

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ.
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ.**



«Περιβαλλοντική και Υγειονομική Μηχανική»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΕΞΕΔΡΩΝ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΓΕΩΚΙΝΔΥΝΟΥΣ**

Του

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Ι. ΦΕΓΓΑΡΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΗΣ

ΧΑΝΙΑ 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.

Η εργασία αυτή στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Περιβαλλοντική και Υγειονομική Μηχανική περιγράφει την ανάλυση επικινδυνότητας λόγω Γεω-κινδύνων που μπορούν να παρουσιαστούν σε υπεράκτιες εξέδρες Πετρελαίου.

Παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι υπεράκτιων εξέδρων, οι Μέθοδοι Ταυτοποίησης Κινδύνων και το κανονιστικό πλαίσιο ασφαλείας που εφαρμόζεται σε υπεράκτιες εξέδρες χωρών όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Νορβηγία μαζί με τους σημαντικότερους Γεω-κινδύνους που μπορεί να παρουσιαστούν σε μια υπεράκτια εξέδρα.

Γίνεται αναφορά στα συστημάτων έγκαιρης Προειδοποίησης Γεω-κινδύνων.

Η ανάλυση επικινδυνότητας είναι απαραίτητη σε μια υπεράκτια εξέδρα άντλησης πετρελαίου για την Ασφάλεια του προσωπικού που εργάζεται σε αυτήν αλλά και για την Ασφάλεια της ίδιας της εγκατάστασης και των υποδομών της.

Η ανάλυση επικινδυνότητας τέλος είναι αυτή που με την λογική κρίσιμων αποφάσεων μπορεί να γίνει κριτήριο για την κατασκευή, εγκατάσταση και λειτουργία μιας τέτοιου είδους εξέδρας. Η ανάλυση αυτή είναι που μπορεί να περιορίσει την εμφάνιση ενός ατυχήματος ή ενός συμβάντος.

ABSTRACT.

This work, in the context of the Master's Degree in Environmental and Sanitary Engineering, described the analysis of geo-hazard risks that can occur in offshore oil platforms.

It presents the various types of offshore platforms, methods of identification Risk and safety regulatory framework applicable to offshore platforms in countries such as the UK and Norway together with major geo-hazards that may occur in an offshore rig. Reference is made in early warning systems regarding Geo-hazards. The risk analysis is necessary in an offshore oil rig for the Safety of the personnel working on this but also on the Safety of the plant itself and its infrastructure. The risk analysis together with the logic critical decisions can be made the major option for construction, installation and operation of such a rig.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.

Θα ήθελα πρώτα από όλα να ευχαριστώ τον κ. Διονύση Τσιχρητζή ο οποίος ήταν για μένα η έμπνευση σε όλη την διαδρομή μου στο Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης στην Περιβαλλοντική και Υγειονομική Μηχανική του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα θερμά την Κα. Έλια Ψυλλάκη η οποία με υποστήριξε και με βοήθησε απλόχερα σε διάφορα θέματα τα οποία παρουσιάστηκαν κατά την πορεία μου στο Μ.Δ.Ε.

Θα ήθελα να ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. Παλαιολόγο Ευάγγελο για τις ιδέες του και τις γνώσεις του στο στήσιμο αυτής της εργασίας όπως επίσης και τον καθηγητή κ. Καλογεράκη Νικόλαο για την επίβλεψη αλλά και την επιτυχή εκπόνηση της Μεταπτυχιακής αυτής εργασίας.

Επίσης από καρδιάς θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου στο Μ.Δ.Ε. που με καθοδήγησαν και μου προσέφεραν γνώση και περιέργεια.

Το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στην Οικογένεια μου, την Μεταπτυχιακή μου εργασία την αφιερώνω στην γυναίκα μου Μαρία και στα παιδιά μου Ναταλία και Φίλιππο-Ιωάννη.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΚΡΩΝΥΜΙΩΝ.

DPS, Dynamic Positioning System - Δυναμικό Σύστημα Θέσης (ΔΣΘ).

FPSO, Floating Production, Storage and Offloading System - Υπεράκτιο Σύστημα Παραγωγής, Αποθήκευσης και Εκφόρτωσης.

HAZID, Hazard Identification – Αναγνώριση Κινδύνων.

HAZOP, Hazard Operability – Λειτουργικότητα Κινδύνου.

FMEA, Failure Mode and effects Analysis – Ανάλυση τρόπων Αστοχίας και Επιδράσεις.

NGI, Norwegian Geotechnical Institute – Νορβηγικό Γεωτεχνικό Ινστιτούτο.

CSE, Concept Safety Analysis – Αξιολόγηση Ασφαλείας.

TRA, Total Risk Analysis – Ανάλυση Συνολικού Κινδύνου.

MEMV, Maximum Expected Monetary Value – Μέγιστη Αναμενόμενη Νομισματική Αξία.

HFE, Human Factor Engineering – Μηχανική Ανθρωπίνου Παράγοντα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΚΡΩΝΥΜΙΩΝ	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΕΞΕΔΡΕΣ / ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΞΕΔΡΩΝ	7
1.2 ΕΙΔΗ ΕΞΕΔΡΩΝ	7
1.3 ΠΛΟΙΑ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΑ	13
1.4 ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	15
1.5 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΕΞΕΔΡΩΝ ΑΝΤΛΗΣΗΣ	17
2. ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	23
2.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	23
2.2 ΚΥΡΙΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΕ ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΕΞΕΔΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	27
2.3 ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΥΠΕΡΑΚΤΙΟΙ ΓΕΩΚΙΝΔΥΝΟΙ	30
3. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	39
3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ & ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΩΚΙΝΔΥΝΩΝ	39
3.2 ΠΡΟΛΗΨΗ ΓΕΩΚΙΝΔΥΝΩΝ	40
3.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ	41
3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΗΝ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΕΡΕΥΝΑ ΥΔΡ/ΚΩΝ	42
4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΚΑΙ ΛΟΓΙΚΗ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	48
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΕΞΕΔΡΕΣ.

1.1.1 Ορισμός Εξέδρας.

Μία υπεράκτια εξέδρα πετρελαίου είναι μία κατασκευή αρκετά μεγάλη και ικανή να μπορεί να κάνει υποθαλάσσιες γεωτρήσεις, να αντλεί, να διαχειρίζεται πετρέλαιο και φυσικό αέριο και να μπορεί να αποθηκεύει το προϊόν της άντλησης μέχρι αυτό να μπορέσει να βρεθεί στην ξηρά, να υποστεί διύλιση και να γίνει μετά εμπορεύσιμο προϊόν. Αυτές οι εξέδρες πρέπει επίσης να είναι σε θέση να μπορούν να φιλοξενήσουν και το απαραίτητο εργατικό προσωπικό.

Οι εξέδρες αυτές μπορούν είτε να έχουν την έδραση τους στο βυθό, μπορούν να είναι τμήματα ενός τεχνητού νησιού είτε μπορούν να επιπλέουν στην θάλασσα. Όσο για απομακρυσμένα πηγάδια γεωτρήσεων, υποβρύχια μπορούν να είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με εξέδρες μέσω σωληνώσεων και συνδέσεων.

1.1.2 Ιστορία Εξέδρων.

Τα πρώτα υποβρύχια πηγάδια πετρελαίου αντλήθηκαν από εξέδρα το 1891 στην πολιτεία του Οχάιο και στην περιοχή της μεγάλης λίμνης St. Marys.

Τα πρώτα υποβρύχια θαλάσσια πηγάδια τρυπήθηκαν από εξέδρα στη θέση Santa Barbara Channel στην Καλιφόρνια το 1896.

1.2 Είδη εξέδρων.

Οι διάφοροι τύποι υπεράκτιων εξέδρων και εξέδρων άντλησης πετρελαίου παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα #1. Διάφοροι τύποι εξέδρων. Πηγή Wikipedia.

1.2.1 Σταθερές εξέδρες.

Αυτές οι πλατφόρμες που έχουν βάσεις από σκυρόδεμα ή πόδια από χάλυβα ή και τα δύο, στηρίζονται απευθείας στο βυθό, υποστηρίζοντας έτσι ένα κατάστρωμα με χώρο για θαλάσσια γεωτρήματα, εγκαταστάσεις παραγωγής και καμπίνες του πληρώματος. Οι πλατφόρμες αυτές, λόγω της ακινησίας τους, έχουν σχεδιαστεί για πολύ μακροχρόνια χρήση (για παράδειγμα η πλατφόρμα Hibernia). Σταθερές πλατφόρμες είναι οικονομικά εφικτές για εγκατάσταση σε βάθη νερού έως περίπου 1.700 ft (520 m).

1.2.2 Συμβατικοί πύργοι/εξέδρες.

Αυτές οι πλατφόρμες αποτελούνται από τμήματα εύκαμπτων πύργων ενώ συνήθως χρησιμοποιούνται σε βάθη νερού που κυμαίνονται από 1.200 έως 3.000 πόδια (370 έως 910 τ.μ.). Στις παρακάτω φωτογραφίες φαίνεται η διαδικασία ανέγερσης.



Εικόνα #2. Φορτηγίδα μεταφέρει τμήμα του πύργου της εξέδρας. Πηγή Wikipedia.



Εικόνα #3. Απόθεση από την φορτηγίδα του τμήματος της εξέδρας. Πηγή Wikipedia.



Εικόνες #4, 5. Ισορρόπηση του τμήματος στην θέση του. Πηγή Wikipedia.





Εικόνα #6. Το τμήμα της εξέδρας είναι έτοιμο να δεχθεί το επόμενο τμήμα για την συνέχεια της κατασκευής. Πηγή Wikipedia.

1.2.3 Ήμι υποβρύχιες εξέδρες.

Αυτές οι πλατφόρμες έχουν κύτη επαρκούς πλευστότητας για να μπορεί η δομή να επιπλέει.

Ήμι-υποβρύχιες πλατφόρμες μπορούν να μετακινηθούν από το ένα μέρος στο άλλο ενώ μπορούν επίσης να διατηρούνται στην όποια θέση με τη χρήση της συστημάτων δυναμικής τοποθέτησης. Ήμι-υποβρύχιες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε βάθη νερού από 200 έως 10.000 πόδια (60 έως 3000 m).



Εικόνα #7. Ημι-υποβρύχια εξέδρα άντλησης. Πηγή Wikipedia.

1.2.4 Ανυψωμένες Εξέδρες Γεώτρησης / Άντλησης.

Αυτές οι εξέδρες άντλησης στηρίζονται σε ποδαρικά τα οποία μπορούν να ανεβαίνουν ή να κατεβαίνουν ανάλογα με το βάθος του θαλάσσιου πυθμένα. Αυτές οι εξέδρες είναι κατάλληλες για βάθη από 120 έως 170 μέτρα. Η μετακίνησή τους από ένα σημείο σε ένα άλλο είναι ιδιαίτερα εύκολη.

1.2.5 Εξέδρες με ποδαρικά σε προένταση.

Είναι πλωτές εξέδρες δεμένες με το βυθό της θάλασσας κατά τρόπο που να εξαλείφει την κατακόρυφη κίνηση της δομής. Οι εξέδρες αυτές χρησιμοποιούνται σε βάθη νερού έως περίπου 6000 πόδια (2000 m).

1.2.6 Βαρυτική κατασκευή.

Μια Βαρυτική κατασκευή εξέδρας μπορεί να είναι είτε από χάλυβα ή από σκυρόδεμα και είναι συνήθως αγκυροβολημένη απευθείας πάνω στο βυθό της θάλασσας. Αυτού του είδους οι κατασκευές χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο, όταν δεν υπάρχει καθόλου ή είναι περιορισμένη η διαθεσιμότητα των γερανών/φορτηγίδων που μπορούν να εγκαταστήσουν μία συμβατική σταθερή πλατφόρμα offshore, για παράδειγμα, στην Κασπία Θάλασσα. Υπάρχουν αρκετές τέτοιες

κατασκευές στον κόσμο σήμερα (π.χ. Τουρκμενιστάν, Νέα Ζηλανδία). Αυτές οι εξέδρες συνήθως δεν παρέχουν ικανότητα αποθήκευσης υδρογονανθράκων.

1.2.7 Μη επανδρωμένες εξέδρες.

Οι εγκαταστάσεις αυτές (μερικές φορές ονομάζονται μανιτάρια) είναι μικρές πλατφόρμες, που αποτελούνται από λίγο περισσότερο από ένα ελικοδρόμιο και καταφύγιο έκτακτης ανάγκης. Έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν εξ αποστάσεως, υπό κανονικές συνθήκες.

1.2.8 Δορυφορικές πλατφόρμες

Οι εγκαταστάσεις αυτές, γνωστές ως δορυφορικές πλατφόρμες, είναι μικρές μη επανδρωμένες πλατφόρμες. Είναι σχεδιασμένες για να λειτουργούν σε συνδυασμό με μία στατική πλατφόρμα παραγωγής η οποία συνδέεται με την πλατφόρμα από γραμμές ροής.

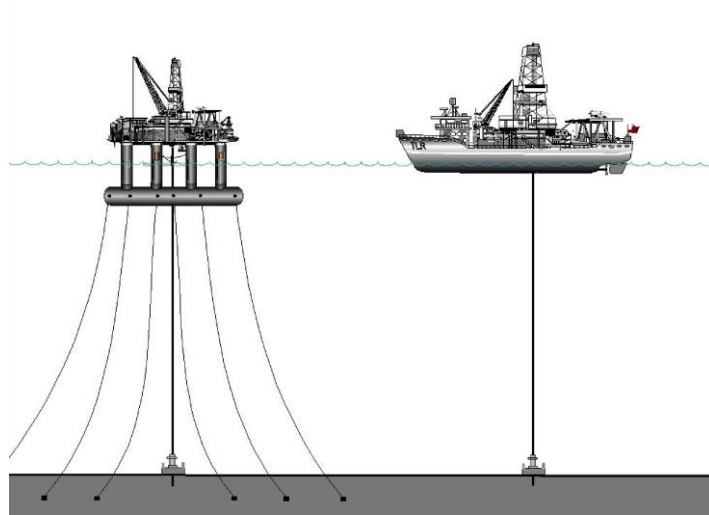
1.3 Πλοία γεωτρύπανα.

Είναι ένα πλοίο στο οποίο έχει εγκατασταθεί εξοπλισμός γεωτρύπανου. Η χρήση πλοίων τέτοιου είδους γίνεται για έρευνα γεωτρήσεων σε μεγάλα βάθη τα οποία μπορούν να ξεπερνούν και τα 4000 μέτρα θαλάσσιο βάθος. Ο έλεγχος θέσεως του πλοίου γίνεται με Δυναμικό Σύστημα Θέσης (ΔΣΘ).



Εικόνα #8. Πλοίο Γεωτρύπανο. Πηγή Wikipedia.

