



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΜΟΝΑΔΩΝ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΟΛΥΜΠΙΡΗΣ ΑΜ:46081

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΚΟΝΔΥΛΗ ΑΙΜΙΛΙΑ

ΗΜ/ΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ: 26/02/2020

## Περιεχόμενα

Περιεχόμενα Εικόνων.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
ABSTRACT .....	4
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ.....	5
1.1 Εισαγωγικά στοιχεία .....	5
1.2 Ανάκτηση πετρελαίου .....	5
1.3 Αποθέματα πετρελαίου.....	6
1.4 Χρήσεις πετρελαίου, εξόρυξη και μεταφορά .....	7
1.5 Επεξεργασία- Δύλιση .....	9
1.6 Παράγωγα του αργού πετρελαίου .....	12
1.7 Πετρελαϊκές Εταιρείες Δύλισης Στην Ελλάδα .....	13
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΑΠΟΒΛΗΤΑ .....	16
2.1 Εισαγωγικά στοιχεία .....	16
2.2 Υγρά βιομηχανικά απόβλητα .....	17
2.3 Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων .....	18
2.3.1 Προεργασία – Πρωτοβάθμια Επεξεργασία .....	19
2.3.2 Δευτεροβάθμια Επεξεργασία .....	20
2.3.3 Τριτοβάθμια Επεξεργασία – Επεξεργασία Ίλνους .....	21
2.4 Υγρά απόβλητα διυλιστηρίων πετρελαίου .....	25
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΔΙΥΛΙΣΗΣ .....	30
3.1 Διεθνή δεδομένα.....	30
3.1.1 Sinopec .....	31
3.1.2 Exxonmobil .....	32
3.1.3 CNPC.....	33
3.1.4 SHELL.....	34
3.2 Ελληνικά δεδομένα .....	36
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	50

## Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1: Κατανομή πετρελαϊκών αποθεμάτων.....	7
Εικόνα 2: Συγκριτικός πίνακας μονάδων διύλισης στην Ελλάδα.....	13
Εικόνα 3: Οι μεγαλύτερες μονάδες διύλισης ανά τον κόσμο .....	30
Εικόνα 4: Διυλιστήριο YanbuAramco, Σαουδική Αραβία.....	31
Εικόνα 5: Εγκαταστάσεις περιοχής BatonRouge, Louisiana .....	32
Εικόνα 6:Διυλιστήριο Adrar στην Αλγερία.....	33
Εικόνα 7: Διυλιστήριο Martinez, Καλιφόρνια.....	34
Εικόνα 8:Διυλιστήριο Κορίνθου .....	37
Εικόνα 9: Σχηματικό Διάγραμμα Ροής .....	39
Εικόνα 10: Περιβαλλοντική δήλωση της ΜΟΗ 2017 (EMAS):Παράγονται 0,234 m3 υγρά απόβλητα ανά MT (Metric Ton), ενώ από το 2010 έως το 2017 η παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων φθίνει σημαντικά.....	42
Εικόνα 11:Διυλιστήριο Ασπροπύργου .....	43
Εικόνα 12:Αρχικός ελαιοδιαχωριστής API .....	45
Εικόνα 13: Μονάδα βιολογικής κατεργασίας και ο τελικός ελαιοδιαχωριστής.....	46

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία είναι εκπονείται στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Πρόκειται για πτυχιακή εργασία η οποία είναι απαραίτητη για την λήψη πτυχίου. Η εργασία έχει τίτλο την διαχείριση υγρών αποβλήτων μονάδων διύλισης πετρελαίου.

Αυτό που μας οδήγησε να επιλέξω αυτό το θέμα είναι ότι κατόπιν συνεννοήσεως με την επιβλέπουσα καθηγήτρια θεωρήσαμε πολύ ενδιαφέρον να μπορέσουμε να έχουμε μία γενική εικόνα της διαχείρισης υγρών αποβλήτων σε αυτό το σαφές και περιορισμένο κομμάτι (μονάδες διύλισης πετρελαίου) και να συμυκνωθεί η διασκορπισμένη γνώση σε ένα κείμενο.

Η εργασία μας θα στηριχτεί εξ 'ολοκλήρου στο θεωρητικό πλαίσιο που υπάρχει για το λόγο αυτό, κρίνεται πολύ σημαντική η αναζήτηση της απαιτούμενης βιβλιογραφίας, η οποία θεωρούμε ότι είναι επαρκής με αρκετά σύγχρονες βιβλιογραφικές πηγές.

Τέλος, η δομή της εργασίας μας διαρθρώνεται ως εξής: στο πρώτο μέρος θα ασχοληθούμε με το πετρέλαιο, τα αποθέματα, την ανάκτησή του, την επεξεργασία του, πως αυτό διυλίζεται και τις εταιρείες που υπάρχουν στην Ελλάδα. Στο δεύτερο μέρος θα αναφερθούμε στα απόβλητα, εστιάζοντας στα υγρά απόβλητα και στη διαχείρισή τους. Στο τρίτο μέρος θα γίνει μια προσπάθεια διασύνδεσης των δύο προηγούμενων μερών ώστε να παρουσιαστούν οι πιο ικανοποιητικές μέθοδοι διαχείρισης υγρών αποβλήτων σε μονάδες διύλισης πετρελαίου.

## ABSTRACT

This paper is prepared in the context of the educational process. This is a thesis which is required for obtaining a degree. The work is titled the wastewater management petroleum refining units.

What led us to choose this topic is that following consultation with the supervising professor we thought it was very interesting to be able to have an overall picture of the wastewater management in this clear and limited piece (units petroleum refining)and condense the scattered knowledge into a text.

Our work will rest entirely on theoretical framework that exists for this reason, it is very important to search the required literature, which we consider to be adequate with enough modern bibliographic sources.

Finally, the structure of our work is structured as follows: the first part will deal with oil, stocks, retrieval, processing, that this refined and companies that exist in Greece. In the second part we will refer to this waste, focusing on liquid waste and how we can to manage them. The third part will be an effort to connect two previous parts in order to present the most satisfactory methods of wastewater management in oil refineries.

## ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

### 1.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Το πετρέλαιο είναι ουσιαστικά ένα πολύπλοκο μίγμα αερίων, υγρών και στερεών υδρογονανθράκων (που περιέχουν όμως και μικρές ποσότητες οξυγόνου, θείου και αζώτου), το οποίο ανευρίσκεται σε πετρελαιοφόρα κοιτάσματα σε διάφορα μέρη του πλανήτη και κυρίως στην περιοχή της Μέσης Ανατολής. Τα κοιτάσματα αυτά έγιναν διαθέσιμα στον κόσμο σε χαμηλό κόστος μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και διαφοροποίησαν τον τρόπο που ζούμε σήμερα. Συχνά αναφέρεται και ως «μαύρος χρυσός».

Το αργό (ακατέργαστο) πετρέλαιο είναι υγρό πέτρωμα, μείγμα υδρογονανθράκων, δηλαδή ουσιών που περιέχουν άνθρακα και υδρογόνο, κατά ένα μεγάλο μέρος της σειράς των αλκανίων, που όμως περιέχει και αρκετούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, καθώς και άλλες οργανικές ενώσεις και το οποίο βρίσκεται μέσα σε πορώδη πετρώματα στα ανώτερα στρώματα μερικών περιοχών τού φλοιού της Γης.

Συμπληρωματικά αξίζει να αναφέρουμε πως οι υδρογονάνθρακες στη σύνθεση του πετρελαίου μπορεί να είναι παρόντες σε τρεις τύπους μοριακών δομών: ευθείας αλυσίδας, διακλαδωμένης αλυσίδας και δακτυλίου. Τα μεγαλύτερα και συνθετότερα μόρια υδρογονανθράκων αποτελούνται από συνδυασμούς αυτών των δομών. Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες, γνωστοί και ως παραφίνες ή αλκάνια και κυκλοαλκάνια (που ονομάζονται και ναφθένια). Ολεφίνες και αλκένια, δηλαδή ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, δεν περιλαμβάνονται κανονικά στο ακατέργαστο πετρέλαιο όμως διαμορφώνονται στις διεργασίες επεξεργασίας, όπως στην πυρόλυση και στην αφυδρογόνωση. Παρούσες στο ακατέργαστο πετρέλαιο είναι επίσης αρωματικές ενώσεις σε μια ποικιλία συγκεντρώσεων, είτε απλές (πχ βενζόλιο), ή συμπυκνωμένες πολυπυρηνικές και συστήματα αρωματικών δακτυλίων με πλευρικές παραφινικές ή ολεφινικές υποκαταστάσεις.

### 1.2 Ανάκτηση πετρελαίου

Το πετρέλαιο ανακτάται κυρίως μέσω γεωτρήσεων πετρελαίου (φυσικές πηγές πετρελαίου είναι σπάνιες) και ύστερα από τις μελέτες των γεωλόγων (στην

κλίμακα των αποθεμάτων), ανάλυση ιζηματογενής λεκάνης, χαρακτηρισμός δεξαμενή (κυρίως από την άποψη του πορώδους και της διαπερατότητας του γεωλογικές δομές της δεξαμενής). Είναι ραφιναρισμένο και διαχωρίζεται, πιο εύκολα με την απόσταξη, σε ένα μεγάλο αριθμό καταναλωτικών προϊόντων, από βενζίνη , κηροζίνη, άσφαλτο μέχρι και χημικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθούν τα πλαστικά και τα φαρμακευτικά προϊόντα.

Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται στην κατασκευή μιας ευρείας ποικιλίας υλικών, (εκτιμάται ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός καταναλώνει περίπου 90 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα). Η ανησυχία για την εξάντληση των αποθεμάτων πετρελαίου, καθώς και την επίδραση που θα έχει η εξάντληση των αποθεμάτων σε μια κοινωνία που εξαρτάται από αυτό, είναι μια έννοια που είναι γνωστή ως κορύφωση της παραγωγής πετρελαίου. Η χρήση των ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, έχει αρνητικό αντίκτυπο στην βιόσφαιρα της Γης καταστρέφοντας το οικοσύστημα μέσω διαφόρων γεγονότων, όπως οι πετρελαιοκηλίδες, η απελευθέρωση αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα καθώς όπως του όζοντος και το διοξείδιο του θείου από τις ακαθαρσίες του θείου στα ορυκτά καύσιμα. Η καύση ορυκτών καυσίμων απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα, ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου που είναι η κύρια αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη(Αργυρού Ε, 2008).

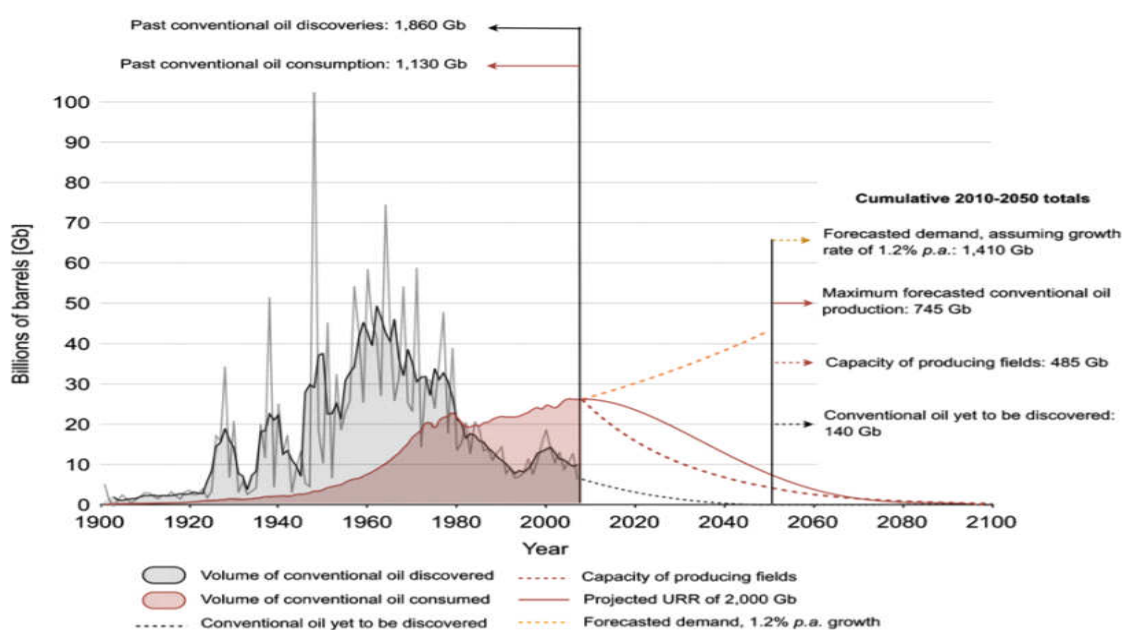
### 1.3 Αποθέματα πετρελαίου

Τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου είναι άνισα κατανομημένα μεταξύ 70.000 κοιτασμάτων (IEA, 2008). Σε συνολικά 507 κοιτάσματα ταξινομούνται ως «γιγάντια» και αντιπροσωπεύουν το 60% της παραγωγής του συμβατικού πετρελαίου.

