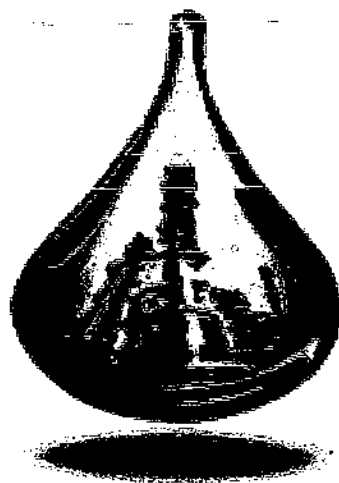


Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ
ΕΞΟΡΥΞΗ, ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.»**



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ :ΒΑΡΒΑΓΙΑΝΝΗ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
ΚΡΙΕΜΠΑΡΔΗ ΕΥΤΕΝΙΑ
ΣΑΚΚΑ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΠΑΤΡΑ-2007

Με την συμπλήρωση πάνω από ενός έτους έρευνας και συγγραφικής προσπάθειας, έχουμε έντονη την συναίσθηση του γεγονότος ότι πολλά άτομα συνείσφεραν στην δημιουργία αυτής της πτυχιακής.

Κυρίως ευχαριστούμε την καθηγήτρια και εισηγήτρια μας Κα Μαρία Θεοδωροπούλου για την καθοδήγηση της, τις πάμπολες χρήσιμες προτάσεις και σχόλια της. Είμαστε ιδιαίτερα ευγνώμονες στον κ. Κωνσταντίνο Κόρκα για την άδεια του να χρησιμοποιήσουμε πληροφορίες σχετικά με το πετρέλαιο από την Motor Oil Ελλάς.

Επίσης, είμαστε ιδιαίτερα ευγνώμονες στους γονείς μας για την υπομονή, την ενθάρρυνση, την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξή τους.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

1.1. Ιστορία του πετρελαίου.....	2
1.2. Φυσικές Ιδιότητες- Χημικά Χαρακτηριστικά.....	5
1.3. Έρευνα Έπαρξης πετρελαίου.....	7
1.3.1. Παράγοντες Έπαρξης πετρελαίου.....	7
1.3.2. Μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την έρευνα Πετρελαίου.....	8
1.4. Εξόρυξη πετρελαίου.....	10
1.4.1. Σημαντικά τεχνολογικά επιτεύγματα εξόρυξης Πετρελαίου.....	12
1.4.2. Παράδειγμα Γεώτρησης Πετρελαίου.....	14
1.5. Προϊόντα.....	24
1.6. Κλασματική Απόσταξη.....	25
1.7. Δύλιση Πετρελαίου.....	28
1.7.1. Καύσιμα.....	31
1.7.2. Λιπαντικά.....	32
1.8. Μονάδες Δωλιστηρίων.....	32
1.8.1. Σχηματική Παράσταση Λειτουργίας Δωλιστηρίου.....	34
1.8.2. Τρόποι Νοθείας.....	40
1.9. Πυρόλυση.....	41
1.9.1. Πετρέλαιο Diesel.....	42
1.9.2. Μαζούτ.....	43
1.9.3. Βενζίνες.....	44
1.9.4. Κηροζίνη.....	46
1.10. Υπόγεια Αποθήκευση Υδρογονανθράκων.....	47

Κεφάλαιο 2

2.1. Ρύπανση από προϊόντα πετρελαίου.....	54
2.2. Ατμοσφαιρική Ρύπανση.....	58
2.2.1. Βασικότεροι Ατμοσφαιρικοί Ρύποι.....	58
2.2.2. Νέφη.....	69
2.3. Φαινόμενο του Θερμοκηπίου.....	77
2.4. Ρύπανση Εδάφους.....	82
2.5. Υδάτινοι Ρύποι.....	87
2.6. Διασπορά ρύπων από καμινάδες.....	102

Κεφάλαιο 3

3.1. Χρήσεις του πετρελαίου και των προϊόντων του.....	105
3.1.1. Καύσιμα αεροσκαφών.....	105
3.1.2. Καύσιμα αυτοκινήτων.....	109
3.1.3. Πλοία.....	113
3.1.4. Τρένα.....	115

Κεφάλαιο 4

4.1. Η Ελλάδα απειλείται από την μόλυνση.....	116
4.2. Προστασία Περιβάλλοντος.....	117
4.3. Τεχνολογίες απορρύπανσης και προστασίας.....	120
4.3.1. Τεχνολογίες Απορρύπανσης Εδαφών.....	123
4.3.2. Τεχνολογίες Απορρύπανσης Ταμειυτήρων Ύδατος.....	135
4.3.3. Δασοκομικά Μέτρα για την καταπολέμηση των ατμοσφαιρικών Ρύπων.....	144

Παράρτημα

Όξινη Βροχή.....	150
Δασοκομικά Μέτρα για την Καταπολέμηση των Ατμοσφαιρικών Ρύπων.....	164
Με αφορμή το ατύχημα στην Σαντορίνη.....	167
Μεξικό: Μια πόλη με τεράστιο πρόβλημα Ρύπανσης.....	170
Οι περιβαλλοντικές συνέπειες της πολεμικής Σύρραξης του 1991.....	172
Βιβλιογραφία.....	178

Πρόλογος

Το πετρέλαιο είναι μία από τις σημαντικότερες πηγές ενέργειας στην σημερινή εποχή. Σε πολλά βιβλία και άρθρα αναφέρεται και σαν “μαύρος χρυσός”. “Μαύρος” για το χρώμα του και “χρυσός” γι’ αυτούς που το εκμεταλλεύονται.

Στην καθημερινή μας ζωή το πετρέλαιο τροφοδοτεί εκατομμύρια κινητήρες εσωτερικής καύσεως, που κινούν κυρίως τα μέσα συγκοινωνίας στην ξηρά στην θάλασσα και στον αέρα. Επίσης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της βιομηχανίας.

Βέβαια, η παρατεταμένη χρήση πετρελαίου αποφέρει σημαντικές συνέπειες στο περιβάλλον (ατμόσφαιρα, έδαφος, ύδατα) με αποτέλεσμα να διαταράσσει άμεσα το οικολογικό σύστημα και έμμεσα ή άμεσα τον άνθρωπο. Για την καταπολέμηση κάποιου ποσοστού των συνεπειών αυτών υπάρχουν οι τεχνολογίες απορρύπανσης.

Η πτυχιακή αυτή έχει ως στόχο να φέρει τον αναγνώστη σε μια πρώτη γνωριμία με το πετρέλαιο, το οποίο δεν είναι μόνο μία κινητήρια δύναμη αλλά και δύναμη επιβίωσης. Η ύπαρξη εικόνων, σχεδιαγραμμάτων και πινάκων, βοηθούν στην κατανόηση των κειμένων. Η πτυχιακή, ολοκληρώνεται με την παρουσίαση παραδειγμάτων καταστροφής περιβάλλοντος από το πετρέλαιο.

Όπως θα διαπιστώσουν οι αναγνώστες καταβάλαμε μεγάλη προσπάθεια για την έρευνα, την δομή και την ολοκλήρωσή της, ώστε να γίνουν οικίες προς αυτούς οι έννοιες, οι χρήσεις αλλά και οι καταστροφικές συνέπειες του πετρελαίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. Ιστορία του πετρελαίου

Το πετρέλαιο είναι υγρό καύσιμο που έχει στην εποχή μας την μεγαλύτερη διάδοση απ' όλα τα καύσιμα και είναι η σπουδαιότερη πηγή ενέργειας.

Πιστεύεται πως το πετρέλαιο σχηματίστηκε κατά την τριτογενή περίοδο, από την αποσύνθεση ζωικών και φυτικών οργανισμών που αποτέθηκαν στα θαλάσσια ιζήματα. Η μεταλλαγή αυτή έγινε με μεγάλη θερμοκρασία και πίεση, με την συμβολή της ραδιενέργειας και διάφορων βακτηρίων. Μέχρι στιγμής κάθε προσπάθεια αναπαραγωγής του πετρελαίου έχει αποτύχει.

Εξαιτίας των μετατοπίσεων του γήινου φλοιού, το πετρέλαιο συγκεντρώθηκε σε διάφορες ζώνες στο εσωτερικό των ιζηματογενών πετρωμάτων. Από τα προϊστορικά κιόλας χρόνια, ο άνθρωπος γνώριζε την ύπαρξη του υγρού αυτού.

Η λέξη πετρέλαιο προέρχεται από την ελληνική λέξη πέτρα και την λατινική *oleum* που σημαίνει 'λάδι' και χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από το γερμανό ορυκτολόγο Agricola το 1556. Η πρώτη μεία χρησιμοποίησης του γίνεται στη βίβλο. Η κιβωτός του Νώε και το καλάθι στο οποίο τοποθετήθηκε ο μικρός Μωησής ήταν κατά πάσα πιθανότητα καλαφατισμένα με ασφαλτο ή κάποιο παρόμοιο υλικό. Επίσης χρησιμοποιήθηκε και σαν συγκολλητική ουσία στο πύργο Βαβέλ και στα τείχη της Ιεριχούς. Οι Χαλκιδαίοι την χρησιμοποιούσαν για να στρώνουν δρόμους, οι αιγύπτιοι για να ταριχεύουν τους νεκρούς και να συντηρούν τις μούμιες (μούμ σημαίνει ασφαλτος).

Ο Ηρόδοτος δίνει περιγραφές από την Περσία (από την σημερινή περιοχή του Αμπαντάν) για τον τρόπο που αντλούσαν από πηγάδια ασφαλτο και 'έλαιο', καθώς και από την άντληση πετρελαιοειδών στην δική μας Ζάκυνθο. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι και το υγρό πυρ των βυζαντινών είχε βάση το πετρέλαιο. Πριν από 5000 τουλάχιστον χρόνια, οι Σουμέριοι, οι Ασσύριοι, και οι Βαβυλώνιοι χρησιμοποίησαν τις μεγάλες επιφανειακές διαρροές πετρελαίου

στο Χιτ του Ευφράτη, ενώ χρήση κατά διάφορους τρόπους παρόμοιων διαρροών είναι γνωστή σε πολλά μέρη της Μεσοποταμίας και των γειτονικών περιοχών που περιβάλλουν την ανατολική Μεσόγειο. Η νεκρά θάλασσα ήταν γνωστή με την ονομασία ασφαλίτις λίμνη λόγω του ημιστέρεου πετρελαίου που έβγαινε στις ακτές της από υποβρύχιες διαρροές.

Οι ανασκαφές στα Σούσα του Ιράν και στην Ουρ του Ιράκ αποκάλυψαν ότι οι κάτοικοι ανακάλυψαν στέρεα παράγωγα (βιτουμένια) με άμμο και ινώδη υλικά για την κατασκευή αρδευτικών τάφρων. Είναι γνωστό ότι γινόταν χρήση του πετρελαίου στο καθαλάτισμα των πλοίων, στην κατασκευή δρόμων, όπως και για να στερεώνονται κομμάτια πυριτόλιθου πάνω σε οστά που τα χρησιμοποιούσαν για δρεπάνια. Το πετρέλαιο το χρησιμοποιούσαν επίσης στα χρώματα, στην κατασκευή αδιάβροχης ψάθας και καλάθιων και ως συγκολλητικό στα μωσαϊκά. Επίσης το χρησιμοποιούσαν και στην ιατρική σαν καθαρτικό, ως υγρό εντριβών και στις απολυμάνσεις. Οι αρχαίοι έλληνες ήξεραν καλά τις πολλές χρήσεις του αλλά δεν τις μετέδωσαν στους ρωμαίους κατακτητές. Οι οποίοι βέβαια χρησιμοποιούσαν στις κατασκευές τους κονιάματα από άλλες πηγές. Διάφορα είδη πίσσας τα οποία προήλθαν από τους κέδρους του Λιβάνου, καθώς και από άλλα ξύλα σε πολλές περιοχές της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας ήταν τα υποκατάστατα των ορυκτών βιτουμένιων της ανατολής. Πολλοί αρχαίοι συγγραφείς έχουν περιγράψει φυσικές εμφανίσεις πετρελαίου και αερίων, ιδιαίτερα στην περιοχή του Μπάκου, όπου ο τσάρος Αλέξανδρος της Ρωσίας ανέθεσε στους επιστήμονες της εποχής του να λύσουν το μυστήριο του “ελαίου της πέτρας” που είχε δημιουργήσει την πυρολατρική θρησκεία του θεού Αχουραμάσδα εκείνοι όμως τον απογοήτευσαν με τα πειράματα τους.

Ωστόσο οι φωτιστικές ιδιότητες του πετρελαίου γίνονται γνωστές και από το 1815 η Πράγα άρχισε να φωτίζεται με πετρέλαιο, από το 1856 το Βουκουρέστι κι από το 1860 η Αθήνα. Στο μεταξύ, οι σπουδαιότερες ιδιότητες του πετρελαίου έγιναν αντιληπτές και στο νέο κόσμο. Ο Κιρ, ένας αμερικανός

τυχοδιώκτης ανακάλυψε το 1840 μια πετρελαιοπηγή στο Πίτσμπουργκ της Πενσυλβανίας κι έστειλε λίγο πετρέλαιο για εξέταση στο χημικό εργαστήριο της Φιλαδέλφειας.

Οι επιστήμονες εκείνοι δεν άργησαν να ανακαλύψουν τις ιδιότητες του “ελαίου της πέτρας” που από τότε ονομάστηκε “κιροσίνη”, αλλά η πετρελαιοπηγή του Πίτσμπουργκ σταμάτησε ξαφνικά να αναβλύζει. Ο μεγάλος τυχερός υπήρξε ο Ντρέικ, ο “Κολόμβος του πετρελαίου” όπως τον αποκάλεσαν, αυτός ανακάλυψε τις πλουσιότερες πετρελαιοπηγές της Πενσυλβανίας.

Οι μεγαλύτερες πετρελαιοπηγές του κόσμου υπάρχουν στην Β.Αμερική, στη Βενεζουέλα, στον Καύκασο(Ρωσία), στην Περσία, στο Μεξικό, στην Αραβία, στο Ιράκ, στην Ινδονησία, στην Ρουμανία, και μικρότερες σ’ άλλες χώρες όπως στην Ελλάδα (Θάσο, Ήπειρο, Μακεδονία, Θράκη, Εφάνησα) και στην Αλβανία.

Οι έρευνες γενικεύτηκαν στην Αμερική από διάφορες εταιρίες και τυχοδιώκτες. Εκεί ιδρύθηκαν και οι πρώτες μεγάλες επιχειρήσεις εκμεταλλεύσεως πετρελαίου. Αργότερα, άρχισε η εκμετάλλευση των πετρελαίων της Περσίας, της Μοσούλης (Ιράκ), του Μεξικού, της Ρωσίας, της Ρουμανίας, της Αραβίας και άλλων χωρών της Ασίας. Τα αγγλικά κεφάλαια εξαγόρασαν βασιλιάδες ηγεμόνες ή τυχοδιώκτες ξεσηκώνοντας ακόμη και πολέμους και έτσι πήραν στην κυριαρχία τους τα περισσότερα πετρέλαια της μέσης ανατολής. Τα τελευταία όμως χρόνια έχασαν και εξακολουθούν να χάνουν διαρκώς το μονοπώλιο των πετρελαίων αυτής της περιοχής.

Πάντως μπορεί κάποτε η ατομική και η ηλιακή ενέργεια να αντικαταστήσουν το πετρέλαιο σαν πηγές ενέργειας χωρίς όμως τα λιπαντικά και ο πολιτισμός μας θα ακινητοποιηθεί κατά συνέπεια, η βιομηχανία των πετροχημικών προϊόντων είναι πρωταρχικής σημασίας και απ’ αυτήν εξαρτάται το παρόν και το μέλλον της παγκόσμιας οικονομίας.

1.2.Φυσικές Ιδιότητες Πετρελαίου.

Το πετρέλαιο αποτελείται από μια σειρά συγγενικών, σύνθετων υδρογονανθράκων που ποικίλουν από το ελαφρύ αέριο, μεθάνιο, μέχρι τα πιο βαρέα στερεά βιτουμένα. Τα διάφορα μίγματα, που συνιστούν το υγρό ή το αργό πετρέλαιο, διαχωρίζονται με κλασματική απόσταξη σε αυξανόμενες θερμοκρασίες. Τα συστατικά του μίγματος, από τα ελαφρύτερα προς τα βαρύτερα είναι τα ελαφρά αέρια και οι ελαφροί διαλύτες, οι βενζίνες, το φωτιστικό πετρέλαιο, το ακάθαρτο πετρέλαιο, τα ορυκτέλαια, τα διάφορα υπόλοιπα και τέλος η άσφαλτος και η παραφίνη.

Επειδή η χημική σύσταση των πετρελαίων κυμαίνεται, οι φυσικές τους ιδιότητες, όπως το χρώμα, το βάρος και το ιξώδες διαφέρουν επίσης σημαντικά. Τα πετρέλαια είναι συνήθως λιπαρά ή ελαιώδη στην αφή, αλλά η συνοχή τους κυμαίνεται από την λεπτόρρευστη βενζίνη ως την παχύρρευστη ιξώδη άσφαλτο.

Σε μορφή λεπτών στιβάδων, τα πετρέλαια περνούν από όλους τους βαθμούς ημιδιαφάνειας μέχρι την αδιαφάνεια και ανακλούν το φως παρουσιάζοντας κίτρινα, πράσινα, κόκκινα και καστανά ως μαύρα χρώματα. Το αργό πετρέλαιο δεν αναμιγνύεται με το νερό και είναι ελαφρύτερο από αυτό, με αποτέλεσμα να μπορεί να επιπλέει.

Η τιμή του αργού πετρελαίου βασίζεται συνήθως στο δικό του βάρος. Τα ελαφρύτερα πετρέλαια έχουν υψηλότερη τιμή, επειδή περιέχουν μεγαλύτερα ποσά υδρογονανθράκων της βενζίνης που παραλαμβάνονταν ευκολότερα και αφήνουν περισσότερο κέρδος. Τα άχρωμα ή ανοιχτόχρωμα πετρέλαια έχουν τους υψηλότερους βαθμούς API, αυτά με μέσες τιμές ειδικού βάρους έχουν συχνά πράσινο χρώμα ενώ οι βαρύτερες ποικιλίες έχουν διάφορα σκούρα χρώματα που φθάνουν ως το μαύρο.

Το ιξώδες του πετρελαίου καθορίζεται από το μέτρο της αντίστασης μιας ορισμένης ποσότητας στην ροή μέσα από μια σταθερή δίοδο σε δεδομένες

συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Όσο μεγαλύτερο είναι το ιξώδες τόσο περισσότερος χρόνος απαιτείται για την ροή.

Το ιξώδες του πετρελαίου βασικά προσδιορίζεται από την ποσότητα των περιεχόμενων διαλυμένων αερίων και την θερμοκρασία του υγρού. Όσο περισσότερο αέριο υπάρχει σε κατάσταση διάλυσης και όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία τόσο μικρότερο είναι το ιξώδες, καθώς το ιξώδες του αργού πετρελαίου μέσα στο πέτρωμα παγίδευσης κάτω από την επιφάνεια μειώνεται ανάλογα με το βάθος στο οποίο βρίσκεται.

Χημικά χαρακτηριστικά

Παρόλο που το πετρέλαιο αποτελείται βασικά από χημικές ενώσεις δυο μόνο στοιχείων, του υδρογόνου και του άνθρακα, δημιουργείται ωστόσο μια μεγάλη ποικιλία σύνθετων μοριακών δομών. Άσχετα από τις φυσικές ή χημικές μεταβολές, σχεδόν όλοι οι τύποι αργού πετρελαίου περιέχουν 82-87 άνθρακα κατά βάρος και 12-15 υδρογόνο. Οι πιο ιξώδεις άσφαλτοι περιέχουν 80-85 άνθρακα και 8-11 υδρογόνο. Οι διάφοροι τύποι αργού πετρελαίου μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις βασικές ομάδες: παραφινέλαια, ναφθέλαια και αρωματικά πετρέλαια.

Τα περισσότερα πετρέλαια είναι μίγματα των τριών αυτών τύπων σε διάφορες και προφανώς, άπειρες αναλογίες, και κανένα πετρέλαιο δεν έχει την ίδια σύσταση με άλλο, αν προέρχονται από διαφορετικά κοιτάσματα.

Οι πιο κοινοί υδρογονάνθρακες, τόσο στο αργό πετρέλαιο όσο και στο φυσικό αέριο, είναι οι παραφίνες. Πρόκειται για κορεσμένους υδρογονάνθρακες με δομή απλής αλυσίδας του τύπου C_nH_{2n+2} . Τα αέρια των παραφινών, με πιο σταθερό και σύνηθες μέλος το μεθάνιο ή «αέριο των ελών», αποτελούν τα περισσότερα φυσικά αέρια, ενώ τα υγρά σε κανονική θερμοκρασία μέλη της σειράς, που ζέουν ανάμεσα στους 40°C και τους 200°C, είναι από τα πιο σπουδαιότερα συστατικά της βενζίνης. Η σειρά των παραφινών έχει μικρές

πυκνότητες και επομένως υψηλότερους βαθμούς API (American Petroleum Institute, οργανισμός ελέγχου προδιαγραφών των λιπαντικών αυτοκινήτων) . Τα κατάλοιπα της επεξεργασίας είναι ιξώδη και στέρεοι παραφινικοί κηροί.

1.3. ΕΡΕΥΝΑ ΥΠΑΡΞΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

1.3.1. Παράγοντες ύπαρξης πετρελαίου

Η αναζήτηση κοιτασμάτων πετρελαίου απαιτεί ειδικές γεωλογικές και γεωφυσικές μελέτες (δύο φάσεις), μία ή περισσότερες ερευνητικές γεωτρήσεις , οι οποίες εντοπίζουν την πιθανότητα παρουσίας πετρελαιοφόρου κοιτάσματος. Η πιθανότητα βέβαια να βρεθεί πετρέλαιο μετά από γεώτρηση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες , οι οποίοι αναφέρονται στη συνέχεια. Το πετρέλαιο και τα αέρια που το συνοδεύουν μπορούν να συγκεντρωθούν σε κοιτάσματα αν υπάρχουν ορισμένες γεωλογικές συνθήκες:

- 1) Η παρουσία ενός βράχου που χρησιμεύει ως αποθήκη (ταμιευτήρα) και έχει δίκτυο πόρων ή ρωγμές.
- 2) Η παρουσία πάνω από τον ταμιευτήρα ενός σχηματισμού αδιάβροχου , που συχνά λέγεται καπέλο.
- 3) Η ύπαρξη ενός «κλεισίματος», δηλαδή ενός γεωλογικού σχηματισμού που εμποδίζει την διαφυγή των υγρών και των αερίων.

Συνήθως, τα αποθέματα βρίσκονται σε αντίκλινα ή σε σημεία όπου, για παράδειγμα, εξαιτίας μίας καθίζησης, υπάρχει ασυνέχεια στα πετρώματα. Η έρευνα για την ανακάλυψη πετρελαίου περιλαμβάνει:

- 1) Φωτογράφιση του χώρου , όπου φαίνονται καθαρά οι πιθανές τοποθεσίες για γεώτρηση.

2) Γεωλογική έρευνα , οπότε γίνεται η χαρτογράφηση των πετρωμάτων και συμπληρώνεται με παρατηρήσεις παλαιότερων γεωλόγων και με ότι άλλα ενδεχομένως στοιχεία υπάρχουν.

3) Γεωφυσική έρευνα που γίνεται με κατάλληλα όργανα , με τα οποία μελετώνται ορισμένες ιδιότητες των πετρωμάτων.

1.3.2. Μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την έρευνα πετρελαίου

Ο συστηματικός εντοπισμός κοιτασμάτων πετρελαίου γίνεται με διάφορες γεωλογικές, αερομαγνητικές και βαρομετρικές επισκοπήσεις, γεωχημικές αναλύσεις υδάτων και πετρωμάτων, εξέταση των γεωλογικών στρωμάτων της περιοχής με ηλεκτρικές και σεισμικές μεθόδους, και με διερευνητικές γεωλογικές γεωτρήσεις. Πιο γνωστές είναι η σταθμική και η σεισμική μέθοδος, καθώς και οι γεωλογικές γεωτρήσεις.

i. Σεισμική μέθοδος.

Η σεισμική μελέτη ενός πεδίου γίνεται με μία σειρά μικρών εκρήξεων κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Σεισμόμετρα καταγράφουν τα κύματα που φτάνουν σε αυτά με ανάκλαση, πάνω σε ορισμένα πετρώματα. Με βάση το χρόνο που έκαναν τα κύματα να διανύσουν τις αποστάσεις και τις διαφορετικές ταχύτητες με τις οποίες διαπερνούν στρώματα με διαφορετική πυκνότητα, γίνεται χαρτογράφηση του υπεδάφους.

ii. Σταθμική μέθοδος.

Στην σταθμική μελέτη γίνονται μετρήσεις στις μικρές μεταβολές στην ένταση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης, η οποία επηρεάζεται από τα πετρώματα που βρίσκονται στο υπέδαφος. Γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων και συνήθως βγαίνουν συμπεράσματα αρκετά ακριβή.

iii. Γεωλογικές γεωτρήσεις

Η επιβεβαίωση για την ύπαρξη κοιτασμάτων πετρελαίου σε μία περιοχή γίνεται πάντοτε με γεωτρήσεις, με τις οποίες ταυτόχρονα διαπιστώνεται το βάθος, η έκταση και η ποιότητα κάθε κοιτάσματος.

Η εύρεση και η εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων γεώτρησης πετρελαίου στις διανοίξεις ορυγμάτων για την διαπίστωση της παρουσίας κοιτασμάτων πετρελαίου και στην συνέχεια για την άντλησή του, εφαρμόζεται κατά κανόνα η περιστροφική γεώτρηση. Βασική αρχή είναι η διάρρηξη και ο θρυμματισμός των υπερκείμενων πετρωμάτων με την βοήθεια ενός περιστρεφόμενου γεωτρύπανου που φέρει οδοντωτούς τροχούς ή αδαμάντινες προσμείξεις, ώστε να αυξάνεται η σκαπτική του ικανότητα.

Εξέχουσα θέση στην σύγχρονη γεωτρητική τεχνική αποτελεί η διάνοιξη οριζόντιων φρεατίων σε μεγάλα σχετικά βάθη, που επιτεύχθηκε για πρώτη φορά το 1983. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, η γεώτρηση προχωρεί κατακόρυφα έως το σημείο που έχει επιλεχθεί για να αρχίσει η εκτροπή. Εκεί τοποθετούνται ειδικές σφήνες που προκαλούν την πλαγιοδρόμηση του τρυπανιού με μικρές στην αρχή κλίσεις ως προς την κατακόρυφο, που γίνονται βαθμιαία μεγαλύτερες όσο προσεγγίζεται η νοητή γραμμή που συνδέει την κατακόρυφο με το κοίτασμα. Η πορεία του τρυπανιού ελέγχεται συνεχώς είτε με ειδικά καλωδιακά όργανα που προωθούνται μέσα στο όρυγμα ή με Ασύρματες Συσκευές Καταγραφών. Μόλις ολοκληρωθεί η διάνοιξη της καμπύλης, το γεωτρητικό σύστημα ανασύρεται στην επιφάνεια και στο χαμηλότερό του τμήμα προσαρμόζεται ένας σταθερός και ευθύς άξονας, ο οποίος φέρει το τρυπάνι, τους σωλήνες βάρους και τους δακτύλιους στήριξης. Η γεώτρηση συνεχίζεται με οριζόντια πλέον διεύθυνση έως ότου το γεωτρύπανο έρθει σε επαφή με το κοίτασμα. Οι οριζόντιες γεωτρήσεις άνοιξαν νέες προοπτικές στην εξόρυξη πετρελαίου, καθώς αξιοποιήθηκαν πολλά κοιτάσματα που θεωρούνταν μη εκμεταλλεύσιμα λόγω των ιδιόμορφων γεωλογικών και φυσικών χαρακτηριστικών τους, όπως για παράδειγμα το κοίτασμα Rospo Mare της

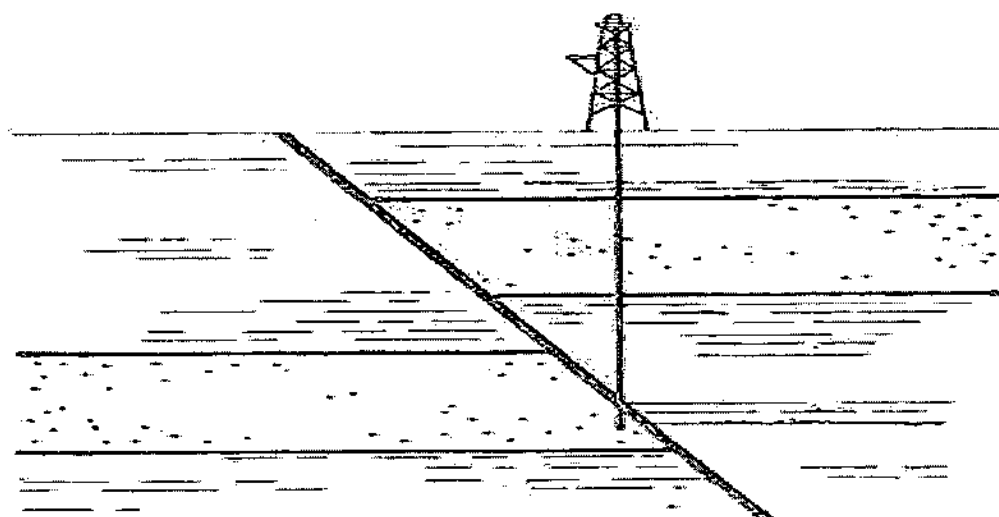
Αδριατικής κοντά στην Πεσκάρα της Ιταλίας και το Brudhoe στην Βόρεια Αλάσκα.

1.4. ΕΞΟΡΥΞΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Μόλις η ερευνητική γεώτρηση συναντήσει παραγωγικό στρώμα, το φρέαρ ενισχύεται με τοποθέτηση υποστήριξης από τσιμεντοκονίασμα, στο εσωτερικό του οποίου εισάγεται στενός σωλήνας διαμέτρου 6-10 εκατοστών, χαλύβδινος, μέσω του οποίου θα εκρεύσει το πετρέλαιο. Όλο σχεδόν το πετρέλαιο που παράγεται βγαίνει από αυτά τα πηγάδια ύπαρξης πετρελαίου, όπου έχουν προσαρμοστεί χαλύβδινοι σωλήνες που αντέχουν σε μεγάλες πιέσεις για να μεταφέρουν στην επιφάνεια της γης, το πετρέλαιο, τα αέρια και το νερό που το συνοδεύουν. Η διαδικασία παραγωγής πετρελαίου μπορεί να χωριστεί σε τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η κίνηση του πετρελαίου διαμέσω του στρώματος σχηματισμού του ως προς το φρέαρ (κάτω σημείο του σωλήνα απορρόφησης) που είναι αποτέλεσμα μιας τεχνητά δημιουργημένης διαφοράς πίεσης, μεταξύ του κοιτάσματος και της οπής του φρέατος (άσκησης πίεσης με νερό). Το δεύτερο στάδιο είναι η κίνηση του πετρελαίου από την οπή του πυθμένα του φρέατος προς την επιφάνεια. Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει τη συλλογή του πετρελαίου και των υλικών που το συνοδεύουν στην επιφάνεια και τον διαχωρισμό τους (απομάκρυνση του νερού και των ανόργανων αλάτων από το πετρέλαιο). Έτσι έχουμε εξαγωγή πετρελαίου με άσκηση υδάτινης πίεσης.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η εκμετάλλευση του κοιτάσματος γίνεται με την εκτόπιση του πετρελαίου με νερό. Ωστόσο ένα μέρος των αποθεμάτων πετρελαίου μένει εντός του υπεδάφους. Το πετρέλαιο εξάγεται στο αρχικό στάδιο με φυσική ροή από το φρέαρ. Αργότερα η φυσική ροή εξασθενίζει και εφαρμόζεται στο φρέαρ η μηχανοποιημένη παραγωγή.

Η μηχανοποιημένη παραγωγή είναι η έξοδος του πετρελαίου με διοχέτευση νερού ή αερίων που εξασκούν πίεση και το ανεβάζουν. Το πετρέλαιο αφού έχει απαλλαγή από το αέριο, διοχετεύεται σε μονάδες αφυδάτωσης όπου διαχωρίζεται το νερό από το πετρέλαιο και τα ανόργανα άλατα. Τα αέρια στέλνονται στην κατανάλωση. Στις υποθαλάσσιες γεωτρήσεις οι κεφαλές των φρεάτων, ο αναγκαίος παραγωγικός εξοπλισμός (διαχωριστές, διάυλος, δεξαμενή αποθήκευσης, κλπ.) και τα καταλύματα του προσωπικού εγκαθίσταται σε μία ή περισσότερες εξέδρες με σωληνωτό σκελετό από χάλυβα ή οπλισμένο σκυρόδεμα. Πρόκειται συνήθως για γιγάντιες κατασκευές, που φθάνουν μερικές φορές 200 m σε ύψος και υπερβαίνουν τους 400.000 τόνους σε βάρος (εξέδρες από σκυρόδεμα). Περισσότερα από 20.000 αντλούν σήμερα περί τα 800 υποθαλάσσια κοιτάσματα και παράγουν ήδη ποσό της παγκόσμιας παραγωγής αργού πετρελαίου.



Εξόρυξη Πετρελαίου

1.4.1. Σημαντικά Τεχνολογικά Επιτεύγματα Εξόρυξης Πετρελαίου

Η μέθοδος της οριζόντιας γεώτρησης δεν είναι η μοναδική καινοτομία στον τομέα της εξόρυξης πετρελαίου. Ο τομέας αυτός έχει αποδείξει κατά την τελευταία εικοσαετία μία σειρά από σημαντικά τεχνολογικά επιτεύγματα, τα σπουδαιότερα από τα οποία είναι:

1. Το σύστημα Οδήγησης Κορυφής.

Στο σύστημα αυτό έχει καταργηθεί η τράπεζα περιστροφής και το πολυγωνικό στέλεχος (Kelly), ενώ η γεωτρητική στήλη συνδέεται απευθείας με έναν κινητήρα που λειτουργεί συνήθως με συνεχές ρεύμα. Ο κινητήρας αυτός μετατοπίζεται παλινδρομικά μέσα στον πύργο γεωτρώπανου στηριζόμενο σε δύο σιδηροτροχές και μεταδίδει στην κορυφή του γεωτρητικού στελέχους την περιστροφική κίνηση που είναι απαραίτητη για την εκτέλεση των γεωτρήσεων. Με το Σύστημα Οδήγησης Κορυφής περιορίζονται οι χειρονακτικές εργασίες πάνω στο γεωτρώπανο και αυξάνεται η ασφάλεια του προσωπικού. Ένα άλλο σπουδαίο πλεονέκτημά του είναι ότι καθιστά δυνατούς διάφορους χειρισμούς διεύρυνσης του ορύγματος, έτσι ώστε να αποφεύγονται τα σφηνώματα της γεωτρητικής στήλης και οι συνακόλουθες καθυστερήσεις των εργασιών. Έχει υπολογιστεί ότι ο χρόνος γεώτρησης με το Σύστημα Οδήγησης Κορυφής μειώνεται κατά 10% έως 40%, με ανάλογο αντίκτυπο στο κόστος γεώτρησης.

2. Οι ασύρματες συσκευές καταγραφών

Οι συσκευές αυτές τοποθετούνται κοντά στο τρυπάνι και είναι σε θέση να καταγράφουν και να μεταδίδουν στην επιφάνεια διάφορες γεωτρητικές και γεωλογικές πληροφορίες κατά την διάρκεια της γεώτρησης, που είναι απαραίτητες για την σωστή οδήγηση του τρυπανιού προς το κοίτασμα.

Με τον τρόπο αυτό δεν διακόπτεται πλέον η γεωτρητική εργασία για να προωθηθούν μέσα στο όρυγμα τα καλωδιακά όργανα καταγράφουν που χρησιμοποιούσαν οι παλιότερες τεχνικές, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ο ρυθμός διάτρησης και να μειώνονται οι αποκλίσεις του τρυπανιού από την προκαθορισμένη πορεία.

Οι Ασύρματες Κατασκευές Καταγραφών προέρχονται από την διαστημική τεχνολογία και προς το παρόν το υψηλό κόστος τους περιορίζει τις εφαρμογές τους στις οριζόντιες γεωτρήσεις που διεξάγονται σε διάφορα μέρη π.χ. στον κόλπο του Μεξικού, στην Αλάσκα και στην Βόρεια Θάλασσα.

3. Το Σύστημα Σταθεροποίησης Πορείας

Πολλά γεωλογικά στρώματα στα οποία διεξάγονται γεωτρήσεις, είναι επικλινή. Στην περίπτωση αυτή το τρυπάνι έχει την τάση να ολισθαίνει παράλληλα προς τις στρώσεις, παρεκκλίνοντας από την κατακόρυφο. Για να διορθωθεί η πορεία του, πρέπει να ανασυρθεί στην επιφάνεια ολόκληρη η γεωτρητική στήλη και να προσαρμοστούν στο χαμηλότερο σημείο τις ειδικές σφήνες που επαναφέρουν το τρυπάνι στην κατεύθυνση που πρέπει να έχει. Η τεχνική αυτή είναι χρονοβόρα και όχι πάντα αποτελεσματική. Με το Σύστημα Σταθεροποίησης Πορείας διορθώνεται αυτόματα η πορεία του τρυπανιού, με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούνται οι αποκλίσεις, να επιτυγχάνεται η γεωτρητική εργασία και να αυξάνεται η διάρκεια ζωής του τρυπανιού και του κινητήρα.

Η μέθοδος διάτμησης τήξης

Αναπτύχθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1980 στο Επιστημονικό Εργαστήριο του Λος Άντζελες του πανεπιστημίου της Καλιφόρνια. Το τρυπάνι αποτελείται στην περίπτωση αυτή από τα δύστηκτα μέταλλα, μολυβδαίνιο και βολφράμιο και πυρακτώνεται με ηλεκτρικό ρεύμα στους 1400°C, έχοντας επιπλέον το προτέρημα ότι καθιστά περιττές τις εργασίες τσιμεντοποίησης και

πλευρικής στήριξης, γιατί τα πετρώματα αφού λιώσουν στερεοποιούνται πάλι κατά μήκος της διανοιγόμενης οπής σχηματίζοντας ένα σταθερό τοίχωμα.

Χάρη στις νέες αυτές τεχνικές έχουν πραγματοποιηθεί γεωτρήσεις μέχρι και 12000m βάθους (Μουρμάνση -ΒΔ Ρωσία). Τελευταία επιτεύγματα της τεχνολογίας που όμως βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο είναι τα αέρια υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης που παράγονται σε θαλάμους καύσης παρόμοιους με αυτών των πυραύλων και η χρήση των υπερήχων που εκτιμάται ότι στις αρχές της τρίτης χιλιετίας θα έχουν αντικαταστήσει σε πολλές περιπτώσεις τα μηχανικά τρυπάνια.

1.4.2. Γεωτρήσεις πετρελαίου



Η περιοχή της γεωτρήσεως



Τα απομεινάρια της εξόρυξης



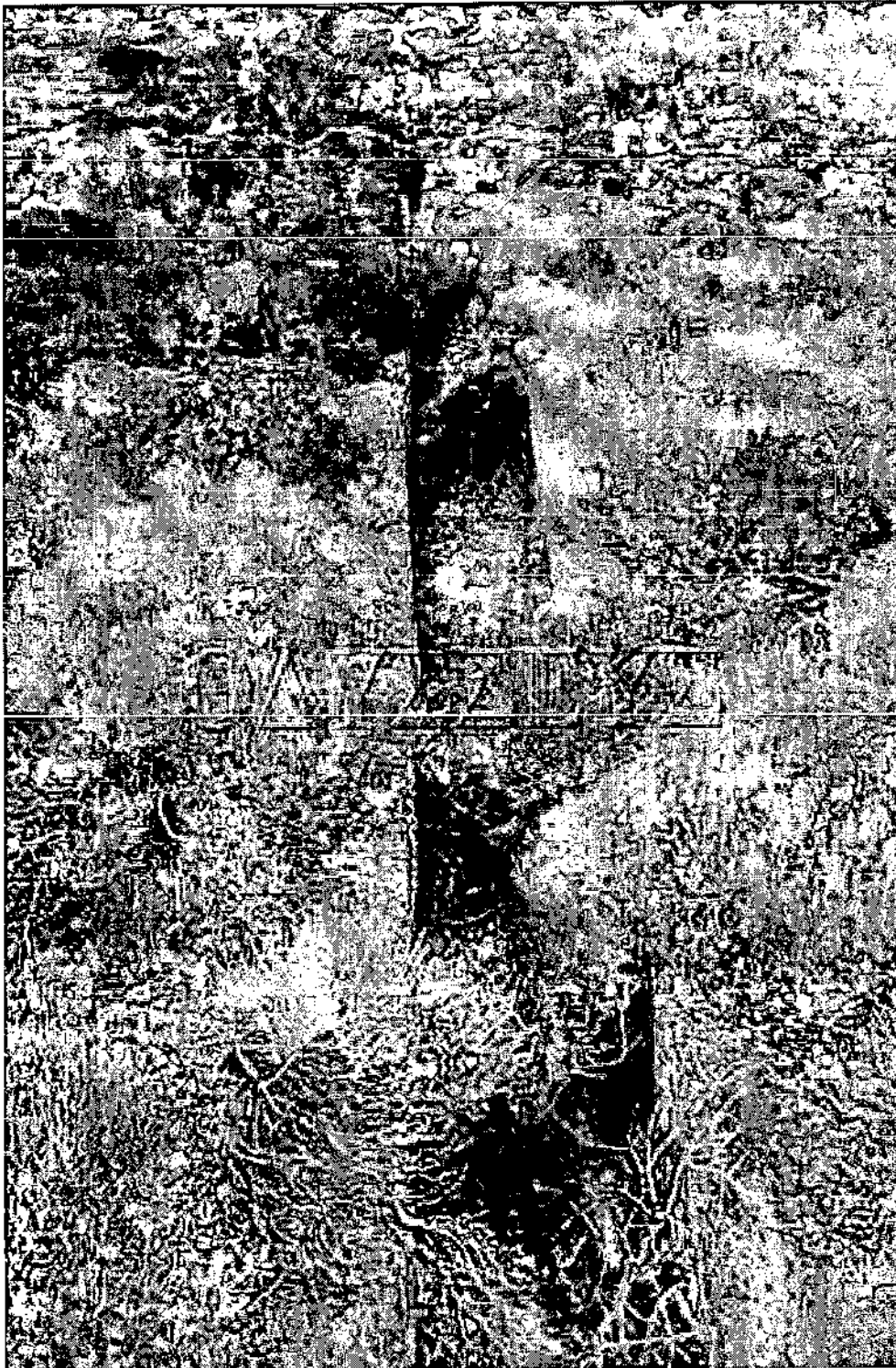
Η μαύρη λάσπη που κατακάθησε στην επιφάνεια του εδάφους διατηρεί άγιο το έδαφος μετά από 40 ολόκληρα χρόνια.



Βλέπουμε την υφή του εδάφους κάτω από το αναμειχθέν υλικό που εξορύχθη (ίσως χώμα με πετρέλαιο ;)



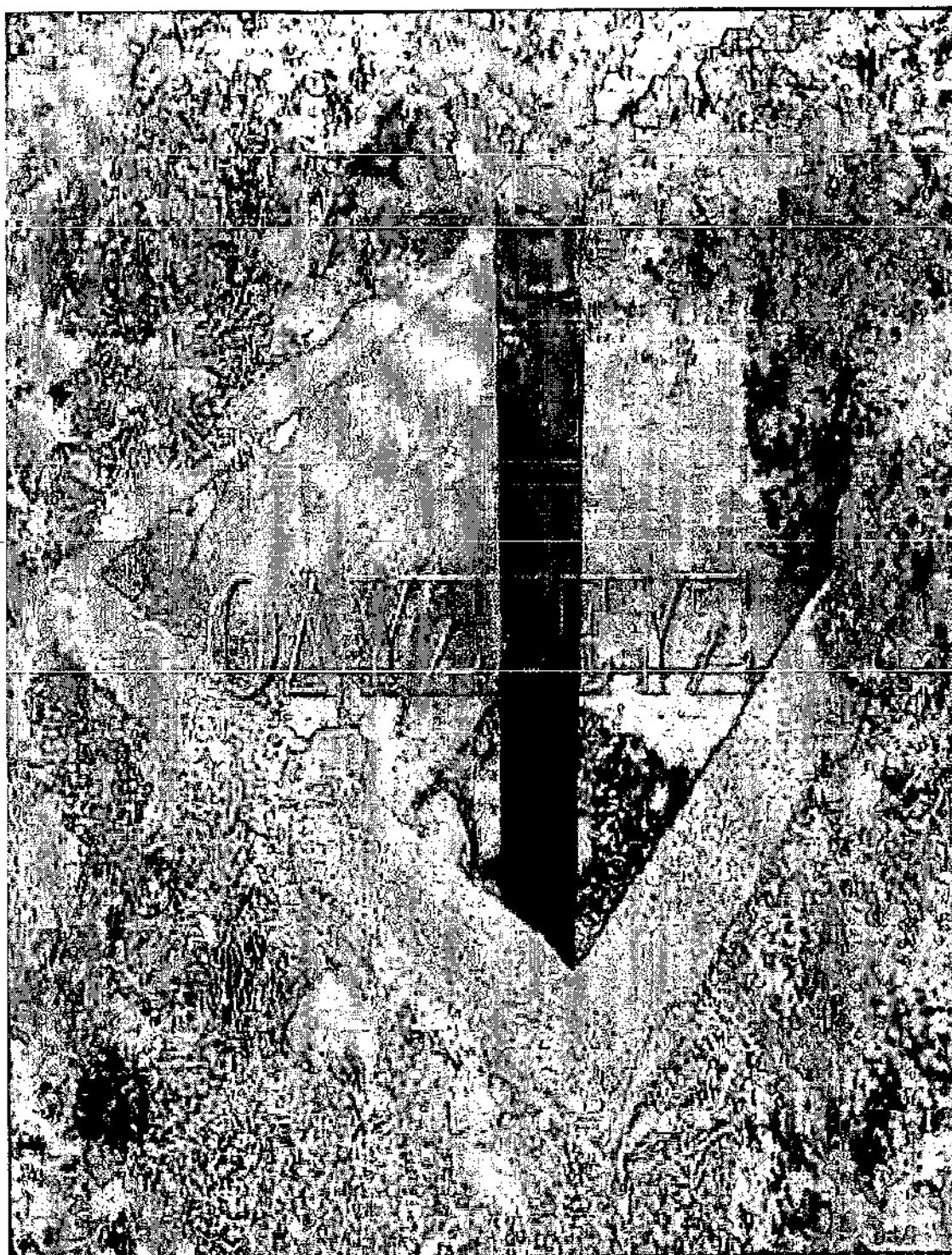
Με ποία κριτήρια έγιναν μελέτες και εξορύξεις σε τέτοια υψομετρική απόσταση από την επιφάνεια της θαλάσσης και κατ' επέκτασιν της πεδιάδας της Καταβιάς ;



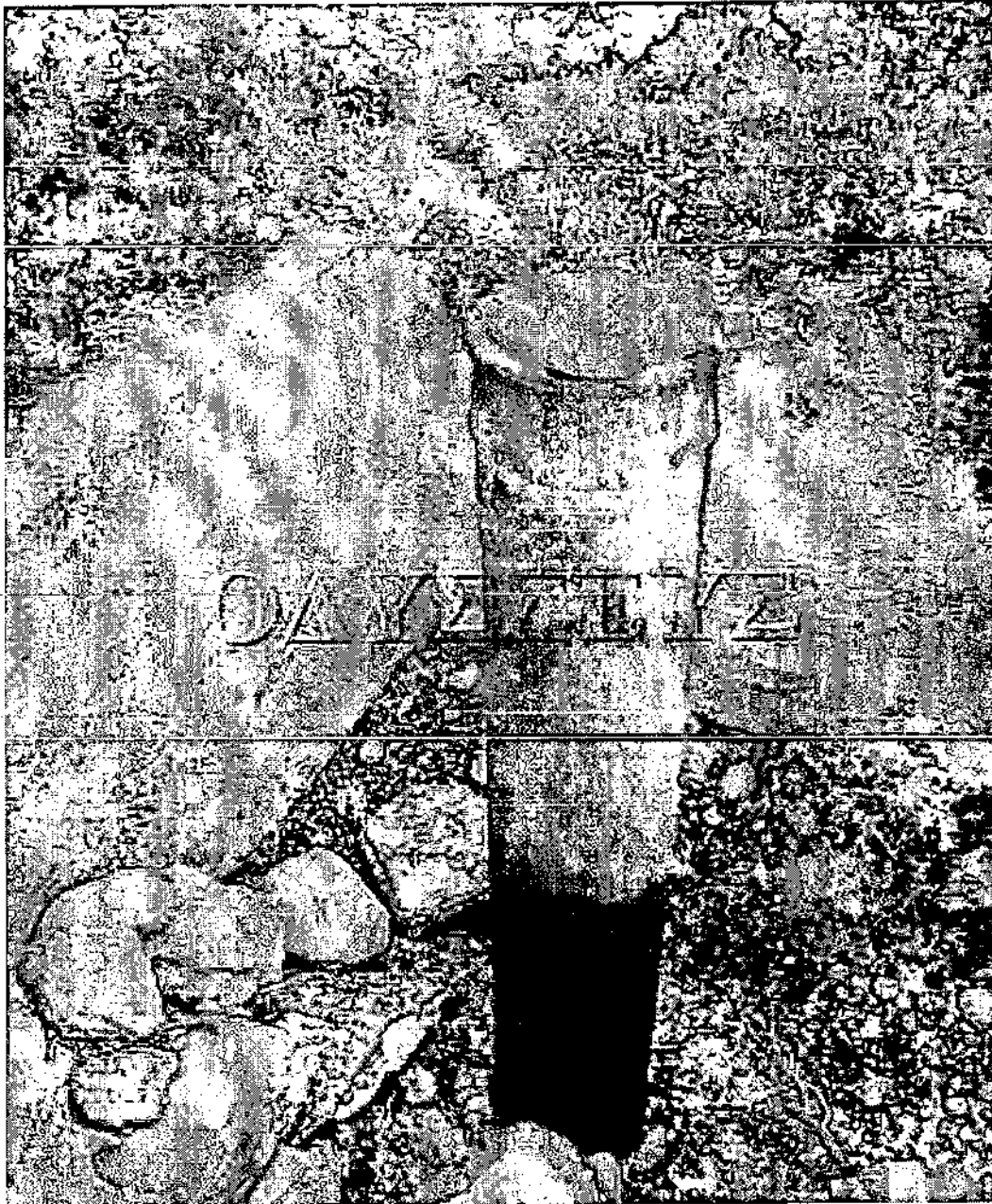
Το κανάλι μεταφοράς ρευστής ύλης



Τόσο προσεγμένη δουλειά για μια προσπάθεια ανεύρεσης πετρελαίου και
μάάλιστα σε μια τόσο απομακρυσμένη περιοχή ;



Η κεντρική οπή εξόρυξης πετρελαίου.





