*Caretta caretta*) παγκοσμίως αναφέρεται ως είδος υπό εξαφάνιση, σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία της IUCN. 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 φωλίες, όπως είναι η Κεφαλονιά.

### **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. Οι μεγαλύτεροι μέχρι στιγμής και μελετημένοι επί σειρά ετών τοπικοί πληθυσμοί, είναι αυτοί της ευρύτερης περιοχής του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Αλοννήσου, Βορείων Σποράδων (Dendrinos et al. 1994, 1999b), και του νησιωτικού συμπλέγματός Κιμώλου – Πολυαίγου στις Νοτιοδυτικές Κυκλάδες (ΜΟm 2005), ενώ άλλοι σημαντικοί αναπαραγόμενοι πληθυσμοί έχουν καταγραφεί στην περιοχή των Δωδεκανήσων (περιοχή Βόρειας Καρπάθου και Σαρίας) (ΜΟm 2005), καθώς και στα νησιά του Ιονίου (Ζάκυνθος–Κεφαλονιά) (Ρανου et al. 1993).

## **6.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ**

### **ΓΕΩΤΡΗΣΗ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΡΕΑΤΙΩΝ**

Η υπεράκτια ανάπτυξη των πηγών αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου ξεκινά με σεισμικές έρευνες και ακολουθείται από διερευνητικές γεωτρήσεις οι οποίες συνοδεύονται από αυξημένη κυκλοφορία πλοίων υποστήριξης και πετρελαιοφόρων. Οι γενικές επιπτώσεις εξερεύνησης περιλαμβάνουν θορύβους και δονήσεις, στερεά και υγρά απόβλητα κατά τη διαδικασία της παραγωγής, αύξηση της θολότητας στήλης νερού λόγω της βυθοκόρησης, διαταραχή των περιοχών του βυθού της θάλασσας, η αποφυγή της περιοχής από τη θαλάσσια άγρια ζωή λόγω του θορύβου κατά την κατασκευή, οι δονήσεις και η παρουσία των ανεγερθέντων εγκαταστάσεων, και τις πιθανές εισβολές από μη φυσικά βιο-ειδή που μεταφέρονται στο νερό του έρματος των σκαφών υποστήριξης και των πετρελαιοφόρων. Επιπλέον, το περιβαλλοντικό στρες που προκαλείται από την υπεράκτια ανάπτυξη πετρελαίου μπορεί να προκαλέσει διαφορετικές βιολογικές αντιδράσεις συμπεριλαμβανομένων περίπλοκων μετασχηματισμών σε όλα τα επίπεδα της βιολογικής ιεραρχίας.. Οι απορρίψεις από τα συστήματα αγωγών συνήθως περιέχουν αναστολείς διάβρωσης, βιοκτόνα, συλλέκτες οξυγόνου, διάφορους παράγοντες αντιδιαβρωτικούς και ο όγκος των αποβλήτων αυτών είναι ενδεχομένως ιδιαίτερα σημαντικός (Wills, 2000; Patin, 1999).

Για παράδειγμα, οι κινητές μονάδες γεώτρησης ρυμουλκούνται ή κινούνται υπό τη δική τους ισχύ στο εκάστοτε σημείο, όπου πρόκειται να πραγματοποιήσουν κάποια εξερευνητική γεώτρηση και αγκυροβολούν μέσω ενός συστήματος πολλαπλών σημείων αγκύρωσης ή ενός

συστήματος δυναμικής τοποθέτησης σε βαθέα ύδατα. Για τον προσδιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η ανάλυση θα χωριστεί σε παράγοντες επιπτώσεων ως εξής:

- Εγκαθίδρυση εγκαταστάσεων
- Λειτουργία εγκαταστάσεων
- Απορρίψεις γεωτρήσεων
- Λειτουργικές απορρίψεις
- Στερεά απορρίμματα
- Εκπομπές αερίων
- Σκάφη υποστήριξης
- Απομάκρυνση εγκαταστάσεων

#### 6.2.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΕΔΡΑΣ

Περιλαμβάνει την τοποθέτηση της εξέδρας στην περιοχή ενδιαφέροντος. Συνεπώς, οι πηγές πρόκλησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων προέρχονται από τη θεμελίωση της εξέδρας στον πυθμένα της θάλασσας και την αγκύρωσή της, ενταφιασμό καλωδίων και αγωγών, ρυμούλκηση επιμέρους στοιχείων της υποδομής και εκπομπές αερίων, θορύβων και απόρριψη λυμάτων από τα σκάφη που εμπλέκονται στην εγκατάσταση.

##### 6.2.1.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ

Κατά τη διαδικασία εγκατάστασης μια γεωτρητικής εξέδρας, τα ιζήματα στον πυθμένα της θάλασσας πρόκειται να διαταραχθούν από την ακτινωτή αγκύρωση των συμβατικών εξεδρών στον πυθμένα. Ταυτόχρονα, το σύρσιμο και η τοποθέτηση συμβάλλουν σε αυτήν τη διαταραχή. Παρόλο ωστόσο, που θα προκληθεί επαναιώρηση των ιζημάτων καθώς και αλλαγή στη θολερότητα της στήλης ύδατος, δεν θα μεταβληθεί η ποιότητά του (EG & G Environmental Consultants, 1982; Shinn et al.1990, 1993; Dustan et al, 1991).

##### 6.2.1.2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Παρόλο που μπορεί να προκληθεί αλλαγή στη θολερότητα της στήλης ύδατος δεν παρατηρείται καμία σημαντική επίπτωση κατά τη φάση εγκατάστασης της εξέδρας, λόγω της περιορισμένης έκτασης της αλλαγής και της παροδικότητας.

### 6.2.1.3 ΒΕΝΘΙΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

Πέρα από τα ιζήματα στον πυθμένα, η αγκύρωση πρόκειται να δημιουργήσει προβλήματα και στις βενθικές κοινότητες τις περιοχής. Αν και δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τις βενθικές κοινότητες της Μεσογείου, έχουν χαρακτηριστεί ως φτωχές και χαμηλής πυκνότητας. Ταυτόχρονα, κατά την τοποθέτηση των αγωγών και τον ενταφιασμό τους στον πυθμένα της θάλασσας, αναμένεται σύνθλιψη των βενθικών κοινοτήτων στην γειτνίαση των εγκαταστάσεων (Cranswick, 2001).

Οι σημαντικές επιπτώσεις θεωρούνται ότι είναι στις κοραλλιογενείς κοινότητες βαθέων υδάτων, όπου είναι ιδιαίτερα σημαντικές οικολογικά λόγω της πυκνότητάς τους.

### 6.2.1.4 ΝΑΥΑΓΙΑ

Τέλος, στην περιοχή ενδιαφέροντος πιθανώς να υπάρχουν ναυάγια και αρχαιολογικοί χώροι, οπότε η αγκύρωση θα παρέμβαινε σημαντικά σε αυτές τις τοποθεσίες.

## 6.2.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

### 6.2.2.1 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ

Κάποια θαλάσσια θηλαστικά ενδέχεται να απομακρυνθούν από τις περιοχές κοντά στις πλατφόρμες παραγωγής λόγω θορύβου. Οι πιο πιθανές επιπτώσεις θα είναι βραχυπρόθεσμες συμπεριφορικές αλλαγές όπως κατάδυση και κολύμβηση αποφυγής ή απομάκρυνσης από την περιοχή. Οι Richardson et al. (1995) καθόρισαν 4 ζώνες ενδεχόμενων επιδράσεων του θορύβου στα θαλάσσια θηλαστικά. Κατά σειρά αυξανόμενης δριμύτητας, αυτές είναι: (1) ακουστική ικανότητα, (2) συμπεριφορική απόκριση, (3) απόκρυψη ήχων, και (4) απώλεια ακοής, δυσφορία, ή βλάβη (επίδραση στη φυσιολογία). Τα επίπεδα του παραγόμενου ήχου κατά τη διάρκεια της άντλησης είναι επαρκή για να γίνουν αντιληπτά και να προκαλέσουν συμπεριφορικές μεταβολές αλλά είναι χαμηλότερα από τα γνωστά που μπορεί να προκαλέσουν απώλεια της ακουστικής ικανότητας, δυσφορία ή βλάβη στη φυσιολογία τους.

### 6.2.2.2 ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΧΕΛΩΝΕΣ

Κάποιες Θαλάσσιες χελώνες ενδέχεται να προσελκυστούν από τις εγκαταστάσεις στην ανοιχτή θάλασσα (Rosman et al., 1987; Lohoefer et al., 1990). Παρόλα αυτά, θεωρείται ότι

κάθε γεωτρύπανο θα είναι μια προσωρινή εγκατάσταση και οι επιπτώσεις στους πληθυσμούς των χελωνών πιθανόν να είναι αμελητέες.

#### 6.2.2.3 ΒΕΝΘΙΚΕΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

Με την πάροδο του χρόνου, τα στηρίγματα της πλατφόρμας θα επικαλυφθούν από επιβιωτικές κοινωνίες. Στοιχεία από υπεράκτιες πλατφόρμες (Galloway και Lewbel, 1982) και μελέτες σε πλακάκια επικάθησης (Danek και Lewbel, 1986) δείχνουν ότι η βιομάζα των ζώντων οργανισμών που επικάθονται μειώνεται με την αύξηση βάθους του νερού, κάτι που επιβεβαιώθηκε πρόσφατα σε μεγάλα βάθη και του Ιονίου πελάγους (Bellou et al., 2011). Οι αγωγοί θα αποικηθούν επίσης από φύκια και επιζωικούς οργανισμούς και θα προσελκύσουν ψάρια.

#### 6.2.2.4 ΨΑΡΙΑ ΚΑΙ ΠΛΑΓΚΤΟΝ

Το ζωπλαγκτόν και το ιχθυοπλαγκτόν μπορεί να έλκονται από τα φώτα που σχετίζονται με υπεράκτιες δομές (Victor, 1991). Οι εκπομπές φωτός από τις δραστηριότητες για τους υδρογονάνθρακες είναι πιθανό να έχουν αμελητέες επιπτώσεις για τις πλαγκτονικές κοινότητες λόγω του μικρού εύρους της θαλάσσιας περιοχής που επηρεάζεται. Οι υπεράκτιες πλατφόρμες προσελκύουν ψάρια, επειδή παρέχουν στέγη και τροφή με τη μορφή των επικαθήμενων οργανισμών (Galloway & Lewbel, 1982; Wilson et al, 2003, 2005). Η πυκνότητα των ψαριών γύρω από πλατφόρμες ήταν 10 φορές μεγαλύτερη από ό, τι σε ανοικτά νερά. Αυτή η «επίδραση τεχνητού υφάλου» θεωρείται γενικά ως θετική επίδραση.

### 6.2.3 ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Οι πιο σημαντικές απορρίψεις κατά τη διάρκεια των εξερευνητικών γεωτρήσεων είναι τα αποκόμματα των πετρωμάτων και τα υγρά γεώτρησης (Engelhard et al., 1989; Dulfer, 1999; Hartley et al., 2003.). Τα αποκόμματα αποτελούν θρυμματισμένα τμήματα ιζηματογενών πετρωμάτων, που παράγονται από το γεωτρύπανο καθώς διεισδύει εντός των εδαφικών στρωμάτων. Έχουν μια γωνιακή διαμόρφωση, γεγονός που τα ξεχωρίζει από τα στρογγυλεμένα αποκόμματα των φυσικών ιζημάτων, και αποτελούν πιθανό τρόπο εισαγωγής των μετάλλων, των υδρογονανθράκων και των υγρών γεώτρησης στα ύδατα (Wills, 2000; Kloff and Wicks, 2004). Τα υγρά γεώτρησης είναι μίγματα φυσικών αργίλων και πολυμερών και άλλων αιωρούμενων υλικών στο νερό ή σε κάποιο άλλο υλικό πετρελαίου. Η απόρριψη των υγρών γεώτρησης στη θάλασσα απαγορεύεται στις Ηνωμένες Πολιτείες,

ενώ σε άλλα μέρη του κόσμου χρησιμοποιούνται ευρέως. Κατά τη διάρκεια της γεώτρησης, ένας μηχανικός λάσπης ελέγχει συνεχώς το υγρό γεώτρησης και προσαρμόζει τη σύνθεσή του, ώστε να παρέχει εντός φρέατος, επαρκής συνθήκες ψύξης και λίπανσης του γεωτρήσανου, καθώς και να οδηγεί τα αποκόμματα των σχηματισμών προς την πλατφόρμα για αφαίρεσή των.