Τα 110 κορυφαία κοιτάσματα αποτελούν πάνω από το 50% της παγκόσμιας προσφοράς, από αυτά τα 20 κορυφαία συμβάλλουν στο 27% και τα 10 πιο παραγωγικά πεδία συμβάλλουν 20%.

Από τις 507 γιγάντιες πετρελαιοπηγές, 430 βρίσκονται στην παραγωγή, εκ των οποίων 261 βρίσκονται σε παρακμή. Το 2007, η παραγωγή 16 από τις 20 κορυφαίες παραγωγικές πετρελαιοπηγές ήταν επίσης σε τελική παρακμή.

Οι 20 πιο παραγωγικοί τομείς στον κόσμο ανακαλύφθηκαν το 1959 γεγονός που υποδηλώνει ότι η πιθανότητα εξεύρεσης πεδία παρόμοιου μεγέθους είναι απομακρυσμένη. Η κορυφαία ανακάλυψη συμβατικού πετρελαίου παρουσιάστηκε στις αρχές της δεκαετίας 1960. Το 1948 ήταν η πιο επιτυχημένη χρονιά για ανακαλύψεις, με ανακαλύψεις συνολικού ύψους 107 Gb συμπεριλαμβανομένου του Ghawar (μεγαλύτερη στον κόσμο και πιο παραγωγικό τομέα που έχει ανακαλυφθεί ποτέ) στη Σαουδική Αραβία. Πολύ λίγα γιγαντιαία κοιτάσματα πετρελαίου έχουν βρεθεί από τις αρχές του 1980, και το τελευταίο βρέθηκε στη δεκαετία του 1960.



Εικόνα 1: Κατανομή πετρελαϊκών αποθεμάτων

(Πηγή: NickA. Owenetal, 2010)

## 1.4 Χρήσεις πετρελαίου, εξόρυξη και μεταφορά

Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή καυσίμων (βενζίνη, ντίζελ) για μηχανές εσωτερικής καύσης και την δημιουργία διάφορων λιπαντικών για βιομηχανικές και όχι μόνο χρήσεις και για το λόγο αυτό είναι μια σημαντική πηγή ενέργειας. Είναι, επίσης, η πρώτη ύλη για πολλά χημικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των διαλυτών, των λιπασμάτων, των φυτοφαρμάκων, καθώς και στα συνθετικά προϊόντα όπως των πλαστικών και των απορρυπαντικών ακόμη και ορισμένων εκρηκτικών υλών. Τα προϊόντα που προέρχονται από το πετρέλαιο



λέγονται πετροχημικά (petrochemicals) και ο κλάδος της Χημείας που ασχολείται με την ανάπτυξή τους Πετροχημεία.

Η ανάκτηση πετρελαίου ορίζεται ως η διαδικασία εξόρυξης πετρελαίου που λαμβάνει χώρα στο πεδίο. Αρχικά, το πετρέλαιο φθάνει στην επιφάνεια λόγω της διαφοράς πίεσης μεταξύ της δεξαμενής (υψηλή πίεση) και την ατμόσφαιρα (1 atm). Σε αυτό το στάδιο, οι υποδοχές αντλίας ή άλλες τεχνητές συσκευές ανύψωσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν, για να σταθεροποιηθεί το σύστημα και να διατηρηθεί μια σταθερή ανάκτηση πετρελαίου. Αυτό το στάδιο ονομάζεται πρωτογενής ανάκτηση πετρελαίου και συνήθως ανακτάται μόνο το 5% έως 15% του πετρελαίου.

Το επόμενο στάδιο ανάκτησης είναι η Δευτερογενής Ανάκτηση Πετρελαίου. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, αέριο ή νερό εγχέεται, έτσι ώστε περισσότερο πετρέλαιο μετατοπίζεται και αναγκάζεται να ρέει μέσα από τις διατρήσεις. Συνήθως, μπορεί να παραχθεί επιπλέον 30% των αποθεμάτων πετρελαίου.

Για το λόγο αυτό υπήρχαν πολλές διαφορετικές τεχνικές αναπτύχθηκαν προκειμένου να αυξηθεί η ανάκαμψη πέρα από το δευτερεύον στάδιο. Αυτές οι μέθοδοι ονομάζονται Τριτοβάθμια ανάκτηση πετρελαίου, γνωστή επίσης ως ενισχυμένη ανάκτηση πετρελαίου (EOR) με σκοπό την ενίσχυση της ανάκτησης πετρελαίου.

Οι τρεις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές είναι:

- Θερμική ανάκτηση: Είναι μια τεχνική που αποσκοπεί στη μείωση του ιξώδους του πετρελαίου, συνήθως εισάγοντας ατμό με αποτέλεσμα, να ενισχύεται η ικανότητα ροής του πετρελαίου.
- Έγχυση αερίου: με αυτή τη μέθοδο, φυσικό αέριο, άζωτο ή διοξείδιο του άνθρακα, εγχέεται. Τα αέρια μπορούν να διογκωθούν, μειώνοντας το ιξώδες του πετρελαίου και ωθώντας το πετρέλαιο που θα παραχθεί.
- Χημικές πλημμύρες: πολλές χημικές ουσίες έχουν βρεθεί ότι δρουν συμπληρωματικά, όσον αφορά την ανάκτηση. Μερικά από αυτά είναι: πολυμερή, επιφανειοδραστικές ουσίες, αλκαλικές, μικκυλιακές, γαλακτώδες κλπ. Όλες αυτές οι χημικές ουσίες στοχεύουν να αλλάξουν τις αλληλεπιδράσεις βράχου και υγρών και να αυξήσουν την ανάκτηση πετρελαίου.