Το βασικό πλεονέκτημα των πλοίων με εγκατεστημένο εξοπλισμό γεωτρήπανου είναι ότι μπορούν με πολύ μεγάλη ευκολία να μετακινηθούν από ένα σημείο σε ένα άλλο όπως ένα κλασικό πλοίο. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται αμέσως ότι σε σχέση με μια ημι-υποβρύχια εξέδρα άντλησης η οποία χρειάζεται πολλαπλό σύστημα αγκύρωσης της όλης κατασκευής στο βυθό για να μπορέσει να κάνει από σταθερή θέση άντληση, το πλοίο δεν έχει ανάγκη τέτοιων συστημάτων για την διαδικασία άντλησης.



Εικόνα # 8. Αγκύρωση ημι-υποβρύχιας εξέδρας και πλοίου. Πηγή Wikipedia.

Ένα κατάλληλο σύστημα πρόσδεσης του γεωτρήπανου αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα μιας επιτυχής γεώτρησης πηγαδιών πετρελαίου και αερίου. Σε ρηχά νερά, τα drillships είναι αγκυροβολημένα στον πυθμένα στις θάλασσες με 6 έως δώδεκα άγκυρες. Μόλις το βάθος του νερού γίνεται πάρα πολύ μεγάλο, τα drillships εξαρτώνται από δυναμικά συστήματα εντοπισμού θέσης (ΔΣΘ) για να κρατήσουν το σκάφος στη θέση του κατά τη διάτρηση. Το ΔΣΘ που αναφέρθηκε παραπάνω βασίζεται σε διάφορες προωθητήρες (έλικες) που βρίσκονται στο πλοίο οι οποίοι προωθητήρες ενεργοποιούνται από ενσωματωμένο υπολογιστή που βρίσκεται στο πλοίο και που παρακολουθεί συνεχώς της ανέμους, τα θαλάσσια ρεύματα και τα κύματα με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να ρυθμίσει τα συστήματα των προωθητηρων και να μπορεί να αντισταθμίσει αυτές της αλλαγές.

Drillships αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1940.

Δημιουργήθηκαν για να ξεπεραστεί το βάθος του νερού το οποίο ήταν μια σοβαρή πρόκληση για την offshore εγκατάσταση εξέδρων στην Καλιφόρνια και γενικά στον Ειρηνικό Ωκεανό.

1.4 Επιπλέοντα συστήματα παραγωγής.

Τα κύρια συστήματα παραγωγής αυτού του είδους είναι τα FPSO (Floating Production, Storage, and Offloading system). Είναι συστήματα παραγωγής αποθήκευσης και μεταφοράς υδρογονανθράκων ή και φυσικού αερίου τα οποία έχουν και την δυνατότητα σε της περιπτώσεις να κάνουν και διυλίσεις των προϊόντων εξόρυξης. Στις παρακάτω δύο εικόνες έχουμε τέτοια συστήματα.



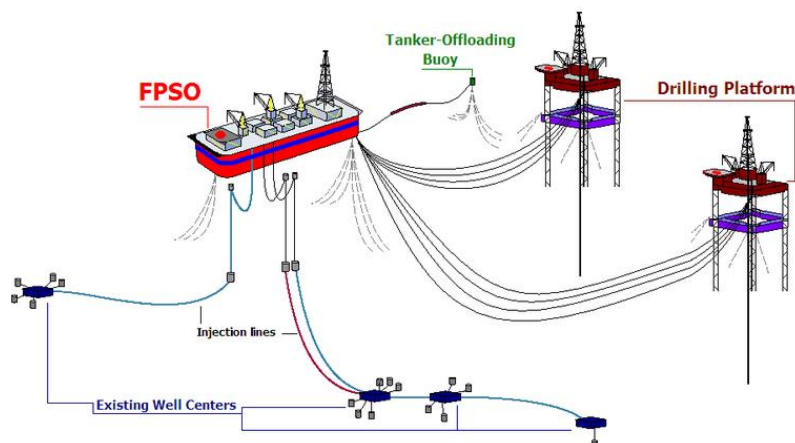
Εικόνα #9. FPSO. Πηγή Wikipedia.



Εικόνα #10. FPSO. Πηγή Wikipedia.

Τα πλεονεκτήματα αυτών των θαλάσσιων συστημάτων παραγωγής σε σχέση με τα συστήματα μεταφοράς με θαλάσσιους αγωγούς είναι ότι είναι πολύ οικονομικότερα σε περιπτώσεις όπου η άντληση θα πρέπει να γίνει για μερικά χρόνια, το κόστος μιας μόνιμης εγκατάστασης αγωγών μεταφοράς θα ήταν σαφώς μεγαλύτερο σε σχέση με την λύση των FPSO.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο μηχανισμός λειτουργίας της χρήσης FPSO.



Εικόνα #11. Αρχή λειτουργίας FPSO. Πηγή Wikipedia.

1.5 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΑΚΤΙΩΝ ΕΞΕΔΡΩΝ ΑΝΤΛΗΣΗΣ.

Η πολιτική των δυο χωρών, που θα παρουσιαστούν παρακάτω, στην Ανάλυση Επικινδυνότητας παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον όσο αφορά την ανάπτυξη διαχείρισης και ανάλυσης κινδύνων.

1.5.1 NORBΗΓΙΑ.

Η αρχική Νορβηγική ανάπτυξη θεμάτων διαχείρισης κινδύνου ήταν βασισμένη στην Διεθνή πρακτική. Οι εξέδρες Ekofisk και Frigg είχαν και οι δύο ξεχωριστά διαμερίσματα διαμονής συνδεδεμένα με τις εξέδρες άντλησης και παραγωγής με γέφυρες. Διάφορα ήδη ατυχημάτων που είχαν να κάνουν με αυτές τις εξέδρες εδραίωναν την πεποίθηση ότι περισσότερη ανάπτυξη στην διαχείριση των κινδύνων και περισσότερη προσοχή σε θέματα ασφαλείας πρέπει να δοθεί.

Η Νορβηγική Διεύθυνση Πετρελαίων ανέπτυξε και παρουσίασε το 1976 « Κανονισμούς Όσον αφορά την Ασφάλεια στην παραγωγή και στην εγκατάσταση » Σε αυτό το έγγραφο γίνεται αναφορά στο γεγονός ότι εάν υπάρχει το accommodation στην ίδια την εξέδρα άντλησης και παραγωγής τότε ανάλυση επικινδυνότητας πρέπει να γίνει.

Η ίδια η Νορβηγική Διεύθυνση Πετρελαίων το 1981 ανέπτυξε τις " Κατευθυντήριες γραμμές για την Αξιολόγηση Ασφάλειας πλατφόρμας στην φάση της σχεδίασης". Ήταν η πρώτη φορά που γινόταν αναφορά στην ανάγκη απαιτήσεων για την ανάλυση επικινδυνότητας, γνωστή και ως Αξιολόγηση Ασφαλείας (Concept Safety Evaluations, CSEs). Μετά από αυτό εταιρείες όπως η Statoil επέκτειναν την CSEs σε περισσότερο αναλυτικές παρουσιάσεις όπως η Total Risk Analyses (TRAs). Οι διαφορές βρίσκονται στα παρακάτω:

- Η ανάπτυξη τους γίνεται πολύ μετά από την φάση CSEs επομένως απαιτούν πολύ περισσότερα συστήματα ασφαλείας από ότι το CSE.
- Είναι πολύ πιο αναλυτική η ανάπτυξη τους έχοντας ενσωματωμένες διαδικασίες HAZOPs, και αναλύσεις αξιοπιστίας.

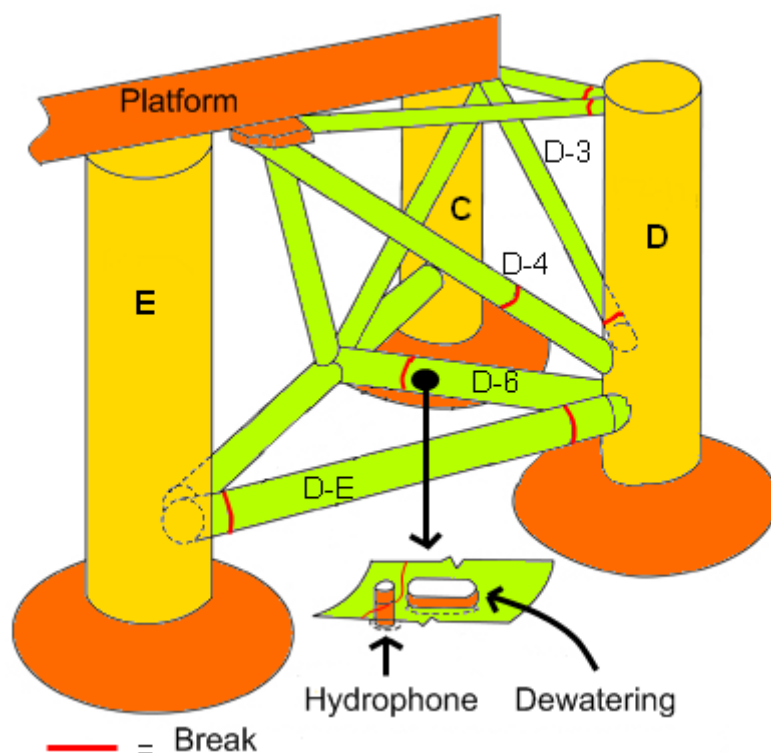
- Υπολογίζουν τους θανάσιμους κινδύνους και όχι την απομείωση από την λειτουργία ασφαλείας.

Διαχείριση κινδύνου.

Από το 1990 η Νορβηγική Διεύθυνση Πετρελαίων απαίτησε να γίνεται μια πιο ξεκάθαρη εξέταση της επικινδυνότητας μέσα από την διαχείριση κινδύνου. Πρέπει να ειπωθεί εδώ ότι ενώ μέχρι τότε οι κίνδυνοι είχαν να κάνουν με θέματα κατασκευαστικά και θέματα άντλησης και παραγωγής, μία θεματολογία Γεωκινδυνων άρχισε νά αναπτύσσεται όπως , tsunami, θαλάσσια καταιγίδα, τεράστιο κύμα, υποθαλάσσιος σεισμός και υποθαλάσσιες κατολισθήσεις, και οι οποίοι Γεωκίνδυνοι μπορούν να αποσταθεροποιήσουν την ύπαρξη μιας υπεράκτιας εξέδρας σε καταστροφικό βαθμό όπως έγινε με τις εξέδρες άντλησης Alexander Kielland το 1980 και με την εξέδρα Ocean Ranger το 1982.

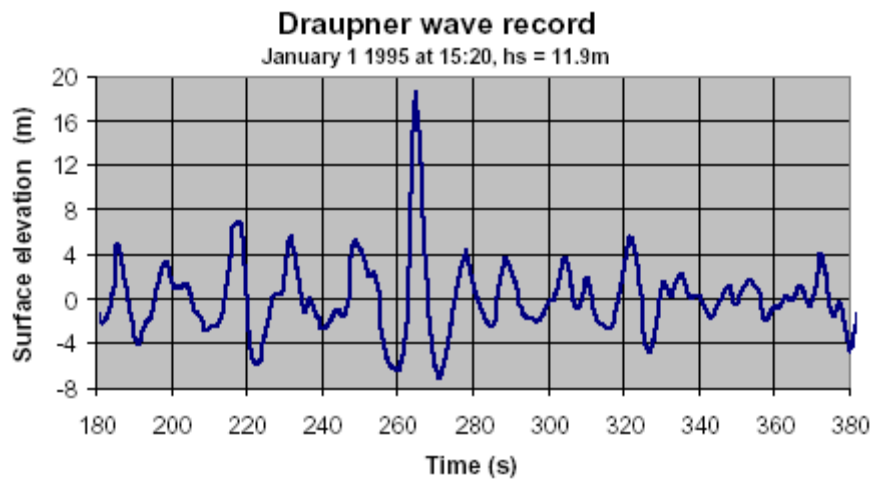


Εικόνα #12. Εξέδρα άντλησης Alexander Kielland. Πηγή Wikipedia.



Εικόνα # 13. Τα σημεία στα οποία υπήρξε δομικό πρόβλημα της κατασκευής με αποτέλεσμα την βύθιση της εξέδρας άντλησης.

Η εξέδρα Ocean Ranger βυθίστηκε από τεράστιο κύμα, το οποίο μπορεί και να ήταν τύπου Draupner, χαρακτηριστικά του οποίου παρουσιάζονται παρακάτω στο γράφημα. Το κύμα Draupner είναι σχετικά μεγάλα επιφανειακά κύματα τα οποία είναι μια απειλή ακόμη για μεγάλα πλοία-υπερωκεάνια αλλά και για υπεράκτιες εξέδρες άντλησης υδρογοναθράκων.



Εικόνα # 14.

Το 1993 η Νορβηγική Διεύθυνση Ναυτιλίας εξέδωσε «Κανονισμούς σχετικά με την ανάλυση επικινδυνότητας για υπεράκτιες εξέδρες, NORSOK Standard Z-013» στις οποίες γίνεται απαιτητή η ανάλυση επικινδυνότητας κατά την διάρκεια της μελέτης, σχεδίασης και κατασκευής της υπεράκτιος εξέδρας για να μειωθεί στο μέγιστο βαθμό και ο όποιος Γεωκίνδυνος. Άλλες περιγραφές γενικών εργαλείων και τεχνικών ανάλυσης επικινδυνότητας σχετικά με υπεράκτιες εγκαταστάσεις μπορεί κάποιος να βρει στο ISO 17776:2000E και στο API RP 14J (Kvalstad, NGI, 2007).

Το πρότυπο NORSOK παρουσιάζει τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό, την εκτέλεση και τη χρήση των αναλύσεων κινδύνου που σχετίζεται με τη γεώτρηση εξερεύνηση, την εκμετάλλευση, την παραγωγή και τη μεταφορά των πετρελαϊκών πόρων, καθώς και όλες τις εγκαταστάσεις και τα σκάφη που συμμετέχουν στη δραστηριότητα. Το πρότυπο δεν ασχολείται ειδικά με την ανάλυση των κινδύνων που σχετίζονται με την ειδική θέση των γεωλογικών κινδύνων.

Μία ανάλυση επικινδυνότητας για χρήση από προσωπικό γεωτρήσεων είναι αυτή που παρουσιάζεται παρακάτω και η οποία παρουσιάζει την εκτίμηση γεωκινδύνων σε όλες τις φάσεις των εργασιών των γεωτρήσεων (έρευνα, εκτίμηση και ανάπτυξη αυτών) όπως

- Την απόκτηση ιστορικών δεδομένων
- Την αναθεώρηση στοιχείων και σεισμικών δεδομένων
- Σχεδιασμός της γεώτρησης

- Κατασκευή της γεώτρησης
- Φάσεις εκτέλεσης

Η ανάλυση επικινδυνότητας γίνεται για να διασφαλιστεί ότι όλοι οι κίνδυνοι είναι αναγνωρίσιμοι και έχουν αναλυθεί έτσι ώστε η σχεδίαση και η ακεραιότητα του εξοπλισμού όπως επίσης και οι οποίες διαδικασίες να μπορούν να εκτελεστούν με όσο το δυνατό χαμηλότερο ρίσκο και κίνδυνο και να είναι σύμφωνες με την πολιτική και τα υπάρχοντα πρότυπα και τυχόν κανονιστικές απαιτήσεις.