1.5. ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το ακάθαρτο πετρέλαιο μεταφέρεται σε μεγάλα εργοστάσια, τα διυλιστήρια όπου γίνεται η λεγόμενη κλασματική απόσταξη σε ειδικά μεγάλα σιδερένια καζάνια. Στην αρχή εκλύονται τα διαλυμένα μέσα στο πετρέλαιο αέρια και οι πτητικότεροι υδρογονάνθρακες. (Το μίγμα από τα εύφλεκτα αυτά αέρια το χρησιμοποιούν για την θέρμανση και το φωτισμό του εργοστασίου). Έπειτα σε θερμοκρασία 40-70K αποστάζεται ο πετρελαϊκός αιθέρας (η γαζολίνη), στους 70-120 η ελαφριά βενζίνη, στους 135-150, η βαριά βενζίνη στους 150-250, το φωτιστικό πετρέλαιο του εμπορίου και στους 250-400 τα διάφορα ορυκτέλαια (ή βαριά έλαια), χρήσιμα για λίπανση των μηχανών.

Το μαζούτ αποστάζεται σε πολύ υψηλή θερμοκρασία ή είναι το μη αποσταζόμενο υπόλειμμα των ρωσικών πετρελαίων και χρησιμοποιείται για καύσιμη ύλη σε ειδικές μηχανές και τζάκια.

Αν η απόσταξη σταματήσει πριν από τους 400 και ύστερα εξατμιστεί αργά το λαμβανόμενο προϊόν και αποχρωματιστεί με ζωϊκό άνθρακα, παίρνουμε την βαζελίνη. Τα βαριά έλαια ψυχόμενα σε θερμοκρασία κάτω του 0 μας δίνουν την στερεά παραφίνη, που μ' αυτήν φτιάχνουν κεριά. Η υγρή παραφίνη παράγεται από ανώτερα κλάσματα πετρελαίου και είναι χρήσιμη στην φαρμακευτική. Η άσφαλτος, είναι ότι απομένει ύστερα από την αφαίρεση της βαζελίνης και της παραφίνης. Τα παράγωγα του πετρελαίου λέγονται πετρελοειδή. Απ' αυτά με ειδικές κατεργασίες παράγονται οι διάφορες συνθετικές ουσίες (νάιλον, καουτσούκ, κ.τ.λ.) και διάφορες χρήσιμες στη χημεία αλκοόλες (ακετόνη, αιθυλένιο, βενζόλιο, κ.λ.π). Η ολοένα αυξανόμενη κατανάλωση βενζίνης και το γεγονός ότι τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου θα εξαντληθούν στο προσεχές μέλλον οδήγησαν στην παραγωγή συνθετικής βενζίνης με βάση τον άνθρακα, με πολλαπλή κατεργασία.

Τέλος, το πετρέλαιο έχει διάφορες βαθμίδες ποιότητας ανάλογα με την περιεκτικότητα σε θείο και ανάλογα με την πυκνότητα.

- 1) Όταν έχει θείο μέχρι 0,5%
- 2) Όταν έχει θείο από 0,5-2% και
- 3) Όταν έχει θείο από 2% και πάνω.

Η μικρή περιεκτικότητα σε θείο είναι απόδειξη καλής ποιότητας.

1.6. Κλασματική Απόσταξη Πετρελαίου

Το αργό πετρέλαιο από τις πετρελαιοπηγές είναι υγρό καστανού χρώματος με ιδιάζουσα οσμή, αδιάλυτο στο νερό και έχει ειδικό βάρος 0.79-0.94. Από το αργό πετρέλαιο σε σειρά από κατεργασίες παράγονται προϊόντα, που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα, ως λιπαντικά, ως πρώτες ύλες στη βιομηχανία, σε αντικατάσταση του φυσικού κεριού κ.λ.π. Ειδικά για την παραγωγή των πλαστικών η χημική βιομηχανία χρησιμοποιεί το 4% περίπου των προϊόντων του πετρελαίου ως πρώτη ύλη.

Η πρώτη και βασική κατεργασία, που γίνεται στα διωλιστήρια του πετρελαίου είναι η κλασματική απόσταξη. Με την κλασματική απόσταξη χωρίζονται τα κλάσματα του πετρελαίου ανάλογα με το σημείο ζέσεώς τους.

Στο σχήμα φαίνεται στήλη κλασματικής αποστάξεως αργού πετρελαίου. Το αργό πετρέλαιο θερμαίνεται στους 300 °C και στη συνέχεια εισάγεται, με το μεγαλύτερο μέρος σε μορφή ατμών, στη στήλη της κλασματικής αποστάξεως, από το κάτω μέρος της οποίας εισάγεται υπέρθερμος υδρατμός. Μέσα στη στήλη (ο υψηλός πύργος των εγκαταστάσεων των διωλιστηρίων) υπάρχουν οριζόντιοι δίσκοι.

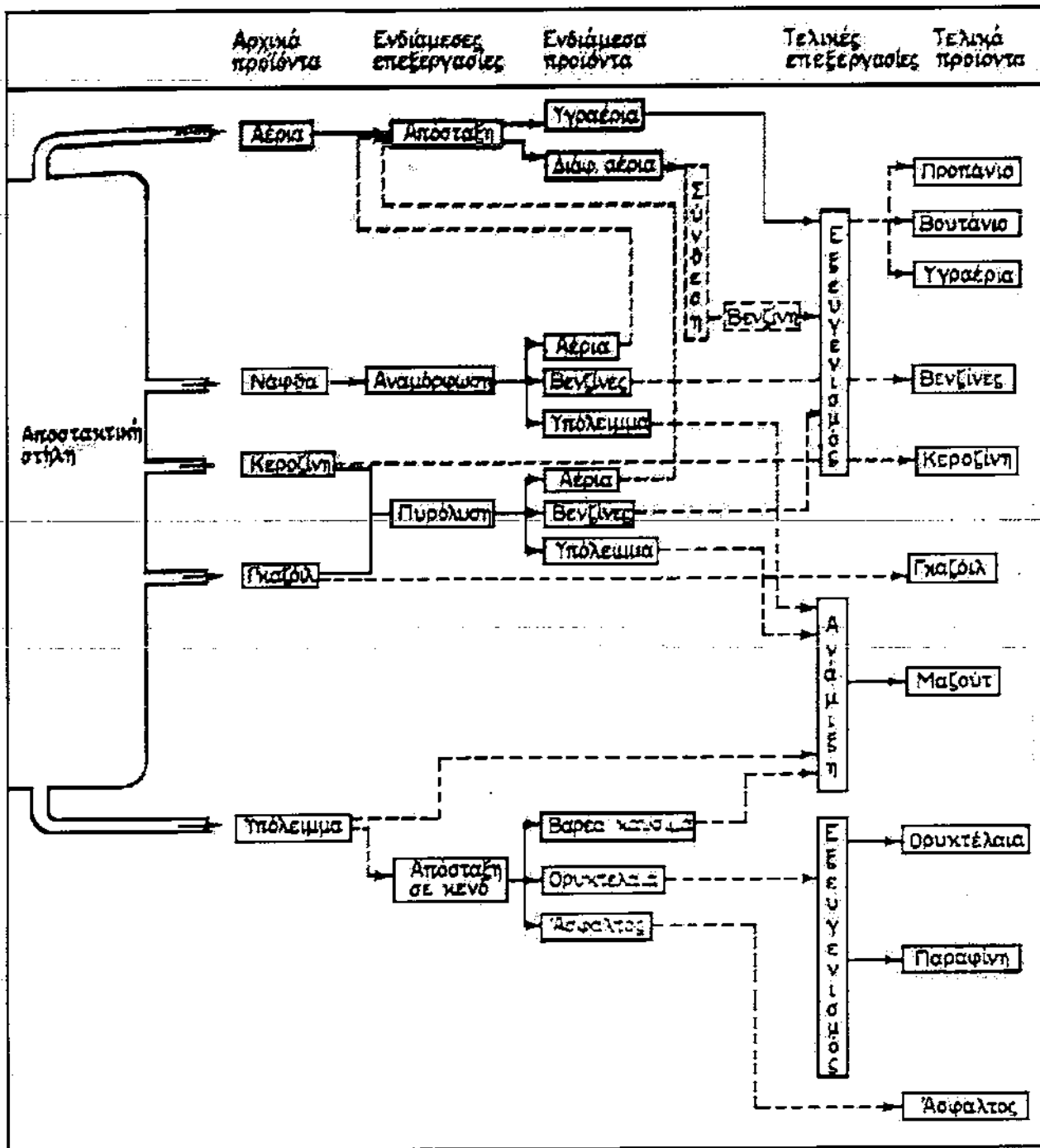
Οι ατμοί του πετρελαίου όπως ανεβαίνουν μέσα στη στήλη ψύχονται και ένα μέρος τους υγροποιείται, ανάλογα με το σημείο ζέσεως του προϊόντος, στους χαμηλούς ή υψηλούς δίσκους μέχρι αυτοί να υπερεκχειλίσουν. Το υγρό που

υπερεκχειλίζει από ένα δίσκο πέφτει σε χαμηλότερο, που όμως είναι θερμότερος και έτσι πάλι εξατμίζεται. Μ' αυτό τον τρόπο τα πιο πτητικά συστατικά συγκεντρώνονται στα ανώτερα μέρη της στήλης, ενώ χαμηλά συγκεντρώνονται τα πιο βαριά συστατικά.

Ο διαχωρισμός του αργού πετρελαίου με της συνεχή κλασματική απόσταξη στηρίζεται στην αρχή, σύμφωνα με την

οποία η αέρια φάση έχει μεγαλύτερη αναλογία σε πτητικά συστατικά από την υγρή φάση. Η αέρια φάση (ο ατμός) όπως ανέρχεται θα συναντήσει σε ανώτερο δίσκο υγρό με μεγαλύτερη αναλογία σε πτητικά, συστατικά, από εκείνη του προηγούμενου δίσκου. Στον ανώτερο τώρα δίσκο θα έχουμε υγροποίηση των βαρύτερων συστατικών, ενώ η 'λανθάνουσα' θερμότητα από την υγροποίηση προκαλεί εξάτμιση των πιο πτητικών συστατικών, δηλαδή μεγαλύτερη αύξηση της αναλογίας του ατμού σε πτητικά συστατικά.

Με τις παράπλευρες προς την κεντρική, μικρές στήλες γίνεται η απογύμνωση, δηλαδή λήψη κλασμάτων απαλλαγμένων από ελαφρά συστατικά, που έτσι επιστρέφουν στη μεγάλη στήλη, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Επεξεργασία και τελικά προϊόντα διύλισης φυσικού πετρελαίου

1.7. ΔΙΥΛΙΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Οι διατιθέμενες στην αγορά ποιότητες αργού πετρελαίου διαφέρουν μεταξύ τους όχι μόνο στις φυσικές τους ιδιότητες αλλά κυρίως, κατά την χημική τους σύνθεση.

Εκτός από τους τέσσερις βασικούς τύπους υδρογονανθράκων (παραφίνες, αλεφίνες, ναφθενικούς και αρωματικούς υδρογονάνθρακες), το πετρέλαιο περιέχει διάφορες ουσίες όπως, θείο, μερκαπτάνες, αλμυρό νερό, οξυγονούχες ή και αζωτούχες ενώσεις, που το καθιστούν πρακτικά άχρηστο.

Η διύλιση είναι το σύνολο των βιομηχανικών διεργασιών και μεθόδων που εφαρμόζονται για να επιτευχθεί η κατεργασία και ο μετασχηματισμός του αργού πετρελαίου σε τελικά προϊόντα. Τα τελικά προϊόντα της διύλισης διακρίνονται σε ενεργειακά (ντίζελ, βενζίνες, καύσιμα) και σε μη ενεργειακά (λιπαντικά).

Η θεμελιώδης διεργασία της διύλισης είναι η συνεχής κλασματική απόσταξη από την οποία προκύπτει μία δεκάδα βασικών πετρελαϊκών κλασμάτων με χαρακτηριστικά που βελτιώνονται κατόπιν σε άλλες εγκαταστάσεις για τον μετασχηματισμό ή τον εξευγενισμό.

Η διάσπαση του αργού πετρελαίου σε κλάσματα μπορεί να ποικίλει σημαντικά ανάλογα με τις παραγωγικές απαιτήσεις.

Συνοπτικά, παράγει κατά φθίνουσα τάξη πτητικότητας τα εξής προϊόντα:

- καύσιμα αέρια
- κλάσμα προπανίου
- κλάσμα βουτανίου
- ελαφριά βενζίνη
- βαριά βενζίνη
- κηροζίνη
- δύο ή περισσότερες ποιότητες ντίζελ

- διάφορα αποστάγματα
- ένα κατάλοιπο της εν κενό απόσταξης

Φυσικές μέθοδοι διαχωρισμού

Με αυτές τις διεργασίες τα μόρια των υδρογονανθράκων δεν αλλάζουν δομή. Η αρχική ατμοσφαιρική απόσταξη και τα παραρτήματά της εξασφαλίζει τον διαχωρισμό του αργού πετρελαίου σε διάφορα κλάσματα, που ταξινομούνται ανάλογα με την θερμοκρασία-βρασμού-των-περιεχόμενων υδρογονανθράκων. Έτσι τα κλάσματα της διύλισης ρυθμίζονται, ώστε να ανταποκρίνονται κατά την προσέγγιση στα χαρακτηριστικά πτητικότητας των βασικών προϊόντων που παράγει το διυλιστήριο. Πρόκειται για μια αφετηριακή διεργασία κατά την οποία το σύνολό της προς διύλιση ποσότητας αργού πετρελαίου διέρχεται από την στήλη ατμοσφαιρικής απόσταξης. Ωστόσο, οι φυσικοχημικές ιδιότητες των βασικών κλασμάτων, όπως και οι σχετικές τους ποσότητες, κατά κανόνα δεν ανταποκρίνονται με ακρίβεια στις απαιτήσεις της αγοράς. Επιβάλλεται, κατά συνέπεια, η προσφυγή σε συμπληρωματικές μεθόδους μετασχηματισμού και διαχωρισμού.

▪ Οι χημικές διεργασίες μετατροπής συνιστάται σε συνεργασία ορισμένων κλασμάτων με σκοπό την μεταβολή σε βάθος της χημικής δομής των συστατικών τους. Διακρίνονται κυρίως σε διεργασίες που προκαλούν είτε διάσπαση είτε ένωση των υπό κατεργασία δομικών μονάδων υδρογονανθράκων προς προϊόντα εντελώς διαφορετικής πτητικότητας από το αρχικό υλικό (θερμική ή καταλυτική) πυρόλυση των βαρέων κλασμάτων και σύνθεση της βενζίνης από ελαφριά αέρια. Οι κατεργασίες αυτού του τύπου επιτρέπουν την προσαρμογή παραγωγής σε ελαφρά, μεσαία και βαρέα προϊόντα προς την δομή αγοράς. Υπάρχουν επίσης διεργασίες μετατροπής οι οποίες, σε μεγάλο βαθμό δε θίγουν το μέσο μοριακό βάρος του αρχικού προς κατεργασία υλικού, προκαλούν όμως βαθύ μετασχηματισμό της χημικής φάσης των

υδρογονανθράκων καταλυτική αναμόρφωση και ισομερισμός των βενζινών.

Οι μέθοδοι αυτοί που χαρακτηρίζονται από υψηλή απόδοση σε βενζίνη, αποσκοπούν κυρίως στο να προδώσουν στα προϊόντα την επιβαλλόμενη από τις χρήσεις τους ποιοτική στάθμη.

- **Οι κατεργασίες καθαρισμού και ποιοτικής τελείωσης** συνίσταται στην απομάκρυνση, δια του φυσικού διαμερισμού ή εκλεκτικής χημικής αντίδρασης, ορισμένων συστατικών που είναι ιδιαίτερα επιβλαβή, επακόλουθες διεργασίες και στην τελική χρήση των έτοιμων προϊόντων. Τέτοιες κατεργασίες είναι η γλύκανση των βενζινών και κυρίως, το σύνολο των υδροκατεργασιών με τις οποίες επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των περιεχομένων στο αργό πετρέλαιο και τα πετρελαϊκά κλάσματα ξένων ατόμων.

- **Κρυστάλλωση.** Συνιστάται στο χωρισμό, ανάλογα με το μέγεθος και τον τύπο των υδρογονανθράκων, χρησιμοποιώντας τη διαφορά στο σημείο τήξης και τη διαλυτότητα, σε συνδυασμό με διήθηση ή φυγοκέντρωση.

- **Εκχύλιση με διαλύτη.** Είναι ο διαχωρισμός ανάλογα με τον τύπο των υδρογονανθράκων. Με αυτή τη μέθοδο για παράδειγμα χωρίζονται οι παραφίνες από τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες

- **Προσρόφηση.** Χάρη στη διαφορετική δύναμη με την οποία προσκολλούνται πάνω σε πορώδη υλικά, μπορούμε να διαχωρίσουμε ορισμένες τάξεις υδρογονανθράκων.

- **Απορρόφηση.** Διαχωρίζονται οι υδρογονάνθρακες ανάλογα με το μέγεθος ή το σχήμα των μορίων τους, χάρη στη διαφορά που παρουσιάζουν στη διαλυτότητα σε ορισμένα υγρά.

1.7.1. Καύσιμα

Οι σύγχρονοι αποστακτήρες των διωλιστηρίων είναι συνεχούς ροής και τα προϊόντα που βγάζουν είναι αέρια, ελαφρά αποστάγματα, μεσαία και υπολείμματα. Τα αέρια είναι μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο.

Από αυτά, τα δύο πρώτα χρησιμεύουν ως καύσιμο για την εγκατάσταση. Τα ελαφρά αποστάγματα είναι κλάσματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βενζίνες αεροπλάνων σε σημείο βρασμού 70-120°C. Τα επόμενα κλάσματα είναι η λιγροΐνη με σημείο βρασμού 135-150°C.

Στη συνέχεια παίρνουμε φωτιστικό πετρέλαιο με σημεία βρασμού 300-360°C. Ό,τι απομένει στον αποστακτήρα, αφού καθοριστεί, μας δίνει βαζελίνη και την παραφίνη. Το υπόλειμμα είναι η άσφαλτος, σώμα στερεό ή ημίρρευστο με υψηλό σημείο βρασμού.

Υπάρχει και η φυσική άσφαλτος, ένα σώμα με ανάλογη σύσταση, που δείχνει τοποθεσίες παλαιών πετρελαιοπηγών, το συναντούμε στην Νεκρή Θάλασσα, στη Βενεζουέλα, στη Ζάκυνθο κ.ά. Εκτός από την άσφαλτο οδοποιίας παράγεται και θειάφι για παραγωγή λιπασμάτων σε άλλες βιομηχανίες.

Τα τελικά προϊόντα που φεύγουν στο εμπόριο δεν βγαίνουν κατευθείαν από τις μονάδες παραγωγής αλλά σε δεξαμενές με αναμειξείς διαφόρων συστατικών αυτού του προϊόντος και προσθήκη διαφόρων πρόσθετων βελτιωτικών.

Φυσικά καύσιμα: Τα παίρνουμε έτοιμα από τη φύση.

Στερεά: Γαιάνθρακας-Ξύλα

Υγρά: Πετρέλαιο

Αέρια: Φυσικό αέριο

Τεχνητά καύσιμα: Παρασκευάζονται με κατάλληλες διεργασίες από φυσικές πρώτες ύλες.

Στερεά: Κωκ

Υγρά : Βενζίνη, οινόπνευμα

Αέρια : Υγραέριο, αέριο νάφθας, προπάνιο, βουτάνιο

1.7.2. Λιπαντικά

Τα ορυκτέλαια παράγονται με την απόσταξη υπό κενό του μαζούτ που απομένει από την διύλιση του αργού πετρελαίου. Τα ορυκτέλαια που βγαίνουν(σε διάφορες παχυρευσιότητες, ιξώδη)υφίστανται επεξεργασίες εξευγενισμού όπου απομακρύνονται και οι ανεπιθύμητες αρωματικές ενώσεις, οι παραφίνες και τέλος γίνεται η κατεργασία με υδρογόνο για σταθεροποίηση των καλών ιδιοτήτων τους.

Τα εξευγενισμένα ορυκτέλαια αποθηκεύονται κατά τύπο ανάλογα με το ιξώδες κ.λ.π. Τα τελικά ορυκτέλαια γίνονται με αναμίξεις διαφόρων τύπων εξευγενισμένων και προσθήκη χημικών βελτιωτικών προσθέτων.

Ανάλογα με τις συνταγές αναμείξεων και τα χημικά πρόσθετα διαφοροποιούνται για τελικά προϊόντα τα οποία οδεύουν για διάφορες συσκευασίες (βαρέλια δεκαεξάκιλα, τετράκιλα κ.λ.π).

Η παραφίνη που βγαίνει κατά τον εξευγενισμό των ορυκτέλαιων, καθορίζεται και μορφοποιείται σε πλάκες και συσκευάζεται σε χαρτοκιβώτια.

Η MOTOR-OIL HELLAS είναι το μοναδικό διωλιστήριο στην Ελλάδα που παράγει πρωτογενή ορυκτέλαιο.

1.8. ΜΟΝΑΔΕΣ ΔΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ

Καταλυτική πυρόλυση

Η χρήση μαζούτ σαν καύσιμο πετρελαίου και για λόγους προστασίας περιβάλλοντος, η αξία του είναι χαμηλή σε σύγκριση με βενζίνες. Για την

αντιμετώπιση αυτού του επερχόμενου προβλήματος έγινε η μονάδα καταλυτικής πυρόλυσης, η οποία “σπάει” τις μεγαλομοριακές ενώσεις των βαρέων υδρογονανθράκων μαζούτ σε άλλες μικρού μοριακού βάρους, όπως βενζίνη. Οι ενώσεις αυτές είναι υγραέρια, βενζίνες και ντίζελ.

Τα προϊόντα αυτά είναι συστατικά για την παρασκευή τελικών βενζινών και πετρελαίου ντίζελ.

Οι παραγόμενοι αέριοι υδρογονάνθρακες, που είναι μεγάλες σχετικά ποσότητες, αξιοποιούνται ως εξής:

1) Τα μεθάνια και αιθάνια χρησιμοποιούνται ως αέρια καύσιμα στους ατμολέβητες και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ικανής για την κάλυψη των αναγκών του διυλιστηρίου.

2) Τα προπάνια / προπυλένια επεξεργάζονται σε ειδική μονάδα και γίνονται βενζίνη. (διμερισμός)

3) Τα βουτάνια/ βουτυλένια επεξεργάζονται επίσης σ' άλλες μονάδες και γίνονται βενζίνη. (αλκυλίωση).

Κατ' αυτόν τον τρόπο έχουμε πλήρη εκμετάλλευση του μαζούτ το οποίο διαφορετικά θα ήταν δύσκολη η διάθεσή του στην αγορά.

Μονάδα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας. (Power Plant)

Η μονάδα παράγει ηλεκτρική ενέργεια περίπου 30MW ισχύος, με την οποία καλύπτονται οι λειτουργικές ανάγκες του διυλιστηρίου και με κανονικές συνθήκες υπάρχει κάποιο περίσσειμα το οποίο αγοράζει η ΔΕΗ. Έτσι καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες του διυλιστηρίου χωρίς καμία επίπτωση στην λειτουργία των μονάδων.

Στην μονάδα αυτή παράγεται επίσης ατμός υψηλής πίεσης.

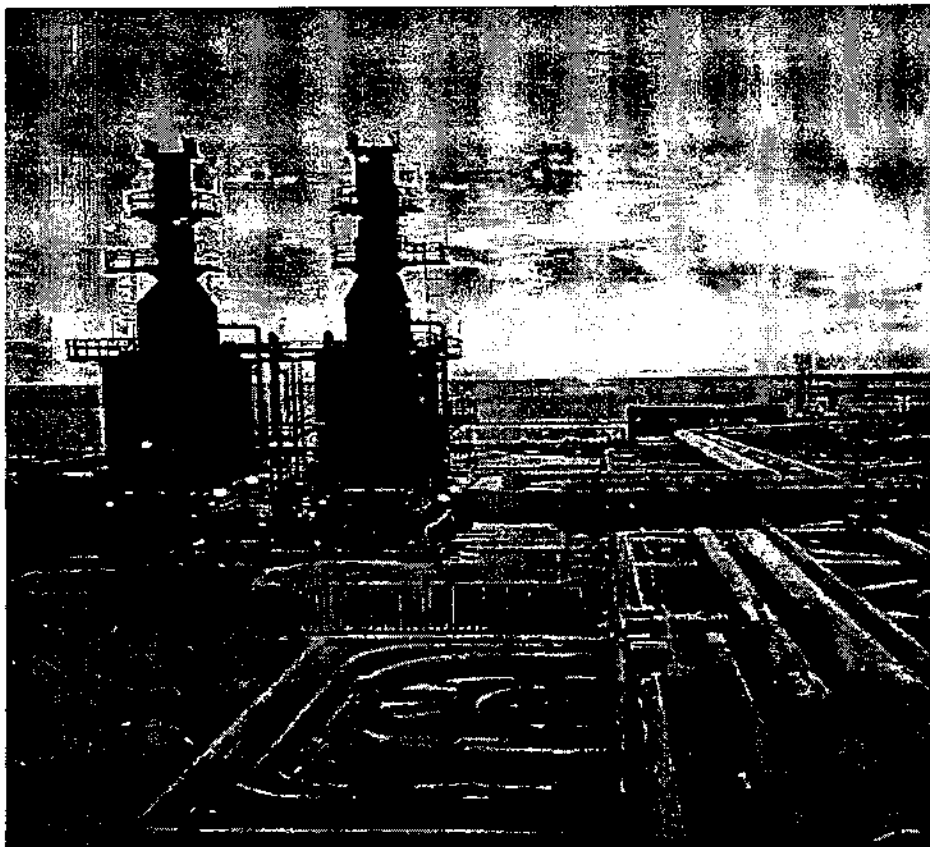
Ατμοπαραγωγή

Στο διωλιστήριο παράγονται περίπου 140Μ.Τ. ατμού την ώρα. Ο ατμός είναι απαραίτητος στην παραγωγική διαδικασία, στην διατήρηση θερμοκρασιών ορισμένων γραμμών και δεξαμενών βαρέων προϊόντων (για να μην πήξουν), στην θέρμανση.

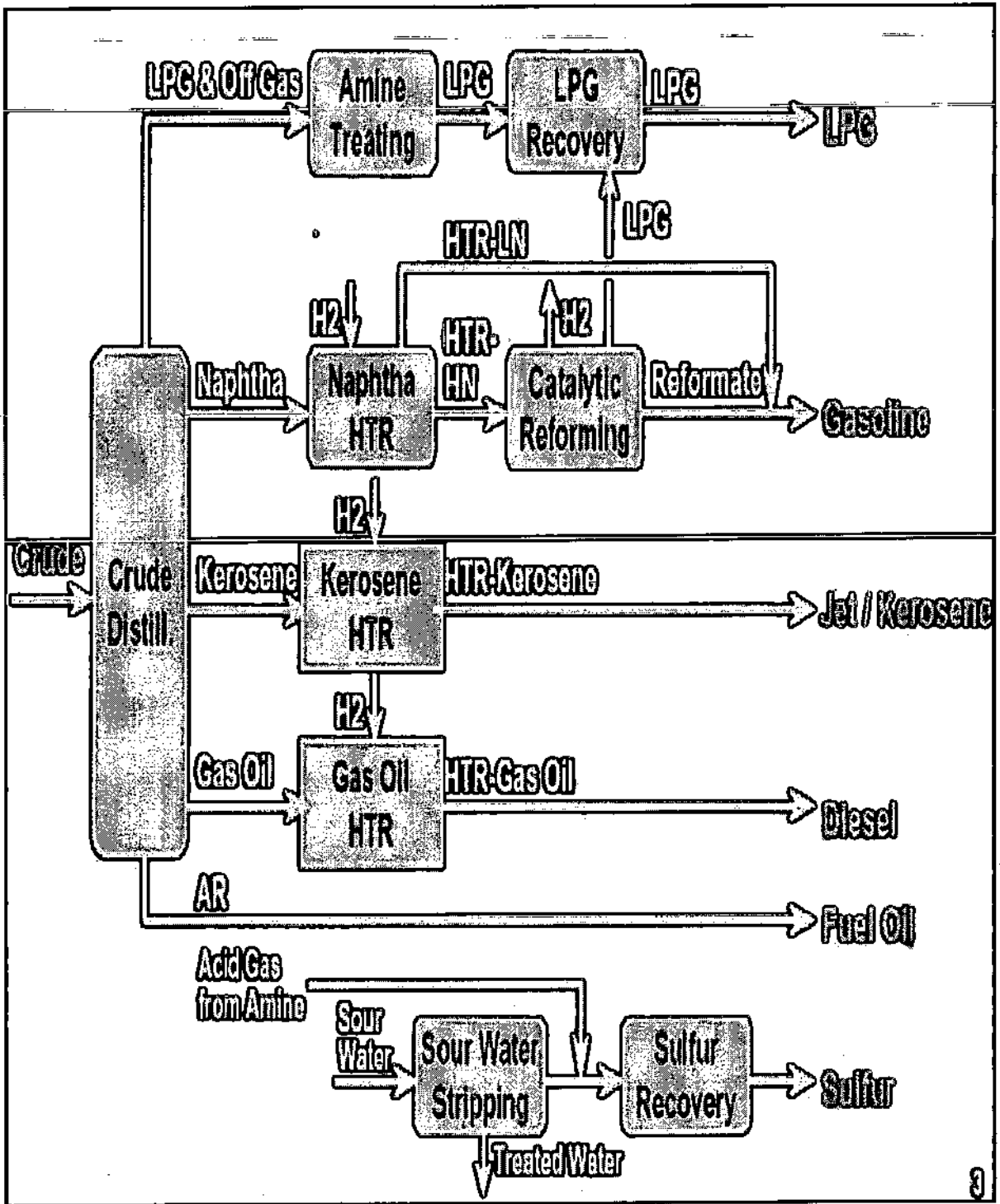
Αφαλάτωση

Το νερό που μετατρέπεται σε ατμό δεν πρέπει να έχει άλατα τα οποία φράζουν τους σωλήνες στους λέβητες. Το νερό αυτό παράγεται σε δύο ειδικές μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού που παράγουν 200m³/h.

1.8.1. Σχηματική παράσταση Λειτουργίας Διωλιστηρίου



Διάγραμμα



Τα κυριότερα τμήματα ενός Διωλιστηρίου είναι:

- ❖ Στήλη ατμοσφαιρικής απόσταξης
- ❖ Στήλη κενού
- ❖ Μονάδες αποθείωσης
- ❖ Μονάδα αναμόρφωσης- ισομερισμού
- ❖ Μονάδα καταλυτικής πυρόλυσης
- ❖ Μονάδα αλκυλίωσης
- ❖ Μονάδα εξανθράκωσης

Μονάδα Αναμόρφωσης

Τροφοδοσία	Βαριά νάφθα
Στόχος	Αύξηση του αριθμού οκτανίου της βαριάς νάφθας
Αντιδράσεις	<ul style="list-style-type: none">○ Αφυδρογονοκυκλοποίηση○ Αφυδρογόνωση○ Ισομερείωση○ Υδρογονοδιάσπαση
Καταλύτες	Pt/ SiO ₂ ή Pt/ SiO ₂ -Al ₂ O ₃
Θερμοκρασία	950°f
Πίεση	50- 350 psi

Σύσταση Τροφοδοσίας Αναμόρφωσης

Παραφίνες, P	45-55	30-50
Ναφθένια , N	30-40	3-10
Αρωματικά, A	5-10	45-60

Προϊόντα % κ. β.

H ₂	1,7
C ₁ -C ₄	6,5
C ₅ +βενζίνη	91,6

Κατεργασία με H₂ (αποθείωση)

- Υδρογόνωση βαριών- μέσω κλασμάτων
- Απομάκρυνση S, N₂, O₂, Cl, μετάλλων
- Καταλύτες

Κυρίως οξείδια Co- Mo/ Al₂O₃

Κατανάλωση H₂

% S	70 scf /bbl
%N ₂	320
%O ₂	180

Μονάδα Ισομερείωσης

Τροφοδοσία	Ελαφρά νάφθα
Στόχος	Αύξηση του αριθμού οκτανίου
Αντιδράσεις	Ισομερείωση
Καταλύτες	Pt/SiO ₂ .Al ₂ O ₃
Θερμοκρασία	300-400 °F
Πίεση	250-400psi

Σημείωση: Οι αποδόσεις είναι C₅ + βενζίνη 98,4% και η αύξηση RON κατά 10-15 μονάδες.

Καταλυτική Πυρόλυση (Fluid Catalytic Cracking FCC)

- Διάσπαση βαρέων κλασμάτων πετρελαίου σε ελαφρύτερα προϊόντα αέρια (C₁-C₄), βενζίνη, ντήζελ και κωκ.

Μονάδα Αλκυλίωσης

Τροφοδοσία	Ολεφίνες C ₃ -C ₅
Στόχος	Παραγωγή Βενζίνης υψηλού RON
Αντιδράσεις	$C_4H_{10} + C_4H_8 \rightarrow 2,2(CH_3)_2C_6H_{12}$
Καταλύτες	H ₂ SO ₄ , HF
Θερμοκρασία	50-70°F
Πίεση	Υδρογονάνθρακες + καταλύτης σε υγρή φάση
Λόγος(C ₄ / ολεφίνες)	4-5

Σημείωση: Τα προϊόντα της % κ. β. για LPG και για βενζίνη αλκυλίωσης είναι 24,6 και 75,4(RON 97,6) αντίστοιχα.

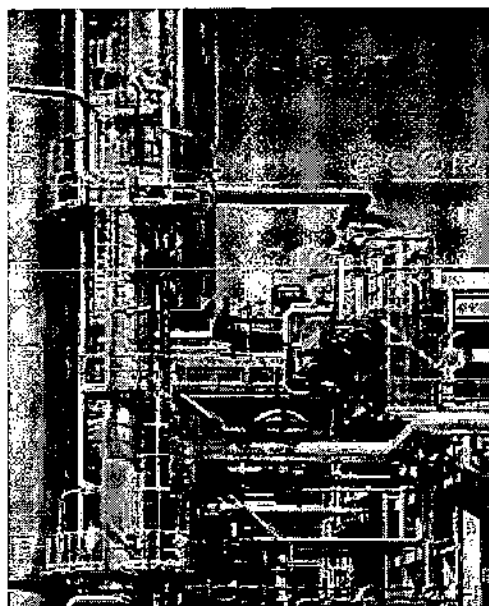
Μονάδα Εξανθράκωσης(Delaye Coking)

- Τροφοδοσία
-Υπόλειμμα κενού 1050+
- Διεργασία
-Θερμική διάσπαση του υπολείμματος

Προϊόντα	% κ. β.
Αέρια C ₁ -C ₄	2,27
Ελαφρά νάφθα	3,6
Βαριά νάφθα	14,1
Ελαφρύ αεριέλαιο	37,3
Βαρύ αεριέλαιο	20,1
Κωκ	22,7

Συνθήκες λειτουργίας FCC (Fluid Catalytic)

Θερμοκρασία αντιδραστήρα, °F	900-1000
Θερμοκρασία αναγεννητή, °F	1250-1350
Λόγος καταλύτη-τροφοδοσία, κ. β.	5-7
Ταχύτητα χώρου, hr ⁻¹	120-150
Πίεση αντιδραστήρα, psig	8-20



1.8.2. Τρόποι Νοθείας

Αποχρωματισμός σε παράνομα διυλιστήρια

Η συνηθέστερη μέθοδος νοθείας στα καύσιμα είναι ο αποχρωματισμός του πετρελαίου ναυτιλίας και η διάθεσή του στην αγορά ως πετρέλαιο κίνησης.

Η μέθοδος που χρησιμοποιούν οι λαθρέμποροι δεν απαιτεί ιδιαίτερο τεχνολογικό εξοπλισμό και έτσι είναι οικονομικά συμφέρουσα. Το πετρέλαιο μπαίνει μαύρο από τη μία πλευρά του σωλήνα, περνάει από στρώματα πηλού ή τύρφης ή άλλης 'αποχρωστικής γαίας' και βγαίνει έχοντας το διαυγές χρώμα του πετρελαίου κίνησης.

Η οικονομική διαφορά μεταξύ των δύο στομίων του σωλήνα είναι 0,50 ευρώ. Το 1 λίτρο πετρελαίου ναυτιλίας κοστίζει 0,15 ευρώ και είναι αδασολόγητο, όταν η τιμή για την αντίστοιχη τιμή πετρελαίου κίνησης κυμαίνεται μεταξύ 0,65-0,70 ευρώ. Μόνο το 2002 το ΣΔΟΕ κατάσχεσε 12,5 τόνους πετρελαίου ναυτιλίας που μετά την 'επεξεργασία' είχαν βαπτισθεί ως κίνησης. Η συγκεκριμένη ποσότητα, όμως, θεωρείται από την ομοσπονδία βενζινοπωλών 'ως παρωνυχίδα στο φαινόμενο'.

Η ίδια μέθοδος αποχρωματισμού ακολουθείται προκειμένου το πετρέλαιο θέρμανσης, που πωλείται προς 0,30 ευρώ περίπου, να χάσει το κοκκινωπό του χρώμα, να αποκτήσει το χρώμα του κίνησης και να πωληθεί προς 0,70 ευρώ.

Καταστροφικές συνέπειες

Περισσότερο εξειδικευμένες μέθοδοι αποχρωματισμού του πετρελαίου χρησιμοποιούν θειικό οξύ (βιτριόλι), αλλά και βιομηχανικούς διαλύτες με καταστροφικές συνέπειες για τους κινητήρες των αυτοκινήτων που το χρησιμοποιούν.

Παράνομες δεξαμενές και διωλιστήρια στήνονται και ξεστήνονται σε χρόνο ρεκόρ. Η ομοσπονδία βενζινοπωλών έχει καταγγείλει την ύπαρξη τουλάχιστον 2.000 σημείων παράνομης διακίνησης καυσίμων, οι άνδρες του ΣΔΟΕ έχουν εντοπίσει 710.

Ο κ. Δημήτρης Μακρυβέλιος, πρόεδρος της Πανελλήνιας Ομοσπονδίας Βενζινοπωλών, υποστηρίζει ότι το 95% της νοθείας πραγματοποιείται έξω από τα πρατήρια και αφορά απευθείας συνεργασία των λαθρεμπόρων με ενδιαφερόμενες εταιρείες. Ο αριθμός, ωστόσο, των παραβάσεων που διαπιστώθηκαν από τους ελέγχους του ΣΔΟΕ στα πρατήρια βενζίνης έδειξε ότι ο αριθμός παραβατικότητας στα βενζινάδικα κυμαίνεται στο 40%.

1.9. Πυρόλυση.

Η πυρόλυση αποτελεί τεχνική μέθοδο που εφαρμόζουν τα διωλιστήρια πετρελαίου για την παραγωγή ελαφρύτερων υδρογονανθράκων του πετρελαίου όπως η βενζίνη, η κηροζίνη κλπ.

Με την τεχνική αυτή των διωλιστηρίων παράγονται πλείστα προϊόντα και ανάλογα αυτών η πυρόλυση διακρίνεται σε “θερμική πυρόλυση” και σε

“καταλυτική πυρόλυση”. Θερμική πυρόλυση είναι η μέθοδος παραγωγής ελαίων (ελαφρών υδρογονανθράκων) στις στήλες απόσταξης των διυλιστηρίων που θερμαίνονται σε υψηλές θερμοκρασίες ενώ καταλυτική πυρόλυση είναι η μέθοδος παραγωγής ελαίων όπως στη θερμική αλλά που όμως στη συνέχεια υφίστανται επεξεργασία από κάποιο καταλύτη. Υπάρχει ακόμα και η άνυδρη πυρόλυση η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή υγρών καυσίμων παραπλήσιων με το ντίζελ από στέρεα βιομάζα ή πλαστικό. Η περισσότερο κοινή τεχνική χρησιμοποιεί πολύ μικρούς χρόνους εφαρμογής και υψηλά επίπεδα θέρμανσης σε θερμοκρασίες 350-500C και λέγεται γρήγορη ή αστραπιαία πυρόλυση. Η ένυδρη πυρόλυση η οποία στην ουσία είναι θερμόλυση παρουσία νερού (για παράδειγμα ο θερμικός αποπολυμερισμός οργανικών αποβλήτων σε ελαφρύ ορυκτέλαιο).

Και τέλος η πυρόλυση στο κενό, όπου οργανικά υλικά θερμαίνονται σε κενό με τον σκοπό να μειωθεί το σημείο βρασμού και να αποφευχθούν παράπλευρες χημικές αντιδράσεις. Χρησιμοποιείται στην οργανική χημεία ως συνθετικό εργαλείο.

1.9.1. Πετρέλαιο Diesel

Το πετρέλαιο diesel είναι μίγμα υδρογονανθράκων με 14-20 άτομα άνθρακα. Το ειδικό του βάρος είναι περίπου 0,84 για το gas oil και 0,87 για το Diesel Fuel. Το σημείο ζέσεως του πετρελαίου είναι 225-350C. Η θερμαντική του αξία είναι περίπου 42 MG/kg. Το gas oil χρησιμοποιείται στις πολύστροφες μηχανές Diesel, για μικρές εγκαταστάσεις και οικιακή κεντρική θέρμανση, χρησιμοποιείται σε αργόστροφες μηχανές Diesel, όπως είναι οι ναυτικές μηχανές στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και στους λέβητες των βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των πετρελαίων Diesel είναι το εξανθράκωμα % και ο αριθμός κετανίου. Εξανθράκωμα % είναι μέτρο της τάσεως του καυσίμου να σχηματίζει ανθρακούχα κατάλοιπα κατά την καύση. Αριθμός κετανίου είναι το μέτρο του πετρελαίου Diesel για ομαλή καύση. Η έννοια της ποιότητας καύσεως στην περίπτωση του πετρελαίου είναι διαφορετική από ότι στην βενζίνη. Η ποιότητα του πετρελαίου Diesel καθορίζεται από την ταχύτητα με την οποία αναφλέγεται μετά την εκτόξευσή του μέσα στον κύλινδρο. Ο χρόνος ανάμεσα στην εκτόξευση και την έναυση πρέπει να είναι μικρός. Επιβράδυνση της εναύσεως έχει ως αποτέλεσμα συγκέντρωση μεγάλου ποσού καυσίμου, που η ανάφλεξή του δημιουργεί απότομη αύξηση της πίεσης με αποτέλεσμα κραδασμούς και δονήσεις, που μειώνουν την απόδοση της μηχανής. Καύσιμο με μικρό αριθμό κετανίου, έχει ως αποτέλεσμα να διαρκεί περισσότερο η επίκαυση. Δηλαδή συνεχίζεται η καύση και κατά την εκτόνωση, οπότε έχουμε υψηλότερη θερμοκρασία των καυσαερίων και επομένως απώλεια θερμότητας και υπερθέρμανση των βαλβίδων εξαγωγής.

1.9.2. Μαζούτ

Το μαζούτ ή πετρέλαιο λεβήτων παραμένει ως υπόλειμμα της αποστάξεως, που αποτελείται από υδρογονάνθρακες με επάνω από 20 άτομα άνθρακα. Το μαζούτ έχει ειδικό βάρος 0.90-0.96. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε ειδικούς καυστήρες και μετά από προθέρμανση για την εξασφάλιση αντλητικότητας και διασκορπισμού. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή, με πυρόλυση, πιο ελαφρών κλασμάτων. Τέλος το μαζούτ με απόσταξη σε κενό μπορεί να δώσει αποστάγματα, που είναι τα ελαφρά και μέσα ορυκτέλαια και υπόλειμμα, που είναι η ασφαλτος ή τα κυλινδρέλαια, ανάλογα με το αν το μαζούτ προέρχεται από πετρέλαιο ασφαλτικής ή παραφινικής

βάσεως, αντίστοιχα. Κατεργασία των ορυκτελαίων δίνει κερί. Η κατεργασία λέγεται αποκήρωση.

Για την μείωση του ιξώδους του μαζούτ γίνεται προθέρμανση σε θερμοκρασία, που δίνεται από ειδικά διαγράμματα. Τα διαγράμματα αυτά ιξώδους –θερμοκρασίας δίνουν, για τα διάφορα είδη του μαζούτ, τη θερμοκρασία της αναγκαίας προθερμάνσεως για την εξασφάλιση καλής αντλητικότητας και ψεκασμού. Επομένως το ιξώδες είναι το σπουδαιότερο χαρακτηριστικό του μαζούτ. Το καύσιμο μαζούτ (Fuel Oil) αναφέρεται ως F, G και H (κατά BS 2869) αν έχει μέγιστο ιξώδες στους 82,20c, 30 ,70 και 115 cST , αντίστοιχα. Επίσης καθορίζονται οι ελάχιστες θερμοκρασίες για κάθε είδος μαζούτ, για τις οποίες το ιξώδες δεν ξεπερνά τα 500 cST. Το ειδικό βάρος του μαζούτ είναι περίπου 0.95 και η θερμαντική του αξία περίπου 40 MJ/Kg.

1.9.3. Βενζίνες

Οι βενζίνες αποτελούνται από υδρογονάνθρακες με 4-10 άτομα άνθρακα, έχουν ειδικό βάρος 0,70-0,76 και σημείο ζέσεως 40-175°C.

Ένα από τα χαρακτηριστικά των βενζινών , τα οποία προδιαγράφονται για την καλή λειτουργία των κινητήρων είναι το ειδικό βάρος. Αυτό έχει επίδραση στην κατανάλωση της ισχύος του κινητήρα. Στον εξαερωτήρα η στάθμη της βενζίνης είναι συνάρτηση του ειδικού της βάρους. Μικρό ειδικό βάρος προκαλεί κατανάλωση και μεγάλες απώλειες από εξάτμιση. Μεγάλο ειδικό βάρος έχει ως αποτέλεσμα μείωση της ισχύος γιατί το μείγμα είναι φτωχό σε βενζίνη, που δύσκολα εξατμίζεται. Επίσης το ειδικό βάρος επιδρά στο κόστος της βενζίνης αφού αυτή πουλιέται με τον όγκο (λίτρο).

Άλλο χαρακτηριστικό των βενζινών είναι η περιεκτικότητα σε θείο, για την οποία καθορίζεται μέγιστη τιμή. Το ανώτερο όριο σε θείο καθορίζεται για την προστασία του περιβάλλοντος από το διοξείδιο του θείου, αλλά και για τις

διαβρώσεις, για τον κινητήρα ιδιότητες των προϊόντων καύσεως των θειούχων ενώσεων.

Το σπουδαιότερο χαρακτηριστικό των βενζινών που χρησιμοποιούνται στις μηχανές εσωτερικής καύσεως είναι ο αριθμός οκτανίου. Ο αριθμός οκτανίου καθορίζει την ποιότητα καύσεως του καυσίμου και έχει σχέση με την απόδοση της μηχανής. Η απόδοση μιας μηχανής αυτοκινήτου ή αεροπλάνου αυξάνεται με τον βαθμό συμπίεσεως. Υπάρχει όμως ένα όριο, επάνω από το οποίο η απόδοση μειώνεται με σύγχρονη εμφάνιση του γνωστού 'χτυπήματος'. Κατά την καύση στον κινητήρα το μέτωπο της φλόγας που παράγεται με τον αναφλεκτήρα προχωρεί με ταχύτητα μερικών μέτρων στο δευτερόλεπτο και συμπιέζει το μείγμα των αερίων, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία τους. Αυτές όμως οι συνθήκες πίεσεως και θερμοκρασίας ευνοούν το σχηματισμό ασταθών υπεροξειδίων. Όταν η συγκέντρωση τους φτάσει σε μια ορισμένη τιμή προκαλείται έκρηξη στο αέριο μείγμα που δεν έχει αναφλεχθεί ακόμα, μέσα στον κύλινδρο. Η έκρηξη συνοδεύεται από κύμα που διαδίδεται με μεγάλη ταχύτητα και προσκρούει στο έμβολο. Το αποτέλεσμα του χτυπήματος αυτού είναι η μηχανική καταπόνηση του κινητήρα και η υπερβολική θέρμανσή του. Τα παραπάνω αποτελέσματα έχουν επιβλαβείς συνέπειες για την ομαλή λειτουργία και διάρκεια ζωής της μηχανής. Για ορισμένο κινητήρα, τα χτυπήματα είναι συνάρτηση της δομής των υδρογονανθράκων που αποτελούν το καύσιμο. Ο έλεγχος της ποιότητας καύσεως των βενζινών γίνεται με την βοήθεια πρότυπου μονοκύλινδρου κινητήρα (C. F. R) και με βάση τα χτυπήματα άπου δίνει η βενζίνη σε σύγκριση με μείγματα δύο υδρογονανθράκων, που χρησιμοποιούνται ως μέτρο συγκρίσεως. Έτσι χρησιμοποιείται το κανονικό επτάνιο στο οποίο ο αριθμός οκτανίου είναι ίσος με μηδέν και το 2,2,4 τρι-μεθυλο-πεντάνιο (ή ισοκτάνιο) στο οποίο δόθηκε αριθμός οκτανίου.

Ο τελευταίος αυτός υδρογονάνθρακας έχει πραγματικά εξαιρετικές αντικροτικές ιδιότητες. Έτσι ο αριθμός οκτανίου μιας βενζίνης ορίζεται το

ποσοστό % κατ' όγκο ισοοκτανίου, σε μείγμα του με κανονικό επτάνιο το οποίο μείγμα παρουσιάζει την ίδια ένταση χτυπημάτων, στον πρότυπο κινητήρα, με την βενζίνη που εξετάζεται.

Η αύξηση του αριθμού οκτανίου βενζίνης γίνεται με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων τετρααιθυλομόλυβδου Pb (C₂H₅)₄. Η ουσία αυτή προστίθεται σε μείγμα με διχλωριούχο και διβρωμιούχο αιθυλένιο. Με τον τρόπο αυτό ο μόλυβδος δίνει πτητικές αλογονούχες ενώσεις και απομακρύνεται με τα καυσαέρια. Στα αυτοκίνητα έχουμε ένα εξαερωτήρα και περισσότερους κυλίνδρους. Έτσι τα πιο πτητικά συστατικά της βενζίνης φθάνουν στους πιο μακρινούς κυλίνδρους σε μεγαλύτερη αναλογία ενώ στους κοντινούς έχουμε σε μεγαλύτερη αναλογία τα βαρύτερα συστατικά.

Στη βενζίνη από κλασματική απόσταξη, υψηλότερο αριθμό οκτανίου έχουν τα ελαφρότερα κλάσματα. Άρα ο τετρααιθυλομόλυβδος, που συνοδεύει τα βαρύτερα κλάσματα κατανέμεται περισσότερο στους κοντινούς κυλίνδρους, αυξάνοντας τον αριθμό οκτανίου των συστατικών που καίγονται εκεί. Στην περίπτωση βενζίνης από καταλυτική αναμόρφωση, το μικρό αριθμό οκτανίου έχουν τα ελαφρά κλάσματα και ως αντικροτικό χρησιμοποιείται ο πιο πτητικός 4-Pb. Ο 4-Pb έχει σημείο ζέσεως 110°C και επομένως συνοδεύει τα ελαφρά κλάσματα με τον μικρότερο αριθμό οκτανίου, στους πιο μακρινούς κυλίνδρους.

1.9.4. Κηροζίνη

Η κηροζίνη είναι το κλάσμα, που αντιστοιχεί στο παλιό φωτιστικό πετρέλαιο. Σήμερα, χρησιμοποιείται ως καύσιμο αεριοθούμενων αεροπλάνων. Έχει ειδικό βάρος 0,78-0,80 και σημείο ζέσεως 150-275°C.