Οι λάσπες γεωτρήσεων εκπληρώνουν αρκετές λειτουργίες και επειδή χρησιμοποιούνται σε μια μεγάλη ποικιλία σχηματισμών, η σύνθεσή τους διαφοροποιείται από μέρος σε μέρος, και κατά την αλλαγή βαθών μέσα στο ίδιο φρεάτιο. Οι τρεις βασικοί τύποι λάσπης γεώτρησης που χρησιμοποιούνται είναι : λάσπες αφαλάτωσης, λάσπες με βάση το πετρέλαιο, και συνθετικές λάσπες (SMS). Στην περίπτωση των λασπών αφαλάτωσης, το υγρό βάσης σε αυτές τις λάσπες είναι το νερό, και θεωρούνται ότι είναι οι πιο ευνοϊκές για το περιβάλλον. Χρησιμοποιούνται συνήθως όταν ανοίγονται τα κορυφαία τμήματα του φρεατίου. Ειδικά διαμορφωμένες λάσπες με βάση το πετρέλαιο αναπτύχθηκαν για τις περιπτώσεις όπου λάσπες με βάση το νερό γεώτρησης δεν θα μπορούσαν να παράσχουν αρκετή λίπανση ή άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Συνήθως, αυτό συμβαίνει όταν απαιτείται κατευθυνόμενη ή παρεκκλίνουσα γεώτρηση, στην οποία το τρυπάνι μπορεί να κατευθύνεται προς το βυθό, έτσι ώστε το φρεάτιο να αποκλίνει από την κατακόρυφο κατά μία ελεγχόμενη γωνία. Ωστόσο, αυτές οι λάσπες καταργήθηκαν λόγω της έντονης τοξικότητάς τους προς το περιβάλλον. Τέλος, στις λάσπες SMS, τα υγρά βάσης συντίθενται από μια ποικιλία μη πετρελαϊκών προϊόντων. Ωστόσο, και αυτές οι λάσπες σταδιακά καταργούνται. Ο κίνδυνος για το περιβάλλον των λασπών γεώτρησης συνδέεται, κυρίως, με την παρουσία των λιπαντικών υλικών στη σύνθεσή τους. Αυτές οι λιπαντικές ουσίες έχουν συνήθως μια βάση υδρογονάνθρακα. Είναι αναγκαίες για την πραγματοποίηση αποτελεσματικών γεωτρήσεων, ιδίως στην περίπτωση των παρεκκλινουσών γεωτρήσεων ή των γεωτρήσεων μέσα από συμπαγή βράχο. Τα λιπαντικά προστίθενται στα υγρά γεώτρησης είτε από την αρχή ως μέρος των αρχικών σκευασμάτων ή κατά τη διαδικασία της γεώτρησης, όταν υπάρχει τέτοια λειτουργική ανάγκη. Και στις δύο περιπτώσεις, οι απορρίψεις των χρησιμοποιημένων λασπών γεωτρήσεων περιέχουν σημαντικές ποσότητες σχετικά σταθερών και τοξικών ενώσεων υδρογονανθράκων και ένα ευρύ φάσμα πολλών άλλων ουσιών. Για τη διαμόρφωση και την τροποποίηση των λασπών χρησιμοποιούνται πολλές ουσίες που περιλαμβάνουν γαλακτωματοποιητές, λιπαντικά, παράγοντες διαβροχής, αναστολείς διάβρωσης, τασιενεργά, απορρυπαντικά, καυστική σόδα, άλατα και οργανικά πολυμερή.

Επιπρόσθετα, οι λάσπες γεωτρήσεων αποτελούνται από πηκτωματοποιητικούς και κροκιδωτικούς παράγοντες (πηλούς μπεντονίτη), παράγοντες ελέγχου διήθησης, ουσίες ελέγχου pH και ιόντων, βιοκτόνα, αναστολείς διάβρωσης, λιπαντικά, παράγοντες αφρισμού, και ιχνοστοιχεία βαρέων μετάλλων (όπως αρσενικό, βάριο, χρώμιο, κάδμιο, μόλυβδος και υδράργυρος) τα οποία μπορούν να διατηρηθούν αμετάβλητα στο θαλάσσιο περιβάλλον (James G. Speight).

#### *6.2.3.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ*

Τα ρευστά των γεωτρήσεων και τα αποκόμματα συσσωρεύονται στο θαλάσσιο πυθμένα, οδηγώντας σε αλλαγές σχήματος, μεγέθους κόκκων, συγκεντρώσεων βαρίου και πιθανά των συγκεντρώσεων άλλων μετάλλων (National Research Council, 1983; Boothe and Presley, 1989; Hinwood et al., 1994). Αυτές οι αλλαγές, αρχικά συγκεντρώνονται σε λίγες εκατοντάδες μέτρα γύρω από τη θέση κάθε φρεατίου και μπορεί να παραμείνουν εκεί για αρκετά χρόνια (Continental Shelf Associates, Inc., 2006). Παρόλο όμως που διαλύονται πού αργά και αυξάνεται η επιρροή τους στη στήλη ύδατος, οι συγκεντρώσεις αυτές δεν είναι αρκετές για να επηρεάσουν τοξικά τους θαλάσσιους οργανισμούς (Boothe and Presley, 1989).

#### *6.2.3.2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ*

Οι απορρίψεις ρευστών και τεμαχίων γεώτρησης θα παράγουν ένα ορατό θύσανο που θα κινηθεί με τα ρεύματα, όσο αυτά τα υλικά αραιώνονται και εγκαθίστανται στο βυθό της θάλασσας. Σε γενικές γραμμές, θολό νερό μπορεί να εκτείνεται από μερικές εκατοντάδες μέτρα και αρκετά χιλιόμετρα κατά μήκος των ρευμάτων από το σημείο απόρριψης και παραμένουν για αρκετές ώρες μετά από κάθε μαζική απόρριψη. Οι μελέτες έχουν δείξει μείωση της διαύγειας του νερού μέσα σε λίγες εκατοντάδες μέτρα μέχρι περίπου 2 χλμ. από τα θαλάσσια γεωτρήματα κατά τη διάρκεια της απόρριψης των ρευστών της γεώτρησης (Ayers et al, 1980a, b; Ray and Meek, 1980). Η διασπορά ώστε οι συγκεντρώσεις να φθάσουν σε επίπεδα υποβάθρου συνήθως απαιτεί αρκετά λεπτά έως αρκετές ώρες (Neff, 1987).

#### *6.2.3.3 ΒΕΝΘΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ*

Τα αποκόμματα των σχηματισμών απορρίπτονται συνεχώς και επί τόπου, ενώ τα υγρά γεώτρησης, επαναχρησιμοποιούνται και απορρίπτονται αργότερα σε οποιοδήποτε σημείο στο μέρος όπου πραγματοποιείται η γεώτρηση. Αυτές οι απορρίψεις μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση στην επιφάνεια, ενώ τα χημικά συστατικά του πετρελαίου μπορούν να προκαλέσουν οξείες τοξικές επιδράσεις και μακροπρόθεσμες περιβαλλοντικές

επιπτώσεις. (Payne et al., 1989; Clark, 1999; Hartley et al., 2003) Αλλαγές στις βενθικές κοινότητες (μείωση της ποικιλότητας των ειδών κοντά στις εξέδρες, με ευκαιριακά είδη που κυριαρχούν στην βιομάζα) είναι δυνατές σε περιοχές γύρω από τις υπεράκτιες εγκαταστάσεις. Η διάθεση στον ωκεανό των μολυσμένων με πετρέλαιο και χημικά αποκομμάτων των σχηματισμών στην άμεση γεινίαση των εγκαταστάσεων, επηρεάζουν τις βενθικές κοινότητες γύρω από αυτές, επιβάλλοντάς τους ανοξία και τοξικές μολύνσεις.

#### 6.2.3.4 ΠΛΑΓΚΤΟΝ ΚΑΙ ΨΑΡΙΑ

Οι απορρίψεις των ρευστών γεώτρησης και τα τεμάχια είναι πιθανό να έχουν υψηλή επίδραση στο πλαγκτόν και τα ψάρια λόγω της υψηλής τοξικότητάς τους (National Research Council, 1983; Neff, 1987; Hinwood et al, 1994). Ως εκ τούτου, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα τοξικών επιδράσεων σε ψάρια ή άλλους οργανισμούς της στήλης του νερού.

#### 6.2.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ

Το παραγόμενο νερό, συμπεριλαμβανομένου του νερού έγχυσης και των χημικών που χρησιμοποιούνται για την τόνωση της παραγωγής αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου, αποτελεί την κύρια πηγή πετρελαϊκής ρύπανσης γύρω από τις περιοχές των υπεράκτιων εγκαταστάσεων (EEA, 2008). Ιδιαίτερης σπουδαιότητας αποτελεί το γεγονός, ότι καθώς το κοίτασμα πετρελαίου εξαντλείται, η αναλογία του παραγόμενου νερού έναντι του πετρελαίου αυξάνεται σημαντικά, με το πρώτο να αποτελεί το επικρατέστερο στοιχείο, αυξάνοντας ταυτόχρονα την ένταση του όγκου του απαιτούμενου νερού αποφόρτισης και την αύξηση της δυσκολίας διαχείρισής του. Το παραγόμενο νερό μπορεί (αλλά γενικά συμβαίνει) να περιέχει ανόργανα άλατα, διαλυμένα άλατα και οργανικές ενώσεις, υδρογονάνθρακες πετρελαίου, ίχνη μετάλλων, εναιωρήματα, και πολλές άλλες ουσίες που είναι συστατικά του νερού σχηματισμού από τη δεξαμενή. Επιπρόσθετα, μπορεί να περιλαμβάνει και βαρέα μέταλλα (όπως υδράργυρος, κάδμιο, ψευδάργυρος, χρώμιο, και χαλκός), βιοκτόνα, διαβρωτικοί αναστολείς, αναστολείς της κλίμακας, απορρυπαντικά, γαλακτωματοποιητές, και προσροφητικά οξυγόνου, τα οποία δημιουργούν μια μεγάλη ποικιλία τοξικολογικών επιδράσεων (Connell and Miller, 1981; Neff et al., 1987; Speight and Arjoon, 2012). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν αξιολογηθεί σε διάφορες μελέτες. Οι μελέτες έχουν καταδείξει τη συσσώρευση των ρυπογόνων παραγόντων που εμπεριέχονται

στο παραγόμενο νερό στα ιζήματα γύρω από τις εγκαταστάσεις διάθεσης, αλλά με περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Neff, 2002; OGP, 2005). Τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων του οικολογικού κινδύνου και των κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία δείχνουν ότι τα συστατικά του παραγόμενου νερού εμφανίζουν πολύ ελάχιστο, και ενδεχομένως κανένα, τοξικολογικό κίνδυνο για το βιόκοσμο ή για τους ανθρώπους που καταναλώνουν ψάρια ή οστρακώδη από την περιοχή (Continental Shelf Associates, Inc., 1997). Τα επιδιορθωτικά και πληρωτικά ρευστά (κατάλοιπα) αναμένεται να αραιώνονται γρήγορα και επομένως να ασκούν ελάχιστη ή καμία επίδραση στην ποιότητα του νερού. Στην ανοικτή θάλασσα, αυτές οι απορροές θα αραιωθούν γρήγορα στις περιβαλλοντικές συγκεντρώσεις και συνθήκες υποβάθρου μέσα σε μερικές δεκάδες μέτρων από το σημείο διάθεσης. Τα υγειονομικά και εσωτερικά απόβλητα από τις επανδρωμένες εγκαταστάσεις παραγωγής και τα σκάφη υποστήριξης μπορούν να έχουν επιπτώσεις στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων στερεών, των θρεπτικών αλάτων, και του χλωρίου, καθώς επίσης να προκαλούν αύξηση της βιοχημικής απαίτησης οξυγόνου (BOD).