(Aird, 2008.)

1.5.2 ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ.

Προ Piper Alpha.

Στο σύνολο των Βιομηχανιών στο Η.Β οι εξελίξεις που αφορούσαν την ασφάλεια και την Υγιεινή ήταν πολλές κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980. Η λογική της ασφάλειας στο Η.Β. θεωρείται ως αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας Βιομηχανικού σχεδιασμού, αλλά, εδώ πρέπει επίσης να ειπωθεί ότι πριν από το ατύχημα Piper Alpha, η ασφάλεια έτεινε να εφαρμόζεται σε συγκεκριμένες πτυχές του σχεδιασμού, παρά στην ανάδειξη του συνολικού κινδύνου ο οποίος μπορεί να υπάρχει. Συγκεκριμένα στην ανάλυση κινδύνων υπεράκτιων εξέδρων αυτές μπορούσαν να περιορίζονται στην πρόβλεψη των κινδύνων σύγκρουσης πλοίου-πλατφόρμας, μοντελοποίηση των κινδύνων σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και εκκένωσης της εξέδρας άντλησης.

Άλλες τεχνικές που είχαν δανειστεί ήταν αυτές από την πετροχημική βιομηχανία, όπως οι μελέτες επικινδυνότητας κατά την λειτουργία των διαφόρων συστημάτων (HAZOPs), οι αναλύσεις αξιοπιστίας των βασικών συστημάτων ασφαλείας.

Η έκθεση Cullen για το ατύχημα Piper Alpha (*The public inquiry into the Piper Alpha disaster*, 1990) παρουσίασε μια σημαντική αλλαγή, δημιούργησε ένα πιο σύγχρονο σύστημα ρύθμισης και έλεγχου της ασφάλειας στον τομέα του Ηνωμένου Βασιλείου, και παρουσιάζεται από τη μεταβίβαση της ευθύνης για την Υγεία και την Ασφάλεια (HSE).

Σύστημα ασφαλείας.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του Ηνωμένου Βασιλείου το Σύστημα ασφαλείας είναι απαιτητό από κάθε φορέα στον τομέα του Ηνωμένου Βασιλείου ο οποίος καλείται να προετοιμάσει ένα Σύστημα Ασφαλείας για καθεμία από τις εγκαταστάσεις του, σταθερή ή κινητή, και να αποδείξει με αυτό τον τρόπο ότι: το σύστημα διαχείρισης ασφαλείας του καλύπτει επαρκώς όλες τις κανονιστικές απαιτήσεις.

- υπάρχουν κατάλληλες ρυθμίσεις για ανεξάρτητο έλεγχο του συστήματος ασφαλείας.
- οι κίνδυνοι σοβαρών ατυχημάτων έχουν προσδιοριστεί και έχουν βέβαια αξιολογηθεί.
- μέτρα για τη μείωση των κινδύνων για τους ανθρώπους στο κατώτατο εύλογα εφικτό επίπεδο έχουν ληφθεί.
- και κατάλληλα συστήματα για θέματα έκτακτης ανάγκης όπως εκκένωση, διαφυγή και διάσωση είναι όλα στη θέση τους και λειτουργούν άψογα.

Εδώ πρέπει να ειπωθεί ότι πολλές άλλες χώρες έχουν ακολουθήσει τη νέα προσέγγιση του Ηνωμένου Βασιλείου, αυξάνοντας σημαντικά την απαίτηση για υπεράκτια ασφάλεια των εξέδρων άντλησης σε όλο τον κόσμο. Πριν από την άδεια λειτουργίας μιας εγκατάστασης, η μελέτη ασφαλείας πρέπει να έχει γίνει επίσημα αποδεκτή από την Διεύθυνση Υγείας και Ασφάλειας (HSE).

2. ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ.

2.1 Μέθοδοι Ταυτοποίησης Κινδύνων.

Επειδή οι κίνδυνοι είναι η πηγή των γεγονότων που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες συνέπειες, η ανάλυση και η κατανόηση της έκθεσης σε κίνδυνο πρέπει να ξεκινήσει από την κατανόηση των κινδύνων που υπάρχουν. Μερικές φορές ο προσδιορισμός της επικινδυνότητας ρητά πραγματοποιείται με τη χρήση δομημένων τεχνικών. Άλλες φορές ο προσδιορισμός των κινδύνων είναι μία έμμεση βαθμίδα που δεν εκτελείται συστηματικά. Συνολικά, η ταυτοποίηση του κινδύνου εστιάζει στην ανάλυση κινδύνου σχετικά με τις βασικούς τύπους κινδύνων και τα είδη των δυσάρεστων εξελίξεων που αυτοί οι κίνδυνοι μπορούν να δημιουργήσουν. Οι παρακάτω είναι μερικές από τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται συνήθως για τον εντοπισμό των κινδύνων.

2.1.1. Τεχνική Ταυτοποίησης των κινδύνων HAZID και GEO-HAZID για Γεωκινδύνους.

Είναι ένας σημαντικός όρος με το οποίο γίνεται προσπάθεια περιγραφής μιας διαδικασίας της οποίας ο στόχος είναι να προσδιορίσει τους κινδύνους αλλά και τα σχετικά γεγονότα που μπορούν να οδηγήσουν σε μία σημαντική συνέπεια.

Αυτή λοιπόν η τεχνική ταυτοποίησης κινδύνων HAZID & αλλά και GEOHAZID συγκεκριμένα για ανάλυση Γεωκινδύνων για υπεράκτιες εγκαταστάσεις πετρελαίου μπορεί να εφαρμόζεται για τον εντοπισμό και ανάλυση δυνητικών κινδύνων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε συνέπειες όπως π.χ., τραυματισμοί και θάνατοι του προσωπικού που επανδρώνει την εγκατάσταση υπό έλεγχο, του περιβάλλοντος αυτής της εγκατάστασης (πετρελαιοκηλίδες και ρύπανση), αλλά και χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων όπως π.χ., απώλεια παραγωγής / καθυστέρηση της εγκατάστασης αλλά και της εταιρείας. Με την τεχνική HAZID & GEOHAZID τυπικά, το σύστημα που αξιολογείται διαιρείται σε τμήματα, και μια ομάδα οδηγείται και αναλύει μέσω μιας ή περισσότερων συνεδρίων (συχνά με τη χρήση αναλυτικών σχεδίων) και εντοπίζει έτσι δυνητικούς κινδύνους που συνδέονται με κάθε μέρος του συστήματος. (American Bureau of Shipping, Risk Assessment Application for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries, 2000,).

Η ομάδα GEOHAZID θα πρέπει να ρωτήσει και να απαντήσει μεταξύ των άλλων και στις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Μπορεί να μας εξηγήσει τι μπορεί να παρατηρηθεί στην περιοχή από τις διαθέσιμες πληροφορίες, δηλαδή να συναγάγει το παρελθόν; Μπορεί ανωμαλίες, διαφάνειες, υφέσεις κλπ να συνδέονται με
 - Γεωλογικές διεργασίες και κλιματικές συνθήκες;
 - Παρελθόν του εδάφους, τη δύναμη και τις συνθήκες πίεσης πόρων;
 - Φυσικούς μηχανισμούς ενεργοποίησης;
 - Ποιες είναι οι πιθανές φυσικές καταστροφές σήμερα και στο εγγύς μέλλον;
 - Συνεχιζόμενες γεωλογικές και κλιματικές διεργασίες μπορούν να αλλάξουν τις συνθήκες;
 - Τα φυσικά ερεθίσματα;
 - Μπορεί προγραμματισμένες δραστηριότητες που σχετίζονται με την εξερεύνηση, την ανάπτυξη του πεδίου και την παραγωγή να αντιπροσωπεύουν κινδύνους;
 - Μπορεί η άδεια εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων να επηρεαστεί και να υπάρξουν ζημιές από κινδύνους που έχουν εντοπιστεί;
 - Μπορεί τρίτα μέρη να επηρεαστούν από τις δραστηριότητες στον τομέα της άδειας; Ένα αντιπροσωπευτικό σύνολο από το παρελθόν, το παρόν και το άμεσο μέλλον με σενάρια αποτυχίας θα πρέπει να περιγραφεί και να επιλεγεί για περαιτέρω αξιολόγηση:
 - να εξηγήσουν τις παρατηρούμενες αστάθειες και ανωμαλίες στην περιοχή και να αποκτήσουν εμπιστοσύνη στην κατανόηση των γεωλογικών διεργασιών, τις συνθήκες του εδάφους / πίεσης πόρων.
 - να εκτιμήσουν με πιθανότητες γεγονότα μελλοντικών γεωλογικών κινδύνων, ποσοτικά και να αξιολογήσουν τον κίνδυνο γεωλογικών κινδύνων.
- Η ομάδα GEOHAZID πρέπει να συμβουλεύει, να αξιολογεί και να κοινοποιεί τα ευρήματά της στο έργο για την ανάπτυξη του πεδίου.

2.1.2 «Τι θα συμβεί εάν» Ανάλυση.

Αυτού του είδους η ανάλυση έχει μία προσέγγιση μίας χαλαρής ανάκρισης και

μπορεί να παρουσιάσει πιθανά ατυχήματα στο υπό εξέταση σύστημα και μπορεί να εξασφάλιση λύσεις για αυτά τα προβλήματα. Η ανάλυση «τι θα συμβεί εάν» παράγει περιγραφές των προβλημάτων κάνοντας χρήση ερωτήσεων και απαντήσεων ενώ μπορεί να δημιουργήσει μια σειρά από συστάσεις για την αποφυγή των εν λόγω θεμάτων/προβλημάτων. Συνήθως χρησιμοποιείται για να συμπληρώσει άλλες, πιο δομημένες τεχνικές. (American Bureau of Shipping, Risk Assessment Application for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries, 2000).

2.1.3 Ανάλυση Ελέγχου (Checklist)

Η ανάλυση Ελέγχου είναι μια συστηματική αξιολόγηση με τη μορφή μίας ή περισσότερων λιστών ελέγχου. Εφαρμόζεται για υψηλού επιπέδου ανάλυση.

Η τεχνική αυτή μπορεί να δώσει σειρές συμμόρφωσης και μη συμμόρφωσης αλλά και συστάσεις για την αντιμετώπιση των όποιων μη συμμορφώσεων. Η ανάλυση αυτή μπορεί να είναι συμπλήρωμα ή αναπόσπαστο μέρος μιας άλλης μεθόδου ένα η απαίτηση έχει να κάνει με αντιμετώπιση ειδικών απαιτήσεων. (American Bureau of Shipping, Risk Assessment Application for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries, 2000).

2.1.4 Ανάλυση Κινδύνων και Λειτουργικότητας (HAZOP)

Η τεχνική ανάλυση HAZOP χρησιμοποιεί λέξεις κλειδιά για να ζητήσει από μία έμπειρη ομάδα ατόμων τον εντοπισμό πιθανών κινδύνων για την λειτουργικότητα τμημάτων του υπό έλεγχο εξοπλισμού. Αυτές οι λέξεις κλειδιά περιγράφουν το ενδεχόμενο αποκλίσεων από το σχεδιασμό κάνοντας χρήση επιθέτων όπως υψηλό, χαμηλό, όχι, κλπ σε ένα προ-καθορισμένο σύνολο των παραμέτρων της διαδικασίας όπως ροή, πίεση, τη σύνθεση, κ.λπ..

Αποτέλεσμα της περιγραφής αυτών των αποκλίσεων είναι η εξέταση αυτών των αποκλίσεων και στην περίπτωση που εντοπιστεί μια ανησυχία, τότε εξασφαλίζουν ότι οι κατάλληλες εγγυήσεις και τα κατάλληλα μέτρα είναι σε θέση να εμποδίζουν την επανεμφάνιση της απόκλισης. Αυτός ο τύπος ανάλυσης δίνει κυρίως ποιοτικά αποτελέσματα και εφαρμόζεται για την αναγνώριση των κινδύνων που έχουν να

κάνουν με την ασφάλεια και την λειτουργικότητα συστημάτων συνεχούς διαδικασία (ρευστά και θερμικά συστήματα). (American Bureau of Shipping, Risk Assessment Application for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries).

ΒΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ HAZOP

1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΟΜΒΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ, ΛΕΞΕΩΝ ΚΛΕΙΔΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΕΚΚΛΙΣΕΩΝ.

3. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΑΙΤΙΩΝ.

4. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ.

6. ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΛΗΦΘΟΥΝ.

7. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ.

2.1.5 Ανάλυση Τρόπων Αστοχίας και Επιδράσεις (FMEA).

Η FMEA είναι μια προσέγγιση κατάλληλη για αξιολογήσεις των μηχανικών και ηλεκτρικών συστημάτων hardware. Η τεχνική FMEA θεωρεί πρώτα πως η κατάσταση αποτυχίας του κάθε συστατικού του συστήματος μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα στην απόδοση του ίδιου του συστήματος και εξασφαλίζει κατά δεύτερο ότι οι κατάλληλες διασφαλίσεις έναντι τέτοιων προβλημάτων είναι στη θέση τους. (American Bureau of Shipping, Risk Assessment Application for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries).

2.1.6 Συμβολή του "Ανθρώπινου Παράγοντα".

Σε όποια εργασία για την εύρεση και την αξιολόγηση/αντιμετώπιση κινδύνων ο έλεγχος της διασύνδεσης μεταξύ του ανθρώπινου παράγοντα και των συστημάτων

που αυτός ο παράγοντας μπορεί να λειτουργήσει πρέπει να εξετάζεται αναλυτικά. Είναι αυτός ο παράγοντας ο οποίος μπορεί να ενσωματώνεται στις όποιες μεθοδολογίες εντοπισμού αξιολόγησης/αντιμετώπισης κινδύνων και να καθορίζει την αξιοπιστία των μέτρων ασφαλείας.

Η κατανόηση της ανθρώπινης ψυχολογίας είναι απαραίτητη για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των διαδικαστικών ελέγχων και των συστημάτων έκτακτης ανάγκης. (American Bureau of Shipping, Risk Assessment Application for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries).

2.2 ΚΥΡΙΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ.

2.2.1 Κύριοι Κίνδυνοι σε Υπεράκτιες Εξέδρες Πετρελαίου.