*Εικόνα 2: Γεώτρηση στο οικόπεδο “Γλαύκος” (Εκκρη Mobil)*

(Πηγή: Βήμα Press, 2019)

Σύμφωνα με το Βλαχομήτρο Δ. και τον Ζερελίδη Ε. (2005), η απομάκρυνση των παραγωγικών περιοχών από τα μεγάλα καταναλωτικά κέντρα, επέβαλε την ανάπτυξη εξειδικευμένων υποδομών και μεταφορικών μέσων στην πετρελαϊκή βιομηχανία, όπως πετρελαιοφόρα πλοία (τάνκερς) και σωληνογραμμές. η σωληνογραμμή απαρτίζεται από αλληλουχία ηλεκτροκολλημένων σωλήνων, η διάμετρος των οποίων μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 20 και 120 cm. Η παροχή της εξαρτάται από τα τεχνικά της χαρακτηριστικά, από την ποιότητα του μεταφερόμενου πετρελαίου και από το πλήθος και την ισχύ των εγκατεστημένων κατά μήκος του αγωγού αντλιοστασίων και μπορεί να φτάσει μέχρι 100 Mtr ετησίως.

### 1.5 Επεξεργασία- Διύλιση

Σύμφωνα με την Αργυρού Ε. (2008) οι διατιθέμενες ποιότητες αργού πετρελαίου είναι ισάριθμες προς τα διάφορα κοιτάσματα, και διαφέρουν μεταξύ τους

όχι μόνο κατά τις φυσικές τους ιδιότητες (πυκνότητα, ιξώδες κ.τ.λ.) αλλά κυρίως, κατά την χημική τους σύνθεση. Εκτός από τους τέσσερις βασικούς τύπους υδρογονανθράκων (παραφίνες, αλεφίνες, ναφθενικούς και αρωματικούς υδρογονάνθρακες), που απαντούν σε έντονα μεταβαλλόμενες αναλογίες στα διάφορα κοιτάσματα, το πετρέλαιο περιέχει διάφορες ουσίες, όπως θείο, μερκαπτάνες, αλμυρό νερό, οξυγονούχες ή και αζωτούχες ενώσεις, μεταλλικά ιχνοστοιχεία, που το καθιστούν πρακτικά άχρηστο σε ακατέργαστη μορφή.

Η διύλιση (ορθότερα εξευγενισμός) είναι το σύνολο των βιομηχανικών διεργασιών και μεθόδων που εφαρμόζονται για να επιτευχθεί, με το μικρότερο δυνατό κόστος, η κατεργασία και ο μετασχηματισμός του αργού πετρελαίου σε τελικά προϊόντα.

Η θεμελιώδης διεργασία της διύλισης είναι 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. Καθένα από τα κλάσματα αυτά αντιστοιχεί σε ένα διάστημα πτητικότητας, που χαρακτηρίζεται συνήθως από το πλήθος των ατόμων άνθρακα, ή από την έκταση της κλίμακας των κανονικών θερμοκρασιών βρασμού των περιεχόμενων υδρογονανθράκων ή άλλων ουσιών. Η διάσπαση αυτή του αργού πετρελαίου σε κλάσματα μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τις παραγωγικές απαιτήσεις. Συνοπτικά παράγει κατά φθίνουσα τάξη πτητικότητας τα εξής προϊόντα: καύσιμα αερίου, κλάσμα προπάνιου, κλάσμα βουτανίου, ελαφριά βενζίνη, βαριά βενζίνη, κηροζίνη, δύο ή περισσότερες ποιότητες ντίζελ, διάφορα αποστάγματα, ένα κατάλοιπο της εν κενό απόσταξης.

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα σύνθετο μίγμα υδρογονανθράκων του οποίου το πρώτο στάδιο επεξεργασίας είναι η αφαλάτωση και η αφυδάτωση. Στη συνέχεια υφίσταται την απόσταξη, καθώς θερμαίνεται και τροφοδοτεί την «αποστακτική στήλη» που λειτουργεί με ατμοσφαιρική πίεση και διαχωρίζεται σε κλάσματα διαφορετικού σημείου βρασμού. Το προϊόν του πυθμένα αυτής της στήλης στέλνεται στη στήλη κενού, που μπορεί να διαχωρίσει τα βαρύτερα κλάσματα, χωρίς να προκαλέσει τη θερμική τους διάσπαση. Η απόσταξη διαχωρίζει το αργό πετρέλαιο σε κλάσματα.

Καρδιά κάθε διωλιστηρίου αποτελεί το συγκρότημα των παραγωγικών μονάδων, όπου εκτελούνται η κλασματοποίηση, ο μετασχηματισμός και ο καθαρισμός των ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων. Κάθε επιμέρους μονάδα περιλαμβάνει γύρω από το βασικό εξοπλισμό, τον αντιδραστήρα ή τον αποστακτήρα, αριθμό εξοπλισμών : συστοιχία θερμοεναλακτήρων για τη θέρμανση του υλικού τροφοδοσίας μέσω των θερμών εκροών, κλίβανο προθέρμανσης που φέρει το υλικό τροφοδοσίας στην επιθυμητή θερμοκρασία, πριν εισαχθεί στον αντιδραστήρα ή τον αποστακτήρα, διάφορα δοχεία διαχωρισμού, αντλίες και συμπιεστές για τη συντήρηση της κυκλοφορίας, των ρευστών. Οι συσκευές αυτές συνδέονται μέσω ιδιαίτερα περίπλοκου δικτύου σωληνώσεων που προσδίδει την χαρακτηριστική τους μορφή στα διωλιστήρια. Το σύνολο των μέσων επιτήρησης και ρύθμισης όλων των παραπάνω βρίσκεται συγκεντρωμένο σε μία αίθουσα ελέγχου.

Σύμφωνα με τον Αγριμάκη (2016) για να επιτύχουμε έναν διαχωρισμό, βασιζόμαστε στη διαφορά των συστατικών που αποτελούν το μίγμα, ως προς μια συγκεκριμένη φυσική τους ιδιότητα. Στη χημική βιομηχανία συναντούμε ένα μεγάλο πλήθος διεργασιών του τύπου αυτού. Οι τρεις κυριότερες διεργασίες, που χρησιμοποιούνται σε σημαντικές μονάδες του διωλιστηρίου είναι η εκχύλιση, κλασματική κρυστάλλωση και η απόσταξη.