Κατά τη διάρκεια της γεώτρησης και παραγωγής υπεράκτιων φρεατίων πετρελαίου και φυσικού αερίου, μια μεγάλη ποικιλία υγρών, στερεών και αέριων αποβλήτων παράγονται επάνω στην πλατφόρμα, τα περισσότερα από τα οποία απορρίπτονται επί τόπου στη θάλασσα. Περιλαμβάνουν αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο, συμπυκνωμένα προϊόντα πετρελαίου, αέρια απόβλητα και νερό που παράγεται από ιζηματογενή πετρώματα. Η αποστράγγιση του νερού από μια πλατφόρμα γεώτρησης περιλαμβάνει υγρά γεώτρησης, πετρέλαιο, και μικρές ποσότητες βιομηχανικών χημικών προϊόντων. Τα φρεάτια εξερεύνησης παράγουν γενικά, σύντομες λειτουργικές απορρίψεις, σε σύγκριση με τις εγκαταστάσεις παραγωγής. Κατά τη διάρκεια των εξερευνητικών γεωτρήσεων, επαναχρησιμοποιημένα υγρά γεώτρησης απορρίπτονται στον ωκεανό, και μάλιστα σε ανεξέλεγκτες ποσότητες και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Οι απορρίψεις από τις υπεράκτιες εγκαταστάσεις συμβαίνουν κυρίως μέσω του παραγόμενου νερού και σε μικρότερο βαθμό από τις διαρροές και τα μολυσμένα από γεωτρητική λάσπη αποκόμματα των σχηματισμών. Σε ό,τι αφορά στην ευθεία απόρριψη των σχετικών με το πετρέλαιο αποβλήτων, θεωρείται ότι οι επιδράσεις στο περιβάλλον θα είναι περιορισμένες και βραχυπρόθεσμες, καθώς επικρατεί η άποψη ότι το αργό πετρέλαιο αποδομείται σχετικά γρήγορα και χάνει τις τοξικές του ιδιότητες.



### 6.2.5 ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

Μεγάλες ποσότητες παραγόμενου νερού, λασπών γεωτρήσεων και αποκομμάτων γεώτρησης, καθώς και οι απορρίψεις εκτοπισθέντος νερού αποθήκευσης και του έρματος είναι η πηγή των τακτικών και μακροπρόθεσμων επιπτώσεων της υπεράκτιας βιομηχανίας στο θαλάσσιο περιβάλλον. Εκτός από αυτές τις απορρίψεις, μερικές φορές υπάρχει η ανάγκη έκτακτων απορρίψεων ρύπων, κατά τη διάρκεια κάποιων εργασιών. Τέτοιες εργασίες συγκεκριμένα, είναι η κατασκευή, οι υδροστατικές δοκιμές, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, και η συντήρηση των συστημάτων αγωγών. Οι απορρίψεις αγωγών συνήθως περιέχουν αναστολείς διάβρωσης και κλιμάκωσης, βιοκτόνα, συλλέκτες οξυγόνου, και άλλους παράγοντες. Παρόμοιες καταστάσεις προκύπτουν κατά τη διάρκεια άλλων τεχνολογικών και συντήρησης δραστηριοτήτων. Τέτοιες εργασίες αποτελούν οι διαδικασίες καθαρισμού και αντιδιάβρωσης, αποφόρτιση των ερμάτων νερού από τις δεξαμενές αποθήκευσης υδρογονανθράκων, αλλά και την επισκευή φρεατίου, λειτουργίες εντός φρεατίου, αντικατάσταση του εξοπλισμού, και άλλα. Αυτές οι υδατικές απορρίψεις συχνά περιέχουν δραστικές επιφανειακές ουσίες, όπως λιγνοσουλφονικά παράγωγα, λιγνίτη, σουλφο-μεθυλιωμένες τανίνες, και πολλές άλλες χημικές ουσίες. Τα κομμάτια στερεών τα οποία απορρίπτονται στη θάλασσα κατά λάθος, όπως ράβδοι συγκόλλησης, κάδοι, κομμάτια από σωληνώσεις κλπ., μοιραία εποίκίζονται από επίφυτα. Επίσης, όταν καταλήγουν στον βυθό αλλάζουν τοπικά την μορφολογία του και προσελκύουν τα ψάρια λόγω του σχήματός τους, με αποτέλεσμα κάποια επίδραση στις βενθικές βιοκοινωνίες (Shinn et al., 1993). Η επίδραση αυτή περιορίζεται σε απόσταση λίγων δεκάδων μέτρων από το φρεάτιο. Είναι γνωστό ότι τα απορρίμματα στη θάλασσα έχουν αρνητικές επιδράσεις στα θαλάσσια θηλαστικά, στις θαλάσσιες χελώνες και στα θαλασσοπούλια. Τα θαλάσσια θηλαστικά πολύ συχνά μπλέκονται μέσα στα απορρίμματα ή καταπίνουν κομμάτια στερεών απορριμμάτων, όπως αυτά που απορρίπτονται στη θάλασσα από τις εργασίες εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου (Laist, 1996). Τα στερεά απορρίμματα στη θάλασσα αποτελούν έναν από τους κινδύνους που απειλούν την κατάσταση των πληθυσμών των πτεροφαλαινών και των φυσητήρων (National Marine Fisheries Service, 1991, 2006). Ομοίως και οι πληθυσμοί των θαλάσσιων χελωνών απειλούνται από ενδεχόμενη κατάποση ή/και εμπλοκή των σωμάτων τους σε στερεά απορρίμματα που απορρίπτονται τυχαία στο θαλάσσιο περιβάλλον (National Research Council, 1990).

## 6.2.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ

Τέσσερις κύριες πηγές συμβάλλουν στις εκπομπές CO<sub>2</sub> από την πετρελαϊκή βιομηχανία:

- Καυσάερια από κινητήρες, ανεμογεννήτριες και θερμαντήρες
- Καύση φυσικού αερίου
- Δοκιμές φρεατίων
- Άλλες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, όπως CO<sub>2</sub> από δραστηριότητες βελτιωμένης ανάκτησης πετρελαίου (EOR) (Frenier, W.W. and Ziauddin, M. 2013).

Η σύγχρονη εφαρμοζόμενη τεχνολογία για την παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου από διάφορες εγκαταστάσεις οδηγεί σε τρεις κύριους τύπους εκπομπών αερίων, και συγκεκριμένα:

Αέρια καύσης που αποτελούνται από διοξείδιο του άνθρακα και μικρές ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα, υποξείδιο του αζώτου, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, και μεθάνιο και πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs). Οι υδρογονάνθρακες που αποτελούνται από μεθάνιο και κυρίως αλειφατικούς VOCs εξαερίζονται προς την ατμόσφαιρα ή διαφεύγουν από τις διεργασίες υδρογονανθράκων μέσω ανεξέλεγκτων εκπομπών. Εκλύσεις χλωροφθορανθράκων και άλλων χλωροφθορανθράκων (CFC), αέρια που προέρχονται από τα συστήματα πυρόσβεσης και ψύξης (Husdal, G. 1994).

Ορισμένα από τα αέρια εκπομπών αποδομούνται στην ατμόσφαιρα σχηματίζοντας δευτερογενείς ρύπους. Τα προϊόντα αποδόμησης και μετατροπών των πρωτογενών ρύπων σε δευτερογενείς είναι σημαντικά υπό το πρίσμα διεργασιών όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η οξίνιση του ωκεανού. Ωστόσο, οι εκπομπές αερίων ρύπων από τις πλατφόρμες αναμένεται να αραιώνονται και να διασπείρονται γρήγορα στην ατμόσφαιρα των ανοικτών θαλάσσιων περιοχών. Ειδικότερα, λόγω της απόστασης και των διεργασιών διασποράς και αραιώσης, δεν αναμένεται να υπάρξει επίδραση στην ατμόσφαιρα των παράκτιων και ηπειρωτικών περιοχών.

## 6.2.7 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΣΚΑΦΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

### 6.2.7.1 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ

Αν και όλα τα μεγέθη και οι τύποι πλοίων μπορούν να συγκρουστούν με κητώδη, τα περισσότερα θανατηφόρα χτυπήματα έχουν προκληθεί από μεγάλα (μεγαλύτερα από 80μ) και γρήγορα (πιο γρήγορα από 14 κόμβους) πλοία (Laist et al., 2001) που προκαλούν είτε απευθείας το θάνατο, η σοβαρούς τραυματισμούς που ενδέχεται ακόμα και μετά από χρόνια να οδηγήσουν στο θάνατο. Επομένως τα χτυπήματα από πλοία είναι μια σημαντική απειλή που επιδρά στην κατάσταση των πληθυσμών των φυσητήρων (National Marine Fisheries Service, 1991, 2006). Οι Φυσητήρες είναι ευάλωτοι καθώς περνούν σημαντικά χρονικά διαστήματα στην επιφάνεια της θάλασσας ανάμεσα στις βαθιές καταδύσεις τους (Jaquet et al., 1998). Συχνά τα ζώα αυτά πλησιάζουν τόσο τα σκάφη και τραυματίζονται από τις προπέλες τους (National Marine Fisheries Service, 2006). Επίσης παρατηρείται ότι οι περισσότερες συγκρούσεις συμβαίνουν στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, περιοχή που χρησιμοποιείται τόσο από τα πλοία όσο και από πολλά είδη κητωδών (Dolman et al., 2006). Από τις 58 συγκρούσεις που μελετήθηκαν από τους Laist et al. (2001), περίπου το 90% (οι 53) συνέβησαν είτε στην υφαλοκρηπίδα ή στο άκρο αυτής όπου η κλίση είναι πολύ έντονη, περιοχή όπου συναντάμε συχνά είδη όπως φυσητήρες και Ζιφιούς. Επίσης, οι περιοχές που συναθροίζονται τα θηλυκά με τα νεογέννητα και μικρά τους για να τα φροντίσουν και να τα θηλάσουν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σημεία που τα ζώα αυτά κινδυνεύουν περισσότερο να συγκρουστούν με πλοία (Dolman et al., 2006). Η σπάνια και κρισίμως κινδυνεύουσα Μεσογειακή φώκια είναι παρούσα στα παράκτια νερά του Ιονίου, κυρίως στην περιοχή του εσωτερικού

Ιονίου. Επομένως, και ο κίνδυνος σύγκρουσης με σκάφη και μεγαλύτερα πλοία είναι υπαρκτός όταν αυτά κινούνται σε περιοχές μέχρι τα 200μέτρα βάθος κοντά στην ακτογραμμή, που περιλαμβάνουν το ενδιαίτημα της φώκιας. Συγκεκριμένα η περιοχή την οποία αφορά αυτή η μελέτη, κυρίως στον Πατραϊκό Κόλπο η βαθυμετρία δεν ξεπερνά τα 500 μέτρα, ενώ στο Κατάκολο συνορεύει με τη Ζάκυνθο όπου υπάρχουν καταγεγραμμένα πολλά άτομα φωκιών. Η πιθανότητα σύγκρουσης των πλοίων με τις θαλάσσιες χελώνες είναι σημαντική καθώς ο τραυματισμός ή θανάτωση Θαλασσίων χελωνών από σκάφη είναι βασική απειλή για τους πληθυσμούς των θαλασσίων χελωνών (National Research Council, 1990). Ο κίνδυνος όμως είναι παρόμοιος με τον υπάρχον από την παρούσα κίνηση σκαφών

στην περιοχή ενώ τα ζώα αυτά κινδυνεύουν περισσότερο από τα ταχύπλοα σκάφη καθώς λόγω των μεγάλων ταχυτήτων που αναπτύσσουν αυτά σε μικρό χρόνο, οι χελώνες δεν προλαβαίνουν να απομακρυνθούν. Μελέτες αποδεικνύουν ότι οι χελώνες περνάνε περίπου 10% του χρόνου τους στην επιφάνεια της (Byles, 1989; Lohofener et al., 1990; Keinath and Musick, 1993; Keinath et al., 1996).

#### 6.2.7.2 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΛΙΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Δεν υπολογίζονται σημαντικές επιπτώσεις σε αλιευτικές ή ακτοπολιτικές δραστηριότητες. Κάθε ενόχληση προς την τοπική κίνηση σκαφών από τις επιχειρήσεις υποστήριξης μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με την ενημέρωση των Ελληνικών λιμενικών αρχών για τη προτεινόμενη τοποθεσία γεώτρησης, τη βάση υποστήριξης και την συχνότητα κίνησης των σκαφών υποστηρικτικών εργασιών.