Οι υδρογονάνθρακες, που την αποτελούν έχουν 1- 14 άτομα άνθρακα ανά μόριο. Η θερμαντική αξία της κηροζίνης είναι 43,3 MJ/Kg. Η τάση ατμών της είναι χαμηλή στη συνήθη θερμοκρασία και η πτητικότητά της προσδιορίζεται

με το σημείο αναφλέξεως. Ένα είδος κηροζίνης χρησιμοποιείται στις μηχανές εσωτερικής καύσεως των αγροτικών τρακτέρ και φορολογείται λιγότερο από την βενζίνη. Άλλο είδος κηροζίνης όμοια με το φωτιστικό πετρέλαιο αλλά με πολλά πρόσθετα χρησιμοποιείται στην αεροπορία και λέγεται Avtur (Aviation gas-turbine kerosine). Κηροζίνη, επίσης για την αεροπορία είναι και η Avcat, πιο ασφαλής από την Avtur γιατί έχει υψηλότερο σημείο αναφλέξεως. Έχει δηλαδή 60°C ενώ η Avtur έχει 37,8°C. Στην Αμερική, οι προδιαγραφές καθορίζουν δύο ποιότητες κηροζίνης, η JP-1 και η JP-4. Η πρώτη είναι λιγότερο πτητική (σημείο ζέσεως 165-240°C) και χρησιμοποιείται στην πολιτική αεροπορία. Η δεύτερη έχει χαμηλότερο σημείο ανάφλεξης και χρησιμοποιείται στη στρατιωτική αεροπορία.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της κηροζίνης είναι το ειδικό βάρος και το σημείο πήξεως. Το ειδικό βάρος σχετίζεται με την ακτίνα δράσεως του αεριωθούμενου αεροπλάνου γιατί για ορισμένο όγκο της δεξαμενής η μάζα του καυσίμου είναι μικρότερη για μικρότερο ειδικό βάρος. Υπάρχει όμως και ανώτερο όριο ειδικού βάρους, γιατί τα βαριά κλάσματα αφήνουν κατά την καύση τους κατάλοιπα.

Το σημείο πήξεως της κηροζίνης δεν πρέπει να είναι υψηλό, για να εξασφαλίζεται η άντληση του καυσίμου και όταν ακόμη το αεροπλάνο συναντήσει χαμηλές θερμοκρασίες για παράδειγμα -50°C.

1.10. Υπόγεια Αποθήκευση Υδρογονανθράκων.

Τα τελευταία χρόνια τα υπόγεια τεχνικά έργα επιδεικνύουν μια δυναμική και διαρκώς αναπτυσσόμενη πορεία, έχοντας γίνει σε πολλές περιπτώσεις η πάγια κατασκευαστική πρακτική.

Οι προσπάθειες για την βελτίωση του επιπέδου ζωής στις σύγχρονες κοινωνίες και η ολοένα αυξανόμενη ευαισθητοποίηση για το περιβάλλον και τις προσπάθειες για τον όσον το δυνατόν αποτελεσματικότερο έλεγχο και μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, έχουν οδηγήσει στην υιοθέτηση των

υπογείων κατασκευών, από τις περισσότερες χώρες της Ευρώπης και του κόσμου. Σήμερα αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της καθημερινής ζωής στις αναπτυγμένες χώρες ,ενώ οι υπηρεσίες και το εύρος των εφαρμογών που προσφέρουν συνεχίζουν να αυξάνουν ,προσπαθώντας να δώσουν λύσεις στις σύγχρονες ανάγκες.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έδωσε μια νέα διάσταση στην κατασκευή υπογείων έργων, κυρίως λόγω της χρήσης νέων εργαλείων όρυξης και υποστήριξης της εκσκαφής ,αλλά και της αναπτυσσόμενης γνώσης γύρω από τη συμπεριφορά της βραχομάζας.

Αυτό οδήγησε στην αποτελεσματικότερη, γρηγορότερη δημιουργία τέτοιων έργων, με την παράλληλη επίτευξη χαμηλότερου κόστους, ακόμα και σε πολύπλοκες και «δύσκολες» περιπτώσεις. Ένα από τα βασικότερα σημεία υπεροχής των υπόγειων κατασκευών όμως είναι ότι μπορούν να δώσουν αποτελεσματικές λύσεις στην αντιμετώπιση του πλήθους περιβαλλοντικών επιπτώσεων ,τα οποία σε αντίστοιχες επιφανειακές εγκαταστάσεις θα ήταν δύσκολο να ελεγχθούν. Το πλεονέκτημα της ασφάλειας που επιδεικνύουν οι υπόγειες κατασκευές προκύπτει από την ιδιότητα της φυσικής προστασίας που παρέχει, χάρη στο αδιαπέρατο φραγμό που επιβάλλει το γεωλογικό μέσο. Έτσι, προστατεύονται, τόσο οι ίδιες οι κατασκευές και οι υπόγειες χρήσεις από τις επιφανειακές λειτουργίες και τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όσο και το εξωτερικό περιβάλλον από τις διεργασίες που συμβαίνουν εντός του υπογείου συγκροτήματος.

Στον Ελλαδικό χώρο οι μέχρι σήμερα εφαρμογές των υπόγειων τεχνικών έργων αφορούν κυρίως έργα σηράγγων, ακόμη και αυτά όμως αντιμετωπίζονται με μεγάλο σκεπτικισμό και μάλλον ως η τελευταία εναλλακτική λύση. Παρ' όλα αυτά, οι νέες συνθήκες και ανάγκες βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου παράλληλα με τις απαιτήσεις προστασίας του περιβάλλοντος, είναι σίγουρο ότι θα επιβάλλουν σε πολλές περιπτώσεις την υιοθέτηση υπογείων έργων. Μια τέτοια χαρακτηριστική περίπτωση που αναλύεται στη συνέχεια είναι και η

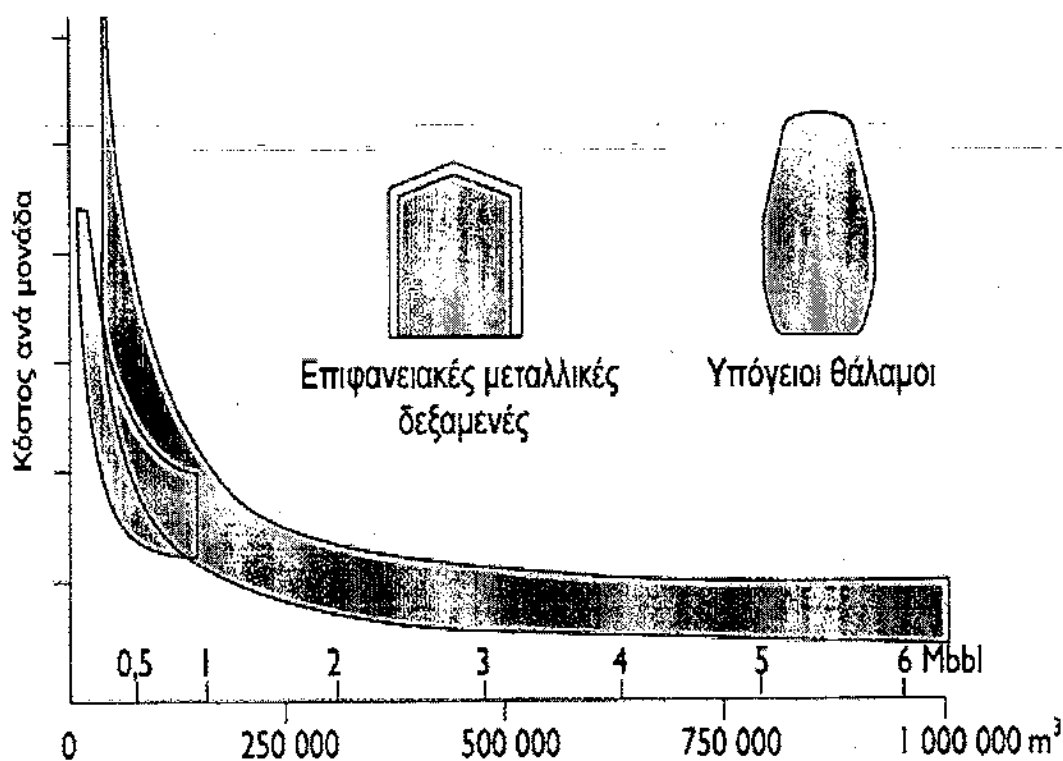
υπόγεια αποθήκευση υδρογονανθράκων, η οποία μπορεί να βρει πρόσφορο έδαφος και να υιοθετηθεί στην περιοχή του Περάματος.

Η εγκατάσταση και λειτουργία πληθώρας επιφανειακών δεξαμενών αποθήκευσης διαφόρων τύπων υδρογονανθράκων στην περιοχή του Περάματος σε μια έκταση 300 περίπου στρεμμάτων, δημιουργούσε και εξακολουθεί να δημιουργεί έντονα προβλήματα στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον της περιοχής. Η θέση των εγκαταστάσεων μέσα στον αστικό ιστό, πολλές φορές σχεδόν σε επαφή με κατοικίες, δημιουργεί ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα που ακόμη δεν έχει μπορέσει να βρει μια απάντηση που να ικανοποιεί τα εμπλεκόμενα μέρη και να δίνει μια βιώσιμη διέξοδο. Οι προσπάθειες μετεγκατάστασης των δεξαμενών έχουν να αντιπαρέλθουν όμως ακόμη ένα σημαντικότερο εμπόδιο, τις έντονες κοινωνικές αντιδράσεις των κατοίκων άλλων περιοχών που θεωρούνται πιθανώς ως υποψήφιος για μια νέα τέτοια εγκατάσταση.

Η πρόταση που παρουσιάζεται παρακάτω έχει να κάνει με μια νέα προσέγγιση του ζητήματος, με την υπόγεια μετεγκατάσταση των δεξαμενών. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνονται οι αναγκαίες προϋποθέσεις περιβαλλοντικής προστασίας αλλά και ασφάλειας για τους κατοίκους, ενώ παράλληλα διασφαλίζονται κατά το δυνατό τα συμφέροντα των εταιριών που συνεχίζουν να λειτουργούν στην περιοχή, πολύ κοντά στα κέντρα κατανάλωσης. Επιπλέον, είναι πλέον δυνατή η διάθεση των επιφανειακών εκτάσεων και η αξιοποίησή τους έτσι ώστε να αναβαθμιστεί η περιοχή, αλλά και χρησιμοποίηση μέρους του υφιστάμενου εξοπλισμού των εταιριών (π. χ. προβλήτα, αγωγοί, κ.λ.π.).

Η χρήση τεχνητών υπογείων χώρων για την αποθήκευση υδρογονανθράκων αποτελεί συνήθη πρακτική, τόσο στις Σκανδιναβικές χώρες από όπου και πρωτοξεκίνησε, αλλά και σε πολλές άλλες χώρες της Ευρώπης και του κόσμου. Αν και οι αυστηροί περιβαλλοντικοί περιορισμοί υπήρξαν ένα σημαντικό στοιχείο που στηρίζει ένα τέτοιο εγχείρημα, το κυριότερο πλεονέκτημα που έχει

να επιδείξει η συγκεκριμένη λύση είναι η επίτευξη χαμηλότερου κόστους ανά μονάδα αποθηκευμένου προϊόντος. Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα όταν οι προς αποθήκευση ποσότητες ξεπερνούν το όριο των 100-150.000 m³ για υγρούς υδρογονάνθρακες (Σχήμα 1), ενώ σε περιπτώσεις υγροποιημένων αερίων υδρογονανθράκων που απαιτούν αποθήκευση υπό πίεση, το συγκεκριμένο όριο εφαρμοσιμότητας μειώνεται ακόμη περισσότερο.

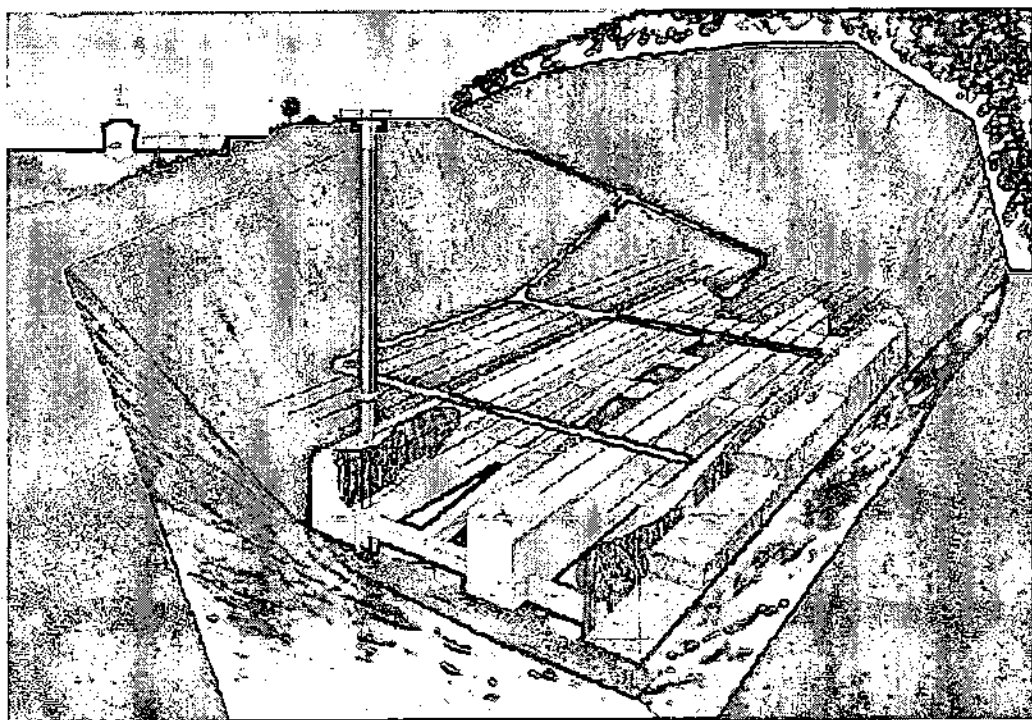


Σχήμα 1

Σε κάθε περίπτωση όμως χρειάζεται να τονιστεί ότι το κόστος για μια τέτοια «υπόγεια επιλογή», είναι τουλάχιστον ανταγωνιστικό και η άποψη ότι η υπόγεια αποθήκευση υδρογονανθράκων είναι μία αντικοινωνική και συνεπώς όχι βιώσιμη λύση, δεν ευσταθεί. Αν ακόμη γίνει ο συνυπολογισμός του κόστους

της γης που απαιτείται για την δημιουργία μιας νέας μονάδας αποθήκευσης , ή ακόμη και του περιβαλλοντικού κόστους, τότε τα οικονομικά δεδομένα γίνονται ακόμη πιο ευνοϊκά για το εγχείρημα της υπόγειας μετεγκατάστασης των αποθηκευτικών χώρων. Η βασική αρχή, η οποία χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση της υπόγειας αποθήκευσης υδρογονανθράκων, στηρίζεται στον εγκλωβισμό του προς αποθήκευση προϊόντος, μέσα σε ένα υδροδυναμικό φράγμα το οποίο δημιουργείται από τον υδροφόρο ορίζοντα. Το υπόγειο νερό, με μεγαλύτερο ειδικό βάρος από το πετρέλαιο και με τη βοήθεια της υδροστατικής πίεσης δημιουργεί πίεση προς το εσωτερικό του θαλάμου, εμποδίζοντας τη διαρροή του αποθηκευμένου υγρού στο πέτρωμα. Επιπρόσθετα, η τελική επένδυση της υπόγειας κατασκευής που μπορεί να τοποθετηθεί, λειτουργεί ως ένα ακόμη φράγμα ελαχιστοποιώντας έτσι τυχόν πρόβλημα διαρροών, αλλά και αλλοιώσεις στην ποιότητα του καυσίμου.

Τα διάφορα συκροτήματα υπόγειας αποθήκευσης υδρογονανθράκων, συνήθως αποτελούνται από περισσότερες από μία μεγάλες υπόγειες εκσκαφές, οι οποίες βρίσκονται παράλληλα τοποθετημένες μεταξύ τους (Σχήμα 2).



Σχήμα 2

Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η δυνατότητα εύκολης επέκτασης του συγκροτήματος, αν αυτό χρειαστεί. Γενικά μπορούν να διακριθούν δύο κύριοι τύποι δεξαμενών, σύμφωνα με τον τρόπο που είναι διατεταγμένες στο χώρο, οι οριζόντιες και οι κατακόρυφες. Οι οριζόντιες δεξαμενές, έχουν μορφή σήραγγας μεγάλης διατομής. Συνήθως έχουν πεταλοειδή διατομή, το εμβαδόν της οποίας μπορεί να ξεπεράσει τα 500 m².

Ο συγκεκριμένος τύπος δεξαμενών παρουσιάζει αρκετά οικονομική κατασκευή, ακόμη και σε πετρώματα που δεν εμφανίζουν αρκετά ευνοϊκά χαρακτηριστικά και επίσης σε θέσεις όπου το πάχος των υπερκειμένων δεν είναι αρκετά μεγάλο. Στην περίπτωση των κατακόρυφων δεξαμενών, οι θάλαμοι ορύσσονται και κατασκευάζονται υπό τη μορφή φρεάτων. Ο τύπος αυτός εμφανίζει ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως καλύτερες συνθήκες ευστάθειας της εκσκαφής, δυνατότητα απομάκρυνσης της οργανικής ιλύος και στερεών ουσιών καθώς και μείωση των πιθανοτήτων μόλυνσεως και χειροτέρευσης της ποιότητας του προϊόντος. Το κόστος εκσκαφής εμφανίζεται σχετικά αυξημένο, σε σχέση με αυτό των αντιστοίχων οριζοντίων δεξαμενών.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν σημαντικά στην τεχνοοικονομική βιωσιμότητα του έργου, είναι μία σειρά από γεωμηχανικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τα περιβάλλοντα πετρώματα. Το πέτρωμα πρέπει να έχει αντοχή, ώστε να μπορεί να επιτρέψει την εκσκαφή ανοιγμάτων μεγάλης διατομής, χωρίς να παρουσιάζονται ιδιαίτερα προβλήματα ευστάθειας. Η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα θα πρέπει να είναι σταθερή, χωρίς σημαντικές διακυμάνσεις, αν όμως κάτι τέτοιο δεν μπορεί να δημιουργηθεί τεχνητός υδροφορέας.

Οι συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή του Περάματος, τουλάχιστον σε μια πρώτη προσέγγιση, φαίνεται να ευνοούν ένα τέτοιο είδος υπόγειας μετεγκατάστασης. Συνοπτικά δίνονται τα παρακάτω:

- Το γεωλογικό περιβάλλον της περιοχής είναι σε μεγάλο βαθμό γνωστό.

- Οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή είναι ικανοποιητικής αντοχής, ενώ οι προκαταρτικές γεωτεχνικές εκτιμήσεις μπορούν να κατατάξουν το πέτρωμα ως « μέτριας έως καλής » ποιότητας.

- Ο υδροφόρος ορίζοντας της περιοχής είναι αρκετά σημαντικός και αναπτύσσεται σε υψόμετρα που φτάνουν περίπου στο επίπεδο της θάλασσας.

- Ο συνολικός όγκος των προς αποθήκευση υδρογονανθράκων που υπάρχει στην σήμερα στην περιοχή που αγγίζει τα 175.000m^3 , και μπορεί να δικαιολογήσει την επιλογή υπογείων αποθηκευτικών χώρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1. Ρύπανση από Προϊόντα Πετρελαίου.

Εισαγωγή

Η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του. Η μορφή ρύπανσης που χαρακτηρίζεται από την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον ή δεικτών που υποδηλώνουν την πιθανότητα παρουσίας τέτοιων μικροοργανισμών ονομάζεται μόλυνση.

Τα τελευταία χρόνια η ρύπανση του περιβάλλοντος εξαιτίας της μεγάλης τεχνολογικής προόδου και της ραγδαίας βιομηχανικής ανάπτυξης έχει πάρει επικίνδυνες και, σε πολλές περιπτώσεις, καταστροφικές διαστάσεις για τη γήινη βιόσφαιρα. Διακρίνεται σε αστική και βιομηχανική, σε ρύπανση ατμόσφαιρας, νερού και εδάφους και τείνει να καταστρέψει την πανίδα και τη χλωρίδα της γης, τις θεμελιώδεις δηλαδή προϋποθέσεις της ζωής στον πλανήτη μας.

Καθημερινά τεράστιες ποσότητες βιομηχανικών λυμάτων ρυπαίνουν ακτές και θάλασσες, νεκρώνουν το πλαγκτόν, εξαφανίζουν πολλά είδη του φυσικού και του ζωικού βασιλείου και βάζουν σε κίνδυνο την υγεία των ανθρώπων που έρχονται σε επαφή με τη θάλασσα. Χιλιάδες καμινάδες εργοστασίων εκλύουν σε 24-ωρη βάση χιλιάδες τόνους δηλητηριωδών αερίων και σωματιδίων κάνοντας ανυπόφορη τη ζωή εκατομμυρίων κατοίκων αστικών κέντρων, που επιπλέον ασφυκτιούν μέσα στις γιγάντιες και απάνθρωπες πόλεις του αιώνα μας. Από μόνες τους πάντως, η τεχνολογική πρόοδος και η βιομηχανική ανάπτυξη δεν αποτελεί την πηγή του κακού. Αυτό έχει σχέση με τις

κερδοσκοπικές διαθέσεις των βιομηχάνων που αρνούνται να υποβληθούν στις δαπάνες της τοποθέτησης φίλτρων και συστημάτων βιολογικού και βιοχημικού καθαρισμού των δηλητηριωδών αερίων και λυμάτων που εκπέμπουν ή αποβάλλουν οι επιχειρήσεις τους.

Η διάσωση του φυσικού περιβάλλοντος από τη ρύπανση και την καταστροφή, αποτελεί σήμερα οξύτατο οικονομικό και κοινωνικοπολιτικό πρόβλημα και συνεγείρει εκατομμύρια ανθρώπους, οι οποίοι αγωνίζονται για την αποτροπή της κατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος και την εξασφάλιση ανθρώπινων συνθηκών ζωής.

Τα τελευταία χρόνια οι ελληνικές θάλασσες και ακτές μολύνονται επικίνδυνα από τα βιομηχανικά λύματα και απόβλητα των υπονόμων των μεγάλων πόλεων. Όλοι γνωρίζουμε το τεράστιο σύννεφο αιθαλομίχλης που καλύπτει την Αθήνα, γνωστό ως νέφος. Πρόκειται για το φαινόμενο φωτοχημικής ρύπανσης το οποίο προέρχεται από τη βιομηχανία, τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και των κεντρικών θερμάνσεων. Ως τα μέσα της δεκαετίας του '80 λειτουργούσαν στην περιοχή της Αττικής περίπου 3.600 βιομηχανίες. Το νέφος έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Το μονοξείδιο του άνθρακα δεσμεύει την αιμοσφαιρίνη, εμποδίζει την οξυγόνωση των ιστών και δυσκολεύει την αναπνοή.

Προκαλεί εύκολη κόπωση, δύσπνοια, πονοκεφάλους και διαταραχές στην όραση. Τα κυριότερα προβλήματα ρύπανσης στην Ελλάδα συνοψίζονται στα ακόλουθα: ατμοσφαιρική ρύπανση, ρύπανση υδάτων, στερεά απόβλητα, πυρκαγιές, απειλή βιοποικιλότητας και φυσικών αποθεμάτων και ηχητική ρύπανση.

Μολυσματικοί παράγοντες από την καύση του πετρελαίου:

- ◆ υπερβολική θερμότητα
- ◆ μονοξειδίου του άνθρακα
- ◆ άκαυτοι υδρογονάνθρακες
- ◆ πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες
- ◆ αιθάλη άνθρακα
- ◆ οξείδια του θείου
- ◆ οξείδια του αζώτου
- ◆ διοξείδιο του άνθρακα
- ◆ ραδόνιο

Από τα παραπάνω, τα δύο πρώτα είναι θανατηφόρα κατά την έκθεση, ακόμα και σύντομης διάρκειας. Τα υπόλοιπα έχουν συνέπειες στην υγεία μακροπρόθεσμα και μερικά (όπως οι PAHs, η αιθάλη) είναι καρκινογόνα. Εκτός από τις ενδεχόμενες επιδράσεις στον άνθρωπο και τα ζώα, οι δηλητηριώδεις ρύποι, καταστρέφουν τη βλάστηση, τις καλλιέργειες, τις ανθρώπινες κατασκευές (αρχαιολογικά μνημεία)

Μολυσματικοί παράγοντες από τις άκαυτες λίμνες πετρελαίου:

- πτητικοί και αρωματικοί υδρογονάνθρακες (BTEX)
- υδρόθειο (H₂S)
- έκκλιση φυσικής ραδιενέργειας

Η έκθεση σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες (γνωστές καρκινογόνες ουσίες, βενζόλιο, κ. α.) –οι πιο πτητικοί από τους υδρογονάνθρακες– ακόμη και σε χαμηλά επίπεδα, μπορεί να είναι επιβλαβής. Η επικίνδυνη ακτίνα μόλυνσης

καλύπτει απόσταση μερικών χιλιομέτρων από το σημείο της διαρροής/ λίμνης πετρελαίου και εξαρτάται από τις επικρατούσες συνθήκες ανέμων.

Συμπερασματικά, η διαρροή πετρελαίου και η εκπομπή των δηλητηριωδών αερίων από την καύση του, προκαλούν εκτεταμένη μόλυνση του εδάφους και των υδάτινων πόρων (υπόγειων και επίγειων).

Οι εντατικές στρατιωτικές επιχειρήσεις προκαλούν επίσης εκτεταμένη υποβάθμιση των εύθραυστων οικοσυστημάτων, που χρειάζονται πολλές δεκαετίες για να ανακτήσουν την χαμένη ισορροπία τους.

Κατηγορίες και διαστάσεις της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Διαστάσεις ρύπανσης	Εκδήλωση φαινομένων	Επιπτώσεις
Παγκόσμιες	Καταστροφή στρατοσφαιρικού όζοντος Φαινόμενο θερμοκηπίου Ρύπανση Ωκεανών	Αύξηση μέσης θερμοκρασίας της Γης. Αύξηση επικινδύνων ακτινοβολιών. Αλλοίωση μεγάλων οικοσυστημάτων
Διακρατικές	Όξινη βροχή Ρύπανση θαλασσών, ποταμών και λιμνών	Καταστροφή δασών και λιμνών. Αλλοίωση οικοσυστημάτων
Περιφερειακές Τοπικές	Καπνομίχλες Φυτοχημικά νέφη Ρύπανση επιφανειακών και υπογείων νερών	Κίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων Προσβολή υδροβιοτόπων
Εργασιακές Χώρας	Εκπομπή τοξικών ουσιών	Επαγγελματικές ασθένειες
Χώρας Κατοικίας	Εκπομπή τοξικών ουσιών από βιομηχανικά προϊόντα	Μακροχρόνιες επιδράσεις στην υγεία των ανθρώπων

2.2. Ατμοσφαιρική Ρύπανση.

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται, η παρουσία στην ατμόσφαιρα κάθε είδους ουσιών, σε συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του. Κάτω από ορισμένες συνθήκες η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να φτάσει σε επίπεδα που μπορούν να δημιουργήσουν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Σε αυτή την περίπτωση έχει επικρατήσει να λέγεται 'ότι έχουμε 'Νέφος'. Το 'Νέφος' παρουσιάζεται με δύο μορφές:

Νέφος καπνομίχλης, σχηματίζεται όταν έχουμε υψηλή συγκέντρωση ρύπων, όπως μονοξειδίου του άνθρακα, διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια, σε συνδυασμό με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία και μεγάλη σχετική υγρασία.

Φωτοχημικό νέφος, παρουσιάζεται όταν έχουμε υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ηλιοφάνεια σε ένταση και διάρκεια, μικρή σχετική υγρασία και υψηλή συγκέντρωση οξειδίων του αζώτου, υδρογονανθράκων, και δευτερογενών προϊόντων τους.

2.2.1. Βασικότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές που εκπέμπουν ρύπους στην ατμόσφαιρα είναι τα οχήματα, η βιομηχανία και η θέρμανση. Οι ρύποι που εκπέμπονται απευθείας από μια πηγή χαρακτηρίζονται ως πρωτογενείς, ενώ εκείνοι που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από πρωτογενείς ρύπους έπειτα από χημικές αντιδράσεις χαρακτηρίζονται ως δευτερογενείς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα πρωτογενών ρύπων είναι το NO_2 και το O_3 .

Οι συγκεντρώσεις ορισμένων ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως του CO , των NO_x , του SO_2 , του O_3 , των σωματιδίων, παρακολουθούνται συστηματικά από τις αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες και χαρακτηρίζονται ως συμβατικοί ρύποι.

Αυτοί οι ρύποι χρησιμοποιούνται συνήθως και ως κριτήρια για τον καθορισμό της ποιότητας της ατμόσφαιρας, δηλαδή, ως δείκτες ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος. Άλλοι ρύποι, όπως π. χ. οι πολυαρωματικές ενώσεις, οι χλωροφθοράνθρακες δεν παρακολουθούνται προς το παρόν συστηματικά, αλλά μόνο στα πλαίσια διαφόρων προγραμμάτων και χαρακτηρίζονται ως μη συμβατικοί ρύποι.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μιας περιοχής καθορίζεται από τρεις βασικούς παράγοντες:

- Τις πηγές της ρύπανσης
- Τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή
- Τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής

Οι διάφοροι πιθανοί συνδυασμοί των προαναφερόμενων τριών παραγόντων σε κάθε περιοχή, μπορούν είτε να ευνοούν τη συσσώρευση ρύπων, είτε να προκαλούν το φυσικοχημικό μετασχηματισμό των ρύπων στην ατμόσφαιρα δημιουργώντας νέους ρύπους, είτε να συμβάλλουν στην απομάκρυνση των ρύπων.

Ταχύτητα απόθεσης αέριων ρυτίων σε περιβαλλοντικές επιφάνειες (cm sec^{-1})

Αέριο	Ταχύτητα απόθεσης	Επιφάνεια απόθεσης
SO_2	0,14 - 2,2	Έδαφος και βλάστηση
SO_2	0,7 - 1	Ωκεανοί
SO_2	0,8	Επιφάνεια γης
H_2SO_4	0,1	»
HNO_3	0,8	»
O_3	0,5	»
NO_2	0,1	»
H_2S	0,015 - 0,28	»
CO	0,05	Έδαφος
COS	0,085	Έδαφος

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι άοσμο και άχρωμο, εκπέμπεται από τις εξατμίσεις των μηχανών των βενζινοκίνητων αυτοκινήτων και πάσης φύσεως μηχανών όταν συντελείται ατελείς καύση της καύσιμης ύλης. Οι πηγές της ρύπανσης στο περιβάλλον οφείλονται στα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Υψηλές συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα μπορούν αν βρεθούν σε κλειστά μέρη όπως χώροι στάθμευσης, ελλιπώς αεριζόμενες διαβάσεις, ή κατά μήκος των δρόμων σε περιόδους κυκλοφοριακής αιχμής.

Μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επιδρώντας κυρίως στο καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. Χαμηλές συγκεντρώσεις του επηρεάζουν δυσμενώς άτομα με καρδιακά προβλήματα και μειώνουν τις σωματικές επιδόσεις νεαρών και υγιών ατόμων. Υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλούν συμπτώματα όπως ζαλάδα, πονοκεφάλους και κόπωση.

Οξείδια του αζώτου

Τα οξείδια του αζώτου που συναντάμε στην ατμόσφαιρα είναι το μονοξείδιο (NO), το διοξείδιο (NO₂), το υποξείδιο (N₂O) και το πεντοξείδιο του αζώτου (N₂O₅). Από αυτά, την μεγαλύτερη σημασία για την ατμόσφαιρα των αστικών περιοχών έχουν το NO και το NO₂. Το NO είναι πρωτογενής ρύπος που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα από όλες τις διαδικασίες καύσης και ιδίως από τα οχήματα (πετρελαιοκίνητα και βενζινοκίνητα) και τις βιομηχανίες. Το NO εκπεμπόμενο στην ατμόσφαιρα αντιδρά με οξειδωτικά και μετατρέπεται σε NO₂, που γι αυτό χαρακτηρίζεται σαν δευτερογενής ρύπος.

Το NO₂ με παρουσία ηλιακού φωτός διασπάται (φωτοχημικά) και συμμετέχει σε μια σειρά φωτοχημικών αντιδράσεων ιδίως με τους υδρογονάνθρακες παράγοντας νέους ρύπους και δημιουργώντας έτσι το

φωτοχημικό νέφος. Για το λόγο αυτό το NO₂ αποτελεί ένα από τους δείκτες ύπαρξης φωτοχημικού νέφους. Εκτός από την προαναφερόμενη δράση του, το NO₂ είναι αέριο με καφεκίτρινο χρώμα και ιδιάζουσα οσμή καθώς συμμετέχει και σε αντιδράσεις σχηματισμού νιτρικού οξέος στην ατμόσφαιρα, που οδηγούν στην δημιουργία του φαινομένου της όξινης βροχής.

Η ανάγκη περιορισμού των οξειδίων του αζώτου στο περιβάλλον, οδήγησε στην εφαρμογή ειδικών μεθόδων μείωσης των βιομηχανικών εκπομπών NO_x και στην χρήση των τριοδικών καταλυτικών μετατροπέων στα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα.

Παρόλα αυτά η προσπάθεια μείωσης της κατανάλωσης καυσίμων ιδίως στα οχήματα εξακολουθεί να θεωρείται ως η πλέον αποτελεσματική λύση. Το NO₂ αποβάλλεται στην ατμόσφαιρα από τη χρήση καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα αλλά και σε βιομηχανικούς καυστήρες ή σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Είναι σημαντικός ρύπος για τη δημιουργία όξινης βροχής. Σε υψηλές συγκεντρώσεις βλάπτει τους ανθρώπους και τη βλάστηση. Στα παιδιά μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικές ασθένειες. Στους ασθματικούς προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή.

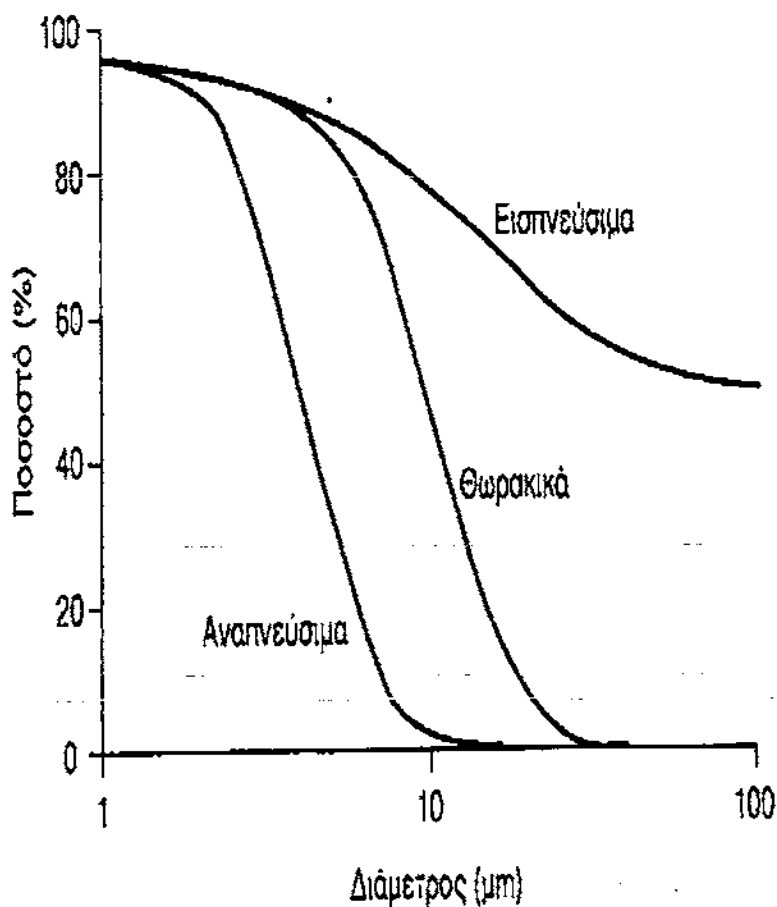
Αιωρούμενα σωματίδια

Τα αιωρούμενα σωματίδια ή αεροζόλ, περιλαμβάνουν οποιαδήποτε στερεά ή υγρά σωματίδια (με εξαίρεση το νερό και το πάγο) τα οποία αιωρούνται στην ατμόσφαιρα όπως μέταλλα, σκόνη, καπνός και σταγόνες θειϊκού οξέως για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

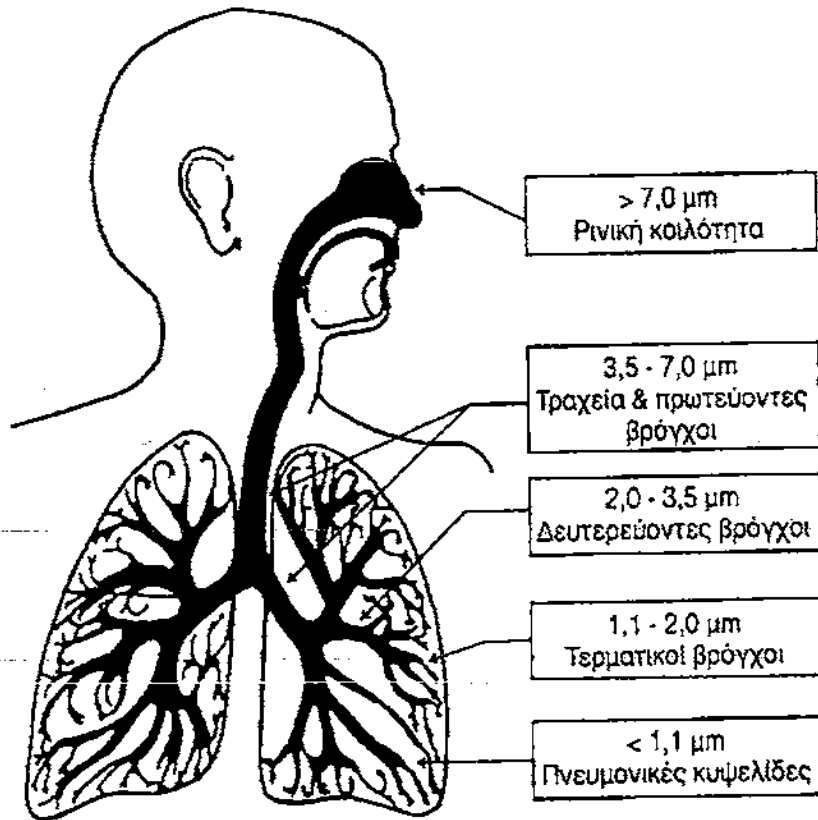
Από τους πιο σημαντικούς ρύπους της κατηγορίας αυτής είναι τα PM-10, δηλαδή τα στερεά σωματίδια με διάμετρο μέχρι 10μm. Μια ακόμη σημαντική υποκατηγορία των αεροζόλ, της οποίας οι επιπτώσεις γίνονται ολοένα και πιο αντιληπτές σε σχέση με την ατμοσφαιρική ρύπανση, είναι τα PM-2.5. Πολλά αεροζόλ που σχηματίζονται από αέρια ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Η πιο

άμεση ορατή επίπτωση αυξημένων επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης από αεροζόλ είναι η μείωση της ατμοσφαιρικής ορατότητας. Εξαιτίας του πολύ μεγάλου εύρους των αεροζόλ, οι πηγές τους είναι πολυάριθμες και διαχωρίζονται σε φυσικές πηγές: ηφαιστειακή δραστηριότητα, θάλασσα, σκόνη από απογυμνωμένο έδαφος και σε ανθρωπογενής πηγές: βιομηχανικές δραστηριότητες, παραγωγή τσιμέντου, γύψου, χυτήρια μεταλλεύματος, αυτοκίνητα (κυρίως πετρελαιοκίνητα και βενζινοκίνητα οχήματα και δίκυκλα), πυρκαγιές και γεωργικές δραστηριότητες, κατασκευές. Η συμμετοχή του αυτοκινήτου οφείλεται στην καύση του καυσίμου, στη φθορά των ελαστικών και στην επαναιώρηση. Μικρότερα σε μέγεθος σωματίδια δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα από αντιδράσεις αερίων ρύπων. Οι αντιδράσεις αυτές επιταχύνονται παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας και σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι επιδράσεις στην υγεία εξαρτώνται πολύ από το μέγεθος των σωματιδίων και τη σύστασή τους. Όσο μικρότερα σε μέγεθος είναι τα σωματίδια τόσο βαθύτερα εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου. Γενικά σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από 10μm δεν εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα. Τα μικρότερα από 10μm σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή και προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό. Ομάδα υψηλού κινδύνου αποτελούν ηλικιωμένοι, παιδιά και άτομα που πάσχουν από άσθμα. Προκαλούν επίσης φθορές στα υλικά και μειώνουν την ορατότητα. Τα αιωρούμενα σωματίδια επηρεάζουν τις ηλεκτρικές ιδιότητες της ατμόσφαιρας συνεισφέροντας στη δημιουργία νεφών ως πυρήνας συμπύκνωσης και επιδρούν στο κλίμα επιβάλλοντας το ισοζύγιο ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.



Κατανομή των αιωρούμενων σωματιδίων σε εισπνεύσιμα, θωρακικά και αναπνεύσιμα ανάλογα με το μέγεθός τους.



Διείσδυση σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα.

Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Το διοξείδιο του θείου είναι άχρωμο, άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλλά με έντονη ερεθιστική οσμή σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις.

Ο ρύπος αυτός, πηγάζει από εργοστάσια παραγωγής έρευνας, βιομηχανίες κεντρικές θερμάνσεις, διυλιστήρια πετρελαίου, χημικές βιομηχανίες και χαρτοβιομηχανίες.

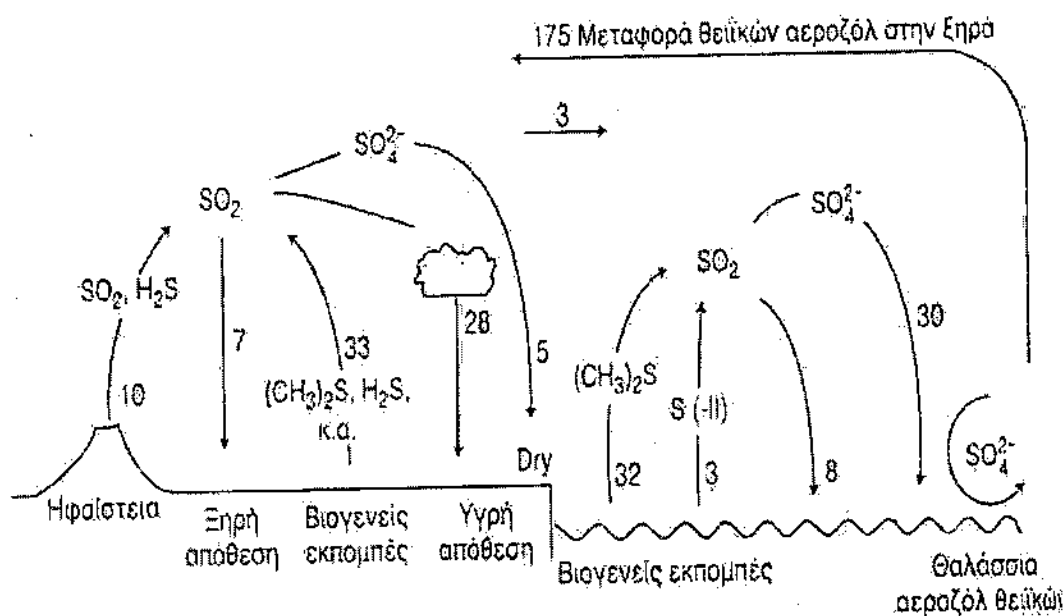
Επηρεάζει τα άτομα με αναπνευστικά προβλήματα από μόνο του ή ως συνέργεια με τα σωματίδια και προκαλεί αλλοιώσεις σε βλάστηση και μέταλλα. Μειώνει την ορατότητα και αυξάνει την οξύτητα λιμνών και ποταμών.

Ενώσεις του θείου στην ατμόσφαιρα

Κατηγορία	Ενώσεις
Οξείδια (Α)	SO_2, SO_3
Υδρίδια (Α)	H_2S
Οργανικά (Α)	$\text{CH}_3\text{SH}, (\text{CH}_3)_2\text{S}, \text{COS}, \text{CS}_2$
Όξέα (Σ)	$\text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_2\text{SO}_3$
Άλατα (Σ)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{NH}_4\text{HSO}_4, (\text{NH}_4)_1\text{H}(\text{SO}_4)_2$

Α: αέρια

Σ: σωματίδια/στάγονιδια



Ο βιογαιοχημικός κύκλος του θείου. (Οι αριθμοί εκφράζουν εκατομμύρια τόνους /έτος).

Μόλυβδος, Αρσενικό, Κάδμιο και Νικέλιο (Pb, As, Cd, Ni)

Είναι μέταλλα τα οποία βρίσκονται στην ατμόσφαιρα κυρίως στα σωματίδια είτε υπό στοιχειακή μορφή είτε υπό μορφή ενώσεων (οξειδίων, θεικών ή θειούχων).

Ο μόλυβδος εκπέμπεται κυρίως από τις διεργασίες παραγωγής του, από την απόρριψη στο περιβάλλον προϊόντων που έχουν μόλυβδο και από την καύση υγρών καυσίμων και ξύλων. Το αρσενικό εκπέμπεται κυρίως υπό μορφή οξειδίων, από χυτήρια αρσενικού και από την καύση καυσίμων. Το κάδμιο εκπέμπεται από τις παραγωγικές διαδικασίες παραγωγής μολύβδου, ψευδαργύρου, χαλκού, σιδήρου ή χάλυβα με τη μορφή θειούχων ή θεικών αλάτων. Επίσης από την καύση καυσίμων υπό την μορφή οξειδίων ή υπό στοιχειακή μορφή. Το νικέλιο εκπέμπεται από την καύση καυσίμων, από μεταλλουργικές εργασίες παραγωγής νικελίου ή χάλυβα. Το νικέλιο από τις διεργασίες αυτές εκπέμπεται ως θειικό άλας ή υπό την μορφή οξειδίων. Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ως καταλύτης.

Ο μόλυβδος καλεί κυρίως αναιμία. Το αρσενικό επιδρά κυρίως στο ανώτερο αναπνευστικό και στο καρδιαγγειακό σύστημα και προκαλεί επίσης αύξηση της αρτηριακής πίεσεως. Είναι επίσης πιθανόν να είναι υπεύθυνο για την δημιουργία καρκίνου στους πνεύμονες. Το κάδμιο επιδρά κυρίως στα νεφρά. Επίσης έχει χαρακτηριστεί ως καρκινογόνο. Το νικέλιο δεν θεωρείται καρκινογόνο. Πιθανόν να είναι αίτιο δερματικών παθήσεων.

Πρέπει να τονισθεί ότι τα μέταλλα αυτά επιδρούν στην υγεία κυρίως μέσω της τροφικής αλυσίδας εάν έχει μολυνθεί και λιγότερο με την εισπνοή.

Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες

Είναι οργανικές χημικές ενώσεις που περιέχουν άνθρακα και υδρογόνο. Αποτελούνται από τρεις ή περισσότερους συμπυκνωμένους βενζολικούς δακτυλίους και βρίσκονται κυρίως υπό την μορφή ατμών ή σωματιδίων. Η χαρακτηριστική ένωση της κατηγορίας αυτής είναι το βενζο(α)πυρένιο. Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες εκπέμπονται από τη βιομηχανία(παραγωγή κωκ, αλουμινίου και επεξεργασίας ξύλου), από τη θέρμανση στις οικίες όταν χρησιμοποιούνται ξύλα και κάρβουνο, και από τα οχήματα. Τέλος από όλα αυτά που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ως καύσιμο.

Ορισμένοι από τους Πολυκυκλικούς Αρωματικούς Υδρογονάνθρακες και κυρίως το βενζο(α)πυρένιο έχουν χαρακτηριστεί ως καρκινογόνες ενώσεις.

Βενζόλιο (C₆H₆)

Το βενζόλιο είναι χημική ένωση σε υγρή μορφή που αποτελείται από άνθρακα και υδρογόνο με χαρακτηριστική οσμή. Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται σε μορφή ατμών επειδή το σημείο ζέσεως του είναι χαμηλό. Εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η κύρια πηγή είναι τα βενζινοκίνητα οχήματα ενώ άλλες πηγές είναι η βιομηχανία (δυλιστήρια, χημική βιομηχανία), η διακίνηση καυσίμων και η οικιακή θέρμανση.

Το βενζόλιο προκαλεί ασθένειες του αίματος και έχει χαρακτηριστεί ως καρκινογόνος ένωση.

2.2.2 Νέφη

Οι συγκεντρώσεις των ρύπων όταν υπερβούν τις συνηθισμένες τιμές σε τέτοιο βαθμό, ώστε να υπάρχει άμεσος κίνδυνος για τον άνθρωπο, τα ζώα, τα φυτά και τα υλικά, λέμε ότι έχουμε σχηματισμό νέφους.

Τα νέφη διακρίνονται σε δύο κατηγορίες που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τα συστατικά, τις χημικές ιδιότητες και τις αιτίες σχηματισμού τους: τα νέφη καπνομίχλης και τα φωτοχημικά νέφη.

Νέφη καπνομίχλης

Ονομάζεται και καπνομίχλη τύπου Λονδίνου ή αιθαλομίχλη (smog). Τα νέφη αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις SO_2 και καπνού και έχουν αναγωγικές ιδιότητες. Καπνομίχλες δημιουργούνται σε περιοχές όπου υπάρχουν βιομηχανίες πετροχημικών, παραγωγής H_2SO_4 , επεξεργασίας σουλφιδίων, και άλλα, και όπου ως πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται κάρβουνο ή μαζούτ. Για να δημιουργηθεί νέφος καπνομίχλης πρέπει να συντρέχουν οι δύο παρακάτω λόγοι:

1. να επικρατεί άπνοια και ταυτόχρονη θερμοκρασιακή αναστροφή
2. εκπομπή SO_2 και καπνού.

Ένα μεγάλο ποσοστό του SO_2 οξειδώνεται φωτοχημικά ή καταλυτικά προς SO_3 , το οποίο σχηματίζει σταγονίδια H_2SO_4 . Η παρουσία ομίχλης ευνοεί το σχηματισμό H_2SO_4 και επιπλέον, παρατείνει το φαινόμενο της θερμοκρασιακής αναστροφής. Έτσι, αυξάνει σημαντικά τις δυσμενείς επιπτώσεις του νέφους. Έχει διαπιστωθεί ότι σε περιπτώσεις καπνομίχλης η θνησιμότητα αυξάνει επικίνδυνα όταν οι συγκεντρώσεις του SO_2 , και του καπνού υπερβούν τα 0,25 ppm και $750 \mu\text{gm}^{-3}$, αντίστοιχα.