Μεγάλο μέρος του εξοπλισμού επεξεργασίας του πετρελαίου, το οποίο χρησιμοποιείται στις υπεράκτιες εγκαταστάσεις είναι παρόμοιο με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στην ξηρά για την παραγωγή πετρελαίου ή σε εργοστάσια χημικής επεξεργασίας. Ως εκ τούτου, πολλοί εκ των κινδύνων που σχετίζονται με τον εξοπλισμό είναι γνωστοί. Ωστόσο, ο περιορισμένος χώρος στις υπεράκτιες δομές έχει ως αποτέλεσμα την εφαρμογή κάποιου νέου εξοπλισμού, ενώ το πιο σημαντικό είναι ότι καθιστούν δύσκολο τον περιορισμό των κινδύνων από το διαχωρισμό του εξοπλισμού, του προσωπικού και των επικίνδυνων υλικών.

Μερικοί από τους πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με υπεράκτιες δραστηριότητες αναφέρονται παρακάτω.

2.2.1 Παραγωγή, Εγκαταστάσεις και αγωγοί.

Κίνδυνοι που σχετίζονται με Εξοπλισμό:

- Κίνδυνοι από Περιστρεφόμενο εξοπλισμό
- Κίνδυνοι από Ηλεκτρικό εξοπλισμό
- Κίνδυνοι από εξοπλισμό ανύψωσης

- Ελαττωματικός εξοπλισμός
- Επιπτώσεις από ξένα αντικείμενα

2.2.2 Κίνδυνοι που σχετίζονται με Διαδικασία:

- Υγρά υψηλής πίεσης και φυσικού αερίου
- Υδρογονάνθρακες υπό πίεση
- Θερμοκρασία (υψηλή ή πολύ χαμηλή)
- Υδρογονάνθρακες και άλλα εύφλεκτα υλικά
- Τοξικές ουσίες
- Αποθήκευση εύφλεκτων ή επικίνδυνων υλικών
- Εσωτερική διάβρωση
- Πηγές ανάφλεξης
- Αποτυχίες ελέγχου των διεργασιών
- Σφάλμα Χειριστή/Χειρισμού
- Αστοχίες του συστήματος Ασφάλειας

2.2.3 Κίνδυνοι που σχετίζονται με πηγάδια:

- Η πίεση συγκράτησης.
- Η εγγύτητα των φρεατίων σε άλλα πηγάδια και εγκαταστάσεις.

2.2.4 Εσωτερικοί Κίνδυνοι:

- Τα εύφλεκτα υλικά / εσωτερικές πυρκαγιές.
- Τοξικά υλικά κατασκευής.
- Οδοί διαφυγής.
- Ανεπαρκής ναυαγοσωστικός εξοπλισμός.
- Αστοχίες του συστήματος έκτακτης ανάγκης.
- Βακτηριακοί κίνδυνοι.
- Παροχή πόσιμου νερού.
- Προετοιμασία των τροφίμων και την παράδοση.
- Συνθήκες διαβίωσης.

- Διάθεση των αποβλήτων.

2.2.5 Λειτουργίες Γεωτρυπάνου.

- Έλεγχος πηγαδιών.
- Χειρισμός Σωληνώσεων.
- Ανυψωτικές εργασίες.
- Θαλάσσιες μεταφορές αλλά και αερομεταφορές.
- Προσέγγιση του σκάφους και διαδικασίες σύνδεσης ή αγκυροβόλιο.
- Σοβαρές καιρικές συνθήκες.
- Βλάβες του σκάφους.
- Εργασίες Κατάδυσης.

2.2.6 Υλικά Χειρισμός

- Μεταφορές εξοπλισμού γεωτρυπάνου.
- Ανυψωτικές επιχειρήσεις.
- Αποθήκευση εξοπλισμού γεωτρήσεων και προμήθειες.
- Χημικά / εύφλεκτα υλικά αποθήκευσης.
- Ραδιενεργές πηγές.
- Εκρηκτικά.

2.2.7 Κατασκευή και Συντήρηση Επιχειρήσεων Θαλασσίων Μεταφορών.

- Κυκλοφορία σκαφών και ελλιμενισμού
- Συνθήκες θάλασσας
- Εργασίες Κατάδυσης
- Υλικά και χειρισμός εξοπλισμού.
- Γερανών και ανυψωτικών εργασιών.
- Μεγάλα αντικείμενα.
- Αποθήκευση εξοπλισμού και προμηθειών.
- Χημικά / εύφλεκτα υλικά αποθήκευσης.

- Στατικός ηλεκτρισμός.
- Ραδιενεργές πηγές.
- Κινδύνους του αναπνευστικού συστήματος (καυσαέρια, χημικά, κλειστούς χώρους, κλπ).
- Αποθηκεύση πηγών ενέργειας (ηλεκτρική και μηχανική).

Οι πιθανοί κίνδυνοι που περιγράφονται σε αυτή την ενότητα, εάν δεν ελέγχονται σωστά, μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα και επικίνδυνα γεγονότα. Οι πιο σοβαρές συνέπειες από αυτά τα γεγονότα θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν:

- i) Τραυματισμό Προσωπικού.
- ii) Απώλεια της ζωής.
- iii) Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.
- iv) Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- v) Απώλεια των εγκαταστάσεων και ζημιά στον εξοπλισμό.
- vi) Απώλεια της παραγωγής.
- vii) Επιπτώσεις στις συναφείς εργασίες.
- viii) Επιπτώσεις για την εταιρική φήμη.

2.3 ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΥΠΕΡΑΚΤΙΟΙ ΓΕΩΚΙΝΔΥΝΟΙ.

Ορίζεται σαν Γεωκίνδυνος μια γεωλογική κατάσταση που μπορεί να οδηγήσει σε εκτεταμένη βλάβη ή κίνδυνο το προσωπικό, την εγκατάσταση και το περιβάλλον μιας υπεράκτιας εξέδρας άντλησης πετρελαίου. Οι γεωλογικοί κίνδυνοι (Γεωκίνδυνοι) είναι γεωλογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και αφορούν μακροπρόθεσμες ή βραχυπρόθεσμες γεωλογικές διεργασίες.

Γεωκίνδυνοι μπορεί να είναι και να έχουν σχετικά μικρά χαρακτηριστικά, αλλά μπορούν επίσης να επιτύχουν μεγάλες διαστάσεις όπως μπορεί να είναι π.χ. μία υποβρύχια ή επιφανειακή κατολίσθηση που να μπορεί να επηρεάσει τις τοπικές και περιφερειακές κοινωνίες αλλά και οικονομίες σε μεγάλο βαθμό με την δημιουργία ενός τσουνάμι.

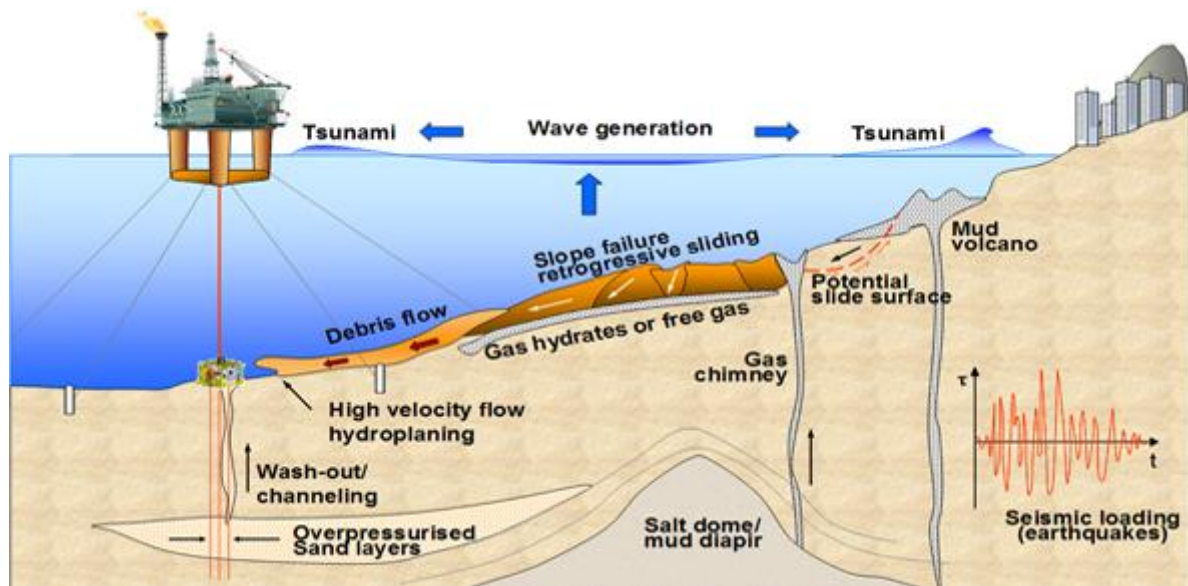
Αναγνωρισμένες περιοχές με Γεωκινδύνους είναι:

- Κόλπος του Mexico.
- Νιγηρία.
- Αγκόλα.
- Μεσόγειος Θάλασσα.
- Κασπία Θάλασσα.
- Ινδία.
- Βόρεια Θάλασσα.

Οι ανθρώπινες εμπορικές δραστηριότητες σε μια υπεράκτια εξέδρα άντλησης πετρελαίου – όπως μπορεί να είναι για παράδειγμα η διάτρηση παρουσία Γεωκινδύνου (ζώνη σε υπερπίεση) - θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντικό κίνδυνο, και ως εκ τούτου η γνώση για την μείωση και την πρόληψη αυτού του Γεωκινδύνου είναι υψίστης σημασίας πάντα μέσω της βελτίωσης της κατανόησης των γεωλογικών κινδύνων, τις προϋποθέσεις τους, τα αίτια και τις συνέπειες από αυτούς.

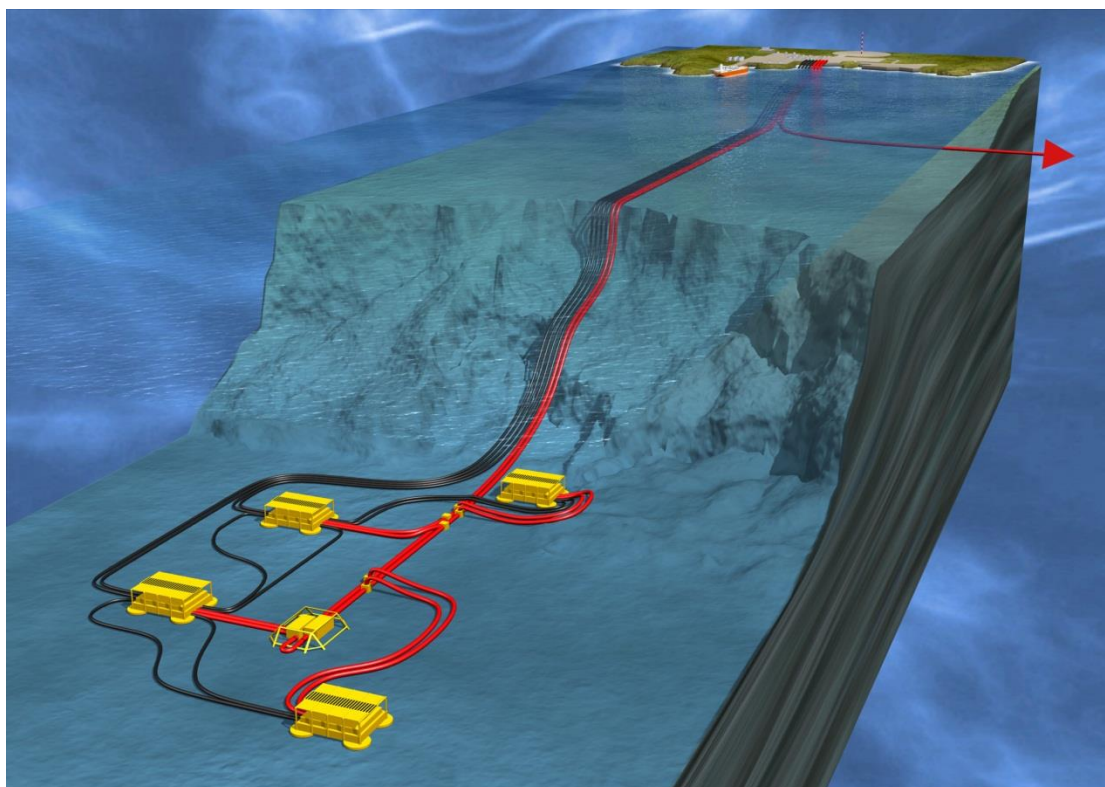
Η συνεχιζόμενη και διεπιστημονική έρευνα σχετικά με την εμφάνιση και τις επιπτώσεις των Γεωκινδύνων, ιδιαίτερα δε στις υπεράκτιες εξέδρες που έχουν σχέση με την εξερεύνηση πετρελαίου και φυσικού αερίου, οδηγούν σε ειδικές μελέτες μείωσης των συνεπειών των εν λόγω Γεωκινδύνων αλλά και τη θέσπιση σχετικών μηχανισμών πρόληψης.

Οι γεωλογικοί κίνδυνοι ή Γεωκίνδυνοι παρουσιάζονται παντού ανά τον κόσμο και σχετίζονται με τις γεωλογικές συνθήκες και γεωλογικές διεργασίες, είτε πρόσφατες είτε του παρελθόντος. Οι υπεράκτιοι Γεωκινδύνου (Εικόνα 12), περιλαμβάνουν (i) αστάθεια κλίσης και διαδικασίες μαζικής μεταφοράς μαζών (συμπεριλαμβανομένων των ροών θραυσμάτων, τη ροή βαρύτητας) (ii) φαινόμενα πίεσης πόρων (π.χ. συσσωρεύσεις αερίου, υδρίτες αερίου, διαπειρισμός τεκτονικός) (iii) σεισμικότητα.

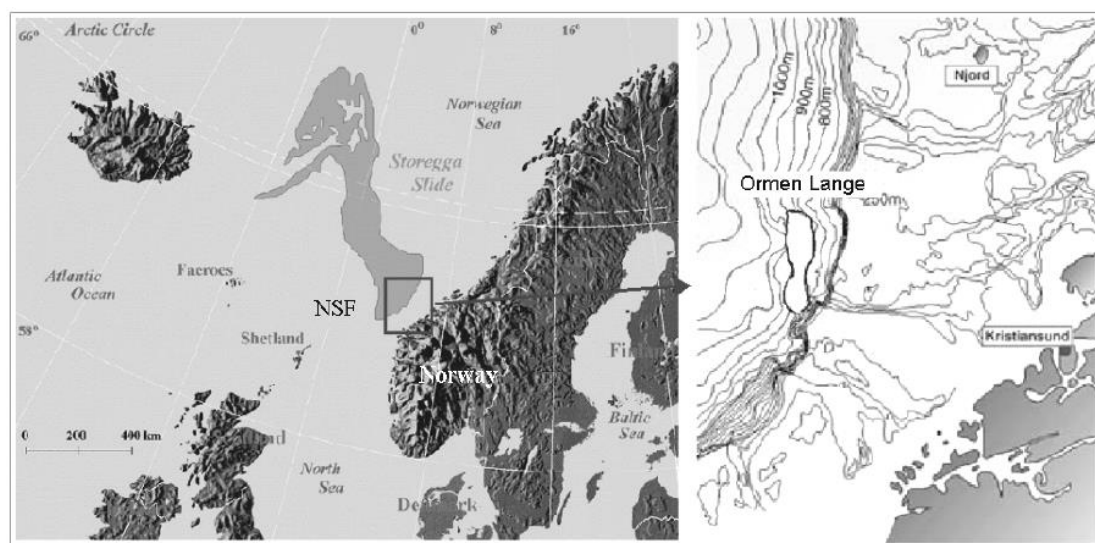


Εικόνα #15. Σχηματικό διάγραμμα που παρουσιάζει κύριους τύπους υπεράκτιων Γεωκινδύνων (Nadim and Kvalstad, Risk Assessment and Management for Offshore Geohazards. International Centre for Geohazards / Norwegian Geotechnical Oslo Norway, 2007).