#### 6.2.8 ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Κατά τη διάρκεια της απεγκατάστασης των δομών, απομακρύνονται οι εγκαταστάσεις των εξεδρών όπου τυπικά κόβονται τα πόδια από τις πλατφόρμες στο επίπεδο του βυθού ώστε να μην προεξέχουν από το βυθό (MMS, 2005a). Δεν είναι γνωστό αν θα χρησιμοποιούνταν εκρηκτικές ύλες για την απομάκρυνση των εγκαταστάσεων. Για τους αγωγούς η πιο κοινή διεθνής πρακτική είναι να αφήνονται στο πεδίο (Scandpower Risk Management Inc., 2004). Πριν εγκαταλειφθούν, οι αγωγοί καθαρίζονται μέχρι να είναι μη ανιχνεύσιμα τα επίπεδα των υδρογονανθράκων. Γενικά, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις εγκατάλειψης των αγωγών είναι ασήμαντες σε σύγκριση με την απομάκρυνση τους, όπως είναι για παράδειγμα οι εκπομπές και η διατάραξη του πυθμένα (Scandpower Risk Management Inc., 2004). Αν χρησιμοποιηθούν εκρηκτικές ύλες για την απομάκρυνση των εξεδρών θα υπάρξουν επιπτώσεις σε ψάρια, θαλάσσια θηλαστικά και χελώνες (Klima et al., 1988; Viada et al., 2008). Από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν κατά την απομάκρυνση εξεδρών στον Κόλπο του Μεξικού με χρήση εκρηκτικών, υπολογίστηκε ότι περίπου 2000 με 6000 ψάρια σκοτώθηκαν (Gitschlag et al., 2000). Επίσης έχουν καταγραφεί τραυματισμοί και θάνατοι θαλασσιών θηλαστικών και χελωνών (Klima et al., 1988; Gitschlag et al., 2000). Θεωρείται ότι αν χρησιμοποιηθούν εκρηκτικά θα χρειαστεί σχεδιασμός που θα περιλαμβάνει παρακολούθηση για την παρουσία των θαλασσιών θηλαστικών πριν από κάθε τέτοια

επιχείρηση. Τέτοια παρακολούθηση είναι μια δεδομένη βιομηχανική διαδικασία για την αποφυγή κάθε επίπτωσης σε θαλάσσια θηλαστικά και χελώνες (Klima et al., 1988; Gitschlag et al., 2000).

### **6.3 ΕΚΤΑΚΤΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ**

Τα ατυχήματα συνοδεύουν αναπόφευκτα την υπεράκτια ανάπτυξη και τέτοια ατυχήματα είναι οι πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος σε όλα τα στάδια παραγωγής του αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου. Τα αίτια, η κλίμακα, και η σοβαρότητα των συνεπειών τέτοιων ατυχημάτων είναι ρευστή και, σε κάποιο βαθμό, κάθε τυχαία κατάσταση εξελίσσεται σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο σενάριο προσαρμοσμένο στην εκάστοτε τοποθεσία. Παρ'όλα αυτά, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα τυχαία επεισόδια είναι ιδιαίτερα σοβαρές, μερικές φορές δραματικές, όταν συμβαίνουν κοντά στην ακτή, σε ρηχά νερά, ή σε περιοχές με αργή κυκλοφορία νερού (R.C. Visser).

#### **6.3.1 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ**

Οι κύριοι κίνδυνοι που μπορεί να οδηγήσουν στην πλήρη απώλεια ή καταστροφή μιας υπεράκτιας εγκατάστασης είναι :

- Κατάρρευση μιας πλατφόρμας εξαιτίας καταιγίδας, σεισμού, αποτυχία θεμελίωσης, διάβρωση
- Πυρκαγιά ή/και έκρηξη που οφείλεται σε διαταραχές της διαδικασίας ή σε βλάβες του εξοπλισμού
- Εκρήξεις κατά τη διάρκεια της γεώτρησης ή των εργασιών φρεατίου.

#### **6.3.2 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ**

- Θάνατος ή/και τραυματισμός του προσωπικού
- Απώλεια ή ολική καταστροφή των εγκαταστάσεων
- Ρύπανση του περιβάλλοντος με μη αναστρέψιμες συνέπειες γι' αυτό

### 6.3.3 ΔΙΑΡΡΟΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Ατυχήματα που οδηγούν σε μεγάλες πετρελαιοκηλίδες που αφορούν υπεράκτιες εγκαταστάσεις πετρελαίου μπορούν να προκληθούν από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες. Εκρήξεις φρεατίων ή ρήξη αγωγών είναι τα πιο γνωστά παραδείγματα. Μια έκρηξη (και ταυτόχρονη απώλεια ελέγχου) μπορεί να πραγματοποιηθεί εάν ένα γεωτρύπανο συναντήσει μια ποσότητα υποθαλάσσιου αργού πετρελαίου ή / και φυσικού αερίου κάτω από υπερβολική πίεση κάτω από τις γεωλογικές στρώσεις ή όταν λάθη προκληθούν από τεχνικές βλάβες. Συνοδεύονται από απότομη εκτίναξη υγρών και αερίων υδρογονανθράκων. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξαιτίας της διαρροής του πετρελαίου, διαφέρουν και εξαρτώνται από την ποσότητα της διαρροής, τις μετεωρολογικές και ωκεανογραφικές συνθήκες της περιοχής, καθώς και από τα μέτρα αντιμετώπισης που ακολουθούνται. Η διαρροή πετρελαίου επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του νερού, αφού αυξάνει την ποσότητα των υδρογονανθράκων στη στήλη ύδατος. Ταυτόχρονα, επηρεάζεται και η ποιότητα του αέρα, καθώς μέσω του φαινομένου της εξάτμισης ελευθερώνονται πτητικοί υδρογονάνθρακες στην ατμόσφαιρα. Αρνητικά επηρεάζεται και η ποιότητα των ιζημάτων, καθώς το πετρέλαιο έχει την ιδιότητα δημιουργίας γαλακτωμάτων τα οποία σταδιακά βυθίζονται και κατακάθονται στο βυθό. Στην περίπτωση που το ατύχημα γίνει κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, αναμένονται επιπτώσεις και στις βενθικές βιοκοινωνίες, καθώς θα γίνει ανατάραξη και επαναιώρηση των ιζημάτων σε μια ακτίνα περίπου 300m (MMS, 2007b). Το πετρέλαιο είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο για τους θαλάσσιους πληθυσμούς και τις βιοκοινωνίες λόγω της τοξικότητάς του. Μελέτες πετρελαιοκηλίδων στο Σαρωνικό κόλπο υπέδειξαν οξείες και μακροχρόνιες τοξικές δράσεις στους βενθικούς οργανισμούς (Bocquené et al, 2004). Οι επιδράσεις αυτές συνίστανται σε αποσταθεροποίηση των βιοκοινωνιών, σε θνησιμότητα ή ακόμη και σε εξαφάνιση κάποιων σε υψηλά επιβαρυμένες τοποθεσίες (Teal & Howarth, 1984, Penela-Arenaza et al, 2009). Μελέτες σε περιστατικά πετρελαιοκηλίδων δεν δείχνουν σημαντικές επιπτώσεις στο φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν (Batten et al, 1998, Varela et al., 2006). Η τοξικότητα του πετρελαίου στα ψάρια διαφέρει ανάλογα με το είδος, τον τύπο και την γήρανση του πετρελαίου. Η πρόσληψη πετρελαϊκών υδρογονανθράκων από τα βράγχια και το δέρμα ή μέσω της τροφής μπορεί να επιφέρει μεταβολές στην φυσιολογία τους με δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία, επιβίωση και αναπαραγωγή, ωστόσο τα ψάρια μεταβολίζουν τους περισσότερους πετρελαϊκούς υδρογονάνθρακες με γρήγορους ρυθμούς και αν δεν συνεχίσουν να εκτίθενται σε αυτούς μπορούν να τους αποβάλουν σε διάστημα

εβδομάδων ή μηνών (Malins & Hodgins 1983, Niimi & Palazzo 1986). Τα θαλασσοπούλια και τα θαλάσσια θηλαστικά διατρέχουν πολύ υψηλό κίνδυνο από πετρελαιοκηλίδες, καθώς έχουν συνεχή επαφή με την επιφάνεια της θάλασσας (National Research Council 2002, Loughlin, 1994). Οι δυσμενείς επιπτώσεις πετρελαιοκηλίδων στις φώκιες οφείλονται στην επικάλυψη του δέρματος από πετρέλαιο, την αναπνοή τοξικών πτητικών υδρογονανθράκων και την κατάποση πετρελαίου, είτε σχετίζονται με δυσμενείς επιδράσεις σε είδη λείας και ενδιαίτηματα αυτών. Ωστόσο, τα υπάρχοντα διεθνή δεδομένα δεν δείχνουν σημαντικές επιδράσεις της πετρελαϊκής ρύπανσης σε επίπεδο πληθυσμού (St. Aubin, 1990), αν και οι μελέτες παρακολούθησης μετά από περιστατικά πετρελαιοκηλίδων είναι περιορισμένες. Τα δελφίνια μπορούν να δουν το πετρέλαιο στην επιφάνεια του νερού και να το αποφύγουν, οπότε δεν θεωρούνται ιδιαίτερα ευάλωτα στις πετρελαιοκηλίδες (Geraci, 1990). Το μέγεθος της θνησιμότητας των πτηνών λόγω μιας πετρελαιοκηλίδας εξαρτάται από το μέγεθος των πληθυσμών των πουλιών, την θηρευτική τους συμπεριφορά, από το αν οι πληθυσμοί είναι συγκεντρωμένοι ή διεσπαρμένοι την περίοδο που συμβαίνει το ατύχημα και την ποσότητα του πετρελαίου, καθώς και την επιμονή της (NRC 1985). Η επαφή με την πετρελαιοκηλίδα μπορεί να σκοτώσει τα πουλιά αφαιρώντας την μονωτική ικανότητα από τα φτερά τους (προκαλώντας τους υποθερμία) και μέσω τοξικολογικών επιδράσεων μετά από κατάποση (Peakall et al., 1982). Σε περίπτωση όπου η πετρελαιοκηλίδα φτάσει στην παράκτια ζώνη της περιοχής οι αποδράσεις είναι πολύ δυσμενείς. Επηρεάζονται αρνητικά οι παράκτιες κοινωνίες, η αναψυχή και ο τουρισμός, καθώς και οι προστατευόμενες περιοχές.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται σε συγκεντρωτικό πίνακα όλες οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αναλύθηκαν παραπάνω, σε φάση κατασκευής, λειτουργίας και έκτακτου περιστατικού.