Οι καπνομίχλες είναι γνωστές από πολύ παλιά. Ιστορικά αναφέρεται ότι η πρώτη απαγορευτική διάταξη σχετικά με τα νέφη αυτά εκδόθηκε στο Λονδίνο

το 1300 μ. Χ. από το βασιλιά Εδουάρδο Α΄. Στον 20^ο αιώνα, το πρώτο σοβαρό επεισόδιο καπνομίχλης συνέβη στην κοιλάδα Meuse του Βελγίου (Δεκέμβριος 1930). Μια θερμοκρασιακή αναστροφή διάρκειας 5 ημερών προκάλεσε τη συσσώρευση SO₂, H₂SO₄ και HF που εκπέμπονταν από τις βιομηχανίες της περιοχής. Αποτέλεσμα ήταν ο θάνατος 68 ατόμων. Τον Οκτώβριο του 1948 θερμοκρασιακή αναστροφή δημιούργησε νέφος SO₂ καπνού στην πόλη Donora, κοντά στο Pittsburg των ΗΠΑ. Το νέφος προκάλεσε το ξαφνικό θάνατο 20 ατόμων, ενώ μεγάλο τμήμα του πληθυσμού παρουσίασε συμπτώματα διαφόρων ασθενειών. Γνωστό, επίσης, είναι το νέφος που εμφανίστηκε στη Ν. Υόρκη το 1966, την Ημέρα των Ευχαριστιών και προκάλεσε το θάνατο 168 ατόμων.

Πολύ σοβαρότερο επεισόδιο καπνομίχλης έπληξε το Λονδίνο το Δεκέμβριο του 1952. Μία θερμοκρασιακή αναστροφή διάρκειας 5 ημερών προκάλεσε τη συσσώρευση SO₂ και καπνού με αποτέλεσμα το θάνατο 3.900 ατόμων περισσότερων από το συνήθη αριθμό για το μήνα αυτό. Στο σχήμα απεικονίζονται γραφικά η μεταβολή της συγκέντρωσης SO₂ και καπνού στην διάρκεια της θερμοκρασιακής αναστροφής. Το σοβαρό αυτό επεισόδιο ρύπανσης έδωσε το όνομα 'καπνομίχλη τύπου Λονδίνου' στο αντίστοιχο φαινόμενο. Καπνομίχλες δημιουργήθηκαν και άλλες φορές στην περιοχή του Λονδίνου με ηπιότερες όμως επιπτώσεις. Από το 1962 δεν αναφέρθηκαν σοβαρά περιστατικά καπνομίχλης στην περιοχή, χάρη στα μέτρα που εφαρμόστηκαν για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Φωτοχημικό νέφος

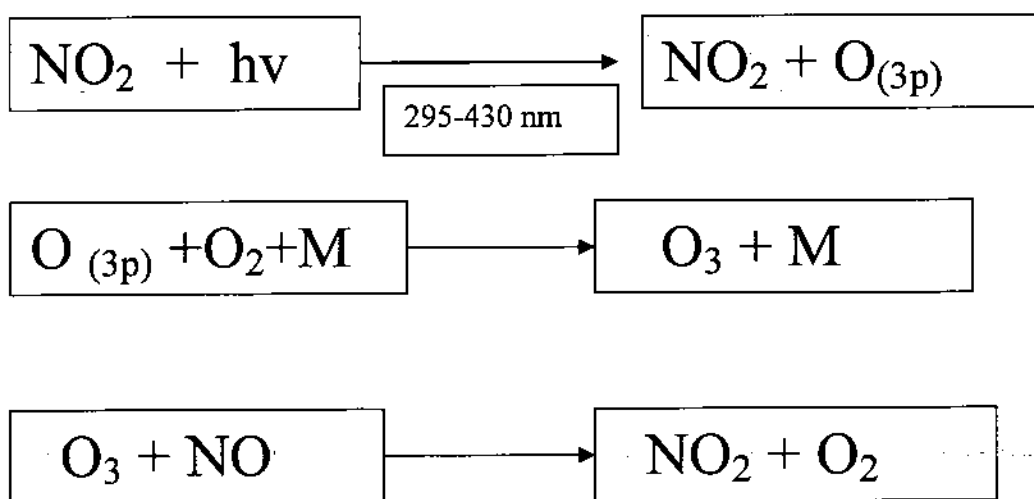
Το φωτοχημικό νέφος χαρακτηρίζεται από το φωτοχημικό σχηματισμό δευτερογενών ατμοσφαιρικών ρύπων με οξειδωτικές ιδιότητες, όπως είναι το O₃, το NO₂ το νιτρικό υπερόξυ-ακετύλιο (PAN), κ. ά. Για να δημιουργηθεί φωτοχημικό νέφος σε μία περιοχή πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Να επικρατεί άπνοια και ταυτόχρονη θερμοκρασιακή αναστροφή
- Εκπομπή πρωτογενών ρύπων, όπως υδρογονάνθρακες, οξείδια του αζώτου, κ. ά.
- Ηλιακή ακτινοβολία μεγάλης έντασης.

Αντιδράσεις σχηματισμού

Η χημεία του φωτοχημικού νέφους είναι εξαιρετικά πολύπλοκη και οι μηχανισμοί πολλών αντιδράσεων που οδηγούν στο σχηματισμό του παραμένουν αδιευκρίνιστοι. Οι ενώσεις που θεωρούνται υπεύθυνες για τη δημιουργία φωτοχημικού νέφους (πρωτογενείς ρύποι) είναι τα οξείδια του αζώτου και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC_s). Στις φωτοχημικά δραστικές πτητικές οργανικές ενώσεις περιλαμβάνονται οι υδρογονάνθρακες εκτός μεθανίου, καθώς και αλδεΐδες, κετόνες, κ. ά.

Η 'καρδιά' του φαινομένου του φωτοχημικού νέφους είναι ο φωτολυτικός των οξειδίων του αζώτου που αποδίδεται με τις τρεις παρακάτω αντιδράσεις:



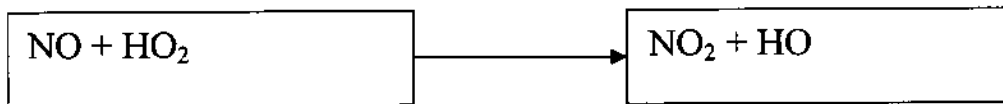
Η φωτοδιάσπαση του NO₂ από την υπεριώδη ακτινοβολία αποτελεί την κύρια πηγή O₃ στην ατμόσφαιρα των αστικών περιοχών δεν μπορεί να αυξηθεί μέχρις ότου το περισσότερο NO μετατραπεί σε NO₂. Αυτό συμβάλλει μερικά

στο γεγονός ότι συχνά παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις O_3 στα προάστια παρά στο κέντρο των πόλεων, όπου υπάρχουν υψηλές εκπομπές NO από την κυκλοφορία.

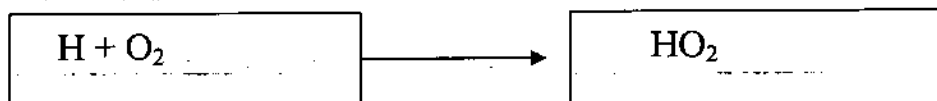
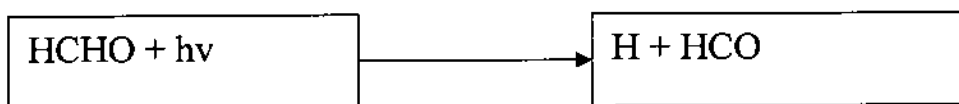
Η μετατροπή του NO σε NO_2 –απαραίτητη προϋπόθεση για το σχηματισμό O_3 -γίνεται πολύ αργά από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο:



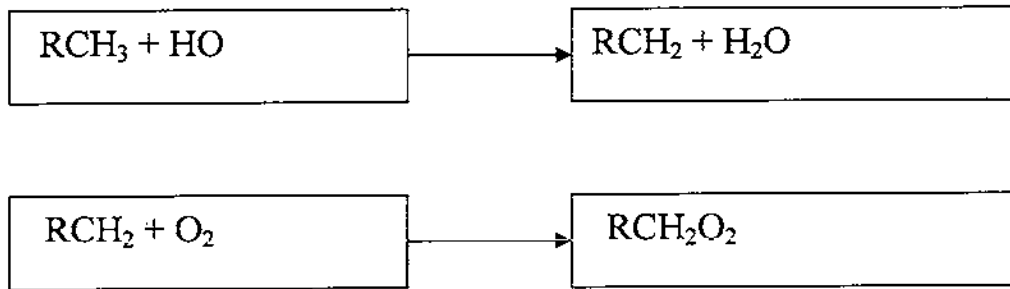
Ο κύριος όμως, μηχανισμός μετατροπής είναι η ταχύτατη οξείδωσή του από υπεροξυ-ρίζες (υδρο-υπεροξυ- και αλκυλο-υπεροξυ-ρίζες) :



Οι ρίζες αυτές σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από την φωτόλυση της φορμαλδεΐδης, η οποία αποτελεί και δευτερογενή και πρωτογενή ρύπο,

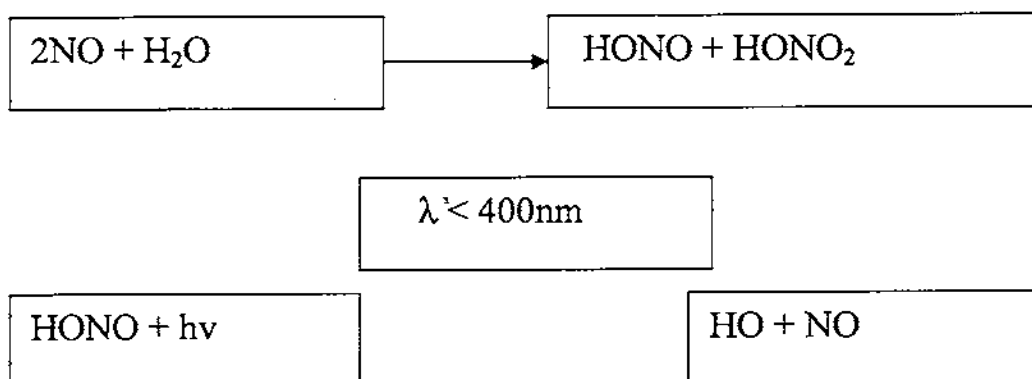


Καθώς και από τις αντιδράσεις υδρογονανθράκων με ρίζες υδροξυλίου (HO):

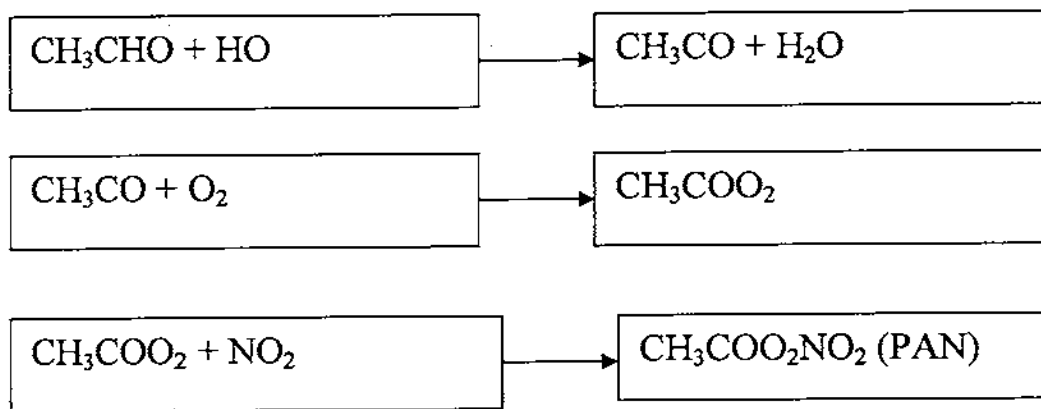


Οι παραπάνω αντιδράσεις δείχνουν ότι οι πτητικές οργανικές ενώσεις είναι απαραίτητες για το σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους. Χωρίς την παρουσία τους, θα σχηματιζόταν O_3 (από τις αντιδράσεις του φωτολυτικού κύκλου) αλλά σε πολύ μικρότερες ποσότητες και με πολύ βραδύτερους ρυθμούς.

Το ερώτημα, πλέον, τίθεται σε σχέση με την προέλευση των ριζών HO. Οι ρίζες αυτές σχηματίζονται από τη φωτόλυση του νιτρώδους οξέος. Το νιτρώδες οξύ (HONO) είναι προϊόν αντίδρασης NO_2 με υδρατμούς στις εξατμίσεις των αυτοκινήτων. Η συγκέντρωσή του χωρίς το πρωί κυμαίνεται μεταξύ 1 και 8 ppb.



Οι ρίζες HO αντιδρούν, επίσης με αλδεϋδες με τελικά προϊόντα ανυδρίτες του νιτρικού οξέος με υπεροξεία. Παρακάτω δίνονται οι αντιδράσεις σχηματισμού του νιτρικού υπερόξυ-ακετυλίου (PAN):



Τέλος οι ρίζες HO δίνουν πλήθος άλλων αντιδράσεων με τελικά προϊόντα HNO_3 , σταγονίδια H_2SO_4 , νιτρικά και θειικά αεροζόλ, καθώς και οργανικά αεροζόλ.

Άρα, η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από ορισμένους πρωτογενείς ρύπους προκαλεί πλήθος αντιδράσεων, κυρίως ελευθέρων ριζών, με τελικό αποτέλεσμα την παραγωγή δευτερογενών ρύπων, όπως, NO_2 , O_3 αλδεΐδες, οργανικά και ανόργανα οξέα και υπεροξείδια, ανυδρίτες του νιτρικού οξέος με υπεροξείδια (π.χ. PAN), ανόργανα και οργανικά αεροζόλ, κ. ά. Πολλοί από τους δευτερογενείς ρύπους έχουν οξειδωτική ικανότητα μεγαλύτερη από αυτή του οξυγόνου (π.χ. O_3 , υπεροξειδία, PAN) και ονομάζονται φωτοχημικά οξειδωτικά.

Το φωτοχημικό νέφος μελετήθηκε για πρώτη φορά στο Los Angeles. Στο νέφος της περιοχής αυτής αναφέρεται ένας τεράστιος όγκος διεθνούς βιβλιογραφίας. Αργότερα, διαπιστώθηκε ότι το φαινόμενο αυτό αποτελεί κοινό πρόβλημα των περισσότερων αστικών περιοχών. Η αιτία που το προκαλεί είναι η εκπομπή NO_x και υδρογονανθράκων με τα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Αυτό αποδείχθηκε από πειράματα μέσα σε ειδικούς θαλάμους, όπου γίνεται προσομοίωση των ατμοσφαιρικών συνθηκών (π. χ. της ηλιακής ακτινοβολίας) και παρακολούθηση της μετατροπής των πρωτογενών ρύπων (καυσαέρια αυτοκινήτων) σε δευτερογενείς. Στο σχήμα δίνονται τα αποτελέσματα ενός τέτοιου πειράματος, ενώ στο δεύτερο σχήμα δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ορισμένων συστατικών του φωτοχημικού νέφους στη διάρκεια

μιας ημέρας στο Los Angeles. Η ομοιότητα εργαστηριακών πειραμάτων και πραγματικών συνθηκών είναι προφανής.

Παρατηρώντας το δεύτερο σχήμα βλέπουμε ότι οι συγκεντρώσεις των πρωτογενών ρύπων HC και NO εμφανίζουν τις μέγιστες τιμές τους νωρίς το πρωί από τις εκπομπές των αυτοκινήτων. Με την ανατολή του ήλιου και την έναρξη των φωτοχημικών αντιδράσεων μειώνονται οι συγκεντρώσεις HC και NO, ενώ, παράλληλα, αρχίζει σταδιακή αύξηση των συγκεντρώσεων των δευτερογενών ρύπων NO₂, O₃ και αλδευδών. Η μέγιστη συγκέντρωση του O₃ εμφανίζεται, κατά κανόνα, το απόγευμα. Ο χρόνος σχηματισμού της μέγιστης συγκέντρωσης του O₃ εμφανίζεται, κατά κανόνα, το απόγευμα. Ο χρόνος σχηματισμού της μέγιστης συγκέντρωσης O₃ εξαρτάται από το λόγο HC/NO, το είδος των υδρογονανθράκων, καθώς και από τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες (π.χ. ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, κ.ά.)

Το είδος των υδρογονανθράκων έχει πολύ σημαντική επίδραση τόσο στο χρόνο σχηματισμού του μέγιστου όζοντος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι υδρογονάνθρακες διαφέρουν ως προς την φωτοχημική δραστηριότητα. Η φωτοχημική δραστηριότητα των υδρογονανθράκων εκφράζεται από την ταχύτητα αντίδρασής τους με τη ρίζα HO ή από την ταχύτητα με την οποία οξειδώνουν το NO προς NO₂ όταν το μίγμα υδρογονάνθρακα NO ακτινοβοληθεί με υπεριώδες φως. Πιο δραστικοί φωτοχημικά υδρογονάνθρακες είναι τα αλκένια, τα αλκαδιένια και τα κυκλοπεντένια.

Επιδράσεις του φωτοχημικού νέφους

Τα συστατικά του φωτοχημικού νέφους έχουν δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου, τη βλάστηση, τα διάφορα υλικά και τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας (ορατότητα).

Ο βαθμός στον οποίο η έκθεση στο φωτοχημικό νέφος επιδρά στην υγεία του ανθρώπου δεν είναι επακριβώς γνωστός, αν και πολλά από τα συστατικά

του έχουν τοξικές επιδράσεις. Το O_3 είναι γνωστό ότι είναι τοξικό, το PAN και οι αλδεΐδες είναι ισχυρά ερεθιστικά των ματιών και του λαιμού, ενώ το HNO_3 και το H_2SO_4 είναι ερεθιστικά των πνευμόνων.

Τα συστατικά του νέφους επιδρούν δυσμενώς και στα διάφορα υλικά. Η φθορά του ελαστικού (cracking) από το O_3 είναι γνωστή από παλιά και μάλιστα χρησιμοποιήθηκε και ως διαγνωστικό του σχηματισμού O_3 σε πρώιμες μελέτες του φωτοχημικού νέφους. Τα σχηματιζόμενα οξέα, HNO_3 και κυρίως το H_2SO_4 , προκαλούν διάβρωση σε πολλά υλικά.

Σημαντικές είναι η επιδράσεις του φωτοχημικού νέφους και στην ορατότητα της ατμόσφαιρας. Η μείωση της ορατότητας οφείλεται στο σχηματισμό αεροζόλ από τον πολυμερισμό μικρότερων μορίων που παράγονται από τις φωτοχημικές αντιδράσεις. Οι περισσότερες από αυτές είναι αντιδράσεις οξείδωσης υδρογονανθράκων, γι' αυτό και τα αεροζόλ αυτά αποτελούνται, κυρίως από οξυγονούχες οργανικές ενώσεις (αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες, οργανικά οξέα, εστέρες και οργανικά νιτρικά).

Ιδιαίτερη μεγάλη σημασία έχουν καταστροφικές επιδράσεις του φωτοχημικού νέφους στη βλάστηση. Οι καταστροφικές επιδράσεις οφείλονται στα οξειδωτικά, όπως το όζον, το PAN και το NO_2 . Τη μεγαλύτερη φυτοτοξικότητα εμφανίζει το PAN, το οποίο προσβάλλει τα νεαρά φύλλα προσδίδοντάς τους μπρούτζινη, γυαλιστερή επιφάνεια. Η τοξικότητα του PAN οφείλεται στην καταστροφή των σουλφυδρυλικών ομάδων των πρωτεϊνών των φυτών. Έκθεση για αρκετές ώρες σε ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις PAN μόλις 20-50 ppb προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στα φυτά. Ευτυχώς, το PAN υπάρχει συνήθως στην ατμόσφαιρα σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Το NO_2 βρίσκεται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, αλλά η φυτοτοξικότητά του είναι πολύ μικρότερη.

2.3. Φαινόμενο του Θερμοκηπίου.

Η ανατροπή της ισορροπίας του περιβάλλοντος στον κόσμο κοστίζει χρήματα, αλλά περισσότερα χρήματα θα κοστίσει η ανάκτηση αυτής της ισορροπίας. Δύο δρόμοι ανοίγονται στην ανθρωπότητα: ή να ασφαλισθεί ενάντια στα προβλήματα και την πιθανή καταστροφή, ή να επενδύσει σε μέσα τα οποία θα μειώσουν τον ρυθμό ή ακόμη θα αντιστρέψουν την πορεία προς την καταστροφή. Είναι όμως η ανθρωπότητα έτοιμη να πληρώσει το τίμημα; Γνωρίζουν οι κυβερνώντες τι τίμημα θα χρειασθεί να πληρώσουμε και γιατί;

Από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασεως πριν διακόσια χρόνια περίπου η ανθρωπότητα είχε χρησιμοποιήσει με αυξανόμενο ρυθμό καύσιμα και πηγές ενέργειας τα οποία προϋποθέτουν την καύση ανθρακικών ενώσεων. Πριν από αυτό ο άνεμος, η παλίρροια, το τρεχούμενο νερό, βόδια, άνθρωποι,

άλογα, ή ελέφαντες παρείχαν την περισσότερη ενέργεια. Γενικά αυτές οι πηγές ενέργειας και δυνάμεως επηρέαζαν ελάχιστα την ατμόσφαιρα, καθώς η μόλυνση ή δεν υπήρχε καθόλου ή ανακυκλωνόταν. Επίσης βοηθούσε σ' αυτό ο μικρότερος σε μέγεθος πληθυσμός της γης. Το καύσιμο μπορεί να είναι κάρβουνο, πετρέλαιο, αέριο ή πυρηνικό, αλλά η αρχή είναι η ίδια, βράζουμε νερό. Μία άποψη της τεχνολογίας είναι να δούμε σε πόσες διαφορετικές περιπτώσεις μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε. Η ανανεώσιμη ενέργεια έχει τρεις ή περισσότερες χρήσεις: να βράζει νερό, να δημιουργεί μηχανική ενέργεια ή να παράγει ηλεκτρισμό. Έτσι ακόμη και αν βάλουμε στην άκρη τους οικολογικούς συλλογισμούς υπάρχουν πλεονεκτήματα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που δεν υπάρχουν στα ορυκτά καύσιμα.

Όλη η βιομηχανική ανάπτυξη σημαίνει αυξανόμενες απαιτήσεις για καύσιμα και πηγές και μερικά από αυτά έχουν αρχίσει να εξαντλούνται. Γενικώς διαπιστώνουμε ότι οι πηγές ενέργειας λόγω του παγκόσμιου πληθυσμού μειώνονται γρήγορα. Οι πηγές που είναι πιο εύκολο να αντληθούν χρησιμοποιούνται πρώτες, αφήνοντας τις πιο δύσκολες και κατά συνέπεια τις

πιο ακριβές για αργότερα. Αυτό πάλι σημαίνει ότι οποιαδήποτε ενέργεια που θα αποβλέπει στην αντιστάθμιση των προβλημάτων θα είναι πιο δαπανηρή στο μέλλον.

Όλη αυτή η τεράστια και αυξανόμενη καύση ανθρακικών ενώσεων έχει δύο αποτελέσματα: διοξείδιο του άνθρακα και θερμότητα. Η θερμότητα είναι χρήσιμη, αλλά τελικά καταλήγει να ενωθεί με την θερμότητα στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα σπάνια χρησιμοποιείται με εξαίρεση μία φαρμακοβιομηχανία η οποία χρησιμοποιεί τα αέρια του καυστήρα για να παράγει ασπιρίνη. Όμως η δυνατότητα του κόσμου να επαναπορροφήσει περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα από αυτό που δημιουργείται από τις ζωϊκές μορφές είναι περιορισμένη. Έτσι το ποσοστό που παραμένει στην ατμόσφαιρα αυξάνεται και συνεχίζει να αυξάνεται κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα. Περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα σημαίνει ότι αυτή κρατάει μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας από αυτή που παράγεται από τα καύσιμα. Κατά συνέπεια η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας να ανεβαίνει. Αυτό έχει γίνει γνωστό σαν «Φαινόμενο του θερμοκηπίου». Άλλα αέρια συμβάλλουν επίσης στην δημιουργία αυτού του Φαινομένου. Ακόμη και η πυρηνική θερμότητα θεωρείται από πολλούς ότι συμβάλλει σ' αυτήν την θέρμανση της ατμόσφαιρας. Άλλα αέρια προκαλούν άλλα προβλήματα, όπως την καταστροφή της ζώνης του όζοντος στην Ανταρκτική, η οποία μπορεί να έχει τρομακτικές αλλά διαφορετικού τύπου συνέπειες για την εσώσφαιρα.

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε τι είπε κάποτε ένας ιερέας: Αδέρφια θα σας πω για την κόλαση. Όταν ο Θεός έβαλε αυτή τη γη να γυρίζει γύρω από τον άξονά της για να κρατάει τον άξονα όμορφο και γλυκό και δροσερό ο Θεός έχυσε πάλι λάδι και λιπαντικό γύρω από τον άξονα.

Υπάρχουν όμως άνθρωποι που σκάβουν τρύπες και κλέβουν το λάδι και το γράσο του Θεού. Και μία μέρα αυτό το λάδι και το λιπαντικό θα τελειώσουν και ο άξονας θα στεγνώσει και θα ζεσταθεί. . . και αυτό αδέρφια θα είναι η κόλαση. Κατά συνέπεια αν η ατμόσφαιρα υπερθερμαίνεται τι μπορεί να συμβεί; Θα

χρειαζόμαστε λιγότερη θέρμανση στα σπίτια μας; Είναι δυνατόν, μπορεί όμως να χρειαζόμαστε περισσότερο κλιματισμό ψύξεως. Το ίδιο όπως και ένας μεγάλος καταναλωτής ενέργειας. Σύμφωνα με τους επιστήμονες υπάρχουν διάφορες εκδοχές. Μία εκδοχή είναι ότι η θάλασσα θα θερμανθεί και έτσι θα διασταλεί. (Το θερμό νερό έχει μικρότερη πυκνότητα από το κρύο: αν ρίξουμε απαλά κρύο νερό στην μπανιέρα, αφού πρώτα έχουμε ρίξει ζεστό, το κρύο θα μείνει στον πάτο). Κατά συνέπεια η επιφάνεια της θάλασσας θα αρχίσει να ανεβαίνει. Αυτό μαζί με την γενικότερη θέρμανση θα αρχίσει να λειώνει τους πάγους των πόλων και τους παγετώνες γενικότερα. Σύμφωνα με τα λεγόμενα του Αμερικανού δόκτορα Μίλερ αυτό έχει ήδη αρχίσει να συμβαίνει.

Ένα δείγμα είναι οι γρήγορες κινήσεις του παγετώνα Μάουντ Χάμπαρντ στην Αλάσκα. Επίσης έχει αναφερθεί ταχεία τήξη άλλων παγετώνων. Όλα αυτά θα ανεβάσουν ακόμη περισσότερο το επίπεδο της θάλασσας και θα επιταχύνουν γενικά τον ρυθμό των φαινομένων. Μία αναφορά περιελάμβανε την πιθανότητα ταχείας τήξεως, αν το θερμό νερό της θάλασσας ξεπεράσει τα βραχώδη ρηχά και διεισδύσει κάτω από τους πάγους των πόλων. Ένας σοβιετικός εξερευνητικός σταθμός στην Ανταρκτική χάθηκε πάνω σε ένα τεράστιο αποκομμένο παγόβουνο. Αυτή η άνοδος του επιπέδου της θάλασσας έχει γίνει αντικείμενο έρευνας στο Ινστιτούτο Ωκεανογραφικών Σπουδών του Μπέρκενχεντ. Εκεί έχουν ήδη θέσει μία χρονική κλίμακα από τριάντα έως εβδομήντα χρόνια στο μέλλον κατά την διάρκεια των οποίων το επίπεδο της θάλασσας θα ανέβει κατά ένα μέτρο. Άλλοι πιστεύουν ότι το επίπεδο θα ανέβει πολύ υψηλότερα, πολύ γρηγορότερα.

Οι επίσημες αρχές της Βρετανίας έχουν γενικά κλείσει τα μάτια τους στην αόρατη μόλυνση και τα πιθανά αποτελέσματά της. Σε ένα ερωτηματολόγιο όπου δόθηκαν απαντήσεις από 64 λιμάνια των βορειοανατολικών χωρών της Ευρώπης σχετικά με τις επιδράσεις που θα είχε η άνοδος του επιπέδου της θάλασσας, παρουσίασαν τα εξής ερωτηματολόγια: Τέσσερα λιμάνια εξέφρασαν την επιθυμία τους καθώς τα νερά τους είναι ρηχά. Οκτώ είπαν ότι δεν θα είχαν

κανένα πρόβλημα. Τέσσερις Ναυτικές Βάσεις δεν έκαναν κανένα σχόλιο(καθώς αυτό απαγορεύεται από το απόρρητο των πληροφοριών).Οκτώ απάντησαν ότι οι ερωτήσεις ήταν τεχνικής φύσεως και δεν μπορούσαν να απαντήσουν.

Υπήρξαν δύο απαντήσεις που υποστηρίζουν ότι το μοναδικό πρόβλημα θα προερχόταν από τις λάσπες που θα αποθέτονταν στα λιμάνια εξαιτίας της παλίρροιας.

Τριάντα οκτώ(πάνω από 50%)απάντησαν ότι θα δημιουργούσαν δαπανηρά προβλήματα αν η επιφάνεια του νερού ανέβαινε κατά ένα μέτρο.25% από αυτά τα λιμάνια θα σταματούσαν να εργάζονται ενώ τα υπόλοιπα θα χρειαζόταν να δαπανήσουν τεράστια ποσά.16 λιμάνια δεν ήξεραν τι ποσά, άλλα δύο υπολόγισαν το ποσό σε πολλά εκατομμύρια λίρες και τα υπόλοιπα, κυρίως μικρά λιμάνια, υπολόγισαν το ποσό της δαπάνης σε 43 εκατομμύρια λίρες.

Όλες οι εργασίες που θα χρειασθούν για να προληφθεί ή να αποφευχθεί το πρόβλημα θα κοστίσουν τεράστια ποσά χρημάτων. Απο τις κυβερνήσεις δεν μπορούμε να περιμένουμε μεγάλη βοήθεια αν κρίνουμε από τον τρόπο με τον οποίο αντιμετώπισε την αποξημίωση των αγροτών μετά την καταστροφή του Τσέρνομπιλ. Επίσης κανένας δε μπορεί να κάνει ιδιωτική ασφάλιση για περίπτωση ανόδου του θαλάσσιου επιπέδου.

Τελικά ποιος θα πληρώσει; Όλοι εμείς θα πληρώσουμε και γι' αυτό θα έπρεπε ίσως να βλέπουμε με λιγότερο καλό μάτι τα έργα που χρησιμοποιούν τεράστια ποσά ενέργειας, όπως το τούνελ της Μάγχης και να στρέψουμε την προσοχή μας σε τέτοια δημόσια έργα σαν αυτά που θα προστατεύσουν τα εδάφη της Βρετανίας που βρίσκονται κοντά στο επίπεδο της θάλασσας, τα λιμάνια και το σύστημα αποξηράνσεως και αποχετεύσεως. Θα είναι πολύ άσχημα όταν οι ακαθαρσίες θα επιστρέφουν στα σπίτια μας.

Οχυρώσεις προς την θάλασσα και παρόμοια έργα είναι η μόνη ασφάλεια για να αντιμετωπισθούν τα προβλήματα του συνδρόμου του θερμοκηπίου. Η μόνη αντίπραξη είναι η επένδυση σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας

Από 42 επενδυτικούς οργανισμούς που ερωτήθηκαν σχετικά με πιθανή ανάμειξή τους σε επενδύσεις στην αιολική ενέργεια απάντησαν ως εξής:
Δεκαεπτά: Είναι έξω από το πεδίο δράσεώς μας.

Εννιά: Δεν μας ενδιαφέρει.

Εννιά: Δεν μπορούμε να βοηθήσουμε τώρα, ίσως αργότερα.

Τρεις: Δεν μπορούμε να βοηθήσουμε προς το παρόν.

Τέσσερις: Εξετάζουμε ακόμη το θέμα

Κατά συνέπεια δεν μπορούμε να περιμένουμε αρκετή βοήθεια σύντομα από τους χρηματιστές, παρά το γεγονός ότι η ανανεώσιμη ενέργεια μαζί με την γεωργία και τις εξορύξεις είναι μία από τις λίγες επενδύσεις που παράγει πλούτο. Σε ορισμένους τύπους της η ανανεώσιμη ενέργεια μπορεί να αποδειχθεί και οικονομική.

Μία τελευταία σκέψη όσον αφορά την άποψη της ασφαλίσεως απέναντι στον κίνδυνο, αντίθετα με την άποψη της επενδύσεως για να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα και σχετικά με τα αυξανόμενα ποσοστά του διοξειδίου του άνθρακος στην ατμόσφαιρα. Αυτό το αέριο χρησιμοποιείται σαν διεγερτικό στους μηχανισμούς αναζωογονήσεως. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις αερίου όμως (πάνω από 4%) ο άνθρωπος πεθαίνει. Όλοι μας σήμερα αναπνέουμε μεγαλύτερα ποσοστά του αερίου απ' ότι οι πρόγονοί μας. Δεν είναι γνωστό πότε (εάν αυτό γίνει ποτέ) αυτή η συγκέντρωση αερίου θα αρχίσει να επηρεάζει τον μεταβολισμό μας και ιδιαίτερα τις πνευματικές μας ικανότητες. Είμαστε όλοι μέρος ενός παγκόσμιου χημικού συστήματος, αν αλλάξει ένα τμήμα του, τότε αλλάζει το σύνολο.

Παρ' όλα αυτά οι θάνατοι από άσθμα συνεχώς αυξάνονται στην Βρετανία που ίσως να υπάρχει κάποιος συσχετισμός.

Ένα ακόμη αέριο το οποίο βοηθάει στην μόλυνση και το οποίο κατά μεγάλο ποσοστό δημιουργείται από τον άνθρωπο είναι το μεθάνιο. Αν ο πληθυσμός της γης συνεχίσει να αυξάνεται η παραγωγή μεθανίου θα αυξάνεται μαζί του.

Φαίνεται ότι άμεσα ή έμμεσα ο άνθρωπος είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός και αίτιος μόλυνσεως.

Η ανθρωπότητα με μεγάλη ταχύτητα ξεπερνάει τα όριά της και ταυτόχρονα δηλητηριάζεται. Η πρόληψη είναι καλύτερη από την θεραπεία. Πρέπει να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα και πρέπει να το αντιμετωπίσουμε τώρα.

Ο Γουίλιαμ Ρης Μογκ σε ένα άρθρο του ανέφερε ότι καλωσόριζε τους «οικολογικούς πεσιμιστές σαν κουδούνι κινδύνου». Εγώ πιέζω το κουδούνι του κινδύνου ΤΩΡΑ.

Ποσοστιαία συμμετοχή ουσιών στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Ουσία	Συμμετοχή (%)	Διάρκεια ζωής
CO ₂	61	Μεγάλη
CH ₄	15	Μεγάλη
NO ₂	4	Μικρή
CFCs	11	Μεγάλη
HCFC-22	0.5	Μικρή
O ₃	8.5	Μικρή

CFCs: χλωροφθοράνθρακες

HCFC: φθοράνθρακες που περιέχουν Η

2.4. Ρύπανση Εδάφους.

Εισαγωγή

Το έδαφος μαζί με τα υδάτινα συστήματα, είναι ο κυριότερος αποδέκτης της ανθρωπογενούς ρύπανσης. Οι βιομηχανικές, βιοτεχνικές και εμπορικές δραστηριότητες ρυπαίνουν σε μεγάλο βαθμό το έδαφος.

Ατυχήματα και διαρροές πετρελαίου είναι από τις κυριότερες αιτίες ρύπανσης εδαφών. Το έδαφος γίνεται αποδέκτης και των ατμοσφαιρικών ρύπων

που κατακρημνίζονται με αργούς ρυθμούς ανάλογα με τις συνθήκες και τη γεωμορφολογία των περιοχών. Οργανικοί και ανόργανοι ρύποι στο νερό απορροφούνται από το έδαφος και μεταφέρονται στα διάφορα εδαφικά περιβαλλοντικά διαμερίσματα με την βροχή και στα υπόγεια νερά. Οι συντελεστές κατανομής ρύπων μεταξύ εδαφών και νερού, εδάφους και ατμόσφαιρας, εδάφους και οργανικών συστατικών, παίζουν σημαντικό ρόλο για τον τελικό διασκορπισμό μεταφορά, επανεξάτμιση και συσσώρευση ρύπων στα εδάφη. Οι συντελεστές κατανομής προκαθορίζουν και την τοξικότητα ρύπων στα φυτά και τα χερσαία ζώα, τη διάσπαση από φυσικές διεργασίες μέσα στο έδαφος και την βιοαποικοδόμιση τους μέσω των εδαφικών μικροοργανισμών. Αυτά είναι τα βασικά προβλήματα της περιβαλλοντικής τοξικολογίας σε σχέση με τους τοξικούς και επικίνδυνους χημικούς ρύπους στα εδάφη. Μελέτες για τις συγκεντρώσεις τους και τους μηχανισμούς τοξικότητας χρησιμεύουν για την εκτίμηση του κινδύνου για το περιβάλλον των ζωντανών οργανισμών και την υγεία του ανθρώπου. Ορισμένες από τις βασικές αιτίες ρύπανσης των εδαφών είναι η ρύπανση από την εκμετάλλευση του πετρελαίου, λιπαντικών υλών και ελαστικών τροχοφόρων όπως και η ρύπανση από βαρέα μέταλλα που προέρχονται από χημικές βιομηχανίες, καύση στερεών και υγρών ορυκτών καυσίμων και άλλες διεργασίες εμπλουτισμού ή καθαρισμού μεταλλευμάτων.

Το έδαφος δέχεται όλες αυτές τις τοξικές και επικίνδυνες χημικές ουσίες και παρασκευάσματα ή απόβλητα, τα οποία ανάλογα με την γεωμορφολογία του εδάφους και άλλες εξωγενείς συνθήκες ρυπαίνουν τοπικά το έδαφος ή διασκορπίζονται σε άλλα περιβαλλοντικά διαμερίσματα (π. χ. υπόγεια νερά) ή εκπλύνονται στα διάφορα υδάτινα συστήματα. Ένα λοιπόν σημαντικό πρόβλημα ρύπανσης-εδαφών αποτελεί το πετρέλαιο, τα προϊόντα διύλισης, τα λιπαντικά και οι διάφοροι διαλύτες που είναι προϊόντα της χημικής βιομηχανίας πετρελαίου. Η ρύπανση από πετρέλαιο και τα προϊόντα του προκύπτει κατά τις χερσαίες μεταφορές, τις διαρροές από εργοστάσια, τις βιοτεχνίες και τις

αποθήκες τους, τις παλαιές εγκαταστάσεις διωλιστηρίων, τα πρατήρια υγρών καυσίμων και τα διάφορα ατυχήματα σε εγκαταστάσεις άντλησης πετρελαίου. Η τοξικότητα του πετρελαίου λόγω της ύπαρξης αδιάλυτων υδρογονανθράκων, πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (ΠΑΥ) και πηκτικών αρωματικών ενώσεων καθιστά τη ρύπανση επικίνδυνη για τους χερσαίους οργανισμούς, τη χλωρίδα και τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Σε πολλές χώρες υπάρχουν αυστηρές προδιαγραφές για τις εγκαταστάσεις διύλισης πετρελαίου και προγράμματα καθαρισμού εδαφών που έχουν ρυπανθεί από παλαιές εγκαταστάσεις. Τα σοβαρά προβλήματα περιβαλλοντικής ρύπανσης και οι επιπτώσεις σε ευαίσθητα οικοσυστήματα που προκαλεί το πετρέλαιο αποτελούν θέματα περιβαλλοντικής τοξικολογίας και στον τομέα αυτό έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες. Λόγω των προβλημάτων ρύπανσης ο καθαρισμός των ρυπασμένων εδαφών από πετρέλαιο με διάφορες τεχνικές έχουν αποτελέσει ειδικό κλάδο της περιβαλλοντικής επιστήμης και διαχείρισης αποβλήτων.

Ρύπανση Εδάφους

Η μόλυνση εδάφους και υπόγειων νερών προκύπτει συνήθως από τις διαρροές ή τις απορρίψεις των χημικών ουσιών στην επιφάνεια της γης ή από τις υπόγειες διαρροές δεξαμενών αποθήκευσης. Οι πιο κοινές χημικές ουσίες που περιλαμβάνονται σε τέτοιες διαρροές είναι προϊόντα καυσίμων πετρελαίου. Υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, αυτά τα προϊόντα εμφανίζονται ως υγρά (υγρή φάση). Επειδή οι ενώσεις σε αυτά τα καύσιμα έχουν χαμηλά σημεία βρασμού, μπορούν επίσης να εμφανιστούν ως ατμοί (αέρια φάση). Επειδή πολλές οργανικές ενώσεις που περιλαμβάνονται στα προϊόντα καυσίμων υδρογονανθράκων είναι διαλυτές στο νερό, μπορούν επίσης να εμφανιστούν σε υδατοδιαλυτή κατάσταση (υδατική φάση). Εντούτοις, η διαλυτότητα αυτών των ενώσεων είναι περιορισμένη. Εάν ένα σημαντικό ποσό υδρογονάνθρακα έρθει σε επαφή με το νερό, θα διαλυθεί μόνο ένα μέρος. Το

υπόλοιπο θα παραμείνει ως ξεχωριστό υγρό, σε επαφή με το νερό αλλά όχι αναμεμειγμένο με αυτό. Το χωριστό αυτό υγρό αναφέρεται ως NAPL. Εάν το NAPL έχει μια υψηλότερη πυκνότητα από το νερό όπως οι

περισσότεροι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, αναφέρεται και αυτό ως πυκνό DNAPL. Ομοίως, LNAPL όπως η βενζίνη, το diesel, τα καύσιμα αεριοθούμενων κλπ, συνίσταται από ενώσεις ελαφρύτερες από το νερό.

Τα μέτρα ελέγχου και προστασίας που πρέπει να λαμβάνονται με σκοπό τον περιορισμό της ρύπανσης είναι :

Συνεχής έλεγχος της περισσειας αέρα στις καύσεις των φούρνων και των λεβήτων της εγκατάστασης. Εγκατάσταση αναλυτών O₂, συνεχούς καταγραφής στα καυσαέρια. Έλεγχος ποιότητας καυσίμων (αερίου και υγρού μαζούτ) ως προς το περιεχόμενο θείου και την σύστασή τους. Έλεγχος αμαυρότητας καπνοδόχων διωλιστηρίου με την μέθοδο RINGELMMAN. Έλεγχος καλής λειτουργίας φούρνων - καυστήρων για άριστη καύση.

Μετρήσεις μονοξειδίου του άνθρακα (CO), διοξείδιο του θείου (SO₂) και αζωτοξειδίων (NO_x) εκπεμπόμενων με τα καυσαέρια. Εγκατάσταση κλειστών κυκλωμάτων στις διεργασίες αερίων με ανακυκλώσεις αυτών ώστε να μηδενιστούν τυχόν απώλειες ή διαρροές. Ειδικότερα για τα δοχεία, σωληνώσεις και συστήματα που βρίσκονται υπό πίεση ή που είναι δυνατόν να υποστούν πιέσεις που θα προκαλέσουν ζημιά σ' αυτά, είναι προστατευμένα έναντι των υψηλών πιέσεων με ασφαλιστικές δικλίδες. Αυτές εκτονώνουν τα υπό πίεση αέρια και υγρά στην ατμόσφαιρα, όταν πρόκειται για μη επιβλαβείς ουσίες ή στους πυρσούς των διωλιστηρίων για καύση όταν πρόκειται για υδρογονάνθρακες. Εγκατάσταση μονάδων εκπλύσεως αερίων και μονάδων παραγωγής θείου ώστε να μειωθεί στο μηδέν η περιεκτικότητα του θείου στα καίόμενα αέρια. Εγκατάσταση THERMAL INCINERATOR όπου γίνεται καύση των όξινων αερίων από τις μονάδες παραγωγής θείου (μονάδες Claus). Τοποθέτηση δευτεροταγών φραγμών (DOUBLE SEALS) στις δεξαμενές πλωτής οροφής για μείωση των εκπομπών υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα.

Τοποθέτηση πλωτών σκέπαστρων σε τυχόν ελαιοδιαχωριστές των μονάδων βιολογικού καθαρισμού. Και τέλος χρησιμοποίηση καπνοδόχων κατάλληλου ύψους για τη διάθεση των καυσαερίων από τους φούρνους. Μέθοδοι για την ανίχνευση υπολειμμάτων βενζίνης και diesel στο υπέδαφος περιλαμβάνουν την ανάλυση βενζόλιου, τολουόλιου, ξυλόλιου, και αιθυλικού βενζόλιου (BTX&E) και την ανάλυση για τους συνολικούς υδρογονάνθρακες πετρελαίου (TPH). Και οι δύο μέθοδοι απαιτούν την εργαστηριακή ανάλυση με χρωματογραφία αερίου και μακρές χρονικές περιόδους παρακολούθησης. Έχουν χρησιμοποιηθεί συσκευές ανάλυσης ατμού υδρογονανθράκων επιτόπου για να καθορίσουν εάν ένα εδαφολογικό δείγμα πρέπει να ληφθεί για εργαστηριακή ανάλυση, αλλά έχει αποδειχτεί ότι τα αποτελέσματα των συσκευών αυτών ελάχιστα σχετίζονται με τα εργαστηριακά παραγόμενα αποτελέσματα.

Επιπλέον οι συσκευές ανάλυσης ατμού υδρογονανθράκων δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το diesel, λόγω των σχετικά χαμηλών ποσών περιεχόμενων αρωματικών υδρογονανθράκων γι' αυτό γίνεται χρήση της ανοσολογικής δοκιμής για την ανάλυση μολυσμένων από πετρέλαιο δειγμάτων ύδατος και χώματος. Αν και μέθοδοι όπως η χρωματογραφία αερίου [με την ανίχνευση ιονισμού φλόγας (GC/FID) και την υψηλής ευκρίνειας με ανίχνευση μαζικής φασματομετρίας (GC/MS)] θα παραμείνουν ένα κρίσιμο εργαλείο για την εξέταση δειγμάτων που μολύνονται από πετρελαιοειδή, οι ανοσολογικές αναλύσεις έχουν μοναδικές ιδιότητες.

Οι αναλύσεις αυτές παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό εξειδίκευσης στις αρωματικές και πολυκυκλικές αρωματικές ενώσεις. Προσφέρουν διακριτικότητα και ευαισθησία, είναι γρήγορες και σχετικά ανέξοδες. Επιπλέον μπορούν να γίνουν χωρίς πολύπλοκες προετοιμασίες των δειγμάτων και είναι εύκολα προσαρμόσιμες στις επί τόπου δοκιμές.

Η μέθοδος της ανοσολογικής δοκιμής βασίζεται στην εξειδικευμένη ανάπτυξη αντισωμάτων μέσω ενζυμικής σύζευξης που εμφανίζουν ορισμένοι μικροοργανισμοί αντιδρώντας έτσι στην παρουσία συγκεκριμένων ενώσεων

από κατάλοιπα πετρελαιοειδών στο υπέδαφος.

2.5. Υδάτινη Ρύποι.

Ένα από τα κύρια προβλήματα είναι η ρύπανση των υδάτων μιας και τα $\frac{3}{4}$ της επιφάνειας της γης καλύπτονται από νερό.

Η ποσότητα του νερού στην υδρόσφαιρα κατατάσσεται σε τρεις χώρους ανάλογα με το μέγεθος που κατέχουν. Οι χώροι αυτοί είναι :

- 1) Θάλασσες
- 2) Νερό των ηπείρων
- 3) Νερό της ατμόσφαιρας

Οι κύριες κατηγορίες ρύπων είναι οι εξής:

- 1) Αποσυντιθέμενες και μη αποσυντιθέμενες ουσίες
- 2) Στερεά-Πλαστικά
- 3) Πετρελαιοειδή

Η εισροή ουσιών έμμεσα ή άμεσα από ανθρώπινες δραστηριότητες που έχουν σαν αποτέλεσμα επικίνδυνες επιπτώσεις στους ζώντες οργανισμούς, αλλοιώνουν την ποιότητα νερού για διάφορες χρήσεις και υποβιβάζουν τις δυνατότητες χρησιμοποίησής τους ονομάζεται θαλάσσια ρύπανση. Μια άλλη κατηγορία ρύπων της θάλασσας είναι τα πλαστικά αντικείμενα. Είναι μία από τις πλέον ευδιάκριτες συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η εξάπλωση ελαφρών, ανθεκτικών απορριμμάτων (ποτηριών, πλαστικών σάκων, δίχτυα, δοχεία κ.α.) αν και είναι χημικά αδρανή πολλές φορές έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή. Τα αποτελέσματα αυτών των ρύπων είναι αντιαισθητικό και δύσκολα εξαλειψίμο διότι τα πλαστικά αποικοδομούνται με εξαιρετικά βραδείς ρυθμούς. Η δυσκολία να αναγνωριστούν τα πλαστικά σκουπίδια που είναι σταθερά οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι υπάρχει έλλειψη καταγραφής μεγάλου αριθμού θαλάσσιων ζώων που έχουν πνιγεί ή φονευθεί

από συνθετικά υλικά. Οι κύριες πηγές εισόδου των πλαστικών στους ωκεανούς είναι τα σκουπίδια από τα πλοία και αυτά που εγκαταλείπονται στις ακτές.

Τα πετρελαιοειδή είναι ένας από τους σημαντικότερους και πιο επικίνδυνους ρύπους των υδάτων.

Το πετρέλαιο σχηματίστηκε από οργανικά υπολείμματα νεκρών οργανισμών, σε διάφορες χρονικές περιόδους που διατηρήθηκαν σε μορφή απολιθωμάτων, σε μέρη όπου υπήρχε έλλειψη οξυγόνου και εμπόδιζε την αποικοδόμησή τους.

Η ποιότητα και η σύσταση του πετρελαίου διαφέρει από περιοχή σε περιοχή λόγω της διαφορετικής του προέλευσης. Γενικά διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

1. Μικρού μοριακού βάρους που είναι πτητικές (δηλαδή εξατμίζονται γρήγορα) και για το λόγο αυτό έχουν μικρές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον.

2. Μεσαίου μοριακού βάρους που παραμένουν για μεγαλύτερο διάστημα στο θαλάσσιο περιβάλλον και είναι οι κυρίως υπεύθυνες για την τοξικότητα του πετρελαίου και

3. Οι μεγάλου μοριακού βάρους (πίσσες) που είναι αδρανείς από χημική άποψη αλλά προκαλούν μηχανικής φύσεως παρενέργειες στο οικοσύστημα.

Διακόσιες έως τριακόσιες διαφορετικές ενώσεις περιέχονται στο αργό πετρέλαιο. Το 50-98% του πετρελαίου αποτελείται από υδρογονάνθρακες

1) Αλκάνια (παραφίνες). Ανάλογα με τον αριθμό ατόμων του άνθρακα στις ενώσεις είναι υγρής ή στερεής κατάστασης. Τα αλκάνια είναι σχετικά μη τοξικές ενώσεις και βιοαποικοδομούνται από διάφορους μικροοργανισμούς.

2) Κυκλοαλκάνια. Αυτά με 5-6 άτομα άνθρακα αποτελούν το 30-60% του πετρελαίου. Οι ενώσεις αυτές είναι πολύ ανθεκτικές στην μικροβιολογική αποικοδόμηση.