Η κατάρρευση υποθαλάσσιων πρανών είναι η πιο σοβαρή απειλή τόσο σε τοπικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο. Μια τέτοια κατάρρευση μπορεί να προκαλέσει μεγάλες καταστροφές σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις άντλησης υδρογονανθράκων όπως επίσης μπορεί και να προκαλέσει καταστροφικά τσουνάμι.



Εικόνα #16. Παρουσίαση της περιοχής Storegga Slide area, Νορβηγία (πηγή: Nadim and Kvalstad, 2007).



Εικόνα 17. Storegga, Νορβηγία.

Ο φόβος κατάρρευσης υποθαλάσσιων πρανών οδήγησε σε αυτή την περίπτωση στην μη χρήση υπεράκτιων εξέδρων άντλησης στο τρίτο σε μέγεθος Ευρωπαϊκό κοιτάσμα/λεκάνη αερίου (The Ormen Lange).

Οι γενικοί επιστημονικοί στόχοι στο πλαίσιο των έργων που μπορεί να παρουσιάσουν υπεράκτιους Γεωκινδύνους είναι:

- Διεπιστημονική προσέγγιση: αυτό σημαίνει ότι πρέπει να γίνουν συσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων συνόλων δεδομένων (π.χ. γεωλογικού τύπου, γεωτεχνικού και γεωφυσικού τύπου), προκειμένου να βελτιωθεί η εκτίμηση και πρόβλεψη των γεωλογικών κινδύνων.
- Γεωφυσικές μέθοδοι και εργαλεία για την εξαγωγή γεωτεχνικών πληροφοριών και πληροφοριών πίεσης πόρων (π.χ. S-κύματα και επιφανειακά κύματα).
- Υδρίτες αερίου και φυσικού αερίου: απαραίτητες πληροφορίες και γνώσεις σχετικά με τις επιπτώσεις τους στην αστάθεια υποθαλασσίων πρανών.
- Αξιολόγηση των επιπτώσεων της ροής λόγω βαρύτητας στον πυθμένα των υποδομών και πρόληψη.

Τα πρώτα βήματα για την αξιολόγηση των γεωλογικών κινδύνων είναι τα παρακάτω

Γεωλογικά θέματα.

Τοποθεσία.

Πάχος ιζημάτων.

Η ηφαιστειακή και σεισμική δραστηριότητα.

Διαπυριτες / Ηφαίστεια λάσπης.

Γεωλογική ιστορία της περιοχής / Στρωματογραφία.

Ιστορικά θέματα.

Σεισμοί.

Τσουνάμι.

Αλλαγές στα ποτάμια / ακτών.

Άλλες πηγές

Γειτονικά έργα.

Έρευνα.

Γεωτεχνικές βάσεις δεδομένων.

Στις υφιστάμενες πληροφορίες είναι επίσης και

Ωκεανογραφική Μετεωρολογία

Κατανομή της Ατμοσφαιρικής Πίεσης

Εποχιακές μέσης κλίμακας διακυμάνσεις

Κατανομή ανέμων

Καταιγίδες σε βάθος εκατονταετίας.

Σύννεφα

Βροχόπτωση

Ορατότητα και ομίχλη

Υγρασία

Πάγος

Παλιρροιακά ρεύματα

Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Τοπικό Κλίμα σε προσεγγίσεις σε ξηρά

Μέγιστο ύψος κύματος και περιοδικότητα

Η μέγιστη ταχύτητα του ανέμου και συχνότητα

Η θερμοκρασία του αέρα

Αλατότητα

Επίσης μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση των κινδύνων το Ωκεανογραφικό
καθεστώς όπως αυτό παρουσιάζεται από στοιχεία όπως

Η ακτογραμμή

Υδάτινα Σώματα

Επιφανειακά ρεύματα

Πυκνότητα

Η θερμοκρασία και η αλατότητα

Το Περιβαλλοντικό Προφίλ έχει σημασία όπως αυτό παρουσιάζεται από την

Νομοθεσία

Διεθνείς Συμφωνίες

Εθνική συμφωνίες

Περιβαλλοντικές Απαιτήσεις

Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι

Απαγορευμένες περιοχές

Τοπικοί Περιορισμοί.

Αλλά και οι Κοινωνικό-οικονομικές πληροφορίες βοηθούν στην ανάλυση των κινδύνων όπως π.χ.

Οριοθέτηση των θαλάσσιων συνόρων

Όρια υπό αμφισβήτηση.

Η αλιεία

Ναυσιπλοΐα

Στρατιωτικές ασκήσεις και απαγορευμένες περιοχές

Αρχαιολογία, ναυάγια

Εξερεύνηση υδρογονανθράκων

Νομοθεσία σχετικά με τους αγωγούς / καλώδια / εξέδρες

Εξόρυξη από το βυθό

Υπάρχουσες υποδομές

Γεωκίνδυνοι σε αβαθή νερά.

Εάν υπάρχουν Γεωκίνδυνοι στα επιφανειακά ιζήματα θα πρέπει να προσδιοριστούν και να γίνει ο συσχετισμός τους με συναφείς κινδύνους όσο το δυνατόν συντομότερα. Μόνο ένας τέτοιος προσδιορισμός μπορεί να εξασφαλίσει ότι οι καλύτερες επιχειρησιακές κατευθυντήριες γραμμές θα υπάρχουν για την πρόληψη και την εξάλειψη των κινδύνων και των επιχειρησιακών απωλειών σε επίπεδα οδό το δυνατόν χαμηλότερα.

Οι Γεωκίνδυνοι σε αβαθή νερά περιλαμβάνουν αλλά δεν περιορίζονται μόνο σε:

- Υπόβαση και συνθήκες βυθού.
- Ακατάλληλα ιζήματα
- Αβαθή νερά και θύλακες αερίων
- Ηφαίστεια λάσπης
- Ζώνες σε υπερπίεση

- Κατολισθήσεις λάσπης

Οι τρεις κύριες ανησυχίες υπεράκτιων φορέων εκμετάλλευσης με τις οποίες πρέπει να ασχοληθούν είναι οι παρακάτω ;

1. Επιλογή του εργοταξίου/χώρου για όσο τον δυνατόν χαμηλότερο κίνδυνο
2. Αποφυγή Γεωκινδύνων σε επιφανειακές και υπόγειες επιφάνειες
3. Αντιμετώπιση Γεωκινδύνων.

Για όλα τα παραπάνω μια διεπιστημονική ομάδα που αποτελείται από Μηχανικούς Γεωτρήσεων, Γεωλόγους, πετρο-φυσικούς, γεωφυσικούς κλπ πρέπει να παράσχει στα μέλη της υπεράκτιας εξέδρας ανοικτά δίκτυα πληροφοριών τα οποία και θα επιτρέψουν την καλύτερη επιλογή τοποθεσίας και την βελτίωση των οποίων αποφάσεων.

Οι Γεωτρυπανιστές μπορούν να επωφεληθούν, έως ότου οι προπαρασκευαστικές εργασίες για την επιλογή της θέσης της υπεράκτιας εξέδρας συνεχίζονται, από εξελιγμένες τεχνολογίες ανίχνευσης και πακέτων δεδομένων.

Οι χειρίστες πρέπει να εκπαιδευτούν για να δώσουν την δέουσα προσοχή στις απειλές από Γεωκινδύνους κοντά στην επιφάνεια όπως είναι η λάσπη και αυτό γιατί τα ιστορικά στοιχεία μαρτυρούν απώλειες σε κεφάλες γεωτρύπανων, σε αστάθεια εξόδρων και κατεστραμμένα περιβλήματα γεωτρήσεων. Παράδειγμα είναι ο κόλπος του Μεξικό στο οποίο το 65% του χρόνου δαπανάται σε εργασίες αποκατάστασης και λύσης προβλημάτων ενώ ένα άλλο μεγάλο ποσοστό αφορά τα μετρά πρόληψης.

Επεξεργασία δεδομένων.

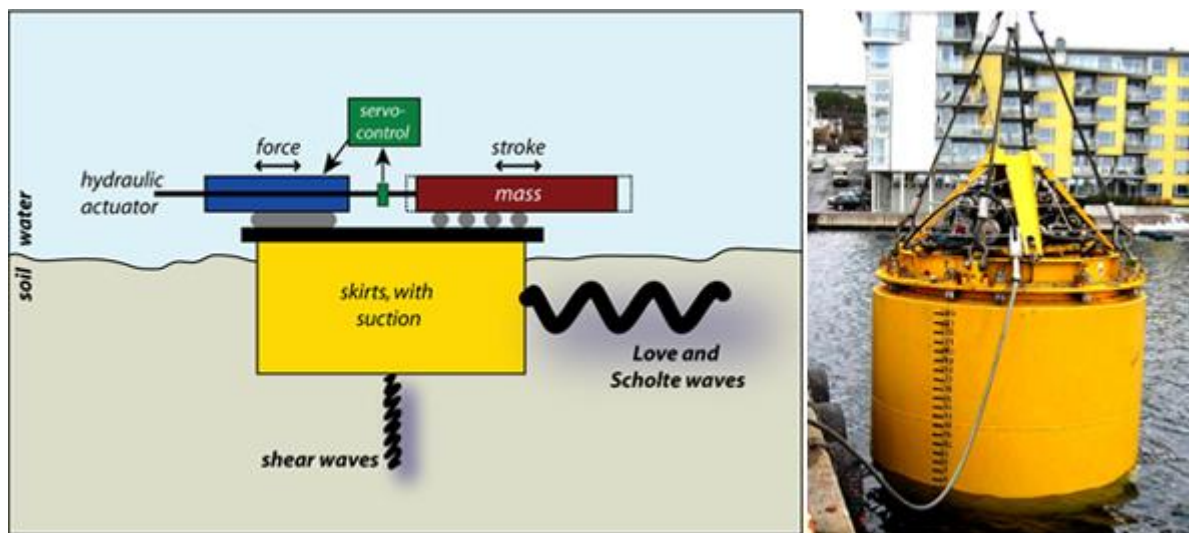
Τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση Γεωκινδύνων είναι συμβατά και αναθεωρημένα σεισμικά 3D και 2D όπως επίσης 3D και 2D υψηλής ανάλυσης σεισμικά, στοιχεία σεισμικών ταχυτήτων, δείγματα καρότων.

3D σεισμικά δεδομένα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της κατανόησης του περιβάλλοντος εναπόθεσης, και των υπαρχόντων ιζημάτων ενώ οι εικόνες υψηλής ανάλυσης 3D μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να απεικονίσουν με πιστότητα το

βυθό.

Οι ταχύτητες σεισμικών μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση ζωνών υπερπίεσης και παρουσία υδρίτων. Επιπλέον, δεδομένα υψηλής συχνότητας που αποκτήθηκαν από την ηχώ, από side- scan sonar, μπορούν να παρέχουν ακριβείς χάρτες βαθυμετρίας, ενδείξεις πυθμένα για παρουσία φυσικού αερίου. Τέλος, τα ψηφιακά δεδομένα μπορούν να οδηγήσουν σε βελτίωση της απεικόνισης του υπεδάφους κοντά στον πυθμένα, οδηγώντας σε βελτιωμένη χαρτογράφηση. Ηφαίστεια λάσπης από την άλλη πλευρά, μπορεί να απεικονίζονται μέσω 3D παρουσιάσεων του πυθμένα και μέσω σεισμικών τομών.

Παρά τις πιο περίπλοκες τεχνικές απόκτησης και επεξεργασίας δεδομένων, τα S-κύματα διάτμησης έχουν έναν αριθμό πλεονεκτημάτων έναντι των P-κυμάτων σεισμικών δεδομένων, π.χ. τη δυνατότητα να «βλέπουν» μέσα από σύννεφα αερίων, να βλέπουν μέσα από την λιθολογία και τις διακρίσεις ρευστού. Ακόμα κι όταν η ταχύτητα τους αυξάνεται τα διατμητικά κύματα (S-waves) στο ρηχό υπέδαφος, έχουν τιμές που εξακολουθούν να είναι χαμηλές σε σύγκριση με ταχύτητες P-κυμάτων σεισμικών δεδομένων, που υποδηλώνουν ότι τα δεδομένα S-κυμάτων έχουν υψηλότερη κάθετη ανάλυση.



Εικόνα #19: Σχέδιο και εικόνα ενός ταλαντωτή διατμητικών κυμάτων για αποτύπωση θαλάσσιου βυθού (NGI's prototype).

3.2 Πρόληψη Γεωκινδύνων.

Τα Μέτρα άμβλυνσης των κινδύνων που συνδέονται με τους υπεράκτιους γεωλογικούς κινδύνους μπορούν γενικά να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- (1) την επιβολή και την καλή πρακτική κατασκευής,
- (2) τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης,
- (3) το δίκτυο των οδών διαφυγής και «ασφαλή» μέρη και

(4) ετοιμότητα και ευαισθητοποίηση.

Μια στρατηγική μετριασμού και άμβλυνσης των επιπτώσεων θα περιλαμβάνει :

- (1) εντοπισμό πιθανών σεναρίων ενεργοποίησης καταστροφών, καθώς και το σχετικό επίπεδο κινδύνου
- (2) ανάλυση των πιθανών συνεπειών για τα διάφορα σενάρια
- (3) αξιολόγηση των πιθανών μέτρων για τη μείωση ή / και εξάλειψη των πιθανών συνεπειών του κινδύνου
- (4) σύσταση ειδικών διορθωτικών μέτρων και
- (5) μεταφορά γνώσης και την επικοινωνία με τις αρχές και την κοινωνία .

3.3 Συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης

Τα συστήματα αυτά πρέπει να αναπτυχθούν για την παρακολούθηση τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα των γεωλογικών κινδύνων και των επιπτώσεων τους , και να προειδοποιούν για επικείμενο κίνδυνο , σε περιοχές όπου οι γεωκινδύνοι θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη ζωή και την περιουσία υπεράκτιων εγκαταστάσεων. Για την ανάπτυξη αξιόπιστων συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης, φυσικές διαδικασίες, μηχανισμοί πρέπει να γίνουν κατανοητοί και μέθοδοι μέτρησης, μοντελοποίησης και πρόβλεψης αξιόπιστοι πρέπει να αναπτυχθούν.