Πίνακας 6-1 Πίνακας περιβαλλοντικών επιπτώσεων στη φάση κατασκευής, λειτουργίας και έκτακτου γεγονότος

Δραστηριότητα	Ιζήματα	Ποιότητα αέρα	Ποιότητα νερού	Πλαγκτόν	Ψάρια	Βαθύαλα κοράλλια	Χημειοσυνθετικές κοινότητες	Βενθικές κοινότητες	Θαλάσσια θηλαστικά	Θαλάσσιες χελώνες	Παράκτιοι οικότοποι	Προστατευόμενες περιοχές	Αλιεία	Ναυάγια	Αναψυχή και τουρισμός	Παράκτιες κοινότητες	Εργατικό δυναμικό
	Φάση κατασκευής																
Ρυμούλκηση ή αυτομεταφορά εξοπλισμού στην περιοχή																	
Θεμελίωση εξέδρας																	
Μόνιμη αγκύρωση εξέδρας																	
Ενταφιασμός αγωγών και καλωδίων																	
Κυκλοφορία σκαφών στήριξης																	



Δραστηριότητα	Ιζήματα	Ποιότητααέρα	Ποιότητα νερού	Πλαγκτόν	Ψάρια	Βαθύαλα κοράλλια	Χημειοσυνθετικές κοινότητες	Βενθικές κοινότητες	Θαλάσσια θηλαστικά	Θαλάσσιες χελώνες	Παράκτιοι οικότοποι	Προστατευόμενες περιοχές	Αλιεία	Ναυάγια	Αναψυχή και τουρισμός	Παράκτιες κοινότητες	Εργατικό δυναμικό	
	Φάση λειτουργίας																	
Γεώτρηση πηγαδιών																		
Απόρριψη λάσπης και τεμαχίων γεώτρησης																		
Απόρριψη παραγόμενου ύδατος																		
Απορρίψεις συντήρησης αγωγών																		
Στερεά απορρίμματα																		
Εκπομπές αέριων ρύπων																		
Κυκλοφορία σκαφών στήριξης																		

Δραστηριότητα	Ιζήματα	Ποιότητααέρα	Ποιότητα νερού	Πλαγκτόν	Ψάρια	Βαθύαλα κοράλλια	Χημειοσυνθετικές κοινότητες	Βενθικές κοινότητες	Θαλάσσια θηλαστικά	Θαλάσσιες χελώνες	Παράκτιοι οικότοποι	Προστατευόμε-νες περιοχές	Αλιεία	Ναυάγια	Αναψυχή και τουρισμός	Παράκτιες κοινότητες	Εργατικό δυναμικό	
Απεγκατάσταση εξεδρών																		
<b>Έκτακτο περιστατικό</b>																		
Εμφάνιση πετρελαιοκηλίδας																		

<b>Υπόμνημα</b>	
Ελάσσων σημασία	
Μείζων σημασία	
Θετική αλληλεπίδραση	

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ

### 7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, θα συγκριθούν δύο πιθανά σενάρια εκμετάλλευσης του κοιτάσματος στο Δυτικό Κατάκολο, με σκοπό την επιλογή του καταλληλότερου σεναρίου. Η επιλογή θα γίνει με βάση την ικανοποίηση των παρακάτω κριτηρίων:

- Την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Τη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας του κοιτάσματος
- Την ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής των εγκαταστάσεων

### 7.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Εξετάστηκε μια σειρά πιθανών αναπτυξιακών επιλογών για το κοίτασμα του Δυτικού Κατάκολου. Αυτές περιλαμβάνουν:

- Επιλογή 1 – **Πλωτό σύστημα παραγωγής** με τον απαραίτητο εξοπλισμό με επιτυθμένα «Χριστουγεννιάτικα δένδρα» (Christmas trees) σε συνδυασμό με **υποθαλάσσιο σύστημα παραγωγής**.
- Επιλογή 2 – Γεώτρηση Εκτεταμένης Οριζόντιας Μετατόπισης (**ΓΕΟΜ**) από τη στεριά.

#### **Με βάση τα περιβαλλοντικά κριτήρια:**

(Επιλογή 1) Μία υποθαλάσσια ανάπτυξη, αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο ατυχημάτων που οδηγούν σε απελευθέρωση τοξικών υδρογονανθράκων στη θάλασσα. Οι τακτικές παρεμβάσεις στα πηγάδια είναι απαραίτητες λόγω της καθαλάτωσης και της καθίζησης της ασφάλτου. Οι δραστηριότητες αυτές εκτελούνται καλύτερα με υπέργεια δένδρα. Μία υποθαλάσσια ανάπτυξη θα περιορίσει σαφώς τους κινδύνους για το προσωπικό αλλά με κόστος τον αυξημένο κίνδυνο για το περιβάλλον. Ταυτόχρονα, το πλωτό σύστημα παραγωγής περιλαμβάνει όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των υγρών γεώτρησης, των υγρών παρραγωγής, τις εγκαταστάσεις έγχυσης νερού, τα αέρια υποβοήθησης εκροής και τα χημικά, γεγονός που καθιστά τις εγκαταστάσεις πολύ επικίνδυνες.

(Επιλογή 2) Η Γεώτρηση Εκτεταμένης Οριζόντιας Μετατόπισης αυξάνει τον κίνδυνο να προκύψουν προβλήματα κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων κατασκευής των πηγαδιών.

Αυτό οδηγεί σε έναν αυξημένο κίνδυνο εκτονώσεων των πηγαδιών. Με τη GEOM ωστόσο αποφεύγεται η ανάγκη εγκατάστασης επιφανειακών εξεδρών, οπότε αρκούν οι αγωγοί σύνδεσης των κοιτασμάτων με τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας στην ξηρά. Τα πηγάδια GEOM παράγουν σημαντικά λιγότερα στερεά απόβλητα και υγρά γεωτρήσεων.

Εάν ληφθούν υπόψιν οι γειτονικές περιοχές Natura, που η προστασία τους αποτελεί το κύριο μέλημα από τη λειτουργία των εγκαταστάσεων, πρέπει να περιοριστεί στο ελάχιστο η πιθανότητα πετρελαιοκηλίδας και ο βαθμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Άρα με βάση τα περιβαλλοντικά κριτήρια η GEOM είναι καταλληλότερη επιλογή.

### **Με βάση τα τεχνικά κριτήρια:**

(Επιλογή 1) Η επιλογή αυτή απαιτεί τη διάτρηση με ένα αυτο-ανυψούμενο γεωτρύπανο. Λόγω των αναμενόμενων ζητημάτων με την καθαλάτωση και την καθίζηση των ασφαλτενίων προβλέπονται τακτικές παρεμβάσεις. Επίσης, παρόλο που αποτελεί την καταλληλότερη λύση για σεισμογενείς περιοχές βαθέων υδάτων η επιλογή αυτή δεν αποτελεί την ιδανικότερη γιατί υπάρχει μεγάλος περιορισμός στον αριθμό των φρεατίων που μπορούν να διανοιχθούν ταυτόχρονα, και καθίσταται ακατάλληλη επιλογή σε φρεάτια αυξημένης απορροής. Επιπλέον, η παραγωγικότητα αυτού του σεναρίου είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη και ευμετάβλητη σε σχέση με τις κλιματικές αλλαγές. Αυτά τα χαρακτηριστικά έρχονται σε αντίθεση με τις επιλογές της υφιστάμενης περιοχής, όπου η περιοχή εκμετάλλευσης είναι πολύ μεγάλη και η ανάγκη για ταυτόχρονη διάνομιξη πολλών φρεατίων είναι αναπόφευκτη. Ωστόσο, το σενάριο αυτό απαιτεί πολύ μικρό χρονικό διάστημα κατασκευής.

(Επιλογή 2) Η επιλογή έχει πολλές τεχνικές επιπλοκές. Πιο συγκεκριμένα: Η διάτρηση πηγαδιών εκτεταμένης οριζόντιας μετατόπισης παρουσιάζει μια αύξηση του μήκους των αγωγών που απαιτούνται να κατασκευαστούν ίση περίπου με το 50% έναντι των αντίστοιχων κατακόρυφων και δεδομένης της τεχνικής πολυπλοκότητας που ενέχεται, η περίοδος παράδοσης καθενός υπερδιπλασιάζεται. Η διάτρηση πηγαδιών εκτεταμένης οριζόντιας μετατόπισης αυξάνει επίσης τα επίπεδα κινδύνου, αλλά μειώνει σημαντικά την πιθανότητα ένα ή περισσότερα από τα σχεδιαζόμενα πηγάδια να μην επιτύχει το στόχο του, καθώς υπάρχει η δυνατότητα προσέγγισης και των πιο δύσκολα προσεγγίσιμων κοιτασμάτων. Βελτιστοποιεί την παραγωγικότητα των κοιτασμάτων, ακόμη και των πιο οριακά

εκμεταλλεύσιμων. Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των κεφαλών των φρεατίων, αντιθέτως είναι ιδανική για κοιτάσματα μεγάλης επιφανειακής εξάπλωσης, ενώ δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή σε σχέση με τις καιρικές συνθήκες.

#### **Με βάση τα οικονομικά κριτήρια:**

Τα κεφαλαιουχικά έξοδα και των δύο επιλογών είναι ταυτόσημα. Ωστόσο, οι λειτουργικές δαπάνες της επιλογής 1 είναι πολύ πιο ογκώδεις σε σχέση με την επιλογή ΓΕΟΜ.

### **7.3 ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ**

Με βάση τα κριτήρια που αναλύθηκαν, διαμορφώθηκε βαθμολογική κλίμακα αξιολόγησης των μεθόδων παραγωγής πετρελαίου στο Δυτικό Κατάκολο, με σκοπό την εύρεση της βέλτιστης λύσης συναρτήσει του συνολικού αθροίσματος. Το συνολικό άθροισμα προκύπτει από τη βαθμολόγηση της εκάστοτε δραστηριότητας ως προς το εξεταζόμενο κριτήριο (εύρος τιμών 1-10), με βέλτιστη τιμή το 10. Επιπλέον, μεγαλύτερη βαρύτητα δώθηκε στα περιβαλλοντικά κριτήρια(50%), ενώ στα τεχνικά(30%) και στα οικονομικά(20%) μικρότερη.

Ως βέλτιστη λύση, προκύπτει η Γεώτρηση Εκτεταμένης Οριζόντιας Μετατόπισης (*συνολική βαθμολογία 23.1/39*), έναντι του Πλωτού Συστήματος Παραγωγής (*συνολική βαθμολογία 20/39*), επιλέγοντας ως κριτήριο μεγαλύτερης σπουδαιότητας την προστασία και το σεβασμό του περιβάλλοντος.

Ωστόσο, επειδή η εξόρυξη και παραγωγή υδρογονανθράκων αποτελούν δραστηριότητες βαρύνουσας σημασίας για την παγκόσμια οικονομία και ενέργεια, εξετάστηκε το ενδεχόμενο τα οικονομικά κριτήρια να καθορίζουν την ιδανικότερη επιλογή. Και σε αυτήν την περίπτωση, η ΓΕΟΜ κρίθηκε η βέλτιστη επιλογή εκμετάλλευσης, βάσει του συνολικού αθροίσματος που συγκέντρωσε.

Στη συνέχεια, παρατίθεται σχετικός πίνακας βαθμολόγησης των εξεταζόμενων σεναρίων, ενώ παρουσιάζεται και η συνολική βαθμολογία που συγκεντρώθηκε, για το εκάστοτε εξεταζόμενο κριτήριο:

Πίνακας 7-1 Βαθμολογική αξιολόγηση

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΠΛΩΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ
<b>ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ (50%)</b>		
Γεώτρηση πηγαδιών	6	6
Στερεά απορρίμματα	4	7
Ασφάλεια περιοχών Natura	5	7
Έκτακτο περιστατικό	4	5
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>19</b>	<b>25</b>
<b>ΤΕΧΝΙΚΑ (30%)</b>		
Σεισμογενείς περιοχές	7	5
Κλιματικές αλλαγές	4	7
Μεγάλη έκταση κοιτάσματος	4	8
Χρόνος κατασκευής έργου	7	4
Έκταση εγκαταστάσεων	7	4
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>29</b>	<b>28</b>
<b>ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ (20%)</b>		
Κεφαλαιουχικά έξοδα	5	5
Λειτουργικά έξοδα	4	6
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>9</b>	<b>11</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της εργασίας, όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1, ήταν μια λεπτομερής και ολοκληρωτική προσέγγιση του ζητήματος υπεράκτιας εκμετάλλευσης πετρελαίου. Στο βωμό της επίτευξης του σκοπού, επιλέχθηκε μια περιοχή μελέτης, επάνω στην οποία τέθηκαν όλοι οι απαιτούμενοι παράμετροι και αναπτύχθηκε μια στρατηγική περιβαλλοντική μελέτη. Ο λόγος ήταν να εξεταστεί η δυνατότητα ανάπτυξης υπεράκτιων κατασκευών στην Ελλάδα, ώστε να μπορέσει να εκμεταλλευτεί τον τεράστιο ορυκτό πλούτο της, καθώς και να εκτιμηθούν όλες οι απαιτούμενες προδιαγραφές, νομικές, περιβαλλοντικές και τεχνικές που πρέπει να πληρούνται. Στο τέλος, και ενώ αναλύθηκαν όλες οι παράμετροι, αξιολογήθηκαν, μελετήθηκαν και βαθμολογήθηκαν τα δύο καταλληλότερα πιθανά σενάρια εκμετάλλευσης, με σκοπό την επιλογή της βέλτιστης λύσης. Ζήτημα βαρύνουσας σημασίας της διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε ο σεβασμός του περιβάλλοντος στις πιθανές θέσεις ανάπτυξης, και για αυτό το λόγο η τελική επιλογή ήταν η Γεώτρηση Εκτεταμένης Οριζόντιας Μετατόπισης. Λόγω της τεράστιας ευαισθησίας της περιοχής, που είναι προστατευόμενη από τη νομοθεσία, δεν θα μπορούσε να τεθεί ούτε και στον ελάχιστο κίνδυνο η ακεραιότητά της. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται πλέον είναι υπερσύγχρονη και συνεχώς βελτιώνεται, ώστε να μπορεί να εφαρμοσθεί και να καλύψει τις ανάγκες ακόμη και των πιο άγριων και σκληρών συνθηκών περιβάλλοντος. Ακόμη, μπορούν να ξεπεραστούν και οι δυσμενείς συνθήκες της έντονης σεισμικότητας που παρουσιάζεται στην Ελλάδα, γεγονός που θα μπορούσε παλαιότερα, να αποτελέσει βραχνά στην ανάπτυξη τέτοιων εγκαταστάσεων. Τέτοιου είδους τεχνολογία αποτελεί και η επιλογή μας για ανάπτυξη στο κοίτασμα του Δυτικού Κατάκολου, ένας τρόπος να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τόσο στο βιοτικό, όσο και στο αβιοτικό περιβάλλον της περιοχής, αλλά και να μειωθούν οι πιθανοί κίνδυνοι πρόκλησης ατυχημάτων λόγω της έντονης σεισμικότητας της περιοχής και των κυματισμών.