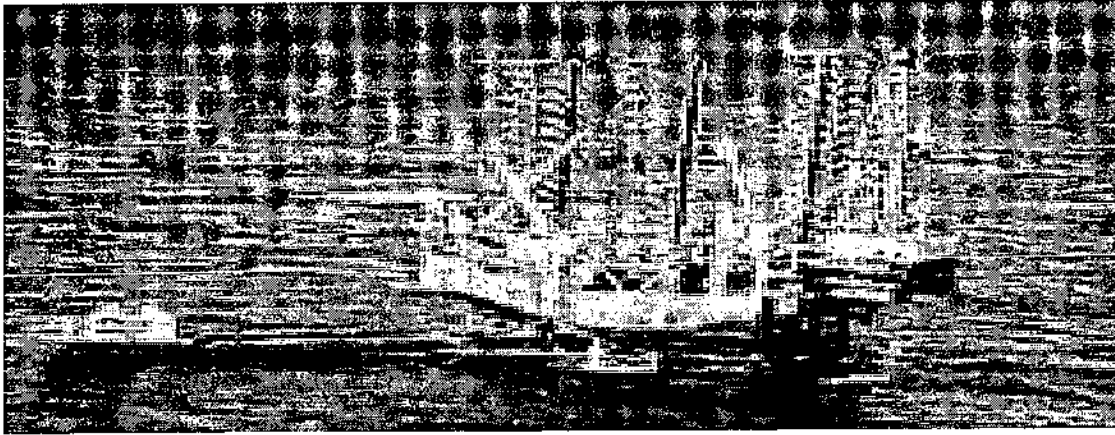
3) Αρωματικές ενώσεις. Είναι πτητικές ενώσεις και αποτελούν το 2-4% του πετρελαίου. Υπάρχουν μερικοί μικροοργανισμοί που εκλεκτικά αποικοδομούν τις ενώσεις αυτές.

4) Άλλες ενώσεις εκτός από τους υδρογονάνθρακες υπάρχουν και άλλες ενώσεις από τις οποίες πιο σημαντικές είναι οι θειούχες. Το θείο που υπάρχει στο πετρέλαιο μπορεί να φτάσει και το 10%.

Ένα μεγάλο ποσοστό του πετρελαίου που καταλήγει στη θάλασσα οφείλεται στις διαρροές διωλιστηρίων ή πετροχημικών εργοστασίων, σε ατυχήματα και μεταφορά μέσω ατμόσφαιρας ή ποταμών. Οι μεγαλύτερες καταστροφές προκαλούνται κυρίως από ατυχήματα κοντά στις ακτές, επειδή οι παράκτιες περιοχές αποτελούν σημαντικό βιότοπο και χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο για διάφορους σκοπούς.

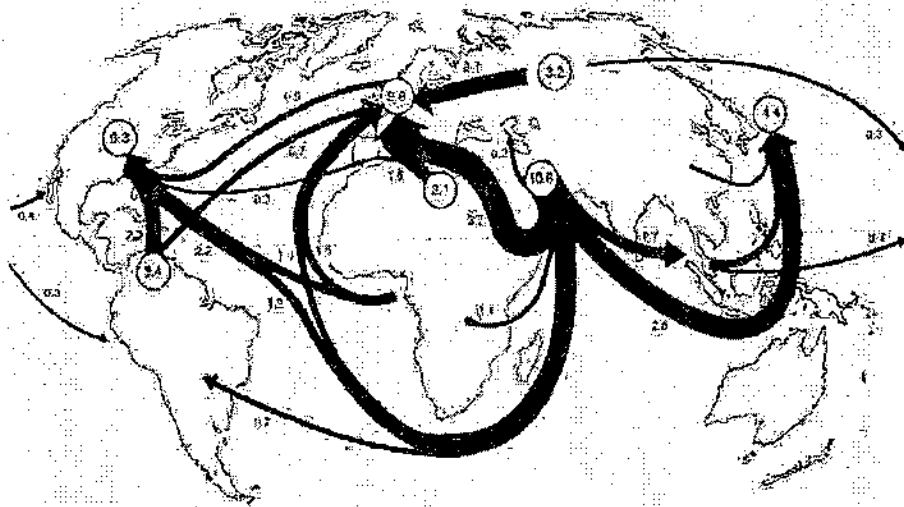


Κάθε χρόνο εξορύσσονται 3 δισεκατομμύρια τόνοι αργού πετρελαίου και το μισό αυτής της ποσότητας μεταφέρεται διά θαλάσσης, με αποτέλεσμα 3 περίπου εκατομμύρια τόνοι να χύνονται στη θάλασσα. Από αυτά ένα μικρό ποσοστό οφείλεται σε μη ανθρωπογενείς διαρροές, σε διαρροές από μόνιμες εγκαταστάσεις (διωλιστήρια, πλατφόρμες, εξορύξεις κ.λ.π.),



Εξόρυξη πετρελαίου στην θάλασσα.

στην διαδικασία της μεταφοράς(ατυχήματα, επισκευές και δεξαμενισμός πλοίων κ.λ.π.)και σε διάφορες αιτίες(αστικά και βιομηχανικά απόβλητα κ.λ.π.).Από όλα αυτά μόνο το 15% οφείλεται σε ατυχήματα δεξαμενόπλοιων.



Κυριότεροι θαλάσσιοι οδοί μεταφοράς πετρελαίου και οι ποσότητες πετρελαίου που μεταφέρονται.

Σοβαρά ατυχήματα είναι τα ναυάγια του Torrey Canyon του Amoco Cadiz και η καταστροφή της Ixtoc. Η κύρια ρύπανση από πετρέλαιο οφείλεται στις απορρίψεις των πλοίων, δημιουργώντας έτσι τις πετρελαιοκηλίδες. Σύμφωνα με την οικολογική οργάνωση Greenpeace η πετρελαιοκηλίδα που προκλήθηκε από το δεξαμενόπλοιο Prestige το οποίο μετέφερε 77.000 τόνους καύσιμα πετρελαίου έξω από τις ακτές της Ισπανίας είναι πιθανό να αντιπροσωπεύει μία από τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές καταστροφές που έχουν συμβεί.



Εθελοντής κρατάει στα χέρια του έναν κορμοράνο καλυμμένο από πετρέλαιο. Η φωτογραφία είναι τραβηγμένη μετά τη βύθιση του πετρελαιοφόρου Prestige, στις ακτές της Γαλικίας στην Ισπανία.

Από τη στιγμή που το πετρέλαιο διέρρευσε στη θάλασσα είναι πολύ δύσκολο να περιοριστεί και το μεγαλύτερο μέρος του θα μείνει στο θαλάσσιο περιβάλλον. Ένα επίσης σημαντικό περιστατικό είναι του τάνκερ Exxon Valdez. Είχαν διαρρεύσει 11 εκατομμύρια γαλόνια αργού πετρελαίου. Μέσα σε λίγες μέρες είχαν ρυπανθεί περίπου 700 μίλια ακτής. Ανιχνεύσιμες ποσότητες πετρελαίου εντοπίστηκαν 600 μίλια μακριά από το σημείο του ατυχήματος. Σύμφωνα με το κέντρο πληροφόρησης για τις πετρελαιοκηλίδες από το 1960 υπήρξαν 39 μεγαλύτερες διαρροές πετρελαίου από τάνκερ.

Το αργό πετρέλαιο και τα προϊόντα διύλισής του παρουσιάζουν μία μεγάλη ποικιλία στη χημική τους σύσταση, γεγονός καθοριστικό για την τύχη τους στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Περιβαλλοντικοί παράγοντες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της τύχης του πετρελαίου στη θάλασσα. Το πετρέλαιο με την είσοδό του στη θάλασσα μεταφέρεται με τους ανέμους, τα θαλάσσια ρεύματα, τα κύματα και την παλίρροια. Οι διάφορες χημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα όπως η διασπορά, η εξάτμιση, η διάλυση, η γαλακτωματοποίηση, η οξειδωση, η πρόσληψη από οργανισμούς και η ιζηματοποίηση μεταβάλλουν συνεχώς τη σύσταση των πετρελαιοκηλίδων.

Το πετρέλαιο κατανέμεται στη διαχωριστική στιβάδα ανάμεσα στην επιφάνεια του θαλασσινού νερού και την ατμόσφαιρα. Αν η ποσότητα του πετρελαίου είναι μικρή τότε σχηματίζεται λεπτό υμένιο. Τα πετρέλαια που αποτελούνται από ελαφρά κυρίως κλάσματα, εξαπλώνονται γρηγορότερα από αυτά με βαριά κλάσματα.

Διασπορά

Η επιφανειακή στιβάδα του πετρελαίου κινείται με τα θαλάσσια ρεύματα και τους ανέμους. Υπολογίζεται ότι μπορεί να μετακινηθεί κατά 60% λόγω των ρευμάτων.

Η ταχύτητα μετακίνησης της κηλίδας έχει οικολογική σημασία διότι η στιβάδα του πετρελαίου μετατοπίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε νέες ποσότητες θαλασσινού νερού έρχονται σε επαφή με το πετρέλαιο και μπορούν να απελευθερώσουν τοξικές ενώσεις χωρίς να τις συσσωρεύσουν σε υψηλές συγκεντρώσεις.

Εξάτμιση

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα μίγμα με αδιάλυτο υδρογονάνθρακες με ειδικό βάρος μικρότερο του νερού με αποτέλεσμα να εξαπλώνεται γρήγορα στην επιφάνεια της θάλασσας. Όμως εξατμίζονται με την πάροδο μερικών ωρών ή ημερών τα ελαφρά κλάσματα ενώ τα βαριά σχηματίζουν πηχάδια σφαιρίδια που παραμένουν στην επιφάνεια και καταλήγουν σε κάποια ακτή ή αποικοδομούνται με την πάροδο του χρόνου με τους μικροοργανισμούς. Το 25% του όγκου μιας τυπικής πετρελαιοκηλίδας ελαττώνεται λόγω εξάτμισης.

Με την πάροδο του χρόνου το πετρέλαιο εμπλουτίζεται σε πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες με 4-5 δακτύλιους. Οι ενώσεις αυτές είναι καρκινογόνες και μεταλλαξογόνες, είναι ελάχιστα υδατοδιαλυτές με αποτέλεσμα να έχουν ελάχιστη επίδραση στην υδροχαρή βιοκοινωνία. Όταν όμως το πετρέλαιο αυτό αναμιχθεί με τα ιζήματα γίνεται επικίνδυνο για τους βενθικούς οργανισμούς.

Γαλακτωματοποίηση

Όταν η επιφάνεια του θαλασσινού νερού αναδεύεται με την επίδραση του ανέμου και κυρίως όταν σχηματίζεται αφρός, το νερό προσροφάει από τη μάζα του πετρελαίου. Μερικά πετρέλαια προσροφούν νερό πολύ γρήγορα και σε ποσότητα πάνω από το 50% του βάρους τους. Το πετρέλαιο της βόρειας θάλασσας προσροφά μέχρι το 80% του νερού. Κατόπιν η πετρελαιοκηλίδα χωρίζεται σε μικρές μάζες.

Τα γαλακτώματα πετρελαίου στο νερό που αποτελούνται από σωματίδια διαμέτρου μέχρι και μερικά χιλιοστά και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις στην επιφάνεια της θάλασσας με τα κύματα και την ανάδευση και μάλλον διαλύονται στην υδατίνη φάση, προσροφώνται στα αιωρούμενα σωματίδια και εναποτίθενται στα ιζήματα ή βιοαποικοδομούνται.

Τα γαλακτώματα νερού στο πετρέλαιο είναι λιγότερο σημαντικά από τοξικολογική άποψη. Φυσικά το πετρέλαιο δεν απομακρύνεται από το θαλάσσιο

περιβάλλον με την γαλακτωματοποίηση αλλά απομακρύνεται από την επιφάνεια της θάλασσας και κατανέμεται στην υδάτινη μάζα με τοξικές επιπτώσεις.

Μηχανική Αναγωγή

Τα κατάλοιπα πετρελαίου με μεγάλο μοριακό βάρος που δεν απομακρύνονται με την εξάτμιση και την γαλακτωματοποίηση σχηματίζουν τα πισσώδη κατάλοιπα που με μορφή σφαιριδίων επιπλέουν στην επιφάνεια των θαλασσών. Τα πισσώδη σφαιρίδια μπορεί να έχουν διαφορετική προέλευση. Μπορεί να καταλήγουν στη θάλασσα από το ξέπλυμα των τάνκερς ή να σχηματίζονται με την παραμονή μιας πετρελαιοκηλίδας για μεγάλο χρονικό διάστημα στην επιφάνεια της θάλασσας.

Υπάρχουν διάφοροι πιθανοί τρόποι για την είσοδο των υδρογονανθράκων πετρελαίου στη θαλάσσια τροφική αλυσίδα.

- 1) Με την κατάποση σωματιδίων στα οποία είναι προσροφημένοι οι υδρογονάνθρακες.
- 2) Με απευθείας πρόσληψη από τα βράγχια, διαλυμένου ή σε διασπορά πετρελαίου.
- 3) Με κατάποση ρυπασμένου νερού, οπότε καταλήγουν στα εντόσθια των ψαριών.
- 4) Μέσω βακτηριδίων όπου συσσωρεύονται και τα οποία αποτελούν τροφή για ορισμένους θαλάσσιους οργανισμούς.

Οι υδρογονάνθρακες πετρελαίου συσσωρεύονται στους λιπαρούς ιστούς πολλών θαλάσσιων οργανισμών, βέβαια προσλαμβάνονται με διαφορετική ταχύτητα και εναποτίθενται εκλεκτικά σε συγκεκριμένους ιστούς.

Η τοξικότητα του πετρελαίου στα θαλάσσια οικοσυστήματα εξαρτάται από τη σύστασή του, τη συγκέντρωση που προσλαμβάνεται από τους οργανισμούς και φυσικά από το είδος του οργανισμού που εκτίθεται σε αυτό. Όσον αφορά

την επίδραση των υδρογονανθράκων πετρελαίου στα ψάρια έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν τη δράση διαφόρων ενζυμικών συστημάτων, τη δομή των ιστών και ελαττώνουν την γονιμότητά τους.

Σε χαμηλές συγκεντρώσεις οι υδρογονάνθρακες πετρελαίου προκαλούν αναισθησία και νάρκωση ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, βλάβες και νεκρώσεις στα κύτταρά τους. Έχει διαπιστωθεί ότι μέσω της τροφικής αλυσίδας μπορούν να συσσωρευτούν σε ανώτερους ζωικούς οργανισμούς.

Η μεγάλη τοξικότητα του πετρελαίου για τους θαλάσσιους οργανισμούς είναι αποτέλεσμα της άμεσης επίδρασης των υδρογονανθράκων σε βασικές κυτταρικές διεργασίες και ειδικότερα σε διεργασίες μεμβράνης. Στην κατηγορία αυτή τα διαλυτά αρωματικά κλάσματα του πετρελαίου αποτελούν τη μεγαλύτερη απειλή για το περιβάλλον. Οι ενώσεις αυτές σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι θανατηφόρες, σε μικρότερες μπορεί να προκαλέσουν διαταραχές στους θαλάσσιους οργανισμούς. Οι επιπτώσεις από την έκχυση πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον διακρίνονται σε μακροπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες.

Αποτέλεσμα είναι η μείωση της διαπερατότητας του φωτός, έτσι αναστέλλεται η φωτοσύνθεση των θαλάσσιων φυτών, όταν η στιβάδα του πετρελαίου παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης μειώνεται σημαντικά η δυνατότητα διάλυσης του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν ασφυκτικές καταστάσεις για τη βιοκοινότητα.

Οι επιδράσεις που έχουμε από την ρύπανση του πετρελαίου δεν σταματούν εδώ. Ο θάνατος των θαλάσσιων πουλιών είναι επίσης ένα μεγάλο πρόβλημα. Δεκάδες ή ακόμη και εκατοντάδες χιλιάδες θαλασσινά πουλιά ρυπαίνονται με πετρέλαιο στο βορειοανατολικό Ατλαντικό ωκεανό. Τα θαλασσινά πουλιά θανατώνονται λόγω των φυσικών ιδιοτήτων του πετρελαίου που επιπλέει ενώ η τοξικότητα των συστατικών του είναι μικρότερης σημασίας. Όταν τα φτερά του πουλιού ρυπαίνονται με πετρέλαιο τότε αυτά χάνουν τη μόνωσή τους, επειδή οι ενώσεις στις οποίες οφείλεται η μόνωση διαλύονται στο πετρέλαιο. Εάν το

πουλί παραμένει στη θάλασσα, το νερό διαπερνά τα φτερά και τα πούπουλά του και εκτοπίζει τον αέρα που είναι εγκλωβισμένος ανάμεσα στα πούπουλα και το δέρμα. Η στιβάδα αέρα παρέχει στο πουλί ελαφρότητα και θερμική μόνωση. Με την απώλειά του τα φτερά διαβρέχονται και τα πουλιά βυθίζονται και πνίγονται. Τα πουλιά στην προσπάθειά τους να καθαρίσουν τα φτερά τους με το ράμφος, προσλαμβάνουν με κατάποση μια ποσότητα υδρογονανθράκων.

Ανάλογα με την τοξικότητά του το πετρέλαιο μπορεί να προκαλέσει εντερικές διαταραχές και βλάβες στα νεφρά ή στο ήπαρ. Αν το πετρέλαιο μεταφερθεί από τα φτερά ενός πουλιού που επωάζει στο αυγό, τότε το έμβρυο πιθανώς θανατώνεται.

Οι απώλειες στους πληθυσμούς των θαλάσσιων πτηνών που έχουν αναφερθεί είναι πολλές και δύσκολα αναπληρώσιμες λόγω του σχετικά μικρού αριθμού απογόνων τους σε σχέση με τους άλλους οργανισμούς. Τα θαλάσσια θηλαστικά δε φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σε αυτή τη μορφή ρύπανσης και δεν έχουν αναφερθεί παρά μικρές περιπτώσεις μικρών φώκιας που μολύνθηκαν από πετρέλαιο.

Μία άλλη άποψη κυρίως της χρόνιας μορφής ρύπανσης από πετρελαιοειδή είναι οι οικονομικές συνέπειες στην αγορά αλιευμάτων και στην τουριστική αγορά.

Ακόμη και μικρές συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων προσδίδει μία χαρακτηριστική δυσάρεστη γεύση τόσο στα ψάρια όσο και σε άλλα αλιεύματα που οδηγεί στην απαγόρευση διάθεσής τους στο εμπόριο.

Η τουριστική αγορά δεν αποδέχεται ακτές που έχουν επηρεαστεί από διαρροές πετρελαίου. Ιδιαίτερο πρόβλημα αποτελούν οι πίσσες που μολονότι δεν έχουν τοξική δράση δημιουργούν δυσάρεστη αίσθηση και κυρίως παραμένουν στις ακτές όπου αποτίθενται για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει καμία αποτελεσματική μέθοδος απομάκρυνσης των πετρελαιοκηλίδων. Μία απλή και εύκολη λύση που θα μπορούσε να εφαρμοστεί με επιτυχία σε ανοικτή θάλασσα είναι η καύση του πετρελαίου.

Η μέθοδος όμως αυτή δεν βρίσκει μεγάλη εφαρμογή για δύο κυρίως λόγους:

1) Τα πτητικά συστατικά του πετρελαίου εξατμίζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα η πετρελαιοκηλίδα να αναφλέγεται δύσκολα. Η καύση της πετρελαιοκηλίδας είναι δυνατή μόνο κατά τη διάρκεια της πρώτης μισής ώρας μετά το ατύχημα.

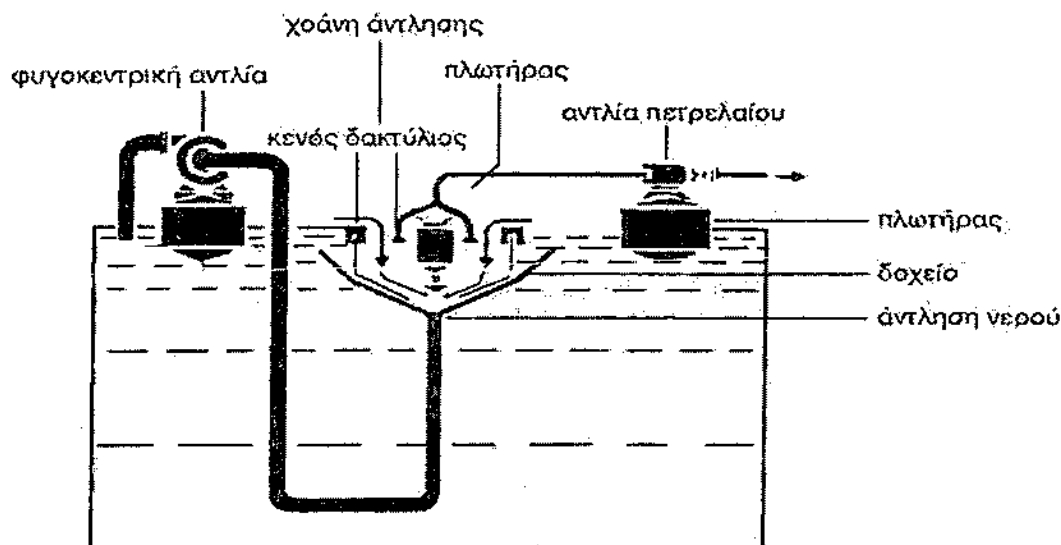
2) Με την καύση του πετρελαίου εκλύονται μεγάλες ποσότητες καπνού, οπότε προκαλείται δευτερογενής ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Η χρήση των απορρυπαντικών ουσιών που χρησιμοποιούνται για την καταστροφή των πετρελαιοκηλίδων πρέπει να είναι περιορισμένη διότι σε συνδυασμό με το πετρέλαιο, μπορούν να αποβούν πιο επικίνδυνες απ' ότι το πετρέλαιο μόνο του. Η εφαρμογή χημικών μεθόδων σε ρηχά νερά παράκτιων περιοχών είναι προβληματική, επειδή υπάρχει κίνδυνος δηλητηρίασης των οργανισμών που ζουν στον πυθμένα και τα υπερκείμενα στρώματα.

Λόγω της μεγάλης τοξικότητας των απορρυπαντικών έχουν τεθεί σημαντικοί περιορισμοί στη χρήση τους για την καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων. Οποσδήποτε η τοξικότητα του μίγματος πετρελαίου-απορρυπαντικού δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από εκείνη του πετρελαίου.

Η χρήση των απορρυπαντικών συνιστάται μετά την εξάτμιση των πτητικών κλασμάτων του πετρελαίου ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος έκρηξης κατά τη διάρκεια της επιχείρησης καθαρισμού.

Ο ψεκασμός πρέπει να γίνεται πριν σχηματιστεί το γαλάκτωμα νερού στο πετρέλαιο διότι το γαλάκτωμα αυτό είναι πιο σταθερό και διασκορπίζεται πολύ δυσκολότερα απ' ότι η πετρελαιοκηλίδα. Άλλες χημικές ενώσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τα άχυρα και η κονιοποιημένη κιμωλία. Η πιο φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος καταπολέμησης των πετρελαιοκηλίδων είναι ο μηχανικός διαχωρισμός του μίγματος νερού-πετρελαίου από την επιφάνεια, με απομάκρυνση του νερού και επαναχρησιμοποίηση του πετρελαίου.



Πλωτή εγκατάσταση άντλησης πετρελαίου από πετρελαιοκηλίδες.

Αν μία μεγάλη ποσότητα πετρελαίου καταλήξει στις ακτές και υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης σ' αυτές, τότε μία μεγάλη ποσότητα μπορεί ν' αντληθεί σε βυτιοφόρο και να απομακρυνθεί.

Στην περίπτωση που είναι δυνατόν να παραλάβουμε το πετρέλαιο από τις ακτές μία σημαντική ποσότητα παραμένει ανάμεσα στα βράχια ή διεισδύει στο υπόστρωμα. Οι τεχνικές για την απομάκρυνση του πετρελαίου αυτού εξαρτάται από τη φύση της ακτής και επειδή η κατεργασία προκαλεί συχνά μεγαλύτερη ζημιά στην πανίδα και χλωρίδα απ' ό,τι το ίδιο το πετρέλαιο. Η απόφαση η όχι να καθαρισθεί η ακτή εξαρτάται από τη σημασία και αξία που έχει η παραλία.

Οι ουσίες για τη διασπορά του πετρελαίου δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε παραλίες από χαλίκια ή άμμο επειδή το πετρέλαιο εισχωρεί μέσα οπότε εξαφανίζεται από την επιφάνεια. Ο μόνος τρόπος καθαρισμού τέτοιων ακτών είναι να απομακρυνθεί το επιφανειακό στρώμα που έχει ρυπανθεί είτε με χειροκίνητα μέσα είτε με μπουλντόζες. Τα καταστρεπτικά αποτελέσματα στη χλωρίδα και στην πανίδα μπορούν να ελαττωθούν χρησιμοποιώντας άχυρα και κομμένα χόρτα για να προσροφήσουν τη μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου. Στα βράχια που είναι καλυμμένα με φύκια, ένα μεγάλο μέρος του πετρελαίου παγιδεύεται σ' αυτά, συλλέγονται κατόπιν και απομακρύνονται. Η

απομάκρυνση του πετρελαίου με τέτοιες φυσικές μεθόδους αφορά ένα μικρό μέρος, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του πετρελαίου παραμένει.

Η ανίχνευση των πετρελαιοκηλίδων γίνεται με διάφορους τρόπους που είναι οι εξής:

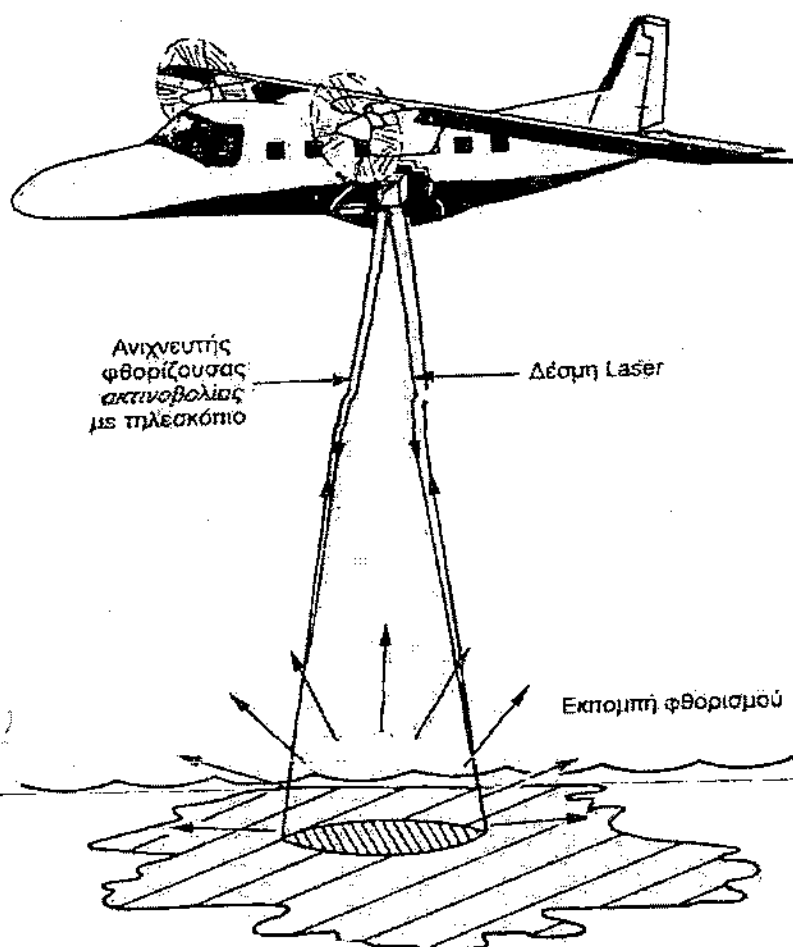
1) Μια συνεχής επιτήρηση και έλεγχος της θάλασσας σε μεγάλη έκταση για τον εντοπισμό πετρελαιοκηλίδων λόγω ατυχημάτων αλλά και λόγω ρύπανσης από χερσαίες πηγές.

2) Εξακρίβωση και επιβεβαίωση ασαφών και ανακριβών πληροφοριών σχετικά με τη ρύπανση από πετρελαιοκηλίδες.

3) Εντοπισμός της ρύπανσης από πετρέλαιο και ταυτοποίηση της πηγής του. Αυτό απαιτεί και ηλεκτρονικούς και οπτικούς ανιχνευτές.

4) Συντονισμός επιχείρησης πλοίων για την απομάκρυνση των πετρελαιοκηλίδων.

5) Χρήση αεροπλάνων: Τα μηχανήματα που έχουν επιλεγεί για τα ειδικά αυτά αεροπλάνα περιλαμβάνουν ανιχνευτές που η λειτουργία τους στηρίζεται σε διάφορες φυσικές ιδιότητες.



Ανιχνευτής Laser

Οι πιο σημαντικοί ανιχνευτές που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

- Το αερομεταφερόμενο ραντάρ πλευρικής θέας. Το ραντάρ αυτό λειτουργεί σαν ένας ανιχνευτής μεγάλου εύρους για ανίχνευση μεγάλης έκτασης λεπτών στρωμάτων πετρελαίου στην επιφάνεια του νερού.
- Ο σαρωτής UV/IR (υπεριώδους-υπέρυθρου) χρησιμοποιεί φασματικές περιοχές στο υπεριώδες και στο υπέρυθρο.
- Το ραδιότετρο-μικροκυμάτων (MWR) είναι επίσης ανιχνευτής κοντινού εύρους. Μετρά τη φυσική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Η λειτουργική σπουδαιότητα έγκειται στον ποσοτικό προσδιορισμό στρωμάτων πετρελαίου με διαφορετικά πάχη και όγκους όσον αφορά τη ρύπανση του πετρελαίου.

- Επεξεργασία δεδομένων: Ο έλεγχος και η εκτίμηση των δεδομένων επιτυγχάνεται με ένα σύστημα επεξεργασίας των δεδομένων.

- Σύστημα κάμερας: Για την ταυτοποίηση των πλοίων, τοποθετείται επίσης ένα σύστημα κάμερας.

Η ευρωπαϊκή επιτροπή ανέπτυξε ένα πρόγραμμα δράσης προκειμένου να αντιμετωπίσουν περιστατικά ρύπανσης των θαλασσών από πετρέλαιο και να δημιουργήσει τις προϋποθέσεις για μία αποτελεσματική αμοιβαία βοήθεια.

Το πρόγραμμα αυτό δράσης περιλαμβάνει τους παρακάτω τομείς:

- Σύστημα πληροφόρησης
- Πρόγραμμα εκπαίδευσης
- Μελέτες και πιλοτικά προγράμματα
- Επιτροπή

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποδίδει μεγάλη σημασία στο καλά εκπαιδευμένο προσωπικό που αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο του όλου προγράμματος δράσης. Στα εκπαιδευτικά τμήματα γίνονται μαθήματα για την αντιμετώπιση της θαλάσσιας ρύπανσης, καθώς και των πετρελαιοκηλίδων και άλλων επικίνδυνων ουσιών.

Ο συντονισμός και η διαχείριση του προγράμματος δράσης ανήκει στην υπευθυνότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το έργο της Ε.Ε. συνεπικουρείται από την Συμβουλευτική Επιτροπή για τον έλεγχο και την καταπολέμηση της ρύπανσης που προκαλείται από το πετρέλαιο και άλλες επικίνδυνες ουσίες που καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον.

2.6. Διασπορά ρύπων από καμινάδες.

Τα αερολύματα που προέρχονται από τις διάφορες καύσεις και την παραγωγική διαδικασία των βιομηχανιών διοχετεύονται στον τελικό αποδέκτη, την ατμόσφαιρα, μέσω των καμινάδων. Οι καμινάδες δεν αποτελούν μέσο καθαρισμού των αερολυμάτων, αφού δε γίνεται σ' αυτές συγκράτηση ρυπαντικού φορτίου, αλλά αντίθετα διευκολύνουν τη διασπορά των αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα, ώστε να αποφεύγεται η εμφάνιση υψηλών συγκεντρώσεων εδάφους σε μια ευρύτερη περιοχή. Η χρήση των καμινάδων είναι απαραίτητη για την διοχέτευση τόσο ανεπεξέργαστων, όσο και επεξεργασμένων αερολυμάτων.

Κατά την έξοδο τους από την καμινάδα, τα αερολύματα σχηματίζουν θύσανο και στη συνέχεια διασκορπίζονται στην ατμόσφαιρα. Η μορφή του θυσάνου, η διεύθυνσή του και, γενικά, ο τρόπος διασκορπισμού του καθορίζονται από διάφορους παράγοντες κυριότεροι από τους οποίους είναι:

1. Χαρακτηριστικά αερολυμάτων. Η θερμοκρασία, η πυκνότητα, η περιεχόμενη υγρασία και η ταχύτητα των αερολυμάτων έχουν σημαντική επίδραση στη διαμόρφωση του θυσάνου. Όσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα με την οποία εξέρχονται τα αερολύματα, τόσο πιο πολύ υπερυψώνεται ο θύσανος πάνω από την καμινάδα. Το ίδιο ισχύει και για την θερμοκρασία των αερολυμάτων. Αντίθετα, η μεγάλη πυκνότητα και η υγρασία των αερολυμάτων περιορίζει την υπερύψωση του θυσάνου.

2. Άνεμος. Τα χαρακτηριστικά του ανέμου (διεύθυνση, ταχύτητα, τυρβώδης ροή) παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διεύθυνση του θυσάνου και την διασπορά των αερολυμάτων. Τα αερολύματα που εξέρχονται από την καμινάδα ακολουθούν την διεύθυνση του ανέμου και διαχέονται λόγω της τυρβώδης ροής του. Γενικά, αύξηση της ταχύτητας του ανέμου μειώνει την υπερύψωση του θυσάνου, αλλά επιταχύνει τη διασπορά λόγω ταχύτερης ανάμειξης και εξισορρόπησης των αερολυμάτων με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Οι παράγοντες

που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του ανέμου (τριβή με το έδαφος, τοπογραφία και διάφορα κτίσματα και κατακόρυφη κατανομή της θερμοκρασίας) επηρεάζουν και τη διαδικασία της διασποράς.

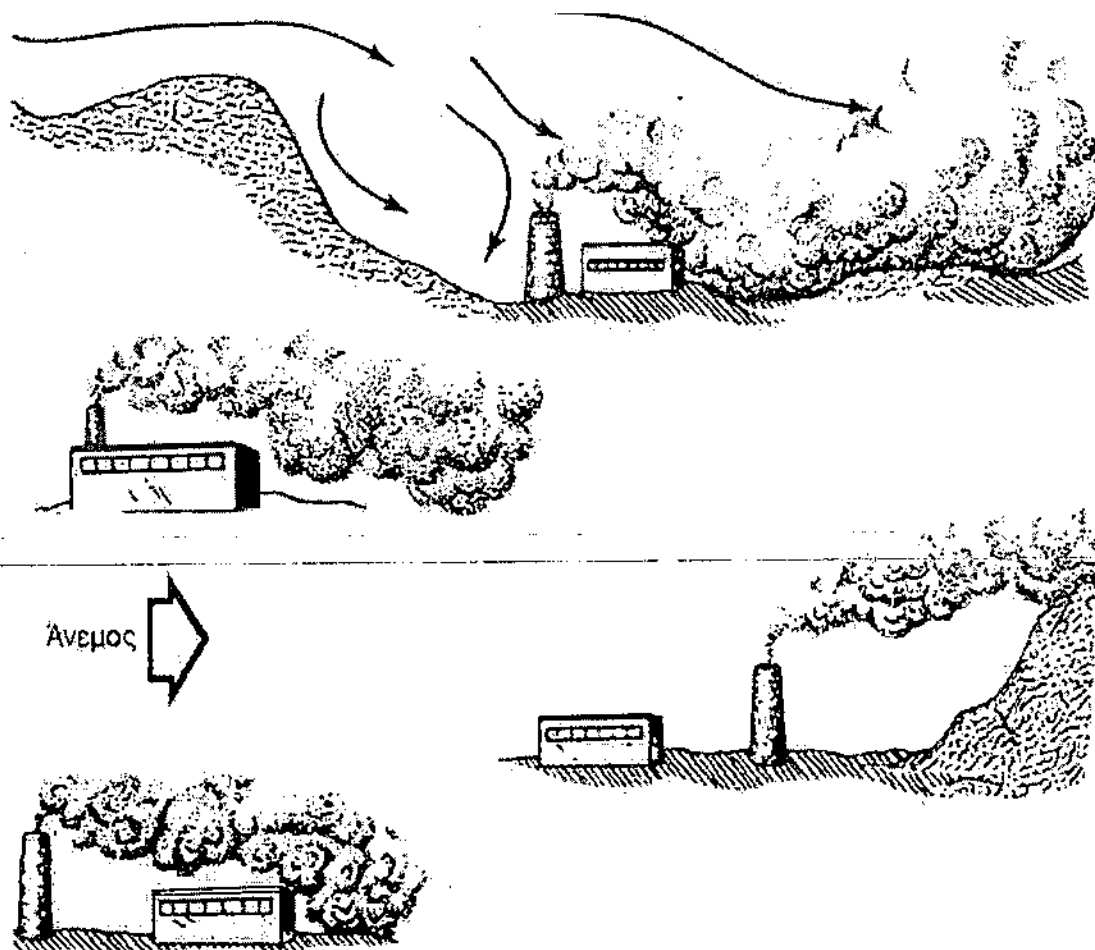
3. Τοπογραφία και κτίσματα. Στο σχήμα απεικονίζονται χαρακτηριστικά παραδείγματα από την επίδραση της μορφολογίας του εδάφους και της παρουσίας κτισμάτων στη διασπορά αερολυμάτων από καμινάδες.

4. Κατακόρυφη κατανομή θερμοκρασίας. Ο παράγοντας αυτός , σε συνδυασμό με την ταχύτητα του ανέμου, καθορίζουν κυρίως τη διαμόρφωση του θυσάνου και τη διασπορά αερολυμάτων. Στο σχήμα απεικονίζονται οι κυριότερες μορφές θυσάνων ως συνάρτηση της θερμοβαθμίδας .Ο θυμιάζων και ο παγιδευμένος θύσανος είναι οι πιο σημαντικοί για τις συγκεντρώσεις εδάφους. Ένα θερμικά σταθερό στρώμα στο επάνω μέρος εμποδίζει την προς τα πάνω διάχυση, ενώ επιταχύνεται η διάχυση προς τα κάτω λόγω της παρουσίας ενός ουδέτερου ή ασταθούς στρώματος στο κάτω μέρος. Παγιδευμένος θύσανος σχηματίζεται και ανάμεσα σε δύο στρώματα αναστροφής. Ο υπερυψωμένος θύσανος είναι ο πιο επιθυμητός από άποψη ατμοσφαιρικής ρύπανσης, επειδή το κατώτερο στρώμα εμποδίζει τη διάχυση προς τα κάτω.

5. Ύψος της καμινάδας. Όσο πιο ψηλή η καμινάδα, τόσο η συγκέντρωση των ρύπων στο έδαφος είναι χαμηλότερη . Υπολογίζεται ότι, κάτω από τις ίδιες συνθήκες (ίδια παροχή αερολυμάτων και ίση απόσταση από την καμινάδα), οι συγκεντρώσεις του εδάφους είναι αντιστρόφως ανάλογες της ταχύτητας του ανέμου και του τετραγώνου του ενεργού ύψους της καμινάδας. Αυτό σημαίνει ότι, διατηρώντας τις άλλες συνθήκες σταθερές, διπλασιασμός του ύψους της καμινάδας έχει ως αποτέλεσμα τον υπερτετραπλασιασμό της συγκέντρωσης εδάφους σε ορισμένο σημείο. Γενικά, οι καμινάδες που εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες αερολυμάτων πρέπει να είναι τόσο ψηλές, ώστε να ξεπερνούν το στρώμα αναστροφής.

Η διασπορά των αερολυμάτων που εκπέμπονται από καμινάδες αποτελεί ένα σύνθετο και περίπλοκο πρόβλημα, επειδή απαιτεί τη γνώση παραμέτρων που

μεταβάλλονται τόσο χωρικά, όσο και χρονικά. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού έχουν αναπτυχθεί μαθηματικά μοντέλα, με κυριότερο το στατιστικό μοντέλο του Gauss.



Επίδραση της μορφολογίας του εδάφους και των κτησμάτων στη διασπορά των αερολυμάτων από καμινάδες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Χρήσεις του πετρελαίου και των προϊόντων του- Ρύπανση.

3.1 Καύσιμα αεροσκαφών (Jet fuels)

Εισαγωγή

Τα αεροπορικά καύσιμα τύπου κηροζίνης είναι αποστάγματα πετρελαίου από 150 °C μέχρι 280 °C. Χρησιμοποιούνται σε αεροστροβίλους κινητήρες των αεροπλάνων της πολιτικής και πολεμικής αεροπορίας.

Είδη Αεροπορικών Καυσίμων

Υπάρχουν δύο κατηγορίες αεροπορικών καυσίμων με κριτήριο το εύρος της απόσταξής τους:

Τα αεροπορικά καύσιμα τύπου κηροζίνης (kerosene type) με εύρος απόσταξης 150° -280° και τα καύσιμα μεγάλου εύρους απόσταξης (wide cut type) με εύρος 40-290 °C. Η δεύτερη κατηγορία είχε το πλεονέκτημα της μεγάλης επάρκειας ποσοτήτων σε συνθήκες πολέμου. Ωστόσο τα μειονεκτήματα του καυσίμου εξαιτίας της μεγάλης πτητικότητάς του, όπως οι μεγάλες απώλειές του λόγω εξάτμισης σε μεγάλα ύψη και ο αυξημένος κίνδυνος κατά την χρησιμοποίησή του, περιόρισαν σημαντικά την χρήση του συγκεκριμένου τύπου αεροπορικού καυσίμου.

Προδιαγραφές Αεροπορικών Καυσίμων

Η θέσπιση προδιαγραφών των αεροπορικών καυσίμων είναι ο μηχανισμός με τον οποίο παραγωγή και χρήστες ελέγχουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες, ώστε να εξασφαλίζεται η ικανοποιητική και αξιόπιστη χρησιμοποίησή τους. Επειδή τα καύσιμα ενός αεροπλάνου προέρχονται συχνά από πολλά διωλιστήρια διαφορετικών χωρών και από πολλά συστήματα διανομής, ο έλεγχος της ποιότητάς τους σύμφωνα με διεθνής προδιαγραφές είναι σημαντικός και απαραίτητος.

Οι προδιαγραφές περιλαμβάνουν:

- Τις ιδιότητες του καυσίμου που ενδιαφέρουν.
- Τις επίσημες μεθόδους ανάλυσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν (καθώς και τις εναλλακτικές).

Πρόκειται για πρότυπες μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί από ειδικούς οργανισμούς, όπως :

1. ASTM (American Society for Testing and Materials)
2. IP (Institute of Petroleum)
3. DEF STAN (Defence Standard)
4. ISO (International Standard Organization)
5. CEN (European Committee for Standardization)
6. BSI (British Standardization Institute)

Οι οργανισμοί αυτοί αναπτύσσουν την μέθοδο ανάλυσης, την περιγράφουν με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, περιοδικά την ανανεώνουν ώστε να υιοθετείται κάθε νέα τεχνολογική αλλαγή και ορίζουν τα επιτρεπτά σφάλματα της μέσο διεργαστηριακών ελέγχων.

- i. Τα όρια της τιμής της ιδιότητας, όπως μετρείται σύμφωνα με την επίσημη μέθοδο.
- ii. Το καύσιμο πρέπει να ικανοποιεί το σύνολο των ορίων.

- iii. Παρατηρήσεις για την σύσταση του καυσίμου, παρατηρήσεις-τροποποιήσεις για τις προτεινόμενες μεθόδους ανάλυσης.
- iv. Τα επιτρεπόμενα πρόσθετα για την βελτίωση κάποιων ιδιοτήτων του καυσίμου και τις επιτρεπόμενες δοσολογίες τους.

Δύο οργανισμοί έχουν την κύρια ευθύνη να εκδίδουν και περιοδικά να ανανεώνουν τις προδιαγραφές για καύσιμα αεροστροβίλων κινητήρων της πολιτικής αεροπορίας:

Ο οργανισμός ASTM και το Υπουργείο Άμυνας του Ηνωμένου Βασιλείου: ASTM D-1655, Προδιαγραφές αεροπορικών καυσίμων

Περιλαμβάνει προδιαγραφές για τρία είδη .

Δύο καύσιμα τύπου κηροζίνης (JET A και JET A-1) και ένα καύσιμο μεγάλου εύρους απόσταξης (JET B).

Το JET A χρησιμοποιείται μόνο στις ΗΠΑ και η κύρια διαφορά του με το JET A-1 είναι στο freezing point: -47°C max .

Πρότυπο Άμυνας 91-91 (Defence Standard 91-91).

Το Βρετανικό Υπουργείο Άμυνας περιλαμβάνει στο πρότυπο τον τύπο JET A-1 με ελάχιστες διαφορές από την ASTM κατάταξη

Επίσης ένας αριθμός εταιρειών πετρελαίου που παράγουν και διακινούν διεθνώς αεροπορικά καύσιμα έχουν συνδυάσει τις πιο αυστηρές απαιτήσεις των ASTM D-1655 και DEF. STAN. 91-91 σε ένα έγγραφο , συλλογική λίστα.

Σχετικά με τα αεροπορικά καύσιμα της πολεμικής αεροπορίας ,το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ εκδίδει σχετικές προδιαγραφές .

Υπάρχουν δύο καύσιμα που χρησιμοποιούνται κυρίως στην πολεμική αεροπορία:

Το JP-5 από το ναυτικό και το JP-8 από την αεροπορία .Τόσο το JP-5 όσο και το JP-8 είναι αεροπορικά καύσιμα τύπου κηροζίνης (έχουν εύρος αποστάξεως $150^{\circ}\text{C} - 280^{\circ}\text{C}$). Η διαφορά τους είναι το σημείο ανάφλεξης .Για το

JP-8 έχουμε 38°C (min) ενώ για το JP-5 ισχύει 60°C (min). Το υψηλότερο FP για το JP-5 προβλέπεται για την ασφαλέστερη διαχείριση του καυσίμου στα πλοία που μεταφέρουν αεροσκάφη.

Το JP-8 και το JET A-1 της πολιτικής αεροπορίας είναι παρόμοια καύσιμα με ελάχιστες διαφορές. Η κυριότερη διαφορά των προδιαγραφών τους αφορά τα πρόσθετα που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν.

Προέλευση Αεροπορικών Καυσίμων.

Τα αεροπορικά καύσιμα τύπου κηροζίνης προέρχονται κυρίως από πλευρικά κλάσματα της ατμοσφαιρικής απόσταξης του αργού που ικανοποιούν τις απαιτήσεις απόσταξης ,σημείου ανάφλεξης (flash point) και σημείου πήξης (freezing point) του καυσίμου.

Τα κλάσματα αυτά γενικά ικανοποιούν τις περισσότερες απαιτήσεις των προδιαγραφών .Περιέχουν όμως κάποια συστατικά σε ίχνη που πρέπει να απομακρυνθούν όπως:

- Οι μερκαπτάνες (R-S-H), μία κατηγορία ενώσεων που περιέχουν θειάφι. Πρέπει να μειωθούν γιατί είναι διαβρωτικές και έχουν έντονη οσμή .Μετατρέπονται στην μονάδα μετατροπής MEROX με οξυγόνο σε δυσουλφίδια (R-S-S-R), τα οποία έχουν ασθενέστερη διαβρωτική δράση και οσμή.



- Πολικές ενώσεις που απομακρύνονται εύκολα με κατεργασία με clay/ άργιλο. Οι πολικές ενώσεις είναι ανεπιθύμητες γιατί δεσμεύουν το νερό και κάνουν ασταθές το καύσιμο (thermal stability).

Παραδοσιακά τα αεροπορικά καύσιμα τύπου κηροζίνης προέρχονται μόνο από κλάσματα ατμοσφαιρικής απόσταξης. Προϊόντα θερμικής ή καταλυτικής πυρόλυσης δημιουργούν καύσιμο εκτός προδιαγραφών .

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται διεργασίες υδρογονοκατεργασίας (hydroprocessing) και υδρογονοπυρόλυσης(hydrocraking) που παράγουν υψηλής ποιότητας κηροζίνη. Οι διεργασίες αυτές χρησιμοποιούν υδρογόνο και κατάλληλο καταλύτη για να απομακρυνθούν τα ανεπιθύμητα συστατικά .

Οι διεργασίες υδρογόνωσης με ήπιες συνθήκες απομακρύνουν ενώσεις θείου ,αζώτου και τις ολεφίνες .Όταν οι συνθήκες γίνουν έντονες ,η απομάκρυνση του θείου και του αζώτου είναι πλήρης και επέρχεται κορεσμός αρωματικών ενώσεων.

3.2.Καύσιμα Αυτοκινήτων.

Το πετρέλαιο είναι το καύσιμο των μηχανών πετρελαίου εσωτερικής καύσης και των καυστήρων για θέρμανση. Γενικά το πετρέλαιο (diesel, gasoil) περιλαμβάνει απόσταγμα στην περιοχή 200-385°C.Η μηχανή πετρελαίου εσωτερικής καύσεως έχει πολλές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται σε τραίνα, λεωφορεία, κάθε είδους οχήματα, σε χωματουργικά και γεωργικά μηχανήματα , σε όλα τα θαλάσσια μέσα.Μηχανές diesel κινούν ηλεκτρογεννήτριες μεγάλης ισχύος και έχουν πολλές εφαρμογές στη βιομηχανία.Η ταξινόμησή τους γίνεται ανάλογα με το μέγιστο αριθμό στροφών που αναπτύσσουν .Οι υψηλότερες diesel μηχανές χρησιμοποιούνται κυρίως σε οχήματα με καύσιμο το πετρέλαιο κίνησης (Automotive gasoil) και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στην ποιότητα του καυσίμου, διαμορφώνοντας αυστηρότερες προδιαγραφές. Οι μηχανές πετρελαίου έχουν τεράστια ποικιλία με βάση το μέγεθος, την παραγόμενη ισχύ και άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Η αυξημένη ποσότητα καυσίμου και η ατελής καύση του οδηγεί στο γνωστό πρόβλημα καπνιάς ,περιορίζοντας την ισχύ και τις στροφές του κινητήρα. Η καπνιά αυτή βγαίνει με τα καυσαέρια.

Πρόκειται για μικροσωματίδια που συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν διαφόρων μεγεθών συσσωματώματα και, καθώς η θερμοκρασία πέφτει κατά μήκος της εξόδου των καυσαερίων, νερό, υδρογονάνθρακες (HC) και άλλα πτητικά συστατικά (ενώσεις θείου, PAH), συμπυκνώνονται πάνω στον κεντρικό πυρήνα από άκαυτο άνθρακα. Τα αιωρούμενα σωματίδια υπάρχουν ακόμα και όταν δεν είναι ορατή η καπνιά στα καυσαέρια. Οι διαστάσεις τους είναι 0,1 μέχρι 10 μm. Για την μείωση των μικροσωματιδίων αναπτύσσονται τεχνολογικές βελτιώσεις στον diesel κινητήρα όπως: καταλύτες κατεργασίας καυσαερίων, παγίδες σωματιδίων, φίλτρα σωματιδίων και οι συνδυασμοί τους.

Στα καυσαέρια οι εκπομπές άκαυτων υδρογονανθράκων (HC) και μονοξειδίου του άνθρακα (CO) είναι χαμηλές και αντίστοιχες σε βενζινοκινητήρα μόνο με την χρήση τριοδικού καταλύτη, ενώ το συνολικό διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται είναι χαμηλό χάρη στην καλή οικονομία καυσίμου. Τα επίπεδα των αερίων ρύπων μπορούν μειωθούν περαιτέρω με καταλύτη οξειδωσης.