Η ανάπτυξη συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης απαιτεί επίσης

- (1) τη θέσπιση κριτηρίων για τις παραμέτρους που πρέπει να παρακολουθούνται και τις τιμές κατωφλίου
- (2) την ανάπτυξη εξοπλισμού και συστημάτων παρακολούθησης
- (3) τον συντονισμό δορυφορικών δεδομένων ραντάρ με τοπικούς σταθμούς ελέγχου και

(5) ανάπτυξη εργαλείων λήψης αποφάσεων με τη βοήθεια υπολογιστή (International Centre For Geohazards).

3.4 Ανάλυση Κινδύνου στην Υπεράκτια έρευνα Υδρογονανθράκων.

Στην Βιομηχανία των υπεράκτιων εξέδρων άντλησης υδρογονανθράκων η προσοχή στην διαχείριση του κινδύνου είναι εστιασμένη στα παρακάτω θέματα

- Ασφάλεια του προσωπικού που εργάζεται σε αυτές τις εξέδρες
- Ασφάλεια της εγκατάστασης και των υποδομών της
- Στην διαχείριση της πρόληψης του περιβαλλοντικού ατυχήματος και τέλος
- Στη συνέχεια και την αδιάλειπτη λειτουργία της παραγωγής. (Audun Brandster*DNV Consulting Support, GI 291, Det Norske Veitas AS, 1322 Hovik, Norway, 2002).

Αναφορικά για την πρόληψη περιβαλλοντικού ατυχήματος δύο είναι οι προϋποθέσεις που απαιτούν από μια εταιρεία να εξετάσει κάποια μορφή ασφάλισης σαν ένα τρόπο ανάλυσης αλλά και διαχείρισης κινδύνου.

Πρώτη προϋπόθεση είναι η πιθανότητα ενός καταστροφικού γεγονότος που μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια της έρευνας, για παράδειγμα να χυθεί πετρέλαιο, γεγονός που θα συνεπαγόταν τεράστια και υψηλά κόστη για τον καθαρισμό του. Μια εταιρεία εξόρυξης θα ήθελε σίγουρα να ασφαλιστεί έναντι αυτής της περίπτωσης. Δεύτερη προϋπόθεση είναι η πιθανότητα ότι οι ρυθμιστικοί οργανισμοί μπορούν να θεωρήσουν μια μονομερή αλλαγή των συνθηκών προστασίας του περιβάλλοντος αφού το έργο της έρευνας / εξόρυξης είναι σε εξέλιξη. Στην περίπτωση αυτή, η εταιρεία θα μπορούσε να συμμετάσχει σε περαιτέρω δαπάνες, μειώνοντας έτσι τις δυνατότητες κερδοφορίας μιας προϋπάρχουσας - υφιστάμενης σύμβασης.

Αυτές οι δύο μορφές της ασφάλισης δεν είναι ισοδύναμες. Στην περίπτωση μιας καταστροφικής απώλειας η εταιρείας θα ήθελε να πληρώσει ένα ασφάλιστρο για να καλύψει τις άγνωστες αλλά σίγουρα και τεράστιες δαπάνες που θα απαιτηθούν για την ολοκλήρωση του καθαρισμού.

Στην δεύτερη περίπτωση η εταιρεία γνωρίζοντας ότι εάν ψηφιστούν αυστηρότερες προϋποθέσεις, θα επηρεάσει την κερδοφορία της κάποιος θα ήθελε να έχει μια λειτουργική λύση έκτακτης ανάγκης που θα μπορούσε να ενεργοποιηθεί μόνο εάν και

μόνο εάν ο ρυθμιστικός οργανισμός αλλάξει και θεσπίσει νέες αυστηρότερες ρυθμίσεις.

Μια διαδεδομένη ανησυχία που γίνεται πρόδηλη και παρουσιάζεται στο δέντρο απόφασης για έργα έρευνας υδρογονανθράκων είναι η περιβαλλοντική απορρύπανση αν κάτι πάει στραβά. Για παράδειγμα, αν ένα έργο είναι επιβαρυνμένο με μια μικρή πιθανότητα blow-out κατά τη διάτρηση, καθώς και με υψηλό κόστος καθαρισμού όπως αυτό συνεπάγεται, τότε είναι πολύ εύκολο να αποχαρακτηριστεί από ένα πολύ αξιόλογο έργο εξερεύνησης σε ένα που αξίζει λιγότερο τον κόπο. Ομοίως, ακόμη και αν μια έκρηξη κατά την διάτρηση δεν είναι πιθανή, μία συνθήκη καταστροφικής απώλειας μπορεί να ληφθεί υπόψη από την Διεύθυνση της εταιρείας και να αποτρέψει τις όποιες εργασίες έρευνας-διάτρησης-εξόρυξης και μεταφοράς του προϊόντος. (Environmental Concerns: Catastrophic Events and Insurance. Lempp et al, 2002).

Καταστροφική Απώλεια σε Εκτιμήσεις Έρευνας.

Μια έκρηξη (ή άλλη καταστροφική αποτυχία), κατά την διάρκεια της έρευνας και η οποία οφείλεται σε φυσικά αίτια, θα οδηγήσει σε απώλεια του εξοπλισμού και σε ένα τεράστιο κόστος καθαρισμού του περιβάλλοντος. Ο κλασικός τρόπος για να εκτιμηθεί η πιθανότητα μιας καταστροφικής αποτυχίας λειτουργεί ως εξής.

Πρώτα από όλα γίνεται μια αξιολόγηση της ευκαιρίας, δίνοντας μια εκτίμηση του κόστους C , πιθανά κέρδη G , και της πιθανότητας p_s , για την εξεύρεση υδρογονανθράκων με επιτυχία. Αν αυτό ήταν το μόνο που έπρεπε να γίνει, τότε μπορεί κανείς να πει ότι η εκτίμηση της αναμενόμενης αξίας είναι

$$E = p_s G - C$$

και μια διακύμανση, σ^2 , σχετική με την αναμενόμενη τιμή της

$$\sigma^2 = p_s p_f G^2$$

όπου p_f είναι η πιθανότητα αστοχίας, $p_f = 1 - p_s$.

Συμβατικά τότε κάποιος μπορεί να υπολογίσει τη πιθανότητα για να καταστεί δυνατή η απόδοση των επενδύσεων και να είναι μεγαλύτερη από ή ίση με το μηδέν

$$P_+ = \sigma^{-1} (2\pi)^{-1/2} \int_0^{\infty} \exp [-(x - E)^2 / 2\sigma^2] dx \\ = \pi^{-1/2} \int_0^{\infty} \exp (-u^2) du$$

Όπου

$$d = -E / (2^{1/2} \sigma).$$

Ωστόσο, η δυσκολία προκύπτει όταν μια εντολή για "καταστροφική αποτυχία" απαιτείται να συμπεριληφθεί, με πολύ μικρή πιθανότητα, p_c , όπου το "Clean" είναι το ποσό που κάποιος θα πρέπει να πληρώσει για τον καθαρισμό και την απώλεια εξοπλισμού.

Η απώλεια του εξοπλισμού και ο καθαρισμός εάν παρουσιαστεί η καταστροφική αποτυχία "Clean" είναι συνήθως πολύ μεγάλη ακόμα και σε σχέση με τα συνήθη έξοδα, C , του έργου και, συχνά, ακόμη και σε σύγκριση με τα αναμενόμενα κέρδη, G , αν το σχέδιο ήταν να πετύχει.

Η ένταξη της καταστροφικής απώλειας αλλάζει τόσο την αναμενόμενη τιμή E αλλά και την διακύμανση όπως φαίνεται παρακάτω ενώ η πιθανότητα, P_c , να κάνει την απόδοση της επένδυσης να είναι μεγαλύτερη από το μηδέν παρουσιάζεται από

$$P_c = \sigma c^{-1} (2\pi)^{-1/2} \int_0^{\infty} \exp [-(x - Ec)^2 / 2\sigma c^2] dx \\ = \pi^{-1/2} \int_{-Dc}^{\infty} \exp (-u^2) du$$

Όπου

$$Dc = -Ec / (2^{1/2} \sigma c).$$

Πράγματι, ο υπολογισμός της πιθανότητας απόκτησης θετικής απόδοσης σε περίπτωση απουσίας των καταστροφικών επιλογών είναι ίση με

$$P_+ = 54,3\%$$

ενώ συμπεριλαμβανομένων αυτών αποδίδει την θετική πιθανότητα επιστροφής να είναι ίση με

$$P_C=49,6\%$$

(Environmental Concerns: Catastrophic Events and Insurance. Lempp et al, 2002).

Ασφάλιση κατά καταστροφικών Γεγονότων.

Η ασφάλιση είναι ένα από τα έξοδα που γίνεται όλο και πιο αυξανόμενο λόγω της ανησυχίας των πετρελαϊκών εταιρειών στην προσπάθειά τους να περιορίσουν την εταιρική έκθεση σε ζημία κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες, και που έχουν να κάνουν με την εξερεύνηση, την παραγωγή, την ανάπτυξη, τη διύλιση, τη μεταφορά, την εμπορία, αλλά και καθώς με άλλες συναφείς επιχειρηματικές δραστηριότητες.

Από την πλευρά της εξερεύνησης, ένας από τους κινδύνους που η ασφάλιση έχει σχεδιαστεί για να μετριάσει είναι η απώλεια μιας εξέδρας εξερεύνησης λόγω γεωκινδύνων όπως μπορεί να είναι οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες (έναν τυφώνα ή ένα tsunami), φωτιά, μια έκρηξη, ή άλλοι παράγοντες με μικρή πιθανότητα αλλά με υψηλό κόστος για την εταιρεία, εάν αυτό συμβεί.

Έτσι, ένα πρόγραμμα εξερεύνησης όχι μόνο έχει τις συνήθεις εκτιμήσεις των κερδών G , τα συνήθη έξοδα εξερεύνησης C , και την πιθανότητα επιτυχίας p_f , αλλά και την πιθανότητα p_c , από μια καταστροφική αποτυχία με κόστος C_1 που μπορεί να είναι πολλαπλάσιο από τις συνήθεις δαπάνες εξερεύνησης, όπως επίσης και από τα κέρδη.

Για την άμβλυνση του προβλήματος που μπορεί να προκύψει από το να απορροφηθεί το υψηλό κόστος, C_1 θα πρέπει για τη μικρή πιθανότητα εκδήλωσης ποτέ αυτό να υλοποιηθεί, η εταιρεία να ασφαλιστεί με ένα μέρος f , τέτοιων πιθανών καταστροφικών ζημιών με ένα ασφάλιστρο J . Στη συνέχεια, η εταιρική ευθύνη είναι περιορισμένη κατά $(1-f) C_1$ συν το κόστος ασφάλισης J .

Ποιο είναι το μέγιστο κόστος ασφάλισης που η εταιρεία θα πρέπει να πληρώσει;

Συνθήκες καταστροφικών απωλειών.

(i) Μαθηματικές Εκτιμήσεις

Το ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί για την εταιρεία είναι πότε θα πρέπει να πληρώσει η εν λόγω εταιρεία J , για την ασφάλιση της έναντι ενός μέρους του κόστους $f C_1$ του συνόλου των καταστροφικών δαπανών.

Σε περίπτωση απουσίας της ασφαλιστικής κάλυψης, η αναμενόμενη τιμή E_0 , του έργου είναι

$$E_0 = p_s G - C(1 - p_{fc}) - p_{fc} C_1$$

και η διακύμανση, σ^2 σε αυτήν την αναμενόμενη τιμή είναι

$$\sigma^2 = p_s(1 - p_s)G^2 + 2p_s p_{fc} G(C_1 - C) + p_{fc}(1 - p_{fc})(C_1 - C)^2$$

Ενώ η πιθανότητα, p_{fc} «για καταστροφική αποτυχία» είναι συνήθως εξαιρετικά μικρή, το πρόβλημα είναι ότι τα καταστροφικά κόστη C_1 , εάν μια τέτοια αποτυχία συμβεί, είναι τόσο μεγάλα, ώστε $p_{fc} C_1$ θα κυριαρχούν στην αναμενόμενη αξία E_0 . Έτσι, μία κατά τα άλλα άκρως κερδοφόρος επιχείρηση ($E_0 \gg 0$) από την απουσία ($p_{fc} = 0$) μπορεί να μετατραπεί σε μια αναμενόμενη σημαντική διαρροή σε μετρητά ($E_0 \ll 0$) για την εταιρεία, εάν $p_{fc} > 0$, ακόμη και για πολύ μικρές τιμές του p_{fc} . Αν το ασφάλιστρο, J , καταβάλλεται έτσι ώστε ένα κλάσμα f , των καταστροφικών δαπανών θα πρέπει να καταβληθεί από την ασφαλιστική εταιρεία, τότε ο εταιρικός κίνδυνος μειώνεται κατά $(1 - f) C_1$. Κατά συνέπεια, η αντίστοιχη αναμενόμενη τιμή E_1 , είναι τώρα

$$E_1 = E_0 + p_{fc} f C_1 - J$$

με διακύμανση σ_1^2 , γύρω από αυτή την αναμενόμενη τιμή να είναι ίση με

$$\sigma_1^2 = p_s(1 - p_s)G^2 + 2p_s p_{fc} G[C_1(1 - f) - C] + p_{fc}(1 - p_{fc})[C_1(1 - f) - C]^2$$

Και η οποία είναι μικρότερη από την σ^2 λόγω της μείωσης του κόστους καταστροφής που θα χρεωθεί στην εταιρεία.

Επιπλέον η αναμενόμενη τιμή $E1$ είναι μεγαλύτερη από την αναμενόμενη τιμή $E0$ κατά $p_{fc}fC_1 - J$ που παρουσιάζει το καταστροφικό κόστος που αναλαμβάνει η ασφαλιστική εταιρεία και όχι η εν λόγω εταιρεία εξόρυξης.

Ως πρώτη προϋπόθεση, φαίνεται ότι κάποιος πρέπει να πληρώσει ένα ασφάλιστρο J , μόνο όταν η κλασματική κάλυψη f , των καταστροφικών ζημιών ικανοποιεί την ανισότητα

$$p_{fc}fC_1 > J.$$

Γιατί διαφορετικά η αναμενόμενη τιμή $E1$ θα γίνει μικρότερη της αναμενόμενης τιμής $E0$ και τότε η αναμενόμενη τιμή για την εν λόγω εταιρεία εξόρυξης θα μειωθεί. (Environmental Concerns: Catastrophic Events and Insurance. Lempp et al, 2002).

4. Ανάλυση Κίνδυνων και Λογική Κρίσιμων Αποφάσεων.