Η εκχύλιση βασίζεται στη διαφορετική διαλυτότητα μιας ουσίας σε έναν συγκεκριμένο διαλύτη από τις υπόλοιπες που αποτελούν ένα μίγμα. Η πιο ευδιάλυτη από τις ουσίες, απομακρύνεται από το μίγμα, έπειτα από ανάμιξη του τελευταίου με κατάλληλο διαλύτη, στον οποίο οι υπόλοιπες ουσίες της πρώτης ύλης είναι αδιάλυτες. Η ίδια διεργασία χρησιμοποιείται σε μονάδες του τμήματος παραγωγής λιπαντικών του διωλιστηρίου, για την απομάκρυνση των αρωματικών συστατικών της τροφοδοσίας. Οι ουσίες αυτές είναι περισσότερο διαλυτές στον διαλύτη NMP (Νμέθυλο-πυρολιδόνη), από τα υπόλοιπα συστατικά του λιπαντικού. Επομένως, η “έκπλυση” της τροφοδοσίας με τον διαλύτη μειώνει την περιεκτικότητά της σε αρωματικές ουσίες, επιφέροντας έτσι την επιθυμητή βελτίωση του δείκτη ιξώδους του λιπαντικού.

Στην κλασματική κρυστάλλωση το διάλυμα ψύχεται μέχρι το σημείο πήξεως της συγκεκριμένης ουσίας, η οποία στερεοποιείται, δημιουργώντας κρυστάλλους. Στη συνέχεια, αυτοί απομακρύνονται από το διάλυμα με φιλτράρισμα. Η μέθοδος αυτή

αποσκοπεί στην απομάκρυνση των παραφινών (κεριών) από το λιπαντικό, με σκοπό την μείωση του σημείου πήξεως του.

Η απόσταξη βασίζεται στη διαφορά της πτητικότητας της προς διαχωρισμό ουσίας, από τις υπόλοιπες ουσίες του μίγματος. Χρησιμοποιείται μια αποστακτική στήλη με δίσκους ή Packing (πληρωτικό υλικό). Ο κάθε δίσκος αποτελεί μια βαθμίδα ισορροπίας. Η εναλλαγή θερμότητας δεν γίνεται με εναλλάκτες, αλλά με άμεση επαφή ατμών – υγρού. Οι δίσκοι αποσκοπούν στην αποτελεσματική επαφή των ατμών που προέρχονται από τον δίσκο που βρίσκεται αμέσως από κάτω τους, με το υγρό που ρέει από τον δίσκο που βρίσκεται αμέσως από πάνω τους.

## 1.6 Παράγωγα του αργού πετρελαίου

Βενζίνη: Είναι υγρό κλάσμα, παράγεται με απόσταξη μεταξύ των 30-15000 °C ανάλογα με τον προορισμό της. Η βενζίνη περιέχει υδρογονάνθρακες 2-10 άτομα άνθρακα. Χρησιμοποιείται σαν διαλύτης και σαν καύσιμο σε αυτοκίνητα και αεροπλάνα.

Κηροζίνη: Είναι υγρό απόσταγμα, παράγεται με απόσταξη μεταξύ των 150-25000°C και περιέχει υδρογονάνθρακες με 10-15 άτομα άνθρακα. Χρησιμοποιείται σαν καύσιμο στα τρακτέρ και στα αεριοθούμενα καθώς και σαν φωτιστικό.

Το Ντίζελ: Είναι υγρό απόσταγμα κίτρινου- καστανού χρώματος, παράγεται μεταξύ 250- 36000°C και περιέχει υδρογονάνθρακες με 12-20 άτομα άνθρακα και μικρές ποσότητες ναφθενικών. Χρησιμοποιείται σαν καύσιμο στους κινητήρες Diesel και σαν πρώτη ύλη στην πετροχημική βιομηχανία στις διεργασίες πυρόλυσης.

Το Μαζούτ: Είναι υπόλειμμα μετά από το διαχωρισμό των υπόλοιπων κλασμάτων του αργού. Το μαζούτ αντιπροσωπεύει περίπου το 45% από την αρχική ποσότητα του αργού πετρελαίου, που υποβάλλεται σε κλασματική απόσταξη. Χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη στην πετροχημική βιομηχανία, όπως επίσης και για την παραγωγή των ελαίων λίπανσης (ορυκτέλαιο) της παραφίνης και της ασφάλτου.

Παραφίνη: Είναι λευκή μάζα, μίγμα υδρογονανθράκων, που περιέχει περισσότερα από 20 άτομα άνθρακα. Χρησιμοποιείται σαν μονωτικό στην

ηλεκτροτεχνία, στην παραγωγή αδιάβροχων νημάτων, στην παραγωγή του χαρτιού και των κεριών.

**Ορυκτέλαια:** Είναι παχύρρευστα υγρά κλάσματα, μίγμα υδρογονανθράκων με 20-50 άτομα άνθρακα στο μόριο τους. Παράγονται από το μαζούτ, με κλασματική απόσταξη σε χαμηλές πιέσεις (υπό κενό). Χρησιμοποιείται στη λίπανση και τη μόνωση των μετασχηματιστών.

**Άσφαλτος:** Ονομαζόμενη πίσσα πετρελαίου, είναι παχύρρευστη ουσία, κλειστού χρώματος. Αποτελείται από μίγμα βαρέων υδρογονανθράκων, κυρίως αρωματικών. Παράγεται από υπόλειμμα στην κλασματική απόσταξη του μαζούτ ή με την οξείδωση του ασφαλτοειδούς μαζούτ. Χρησιμοποιείται στην ξυλεία στη χαρτοποιεία, στις μονώσεις, στις κατασκευές, όπως επίσης και στις ασφαλτοστρώσεις των δρόμων.

## 1.7 Πετρελαϊκές Εταιρείες Διύλισης Στην Ελλάδα

Δύο όμιλοι επιχειρήσεων (ΕΛ.ΠΕ Α.Ε. και ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ ΕΛΛΑΣ Α.Ε.) λειτουργούν τα 4 εγχώρια διυλιστήρια συνολικής δυναμικότητας διύλισης 526.000 βαρελιών ανά ημέρα ή 26.300.000 τόνων βαρελιών ανά έτος.