Στον κινητήρα πετρελαίου οι συνθήκες καύσης (μεγάλες θερμοκρασίες, πιέσεις και συγκεντρώσεις οξυγόνου) συμβάλλουν σε μεγαλύτερη παραγωγή οξειδίων αζώτου (NO_x) κυρίως στην περίοδο απότομης καύσης σε σχέση με τον βενζινοκινητήρα.

Το πρόβλημα της εκπομπής NO_x γίνεται προσπάθεια να μειωθεί με την καθυστέρηση του χρόνου εισαγωγής καυσίμου, τη χρήση ανακυκλοφορίας καυσαερίων και το σύστημα ψύξης αέρα εισαγωγής στην περίπτωση στροβιλοσυμπιεστή.

Υπάρχουν επίσης καταλύτες μείωσης NO_x και καταλύτες προσρόφησης που απομακρύνουν NO_x από τα καυσαέρια. Η περιεκτικότητα θείου στο diesel είναι επίσης σημαντικός παράγοντας λειτουργίας τους.

Γενικά στον πετρελαιοκινητήρα οι κύριοι στόχοι της κατεργασίας των καυσαερίων είναι η μείωση των εκπομπών NO_x και μικροσωματίδια, διατηρώντας την κατανάλωση καυσίμου και την παραγόμενη ισχύ.

- Hydrocarbons (HC)
- Carbon monoxide(CO)
- Oxides of nitrogen(NO_x)
- Particulate(Pm)

Οι αναφερόμενες εκπομπές HC, CO, NO_x και τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούν ρυθμιζόμενες εκπομπές, γιατί καλύπτονται από την νομοθεσία που ορίζει όρια και συγκεκριμένους ελέγχους.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση για τις ρυθμιζόμενες εκπομπές των ελαφρών και βαρειών οχημάτων αναφέρονται τα παρακάτω όρια:

EUROPEAN HEAVY-DUTY EMISSIONS LEGISLATION

Emissions Limits [g/kw*h]

Standard & date	Test Cycle	NO _x	NMHC	THC	CH ₄	CO	Pm
Euro 2 1995/96	R49(diesel)	7.0	-	1.1	-	7.0	0.15
Euro 3 2000/01	ESC(diesel)	5.0	-	0.7	-	5.0	0.10
	ETC(gas)	5.0	0.8	-	1.6	5.0	0.16
Euro 4 2005/06	ESC(D)	3.5	-	0.5	-	3.5	0.02
	ETC(D&G)	3.5	0.6	-	1.1	3.5	0.03
Euro 5 2008	ESC(D)	2.0	-	0.5	-	2.0	0.02
	ETC(DIG)	2.0	0.6	-	1.1	2.0	0.03

European light Diesel
Exhaust emission limits (g/ km)

Emission	Euro I (1992)	Euro II (1996)	Euro III ² (2000)	Euro IV ³ (2005)
HC+ NO _x	0.97	0.7(0.9)	0.56	0.30
CO	2.72	1.0	0.64	0.50
P _m	0.14	0.08(0.10)	0.05	0.025

1- values for DI vehicles in brackets

2- proposed values

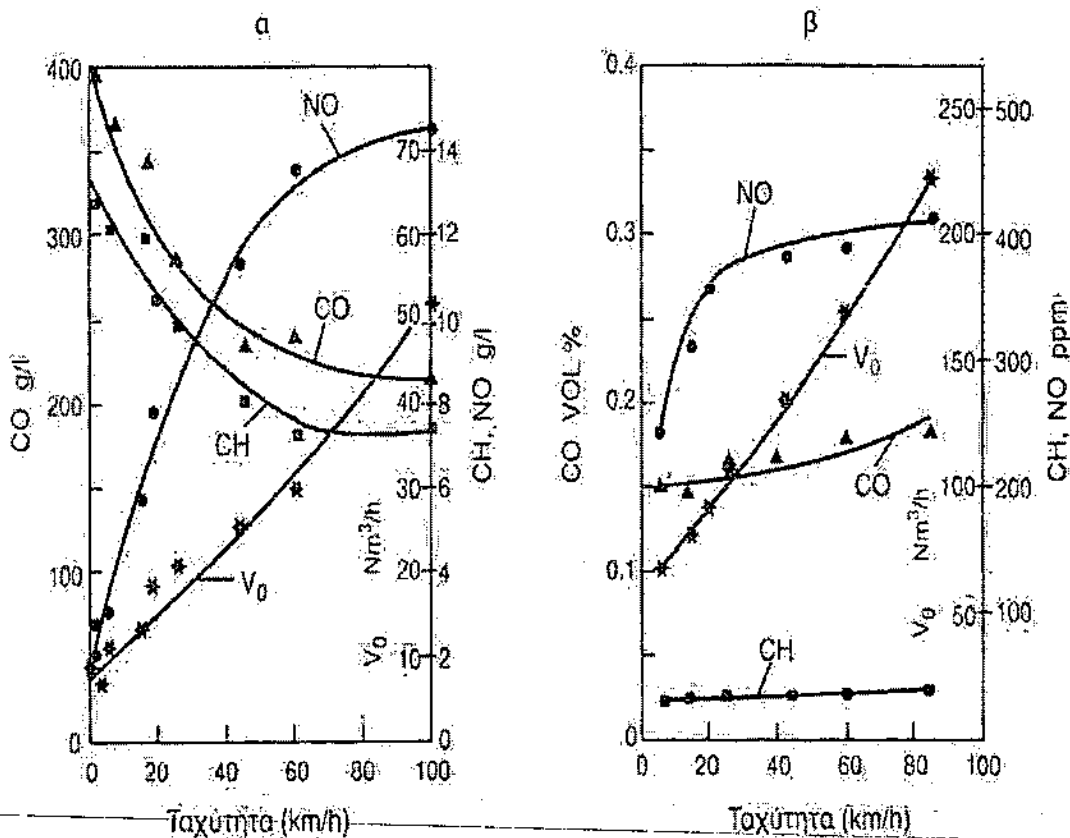
3- indicative values

Πραγματοποιούνται επίσης συνεχείς τεχνολογικές βελτιώσεις του diesel κινητήρα όπως :

- Η αύξηση πίεσης του εισαγόμενου αέρα που αυξάνει την ποσότητα του αέρα που δίνεται στην μηχανή χρησιμοποιούν τη θερμική ενέργεια των καυσαερίων είναι δύο τέτοιες λύσεις που δίνουν παράλληλα τη δυνατότητα καύσης μεγαλύτερης ποσότητας καυσίμου.

- Βελτιώσεις στο σύστημα εισαγωγής καυσίμου τόσο στην περίπτωση άμεσου ψεκασμού , όπου το καύσιμο άμεσα εισάγεται στο κύλινδρο, όσο και στην περίπτωση έμμεσης εισαγωγής ,όπου σε μικρό προθάλαμο αέρας και καύσιμο αναμιγνύονται πριν την εισαγωγή (υψηλός λόγος συμπίεσης, εφαρμογή σε μικρούς πολύστροφους πετρελαιοκινητήρες)

- Βελτιστοποιήσεις του χρόνου εισαγωγής καυσίμου με ηλεκτρονικά ελεγχόμενους ψεκαστήρες για καλύτερη και γρηγορότερη ανάμειξη αέρα-καυσίμου.



Επίδραση της ταχύτητας στις συγκεντρώσεις ρύπων στα καυσάερια α) βενζινοκίνητων, β) περελαιοκίνητων οχημάτων

3.3. Πλοία

Η μεταφορά μέσω θαλάσσης οδηγεί στην ρύπανση της θάλασσας με πετρέλαιο και στην εκπομπή διάφορων βλαβερών για το περιβάλλον ενώσεων.

Η Μεσόγειος είναι μια ημίκλειστη θάλασσα έκτασης 2.5 εκατομμυρίων τετραγωνικών χιλιομέτρων. Στις ακτές της Μεσογείου υπάρχουν περίπου 40 εγκαταστάσεις που είναι συνδεδεμένες με δραστηριότητες γύρω από το πετρέλαιο με τον ένα ή με τον άλλον τρόπο, αρκετά διυλιστήρια και δεξαμενές καυσίμων από τις οποίες δεκάδες εκατομμύρια μετρικοί τόνοι πετρελαίου υπολογίζεται ότι φορτώνονται, ξεφορτώνονται και μεταφέρονται με δεξαμενόπλοια.

Ένα πρόβλημα που συνδέεται με τα πλοία είναι η ρύπανση της θάλασσας με πετρέλαιο από ατυχήματα αλλά και καθημερινές πρακτικές (λειτουργική ρύπανση). Στην πραγματικότητα περισσότερο πετρέλαιο χύνεται στην θάλασσα από παράνομη απόρριψη. Στην Βόρεια και Βαλτική Θάλασσα έχουν αναπτυχθεί συστήματα παρακολούθησης για την πάταξη των παράνομων αυτών ενεργειών με αποτέλεσμα την μείωση της ρύπανσης στις θάλασσες αυτές. Παρόμοια συστήματα δεν υπάρχουν ακόμα στη Μαύρη Θάλασσα καθώς και στην Μεσόγειο, πράγμα που είναι ανησυχητικό μιας και η Μαύρη Θάλασσα είναι πολύ επιβαρημένη από πετρελαϊκή ρύπανση.

Τα ατυχήματα αν και αποτελούν μικρό ποσοστό της συνολικής μόλυνσης από το πετρέλαιο την τελευταία δεκαετία ευθύνονται για την απόρριψη στις Ευρωπαϊκές θάλασσες 830.000 τόνων πετρελαίου.

Σοβαρή είναι η απειλή που δημιουργείται από τις εκπομπές καυσαερίων στην ατμόσφαιρα από τα πλοία. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται για τον ανεφοδιασμό των πλοίων αποτελείται από υψηλά ποσοστά θείου και αζώτου. Ως αποτέλεσμα, εκπέμπονται περίπου 2.6 εκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του θείου και 3.6 εκατομμύρια τόνοι οξειδίων του αζώτου το 2000 από εμπορικά πλοία που πλέουν στις θάλασσες που βρέχουν τις ακτές της Ευρώπης. Και ενώ οι εκπομπές αυτών των βλαβερών ενώσεων μειώνονται από πηγές βασισμένες σε δραστηριότητες στην στεριά οι εκπομπές από τα πλοία αυξάνονται αργά και σταθερά. Η χρόνια έκθεση σε αυτές τις ενώσεις προκαλεί διάφορα προβλήματα υγείας όπως καρδιοαναπνευστικές ασθένειες και καρκίνο των πνευμόνων. Επίσης, συνεισφέρει στη δημιουργία της όξινης βροχής και του ευτροφισμού. Θεωρώντας δεδομένο τον ρυθμό ανάπτυξης του ναυτιλιακού τομέα μέχρι το 2010 οι εκπομπές από τα πλοία οξειδίων του αζώτου και του θείου θα αντιπροσωπεύουν $\frac{3}{4}$ και $\frac{2}{3}$ των συνολικών εκπομπών στην Ευρώπη αντίστοιχα.

3.4. Τρένα.

-Είναι το φιλικότερο προς το περιβάλλον μέσο μεταφοράς διότι:

Α) Ο μέσος όρος εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα (σε γραμμάρια διοξειδίου του άνθρακα για κάθε χιλιόμετρο για ένα επιβάτη) είναι για διάφορα μέσα μεταφοράς:

Τρένα: 73 γρ.

Αμάξια: 114 γρ.

Πτήση κοντινής απόστασης: 330 γρ.

Β) Ένα διπλής κατεύθυνσης αστικό σιδηροδρομικό δίκτυο μπορεί να μεταφέρει 30000 επιβάτες την ώρα προς κάθε κατεύθυνση. Ένας διπλής κατεύθυνσης δρόμος μπορεί να μεταφέρει 3000 με 6000 επιβάτες την ώρα προς κάθε κατεύθυνση.

Γ) Τα τρένα είναι πιο αποδοτικά στη χρήση ενέργειας από τα αεροπλάνα κατά 60%.

Δ) Μεταφέροντας έναν τόνο εμπορεύματος μέσω των τρένων παράγουμε 80% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από τη μεταφορά τους μέσω του οδικού δικτύου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1. Η Ελλάδα απειλείται από την ΜΟΛΥΝΣΗ

Πάνω από 100.000 τόνοι πετρελαίου καταλήγουν κάθε χρόνο στις θάλασσες μας, που από την άποψη αυτή θα μπορούσαν να συγκριθούν μόνο με τον περσικό κόλπο! Το εντυπωσιακό αυτό στοιχείο είναι απόρροια όχι μόνο της υπερεξάρτησης της Ελλάδας από το πετρέλαιο, αλλά και του ρόλου που παίζει η χώρα μας διεθνώς στο κύκλωμα διακίνησης του μαύρου χρυσού. Το διωλιστήριο της Πετρόλα στην Ελευσίνα αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα, του τρόπου ανάπτυξης της βιομηχανίας πετρελαίου στην Ελλάδα. Το Σεπτέμβριο του 1992, μεγάλη έκρηξη στο διωλιστήριο της Πετρόλα στοίχισε τη ζωή σε 14 εργάτες και τραυμάτισε άλλους 20. Μετά τον αποκλεισμό του λιμανιού της Πετρόλα ακυρώθηκε το δεύτερο πακέτο επεκτάσεων του διωλιστηρίου.

Το PVC είναι ένα από τα πλέον δημοφιλή πλαστικά υλικά :

χρησιμοποιείται σε μπουκάλια και σωλήνες νερού, παιχνίδια, πλαίσια παραθύρων, μουςαμάδες, υλικά συσκευασίας, ... είναι επίσης και το πλέον επικίνδυνο. Η παραγωγή του συνοδεύεται από σημαντικές ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων. Τα ίδια τα προϊόντα λόγω του μεγάλου ρυθμού πρόσθετων ουσιών (πλαστικοποιητές, βαρέα μέταλλα, μυκητοκτόνα) που περιέχει, μπορεί να είναι άμεσα επικίνδυνα. Η απόρριψη του (η ανακύκλωση του PVC είναι ιδιαίτερα προβληματική). Δημιουργεί νέα περιβαλλοντικά προβλήματα :

όταν καίγεται απελευθερώνει διοξίνες και άλλες τοξικές ενώσεις. Όταν θάβεται, διάφορα πρόσθετα που περιέχει απελευθερώνονται συνιστώντας απειλή για τα υπόγεια νερά.

Μια από τις αιτίες καταστροφής και της υποβάθμισης των υποθαλάσσιων λιβαδιών. Τα λιβάδια του φυτού ποσειδώνια (POSIDONIA OCEANICA)

αποτελούν τη βάση του μεγαλύτερου μέρους του παράκτιου μεσογειακού συστήματος. Ως προς τον οικολογικό τους ρόλο, μπορούν να παρομοιαστούν

με υποθαλάσσια δάση. Προσφέρουν καταφύγιο και τροφή σε περισσότερα από 1400 θαλάσσια είδη, παράγουν οξυγόνο και προστατεύουν την υφαλοκρηπίδα και τις παραλίες από τη διάβρωση. Παρά την τεράστια οικολογική τους σημασία, τα λιβάδια της ποσειδωνίας συρρικνώνονται με ανησυχητικό ρυθμό τα τελευταία χρόνια.

Τέλος, η περιοχή των Σποράδων – σημαντικός βιότοπος της μεσογειακής φώκιας- έχει χαρακτηριστεί ως προστατευόμενη, εξακολουθεί να περιλαμβάνεται στις διαδρομές πλοίων που μεταφέρουν πετρελαιοειδή ή άλλα επικίνδυνα φορτία. Χιλιάδες τόνοι πετρελαίου διακινούνται καθημερινά στο αιγαίο. Ένα μόνο ατύχημα στις Κυκλάδες θα μπορούσε να τινάζει στον αέρα την τουριστική οικονομία.

Οι οικολογικές οργανώσεις (GREENPEACE) ζητούν την καθιέρωση συγκεκριμένων διαδρόμων για τα δεξαμενόπλοια, οι οποίες θα αποκλείουν τη διέλευση από οικολογικά και οικονομικά ευαίσθητες περιοχές. Η ελληνική κυβέρνηση πρέπει επίσης να υιοθετήσει μια αυστηρότερη προληπτική πολιτική με στόχο την πετρελαϊκή ρύπανση.

4.2. Προστασία Περιβάλλοντος.

Τα μεγάλα διυλιστήρια πρέπει να λάβουν όλα τα ενδεικνυόμενα μέτρα κατά την μελέτη του εργοστάσιου ώστε να επιτύχει πλήρη προστασία του περιβάλλοντος από κάθε πιθανή ρύπανση.

Η καταπολέμηση των συστατικών του πετρελαίου που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα γίνεται με ειδικά φίλτρα και με διάφορες φυσικές χημικές μεθόδους π.χ. η μέθοδος GAWS η οποία τραβάει το θειάφι. Τα ρύποι, στα οποία αναφερθήκαμε παραπάνω καταπολεμούνται με αμμόφιλτρα τα οποία

κατακρατούν τους υδρογονάνθρακες. Επίσης, τα βιολογικά φίλτρα κρατούν τους ρύπους αλλά και τις φαινόλες. Γενικά, τα διυλιστήρια προσπαθούν όσο το δυνατόν να μην μολύνουν την ατμόσφαιρα αλλά και να μην ρυπαίνουν τις θάλασσες.

Γι' αυτό το λόγο, χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το ύψος των δυο κεντρικών καπνοδόχων είναι περίπου 85 μέτρα. Οι πυρσοί καύσεως (flare) πρέπει να έχουν ύψος 80 μέτρα των λιπαντικών και 100 μέτρα των καύσιμων.

Για το διαχωρισμό των λαδιών που περιέχονται στα απόβλητα του διυλιστηρίου συμπεριλαμβανομένων και των νερών της βροχής, κατεργάζονται σε δυο ελαιοδιαχωριστές βαρύτητας (oil separators) που λειτουργούν σε σειρά και έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές του API (American Petroleum Institute) επιπλέον, πρέπει να λειτουργούν μονάδες δευτερογενούς και-τριτογενούς-κατεργασίας-(βιολογικής-κατεργασίας)-όλων των αποβλήτων του διυλιστηρίου συμπεριλαμβανομένων των νερών της βροχής και αφερματισμού των πλοίων.

Βέβαια, κι ο ίδιος ο άνθρωπος πρέπει να φροντίζει το περιβάλλον, γιατί η καταστροφή που προκαλούν τα διάφορα προϊόντα είναι πάρα πολύ μεγάλη. Γιατί, άραγε, να θέλουμε ο κόσμος του 2007 να είναι βλαβερός για τον άνθρωπο; πρέπει να κάνουμε κάτι γι' αυτό.

Ποιά μέτρα άμεσης αντίδρασης στην Ελλάδα;

Τα διαθέσιμα μέτρα άμεσης απόδοσης στον ενεργειακό τομέα είναι εξαιρετικά περιορισμένα. Η έλλειψη πολιτικού συντονισμού σε θέματα ενεργειακής πολιτικής στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποδεικνύεται ολέθρια. Θα μπορούσε η Ευρώπη συντονισμένα να διορθώσει παροδικά τους φόρους (ιδίως στο diesel) ώστε να μειώσει τις επιπτώσεις και θα μπορούσε να ενεργοποιήσει το μηχανισμό χρήσης των αποθεμάτων πετρελαίου (μαζί με τις ΗΠΑ) ώστε άμεσα να επηρεάσει τις τιμές.

Μόνη της η Ελλάδα δεν μπορεί να μειώσει τη φορολογία στο πετρέλαιο γιατί ήδη το έχει κάνει στα πλαίσια της αντιπληθωριστικής πολιτικής και έχει φθάσει στα ελάχιστα όρια που επιβάλλει η Ε.Ε.

Η ενεργειακή πολιτική στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας δεν πρέπει ποτέ να εφησυχάζει. Η εξοικονόμηση δεν αφορά μόνο το πετρέλαιο αλλά και τις άλλες μορφές ενέργειας.

Παρόλα τα προβλήματα στην Ελλάδα σχετικά με θέματα εμπορίας πετρελαιοειδών, δεν φαίνεται να υπάρχει συστηματική κερδοσκοπία με την ευκαιρία των υψηλών διεθνών τιμών πετρελαιοειδών. Η επιτάχυνση αυτή τη στιγμή μέτρων στον τομέα των πετρελαιοειδών, όπως ο ανεξάρτητος φορέας διαχείρισης αποθεμάτων, θεσμικές μεταβολές στην εμπορία, προθεσμιακή αγορά ενέργειας κ. λ. π. είναι απαραίτητη για το μέλλον, πρέπει άμεσα να ξεκινήσει, όμως δεν θα ωφελούσε άμεσα.

Είναι σαφές ότι οι φόροι στην Ελλάδα είναι συγκριτικά πολύ χαμηλοί. Μάλιστα όταν οι διεθνείς τιμές πέσουν, πρέπει οι ειδικοί φόροι κατανάλωσης στα καύσιμα σταδιακά να επιστρέψουν σε κανονικά επίπεδα, συγκριτικά με την υπόλοιπη Ε. Ε, ώστε να υπάρχει μόνιμα το κατάλληλο σήμα τιμών προς τον καταναλωτή αλλά και το περιθώριο άσκησης ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής μέσω των φόρων.

Μέτρα μεσοχρόνιας απόδοσης

Η βασική στρατηγική της Ε.Ε για το πετρέλαιο είναι να μείνει η εξάρτηση από το πετρέλαιο μόνο σε ορισμένους κλάδους της οικονομίας (οδικές μεταφορές και την πετροχημεία) χωρίς να μπορεί να επηρεάζει άμεσα η έμμεσα το σύνολο της οικονομίας. Ο ρόλος του φυσικού αερίου είναι επομένως στρατηγικός και για το πετρέλαιο.

Η απεξάρτηση της Ελληνικής Οικονομίας από το πετρέλαιο δε μπορεί παρά να ακολουθήσει την ίδια στρατηγική. Η επιτάχυνση της υποκατάστασης

πετρελαίου από φυσικό αέριο είναι σημαντική για τις χρήσεις θέρμανσης-ψύξης, τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις, τη βιομηχανία και τη συμπαραγωγή.

4.3. Τεχνολογίες απορρύπανσης και προστασίας.

Η απορρύπανση εδαφών και υπόγειων υδροφορέων αλλά και η προστασία τους από τη ρύπανση αποτελούν αντικείμενα με ιδιαίτερο ενδιαφέρον από γεωτεχνική άποψη. Τα θέματα απορρύπανσης αφορούν την ανάληψη ενεργειών για την περιβαλλοντική αποκατάσταση εδαφών και υδροφορέων που έχουν ήδη ρυπανθεί, ενώ τα θέματα προστασίας αφορούν τη λήψη μέτρων για να αποφευχθεί η περαιτέρω επέκταση της ρύπανσης από περιοχές που έχουν ρυπανθεί προς άλλες περιοχές (π.χ. μέσω της κίνησης του υπόγειου νερού). Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένες κατηγορίες θεμάτων απορρύπανσης και προστασίας εδαφών και υπόγειων υδροφορέων:

1. Καθαρισμός εδαφών που έχουν ρυπανθεί από την ανεξέλεγκτη ταφή χημικών αποβλήτων, όπως παραπροϊόντων της διύλισης πετρελαιοειδών (νάφθα, φαινόλες, χλωριωμένοι διαλύτες κλπ.

2. Καθαρισμός εδαφών που έχουν ρυπανθεί από τυχαίες διαρροές υδρογονανθράκων (π.χ. σε διυλιστήρια πετρελαιοειδών, δεξαμενές καυσίμων βιομηχανιών αλλά και κατοικιών), τυχαίες διαρροές επικίνδυνων και τοξικών ουσιών από τους ταμιευτήρες αποθήκευσής τους ή σε ατυχήματα κατά τη μεταφορά τους κλπ.

3. Καθαρισμός εδαφών που έχουν ρυπανθεί από την απόθεση αστικών ή βιομηχανικών αποβλήτων σε παλαιότερες εποχές χωρίς να ληφθούν ειδικά μέτρα προστασίας έναντι διαρροής του υγρού στραγγίσματος στο υπέδαφος.

4. Προστασία από τη ρύπανση υδροφορέων που γειτνιάζουν με περιοχές που έχουν ρυπανθεί μέσω κάποιας από τις παραπάνω αιτίες.

5. Προστασία υδροφορέων από την υφαλμύρυνση (δηλαδή την αύξηση της περιεκτικότητας σε άλατα) λόγω υπερεκμετάλλευσης, ανάμειξης με το θαλάσσιο νερό, έντονης εξάτμισης, κλπ.

Οι λόγοι που συνήθως επιβάλλουν τη λήψη μέτρων απορρύπανσης και προστασίας εδαφών και υδροφορέων είναι:

1. Η διαπίστωση ότι ο βαθμός ρύπανσης είναι τέτοιος που προκαλεί σημαντικούς κινδύνους στη δημόσια υγεία ή γενικότερα μη-αποδεκτή υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Τα τελευταία χρόνια, τα μέγιστα όρια της αποδεκτής υποβάθμισης του περιβάλλοντος έχουν μειωθεί σημαντικά (κυρίως λόγω της ευαισθητοποίησης των κοινωνικών φορέων) με συνέπεια τη μεγάλη αύξηση των περιοχών στις οποίες υπάρχει ανάγκη απορρύπανσης ή/και προστασίας.

~~2. Η ανάγκη βελτίωσης της ποιότητας του περιβάλλοντος σε μια περιοχή, έστω και εάν ο βαθμός ρύπανσης δεν προκαλεί σημαντικά προβλήματα δημόσιας υγείας.~~

3. Η ανάγκη αύξησης της εμπορικής αξίας των ακινήτων σε μια περιοχή.

4. Η ανάγκη ανάπτυξης μιας περιοχής σε συνδυασμό με την έλλειψη “καθαρών” χώρων για τη δημιουργία βιομηχανιών, οικισμών κλπ. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται και περιπτώσεις όπου διατίθενται μεν “καθαροί” χώροι για ανάπτυξη αλλά το κόστος τους υπερβαίνει το μικτό κόστος ανάπτυξης (αγορά συν απορρύπανση) άλλων χώρων στους οποίους επιβάλλεται απορρύπανση.

Η απλούστερη και λιγότερο δαπανηρή μέθοδος περιβαλλοντικής αποκατάστασης είναι η λεγόμενη “μηδενική λύση”, κατά την οποία δεν λαμβάνονται ειδικά μέτρα απορρύπανσης, αλλά η εξασθένιση του ρυπαντικού φορτίου επαφίεται στους φυσικούς μηχανισμούς υποβάθμισης, όπως η βιολογική αποδόμηση των ρύπων, η προσρόφησή τους στην επιφάνεια των αργιλικών ορυκτών, η μείωση της συγκέντρωσης των ρύπων μέσω αραίωσης ή εξάτμισης κλπ. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στις συνθήκες

του περιβάλλοντος (pH, θερμοκρασία, υγρασία, παρουσία ουσιών που είναι τοξικές για τους μικρο-οργανισμούς κλπ) και συνεπώς η αποτελεσματική λειτουργία τους δεν είναι πάντοτε αξιόπιστη. Επιπλέον, η δράση των μηχανισμών φυσικής εξασθένησης είναι πολύ βραδεία. Για τους λόγους αυτούς, στις περισσότερες περιπτώσεις έντονης ρύπανσης δεν συνιστάται η εφαρμογή της "μηδενικής λύσης".

Μια δεύτερη μέθοδος αντιμετώπισης της ρύπανσης είναι η επιβολή περιορισμών στην πρόσβαση και χρήση της περιοχής που έχει ρυπανθεί μέσω περίφραξης, προειδοποιητικών πινακίδων κλπ. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνον ως προσωρινό μέτρο και δεν αποτελεί οριστική λύση του προβλήματος.

Μια τρίτη μέθοδος αντιμετώπισης είναι η αφαίρεση (με εκσκαφή) του εδάφους που έχει ρυπανθεί και η μεταφορά και απόρριψή του σε ελεγχόμενους αποδέκτες με σύγχρονα συστήματα προστασίας από την επέκταση της ρύπανσης (συστήματα στεγάνωσης του πυθμένα, συστήματα συλλογής και απομάκρυνσης του υγρού στραγγίσματος, συστήματα κάλυψης κλπ).

Αν και η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε ορισμένες περιπτώσεις (κυρίως σε περιπτώσεις εντοπισμένης ρύπανσης) παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα όπως:

1. Η πιθανή διαφυγή ρύπων κατά την εκσκαφή και μεταφορά των εδαφικών υλικών προς τους χώρους απόρριψης (κυρίως με τη μορφή σκόνης και υγρού στραγγίσματος).

2. Νομικοί περιορισμοί ως προς τη δυνατότητα μεταφοράς επικίνδυνων φορτίων από ορισμένους δρόμους.

3. Πολύ μεγάλο κόστος, ιδίως στις περιπτώσεις που οι ποσότητες των εδαφικών υλικών που πρέπει να αφαιρεθούν είναι μεγάλες.

4. Δεν αποτελεί λύση του προβλήματος, αλλά απλή μεταφορά του σε άλλη θέση.

5. Η έλλειψη κατάλληλων χώρων επαρκούς χωρητικότητας για την απόρριψη των ρυπανθέντων υλικών αλλά και το υψηλό κόστος κατασκευής των μέτρων προστασίας από την επέκταση της ρύπανσης στους χώρους αυτούς. Για τους ανωτέρω λόγους η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται παρά μόνον σε περιπτώσεις ρύπανσης με πολύ περιορισμένη έκταση.

Εκτός από τις ανωτέρω μεθόδους υπάρχουν και οι λεγόμενες μέθοδοι ενεργητικής απορρύπανσης που περιλαμβάνουν:

1. Μεθόδους απορρύπανσης εδαφών, που είναι:

- Η βιολογική αποκατάσταση μέσω της αποδόμησης των = οργανικών ρύπων, είτε επιτόπου είτε μετά από εκσκαφή και αναμόχλευση.
- Η έκπλυση του εδάφους με χημικές ουσίες.
- Η θερμική επεξεργασία είτε επιτόπου είτε μετά από μεταφορά σε ειδικούς κλιβάνους όπου επιβάλλεται απλή θέρμανση, καύση ή επεξεργασία με ατμό.
- Η απορρύπανση με εφαρμογή υποπίεσης ή απλού αερισμού.

2. Μεθόδους απορρύπανσης υπογείων υδάτων, που είναι:

- ➔ Η βιολογική αποκατάσταση μέσω της αποδόμησης των οργανικών ρύπων.
- ➔ Η μέθοδος άντλησης και απορρύπανσης διαλελυμένων και αιωρούμενων ρύπων.
- ➔ Η μέθοδος άντλησης επιπλεόντων ρύπων όπως ελαφρών πετρελαιοειδών.
- ➔ Η αφαίρεση πτητικών ρύπων με εφαρμογή υποπίεσης.
- ➔ Η αφαίρεση βαρέων μετάλλων με εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος.

Η επιλογή μιας συγκεκριμένης από τις παραπάνω μεθόδους εξαρτάται από το είδος, τη συγκέντρωση και την ποσότητα του ρύπου, το είδος του εδάφους, το κόστος και τη διαθέσιμη τεχνολογία και τεχνογνωσία. Οι μέθοδοι αυτές εξετάζονται αναλυτικά σε επόμενα εδάφια.

Οι μέθοδοι προστασίας εδαφών και υπόγειων υδροφορέων από την επέκταση της ρύπανσης υπάγονται στις εξής κατηγορίες:

1. Μέθοδοι εγκιβωτισμού του εδάφους, που είναι:

- Τα συστήματα κάλυψης της επιφάνειας.
- Τα περιμετρικά κατακόρυφα διαφράγματα.
- Τα οριζόντια διαφράγματα βάσης.
- Τα συστήματα σταθεροποίησης του εδάφους που έχει ρυπανθεί με χημικές μεθόδους (τσιμέντο, άσβεστο, πολυμερή, ασφαλτικά κλπ) ή με θερμικές μεθόδους.

2. Υδραυλικές μέθοδοι αναστροφής της κίνησης του υπόγειου νερού.

Οι μέθοδοι αυτές εξετάζονται αναλυτικά στα επόμενα εδάφια.

Τέλος, στις τεχνολογίες απορρύπανσης και προστασίας από τη ρύπανση υπάγονται και οι μέθοδοι διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων στο έδαφος με τις μεθόδους άρδευσης και ταχείας διήθησης. Οι μέθοδοι αυτές εξετάζονται σε επόμενο εδάφιο.

4.3.1. Τεχνολογίες απορρύπανσης εδαφών

Μέθοδος της βιολογικής αποκατάστασης

Η μέθοδος της βιολογικής αποκατάστασης αποτελεί μια από τις σημαντικότερες μεθόδους απορρύπανσης των εδαφών και των υπόγειων υδροφορέων και βασίζεται στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών και την τελική μετατροπή τους σε αβλαβείς 4 ουσίες μέσω της δράσης μικρο-οργανισμών. Η μέθοδος χρησιμοποιείται επί αρκετές δεκαετίες κατά την επεξεργασία των αστικών λυμάτων με συστήματα βιολογικής επεξεργασίας, ενώ η εφαρμογή της στην ελεγχόμενη αποδόμηση των οργανικών ρύπων του εδάφους και των υπόγειων υδάτων είναι πολύ πρόσφατη. Κατά την τελευταία δεκαετία, η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί για την απορρύπανση εδαφών από πολυαρωματικούς υδρογονάνθρακες, πτητικές οργανικές ουσίες (όπως το γνωστό ΒΤΕΧ5) χλωριούχους οργανικούς ρύπους (όπως ο τετραχλωράνθρακας, οι πενταχλωροφαινόλες-PCP και τα επίσης γνωστά PCBs6) και άλλες οργανικές ενώσεις.

Η βιολογική αποδόμηση των οργανικών ενώσεων γίνεται μέσω της δράσης μικρο-οργανισμών (βακτηριδίων, μυκήτων, κλπ) οι οποίοι αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας τον άνθρακα ή/και την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τον μεταβολισμό (αποσύνθεση) των οργανικών ουσιών. Οι μικρο-οργανισμοί αποσυνθέτουν τις οργανικές ενώσεις χρησιμοποιώντας ως καταλύτες κατάλληλα ένζυμα (πρωτεΐνες) τα οποία παράγουν οι ίδιοι.

Το τελικό προϊόν της αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών μέσω των μικρο-οργανισμών είναι ανόργανες ουσίες (διοξείδιο του άνθρακα και νερό) που συνήθως θεωρούνται λιγότερο επιβλαβείς από τις αρχικές ενώσεις, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις ατελούς αποσύνθεσης παράγονται και άλλες απλές ενώσεις όπως μεθάνιο, υδρόθειο, νιτρικά και θειικά άλατα.

Για να συντελεσθεί η αποσύνθεση των οργανικών ουσιών μέσω μικρο-οργανισμών απαιτούνται οι εξής προϋποθέσεις:

1. Η παρουσία κατάλληλων μικρο-οργανισμών, δηλαδή μικρο-οργανισμών που παράγουν ένζυμα κατάλληλα για τον μεταβολισμό της συγκεκριμένης οργανικής ουσίας.

2. Η παρουσία οργανικών ουσιών οι οποίες με την αποσύνθεσή τους θα παράσχουν την απαιτούμενη ενέργεια στους μικρο-οργανισμούς για να αναπτυχθούν.

3. Η παρουσία θρεπτικών ουσιών, όπως το άζωτο, ο φωσφόρος, το κάλιο, το θείο κλπ. που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των μικρο-οργανισμών.

4. Η παρουσία δεκτών ηλεκτρονίων, δηλαδή ατόμων ή ριζών τα οποία δέχονται τα ηλεκτρόνια που προκύπτουν κατά την οξείδωση των οργανικών ουσιών.

5. Η παρουσία κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη των μικρο-οργανισμών και συγκεκριμένα: κατάλληλη υγρασία, θερμοκρασία και pH και η απουσία ορισμένων χημικών ουσιών σε συγκεντρώσεις που είναι τοξικές για τους μικρο-οργανισμούς (και τους καταστρέφουν).

Συνεπώς, οι τεχνολογίες βιολογικής αποκατάστασης έχουν σκοπό να εξασφαλίσουν και να ενισχύσουν με ελεγχόμενο τρόπο τις ανωτέρω απαιτήσεις ώστε να συντελεσθεί η αποσύνθεση των οργανικών ουσιών που αποτελούν το ρυπαντικό φορτίο του εδάφους ή του υπόγειου νερού. Ως εκ τούτου είναι απαραίτητη αφενός μεν η κατανόηση της λειτουργίας των μηχανισμών βιολογικής αποσύνθεσης των οργανικών ουσιών, αφετέρου δε η ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας ώστε με τεχνικές επεμβάσεις να διατηρούνται οι βέλτιστες συνθήκες δράσης των μικροοργανισμών. Οι μηχανισμοί βιολογικής αποσύνθεσης των οργανικών ενώσεων περιγράφονται αναλυτικότερα στα επόμενα.

Μικρο-οργανισμοί και οργανικές ενώσεις

Εφόσον πληρούνται οι προϋποθέσεις που περιγράφηκαν παραπάνω, αναπτύσσονται μικρο-οργανισμοί οι οποίοι μπορούν να διασπάσουν τις περισσότερες οργανικές ενώσεις που υπάρχουν στη φύση ή κατασκευάζονται από τον άνθρωπο. Η διάσπαση των οργανικών ουσιών από τους μικρο-οργανισμούς γίνεται με βάση τις εξής αρχές:

- Σε περίπτωση παρουσίας πολλών οργανικών ενώσεων, αρχικώς διασπώνται οι απλούστερες ενώσεις επειδή είναι ευχερέστερη η ανάπτυξη μικρο-οργανισμών που παράγουν ένζυμα για τη διάσπαση των απλών ενώσεων.

- Για τη διάσπαση των σύνθετων οργανικών ουσιών που κατασκευάζονται από τον άνθρωπο, απλώς απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ώστε αφενός μεν να διασπασθούν προηγουμένως οι απλούστερες ενώσεις, αφετέρου δε να συμβεί προσαρμογή των μικρο-οργανισμών, δηλαδή να παραγάγουν τα κατάλληλα ένζυμα που διασπούν τις πλέον σύνθετες ενώσεις.

- Η αποσύνθεση των οργανικών ουσιών γίνεται σε διαδοχικές φάσεις με τη δράση διάφορων μικρο-οργανισμών. Έτσι, μια ομάδα μικρο-οργανισμών διασπά την αρχική οργανική ένωση σε κάποια απλούστερη, η οποία στη συνέχεια διασπάται εκ νέου από άλλους μικρο-οργανισμούς και η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έως ότου τελικώς παραχθούν πολύ απλές ενώσεις (CO_2 , H_2O , CH_4 κλπ).

Ο ρυθμός της βιολογικής διάσπασης των οργανικών ουσιών εξαρτάται από το είδος των βακτηριδίων που προκαλούν την αποδόμηση και τις συνθήκες του περιβάλλοντος (π.χ. θερμοκρασία, pH) που συχνά αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την δράση των μικρο-οργανισμών.

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει τυπικές τιμές του χρόνου ημιζωής ορισμένων από τις οργανικές ενώσεις που συνήθως υπάρχουν στα βιομηχανικά απόβλητα. Λόγω της εξάρτησης του ρυθμού των βιολογικών διασπάσεων από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, pH κλπ), οι παρακάτω χρόνοι ημιζωής είναι ενδεικτικοί και αναφέρονται σε μετρήσεις που έγιναν στο

εργαστήριο κάτω από “συνήθεις” συνθήκες περιβάλλοντος, ενώ στην πραγματικότητα μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. Πάντως από τις τιμές του πίνακα καθίσταται σαφές ότι ορισμένες οργανικές ενώσεις είναι πολύ πιο εύκολα διασπάσιμες από άλλες.

ΤΥΠΙΚΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΗΜΙΖΩΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΩΤΗΣ
ΤΑΞΕΩΣ

Οργανική Ένωση	Χρόνος ημιζωής (ημέρες)
Βενζόλιο	1
Τολουόλιο	6.4
Ανθρακένιο	30
Ξυλόλιο	40
Πυρένιο	40
Ναφθαλένιο	95
Βενζο-φθορο-ανθένιο	1290
Βενζο-πυριλένιο	360
Ιδενο-πυρένιο	600

Θρεπτικές ουσίες

Η ανάπτυξη των μικρο-οργανισμών απαιτεί την παρουσία θρεπτικών ουσιών (τροφών) οι οποίες αποτελούν συστατικά του κυττάρου των, όπως το άζωτο (N), ο φωσφόρος (P), το κάλιο (K) το θείο (S) και διάφορα ιχνοστοιχεία. Τα στοιχεία αυτά

συνήθως υπάρχουν στα εδαφικά υλικά. Σε περίπτωση έλλειψης, θα πρέπει να προστίθενται κατάλληλες ουσίες ώστε να μη διακόπτεται η ανάπτυξη των μικρο-οργανισμών. Μια ικανοποιητική αναλογία άνθρακα : άζωτο : φωσφόρο (C/N/P) στο έδαφος για την ανάπτυξη μικρο-οργανισμών είναι 100:10:1. Σε περίπτωση έλλειψης (π.χ. αζώτου) θα πρέπει να προστίθενται κατάλληλα χημικά λιπάσματα (π.χ. θειική αμμωνία).

Δείκτες ηλεκτρονίων

Κατά τον βιολογικό μεταβολισμό, οι διασπώμενες οργανικές ενώσεις χάνουν ηλεκτρόνια τα οποία μεταφέρονται σε κάποιον δέκτη ηλεκτρονίων. Κατά την αερόβια διάσπαση, ο τελικός αποδέκτης των ηλεκτρονίων είναι το οξυγόνο.

Η αερόβια οξείδωση δίνει τα πλέον αβλαβή προϊόντα και συνεπώς είναι προτιμητέα. Έτσι, στα συστήματα απορρύπανσης μέσω της βιολογικής αποσύνθεσης θα πρέπει να γίνεται κατάλληλος μηχανικός αερισμός (με αναμόχλευση, ανάδευση κλπ), ώστε η συγκέντρωση του οξυγόνου να διατηρείται σε ικανοποιητικό επίπεδο.

Υγρασία

Η παρουσία υγρασίας είναι απαραίτητη για τη δράση των μικρο-οργανισμών. Το ιδανικό ποσοστό υγρασίας στο έδαφος είναι 15-30%. Εάν η υγρασία μειωθεί

κάτω από το 15%, η δράση των μικρο-οργανισμών αναστέλλεται. Επίσης, αν η υγρασία αυξηθεί πάνω από το 30% (όπου ο βαθμός κορεσμού του εδάφους είναι σχεδόν 100%) δεν γίνεται ικανοποιητικός αερισμός του εδάφους και το διαθέσιμο οξυγόνο μειώνεται. Κατά συνέπεια, για τη βέλτιστη δράση των μικρο-οργανισμών, η υγρασία του εδάφους θα πρέπει να ρυθμίζεται στα ανωτέρω όρια. Είναι προφανές από τα παραπάνω ότι δεν είναι ευχερής η βιολογική αποσύνθεση των οργανικών ρύπων του υπόγειου νερού κάτω από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα λόγω έλλειψης οξυγόνου, εκτός εάν γίνεται κυκλοφορία αέρα με τεχνητά μέσα (π.χ εισπύση αέρα μέσω γεωτρήσεων). Κατά συνέπεια, η βιολογική αποσύνθεση των οργανικών ρύπων στο υπόγειο νερό γίνεται συνήθως υπό αναερόβιες συνθήκες και καταλήγει στην παραγωγή μεθανίου, υδροθείου (το οποίο δίνει άσχημη οσμή στο νερό), κλπ.

Θερμοκρασία

Ο ρυθμός ανάπτυξης και δράσης των μικρο-οργανισμών επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Σε χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω των 5-10°C) οι μικρο-οργανισμοί αδρανοποιούνται (χωρίς όμως να καταστρέφονται), ενώ σε υψηλές θερμοκρασίες (άνω των 60°C) οι μικρο-οργανισμοί καταστρέφονται.

pH

Οι βέλτιστες τιμές του pH για τη δράση των μικρο-οργανισμών είναι 5.5-8.5 (περί το ουδέτερο pH). Συνεπώς, η ρύθμιση του pH του εδάφους είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της βιολογικής αποσύνθεσης των οργανικών ρύπων.

Τοξικότητα

Ορισμένες χημικές ενώσεις σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξικές για τους μικρο-οργανισμούς, δηλαδή τους καταστρέφουν. Παρά ταύτα, η αντίληψη που συνήθως υπάρχει ότι δηλαδή οι ουσίες που είναι επικίνδυνες ή τοξικές για τον άνθρωπο είναι τοξικές και για τους μικρο-οργανισμούς είναι εσφαλμένη. Αντίθετα, πολλές επικίνδυνες ή τοξικές ουσίες (για τον άνθρωπο) διασπώνται από μικρο-οργανισμούς. Στην περίπτωση που πρόκειται να εφαρμοσθεί η μέθοδος της βιολογικής απορρύπανσης σε ένα συγκεκριμένο έδαφος, θα πρέπει να ελέγχεται η τοξικότητα των χημικών ουσιών που περιέχονται στο έδαφος για διάφορους τύπους μικρο-οργανισμών. Τούτο γίνεται με ειδικές δοκιμές, κατά τις οποίες ένα πρότυπο σύστημα μικρο-οργανισμών εκτίθεται σε δείγμα του εδάφους και παρακολουθούνται οι πληθυσμοί των μικρο-οργανισμών για ενδείξεις τοξικότητας.

Στις περιπτώσεις αυξημένης τοξικότητας μπορεί να γίνει ανάμειξη του εδάφους με άλλα “καθαρά” εδαφικά υλικά ή να γίνει έκπλυση του εδάφους, ώστε να μειωθούν οι συγκεντρώσεις των τοξικών για τους μικρο-οργανισμούς ουσιών.

Συστήματα βιολογικής απορρύπανσης εδαφών

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η βιολογική απορρύπανση των εδαφών είναι μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος για την εξουδετέρωση των οργανικών ρύπων. Βεβαίως, τονίζεται και πάλι ότι η δράση των μικρο-οργανισμών που διασπών τους οργανικούς ρύπους εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι σημαντικότεροι των οποίων αναφέρθηκαν παραπάνω. Αν και η βιολογική αποσύνθεση των οργανικών ενώσεων υπό αναερόβιες συνθήκες είναι δυνατή, θα πρέπει να προτιμάται η αερόβια αποσύνθεση επειδή καταλήγει σε περισσότερο αβλαβή προϊόντα (π.χ. διοξείδιο του άνθρακα αντί μεθανίου).

Συνεπώς, ο καλός αερισμός του εδάφους με έντονη μηχανική αναμόχλευση ή με τεχνητή κυκλοφορία αέρα είναι απαραίτητος ώστε να δημιουργηθούν κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη αερόβιων βακτηριδίων.

Η βιολογική απορρύπανση εδαφών έχει εφαρμοσθεί με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα στην αποσύνθεση πολυ-αρωματικών υδρογονανθράκων, πετρελαιοειδών και άλλων οργανικών ενώσεων. Η μέθοδος είναι αποτελεσματική για την απορρύπανση εδαφών πάνω από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα (δηλαδή στη μερικώς κορεσμένη ζώνη), επειδή στα κορεσμένα εδάφη δεν είναι ευχερής ο αερισμός και συνεπώς ευνοούνται συνθήκες αναερόβιας αποσύνθεσης που γενικώς δεν είναι επιθυμητή. Επίσης, η μέθοδος είναι αποτελεσματική σε σχετικώς χονδρόκοκκα εδάφη επειδή και πάλι σε αυτά είναι ευχερής ο αερισμός.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Η βιολογική απορρύπανση απαιτεί γενικώς μακροχρόνια επεξεργασία που μπορεί να φθάσει σε ορισμένες περιπτώσεις σταθερών ρύπων και τα 15-20 έτη. Επιπλέον, υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα ως προς τον απαιτούμενο χρόνο λόγω της εξάρτησης της δράσης των μικρο-οργανισμών από πολλούς παράγοντες.

- Όταν το έδαφος περιέχει πολλούς οργανικούς ρύπους, είναι πιθανόν οι πλέον τοξικοί για τον άνθρωπο να διασπώνται δυσκολότερα, και συνεπώς η απορρύπανση του εδάφους από τους ρύπους αυτούς να καθυστερήσει, λόγω ευχερέστερης διάσπασης των άλλων οργανικών ουσιών (οι οποίες όμως έχουν μικρότερο ενδιαφέρον από πλευράς ρυπαντικού φορτίου).

- Η μέθοδος είναι ευαίσθητη σε πολλούς παράγοντες (παρουσία δεκτών ηλεκτρονίων, θρεπτικών ουσιών, υγρασία, θερμοκρασία, pH κλπ), οι οποίοι θα πρέπει να ελέγχονται και να ρυθμίζονται διαρκώς ώστε να επιτυγχάνονται βέλτιστοι ρυθμοί δράσης των μικρο-οργανισμών και συνεπώς βέλτιστη απόδοση της βιολογικής αποδόμησης των ρύπων.

- Η μέθοδος είναι πρόσφορη για την αποδόμηση οργανικών κυρίως ρύπων, αν και ενίοτε χρησιμοποιείται και για την διάσπαση ανόργανων ουσιών (π.χ. την μετατροπή θεικών ριζών σε θειούχες με την επίδραση μικρο-οργανισμών).

Εκπλυση του εδάφους με χημικές ουσίες

Η έκπλυση του εδάφους, γίνεται με νερό υπό πίεση το οποίο συχνά περιέχει οξέα, βάσεις ή απορρυπαντικά για να διαλύσει ή να διασπάσει τους ρύπους. Κατά την επεξεργασία απαιτείται έντονη αναμόχλευση του εδάφους, ώστε οι ρύποι να εκπλυθούν. Το κυριότερο πρόβλημα της μεθόδου είναι οι μεγάλες ποσότητες νερού που προκύπτουν ως παραπροϊόντα της έκπλυσης και περιέχουν σημαντικό ρυπαντικό φορτίο. Το νερό αυτό πρέπει να υποστεί ειδική επεξεργασία για την αφαίρεση των ρύπων και στη συνέχεια να ανακυκλωθεί. Επίσης υπάρχει κίνδυνος διήθησης του νερού στο υπέδαφος και επέκτασης της ρύπανσης. Συχνά αντί για νερό χρησιμοποιούνται οργανικοί διαλύτες, οι οποίοι όμως γενικώς είναι τοξικοί, εύφλεκτοι κλπ. και συνεπώς απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση τους.

Θερμική επεξεργασία

Η θερμική επεξεργασία του εδάφους συνήθως γίνεται σε κλιβάνους και έχει σκοπό την αφαίρεση των πτητικών ρύπων σε αυξημένη θερμοκρασία (π.χ. πετρελαιοειδή, κυανιούχα, πολυ-κυκλικές αρωματικές ενώσεις, αμίαντος κλπ). Εάν η θερμοκρασία αυξηθεί σημαντικά προκαλείται καύση (incineration) των περισσότερων οργανικών ουσιών. Η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί για την απορρύπανση εδαφών ρυπανθέντων με PCBs. Ο τρόπος θέρμανσης θα πρέπει να ελέγχεται απόλυτα επειδή υπό ορισμένες συνθήκες είναι δυνατόν να παραχθούν δηλητηριώδη αέρια (π.χ. αέρια που περιέχουν διοξίνες) και να διαφύγουν στην ατμόσφαιρα. Μια άλλη μέθοδος θερμικής επεξεργασίας του

εδάφους επιτόπου είναι η παροχή υπέρθερμου ατμού στο έδαφος μέσω γεωτρήσεων. Με τον τρόπο αυτό: (α) εξατμίζονται οι πτητικοί ρύποι και συλλέγονται με άλλες γεωτρήσεις, στις οποίες ασκείται αναρρόφηση, (β) οι ρύποι διαλύονται στο νερό του ατμού και αφαιρούνται μαζί με το νερό με σύστημα αποστράγγισης.