Ταυτόχρονα, όμως, ύστερα από μελέτη του κανονιστικού πλαισίου τέτοιου είδους δραστηριοτήτων, παρατηρήθηκε ότι στην Ελλάδα δεν έχει θεσπιστεί Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη, και αυτός είναι ένας από τους κύριους λόγους που η υπεράκτια εκμετάλλευση υδρογονανθράκων στη χώρα μας έχει μείνει πίσω. Η εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου μας θα μπορούσε να αποτελέσει την κινητήρια δύναμη της οικονομίας μας, ειδικά σε μια περίοδο όπου η οικονομική ανάπτυξη καθίσταται αναγκαία. Εκτός του ότι ακαριαία δημιουργούνται πολλές νέες θέσεις εργασίας, τέτοιου είδους δραστηριότητες

συμβάλλουν στην ενίσχυση της εθνικής οικονομίας. Ελλάδα και Κύπρος έχουν τη δυνατότητα να διαδραματίσουν σπουδαίο ρόλο στον παγκόσμιο ενεργειακό και οικονομικό χάρτη, αρκεί φυσικά να προχωρήσουν στη θέσπιση των ΑΟΖ τους.

## **8.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ**

Αρχικά, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, για να προχωρήσουν οι διαδικασίες εκμετάλλευσης, θα πρέπει πρώτα απ'όλα να θεσπιστεί εθνική ΑΟΖ. Συνεπώς, θα πρέπει να αναπτυχθεί μια στρατηγική μελέτη για την ολοκλήρωση του σχεδίου, ώστε η Ελλάδα να έρθει σε συμφωνία με τις γειτονικές χώρες.

Επιπρόσθετα, είναι αναγκαίο να διεξαχθούν σεισμικές έρευνες σε ολόκληρη την εθνική υπεράκτια έκταση της χώρας, ώστε να διαπιστωθεί η ύπαρξη κοιτασμάτων υδρογονανθράκων, και στη συνέχεια, να λάβουν χώρα οι γεωτρητικές διαδικασίες για την ανακάλυψη του μεγέθους των κοιτασμάτων και της βιωσιμότητάς τους. Πέρα όμως από την ύπαρξη ή μη κοιτασμάτων, κατά τη διεξαγωγή της εργασίας παρατηρήθηκε η τεράστια έλλειψη στοιχείων για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών των περιοχών. Συνεπώς, για την αποφυγή ολικής καταστροφής ή ρύπανσης του σπουδαίας οικολογικής σημασίας και ευαίσθητης περιβάλλοντος, η εκτίμηση των χαρακτηριστικών των υπεράκτιων περιοχών ενδιαφέροντος καθίσταται αναγκαία. Είναι κρίσιμο είτε με τη χρήση μετρητικών οργάνων είτε μέσω προσομοιώσεων, να εκτιμηθούν τα χαρακτηριστικά του αβιοτικού περιβάλλοντος των περιοχών και η άμεση δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για τις εξεταζόμενες περιοχές.

Επιπλέον, κύριο μέλημα κατά την εφαρμογή τέτοιων δραστηριοτήτων οφείλει να αποτελέσει ο σεβασμός του περιβάλλοντος, ειδικά σε μια χρονική στιγμή όπου το περιβάλλον βάλλεται με κάθε τρόπο και μέσο του σύγχρονου τρόπου ζωής. Εφόσον το πετρέλαιο αποτελεί την κινητήρια δύναμη της παγκόσμιας οικονομίας και ενέργειας, νέοι τρόποι πρέπει να ανακαλυφθούν για την ελαχιστοποίηση έως και την εκμηδένιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η στροφή προς τη χρήση δορυφορικών τρόπων χειρισμού των γεωτρυπάνων αποτελεί σπουδαία εξέλιξη του τομέα, μιας και εκμηδενίζει τον κίνδυνο ανθρώπινου λάθους.



Τέλος, ένας μηχανικός οφείλει να δρα υποκινούμενος από τη δημιουργική του ικανότητα, οφελώντας οικονομικά και τεχνικά το έργο του, προσηλωμένος στο θεσμικό πλαίσιο των κατασκευών που πραγματεύεται σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, και κυρίως σε απόλυτη εναρμόνιση με το περιβάλλον.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. Foscolos, *The Energy Resources of Greece and Their Relevance to National Energy Independence, Economy and Creation of Sustainable Jobs*, Technical University of Crete Printing Office, Chania, 1998.

Ahmad, A.L., Sumathi, S., Hameed, B.H., 2005. Residual oil and suspended solid removal using natural adsorbents chitosan, bentonite and activated carbon: A comparative study.

Al-Majed, A.A., Adebayo, A.R., Hossain, M.E., 2011. A novel sustainable oil spill control technology. *Environmental Engineering and Management Journal* 10, 333–353.

Angus, M., 2009. *FPSO Handbook*. M&I Books, London, United Kingdom.

API, 1994. API. 2005. Recommended Practice for Design, Analysis, and Maintenance of Moorings for Floating Production Systems. Report No. API RP 2FP1. American Petroleum Institute, Washington, DC.

API, 2005. Recommended Practice for Station Keeping, 3rd Edition. Report No. API RP 2SK American Petroleum Institute, Washington, DC.

API, 2010. Process Safety Performance Indicators for the Refining & Petrochemical Industries. Report No. RP-754. American Petroleum Institute, Petroleum Institute, Washington, DC.

API, 2011. *Planning, Designing, and Constructing Floating Production Systems*, 2nd Edition.

Atlas, R.M., Cerniglia, C.E., 1995. Bioremediation of petroleum pollutants. *Bioscience* 45, 332–339.

Austin, D., Carriker, R., McGuire, T., Pratt, J., Priest, T., and Pulsipher, A.G. 2004. *History of the Offshore Crude oil and natural gas Industry in Southern Louisiana Interim Report Volume I: Papers on the Evolving Offshore Industry OCS Study MMS 2004-049*.

Bai, Y., Bai, Q., 2005. *Subsea Pipelines and Risers*, 2nd Edition Elsevier B.V., Amsterdam, Netherlands.

Baine, M., 2001. *Artificial reefs: A review of their design, application, management and performance*.

Bartell, S.M., Gardner, R.H., O'Neill, R.V., 1992. *Ecological Risk Estimation*. Lewis Publishers, Stockport, United Kingdom.

Batten, S. D., Allen, R. J. S. and Wotton, C. O. M. (1998). The effects of the Sea Empress oil spill on the plankton of the southern Irish Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 10, 764-774

Beer, T., Ziolkowski, F., 1995. *Environmental Risk Assessment: An Australian Perspective*.

Bell, N., Cripps, S.J., Jacobsen, T., Kjeilan, G., Picken, G.B., 1998. *Review of Drill Cuttings Piles in the North Sea. A Report for the Offshore Decommissioning Communications Project. Report No. Cordah/ODCP.004/1998 (Final). Cordah Environmental Consultants, Aberdeen, United Kingdom.*

Bergreen, L., 2007. *Marco Polo: From Venice to Xanadu*. Quercus Books, London, United Kingdom.

Bohnsack, J.A., Sutherland, D.L., 1985. Artificial reef research: A review with recommendations for future priorities. *Bulletin of Marine Science* 37, 11–39.

Bombace, G., 1989. Artificial reefs in the Mediterranean Sea. *Bulletin of Marine Science* 44, 1023–1032.

Bombace, G., Castriota, L., Spagnolo, A., 1995. Benthic communities on concrete and coalash blocks submerged in an artificial reef in the central Adriatic Sea. *Proceedings. 30<sup>th</sup> European Marine Biological Symposium, Southampton, United Kingdom, September*, pp. 281–290.

BOCQUENÉ, G. & GALGANI, F., 1992. Assessment of biological water quality using acetylcholinesterase (AChE) inhibition measurement. Report of the FAO/IOC/UNEP training workshop on the techniques for monitoring biological effects of pollutants in marine organisms, p205.

Bourgeois, G.D., 2003. Under-Balanced Drilling Experience in a Shallow Clastic Oil Field, Offshore Sabah, South China Sea. *Proceedings. SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference in Jakarta, April. Society of Petroleum Engineers, Richardson, Texas.*

Burden, P., Goldsmith, S., Cuyno, L., McCoy, T., 2011. *Potential National-Level Benefits of Alaska OCS Development. Prepared for Shell Exploration and Production by Northern Economics, Anchorage, Alaska.*

Burgan, M., 2002. *Marco Polo: Marco Polo and the Silk Road to China*. Mankato: Compass Point Books, North Mankato, Minnesota.

Burns, K., Dahlman, G., Gunkel, W., 1993. Distribution and activity of petroleum hydrocarbon degrading bacteria in the North and Baltic Seas. *Deutsche Hydrographisches Zeitschrift* 6, 359–369.

CAPP, 2001. Technical Report. Offshore Drilling Waste Management Review. Report 2001- 0007. Canadian Association of Petroleum Producers, Halifax, Nova Scotia, Canada.

Carré, G., Pradié, E., Christie, A., Delabroy, L., Greeson, B., Watson, G., Fett, D., Piedras, J., Jenkins, R., Schmidt, D., Kolstad, E., Stimatz, G., Taylor, G., 2002. High Expectations from Deepwater Wells. *Schlumberger Oilfield Review*, Winter 2002/2003, pp. 36–51.

Chakrabarti, S., Halkyard, K., Capanoglu, C., 2005. Historical development of offshore structures. In: Chakrabarti, S. (Ed.), *Handbook of Offshore Engineering*. Amsterdam, Netherlands, Chapter 1.

*Chemical Engineering Journal* 108, 179–185.

Choi, H.M., Cloud, R.M., 1992. Natural sorbents in oil spill cleanup. *Environmental Science and Technology* 26, 772–776.

Clark, R.B., 1999. *Marine Pollution*, 4th Edition Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.

Cobb, C., Goldwhite, H., 1995. *Creations of Fire: Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age*. Plenum Press, New York.

Cojocar, C., Macoveanu, M., Cretescu, I., 2011. Peat-based sorbents for the removal of oil spills from water surface: Application of artificial neural network modeling. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 384, 675–684.

Connell, D.W., Miller, G.J., 1981. Petroleum hydrocarbons in aquatic ecosystems behaviour and effects of sub-lethal concentrations. *Critical Reviews in Environmental Control* 11, 105–162.

Contract 1435-01-02-CA-85169. Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, United States Department of the Interior, New Orleans, Louisiana.

Cox, S.J., Cheyne, A.J.T., 2000. Assessing the safety culture in offshore environments. *Safety Science* 34, 111–129.

Daan, R., Mulder, M., 1993. A Study on Possible Environmental Effects of a WBM Cutting Discharge in the North Sea, One Year after Termination of Drilling. NIOZ Report No. 1993-16. Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Amsterdam, Netherlands.

Daan, R., Mulder, M., 1996. On the short-term and long-term impact of drilling activities in the Dutch Sector of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 53, 1036–1044.

Dicks, B.M., 1982. Monitoring the biological effects of North Sea platforms. *Marine Pollution Bulletin* 13, 221–227.