Διυλιστήριο	Ιδιοκτήτης	Δυναμικότητα Διύλισης		Δείκτης Συνθετότητας Nelson	Τύπος Διυλιστηρίου	
		Εκ. τόνοι ανά έτος	Χιλ. βαρέλια ανά ημέρα			
Ασπρόπυργος	ΕΛΠΕ ΑΕ	7,5	148	11,0	Cracking (FCC)	Μονάδα Καταλυτικής Πυρόλυσης
Ελευσίνα	ΕΛΠΕ ΑΕ	5,0	100	8,1	Hydrocracking	Υδρογονοπυρόλυση
Θεσσαλονίκη	ΕΛΠΕ ΑΕ	4,5	93	7,3	Hydroskimming	Απλό με παραγωγή βενζινών
Κόρινθος	ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ ΑΕ	9,3	185	10,4	Cracking (FCC)	Μονάδα Καταλυτικής Πυρόλυσης
<b>Σύνολο</b>		<b>26,3</b>	<b>526</b>	<b>9,6</b>		

Εικόνα 3: Συγκριτικός πίνακας μονάδων διύλισης στην Ελλάδα

(Πηγή: Μανιάτης Γ, και Danchev S. (2014)

Το διυλιστήριο Ασπρόπυργου είναι σύνθετο (complex) και ένα από τα πλέον σύγχρονα στην Ευρώπη. Βασικό του πλεονέκτημα είναι η μονάδα καταλυτικής πυρόλυσης (FCC) με ονομαστική δυναμικότητα 45.000 βαρελιών την ημέρα, η οποία

κατεργάζεται ατμοσφαιρικό υπόλειμμα και απόσταγμα κενού (VCO) των δύο διυλιστηρίων για την παραγωγή ακριβότερων λευκών προϊόντων. Το διυλιστήριο Ασπροπύργου λειτουργεί από το 2005 εναρμονισμένο πλήρως στις νέες περιβαλλοντικές νομοθετικές ρυθμίσεις και στις σύγχρονες απαιτήσεις ασφαλείας, αυξάνοντας παράλληλα την αποδοτικότητα του και την συμμετοχή του στην κερδοφορία του Ομίλου.

Με τα έργα αναβάθμισης των μονάδων αποθείωσης νάφθας και με τη λειτουργία της μονάδας TAME, είναι σε θέση να παράγει βενζίνη υψηλών οκτανίων με αυστηρές περιβαλλοντικές προδιαγραφές, την οποία προμηθεύει σε όλη την αγορά, ενώ καλύπτει το 80% της συνολικής παραγωγής του Ομίλου σε τελικά προϊόντα βενζινών. Με τα έργα αναβάθμισης της μονάδας αποθείωσης Diesel και δικτύων διακίνησης είναι σε θέση να παράγει Auto Diesel, το οποίο διακινεί με όλους τους τρόπους προς τους πελάτες. Διαθέτει μεγάλο ιδιωτικό λιμάνι, σύγχρονους σταθμούς φόρτωσης βυτιοφόρων και τρένων, εκτενές δίκτυο διακίνησης αργού από τις εγκαταστάσεις της Πάχης Μεγάρων και αγωγό διακίνησης τελικών και ημικατεργασμένων προϊόντων από και προς το διυλιστήριο Ελευσίνας. Είναι συνδεδεμένο με τον αγωγό διακίνησης καυσίμου προς το αεροδρόμιο έχοντας την κύρια ευθύνη παροχής καυσίμου. Το διυλιστήριο Ασπροπύργου διαθέτει μεγάλη ευελιξία στην παραγωγή, αποθήκευση και διακίνηση όλων των τύπων τελικών προϊόντων.

Το διυλιστήριο Ελευσίνας είναι ατμοσφαιρικής δύλισης ετήσιας ονομαστικής δυναμικότητας 5,0 εκατ. μετρικών τόνων αργού που αντιστοιχεί στο 25% περίπου της διυλιστικής ικανότητας της χώρας. Διαθέτει επίσης μονάδα υδρογονοαποθείωσης δυναμικότητας 800 χιλ. τόνων ντίζελ ετησίως. Το διυλιστήριο της Ελευσίνας διαθέτει τεράστιους αποθηκευτικούς χώρους 3,35 εκατ. τόνων αργού και προϊόντων, μεγάλο ιδιωτικό λιμάνι στο οποίο μπορούν ταυτόχρονα να προσεγγίσουν 17 μεγάλα πλοία για φορτοεκφόρτωση πετρελαιοειδών, καθώς επίσης και σύγχρονο σταθμό φόρτωσης βυτιοφόρων με νησίδες φόρτωσης. Το διυλιστήριο είναι συνδεδεμένο με αγωγό τόσο με τις εγκαταστάσεις στην Πάχη Μεγάρων όσο και με το διυλιστήριο Ασπροπύργου.

Το διυλιστήριο Θεσσαλονίκης είναι απλού τύπου και λειτουργεί σε συνδυασμό με το διυλιστήριο Ασπροπύργου σαν μία ενοποιημένη παραγωγική

μονάδα. Είναι το μόνο διυλιστήριο που λειτουργεί στη Βόρεια Ελλάδα και έχει την δυνατότητα τόσο της τοπικής αγοράς όσο και της Βαλκανικής ενδοχώρας λόγω της οργανικής σύνδεσης του με τις μεγάλες αποθηκευτικές εγκαταστάσεις του ομίλου Καλοχώρι, οι οποίες χρησιμοποιούνται και για μεταφόρτωση προϊόντων παραγωγής του διυλιστηρίου Ασπροπύργου. Επιπρόσθετα η διασύνδεση των εγκαταστάσεων Καλοχωρίου και του αγκυροβολίου εκφόρτωσης αργού με τις εγκαταστάσεις Δενδροποτάμου της ΕΚΟ-ΕΛ.ΔΑ, πού ολοκληρώθηκε το 2001, έχει βελτιώσει δραστικά την ευελιξία του διυλιστηρίου στην παραλαβή, αποθήκευσης και διακίνηση αργού και προϊόντων πετρελαίου.