Η φύση της λειτουργίας των υπεράκτιων εξέδρων άντλησης - εξαγωγή των πτητικών ουσιών μερικές φορές κάτω από ακραίες πιέσεις σε ένα εχθρικό περιβάλλον - σημαίνει κίνδυνο. Ατυχήματα και τραγωδίες συμβαίνουν τακτικά σε αυτές. Στις ΗΠΑ η υπηρεσία Minerals Management Service ανέφερε 69 υπεράκτιες θανάτους, 1.349 τραυματισμούς, και 858 πυρκαγιές και εκρήξεις στις υπεράκτιες εξέδρες άντλησης στον Κόλπο του Μεξικού για την δεκαετία 2001-2010.

Τον Ιούλιο του 1988, 167 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους όταν της Occidental Petroleum η Piper Alfa υπεράκτια εξέδρα παραγωγής στον τομέα του Ηνωμένου Βασιλείου της Βόρειας Θάλασσας, εξερράγη μετά από μια διαρροή αερίου. Η προκύπτουσα έρευνα που διεξήχθη από τον Λόρδο Cullen ήταν ιδιαίτερα επικριτική σε μια σειρά από τομείς, συμπεριλαμβανομένων κατά την εταιρεία, ο σχεδιασμός της δομής, και ο σχεδιασμός πριν την όποια θερμή εργασία της διαδικασίας άδεια θερμών εργασιών. Το ατύχημα επιταχύνθηκε σε μεγάλο βαθμό λόγω της πρακτικής της παροχής καταλυμάτων σε διαφορετικές πλατφόρμες, εκτός από εκείνες που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή.

Τον Μάρτιο του 1980, η πλατφόρμα Αλέξανδρος Λ. Kielland ανατράπηκε σε μια καταιγίδα στη Βόρεια Θάλασσα με την απώλεια 123 ζωών. Το 2001, η υπεράκτια εξέδρα 36 της Petrobras εξερράγη και βυθίστηκε..

Στις 21 Απριλίου 2010, η πλατφόρμα Deepwater Horizon, 52 μίλια μακριά από την ακτή της Βενετίας, Λουιζιάνα, (ιδιοκτησία της Transocean και μισθωμένα στην BP) εξερράγη, σκοτώνοντας 11 άτομα, ενώ βυθίστηκε δύο ημέρες αργότερα. Έγινε η χειρότερη πετρελαιοκηλίδα στην ιστορία των ΗΠΑ, επισκιάζοντας στο Exxon Valdez την πετρελαιοκηλίδα.

Τα πρόσφατα ατυχήματα στις υπεράκτιες πλατφόρμες πετρελαίου στην Αυστραλία (Montara, 2009), Ηνωμένες Πολιτείες (εξέδρα Deepwater Horizon, 2010), στη Κίνα (Penglai, 2011), στη Βραζιλία (P-34 πλατφόρμα, 2012), και σε μια πλατφόρμα αερίου στη Βόρεια Θάλασσα (Elgin / Franklin , 2012) έχουν αυξήσει τον βαθμό ευαισθητοποίησης όσο η υπεράκτια εκμετάλλευση του πετρελαίου κινείται σε ολοένα και πιο βαθιά νερά (Rochette, 2012). Μια ανάλυση διαφόρων περιστατικών

στις πλατφόρμες πετρελαίου και φυσικού αερίου στον Κόλπο του Μεξικού από το 1996 έως και το 2010 (Muehlenbachs et al., 2013) έδειξαν ότι τα περιστατικά (όπως εκρήξεις και διαρροές πετρελαίου) συσχετίζονται με εκμετάλλευση σε βαθιά νερά. Για μια μέση πλατφόρμα, κάθε 30 μέτρα προστιθέμενου βάθους αυξάνεται η πιθανότητα περιστατικού κατά 8,5%.

Η λογική με την οποία παίρνονται αποφάσεις κρίσιμες που αφορούν την βιωσιμότητα μίας επένδυσης στον χώρο των υπεράκτιων εξέδρων άντλησης υδρογονανθράκων παρουσιάζονται παρακάτω.

Για την ανάλυση αποφάσεων σε μηχανικά έργα όπως είναι η κατασκευή, εγκατάσταση και λειτουργία μια υπεράκτιας εξέδρας άντλησης υδρογονανθράκων το πιο διαδεδομένο κριτήριο για την επιλογή μιας λογικής απόφασης είναι αυτό της μέγιστης αναμενόμενης νομισματικής αξίας (MEMV) (Benjamin και Cornell, 1970, Berger, 1985). Βασίζεται στην ιδέα της δίκαιης τιμής για τη συμμετοχή σε μια μακρά σειρά παιγνίων/σεναρίων. Αυτό το κριτήριο ΠΕΡΙΟΡΙΖΕΙ την ανάλυση μιας κατάστασης λήψης αποφάσεων στον υπολογισμό της αναμενόμενης νομισματικής επιστροφής των προβλεπόμενων επιλογών και την επιλογή της εν λόγω δράσης που επιστρέφει την μέγιστη αναμενόμενη νομισματική αξία (MEMV).

Στις περιπτώσεις υπεράκτιων εξέδρων άντλησης υδρογονανθράκων οι οποίες παρουσιάζουν περιπτώσεις γεωκινδύνων και κατά συνέπεια καταστροφικών γεγονότων χαμηλής πιθανότητας και υψηλού κόστους, η MEMV από μόνη της δεν αποτελεί κατάλληλο μέτρο της αξίας και εκτίμησης ενός έργου. Η συνδυαστική χρήση τριών απλών στατιστικών μέτρων μπορούν να παρέχουν πληροφορίες στην ανάλυση λήψης αποφάσεων. Αυτές οι μετρήσεις μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετική επιλογή της βέλτιστης δράσης από εκείνη που θα πρότεινε η λογική της MEMV, και να οδηγήσουν προς μια ανάλυση η οποία λαμβάνει υπόψη της την αποστροφή του κινδύνου της λήψης αποφάσεων (Clemen, 1996, Lerche και MacKay, 1999).

Η έρευνα των επιπτώσεων των παιγνίων καταστροφικών σεναρίων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι και αυτό ένα σημαντικό κομμάτι.

Η ενσωμάτωση ενός καταστροφικού γεγονόσ στην ανάλυση των αποφάσεων μπορεί να αλλάξει την αντίληψη για την οικονομική απόδοση των έργων και μπορεί να οδηγήσει μια εταιρεία έρευνας και εξόρυξης υδρογονανθράκων μακριά από δυνητικά επικερδής επιχειρήσεις / και δραστηριότητες.

Τέλος, τα συστατικά που εισέρχονται στην αξιολόγηση των γεωκινδύνων, καθορίζουν τη σχετική συνεισφορά κάθε συστατικού με τη συνολική αβεβαιότητα που το σύστημα έχει και του οποίου η αβέβαιη συμπεριφορά είναι ο πιο κρίσιμος παράγοντας στην οικονομική ανάλυση του έργου.

Κίνδυνος / καταστροφή από Land slide γεωκίνδυνο σε υπεράκτια εξέδρα άντλησης υδρογονανθράκων με αποτέλεσμα ευρείας έκτασης διαρροή υδρογονανθράκων.

4.1 Ανάλυση κρίσιμων αποφάσεων.

Λαμβάνουμε υπόψη την υποθετική κατάσταση μεταφοράς και διαχείρισης υδρογονανθράκων ενώ λόγω landslide γεωκινδύνου σε υπεράκτια εξέδρα άντλησης υδρογονανθράκων η κοινοπραξία των εταιριών πρέπει να λάβει υπόψη της τα εξής παρακάτω στοιχεία για ανάλυση:

- (i) η μεταφορά των υδρογονανθράκων από τον τόπο της άντλησης (ή από την προσωρινή αποθήκευση) μέχρι την προτεινόμενη εγκατάσταση διαχείρισης
- (ii) τη κατασκευή των εγκαταστάσεων διαχείρισης και
- (iii) τη λειτουργία των εγκαταστάσεων και την παρακολούθηση της διαχείρισης για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Για την υλοποίηση της οικονομικής προσφοράς η κοινοπραξία εταιριών πρέπει να λάβει υπόψη της το σύνολο των διαφορών εναλλακτικών α1 οι οποίες περιλαμβάνουν την οικονομική της τοποθέτηση / προσφορά για την κατασκευή του συστήματος, τη μεταφορά και την διαχείριση των προϊόντων άντλησης και το σύνολο των διαφόρων εναλλακτικών δράσεων α2 οι οποίες περιλαμβάνουν επιπλέον τη

λειτουργία των εγκαταστάσεων και παρακολούθησης για t -χρόνια. Έτσι, για παράδειγμα, η επιλογή της a_2 επί της a_1 επιλογής δεσμεύει πόρους που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε άλλα έργα ή, εναλλακτικά, αν η επιλογή a_1 είναι πιο συμφέρουσα οικονομικά από την επιλογή a_2 , η κοινοπραξία εταιριών μπορεί να αποφασίσει να προχωρήσει σε υπεργολαβία, να ασφάλιση ή να διαπραγματευθεί ξεχωριστά για το σκέλος της παρακολούθησης του έργου.

Στη μεταφορά υδρογονανθράκων δύο είναι οι παράγοντες ανησυχίας :

αν μπορεί η κοινοπραξία εταιριών να κάνει τη μεταφορά των υδρογονανθράκων στην εγκατάσταση διαχείρισης / διύλισης από την εξέδρα άντλησης χωρίς διαρροή με κόστος C_1 ενώ, αν υπάρξει διαρροή κατά τη μεταφορά λόγω landslide γεωκινδύνου, τότε όχι μόνο πρέπει στο πρωτότυπο υλικό (υδρογονάνθρακες) να γίνει περισυλλογή και μεταφορά από την κοινοπραξία αλλά έτσι πρέπει να γίνει και για οποιοδήποτε άλλο μολυσμένο υλικό.

Ανάλογα με τη σοβαρότητα της διαρροής από γεωκίνδυνο, η διαδικασία εκκαθάρισης μπορεί να αυξήσει το κόστος μεταφοράς σε C_{01} (περιορισμένη διαρροή) ή η εργασία αποκατάστασης μπορεί να μετατραπεί σε με μια τεράστια δαπάνη αποκατάστασης C_{001} (καταστροφική διαρροή). Οι πιθανότητες μεταφοράς, χωρίς διαρροή, με περιορισμένη διαρροή, και με καταστροφική διαρροή μπορούν να παρουσιαστούν ως

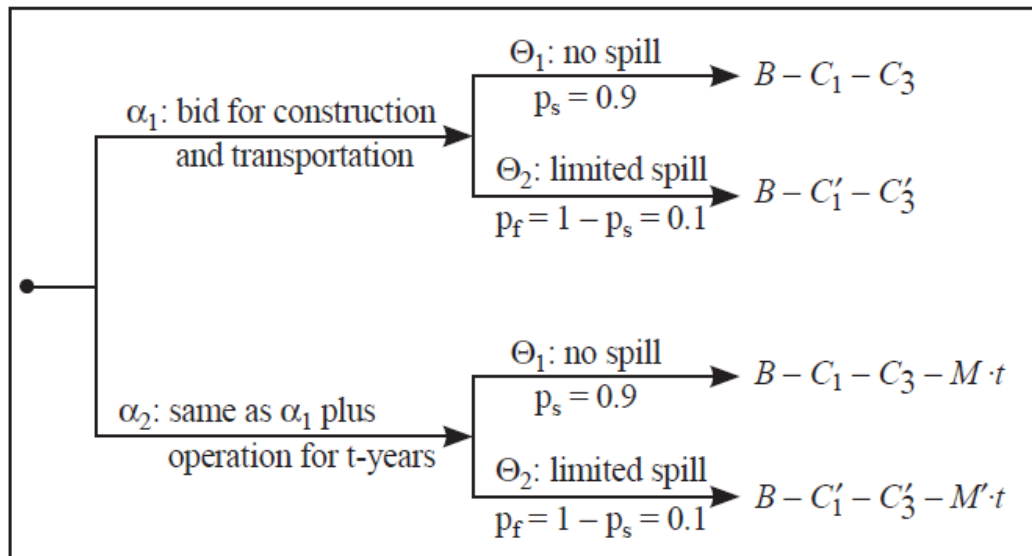
p_s , p_f , και p_k , αντίστοιχα.

Μόλις οι υδρογονάνθρακες φθάσουν στην εγκατάσταση διύλισης υπάρχει το C_3 σαν άμεσο κόστος για την διύλιση (το κόστος C_3 ενσωματώνει επίσης όλα τα έξοδα για την κατασκευή της ίδιας της εγκατάστασης διύλισης). Στην περίπτωση όπου συμβεί διαρροή υδρογονανθράκων λόγω γεωκινδύνου κατά τη διάρκεια της μεταφοράς το κόστος θα είναι υψηλότερο (κατά C_{03} για μια περιορισμένη διαρροή και C_{003} για μια καταστροφική πετρελαιοκηλίδα, αντίστοιχα), διότι το υλικό της διαρροής στο χώρο διύλισης απαιτεί περισσότερο χώρο στις εγκαταστάσεις τις ίδιες κλπ.

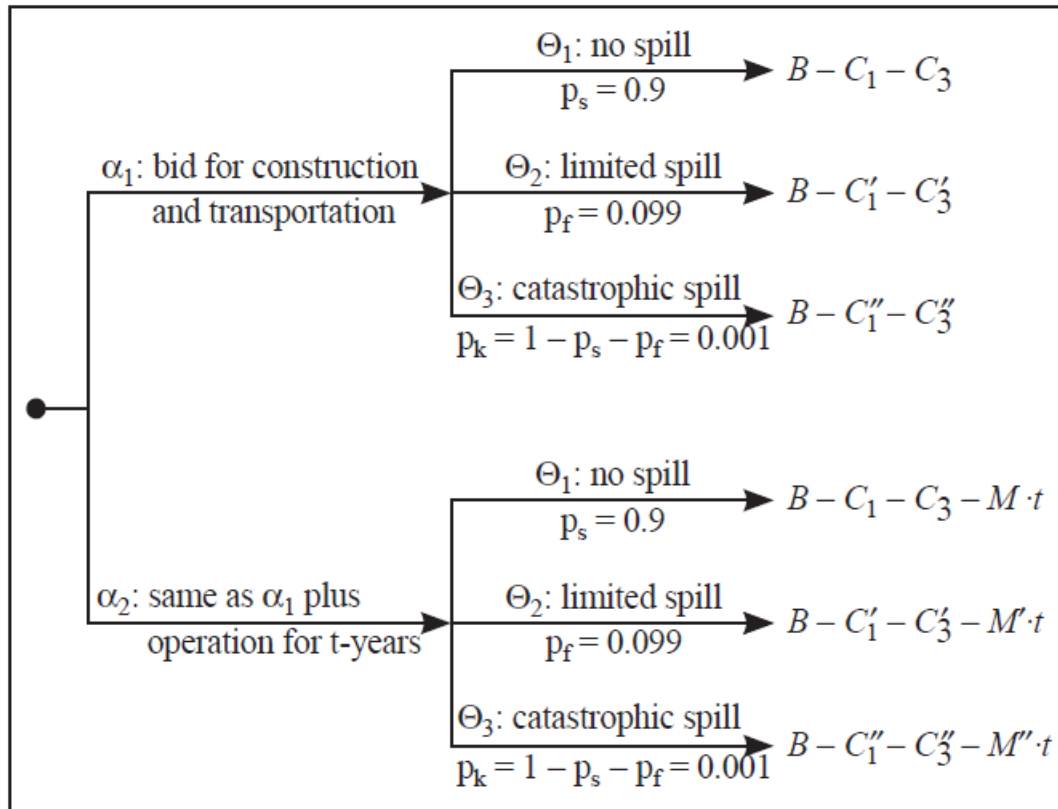
Στην περίπτωση όπου η εγκατάσταση είναι σε λειτουργία και το υλικό παρακολουθείται για διαρροή (λόγω απρόβλεπτων συνθηκών από σεισμό (γεωκίνδυνος), κλπ.) σε μια περίοδο t -χρόνια, υπάρχει ένα κόστος M ανά έτος στην περίπτωση μεταφοράς υδρογονανθράκων χωρίς διαρροή λόγω γεωκινδύνου, και

υψηλότερο κόστος κατά M0 και κατά M00 για τις περιπτώσεις της περιορισμένης ή καταστροφικής διαρροής από γεωκινδυνο κατά τη μεταφορά. Αυτές οι πιθανότητες και τα αντίστοιχα κόστη παρουσιάζονται στα σχήματα. 1 & 2 μαζί με την οικονομική προσφορά για το έργο B που η κοινοπραξία εταιριών έχει προσφέρει.