Απορρύπανση με εφαρμογή υποπίεσης

Η απορρύπανση με εφαρμογή υποπίεσης είναι μια πρόσφατη μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απορρύπανση της μερικώς κορεσμένης ζώνης εδαφών 10 από πτητικούς υδρογονάνθρακες (π.χ. ελαφρά πετρελαιοειδή).

Η μέθοδος συνίσταται στη διάνοιξη γεωτρήσεων εντός της μερικώς

κορεσμένης ζώνης και στην εφαρμογή αναρρόφησης (υποπίεσης), με την οποία εξατμίζονται οι πτητικοί υδρογονάνθρακες και συλλέγονται μαζί με τον αναρροφούμενο αέρα (Σχήμα 8.1). Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί σε χονδρόκοκκα εδάφη ($k > 10^{-4}$ cm/sec), επειδή τα λεπτόκοκκα έχουν μικρή αγωγιμότητα και δεν είναι ευχερής η εφαρμογή της υποπίεσης σε μεγάλη ζώνη γύρω από τη γεώτρηση. Η μέθοδος αυτή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την απορρύπανση υπόγειων υδροφορέων από επιπλέοντα ελαφρά πετρελαιοειδή. Με την εφαρμογή της υποπίεσης, τα πτητικά πετρελαιοειδή που επιπλέουν στην επιφάνεια του υπόγειου νερού εξατμίζονται και συλλέγονται μαζί με τον αναρροφούμενο αέρα.

Σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτής της μεθόδου με αποτελέσματα της μεθόδου της διπλής άντλησης (βλέπε παρακάτω) για την ανάκτηση ελαφρών πετρελαιοειδών από την επιφάνεια υπόγειων υδροφορέων δείχνει ότι συχνά η 10 δηλαδή πάνω από τη στάθμη του υπογείου ορίζοντα μέθοδος της υποπίεσης είναι ταχύτερη και έχει μικρότερο κόστος.

Επιπλέον, η μέθοδος της υποπίεσης πλεονεκτεί στο ότι μπορεί να απορρυπάνει ταυτοχρόνως τόσο τη μερικώς κορεσμένη ζώνη όσο και τους

επιπλέοντες υδρογονάνθρακες, ενώ η μέθοδος της διπλής άντλησης περιορίζεται στην ανάκτηση των υδρογονανθράκων που επιπλέον στο υπόγειο νερό. Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου εφαρμογής υποπίεσης είναι η ανάγκη απομόνωσης της μερικώς κορεσμένης ζώνης του εδάφους από τον ατμοσφαιρικό αέρα, ώστε να είναι αποδοτική η εφαρμογή της υποπίεσης.

Τούτο συνήθως γίνεται με προσωρινή κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους με συνθετική μεμβράνη, αν και συχνά οι χώροι είναι ήδη καλυμμένοι επιφανειακά με ασφαλτοτάπητα ή κτίρια οπότε η απαίτηση αυτή δεν ισχύει.

4.3.2. Τεχνολογίες απορρύπανσης ταμειυτήρων ύδατος και Βιολογική αποκατάσταση.

Η μέθοδος της βιολογικής αποκατάστασης για την απορρύπανση υπόγειων υδροφορέων βασίζεται στις ίδιες αρχές με την ανάλογη μέθοδο που χρησιμοποιείται για την απορρύπανση των εδαφών πάνω από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα. Η κύρια διαφορά οφείλεται στο ότι κάτω από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα είναι δυσχερής ο αερισμός (δηλαδή η παρουσία οξυγόνου), και συνεπώς υπάρχει κίνδυνος να συμβεί αναερόβια αποσύνθεση, η οποία καταλήγει στην παραγωγή μεθανίου και υδροθείου, που προσδίδουν άσχημη οσμή στο νερό. Για το λόγο αυτό, στις περιπτώσεις που προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της βιολογικής αποκατάστασης υπόγειων υδροφορέων, χρησιμοποιείται τεχνητός αερισμός με την εισπίεση αέρα μέσω βαθειών γεωτρήσεων. Επιπλέον, κατά την εφαρμογή της μεθόδου στους υδροφορείς είναι δυσχερής ο έλεγχος των λοιπών συνθηκών που απαιτούνται για τη δράση των μικρο-οργανισμών (θερμοκρασία, pH, παροχή θρεπτικών ουσιών κλπ), με συνέπεια η αποτελεσματικότητα της μεθόδου να είναι μικρή. Έτσι, η μέθοδος αυτή σπανίως χρησιμοποιείται για την απορρύπανση

υδροφορέων ή χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με κάποια άλλη μέθοδο απορρύπανσης.

Απορρύπανση με άντληση διαλυμένων ρύπων

Κατά τη μέθοδο της άντλησης και απορρύπανσης υδροφορέων από διαλυμένους ρύπους που αναμειγνύονται με το νερό του υδροφορέα, το υπόγειο νερό αντλείται με σύστημα γεωτρήσεων, οδηγείται σε μονάδα επεξεργασίας για την απορρύπανσή του¹² και τέλος επανατροφοδοτείται στον υδροφόρο ορίζοντα από άλλες γεωτρήσεις. Ο υπολογισμός του απαιτούμενου αριθμού γεωτρήσεων για την άντληση, οι αντλούμενες ποσότητες κλπ. γίνονται με τις μεθόδους που περιγράφηκαν.

Η απορρύπανση των υπόγειων υδροφορέων από υγρούς ρύπους που είναι βαρύτεροι από το νερό και συνεπώς βυθίζονται χωρίς να αναμειγνύονται είναι δυσχερής. Τέτοιοι ρύποι είναι τα πυκνά πετρελαιοειδή (Dense Non-Aqueous Phase Liquids, DNAPLs), όπως οι χλωριωμένοι διαλύτες (τριχλωροαιθέριο-TCE, τετραχλωροαιθέριο-PERC κλπ), τα απόβλητα από τις ξυλουργικές βιομηχανίες (κρεόζοτο, πενταχλωροφαινόλη κλπ) τα εντομοκτόνα (DDT, Aldrin, Endrin κλπ) και ¹¹ λόγω αύξησης της μερικής πίεσης των ατμών της βενζίνης σε υψηλή θερμοκρασία ¹² με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται και για την απορρύπανση των επιφανειακών υδάτων άλλα. Η ρύπανση από ρύπους που δεν αναμειγνύονται με το νερό αλλά επιπλέουν (ως ελαφρύτεροι από το νερό), όπως είναι η ρύπανση από ελαφρά πετρελαιοειδή (Light Non-Aqueous Phase Liquids, LNAPLs) εξετάζονται στο επόμενο εδάφιο.

Απορρύπανση με άντληση επιπλεόντων ρύπων

Μια από τις πλέον συνήθεις ρυπάνσεις είναι η ρύπανση του εδάφους με ελαφρά πετρελαιοειδή λόγω τυχαίων διαφυγών από δεξαμενές αποθήκευσης σε διυλιστήρια, βιομηχανίες αλλά και κατοικίες. Τα πετρελαιοειδή που διαφεύγουν στο έδαφος συνήθως κατακρατούνται στους πόρους του εδάφους εντός της μερικώς κορεσμένης ζώνης (λόγω τριχοειδών κυρίως δυνάμεων). Εάν τα πετρελαιοειδή είναι σε μεγάλες ποσότητες, τελικώς υπερβαίνουν τη δυνατότητα συγκράτησης των εδαφικών πόρων, φθάνουν στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και συγκεντρώνονται στην επιφάνειά του δημιουργώντας μια κηλίδα (plume). Με την πάροδο του χρόνου, η κηλίδα διαχέεται στην οριζόντια διεύθυνση και μπορεί να καταλάβει μεγάλη έκταση φθάνοντας σε μεγάλη απόσταση από το σημείο της διαρροής. Εάν η στάθμη του υπόγειου ορίζοντα υπόκειται σε εποχιακές διακυμάνσεις, η επιπλέον κηλίδα παρακολουθεί τη διακύμανση της στάθμης του υπόγειου ορίζοντα και ρυπαίνει τη μερικώς κορεσμένη ζώνη του εδάφους καθ' ύψος σε μεγάλη απόσταση από την πηγή της ρύπανσης. Η ρύπανση αυτού του τύπου είναι πολύ συνήθης σε περιοχές διυλιστηρίων αλλά παρουσιάζεται και σε βιομηχανικές ακόμη και σε αστικές περιοχές.

Η διαπίστωση της έκτασης της ρύπανσης από επιπλέοντα πετρελαιοειδή μπορεί να γίνει με ερευνητικές γεωτρήσεις που φθάνουν μέχρι τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της γεώτρησης λαμβάνονται εδαφικά δείγματα από τη μερικώς κορεσμένη ζώνη στα οποία προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε πετρελαιοειδή με χημικές μεθόδους (π.χ. με πύρωση). Με την πάροδο επαρκούς χρόνου, εντός της γεώτρησης συγκεντρώνονται επιπλέοντα πετρελαιοειδή και τελικώς αποκαθίστανται συνθήκες υδροστατικής ισορροπίας, οπότε το πάχος της στρώσης των υδρογονανθράκων στην επιφάνεια του νερού ισούται πρακτικά με το πάχος της πλήρως κορεσμένης με πετρελαιοειδή στοιβάδας εντός του εδάφους. Πάνω από τη ζώνη του εδάφους που είναι κορεσμένη με πετρελαιοειδή, υπάρχει μια μερικώς κορεσμένη ζώνη,

όπου στους πόρους του εδάφους συγκρατείται πετρέλαιο (λόγω τριχοειδών δυνάμεων και πρόσφυσης των υδρογονανθράκων στην επιφάνεια των εδαφικών κόκκων). Ο υπολογισμός του όγκου της κηλίδας των πετρελαιοειδών γίνεται με πολλαπλασιασμό του πάχους της (που μετράται στο εσωτερικό της γεώτρησης) επί την επιφάνεια της κηλίδας (που εκτιμάται με τη διάνοιξη πολλών γεωτρήσεων στην περιοχή που έχει ρυπανθεί).

Η απορρύπανση των υπόγειων υδροφορέων από επιπλέοντες ρύπους (συνήθως ως ελαφρά πετρελαιοειδή) γίνεται με το σύστημα της διπλής άντλησης του επιπλέοντος πετρελαιοειδούς. Μια τυπική διάταξη φαίνεται στο Σχήμα. Η μέθοδος συνίσταται στην άντληση νερού από τον υδροφορέα μέσω γεώτρησης, ώστε να δημιουργηθεί ένας κώνος ταπείνωσης της στάθμης του υδροφορέα. Ο επιπλέον ρύπος παρακολουθεί την επιφάνεια του κώνου ταπείνωσης και, λόγω της υδραυλικής κλίσης που δημιουργείται, κινείται προς τη γεώτρηση, απ' όπου αντλείται με μια δεύτερη αντλία. Είναι προφανές ότι λόγω της παρουσίας δυο αντλιών, η απόδοση της μεθόδου εξαρτάται από τη ρύθμιση των παροχών τους (και ιδίως από την παροχή της αντλίας νερού), δηλαδή από την επιτυγχανόμενη ταπείνωση της στάθμης του υδροφορέα. Εκ πρώτης όψεως φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ταπείνωση της στάθμης του υδροφορέα, τόσο αυξάνει η παροχή άντλησης του επιπλέοντος ρύπου και συνεπώς αυξάνει η απόδοση της μεθόδου. Όμως, θα πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι αυξάνοντας την ταπείνωση της στάθμης του υδροφορέα, τα επιπλέοντα πετρελαιοειδή ρυπαίνουν τον υδροφορέα καθ' ύψος σε όλη την έκταση του κώνου ταπείνωσης και αυξάνεται η ποσότητα του ρύπου που συγκρατείται στους πόρους του υδροφορέα, χωρίς να μπορεί να ανακτηθεί με τη μέθοδο της άντλησης και να απαιτεί τη χρήση άλλων μεθόδων (όπως η εφαρμογή υποπίεσης, η θέρμανση κλπ). Για το λόγο αυτό, η ρύθμιση της ταπείνωσης της στάθμης θα πρέπει να γίνεται με προσοχή.

Επιπλέον, για μια συγκεκριμένη ταπείνωση της στάθμης του υδροφορέα, η αντλούμενη παροχή του επιπλέοντος ρύπου απαιτεί προσεκτική ρύθμιση. Αν η

αντλούμενη παροχή του ρύπου είναι πολύ μικρή, τότε η απόδοση της μεθόδου μειώνεται. Αντίθετα, αν η αντλούμενη παροχή του ρύπου είναι πολύ μεγάλη, τότε η ανώτερη αντλία θα αρχίσει να παράγει μίγμα πετρελαίου με νερό, τα οποία θα πρέπει να διαχωρισθούν αυξάνοντας το κόστος λειτουργίας της μεθόδου.

Στα επόμενα παρουσιάζεται μια μέθοδος υπολογισμού των βέλτιστων παροχών άντλησης και της επιτυγχανόμενης ταπείνωσης της στάθμης του κατά τη ρύθμιση της ταπείνωσης της στάθμης του υδροφορέα, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι πιθανές συνέπειες λόγω της υποχώρησης της επιφάνειας του εδάφους. Η υποχώρηση αυτή οφείλεται στη μεταβολή των ενεργών τάσεων και μπορεί να εκτιμηθεί με τις συνήθεις μεθόδους της Εδαφομηχανικής.

Απορρύπανση με εφαρμογή υποπίεσης

Η μέθοδος αυτή είναι ανάλογη της μεθόδου για την απορρύπανση της μερικώς κορεσμένης ζώνης των εδαφών από πτητικούς ρύπους, Στην περίπτωση υδροφορέων, είναι προφανές ότι η εφαρμογή της υποπίεσης δεν μπορεί να γίνει κάτω από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα αλλά μόνον εντός της μερικώς κορεσμένης ζώνης, με συνέπεια να επηρεάζεται μόνον η επιφάνεια του υδροφορέα. Έτσι, η μέθοδος είναι αποδοτική για την απορρύπανση από επιπλέοντες πτητικούς ρύπους (όπως είναι τα ελαφρά κλάσματα της απόσταξης των πετρελαιοειδών: βενζίνη κλπ). Η εφαρμογή της στις ΗΠΑ κατά την τελευταία δεκαετία δείχνει ότι συχνά η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί σε σχέση με τη μέθοδο της διπλής άντλησης των επιπλεόντων ρύπων (βλέπε παραπάνω) ως προς το κόστος, τον απαιτούμενο χρόνο και ότι ταυτοχρόνως γίνεται ανάκτηση τόσο των επιπλεόντων υδρογονανθράκων όσο και των υδρογονανθράκων που συγκρατούνται στους πόρους του εδάφους (εντός της μερικώς κορεσμένης ζώνης). Το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου εφαρμογής υποπίεσης είναι η

ανάγκη απομόνωσης της μερικώς κορεσμένης ζώνης του εδάφους από τον ατμοσφαιρικό αέρα, ώστε να είναι αποδοτική η εφαρμογή της υποπίεσης. Τούτο συνήθως γίνεται με προσωρινή κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους με συνθετική μεμβράνη, αν και συχνά οι χώροι είναι ήδη καλυμμένοι επιφανειακά με ασφαλτοτάπητα ή κτίρια, οπότε η απαίτηση αυτή δεν ισχύει.

Προστασία από την επέκταση της ρύπανσης

Οι τεχνολογίες προστασίας από την επέκταση της ρύπανσης εδαφών και υδροφορέων αποτελούν ένα πολύ σημαντικό αντικείμενο της Περιβαλλοντικής μέσω εφαρμογής υποπίεσης σε σύστημα γεωτρήσεων Γεωτεχνικής επειδή συμβάλλουν στην πρόληψη των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την επέκταση της ρύπανσης. Επιπλέον, το κόστος των συστημάτων προστασίας είναι σημαντικά μικρότερο (τουλάχιστον κατά μια τάξη μεγέθους) από το κόστος της αντίστοιχης απορρύπανσης. Οι μέθοδοι προστασίας από την επέκταση της ρύπανσης εδαφών και υδροφορέων περιλαμβάνουν:

- Συστήματα κάλυψης της επιφάνειας περιοχών που έχουν ρυπανθεί με σκοπό τον εγκιβωτισμό των ρύπων, ώστε αφενός μεν να μη διασπείρονται στο περιβάλλον με τη μορφή σκόνης, αφετέρου δε να περιορίζεται η κατείσδυση των επιφανειακών υδάτων (γεγονός που μπορεί να καταλήξει στη ρύπανση των υπόγειων υδροφορέων της περιοχής).

- Κατακόρυφα περιμετρικά διαφράγματα με σκοπό τον περιορισμό της επέκτασης της ρύπανσης μέσω της κυκλοφορίας του υπόγειου νερού στην οριζόντια διεύθυνση.

- Οριζόντια διαφράγματα βάσης, με σκοπό τον περιορισμό της επέκτασης της ρύπανσης μέσω της κίνησης των ρύπων στην κατακόρυφη διεύθυνση.

- Συστήματα σταθεροποίησης (στερεοποίησης) του εδάφους που έχει ρυπανθεί μέσω ανάμειξης του με υδραυλικά κονιάματα (τσιμέντο, άσβεστο), πολυμερή, ασφαλτικά υλικά ή με έντονη θερμότητα.

- Υδραυλικά συστήματα, όπως συστήματα αναστροφής της διεύθυνσης κίνησης του υπόγειου νερού (κυρίως μέσω εκτεταμένων αντλήσεων), με σκοπό να αποφευχθεί η επέκταση της ρύπανσης προς περιοχές που πρέπει να προστατευθούν.

Οι ανωτέρω μέθοδοι εξετάζονται αναλυτικά στα επόμενα εδάφια. Οι μέθοδοι αυτές δεν αφορούν τα μέτρα προστασίας που λαμβάνονται για τον εγκιβωτισμό του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων πριν από την απόθεσή τους σε “χωματερές” (όπως στεγανωτικές στρώσεις πυθμένα, συστήματα τελικής κάλυψης κλπ).

Συστήματα κάλυψης

Η κάλυψη της επιφάνειας εδαφών που έχουν ρυπανθεί είναι ίσως η απλούστερη και φθηνότερη μέθοδος περιβαλλοντικής “αποκατάστασης” περιοχών που έχουν ρυπανθεί, αν και είναι προφανές ότι αποτελεί προσωρινό μέτρο κάλυψης (“κουκουλώματος”) του προβλήματος, παρά τρόπο αποτελεσματικής αντιμετώπισής του. Η περιοχή καλύπτεται συνήθως με ασφαλικά υλικά, σκυρόδεμα ή ακόμη και “καθαρό” έδαφος. Συχνά κάτω από τις στρώσεις αυτές τοποθετείται συνθετική γεω-μεμβράνη για τον περιορισμό της κατείδυσης επιφανειακών υδάτων και της ανάβλυσης αερίων από το έδαφος. Το είδος και το πάχος της σφραγιστικής στρώσης κάλυψης θα πρέπει να είναι αρκετό ώστε οι ρίζες των δένδρων να μην εισέρχονται στο έδαφος που έχει ρυπανθεί και επιπλέον να μην υπάρχει κίνδυνος να αποκαλυφθεί το έδαφος που έχει ρυπανθεί σε περίπτωση εκσκαφών για την τοποθέτηση δικτύων κοινής ωφέλειας, θεμελίωσης έργων κλπ. Τέλος, κατά το σχεδιασμό των συστημάτων κάλυψης, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πιθανή ανύψωση του υπόγειου ορίζοντα (και συνεπώς η μεταφορά ρύπων μέσω του υπόγειου νερού), το ύψος της τριχοειδούς ανύψωσης του υπόγειου νερού αλλά και οι

πιθανές υποχωρήσεις της επιφάνειας λόγω πλημμελούς συμπύκνωσης του υποκείμενου εδάφους.

Κατακόρυφα περιμετρικά διαφράγματα

Σε περίπτωση διαφυγής επικίνδυνων ή τοξικών ρύπων από κάποιο χώρο χρήσης ή αποθήκευσης προς το έδαφος, υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης του υπόγειου νερού, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να μεταφέρει τους ρύπους προς τα κατάντη και να προκληθεί επέκταση της ρύπανσης. Τυπική περίπτωση ρύπανσης αυτού του τύπου ήταν η διαφυγή ραδιενεργών ουσιών στο υπέδαφος (εκτός όλων των άλλων) κατά το γνωστό πυρηνικό ατύχημα στο Chernobyl το Μάιο 1986, διάτρησης της ψύξεως).

Οριζόντια διαφράγματα βάσης

Η κατασκευή κατακόρυφων περιμετρικών διαφραγμάτων σε μια περιοχή που έχει ρυπανθεί περιορίζει τη δυνατότητα επέκτασης της ρύπανσης στην οριζόντια διεύθυνση. Τα διαφράγματα αυτά συνήθως φθάνουν μέχρι το βάθος κάποιας οριζόντιας εδαφικής στρώσης με μικρή διαπερατότητα, η οποία εξασφαλίζει τη στεγανότητα του συστήματος έναντι επέκτασης της ρύπανσης με κίνηση των ρύπων στην κατακόρυφη διεύθυνση. Εάν δεν υπάρχει κάποια πρακτικώς αδιαπέρατη εδαφική στρώση σε λογικό βάθος, μια λύση είναι η στεγάνωση της βάσης με τεχνητά μέσα. Οι μέθοδοι κατασκευής οριζόντιων στεγανωτικών διαφραγμάτων χωρίς αφαίρεση των υπερκείμενων εδαφικών υλικών είναι περιορισμένες, η στεγάνωση που προσφέρουν δεν είναι αξιόπιστη και επιπλέον έχουν υψηλό κόστος. Η μέθοδος που κυρίως εφαρμόζεται στις περιπτώσεις αυτές είναι η κατασκευή ενός διαφράγματος από οριζόντιες τσιμεντενέσεις με εισπίεση ενέματος υπό υψηλή πίεση.

Μέθοδοι σταθεροποίησης του εδάφους

Οι μέθοδοι σταθεροποίησης του εδάφους χρησιμοποιούνται ευρέως για τον περιορισμό επέκτασης της ρύπανσης. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανάμειξη του εδάφους που έχει ρυπανθεί με κάποιο υλικό, ώστε το μίγμα που δημιουργείται (κονίαμα) να αποκτά μηχανική αντοχή, δηλαδή να στερεοποιείται. Με τον τρόπο αυτό ακινητοποιείται το ρυπαντικό φορτίο εντός της στερεοποιημένης εδαφικής μάζας και η ρύπανση εγκιβωτίζεται. Το σταθεροποιημένο εδαφικό υλικό έχει επίσης μικρή διαπερατότητα και δεν επιτρέπει την κίνηση του υπόγειου νερού διαμέσου της μάζας του, οπότε περιορίζεται και ο κίνδυνος επέκτασης της ρύπανσης λόγω μεταγωγής των ρύπων.

Τέλος, ακόμη και στην περίπτωση που η σταθεροποίηση του εδάφους δεν είναι πλήρης, το σταθεροποιημένο υλικό εγκιβωτίζει τυχόν μη σταθεροποιημένες εδαφικές μάζες και περιορίζει την επέκταση της ρύπανσης. Τα υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση εδαφών που έχουν ρυπανθεί είναι:

- Το τσιμέντο. Η ανάμειξη του εδαφικού υλικού με τσιμέντο δημιουργεί ένα υλικό του οποίου η αντοχή εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε τσιμέντο.
- Οι πουζολάνες και η άσβεστος (CaO). Η ανάμειξη των εδαφικών υλικών με τα ανωτέρω δημιουργεί υδραυλικά κονιάματα που αποκτούν αυξημένη μηχανική αντοχή.
- Διάφορα ασφαλτικά υλικά καθώς και συνθετικές ουσίες (πολυμερή).

4.3.3. Δασοκομικά Μέτρα για την καταπολέμηση των ατμοσφαιρικών ρύπων

Για την αποφυγή και μείωση των βλαβών που προκαλεί η ρύπανση της ατμόσφαιρας στα δάση, η καλύτερη προφύλαξη είναι η ελάττωση ή η εξαφάνιση της ρύπανσης στην πηγή τους δηλ. η τοποθέτηση διαφόρων φίλτρων κλπ. που ελαττώνουν πολύ ή και σπάνια εκμηδενίζουν την έκλυση των βλαπτικών ουσιών. Ενώ τα γνωστά δασοκομικά μέτρα όπως αραιώσεις, ανανέωση συστάδων, λιπάνσεις και γενικά η διατήρηση νέων, καλά αυξανόμενων συστάδων βοηθούν, όμως δεν λύνουν το πρόβλημα που το κυριότερο είναι η ελάττωση των ρυπαντών στις πηγές τους. Ακόμη το δάσος δρα ως αποθήκη ή υπόνομος όπου κατακάθονται μεγάλες ποσότητες ρυπαντών. Το δάσος στο φύλλωμα του κρατάει αρκετά μεγάλη ποσότητα βιομηχανικής σκόνης.

Για την προστασία που προσφέρουν τα δάση με την ικανότητα που έχουν να κρατούν μεγάλο μέρος των ρυπαντών του περιβάλλοντος, αναφέρεται ότι η φύτευση δέντρων γύρω από εργοστάσια τσιμέντων στην Ουγγαρία και στη βιομηχανική περιοχή του Ρουρ (Γερμανίας) έδωσε άριστα αποτελέσματα, επειδή τα δέντρα, αν και σκεπάζονται από σκόνες, δεν νεκρώνονται, επιπλέον δε δρουν και ως φίλτρα. Γενικά, χρειάζεται να υπάρχει γύρω από τα εργοστάσια μια δασική ζώνη πλάτους 300 μέτρων. Εννοείτε ότι όσο πιο πυκνή είναι η ζώνη (και μάλιστα να υπάρχει συνδυασμός ανώροφου και υπόροφου από θάμνους) είναι πιο αποτελεσματική. Ακόμη ατμόσφαιρα ρυπασμένη με θείο, φθόριο και χλώριο, οι λεύκες, δρυς και σημύδες είναι ανθεκτικές και μάλιστα η πρώτη σειρά δέντρων καλύτερα να αποτελείται από *Prunus serotina*.

Στις ΗΠΑ η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος δίνει ένα δάσος μοντέλο που αν αυτό έχει έκταση 1220 στρέμματα και φυτευτεί ή υπάρχει στα όρια μιας ρυπασμένης πόλης, τότε το δάσος αυτό μπορεί να απομακρύνει $80,5 \cdot 10^6$ τόνους SO_2 το έτος και να διατηρεί σταθερή την ποσότητα ρύπανσης του

ατμοσφαιρικού αέρα της περιοχής.Ειδικότερα το δάσος αυτό συγκρατεί:
(πίνακας Α, πίνακας Β)

Πίνακας Α: Υπολογιζόμενη ποσότητα αερίου ρύπανσης που συγκρατιέται σε
ξερό έδαφος και επιφάνειες φυτών.

Ρυπαντής	Επιφάνεια εδάφους μg/m2/ώρα	Επιφάνεια φυτών μg/m2/ώρα
Μονοξείδιο άνθρακα	$1,9 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^3$
Οξείδιο Αζώτου	$2,0 \cdot 10^2$	$2,3 \cdot 10^3$
Όζον	$1,0 \cdot 10^9$	$6,2 \cdot 10^4$
Υπεροξυακετυλνιτρικά		$1,2 \cdot 10^3$
Διοξείδιο του θείου	$7,7 \cdot 10^6$	$4,1 \cdot 10^4$

Πίνακας Β : Υπολογιζόμενη ποσότητα αερίου ρύπανσης που απομακρύνεται
από ένα εκτάριο του δάσους-μοντέλου.

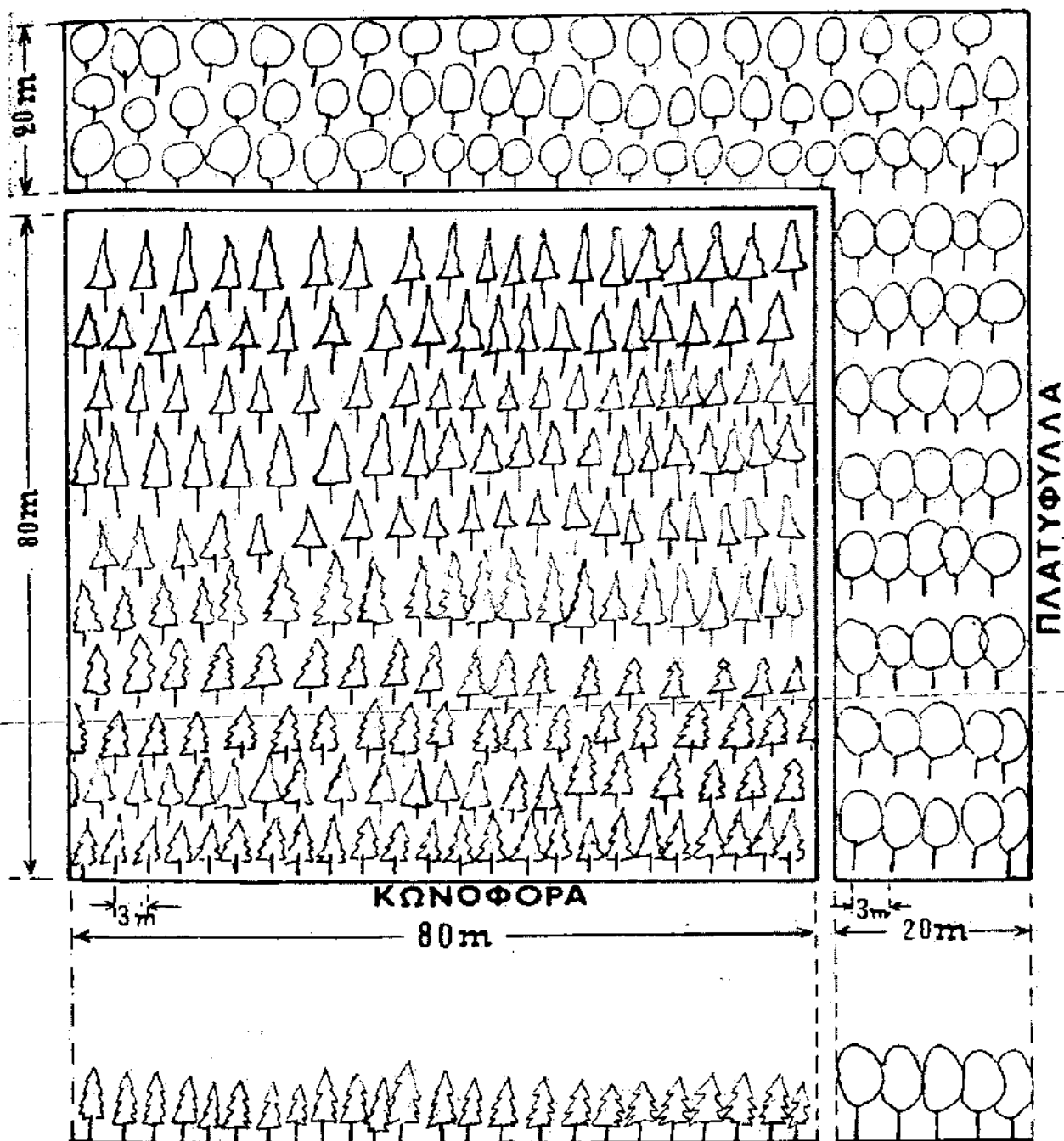
Ρυπαντής	Τόνοι / έτος
Όζον	$9,6 \cdot 10^4$
Διοξείδιο του Θείου	748
Μονοξείδιο άνθρακα	2.2
Οξείδια Αζώτου	0,38
Υπεροξυακετυλνιτρικά	0,17

Στη δασοκομική πράξη εντατικές αραιώσεις σε δάσος ερυθρελάτης, είχε ως αποτέλεσμα τα δέντρα να αναπτύσσονται καλύτερα και έδειξαν έτσι μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην επίδραση του SO₂. Ακόμη ο Gulascy αναφέρει ότι αναδασώσεις και δημιουργία ανομηλίκων συστάδων, κυρίως στις Βόρειες εκθέσεις, (Ουγγαρία) βοηθούν στη δημιουργία ρευμάτων ανέμου που απομακρύνει τον καπνό κλπ.

Στη Σισελία (Πολωνία) σε περιοχή με έντονη ρύπανση και όπου προηγούμενα υπήρχε δασική πεύκη που νεκρώθηκε, φυτεύτηκε δοκιμαστικά, με διάφορους συνδυασμούς(με καλλιέργεια εδάφους, λίπανση, με ή χωρίς απομάκρυνση των πρέμνων) λάρικα. Ύστερα από 5-8 χρόνια 47,1% των δέντρων ήταν ήδη νεκρά ή ξεραίνονταν, ενώ κύρια αιτία των νεκρώσεων αυτών ήταν η δευτερογενής προσβολή των βλαστών και ριζών από αριθμό μυκήτων.

Ακόμη οι Latocha αναφέρουν στην Άνω Σικελία και Κρακοβία (Πολωνία), σε περιοχές με έντονη ρύπανση ότι σε φτωχά εδάφη τα καλύτερα αποτελέσματα είχαν με τις φυτεύσεις μαύρης πεύκης, *Pinus strobus* και *Quercus rubra*, ενώ σε πλούσια εδάφη καλύτερα αποτελέσματα είχαν με *Tsuga Canadensis* και *Thuja occidentalis*.

Τέλος, στη Γερμανία και στη λοιπή Κεντρική Ευρώπη, όπου τα δάση νεκρώνονται από την ρύπανση, τα δάση είναι τεχνητά, ασκείτε έντονη Δασοπονία και αλλάζουν τα αρχικά δασοπονικά είδη, αντίθετα στις ΗΠΑ όπου οι βλάβες από ρύπανση είναι μικρή έχουν φυσικά δάση. Στην Ελλάδα υπάρχουν επίσης φυσικά δάση τα οποία πρέπει να τα προστατεύσουμε και να τα διατηρήσουμε.



Το τυπικό μοντέλο δάσους 1 εκταρίου για την συγκράτηση μέρους των ρυπαντών της ατμόσφαιρας (από U.S Environm Protection Agency). Ένα δάσος από 122,5 ha σαν το παραπάνω μπορεί να απομακρύνει από την ατμόσφαιρα $80,5 \times 10^6$ τόνους SO_2 το χρόνο και να κρατήσει σταθερή την ποιότητα αέρα σε σχέση με το διοξείδιο του θείου.

Επίλογος

Λόγω, των πετρελαϊκών κρίσεων της δεκαετίας του 70, οι ενεργειακοί ορυκτοί πόροι κάποτε θα εξαντληθούν και γι αυτό άρχισε η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αρχικά, έγιναν κάποιες δειλές απόπειρες για αναζήτηση λύσης προς αυτή την κατεύθυνση.

Από τότε, το ενεργειακό προσλαμβάνει όλο και μεγαλύτερες διαστάσεις. Έχει καταστεί σαφές ότι η χρησιμοποίηση πετρελαίου και του άνθρακα δεν είναι συμβατή με την ανάγκη για αειφόρο ανάπτυξη. Οι βλαβερές συνέπειες αυτής της χρήσης, ιδιαίτερα η σοβαρή επιδείνωση της ποιότητας του αέρα που έχει άμεσες συνέπειες στην υγεία αναγνωρίστηκαν ευρύτατα. Φυσικά, η κινητοποίηση για την αναζήτηση νέων λύσεων εντάθηκε με την αποκάλυψη του γεγονότος ότι η υπερβολική κατανάλωση κυρίως από τις πλούσιες χώρες ορυκτών ενεργειακών πόρων προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η απειλή αυτή είχε ως αποτέλεσμα, η Ευρώπη να αναλάβει την δέσμευση, έως το 2008-2012, να μειώσει κατά 8% σε σχέση με το 1990, τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (συνθήκες Κιότο, 1998).

Τα νέα ενεργειακά δεδομένα καθιστούν τις ανανεώσιμες και καθαρές πηγές ενέργειας, σημαντική πρόκληση. Ο στόχος της ευρωπαϊκής ενεργειακής στρατηγικής να διπλασιάσουν το μερίδιό τους δεν είναι πλέον μία απλή ευχή, αποτελεί αναγκαιότητα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παραδείγματα ρύπανσης

ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

Βρισκόμαστε σε μια εποχή που η βιομηχανική δραστηριότητα εξαπλώνεται σε όλο και περισσότερα σημεία στον πλανήτη. Καθημερινά απελευθερώνονται χιλιάδες τόνοι αποβλήτων σε αέρα, στεριά και θάλασσα, μολύνοντας, κυριολεκτικά, της ίδια μας την ζωή. Αυτή είναι η εποχή, που εξαιτίας μας, αποφάσισε η φύση να μας κηρύξει έναν πόλεμο, χρησιμοποιώντας εναντίον μας τα ίδια μας τα όπλα.

Στην Σουηδία, την δεκαετία του 1970, βρέθηκαν 18.000 λίμνες στις οποίες η οξύτητα είχε ξεπεράσει τα φυσικά όρια και στις μισές από αυτές, ο πληθυσμός των ψαριών είχε μειωθεί δραματικά. Το 1982 στις Η.Π.Α. 3.000 λίμνες και 25.000 μίλια ποταμών είχαν προσβληθεί από όξινα νερά. Η αιτία αυτών των συμβάντων είναι η Όξινη Βροχή, η χίμαιρα των εκβιομηχανισμένων περιοχών που καταστρέφει ολόκληρα οικοσυστήματα, είτε αυτά είναι δάση, είτε είναι λίμνες, είτε ποτάμια.

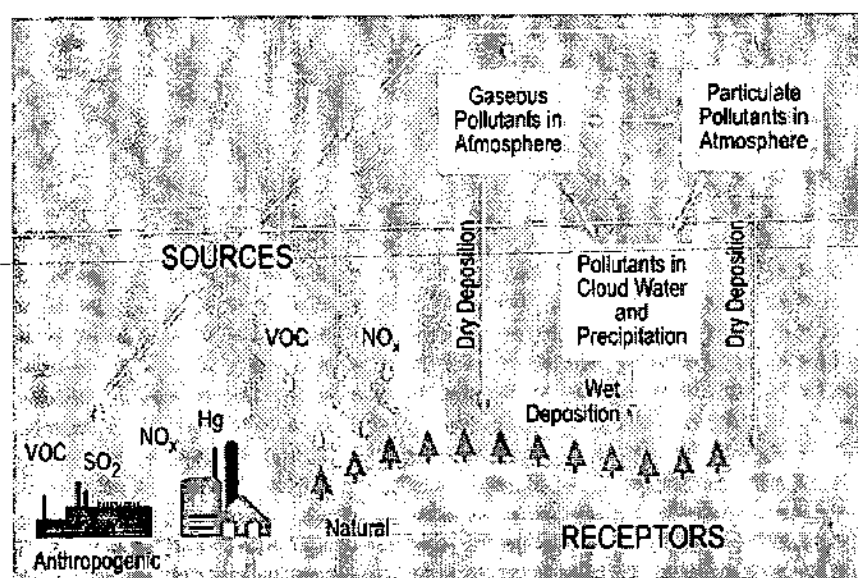
Τι είναι η Όξινη Βροχή

Ο όρος Όξινη Βροχή πρωτοαναφέρθηκε περίπου 20 χρόνια πριν όταν οι επιστήμονες στην Σουηδία και τη Νορβηγία θεώρησαν αρχικά ότι η όξινη βροχή μπορεί να προκαλέσει μεγάλη οικολογική ζημιά στον πλανήτη. Το πρόβλημα όμως ήταν, ότι ώσπου να καταλάβουν τις επιπτώσεις της όξινης βροχής, το πρόβλημα ήδη είχε γίνει πολύ μεγάλο. Η ανίχνευση μιας όξινης λίμνης είναι συχνά αρκετά δύσκολη. Μια λίμνη δεν γίνεται όξινη κατά τη διάρκεια μιας νύχτας. Συμβαίνει μέσα σε μία περίοδο πολλών ετών, ακόμη και μερικών δεκαετιών.

Όξινη Βροχή ονομάζουμε οτιδήποτε πέφτει από τον ουρανό πάνω στον πλανήτη μας, η βροχή, το χιόνι, η υγρασία κλπ, και που είναι αφύσικα όξινα. Προκαλείται από τη σημερινή βιομηχανία που χρησιμοποιεί πολλές χημικές

ουσίες για να κατασκευάζει διάφορα προϊόντα. Εντούτοις λόγω της δυσκολίας και του κόστους των προϊόντων εκπέμπονται συχνά στην ατμόσφαιρα, με ελάχιστη ή καμία επεξεργασία, πολλές χημικές ουσίες.

Καθώς το όξινο νερό της βροχής κυλάει πάνω και μέσα απ' το έδαφος, επηρεάζει ένα μεγάλο ποσοστό των φυτών και των ζώων. Το μέγεθος της επιρροής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως πόσο όξινο είναι το νερό, την σύσταση του εδάφους καθώς και τα είδη των ψαριών, δέντρων ή και άλλων έμβιων όντων έρχονται σε επαφή με το νερό.



Επίσης, τα διάφορα απόβλητα μπορούν να φτάσουν και να μολύνουν το έδαφος με ξηρή απόθεση, η οποία αναφέρεται στα αέρια και σωματίδια. Περίπου το μισό ποσοστό των οξέων που βρίσκονται στην

ατμόσφαιρα επιστρέφει στην Γη μ' αυτόν τον τρόπο. Ο άνεμος παρασέρνει τα όξινα σωματίδια και αέρια πάνω σε κτίρια, αυτοκίνητα, σπίτια και δέντρα, τα οποία μπορούν να ξεπλυθούν από τις διάφορες επιφάνειες με την βροχή. Όταν συμβαίνει αυτό, τα απόνερα προσθέτονται στο νερό της όξινης βροχής, κάνοντας έναν συνδυασμό ακόμη πιο όξινο και ισχυρό, απ' όσο η όξινη βροχή από μόνη της.

Οι επιστήμονες ανακάλυψαν πως η κύρια αιτία δημιουργίας της όξινης βροχής είναι η παρουσία μεγάλων ποσοστών διοξειδίου του θείου (SO_2) και οξειδίων του αζώτου (NO_x) στην ατμόσφαιρα. Στις Η.Π.Α. τα 2/3 απ' όλο το διοξείδιο του θείου και το 1/4 απ' όλα τα οξείδια του αζώτου προέρχονται από

την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην οποία χρησιμοποιούνται ορυκτά καύσιμα, όπως ο άνθρακας.

Η όξινη βροχή δημιουργείται όταν αυτά τα αέρια αντιδρούν στην ατμόσφαιρα με νερό, οξυγόνο και άλλες χημικές ενώσεις σχηματίζοντας διάφορες όξινες ενώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία δρα καταλυτικά, αυξάνοντας το ποσοστό αυτών των αντιδράσεων. Το αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός θειικού και νιτρικού οξέως.

Η δραστηριότητα της όξινης βροχής μετριέται με την κλίμακα του pH. Όσο πιο χαμηλό είναι το pH, τόσο πιο όξινη είναι η βροχή. Το pH του καθαρού νερού είναι 7. Η κανονική βροχή είναι λίγο όξινη καθώς το διοξείδιο του άνθρακα διαλύεται σ' αυτήν, ρίχνοντας έτσι το pH στο 5.5. Μέχρι το 2000, η πιο όξινη βροχή είχε πέσει στις Η.Π.Α. με pH που έφτανε μόλις στο 4.3.

Ποιες είναι οι επιπτώσεις της Όξινης Βροχής στο περιβάλλον και στον άνθρωπο

Η όξινη βροχή προκαλεί όξυνση στο νερό των λιμνών και των ποταμών, όπως επίσης την καταστροφή δέντρων σε μεγάλα ύψη (π.χ. κόκκινα έλατα, πάνω τα 650 μέτρα) και πολλών ευαίσθητων εδαφών στα δάση. Επιπλέον, η όξινη βροχή επιταχύνει την φθορά των οικοδομικών υλικών και χρωμάτων. Αυτό σημαίνει πως αναντικατάστατα κτίρια, αγάλματα και γλυπτά που μπορεί να είναι μέρος της εθνικής κληρονομιάς μιας χώρας, βρίσκονται στο έλεος της όξινης βροχής. Αλλά ακόμη και πριν πέσουν στο έδαφος το διοξείδιο του θείου και τα οξείδια του αζώτου, καθώς και τα παράγωγά τους, προκαλούν προβλήματα στην ορατότητα και βλάπτουν την υγεία του ανθρώπου.

ΡΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΚΘΕΣΗΣ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	Επιπτώσεις στην υγεία μετά από λιγότερες από 24 ώρες έκθεσης	Αποτελέσματα στον αναπνευστικό συριγμό και λαχάνιασμα. Οι ασθματικοί είναι η πιο ευαίσθητη κοινωνική ομάδα.
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	Σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις SPM για την υγεία μετά από περισσότερες από 24 ώρες έκθεσης	Ακόμα και μικρά επίπεδα έκθεσης προκαλούν θάνατο και μπορούν να οδηγήσουν σε χρόνια αποφρακτική πνευμονική νόσο.
	Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα	Το αναπνευστικό σύστημα καταστρέφεται, με αύξηση των σχετικών ασθενειών.
Διοξείδιο του αζώτου (NO ₂)	Επιπτώσεις στην υγεία μετά από λιγότερες από 24 ώρες έκθεσης	Η έμμεση έκθεση στο CO οδηγεί σε μια μείωση της φέρουσας ικανότητας του αίματος και μεταβάλλει την απελευθέρωση του οξυγόνου από την αιμοσφαιρίνη.
	Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα	Τα πνευμόνια, η σπλήνα, το συκώτι και το αίμα προσβάλλονται από τη μακρόχρονη έκθεση στο NO ₂ . Τα παιδιά είναι η πιο ευαίσθητη ομάδα.
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	Επιπτώσεις στην υγεία μετά από λιγότερες από 24 ώρες έκθεσης	Η έμμεση έκθεση στο CO οδηγεί σε μια μείωση της φέρουσας ικανότητας του αίματος και μεταβάλλει την απελευθέρωση του

		οξυγόνου από την αιμοσφαιρίνη.
	Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα	Η πρόσληψη CO με το κάπνισμα ή λόγω εργασίας σε μολυσμένο περιβάλλον (π.χ. τροχονόμοι, εργαζόμενοι συνεργείων αυτοκινήτων) οδηγεί σε καρδιαγγειακές παθήσεις ή θάνατο.
	Επιπτώσεις στην υγεία μετά από λιγότερες από 24 ώρες έκθεσης	Οι επιπτώσεις στην υγεία εξαρτώνται από το μέγεθος και τη συγκέντρωση του SPM.
	Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα	Αυξημένα ποσοστά βρογχίτιδας, ειδικά στα παιδιά.
Μόλυβδος (Pb)		<ul style="list-style-type: none"> - διαπιστώνεται μείωση της βιταμίνης D3 στα παιδιά - προσβάλλεται το κεντρικό νευρικό σύστημα - χειροτερεύει η ακοή - κακές λειτουργίες του εγκεφάλου.
		Τα VOC δεν είναι ένας άμεσος κίνδυνος για την υγεία, όμως επειδή ακολουθούνται από το σχηματισμό του όζοντος αποτελούν ένα σοβαρό πρόβλημα για την ανθρώπινη υγεία.

Οι ενώσεις του θείου και του αζώτου που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από τις εκ-πομπές διοξειδίου του θείου και νιτρικών οξέων προκαλούν μείωση της ορατότητας. Αυτό σημαί-νει πως δεν μπορούμε να δούμε τόσο μακριά και τόσο καθαρά όσο στον καθαρό αέρα.

Η όξινη βροχή μοιάζει, έχει την ίδια αίσθηση και την ίδια γεύση με την κανονική βροχή. Οι βλάβες που μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο δεν είναι τόσο άμεσες. Το να περπατάει κάποιος μέσα στην όξινη βροχή ή ακόμη και να κολυμπάει σε κάποια όξινη λίμνη, δεν είναι παραπάνω επικίνδυνο απ' το να περπατάει ή να κολυμπάει μέσα σε καθαρό νερό. Ωστόσο, οι ρύποι που προκαλούν την όξινη βροχή (διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου), μπορούν επίσης να βλάψουν την υγεία του ανθρώπου. Τα αέρια αυτά, όπως είπαμε, αντιδρούν στην ατμόσφαιρα σχηματίζοντας διάφορα μόρια από ενώσεις θείου και αζώτου τα οποία μπορούν να ταξιδέψουν σε μεγάλες αποστάσεις από ανέμους, μέσα σε κατοικημένες περιοχές όπου καθένας μπορεί να τα εισπνεύσει. Οι καθαρές ενώσεις μπορούν επίσης να διεισδύσουν μέσα σε κλειστούς χώρους. Πολλές επιστημονικές έρευνες έχουν αναγνωρίσει μια σχέση μεταξύ υψηλού επιπέδου καθαρών ενώσεων και αυξημένης παρουσίασης ασθενειών και πρόωρων θανάτων από καρδιακές και πνευμονικές δυσλειτουργίες, όπως το άσθμα και η βρογχίτιδα.

Μέσα σε πολλά χρόνια, επιστήμονες, δασολόγοι και άλλοι έχουν παρατηρήσει ότι η ανάπτυξη κάποιων δασών γίνεται με μειωμένο ρυθμό, χωρίς να γνωρίζουν την αιτία. Τα δέντρα σ' αυτά τα δάση δεν μεγαλώνουν τόσο γρήγορα όσο στην υγιή τους κατάσταση. Τα φύλλα και τα αγκάθια γίνονται καφέ και πέφτουν, ενώ θα έπρεπε να είναι πράσινα και υγιή. Σε μερικές εξαιρετικές περιπτώσεις, συγκεκριμένα δέντρα μέσα σε ολόκληρες περιοχές του δάσους, απλά πεθαίνουν χωρίς καμία άλλη προφανή αιτία.

Οι ερευνητές τώρα, ξέρουν ότι η όξινη βροχή προκαλεί μείωση της ταχύτητας της ανάπτυξης, τραυματισμό και θάνατο των δασών. Φυσικά, δεν είναι μόνο η όξινη βροχή που τα προκαλεί αυτά. Η μόλυνση του αέρα, τα

έντομα, οι ασθένειες, η ξηρασία ή ο πολύ κρύος καιρός μπορούν, επίσης, να βλάψουν τα δέντρα και τα φυτά. Στην πραγματικότητα, στις περισσότερες περιπτώσεις, οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στα δέντρα συμβαίνουν λόγω της συνδυασμένης δράσης της όξινης βροχής μαζί με τους υπόλοιπους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Μετά από μια μακρόχρονη συλλογή στοιχείων για την χημεία και βιολογία των δασών, οι ερευνητές καταλαβαίνουν πως η όξινη βροχή επιδρά στο έδαφος του δάσους, στα δέντρα και στα άλλα φυτά.