Dudley, N., Stolton, S., 2002. To Dig or Not to Dig: Criteria for Determining the Suitability or Acceptability of Mineral Exploration, Extraction, and Transport from Ecological and Social Perspectives. World Wildlife Fund, Washington, DC.

Dulfer, J.W., 1999. OBM Drill Cuttings Discharges: Assessment Criteria. Report No. RIKZ-99.018. Ministry of Transport, Public Works and Water Management Directorate-General of Public Works and Water Management National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ, Amsterdam, Netherlands.

Ebinger, C., Banks, J.P., Schackmann, A., 2014. Offshore Oil and Gas Governance in the Arctic: A Leadership Role for the U.S. Policy Brief No. 14-01. Brookings Institution, Washington, DC, March.

EEA, 2008. EN14 Discharge of Oil from Refineries and Offshore Installations. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

Effenberger, M., Ross, G., Martinez, J., Beck, R., Botros, T., Jesudasen, S., et al., 2013. Wind Testing of a Dual Derrick. Paper No. OTC 24262. Proceedings. Offshore Technology Conference, Houston, Texas. May 6–9.

Ekins, P., Vanner, R., Firebrace, J., 2006. Decommissioning of offshore oil and gas facilities: A comparative assessment of different scenarios. *Journal of Environmental Management* 79 (4), 420–438.

El-Reedy, M.A., 2012. Offshore structures: Design, Constructions, and Maintenance. Gulf Professional Publishers, Elsevier, Boston, Massachusetts. Elsevier B.V, Amsterdam, Netherlands, pp. Page 123–133.

Engelhard, F.R., Ray, J.P., Gillam, A.H. (Eds.), 1989. *Drilling Wastes*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Etkin, D.S., 2009. Analysis of U.S. Oil Spillage. Publication No. 356. American Petroleum Institute, Washington, DC, August.

Farrington, W., McDowell, J.E., 2004. Tracking the Sources and Impacts of Oil Pollution in the Marine Environment 43 *Oceanus Magazine*, Woods Hole Oceanographic Institution, No. 1.

Forbes, R.J., 1958a. *A History of Technology*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.

Forbes, R.J., 1958b. *Studies in Early Petroleum Chemistry*. E. J. Brill, Leiden, Netherlands.

Forbes, R.J., 1959. *More Studies in Early Petroleum Chemistry*. E.J. Brill, Leiden, Netherlands.

Forbes, R.J., 1964. *Studies in Ancient Technology*. E. J. Brill, Leiden, Netherlands.

Frazer, T.K., Lindberg, W.J., 1994. Refuge spacing similarly affects reef-associated species from three phyla. *Bulletin of Marine Science* 55, 388–400.

Frenier, W.W. and Ziauddin, M. 2013. *Chemistry for Enhancing the Production of Oil and Gas* Richardson, TX: Society of Petroleum Engineers.

Gary, J.G., Handwerk, G.E., Kaiser, M.J., 2007. *Petroleum Refining: Technology and Economics*, 5th Edition CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.

Geraci, J.R., and D.J. St. Aubin (Eds.). 1990. *Sea Mammals and Oil: Confronting the Risks*. San Diego, California: Academic Press, Inc., 282 pp.

Gerard, A.L.D., 1996. Laboratory Investigations on the Fate and Physicochemical Properties of Drilling Cuttings after Discharged into the Sea. *Physical and Biological Effects of Processed Oily Drill Cuttings*, E&P Forum Report, Paper 3, 16–24.

Gerrard, S., Grant, A., Marsh, R., London, C., 1999. *Drill Cuttings Piles in the North Sea: Management Options During Platform Decommissioning*. Research Report No 31. Centre for Environmental Risk, University of East Anglia, Norwich, United Kingdom.

Gitschlag, G.R., J.S. Schrippa, and J.E. Powers, 2000. Estimation of fisheries impacts due to underwater explosives used to sever and salvage oil and gas platforms in the U.S. Gulf of Mexico. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS.

Gray, J.S., Clarke, K.R., Warwick, R.M., Hobbs, G., 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 66, 285–299.

Greene, D.L., 2010. Measuring energy security: Can the United States achieve oil independence? *Energy Policy* 38, 1614–1621.

Greene, D.L., Hopson, J., 2010. *The Costs of Oil Dependence*. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.

Gudmestad, O.T., Zolotukhin, Jarlsby, E.T., 2010. *Petroleum Resources with Emphasis on Offshore Fields*. WIT Press, Billerica, Massachusetts.

Hartley, J., Neff, J., Fucik, K., Dando, P., 2003. Drill Cuttings Initiative. Food Chain Effects: Literature Review. United Kingdom Offshore Operators Association, Aberdeen, Scotland.

Hedberg, H.D., 1976. Ocean boundaries and petroleum resources. *Science* 191, 1009–1018.

Hillegeist, P., Shafer, S., Gross, M., 2013. The Economic Benefits off Increasing U.S. Access to Offshore Oil and Natural Gas Resources in the Atlantic. Quest Offshore Inc., for the American Petroleum Institute (API) and the National Ocean Industries Association (NOIA), Washington, DC, December.

Hird, S.J., Tibbetts, P.J.C., 1995. An Examination of Biodegradation of Aliphatic Hydrocarbons from Oil-Based Drilling Muds. In: *The Physical, Biological Effects of Processed Oily Drill, Cuttings*, MetOcean Report No. 2.61/202 to the E&P Forum, 104-114, MetOcean Consultants, New Plymouth, New, Zealand.

Hopkins, A., 2012. Safety Indicators for Offshore Drilling- A Working Paper for the CSB Inquiry of the Macondo Blowout, US Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Washington, DC.

Howarth, R. W. 1979. Pyrite: Its rapid formation in a salt marsh and its importance in ecosystem metabolism. *Science* 203: 49-5 1

Hsu, C.S., Robinson, P.R. (Eds.), 2006. *Practical Advances in Petroleum Processing*, Volume 1 and Volume 2, Springer Science, New York.

Huacan Fang, Menglan Duan “offshore operation facilities” Offshore Oil/Gas Research Center, China University of Petroleum, Beijing, China.

Hunter, N., 2011. *Offshore Oil Drilling*. Capstone Press, North Mankato, Minnesota.

Husdal, G. 1994. Air Emissions from Offshore Oil and Gas Production. Presented at the SPE Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference, 25-27 January, Jakarta. SPE-27127-MS.

Hyland, J., Hardin, D., Steinhauer, M., Coats, D., Green, R., Neff, J., 1994. Environmental impact of offshore oil development on the outer continental-shelf and slope off Point Arguello, California. *Marine Environmental Research* 37, 195–229.

IMO, 2007. Implications of the United Nations Convention on the Law of the Sea for the International Maritime Organization. Report No. LEG/MISC.5. International Maritime Organization, London, United Kingdom.

Islam, M.R., Chhetri, A.B., Khan, M.M., 2010. *The Greening of Petroleum Operations: The Science of Sustainable Energy Production*. Scrivener Publishing, Salem, Massachusetts.

Jahn, F., Cook, M., Graham, M., 1998. *Hydrocarbon Exploration and Production*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

James, P., Thorpe, N., 1994. *Ancient Inventions*, Reprint Edition Ballantine Books, New York.

Kemp, A., 2012a. *The Official History of North Sea Crude Oil and Natural Gas. Volume I: The Growing Dominance of the State*. Routledge Publishers, Taylor & Francis Group, New York.

Kemp, A., 2012b. *The Official History of North Sea Crude Oil and Natural Gas. Volume II: Moderating the State's Role*. Routledge Publishers, Taylor & Francis Group, New York.

Khan, M.I., Islam, M.R., 2005. Sustainable wealth generation: community based offshore oil and gas operations. Proceedings. CARICOSTA 2005. International Conference on Integrated Coastal Zone Management, University of Oriente, Santiago de Cuba, May 11–13.

Khan, M.I., Islam, M.R., 2007. *Handbook of Sustainable Oil and Gas Engineering Operations Management*. Gulf Publishing Company, Austin, Texas, Page 18–29.

Klima, E.F., G.R. Gitschlag, and M.L. Renaud, 1988. Impacts of the explosive removal of offshore petroleum platforms on sea turtles and dolphins. *Mar. Fish. Rev.*, 50(3): 33-42.

Lanan, G.A., Ennis, J.O., Egger, P.S., Yockey, K.E., 2001. *Northstar Offshore Arctic Pipeline Design and Construction*. Proceedings. Offshore Technology Conference, Houston, Texas. April 30–May 3. SPE Publication, SPE, Richardson, Texas.

Leffler, W.L., Pattarozzi, R., Sterling, G., 2011. *Deepwater Petroleum Exploration and Production: A Nontechnical Guide*, 2nd Edition PennWell Corporation, Tulsa, Oklahoma, Page 1-8.

Laist, D.W., 1996. Impacts of marine debris: Entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestions records, pp. 99- 139. In: Laist, D.W., Knowlton, A.R., Mead, J.G., Collet, A.S. and Podesta, M., 2001. *Collisions between ships and whales*. *Mar. Mammal Sci.*, 17(1): 35–75.

Lammers, M. O., Au, W. W. L., and Herzing, D. L., 2003. The broadband social acoustic signalling behaviour of spinner and spotted dolphins. *J. Acoust. Soc. Am.*, 114: 1630– 639. 2003.

Lenhardt, M.L., 1982. Bone conduction hearing in turtles. *J. Aud. Res.*, 22: 153-160.



Malins, D.C. & Hodgins, H.O. 1983. Petroleum and marine fishes: A review of uptake, deposition and effects. *Environm. Sci. Technol.* 15: 1272-1280.

Mannan, M.S., Mentzer, R.A., Rocha-Valadez, A., Mims, A., 2014a. Offshore drilling risks – 1: Study: Risk indicators have varying impact on mitigation. *Oil & Gas Journal*, May 5.

Mannan, M.S., Mentzer, R.A., Rocha-Valadez, A., Mims, A., 2014b. Evaluating offshore drilling risks – 2 (Conclusion): Global, regional statistics show continuing improvement.

Mason, J.R. 2009. The Economic Contribution of Increased Offshore Oil Exploration and Production to Regional and National Economies. Hermann Moyse Jr./Louisiana Bankers Association Endowed Chair of Banking, Louisiana State University, E.J. Ourso College of Business for the American Energy Alliance, Washington, DC.

Mearns, K., Flin, R., Gordon, R., Fleming, M., 1998. Measuring safety climate on offshore installations. *Work and Stress* 12, 238–254.

Minerals Management Service (MMS), 2000. Gulf of Mexico Deepwater Operations and Activities: Environmental Assessment. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS EIS/EA MMS 2000-001. Region, New Orleans, LA. OCS Study MMS 2000-087. <http://www.gomr.mms.gov/PI/PDFImages/ESPIS/3/3192.pdf>

Minerals Management Service (MMS), 2001. Gulf of Mexico OCS Oil and Gas Lease Sale 181, Eastern Planning Area. Final Environmental Impact Statement. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region. OCS EIS/EA

Minerals Management Service (MMS), 2004. Biologically Sensitive Areas of the Gulf of Mexico. Notice to Lessees (NTL) No. 2004-G05. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. <http://www.gomr.mms.gov/homepg/regulate/regs/ntls/ntl04-g05.pdf>.

Minerals Management Service (MMS), 2005a. Structure removal operations on the Gulf of Mexico outer continental shelf: Programmatic environmental assessment. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS EIS/EA MMS 2005-013. <https://www.gomr.mms.gov/PDFs/2005/2005-013.pdf>

Minerals Management Service (MMS). 2005b. Archaeological Resource Surveys and Reports. Notice to lessees (NTL) No. 2005-G07. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. <http://www.gomr.mms.gov/homepg/regulate/regs/ntls/2005%20NTLs/05-g07.html>

Minerals Management Service (MMS), 2007a. Implementation of seismic survey mitigation measures and protected species observer program. Notice to Lessees (NTL) No. 2007-G02. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS region, New Orleans, LA. February 2007. <http://www.gomr.mms.gov/homepg/regulate/regs/ntls/2007NTLs/07-g02.pdf>

Minerals Management Service (MMS), 2007b. Gulf of Mexico OCS Oil and Gas Lease Sales: 20072012. Western Planning Area Sales 204, 207, 210, 215, and 218; Central Planning Area Sales 205, 206, 208, 213, 216, and 222. Final Environmental Impact Statement. U.S. Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region. OCS EIS/EA MMS 2007-018. April 2007.