Όλες οι τιμές κόστους παρουσιάζονται σε δολάρια ανά έτος.



ΣΧ. 1 Απόφαση-tree: Την επιλογή σύμβασης με την παρουσία της περιορισμένης διαρροής παρουσιάζεται η κατάσταση περιορισμένης ρύπανσης ενώ στο Σχήμα 2



1. ΣΧ. 2 Απόφαση-tree: Την επιλογή σύμβασης με την παρουσία καταστροφικής πετρελαιοκηλίδας παρουσιάζεται η κατάσταση εκτεταμένης ρύπανσης διαρροής από υποβρυχια κατολίσθηση. (Multiple decision making criteria in the transport and burial of Hazardous and Radioactive wastes. Paleologos et al, 1999.)

4.2 Στατιστικές Μετρήσεις.

Θεωρούμε τέσσερα στατιστικά στοιχεία για την ανάλυση της βέλτιστης δράσης.

Η αναμενόμενη τιμή, E , για κάθε κλάδο που αντιστοιχεί σε μια ενέργεια, η διακύμανση σ^2 , ως μέτρο της ακρίβειας της αναμενόμενης τιμής και τη μεταβλητότητα, v , που ορίζεται από

$$v = \sigma / |E|$$

σαν ένα μέτρο της αξίας της αναμενόμενης τιμής.

Μια χαμηλή τιμή του v ($v \ll 1$) συνεπάγεται όμως μικρή αβεβαιότητα για την E , ενώ $v \gg 1$, συνεπάγεται μεγάλη αβεβαιότητα.

Τέλος, με βάση τόσο την αναμενόμενη τιμή, E , και τη διακύμανση σ^2 , μπορεί κανείς να γράψει ένα ισοδύναμο της τιμής πιθανότητας Gauss, $P(V)$, με μια τιμής μεγαλύτερη από ή ίση με V όπως

$$P(X \geq V) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^b \exp[-u^2/2] du \quad (2)$$

όπου η τυποποιημένη μεταβλητή $u=(X-E)/\sigma$ (μέση τιμή 0 και τυπική απόκλιση 1) και

$b=(V-E)/\sigma$ χρησιμοποιούνται.

Μια καλή προσέγγιση είναι

$$P(0) \approx \frac{1}{2} (1 + \operatorname{sgn}(E)) + (2\pi)^{-1/2} \exp\left[-\frac{b^2}{2}\right] b^{-1}$$

Οι ανωτέρω εκφράσεις της αθροιστικής πιθανότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με:

- (i) ένα δεδομένο σύνολο παραμέτρων του διαγράμματος δένδρου απόφασης του ΣΧ. 1 (ή. Σχ. 2), μπορεί κανείς να αξιολογήσει E , σ , και b , ενώ στη συνέχεια μπορεί να υπολογίσει την αντίστοιχη πιθανότητα $P(O)$ η οποία παρουσιάζει ότι η προσφορά της σύμβασης B θα ξεπεράσει ή τουλάχιστον θα καλύπτει όλα τα πιθανά κόστη ή
- (ii) να απαιτεί ότι με μια δεδομένη πιθανότητα $P(O)$ που έχει επιβληθεί, να καθορίζει την αξία b που απαιτείται, και έτσι να μπορούν να καθοριστούν οι παράμετροι στο διάγραμμα δένδρου απόφασης ώστε κάποιος να έχει, ας πούμε, μια 90% πιθανότητα ($P(O)=0,9$) στην προσφορά της σύμβασης που να καλύπτει όλα τα κόστη.

Ανάλυση εναλλακτικών δράσεων: Περιορισμένη διαρροή

Λαμβάνουμε υπόψη την περίπτωση όπου μια οικονομική προσφορά προσφέρεται μόνο για τη μεταφορά και ταφή των προϊόντων διαρροής (Δράση A1). Η αναμενόμενη τιμή δίνεται από

$$E^{A1}=B - C1' - C3' + p_s (C1' - C1) + p_s (C3' - C3)$$

(4)

Η ελάχιστη προσφορά που μπορεί να προσφέρει είναι

$$B = C1 + C3$$

που αντιστοιχεί σε μια κατάσταση μηδενικού κέρδους με τις καλύτερες δυνατές συνθήκες. Η ελάχιστη βέλτιστη προσφορά είναι η

$$B = C1' + C3'$$

Ενώ κάποιος αναμένει μία κατάσταση μηδενικής απώλειας όταν

$$B = C1' + C3' - p_s (C1' - C1) - p_s (C3' - C3)$$

Η πιο αναλυτική εξέταση αυτών των περιπτώσεων οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η αποκλειστική χρήση του κριτηρίου MEMV οδηγεί στην επιλογή μίας απόφασης υψηλού κινδύνου ενώ η χρήση των πρόσθετων στατιστικών μέτρων παρέχει μια πιο προσεκτική προσέγγιση για μια πιο λεπτομερή αξιολόγηση που επισημαίνει τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της κάθε δράσης.

4.3 Ανάλυση των εναλλακτικών δράσεων.

Καταστροφική διαρροή.

Σε αυτή την περίπτωση μας ενδιαφέρει η αντιμετώπιση των επιπτώσεων σχετικά με την διαδικασία λήψης αποφάσεων λόγω ακραίων και καταστροφικών γεγονότων όπως είναι αυτό από landslide γεωκινδύνο.

Η έρευνα αυτών των σεναρίων μπορεί να μεταβάλλει τις προοπτικές ενός έργου, να οδηγήσει μια εταιρεία ή μια κοινοπραξία εταιριών μακριά από ένα έργο, ή να οδηγήσει μια εταιρεία να λαμβάνει εξαιρετικά συντηρητικές αποφάσεις που μπορεί και να υπονομεύουν το οικονομικό κέρδος του εν λόγω έργου. Έχουμε αρχίσει με μια ανάλυση της δράσης α1 (Σχήμα. 2). Η αναμενόμενη τιμή του κόστους που οφείλεται σε ένα καταστροφικό γεγονός δίνεται τώρα από

$$E\kappa^{\alpha 1}=E^{\alpha 1}-pk[(C1''+C3'')-(C1'+C3')]$$

όπου $E\kappa^{\alpha 1}$ αντιστοιχεί στην περιορισμένη διαρροή και περιγράφεται από την Εξ. (4) και δεδομένου ότι το κόστος των καταστροφικών γεγονότων είναι υψηλότερο από εκείνο της περίπτωση μίας περιορισμένης διαρροής, το δεύτερο μέρος στη δεξιά πλευρά της εξίσωσης (5) είναι απολύτως αρνητικό και ως εκ τούτου

$$E\kappa^{\alpha 1} < E^{\alpha 1}$$

Η ελάχιστη προσφορά που μπορεί να προσφερθεί παραμένει η ίδια όπως και στην περιορισμένη διαρροή, αλλά η ελάχιστη βέλτιστη προσφορά είναι πλέον αρκετά υψηλότερη,

$B=C1''+C3''$ ενώ ο μέσος όρος μηδενικής απώλειας είναι ο παρακάτω

$$B=C1''+C3''-ps(C1''-C1)-ps(C3''-C3)-pf(C1''-C1').$$

Σε αυτό το σημείο μπορούμε να πούμε ότι το να συμπεριλήφθη αδικαιολόγητα ένα καταστροφικό σενاريو στην ανάλυση λήψης αποφάσεων μπορεί άμεσα και

ουσιαστικά να μεταβάλλει την προοπτική της αξίας του εν λόγω έργου και μπορεί να οδηγήσει μια εταιρεία μακριά από μια επένδυση που, ακόμα και κάτω από μια περίπτωση περιορισμένης ευθύνης, θα μπορούσε να είναι οικονομικά προσοδοφόρα. Σε περίπτωση που ένα καταστροφικό γεγονός θα πρέπει να εξεταστεί για διάφορους εταιρικούς και μη λόγους, μια εταιρεία φρόνιμο είναι να συμπεριλάβει στην στρατηγική της κάλυψη από ασφαλιστική/ες εταιρίες.

Περαιτέρω ανάλυση δείχνει ότι για περιπτώσεις περιορισμένης έκτασης αλλά και για καταστροφικές διαρροές για την πλειονότητα των προσφορών μόνο η προσθήκη επιπλέον στατιστικών μεγεθών και μέτρων μπορεί να παράσχει μία ένδειξη βιωσιμότητας του κάθε σχεδίου.

Μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα :

1. Το κριτήριο της μέγιστης αναμενόμενης νομισματική αξία (MEMV) είναι ευρέως γνωστό και χρησιμοποιείται σε αναλύσεις λήψης αποφάσεων περιβαλλοντικών έργων σχετικών με άντληση υδρογονανθράκων από υπεράκτιες εξέδρες άντλησης για να επιλεχτεί η επιθυμητή δράση, η οποία επιστρέφει το μέγιστο αναμενόμενο οικονομικό αποτέλεσμα. Πρέπει να λεχθεί ότι η αποκλειστική χρήση του κριτηρίου αυτού μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες αποφάσεις με την παρουσία της αβεβαιότητας.
2. Η MEMV αποτυγχάνει να διαφοροποιήσει τις οικονομικές συνέπειες της περιορισμένης διαρροής και καταστροφικής διαρροής σε ένα τέτοιου είδους έργο. Η χρήση πρόσθετων στατιστικών μέτρων, όπως τυπικό σφάλμα, μεταβλητότητα και αθροιστική πιθανότητα, προσφέρει μια καλύτερη εικόνα στη διαδικασία επιλογής, φωτίζοντας τις επιπτώσεις της κάθε περίπτωσης.
3. Η ένταξη των καταστροφικών σεναρίων σε μια ανάλυση λήψης αποφάσεων μπορεί να αλλάξει ουσιαστικά την προοπτική ενός έργου και να καθοδηγήσει μια εταιρεία μακριά από μια επένδυση ή να την κάνει να επιλέξει την βοήθεια ασφαλιστικής/ων εταιρειών (Paleologos and Lerche, 1999).

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Η επέκταση των δραστηριοτήτων εξόρυξης υδρογονανθράκων σε βαθιά νερά απαιτεί την συστηματική επεξεργασία και ανάλυση της επικινδυνότητας των γεωκινδύνων που περιλαμβάνουν (i) αστάθεια κλίσης και διαδικασίες μαζικής μεταφοράς μαζών (συμπεριλαμβανομένων των ροών θραυσμάτων, τη ροή βαρύτητας) (ii) φαινόμενα πίεσης πόρων (π.χ. συσσωρεύσεις αερίου, υδρίτες αερίου, διαπειρισμός τεκτονικός) (iii) σεισμικότητα και tsunami.

Η ανάλυση της επικινδυνότητας υπεράκτιων εξέδρων πετρελαίου σε Γεωκινδύνους απαιτεί την διεπιστημονικότητα και έχει ανάγκη την συμπληρωματικότητα για την αξιολόγηση της σχέσης κόστους – αποτελεσματικότητας των όποιων μέτρων πρέπει να ληφθούν για την αντιμετώπιση της επικινδυνότητας αυτής.

Όπως και να έχει η ανάγκη της ανάλυσης επικινδυνότητας σίγουρα μπορεί να βοηθήσει στο να περιορίσει γεγονότα/συμβάντα/ατυχήματα που μπορεί να συμβούν εκεί έξω σε βαθιά ή σε αβαθή νερά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

2. Assessing Geo-Hazards. Peter Aird, 2008.
3. American Bureau of Shipping, Risk Assessment Application for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries. June 2000.
4. Managing Geohazards on Offshore Oil and Gas Projects, R. Carmichael, M.S. Blackmore, F. Nunan, Consub Ltd. 2009.
5. Kvalstad, NGI, 2007.
6. F. Nadim and T.J. Kvalstad, Risk Assessment and Management for Offshore Geohazards. International Centre for Geohazards / Norwegian Geotechnical Oslo Norway. Oct. 2007.
7. Γ. Αποστολόπουλος, Σημειώσεις Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής, Ε.Μ.Π. 2013.
8. Audun Brandster*DNV Consulting Support, GI 291, Det Norske Veitas AS, 1322 Hovik, Norway. 2002.
9. Environmental Concerns: Catastrophic Events and Insurance. Christof Lempp, Ian Lerche and Evan Paleologos.2002.
10. Multiple decision making criteria in the transport and burial of Hazardous and Radioactive wastes. E.K.Paleologos, I. Lerche. 1999.
11. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, Springer – Verlag, 1999. Muehlenbachs, L., Cohen, M.A., Gerarden, T., 2013. The impact of water depth on safety and environmental performance in offshore oil and gas production. Energy Policy. 55, 699–705.
12. Βασικές έννοιες Σεισμολογίας, Σπυράκος, Τουτουδάκης, Ε.Μ.Π., 2010.
13. Rochette, J., 2012. Towards an international regulation of offshore oil exploitation. Report of the experts workshop held at the Paris Oceanographic Institute on 30 March 2012. Working Papers 15/12, 1–18. IDDRI, Paris.
14. Cullen, The public inquiry into the Piper Alpha disaster, 1990.
15. Γ. Αποστολόπουλος, Σημειώσεις Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής, Ε.Μ.Π., 2010.