Οι οικολογικές επιδράσεις της όξινης βροχής μπορούν να φανούν καθαρά σε οικοσυστήματα που είναι εξαρτημένα απ' το νερό, όπως ποτάμια, λίμνες και βάλτους, καθώς αυτή πέφτει κατ' ευθείαν πάνω στους «κατοίκους» των περιοχών. Οι περισσότερες λίμνες και τα ποτάμια έχουν pH μεταξύ 6 και 8, αν και μερικές λίμνες είναι από φυσικού τους όξινες, ακόμη και χωρίς το φαινόμενο της όξινης βροχής. Η όξινη βροχή αρχικά επηρεάζει τις ευαίσθητες περιοχές του νερού, που βρίσκονται σε μέρη των οποίων το έδαφος έχει περιορισμένη ικανότητα να εξουδετερώνει τις όξινες ενώσεις (ονομάζεται «χωρητικότητα αφομοίωσης»). Οι λίμνες και τα ποτάμια γίνονται όξινα (δηλαδή, η τιμή του pH πέφτει) όταν το νερό και το έδαφος που το περιβάλλει δεν μπορεί να αφομοιώσει αρκετά την όξινη βροχή ώστε να την εξουδετερώσει. Σε περιοχές όπου η χωρητικότητα αφομοίωσης είναι χαμηλή, η όξινη βροχή απελευθερώνει άργιλο από το έδαφος μέσα στις λίμνες και τα ποτάμια. Ο άργιλος είναι πολύ τοξικός για πολλά είδη υδροβίων οργανισμών.

Η όξινη βροχή προκαλεί μια σειρά επιδράσεων που βλάπτουν ή σκοτώνουν κάποια είδη ψαριών, μειώνοντας έτσι τον πληθυσμό τους ή ακόμη και εξολοθρεύοντας ένα ολόκληρο είδος από κάποιον υδροβιότοπο, μειώνοντας μ' αυτόν τον τρόπο την βιοποικιλότητα. Καθώς το νερό της όξινης βροχής ρέει μέσω του εδάφους στις λίμνες και τα ποτάμια μια περιοχής, απελευθερώνεται άργιλος από το έδαφος. Έτσι, καθώς το pH σε μια λίμνη μειώνεται, οι ποσότητες του αργίλου αυξάνονται. Το χαμηλό pH μαζί μετά αυξημένα επίπεδα αργίλου είναι πολύ τοξικά για τα ψάρια. Επιπλέον, η συνεχής πίεση που θα

ασκηθεί, μπορεί να μην σκοτώσει απ' ευθείας κάποια είδη ψαριών, αλλά οδηγούν σε μικρότερο βάρος σώματος και μειωμένο μέγεθος, κάνοντας τα έτσι λιγότερο ικανά στο να ανταγωνιστούν για την τροφή και την διαμονή τους σε ένα μέρος.

Κάποιοι είδη φυτών και ζώων είναι ικανά να ανεχτούν το όξινο νερό. Άλλα, όμως, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα και είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα εξαφανιστούν καθώς το pH μειώνεται.

Γενικά, οι νεότεροι κάποιου είδους είναι περισσότερο ευαίσθητοι στις περιβαλλοντικές συνθήκες απ' ότι οι ενήλικοι. Σε pH 5, τα περισσότερα αυγά των ψαριών δεν μπορούν να εκκολαφτούν.

	pH 6.5	pH 6.0	pH 5.5	pH 5.0	pH 4.5	pH 4.0
TROUT	■	■	■	■		
BASS	■	■	■	■	■	■
PERCH	■	■	■	■	■	■
FROGS	■	■	■	■	■	■
SALAMANDERS	■	■	■	■	■	■
CLAMS	■	■				
CRAYFISH	■	■	■	■		
SNAILS	■	■				
MAYFLY	■	■	■	■	■	■

Σε ακόμη χαμηλότερα επίπεδα pH, κάποια ενήλικα ψάρια πεθαίνουν. Μερικές όξινες λίμνες δεν έχουν καθόλου ψάρια. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει

ότι τα ψάρια, τα οστρακόδερμα ή τα έντομα που τρώνε δεν αντέχουν τα ίδια επίπεδα οξύτητας. Για παράδειγμα, οι βάτραχοι αντέχουν σε περισσότερο όξινο περιβάλλον απ' ότι η πέστροφα.

Οι έμβιοι οργανισμοί μαζί με το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζουν, ονομάζεται οικοσύστημα. Τα φυτά και τα ζώα που ζουν μέσα σ' ένα οικοσύστημα έχουν αυξημένη αλληλεξάρτηση. Για παράδειγμα, μπορεί τα βατράχια να αντέχουν σε σχετικά όξινο περιβάλλον αλλά αν τρώνε έντομα, όπως τα εφημερόπτερα, τότε μπορεί να επηρεαστούν επειδή κάποιο μέρος της τροφής του θα εξαφανιστεί. Λόγω της σύνδεσης μεταξύ πολλών ψαριών,

φυτών και άλλων ειδών που κατοικούν σ' έναν υδροβιότοπο, αλλαγές του pH ή του επιπέδου του αργίλου επηρεάζουν όλη την βιοποικιλότητα. Γι' αυτό, όσο οι λίμνες και τα ποτάμια γίνονται πιο όξινα, ο αριθμός και τα είδη των ψαριών καθώς και άλλων υδρόβιων φυτών και ζώων σ' αυτά τα νερά, μειώνονται.

Η επίδραση του αζώτου στην επιφάνεια του νερού είναι επίσης κρίσιμη. Το άζωτο παίζει σημαντικό ρόλο στην σταδιακή όξυνση και μια νέα έρευνα αναγνώρισε την σπουδαιότητα του αζώτου στην μακροχρόνια όξυνση. Επιπλέον, η αρνητική επίδραση της απόθεσης του ατμοσφαιρικού αζώτου σε εκβολές ποταμών και παράκτιες περιοχές είναι επίσης σημαντική. Οι επιστήμονες υπολόγισαν ότι το 10-45% του παραγόμενου αζώτου από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, μεταφέρεται και αποτίθεται μέσω της ατμόσφαιρας στις εκβολές και τα παράκτια οικοσυστήματα. Το άζωτο είναι ένας σημαντικός παράγοντας που προκαλεί ευτροφισμό (εξάντληση οξυγόνου) στις φυσικές δεξαμενές νερού. Τα συμπτώματα του ευτροφισμού περιλαμβάνουν την άνθιση των θαλάσσιων φυκιών (τοξικά και μη-τοξικά), μείωση στην υγεία των ψαριών και οστρακόδερμων, μείωση του θαλάσσιας χλωρίδας και των κοραλλιογενών υφάλων, και αλλαγές στις τροφικές αλλαγές. Όταν η βροχή πέφτει, αποθέτει ενώσεις αζώτου (NO_x και NH_3) στο έδαφος, βλάπτοντας τις χερσαίες πηγές οικοσυστημάτων. Όσο η ποσότητα αζώτου στο έδαφος αυξάνεται, τα είδη των φυτών κι ο τρόπος που μεγαλώνουν τα δέντρα αλλάζει άλλο τόσο. Γι' αυτόν το λόγο οι δυναμικές ολόκληρου του οικοσυστήματος μπορούν να καταστραφούν.



Η όξινη βροχή και ξηρή απόθεση των όξινων σωματιδίων προκαλούν φθορές στα μέταλλα (όπως τον μπρούντζο) και μείωση της αξίας των χρωμάτων και πετρωμάτων (όπως το μάρμαρο και τον ασβεστόλιθο). Αυτό με την σειρά του επιφέρει μείωση της αξίας των κτισμάτων, των γεφυρών, των πολιτισμικών αντικειμένων (όπως αγάλματα, μνημεία και τάφοι) και των αυτοκινήτων.

Η ξηρή απόθεση των όξινων ενώσεων μπορεί επίσης να λερώσει τα κτίρια, οδηγώντας σε αυξημένο κόστος συντήρησης. Για να μειωθεί η ζημιά στο χρώμα των αυτοκινήτων, κάποιοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν μπογιές οι οποίες είναι ανθεκτικές στο όξινο περιβάλλον, αυξάνοντας λίγο το μέσο κόστος κατασκευής.

Τι μπορεί να γίνει

Για να κατανοηθούν καλύτερα τα αίτια και τα αποτελέσματα της απόθεση οξέων και να εντοπιστούν τις αλλαγές που γίνονται στο περιβάλλον, επιστήμονες από όλα τα κράτη που εμφανίζουν παρόμοια προβλήματα, όπως και ακαδημαϊκοί ερευνητές, μελετούν τις διαδικασίες όξυνσης. Μαζεύουν δείγματα αέρα και νερού και μετράνε διάφορα χαρακτηριστικά τους, όπως το pH και η χημική τους σύσταση. Έπειτα εξετάζουν τα αποτελέσματα που έχουν σε υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο, όπως το μάρμαρο και ο μπρούντζος. Τελικά, οι επιστήμονες εργάζονται για την κατανόηση των επιπτώσεων του διοξειδίου του θείου (SO₂) και των οξειδίων του αζώτου (NO_x) τους ρύπους που προκαλούν απόθεση οξέων και μορίων στη ανθρώπινη υγεία.

Για να λυθεί το πρόβλημα της όξινης βροχής, οι άνθρωποι πρέπει να καταλάβουν με ποιον τρόπο αυτή καταστρέφει το περιβάλλον. Πρέπει επίσης να καταλάβουν τι αλλαγές πρέπει να κάνουν στις εστίες μόλυνσης που προκαλούν το πρόβλημα. Η απάντηση σ' αυτά τα ερωτήματα θα βοηθήσει αυτούς που έχουν την εξουσία να πάρουν καλύτερες αποφάσεις σχετικά με το πώς να ελέγχουν την μόλυνση του αέρα με αποτέλεσμα να μειώσουν, ή ακόμη και να εξαλείψουν την όξινη βροχή. Τρόποι για να λυθεί το πρόβλημα υπάρχουν πολλοί. Έτσι, αυτοί που έχουν τη εξουσία να βοηθήσουν πρέπει να ακολουθήσουν μια σειρά από βήματα, που τελικά θα τους οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ο περισσότερος ηλεκτρισμός που δίνει ενέργεια στην μοντέρνα ζωή προέρχεται απ' την καύση ορυκτών καυσίμων (όπως ο άνθρακας) το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο. Όπως έχουμε αναφέρει οι όξινες αποθέσεις προκαλούνται από δυο ρύπους που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα ή εκπέμπονται όταν καίγονται τα καύσιμα: το διοξείδιο του θείου (SO_2) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x).

Το θείο βρίσκεται μέσα στον άνθρακα σαν ακαθαρσία και αντιδρά με τον αέρα όταν ο άνθρακας καίγεται, σχηματίζοντας διοξείδιο του θείου. Αντίθετα, οξείδια του αζώτου σχηματίζονται κατά την καύση οποιουδήποτε ορυκτού καυσίμου.

Υπάρχουν πολλές επιλογές για την μείωση της εκπομπής του διοξειδίου του θείου, όπως χρησιμοποιώντας άνθρακα που περιέχει λιγότερο θείο, ξεπλένοντας τον άνθρακα και κάνοντας χρήση φίλτρων τα οποία απομακρύνουν χημικά το διοξείδιο του θείου από τα αέρια που βγαίνουν απ' τις καπνοδόχους των εργοστασίων. Επίσης, τα βιομηχανικά συγκροτήματα θα μπορούσαν να αλλάξουν καύσιμο, χρησιμοποιώντας για παράδειγμα, φυσικό αέριο, που δημιουργεί πολύ λιγότερο διοξείδιο του θείου, αντί για άνθρακα. Κάποιες επιπλέον προτάσεις θα μπορούσαν να φέρουν καλύτερη απόδοση στην μείωση κάποιων άλλων ρύπων, όπως ο υδράργυρος και το διοξείδιο του άνθρακα. Η κατανόηση αυτών των επιπλέον ωφελημάτων είναι σημαντική για μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μειωθεί η μόλυνση, οι οποίες θα είναι τόσο οικονομικές όσο και αποτελεσματικές. Μια άλλη λύση είναι η βιομηχανίες να χρησιμοποιήσουν μηχανήματα τα οποία εργάζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων. Κάθε μια απ' αυτές τις λύσεις έχει το δικό της κόστος και τα δικά της οφέλη. Ωστόσο, δεν υπάρχει μια και μοναδική παγκόσμια λύση.

Παρόμοιοι με τα φίλτρα των εργοστασίων είναι οι καταλυτικοί μετατροπείς των αυτοκινήτων, οι οποίοι μειώνουν τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου. Η χρήση αυτών των συσκευών είναι απαραίτητη σε κάποιες χώρες για περισσότερα από είκοσι χρόνια. Είναι σημαντικό να δουλεύουν σωστά οι

περιορισμοί των εξατμίσεων να τηρούνται αυστηρά. Επίσης μερικές εταιρίες προσπαθούν να κάνουν μετατροπές στην βενζίνη ώστε να καίγεται καθαρότερα.

Υπάρχουν κάποιες άλλες μορφές ενέργειας απ' τις οποίες μπορούμε να παράγουμε ηλεκτρισμό, εκτός απ' τα ορυκτά καύσιμα. Αυτές είναι: η πυρηνική, η υδροηλεκτρική, η αιολική, η γεωθερμική και η ηλιακή. Απ' αυτές, η πυρηνική και η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιούνται περισσότερο σε σχέση με τις υπόλοιπες, οι τεχνολογίες των οποίων δεν έχουν αναπτυχθεί σημαντικά.

Υπάρχουν επίσης εναλλακτικές μορφές ενέργειας για τα αυτοκίνητα, όπως τα αυτοκίνητα που κινούνται με αέριο, με μπαταρίες, με κυψέλες καυσίμων και με συνδυασμό εναλλακτικής μορφής ενέργειας και βενζίνης.

Όλες οι μορφές ενέργειας έχουν κάποιο κόστος για το περιβάλλον, όπως και οφέλη. Κάποιες μορφές ενέργειας είναι πιο ακριβές στην παραγωγή από άλλες, το οποίο σημαίνει πως δεν θα έχουν όλοι την οικονομική άνεση να τις αποκτήσουν. Η πυρηνική, η υδροηλεκτρική ενέργεια και ο άνθρακας είναι τα φθηνότερα στην σημερινή εποχή. Αλλά, αλλαγές στην τεχνολογία και στους περιβαλλοντικούς κανονισμούς μπορεί να το αλλάξει αυτό στο μέλλον. Όλοι αυτοί οι παράγοντες πρέπει να ζυγιστούν όταν παίρνονται αποφάσεις για το ποια ενέργεια πρέπει να χρησιμοποιηθεί στο παρόν και ποια πρέπει να αποτελέσει επένδυση για το μέλλον.

Η απόθεση οξέων εισχωρεί βαθιά στην κατασκευή ενός οικοσυστήματος, αλλάζοντας την σύσταση του εδάφους, όπως και την σύσταση των ποταμών περιορίζοντας τον χώρο όπου κάποια ήδη φυτών και ζώων επιβιώνουν. Επειδή είναι πολλές οι αλλαγές που γίνονται, παίρνει πολλά χρόνια σε ένα οικοσύστημα για να επανέλθει στην φυσιολογική του κατάσταση. Για παράδειγμα, ενώ η ορατότητα μπορεί να βελτιωθεί μέσα σε μερικές μέρες, και μικρές ή επεισοδιακές χημικές αλλαγές σε ποτάμια παρουσιάζουν βελτίωση σε μερικούς μήνες, η χρόνια όξυνση των λιμνών, των ποταμών, των δασών και του εδάφους μπορεί να πάρει από χρόνια, μέχρι και δεκαετίες (ακόμη και αιώνες στην περίπτωση του εδάφους) για να θεραπευτεί.

Παρ' όλ' αυτά, υπάρχουν μερικά πράγματα τα οποία μπορούν να κάνουν οι άνθρωποι για να επαναφέρουν τις λίμνες και τα ποτάμια πιο γρήγορα. Μπορεί να προστεθεί ασβεστόλιθος σε όξινες λίμνες για να επουλώσει την όξινη. Αυτή η διαδικασία* έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στην Νορβηγία και την Σουηδία. Μια διαδικασία ιδιαίτερα δαπανηρή, η οποία πρέπει να γίνεται επαναλαμβανόμενα για να αποτρέψει το νερό να ξαναγυρίσει στην όξινη κατάσταση. Θεωρείται σαν βραχυπρόθεσμη επιδιόρθωση σε συγκεκριμένες περιοχές και όχι σαν μια προσπάθεια μείωσης ή εξάλειψης της μόλυνσης. Επιπλέον, δεν λύνει ευρύτερα προβλήματα, όπως την αλλαγή της σύστασης του εδάφους, την μείωση της ορατότητας, την καταστροφή των υλικών και τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, συχνά επιτρέπει στα ψάρια να παραμείνουν σε μια λίμνη, έτσι ώστε ο ενδογενής πληθυσμός να επιζήσει σ' αυτό το μέρος έως ότου να μειωθεί η εκπομπή ρύπων και η απόθεση οξέων στην περιοχή.

Φαίνεται ότι δεν είναι πολλά αυτά που μπορούμε να κάνουμε σαν άτομα έτσι ώστε να σταματήσουμε την απόθεση οξέων. Όμως, όπως πολλά άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα, προκαλείται από ενέργειες εκατομμυρίων ξεχωριστών ανθρώπων. Γι' αυτό καθένας από μας πρέπει να μειώσει την συνεισφορά του στο πρόβλημα και να γίνει μέρος της λύσης. Ένα πρώτο βήμα είναι η κατανόηση του προβλήματος και της λύσης του.

Μπορούμε όλοι να συνεισφέρουμε απευθείας με το να «συγκρατούμε» την ενέργεια, μιας και στην παραγωγή ενέργειας ανήκει το μεγαλύτερο ποσοστό του προβλήματος της απόθεσης οξέων. Για παράδειγμα, αυτά που μπορεί ο καθένας να κάνει είναι:

Να κλείνει τα φώτα, τον υπολογιστή ή άλλες συσκευές όταν δεν είναι απαραίτητο να λειτουργούν

Να χρησιμοποιεί ηλεκτρικές συσκευές μόνο όταν τις χρειάζεται

Να έχει τον θερμοστάτη στους 20 °C τον χειμώνα και στους 23 °C το καλοκαίρι. Μπορεί να κατέβει ακόμη περισσότερο τον χειμώνα, ή να ανέβει το καλοκαίρι όταν λείπει απ' το σπίτι

Να μονώσει το σπίτι του όσο καλύτερα μπορεί

Να χρησιμοποιεί τα μέσα μαζικής μεταφοράς όσο πιο συχνά μπορεί ή ακόμη καλύτερα να περπατάει ή να χρησιμοποιεί ποδήλατο

Να αγοράσει αυτοκίνητο με χαμηλές εκπομπές οξειδίων του αζώτου και να το διατηρεί σε καλή κατάσταση

Να είναι καλά ενημερωμένος

ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΠΟΛΕΜΙΚΗΣ ΣΥΡΡΑΞΗΣ ΤΟΥ 1991

Στη διάρκεια του πολέμου του 1991, οι Ιρακινές στρατιωτικές δυνάμεις ξεσκέπασαν 76 Κουβειτιανές πετρελαιοπηγές, από τις οποίες προκλήθηκε διαρροή πετρελαίου, ενώ άλλες 99 καταστράφηκαν. Περίπου 60 εκατομμύρια βαρέλια πετρέλαιο διέρρευσαν, σχηματίζοντας 246 λίμνες πετρελαίου, που κάλυψαν επιφάνεια συνολικής έκτασης 49 km², με βάθος 30-50cm. Περισσότερες από 600 πετρελαιοπηγές του Κουβέιτ πυρπολήθηκαν από τα Ιρακινά στρατεύματα που υποχωρούσαν καίγοντας 2,6-6 εκατομμύρια βαρέλια πετρέλαιο την ημέρα. Οι πηγές φλέγονταν αδιάκοπα από τα τέλη του Φεβρουαρίου ως τις αρχές Απριλίου του 1991 και η τουλίπα καπνού εκτείνονταν σε αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα μήκος.

Η συνολική ποσότητα των ρυπογόνων αερίων που εκλύθηκε στην ατμόσφαιρα από την καύση του πετρελαίου, συμπεριλαμβανομένου διοξειδίου του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα, αιθάλης και καρκινογόνων προϊόντων καύσης όπως βενζοπυρίνης, πολυαρωματικών υδρογονανθράκων (Paths) και διοξινών, υπολογίζεται σε 500,000 μετρικούς τόνους την ημέρα. Μέχρι τις αρχές Μαΐου 1991, ομάδες πυρόσβεσης είχαν καλύψει 80 πηγές που ανάβλυζαν πετρέλαιο και κατέσβησαν 70. Η τελευταία φωτιά έσβησε το Νοέμβριο του 1991.

Εκτεταμένη υποβάθμιση των βοσκοτόπων της, αντιμετώπισε η Σαουδική Αραβία, σαν αποτέλεσμα της απόθεσης στο έδαφος, ραδιενεργής τέφρας αιθάλης και σταγονιδίων πετρελαίου.

6-8 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου διέρρευσαν στα νερά του Περσικού Κόλπου από 3 κυρίως πηγές: από βυθισμένα ή με διαρροή σκάφη και από τερματικά αγωγών στο Κουβέιτ και το Ιράκ. Το μέγεθος της πρώτης διαρροής (1991) είναι η μεγαλύτερη στην ιστορία-υπολογίζεται ότι σχημάτισε πετρελαιοκηλίδα έκτασης 56km*16km, δηλαδή σχεδόν 900km². Τον

Φεβρουάριο του 1991 η πετρελαιοκηλίδα αυξήθηκε στα 120-130km πλάτος ενώ 707km κατά μήκος ακτογραμμών της Σαουδικής Αραβίας, καλύφθηκαν από πετρέλαιο.

Η συνολική εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από τις φλεγόμενες πετρελαιοπηγές, εκτιμάται στους $3 \cdot 10^8$ τόνους περίπου 1,5% της ετήσιας παγκόσμιας εκπομπής αερίων θερμοκηπίου. Τα αέρια που εκλύθηκαν από την καύση πετρελαίου περιείχαν σε μικρές ποσότητες υδράργυρο, βενζόλη, μεθυλοβενζόλη, αιθυλοβενζόλη, διμεθυλοβενζόλιο και πολυχρωματικούς υδρογονάνθρακες. Είναι πιθανή η σύνθεση διοξινών κατά την καύση, λόγω της ανάμιξης χλωρίου, από τη χρήση θαλασσινού νερού για την κατάσβεση των πυρκαγιών.

Στο νέφος καπνού που σχηματίστηκε, οι μέγιστες συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου ξεπερνούσαν κατά πολύ τα επιτρεπόμενα όρια ασφαλείας για την ανθρώπινη υγεία, ενώ η συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων όζοντος και αζώτου ήταν κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια.

Ο καπνός και η ομίχλη από τις πυρκαγιές στις πετρελαιοπηγές του Κουβέιτ, κάλυψε περίπου 953km² ερήμου με ραδιενεργά κατάλοιπα που εκλύθηκαν από την καύση του πετρελαίου, από τα οποία 102km² έχουν υποστεί 'βαριά' μόλυνση. Η εποχική βλάστηση δεν αναπτύχθηκε ενώ το μεγαλύτερο μέρος της αιώνιας βλάστησης καταστράφηκε ή βλάφτηκε σοβαρά. Σε περιοχές όπου για την κατάσβεση των πυρκαγιών χρησιμοποιήθηκε θαλάσσιο νερό, υπήρξε καταστροφή των εγγενών ειδών χλωρίδας, ενώ σημειώθηκε μετατόπιση ανθεκτικών στην αλμύρα παράκτιων ειδών.

Η ραδιενεργός τέφρα αιθάλης και τα άκαυτα προϊόντα πετρελαίου, δημιούργησαν κηλίδες στην επιφάνεια του ωκεανού. Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες και βαρέα μέταλλα αιθάλης εναποτέθηκαν σε στιβάδες μέσα στο νερό. Αναλύσεις σε δείγματα νερού, δεν έδειξαν αύξηση στη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στο νερό, σαν συνέπεια της πετρελαιοκηλίδας που

δημιουργήθηκε, δεν υπάρχουν όμως διαθέσιμες πληροφορίες για την συγκέντρωση ρύπων στο ίζημα του βυθού.

Το μέγεθος της οικολογικής καταστροφής από την διαρροή του πετρελαίου στη θάλασσα και την εκπομπή των προϊόντων καύσης του, δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί στους πληθυσμούς των ψαριών. Οι πιθανοί κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία από την κατανάλωσή τους, είναι έκθεση σε υδρογονάνθρακες και σύνθετα προϊόντα διάσπασης που δεν έχουν διερευνηθεί λεπτομερώς, καθώς θεωρήθηκε ότι δεν αποτελούν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία.

Περίπου 30,000 αποδημητικά πουλιά που διαχειμάζαν στην περιοχή του Περσικού Κόλπου, πέθαναν από την εκτεταμένη πετρελαιοκηλίδα.

Οι συνέπειες στο περιβάλλον από τις πυρκαγιές των πετρελαιοπηγών.

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα μείγμα από 1000 διαφορετικούς υδρογονάνθρακες, με σύνθεση (αναλογία συστατικών) που διαφέρει σε κάθε περιοχή εξόρυξης. Το προϊόν της ανεξέλεγκτης καύσης του πετρελαίου, είτε σε μια πηγή, είτε στο χώρο αποθήκευσης ή στις τάφρους, εξαρτάται από τη σύνθεση του αργού πετρελαίου, τις τοπικές κλιματικές συνθήκες, την περιεκτικότητά του σε υδρόθειο (H₂S), νερό ή/ και φυσικό αέριο και την παρουσία / έκλυση φυσικής ραδιενέργειας, ειδικά των ισοτόπων ραδονίου, προϊόντος της φυσικής διάσπασης του ουρανίου.

ΜΕΞΙΚΟ: ΜΙΑ ΠΟΛΗ ΜΕ ΤΕΡΑΣΤΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Οι μεξικάνοι κοιμούνται πάνω σ' ένα θησαυρό. Ο θησαυρός όμως αυτός έχει σοβαρές επιπτώσεις. Το Σεπτέμβριο του 1982, το εθνικό πολυτεχνικό ινστιτούτο του Μεξικού δημοσίευσε μια μελέτη σχετικά με τις επιπτώσεις των πετροχημικών πάνω στα εδάφη που βρίσκονται στην περίμετρο του κόλπου του Μεξικού. Συμπέρασμα των εργασιών του: η ρύπανση είναι ολική και αμετάκλητη. Ήδη από το 1978, είχε πάρει διατάσεις καταστροφικές. Ο τότε πρωθυπουργός περιορίστηκε στο να χαρακτηρίσει ως "εμπιστευτική" μια έκθεση ειδικών απ' το πανεπιστήμιο του Μεξικού. Η έκθεση αυτή βεβαίωσε ότι το διωλιστήριο απέβαλε εκατομμύρια λίτρα τοξικών ουσιών, όλες τις μέρες σε δέκα τουλάχιστον σημεία του ποταμού και ιδιαίτερα μόλυβδο και υδράργυρο. Τότε χρειάστηκε ν' απαγορευτεί η πώληση ψαριών που αλιεύονταν στο ποταμό Κοαλζακοάλκος. Όμως τίποτα δεν εμπόδισε αυτό που έμελλε να καταλήξει σε μια ανθρώπινη και οικολογική τραγωδία. Μια βροχή από θειάφι, παραγόμενη από τις καμινάδες των διωλιστηρίων, κάθισε γρήγορα πάνω στις τσίγκινες στέγες των στάβλων. Τα ζώα προσβλήθηκαν γρήγορα και η γεωργική και κτηνοτροφική παραγωγή έπεσε κατά 30%. Τον Ιανουάριο του 1981, πάνω από δέκα χιλιάδες απελπισμένοι αγρότες συγκεντρωμένοι στη μεγαλύτερη αρτηρία της περιοχής και οπλισμένοι με δρεπάνια και παλιά τουφέκια, έφτιαξαν οδοφράγματα και παρέλυσαν για 48 ώρες την παραγωγή του πετρελαίου και υγραερίου. Στις 3 Ιουνίου του 1979 από μια παραθαλάσσια γεώτρηση άρχισαν να αναβλύζουν ξαφνικά κύματα αργού πετρελαίου. Η τεράστια αυτή διαρροή κράτησε 295 μέρες. Το 10% των νερών του κόλπου προσβλήθηκαν απ' την ρύπανση και εκατομμύρια λίτρα από χημικά διαλυτικά (τοξικά εντούτοις για το γόννο της γαρίδας και τα νεαρά ψαριά) χρειάστηκε να καταποντισθούν απ' τα αεροπλάνα για ν' αντιμετωπίσουν τη μάστιγα. Ένα χρόνο μετά στο Τέξας, η αλιευτική παραγωγή έπεσε κατά 50% έως 70% και το 50% της πανίδας που ζούσε στην παλιρροιακή ζώνη εξαφανίστηκε απ' την ακτή του Τέξας, σε μια

απόσταση γύρω στα 1000 χιλιόμετρα. Η ελώδης έκταση γύρω απ' τα διυλιστήρια, τριάντα περίπου τετραγωνικά χιλιόμετρα, έχει μετρηθεί σε απέραντη και παχύρρευστη λίμνη. Στις λίγες ελεύθερες επιφάνειες του νερού, απαστράπτουσες και πολύχρωμες απ' τον επιπλέον πετρέλαιο, μερικά καλάμια. Πάνω στις ακτές, σκελετοί πουλιών. Αλλά τα απόβλητα των διυλιστηρίων δεν περιορίζουν τη δράση τους μονάχα στη λίμνη. Στάζουν σιγά-σιγά προς τον κόλπο, λερώνουν τα ρεύματα του νερού μέχρι τη θάλασσα.

Η μεγάλη καταστροφή ολοκληρώνεται με την έκρηξη υγροποιημένου αερίου (Ipe) της εταιρίας πετρελαίου Pemex. Στην πορεία έγιναν πολλές εκρήξεις ώστε πολλά άτομα να σκοτωθούν και η ατμόσφαιρα να μολυνθεί.



Σχόλιο εικόνας

Σαν μεγάλα πουλιά μαυρισμένα απ' την πετρελαιοκηλίδα, ογδόντα χειρώνακτες που δουλεύουν για λογαριασμό του διυλιστηρίου του Μιναταλάν βγαίνουν απ' τη λάσπη. Μερικοί δεν είναι ούτε δεκάξι χρόνων. Για μερικές εκατοντάδες πέσος τη μέρα (10 πέσος είναι περίπου μια δραχμή), μάχονται με τα μπράτσα και τα πόδια ενάντια στην ρύπανση απ' το πετρέλαιο. Σε συνεχόμενες βάρδιες περιπολούν μέσα στους βάλτους που περιβάλλουν τις εγκαταστάσεις της Pemex, εταιρίας εθνικοποιημένης, δεύτερης σε παραγωγή πετρελαιοειδών στην αμερικανική ήπειρο και τέταρτης σ' ολόκληρο τον κόσμο. Σήμερα, στο Μεξικό το πετρέλαιο δεν θεωρείται πλέον ως αγαθό που θα βοηθήσει τη χώρα να βγει από την κρίση : για αρκετά μεγάλο μέρος του πληθυσμού, έγινε ένας εφιάλτης. Όσοι καταφέρνουν να μείνουν (μπροστά στις απάνθρωπες συνθήκες δουλειάς) κολυμπούν καθημερινά στο πετρέλαιο μέχρι το λαιμό. Οι μεν για να ψαρεύουν μέσα απ' το βάλτο την κολλώδη βιομάζα που έχει παγιδευτεί στα περισσότερα σημεία και να την μεταφέρουν στην ακτή, οι δε για να μεταφέρουν αυτή τη λάσπη από πίσσα, χόρτα και πετρέλαιο με τα φορτηγά στις χωματερές. Οι υγρές ουσίες πρέπει να κάνουν συχνά μακροβούτια για να ξεβουλώσουν τους απορροφητήρες.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΑΠΟ ΕΚΡΗΞΕΙΣ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ.

1944. Cleveland Ohio: έκρηξη σε αποθήκες 4200 κυβικά μέτρα υγροποιημένου φυσικού αερίου (liquefied natural gas , lng) κτίρια σε απόσταση 250 μέτρων έπιασαν φωτιά. σκοτώθηκαν 130 άτομα.

1959. Melohum, Georgia: διάρρηξη δεξαμενής με υγροποιημένα αέρια (liquefied petroleum gas, lpg, βουτάνιο, προπάνιο κλπ) πάνω σε τρένο. Τα αέρια διαχέονται σε περιοχή με εκδρομείς και μετά επέρχεται η έκρηξη. νεκροί 35

1966. Feyzin, Γαλλία : Μια βαλβίδα δεξαμενής LPG παρουσιάζει βλάβη . Τα αέρια διαχέονται και μιάμιση ώρα αργότερα έρχεται η έκρηξη . Νεκροί 45

1972. Βραζιλία: Έκρηξη υγροποιημένου βουτανίου, σκοτώνει 37 άτομα.

1973. Staten Island, Νέα Υόρκη: lng που έχει παραμείνει μέσα στη δεξαμενή εκρήγνυται καθώς γίνονται επισκευές. 40 εργάτες νεκροί μέσα στη δεξαμενή.

1974. Tokyo, Bay, Ιαπωνία: Πλοίο που μεταφέρει lng συγκρούεται με εμπορικό πλοίο . νεκροί 33.

1978. Los Afiagues, Ισπανία: Ένα βυτιοφόρο που μετέφερε 43 κυβικά μέτρα lpg παθαίνει διαρροή κοντά σε κατασκήνωση. νεκροί 150.

1978. Αυτοκινητόδρομος κοντά στο Μεξικό: Βυτιοφόρο σκορπίζει lpg στο δρόμο μετά από ατύχημα και επακολουθεί έκρηξη . νεκροί 20 (περίπου)

1984. Cubatoan, Sao Paulo: Σωλήνας μεταφοράς LPG εκρήγνυται σε αστικό προάστιο. νεκροί 80.

1984. Mexiko City: Έκρηξη σε αποθήκες της Pemex. νεκροί 452, 4248 πληγωμένοι (εγκαύματα) 1500 κατεστραμμένα σπίτια.

ΜΕ ΑΦΟΡΜΗ ΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ

Το πλοίο Sea Diamond προσάραξε στον όρμο Αθινιού, κοντά στο λιμάνι της Σαντορίνης. Το πλοίο έχει καταλήξει πλέον σε βάθος 120-160m και στις δεξαμενές του βρίσκονται περίπου 400 τόνοι πετρελαίου. Αντίθετα με τα λεγόμενα του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας ο συντονισμός της αντιμετώπισης του συμβάντος και πρόληψης της ρύπανσης υπήρξε από τις πρώτες στιγμές προβληματικός. Ενώ από τη πρώτη στιγμή τοποθετήθηκαν πλωτά φράγματα δεν δόθηκε προτεραιότητα στην άντληση των καυσίμων του πλοίου με αποτέλεσμα να υπάρχει μια διαρκής διαρροή πετρελαίου, η οποία δεν έχει σταθερό σημείο εκροής στην επιφάνεια της θάλασσας, λόγω ρευμάτων, οπότε σε κάποιο βαθμό αχρηστεύονται τα πλωτά μέσα. Εκτός από το πετρέλαιο η γύρω θαλάσσια περιοχή και σε μεγάλη έκταση έχει γεμίσει με στερεά απόβλητα και εξοπλισμό του πλοίου.

Το πετρέλαιο έχει ήδη ξεβραστεί στην ακτή από όπου το μαζεύουν το προσωπικό του Δήμου σε σακούλες σκουπιδιών και το εναποθέτουν ακόμα και στην χωματερή του νησιού, γεγονός απαράδεκτο που είναι πιθανό να συμβάλει περαιτέρω στην ρύπανση του υπόγειων υδάτων. Σύμφωνα με δηλώσεις ντόπιων παραγόντων τις πρώτες ώρες πραγματοποιήθηκε ψεκασμός του πετρελαίου που πλησίαζε την ακτή με διασκορπιστικές χημικές ουσίες, πράγμα που εντείνει τις ανησυχίες για ακόμα μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή.

Ενώ με βάση το ΠΔ64/2004 δημιουργείται στη Σαντορίνη Περιφερειακός Σταθμός Πρόληψης και Καταπολέμησης της Θαλάσσιας Ρύπανσης δεν έχουν διαμορφωθεί οι κατάλληλες υποδομές που πρέπει να αποκεντρωθούν για να υπάρχει άμεση αντιμετώπιση αντίστοιχων περιστατικών. Αντ' αυτού βλέπουμε να χρησιμοποιούνται ανειδίκευτο προσωπικό και ακατάλληλες πρακτικές (χημικά) για τον διασκορπισμό ή καταπόντιση του πετρελαίου που δεν συμβάλει ουσιαστικά στην καταπολέμηση της ρύπανσης και μια επικοινωνιακή τακτική που στόχο έχει την μείωση των επιπτώσεων στον τουρισμό και τη

συγκάλυψη ευθυνών. Η Πολιτεία δείχνει αμήχανη και απροετοίμαστη για την πρόληψη και αντιμετώπιση αντίστοιχων ατυχημάτων και το πρόβλημα θα γίνει εντονότερο, αν δεν ληφθούν άμεσα κάποια μέτρα, από τη στιγμή που θα τεθεί σε λειτουργία ο πετρελαιοαγωγός Μπουργκάς- Αλεξανδρούπολη και γεμίσει το Αιγαίο με μεγάλα δεξαμενόπλοια. Σε περίπτωση που διαφύγει η ποσότητα των καυσίμων που είναι στις δεξαμένες του βυθισμένου σκάφους θα προκληθεί σημαντική ρύπανση με ανυπολόγιστες συνέπειες για το περιβάλλον και την τοπική οικονομία των νησιών (και όχι μόνο της Σαντορίνης και οικολογικά πολύτιμων περιοχές όπως το Ηφαίστειο, η Θηρασιά, η Νέα και Παλαιά Καμμένη) αν αλλάξει η κατεύθυνση του ανέμου. Το Δίκτυο ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ SOS είναι σε άμεση επικοινωνία με παράγοντες και πολίτες του νησιού και προτείνει να ληφθούν τα παρακάτω μέτρα:

1. Άμεση άντληση των καυσίμων του πλοίου για την αποφυγή περαιτέρω διαρροής.

2. Ασφαλής μεταφορά και εναπόθεση του πετρελαίου που μαζεύεται από την ακτή και απόσυρση των συλλεγομένων πετρελαιοειδών καταλοίπων από τη χωματερή του νησιού προς αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα

3. Άμεση λήψη ποινικών και διοικητικών- οικονομικών κυρώσεων στους υπευθύνους του ατυχήματος και της ρύπανσης.

4. Ουσιαστικός εξοπλισμός και στελέχωση των Περιφερειακών Κέντρων Πρόληψης και Καταπολέμησης Ρύπανσης και αποτελεσματική εφαρμογή του Εθνικού και των Τοπικών Σχεδίων Έκτακτης Ανάγκης από τις κατά τόπου Λιμενικές Αρχές.

5. Άμεση ενεργοποίηση του Εθνικού Συστήματος ετοιμότητας και αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας.

Στελέχωση με εξειδικευμένο προσωπικό των τοπικών Λιμενικών Αρχών και εκπαίδευση των τοπικών κοινωνιών για περιπτώσεις ανάγκης με βάση το Εγχειρίδιο Καταπολέμησης Ρύπανσης και των Τοπικών Σχεδίων Εκτάκτου

Ανάγκης(ΠΔ11/2002).Ενώ μερικά εκατομμύρια τόνοι πετρελαιοειδών μεταφέρονται δια θαλάσσης κάθε χρόνο, τα μέτρα πρόληψης της ατυχηματικής ρύπανσης δείχνουν να παρουσιάζουν δυσκολίες εφαρμογής και μέχρι τώρα δεν έχουν μειώσει αποτελεσματικά τα ατυχήματα και τις επιπτώσεις από τα ατυχήματα. Μόνο στη Μεσόγειο, υπολογίζεται ότι διακινούνται περί τις 360-370 εκ. τόνοι πετρελαιοειδών το χρόνο (εκτίμηση 1999, REMPEC), κάτι που αντιπροσωπεύει το 20-25% της παγκόσμιας διακίνησης πετρελαίου με πλοία. Γενικότερα το 30% του όγκου των διεθνών μεταφορών με πλοία κατευθύνεται σε μεσογειακά λιμάνια ή διασχίζει τη Μεσόγειο. Σύμφωνα με μελέτη του Περιφερειακού (διακυβερνητικού) Κέντρου για την Αντιμετώπιση της Θαλάσσιας Ρύπανσης στη Μεσόγειο (REMPEC), από το 1977 έως το 2000 σημειώθηκαν 311 παρόμοια ατυχήματα, από τα οποία τα 156 είχαν ως αποτέλεσμα τη διαρροή πετρελαίου στη θάλασσα. Υπολογίζεται ότι 650.000 με 1.000.000 τόνοι αργού πετρελαίου χύνονται ετησίως στη θάλασσα λόγω ναυτικών ατυχημάτων, παράνομων πρακτικών καθαρισμού των δεξαμενών των πλοίων καθώς κι εξαιτίας ανεπαρκών λιμενικών εγκαταστάσεων. Έχει διαπιστωθεί ότι από το συνολικό όγκο πετρελαιοειδών που καταλήγουν στη Μεσόγειο 200.000- 300.000 τόνοι μετατρέπονται σε πίσσα που ρυπαίνουν τις ακτές, 250.000- 350.000 κατακάθονται στο βυθό, 150.000 τόνοι μετατρέπονται σε αέρια που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα και μόνον 200.000 τόνοι, περίπου, διασπώνται βιολογικά.

Πάνω από 220.000 μεγάλα σκάφη διασχίζουν κάθε χρόνο τη Μεσόγειο και αποθέτουν στα νερά της 325 εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το κόστος του ναυαγίου Erika το 1999 υπολογίζεται σε περισσότερα από 880 εκ. Ευρώ, με το μισό κόστος να ανταποκρίνεται στις επιπτώσεις στον τομέα του τουρισμού. Στην περίπτωση της προσάραξης του Exxon Valdez στην Αλάσκα το 1989, η βιολογική καταστροφή που προκλήθηκε από τη διαρροή του πετρελαίου είναι ακόμη ορατή μετά από 16 χρόνια. Το Prestige που βυθίστηκε έξω από τις ακτές της Ισπανίας στο τέλος του 2002, έχει

προκαλέσει τεράστιες οικονομικές ζημιές (5 δις. Ευρώ) αφού οδήγησε στη ρύπανση περισσότερων από 100 ακτών στη Γαλλία και την Ισπανία και στην πραγματικότητα κατέστρεψε την αλιεία και τον τουρισμό της περιοχής. Επιπλέον, το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ενωμένων Εθνών υπολογίζει ότι κάθε χρόνο χύνονται στη Μεσόγειο 650 εκατομμύρια τόνοι λυμάτων, 129.000 τόνοι ορυκτέλαιου, 60.000 τόνοι υδραργύρου, 3.800 τόνοι μολύβδου και 36.000 τόνοι φωσφορικών αλάτων, με το 70% των αποβλήτων στη Μεσόγειο να μην έχει υποστεί κανενός είδους επεξεργασία.

Επιπτώσεις από το πετρέλαιο τα υδατοδιαλυτά συστατικά του αργού πετρελαίου και των διυλισμένων προϊόντων του, περιέχουν μια ποικιλία ενώσεων που είναι τοξικές για ένα ευρύ φάσμα θαλάσσιων οργανισμών. Ακόμη και 1 μg/l (1ppb) πετρελαίου στη θάλασσα μπορεί να βλάψει τους πιο ευαίσθητους οργανισμούς (UNEP, 1988) ενώ υπολογίζεται ότι ένα λίτρο πετρελαίου μπορεί να ρυπάνει μια θαλάσσια έκταση όσο δύο γήπεδα ποδοσφαίρου. Τα πτηνά και οι προνύμφες των ψαριών και τα νεαρά άτομα είναι γενικά πιο ευαίσθητα στη ρύπανση από πετρελαιοειδή. Οι κύριες επιπτώσεις από την παρουσία πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι ο θάνατος από ασφυξία καθώς το «φιλμ» (λεπτό στρώμα) από πετρέλαιο περιορίζει την ανταλλαγή του οξυγόνου, διαταραχές στη φυσιολογία και τη συμπεριφορά των οργανισμών, η μείωση αναπαραγωγής πολλών θαλάσσιων όντων καθώς επηρεάζεται η σεξουαλική τους συμπεριφορά, η αίσθηση προσανατολισμού τους και οι ρυθμοί αφομοίωσης της τροφής τους. Τα πετρελαιοειδή που αφομοιώνονται από τα ψάρια και μπορούν να προκαλέσουν καρκίνο, γιατί εκτός από τους αλειφατικούς υδρογονάνθρακες που περιέχονται κατά κύριο λόγο σ' αυτά, περιέχονται και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ουσίες με σοβαρές ενδείξεις για καρκινογόνο δράση). Επομένως ο μεγαλύτερος κίνδυνος για τον άνθρωπο και την δημόσια υγεία προέρχεται από την κατανάλωση θαλασσινών και ψαριών με υψηλές συγκεντρώσεις ρυπαντών παρά από την άμεση επαφή με το πετρέλαιο. Τα στρείδια και ιδίως τα μύδια

μαζεύουν μεγάλες ποσότητες από πετρελαιοειδή, με αποτέλεσμα σε υψηλές περιεκτικότητες να παραλύουν και να θανατώνονται. Οι επιπτώσεις αυτές είναι χειρότερες όταν γίνεται χρήση κάποιων διασκορπιστικών ουσιών (όπως στην περίπτωση της Σαντορίνης) για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης.

Έτσι ενώ καθησυχάζουμε όταν διαλύεται μια πετρελαιοκηλίδα με τα διασκορπιστικά χημικά μέσα, η δράση του πετρελαίου συχνά εντείνεται, ιδίως στις περιπτώσεις των κλειστών κόλπων, γιατί αφομοιώνεται πιο εύκολα από τους θαλάσσιους οργανισμούς. Επίσης η καταβύθιση του πετρελαίου που επιτυγχάνεται με τα διάφορα χημικά μεταφέρει το πρόβλημα από την ορατή πλευρά (επιφάνεια) στην αθέατη (βυθός). Εκεί οι συνέπειες είναι πιο μακροχρόνιες, γιατί στο βυθό τα πετρελαιοειδή διασπώνται με τις φυσικές διαδικασίες ακόμη πιο αργά. Έτσι, εφόσον δεν γίνει άμεση άντληση ου πετρελαίου δημιουργείται μια βραδυφλεγής βόμβα η οποία προκαλεί μακροχρόνια ρύπανση. Στην περίπτωση των θαλάσσιων πτηνών έχουμε ίσως την σοβαρότερη συνέπεια της ρύπανσης από πετρελαιοειδή και οφείλεται κυρίως στην φυσική δράση του πετρελαίου που ερχόμενο σε επαφή με το πτέρωμά των πτηνών καταστρέφει την μόνωση που αυτό παρέχει έναντι του νερού οπότε τα πτηνά είτε βυθίζονται, είτε πεθαίνουν από απώλεια θερμότητας. Αντίθετα η τοξική-χημική δράση του πετρελαίου στα πουλιά δεν είναι σημαντική γιατί συμβαίνει μόνο μετά την κατάποση κάτι που δεν συμβαίνει εύκολα. Οι απώλειες στους πληθυσμούς των θαλάσσιων πτηνών που έχουν αναφερθεί είναι πολλές και δύσκολα αναπληρώσιμες λόγω του σχετικά μικρού αριθμού απογόνων τους σε σχέση με άλλους οργανισμούς. Εκτός της επίδρασης στα οικοσυστήματα μια άλλη άποψη κυρίως της χρόνιας μορφής ρύπανσης από πετρελαιοειδή είναι οι οικονομικές συνέπειες στην αλιεία και την αγορά αλιευμάτων καθώς ακόμα και μικρές συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων προσδίδουν μια χαρακτηριστική δυσάρεστη γεύση τόσο στα ψάρια όσο και σε άλλα αλιεύματα που οδηγεί στην απαγόρευση διάθεσής τους στο εμπόριο. Επίσης η τουριστική αγορά δεν αποδέχεται ακτές που έχουν επηρεαστεί από

διαρροές πετρελαίου. Ιδιαίτερο πρόβλημα αποτελούν οι πίσσες που μολονότι δεν έχουν τοξική δράση δημιουργούν δυσάρεστη αίσθηση και κυρίως παραμένουν στις ακτές όπου αποτίθενται για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Βιβλιοθήκη Ναυτικού

Πετρέλαιο (Diesel, fuel) -Πετράκης Ν.

Προϊόντα Ελλάς – Παναγόπουλος Κόρκας Κ., Κοτσόκαλος Π.

Χημεία Περιβάλλοντος – Θ. Κουϊμτζή, Κ. Φυτιάνου, Κ. Σαμαρά Κων/νου

Η Χημεία του Υποψήφιου- Α. Ζορμπά

Χημεία για Τεχνολόγους- Δρ. Φώτη Ζ. Νομπέλη

Χημεία – Παύλος Σακελλαρίδης

Χημεία Ανόργανη – Θεοδωρόπουλος

Πηγές Ενέργειας και Μηχανές – Σαββάλας

Το Ελληνικό Περιβάλλον – Σαββάλας

Γενική Οικολογία – Αλέξης Καραγιάννης

Τεχνολογία Πετρελαίου – Κυριακόπουλος Γεώργιος Β.

Γεωλογία και γεωτρήσεις πετρελαίου- Φρυάς Δημήτριος Π.

Το πετρέλαιο ως καύσιμο μηχανών πλοίων- Δουμάνης Δαμιανός.

Όξινη Βροχή – Μανώλης Βουτυράκης

Ρύπανση του Περιβάλλοντος – Α. Αναγνωστοπούλου

Η ρύπανση των θαλασσών- Κων/νου Φυτιάνου

Τεχνολογία Ρύπανσης – Μαρία Θεοδοροπούλου

Ξένη Βιβλιογραφία

Geology of Petroleum exploration, drilling and Production. -Norman J. Hynne

Petroleum Production Handbook

Petroleum Reservoir engineering -Mc Graw Hicc

Πετρέλαιο – Pasolini, Pier Paolo

Υπόλοιπες πηγές

“Επεξεργασία Εδαφών”- Καρμπουτζής Αργύρης (πτυχιακή)
NET-BBC-Reuters –Βαγγέλης Θεοδώρου (άρθρο)
Πετρελαϊκή κρίση – Ευαγ. Αθ. Κουλουμπη τ. Υπουργού(άρθρο)
Το πετρέλαιο στα κείμενα της αρχαιότητας- Π. Φακλάρη(άρθρο)
Περιβάλλον- BBC NEWS (είδηση)
Νόμπελ στην πράσινη Χημεία- Τάσος Σαραντής(εφημερίδα CHIOS NEWS)
Οικολογία (περιοδικό)
Οκαρι (γαλλικό περιοδικό)
Περιβάλλον- Εφημερίδα Νέα(περιοδικό)
Greanpeace (φυλλάδιο)
Motor Oil Ellas (φυλλάδιο)
CD epistimi kai zoi

Ηλεκτρονικές Σελίδες

www.apodimos.com
www.exandasert.gr
www.aegeantimes.gr
www.ell.gr/petrel-kattavia.html
www.fotosearch.gr
www.asxetos.gr
www.wikipedia.com
www.Chem.Uoa.gr