Σύμφωνα με τις Πετυχάκη Χ. και Γεωργιοπούλου Μ.Ε. (2012) το διυλιστήριο Κορίνθου της MotorOilHellas μαζί με τις βοηθητικές εγκαταστάσεις και τις εγκαταστάσεις διακίνησης καυσίμων αποτελεί το μεγαλύτερο αμιγώς ιδιωτικό βιομηχανικό συγκρότημα της Ελλάδος και θεωρείται ένα από τα πιο ευέλικτα διυλιστήρια της Ευρώπης. Χάρη στην ευελιξία του διυλιστηρίου της μπορεί να επεξεργαστεί αργό πετρέλαιο διαφορετικής προέλευσης και χαρακτηριστικών και να παράγει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων πετρελαίου, σύμφωνα με τις τελευταίες διεθνείς προδιαγραφές, εξυπηρετώντας εταιρείες πετρελαιοειδών στην Ελλάδα (BP,SHELL,MOBIL,TEXACO) και στο εξωτερικό. Είναι το μόνο Ελληνικό διυλιστήριο παραγωγής βασικών λιπαντικών υψηλής ποιότητας, τα οποία είναι εγκεκριμένα από τους διεθνείς οργανισμούς, ACEA, API, το στρατό και το Ναυτικό των Η.Π.Α. Η Motor Oil (Ελλάς) συγκαταλέγεται μεταξύ των πλέον τεχνολογικά προηγμένων Ευρωπαϊκών διυλιστηρίων με υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας. Εκμεταλλευόμενη την πολυπλοκότητα του διυλιστηρίου, η Motor Oil (Ελλάς) παράγει προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας χρησιμοποιώντας βαρύν τύπους αργού πετρελαίου με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο. Η εταιρεία προσαρμόζοντας το παραγόμενο προϊόντικό μίγμα στις ανάγκες της αγοράς σε συνδυασμό με τις καλύτερες τιμές διάθεσης των προϊόντων της, επιτυγχάνει καλύτερα περιθώρια διύλισης έναντι των σύνθετων διυλιστηρίων της Μεσογείου. Σύμφωνα με ιστορικά στοιχεία, οι εγχώριες πωλήσεις της Εταιρείας αντιστοιχούν στο 40% του κύκλου εργασιών της, καλύπτοντας το 25% περίπου της Ελληνικής αγοράς, ενώ οι εξαγωγές της αντιστοιχούν στο 50% του κλάδου. Είναι το μοναδικό διυλιστήριο στην Ελλάδα και από τα ελάχιστα στην Ευρώπη που έχουν πιστοποιηθεί τόσο για το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, όσο και για το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας.



Επιπλέον, το 2007 η Εταιρεία προέβη στην έκδοση ετήσιας Περιβαλλοντικής Δήλωσης σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό επικυρωμένη από τη Bureau Veritas.

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΑΠΟΒΛΗΤΑ

### 2.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Με τον όρο απόβλητα ονομάζουμε τα "παραπροϊόντα" της ανθρώπινης δραστηριότητας, τα οποία αφού δεν έχουν άμεση πλέον χρησιμότητα στον άνθρωπο, πρέπει να διατεθούν με ασφαλή τρόπο πίσω στο φυσικό περιβάλλον. Ο διαχωρισμός τους σε υγρά και στερεά είναι αποτέλεσμα της χωριστής διάθεσης τους, ανάλογα με τη βασική τους φάση (στερεά ή υγρά) και προέρχονται κυρίως από οικιακές, βιομηχανικές καθώς και άλλες πηγές ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα υγρά απόβλητα πρέπει αρχικά να επεξεργαστούν με την κατάλληλη μέθοδο και στη συνέχεια να διατεθούν σε υδάτινους φυσικούς αποδέκτες (όπως θάλασσα, ποτάμια ή οι λίμνες).

Κατά τον ίδιο τρόπο και τα στερεά απόβλητα, αφού επεξεργαστούν, πρέπει να διατεθούν τελικά στο υπέδαφος με τις κατάλληλες προδιαγραφές, ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή βιοαποδόμηση τους. Είναι προφανές ότι, στην εποχή μας, γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική η ανάγκη για επεξεργασία των αποβλήτων, τόσο για την ελάττωση του όγκου τους όσο και για τη μείωση της επικινδυνότητάς τους. Η προστασία της δημόσιας υγείας και των φυσικών οικοσυστημάτων, καθώς και η αποφυγή της μόλυνσης των ζωτικών και εμφάνιση περιορισμένων πηγών πόσιμου νερού που υπάρχουν στον πλανήτη μας, είναι απαραίτητες συνθήκες για τη μακροβίωση του ανθρώπου με το περιβάλλον.

Στην εργασία όμως αυτή το αντικείμενο μελέτης μας στοχεύει στα υγρά απόβλητα.

Σύμφωνα με τη Λέκκα Α.Θ. (2013) ανάλογα τη χρήση από όπου προήλθαν, ορίζουμε τα υγρά απόβλητα στις παρακάτω κατηγορίες:

Οικιακά υγρά απόβλητα, απόβλητα που παράγονται από τις διάφορες ατομικές δραστηριότητες όπως είναι το μπάνιο και τα μπάνια τόσο σε οικιακό και ξενοδοχειακό επίπεδο όσο και σε εμπορικό, για παράδειγμα υγρά απόβλητα αεροδρομίων και εμπορικών καταστημάτων.

Βιομηχανικά υγρά απόβλητα, απόβλητα που παράγονται σε διάφορες βιομηχανίες, για παράδειγμα μεταλλουργικές, ηλεκτροπαραγωγικές ή κλωστοϋφαντουργικές.

Γεωργικά υγρά απόβλητα, απόβλητα που παράγονται από κάθε γεωργική δραστηριότητα, όπως για παράδειγμα οι εντατικές κτηνοτροφικές μονάδες.

## 2.2 Υγρά βιομηχανικά απόβλητα

Σύμφωνα με το prosodol (2019), υγρά βιομηχανικά απόβλητα ονομάζονται τα απόβλητα που απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα και τα οποία δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια ύδατα (οδηγία 91/271/ΕΟΚ 21.05.1991). Είναι δηλαδή τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία και μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλών που χρησιμοποιούνται.