Minerals Management Service (MMS), 2008. Mobile Offshore Drilling Unit. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Herndon, VA. <http://www.mms.gov/ooc/Assets/KatrinaAndRita/BackgrounderMODU.pdf>. Accessed: MMS 2001-051. June 2001.

Morbey, S.J., 1996. Offshore Brazil: Analysis of a successful strategy for reserve and production growth. In: Doré, A.G., Sinding-Larsen, R. (Eds.), Quantification and Prediction of Petroleum Resources. Norwegian Petroleum Society (NPF) Special Publication No. 6.

National Marine Fisheries Service (NMFS), 2006. Draft recovery plan for the sperm whale (*Physeter macrocephalus*). Prepared by the Humpback Whale Recovery Team for the National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD.

National Research Council, 1983. Drilling Discharges in the Marine Environment. National Academy Press, Washington, DC. 180 pp.

National Research Council, 1990. Decline of the sea turtles: Causes and prevention. National Academy Press, Washington, DC. 259 pp.

National Research Council, 2002. Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects (National Academy Press, Washington, DC, 2002).

Neff, J.M., 1987. Biological effects of drilling fluids, drill cuttings and produced waters, pp. 469-538. In: D.F. Boesch and N.N. Rabalais (eds.), Long-Term Effects of Offshore Oil and Gas Development. Elsevier Applied Science Publishers, London.

Neff, J.M., 2005. Composition, environmental fates, and biological effects of water based drilling muds and cuttings discharged to the marine environment: a synthesis and

annotated bibliography. Prepared for Petroleum Environmental Research Forum (PERF) and American Petroleum Institute by Jerry M. Neff, Battelle, Duxbury, MA. 83 pp.

Nogueira, A.C., Lanan, G.A., Even, T.M., Fowler, J.R., Hormberg, B.A., 2000. Northstar Development Pipelines Limit State Design and Experimental Verification. Proceedings. International Pipeline Conference, Calgary, Alberta, Canada. October 1–5. ASME international Petroleum Technology Institute, Houston, Texas.

Ocean & Coastal Management 44, 241–259.

OCSLA, 1953. Outer Continental Shelf Lands Act – the Act of August 7, 1953, Chapter 345, As Amended [As Amended Through Public Law 106-580, Dec. 29, 2000]. An Act to Provide for the Jurisdiction of the United States over the Submerged Lands of the

Offshore Technology Conference, Houston, Texas. May 1–4. Society of Petroleum Engineers, Richardson, Texas.

Oil & Gas Journal 2, June.

Oil and Natural Gas Offshore Operations RON BAKER University of Texas Austin, Texas, United States

Outer Continental Shelf and to Authorize the Secretary of the Interior to Lease Such Lands For Certain Purposes. Enacted by the Senate and House of Representatives of the United States of America in Congress, Washington, DC.

Palmer, A.C., Ellinas, C.P., Richards, D.M., Guijt, J., 1990. Design of Submarine Pipelines Against Upheaval Buckling. Proceedings. 1990 Offshore Technology Conference, Houston Texas. SPE Publication, SPE, Richardson, Texas.

Peakall D.B., Hallett D.J., Bend J.R. 1982. Toxicity of Prudhoe Bay crude oil and its aromatic fractions to nestling herring gulls. Environmental Research, 27(1): 206-215.

Penela-Arenaza M., Bellasa B., Vázquez E. 2009. Chapter Five: Effects of the Prestige Oil Spill on the Biota of NW Spain: 5 Years of Learning Advances in Marine Biology 56,, Pages 365-396

Pelletier, J.L., 2000a. Offshore Oil Platforms: Rigs and Offshore Oil Support Vessels. Owners, Operators and Managers (Mariner's Directory & Guide, Volume 3). Marine Techniques Publishing, Augusta, Maine.

Pelletier, J.L., 2000b. Offshore Oil Platforms: Rigs and Offshore Oil Support Vessels. Owners, Operators and Managers (Mariner's Directory & Guide, Volume 6). Marine Techniques Publishing, Augusta, Maine.

Ponti, M., Abbiati, M., Ceccherelli, V.U., 2002. Drilling platforms as artificial reefs: Distribution of macrobenthic assemblages of the Paguro Wreck (Northern Adriatic Sea). *ICES Journal of Marine Science* 59, S316–S323.

Pratt, C.A., 2002. Underbalanced Drilling: The Past, The Present, and the Future. Proceedings. SPE/AFTP Section Meeting, Paris, France. September 16. Society of Petroleum Engineers, Richardson, Texas.

Pratt, J.A., Priest, T., Castaneda, C.J., 1997. *Offshore Pioneers: Brown & Root and the History of Offshore Oil and Gas*. Elsevier-Gulf Professional Publishing, Amsterdam, Netherlands.

Regulation (Ec) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on persistent organic pollutants and amending Directive 79/117/EEC

Relini, G., Zamboni, N., Tixi, F., Torchia, G., 1994. Patterns of sessile macrobenthos community development on an artificial reef in the Gulf of Genoa (Northwestern Mediterranean). *Bulletin of Marine Science* 55, 745–771.

Report No. API RP 2FPS American Petroleum Institute, Washington, DC.

Santos, H., Leuchtenberg, C., Shayegi, S., 2003. Micro-Flux Control: The Next Generation in Drilling Process for Ultra-deepwater. Proceedings. Offshore Technology Conference, Houston, May 5–8. Society of Petroleum Engineers, Richardson, Texas.

Santos, H., Reid, P., McCaskill, J., Kinder, J., Kozicz, J., 2006. Deepwater Drilling Made More Efficient and Cost Effective; Using the Microflux Control Methods and an Ultralow Invasion Fluid to Open the Mud-Weight Window. SPE Paper OTC 17818. Proceedings.

Sherrard, D.W., Brice, B.W., MacDonald, D.G., 1987. Application of horizontal wells at Prudhoe Bay. *Journal of Petroleum Technology* 39 (11), 1417–1425.

Sparks, C.P., 2007. *Fundamentals of Marine Riser Mechanics: Basic Principles and Simplified Analysis*. PennWell Corporation, Tulsa, Oklahoma.

Sparks, C.P., 2007. *Fundamentals of Marine Riser Mechanics: Basic Principles and Simplified Analysis*. PennWell Corporation, Tulsa, Oklahoma.

Speight, J.G., 2001. *Handbook of Petroleum Analysis*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey.

Speight, J.G., 2005. *Environmental Analysis and Technology for the Refining Industry*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey.

Speight, J.G., 2007. *Natural Gas: A Basic Handbook*. Gulf Publishing Company, Houston, Texas.

Speight, J.G., 2009. *Enhanced Recovery Methods for Heavy Oil and Tar Sands*. Gulf Publishing Company, Houston, Texas.

Speight, J.G., 2014. *The Chemistry and Technology of Petroleum*, 5th Edition CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.

Speight, J.G., 2014. *The Chemistry and Technology of Petroleum*, 5th Edition CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.

Speight, J.G., 2014a. *The Chemistry and Technology of Petroleum*, 5th Edition CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.

Speight, J.G., 2014b. *Handbook of Petroleum Product Analysis*, 2nd Edition John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey.

Speight, J.G., 2014c. *Oil and Gas Corrosion Prevention*. Gulf Professional Publishing, Elsevier, Oxford, United Kingdom.

Speight, J.G., Arjoon, K.K., 2012. *Bioremediation of Petroleum and Petroleum Products*. Scrivener Publishing, Salem, Massachusetts.

St. Aubin, D.J. 1990. Physiologic and toxic effects on Pinnipeds. Pp. 103-127 in: Geraci, J.R. & St.Aubin, D.J. (eds.): *Sea mammals and oil: Confronting the risks*. Academic Press, San Diego.

Supervising Scientist Report Number 102, Commonwealth Environment Protection Agency, Canberra, Australia.

Sutton, I., 2012. *Offshore Safety Management*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Svane, I., Petersen, J.K., 2001. On the problems of epibioses, fouling and artificial reefs: A review. *Marine Ecology – Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* I 22, 169–188.

Teal, J. M. In press. The ecology of regularly flooded salt marshes of New England: A community profile. U.S. Fish Wildlife Serv. Div. Biol. Sci. FWSI OBS-82-07.

Treves, T., 2013. 1958 Geneva Conventions on the Law of the Sea, Geneva, 29 April 1958. <http://legal.un.org/avl/ha/gclos/gclos.html> (accessed June 6, 2014).

Tsirambides, *The Mineral Wealth of Greece*, Yiachoudi Publ., Thessaloniki, 2005.

USACE, 1999. *Final Environmental Impact Statement: Beaufort Sea Oil and Gas Development/ Northstar Project*, Alaska District, Anchorage. US Army Corps. of Engineers, Washington, DC.

Varela, M., Bode, A., Lorenzo, J., Álvarez-Ossorio, T., Miranda, A., Patrocinio, T., Anadón, R., Viesca, L., Rodríguez, N., Valdés, L., Cabal, J., Urrutia, A., GarcíaSoto, C., Rodríguez, M., Álvarez-Salgado, X. A. and Groom, S. (2006). The effect of the Prestige oil spill on the plankton of the N-NW Spanish coast. *Mar. Pollut.Bull.*, 53, 272-286

Wang, F., Lv, M., & Xu, F. (2016). Design and implementation of a triple-redundant dynamic positioning control system for deepwater drilling rigs. *Applied Ocean Research*, 57, 140-151.

Wilkerson, J.P., Smith, J.H., Stagg, T.O., Walters, D.A., 1988. Horizontal drilling techniques at Prudhoe Bay, Alaska. *Journal of Petroleum Technology* 40 (11), 1445–1451.

Wills, J.W.G., 2000. Muddied Waters – A Survey of Offshore Oilfield Drilling Wastes and Disposal Techniques to Reduce the Ecological Impact of Sea Dumping. *Ekologicheskaya Vahkta Sakhalina, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia.*

Wilson, R.C., Willis, D.N., 1986. Successful High Angle Drilling in the Statfjord Field. Paper No. SPE 15465. Proceedings. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, New Orleans, Louisiana. October 5--8. Society of Petroleum Engineers, Richardson, Texas. ABS, 2014. Guide for Crew Habitability on Mobile Offshore Drilling Units (MODUs). American Bureau of Shipping (ABS), Houston, Texas.

Windom, H.L., 1992. Contamination of the marine environment from land-based sources. *Marine Pollution Bulletin* 25, 1–4.

Wolfson, A., Van Blaricom, G., Davis, N., Lewbe, G.S., 1979. The marine life of an offshore oil platform. *Marine Ecology Progress Series* 1, 81–89.

Wooster, R., Sanders, C.M., 2010. Spindletop Oilfield. Texas State Historical Association, Denton, Texas.

## Ηλεκτρονικές Πηγές

[www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)

[www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)

[www.nov.com](http://www.nov.com)

[www.kgu.ku.edu](http://www.kgu.ku.edu)

[www.jsedres.sepmonline.org](http://www.jsedres.sepmonline.org)

[www.rigzone.com](http://www.rigzone.com)

[www.oilpro.com](http://www.oilpro.com)

[www.worldexpro.com](http://www.worldexpro.com)

[www.frontender.com](http://www.frontender.com)

[www.offshoreenergytoday.com](http://www.offshoreenergytoday.com)

[www.maersk.com](http://www.maersk.com)

[www.bashny.net](http://www.bashny.net)

[www.enathisky.com](http://www.enathisky.com)

[www.petroleumsupport.com](http://www.petroleumsupport.com)

[www.aapgsuez.net](http://www.aapgsuez.net)

[www.maritime-connector.com](http://www.maritime-connector.com)

[www.lifelong.engr.utexas.edu](http://www.lifelong.engr.utexas.edu)

[www.offshore-mag.com](http://www.offshore-mag.com)

[www.nexans.no](http://www.nexans.no)

[www.seasoft.org](http://www.seasoft.org)

[www.foxoildrilling.com](http://www.foxoildrilling.com)

[www.mining-technology.com](http://www.mining-technology.com)

[www.subseaworldnews.com](http://www.subseaworldnews.com)