Τα βιομηχανικά απόβλητα προέρχονται από την παραγωγική διαδικασία (κατανάλωση νερού σε πολυάριθμες υγρές διεργασίες) όπως π.χ. από βιομηχανίες μετάλλου, χημικών προϊόντων, συνθετικών υλών, κονσερβοποιείων, βαφείων, γαλακτοβιομηχανιών κ.λπ. τα οποία περιέχουν υπολείμματα υλών οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία ή παράγονται από τη βιοτεχνία ή τη βιομηχανία. Η ποσότητα των βιομηχανικών αποβλήτων είναι διαφορετική για κάθε βιομηχανία, ακόμα και ανάμεσα σε ομοειδείς βιομηχανίες. Αυτό είναι συνάρτηση της δυναμικότητας του εργοστασίου και οφείλεται στον τρόπο παραγωγικής διαδικασίας, στην ποιότητα της πρώτης ύλης και στο είδος του τελικού προϊόντος.

Η παραγωγή των αποβλήτων μπορεί να είναι συνεχής ή διακεκομμένη κατά το χρόνο λειτουργίας του εργοστασίου, επίσης μπορεί να περιορίζεται μόνο σε συγκεκριμένες εποχές του χρόνου (π.χ. κονσερβοποίηση φρούτων). Για τα βιομηχανικά απόβλητα δεν είναι δυνατόν να δοθούν συγκεκριμένες τιμές ποσότητας,

σε αντίθεση με τα αστικά λύματα, όπου η διακύμανση είναι σχετικά μικρή. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται ενδεικτικές τιμές με μεγάλες διακυμάνσεις.

Σύμφωνα με την Τσιτσιφλή Σ. (2014) τα βιομηχανικά απόβλητα διακρίνονται σε:

- Απόβλητα με φυσική δράση:
  1. Μεταφορά θερμότητας στα νερά του αποδέκτη που αυξάνει την θερμοκρασία του και την μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου.
  2. Ύπαρξη λεπτών σωματιδίων σε αιώρηση ή ύπαρξη χρώματος που προκαλούν θολότητα στον αποδέκτη και κατ' επέκταση την μείωση της διείσδυσης του ηλιακού φωτός.
  3. Ύπαρξη αερίων σε διάλυση και πτητικών ενώσεων που προκαλούν δυσάρεστες οσμές, μειώνουν την διαλυτότητα του οξυγόνου και έχουν τοξική δράση.
- Απόβλητα με χημική δράση:
  1. Ισχυρά οξέα ή βάσεις μεταβάλλουν το pH του αποδέκτη. – Άλατα μετάλλων και στοιχείων που έχουν τοξική δράση.
  2. Οργανικές ενώσεις (φαινόλες, χλωριωμένες ενώσεις κλπ.) που έχουν τοξική δράση.
- Απόβλητα με βιολογική δράση:
  1. Από βιομηχανίες τροφίμων.
  2. Περιέχουν πρωτεΐνες, σάκχαρα, λίπη κλπ.

### 2.3 Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Οι βασικοί στόχοι μιας μονάδας επεξεργασίας υγρών λυμάτων πριν τη τελική διάθεσή τους είναι:

- ❖ Η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών,
- ❖ Η απομάκρυνση των κολλοειδών και διαλυμένων συστατικών,
- ❖ Η απομάκρυνση ανεπιθύμητων ουσιών όπως άζωτο, φώσφορος, τοξικές ουσίες,
- ❖ Η απολύμανση.

Σύμφωνα με τους Καλδέλλη Ι. και Κονδύλη Α. (2005) η επεξεργασία των στερεών που προκύπτουν από τις παρακάτω διεργασίες.

### 2.3.1 Προεργασία – Πρωτοβάθμια Επεξεργασία

Η προεργασία – πρωτοβάθμια επεξεργασία επιδιώκεται η απομάκρυνση των στερεών σωματιδίων τα οποία προκαλούν έμφραξη των αγωγών, φθορά του μηχανολογικού εξοπλισμού και δυσλειτουργία των κατάντη συστημάτων. Ειδικότερα αυτό επιτυγχάνεται με τις εξής τεχνικές:

#### Εξάμμωση

Σκοπός της τεχνικής είναι η απομάκρυνση κόκκων άμμου, των σωματιδίων αργίλου ή άλλων σωματιδίων με μεγάλο σχετικά ειδικό βάρος και διάμετρο μεγαλύτερη από 200 μm, που διαφεύγουν από τις σχάρες, δεν είναι οργανικά και έχουν ταχύτητες καθίζησης σημαντικά μεγαλύτερες από εκείνες των οργανικών ουσιών. Υπάρχουν 2 είδη εξαμμοτών οι εξαμμοτές με σταθερή ταχύτητα και οι αεριζόμενοι εξαμμοτές.

#### Λιποσυλλογή

Στη διάταξη της λιποσυλλογής γίνεται διαχωρισμός των απόνερων από τα λίπη με φυσικές διεργασίες που εκμεταλλεύονται το διαφορετικό ειδικό βάρος των ελαιωδών διασπορών. Στους λιποσυλλέκτες η απόδοση σε απομάκρυνση λιπών και ελαίων είναι περίπου 60 – 70%.

#### Πρωτοβάθμια Καθίζηση

Στο σημείο αυτό επιτυγχάνεται η απομάκρυνση σημαντικού μέρους του οργανικού φορτίου των λυμάτων, που υπάρχει με τη μορφή σωματιδίων. Τα λύματα οδηγούνται σε δεξαμενή καθίζησης, όπου παραμένουν για 2 – 3 ώρες, επιτυγχάνοντας απομάκρυνση 50-60% των αιωρούμενων στερεών και 25-40% του BOD. Οι δεξαμενές αυτές είναι κυκλικές ή ορθογώνιες και πρέπει να επιτυγχάνουν ομοιόμορφη κατανομή της παροχής σε όλη την περιοχή της εισόδου, να είναι εξοπλισμένες με κατάλληλες διατάξεις συγκέντρωσης και αφαίρεσης της λάσπης και να παρεμποδίζουν και να συμπαρασύρονται τα στερεά που καθιζάνουν στην εκροή. Τα λύματα εισέρχονται από το κέντρο της δεξαμενής, ενώ τα επεξεργασμένα απόβλητα απομακρύνονται από την υπερχειλίση που βρίσκεται περιμετρικά.

## Κροκίδωση – Συσσωμάτωση

Πρόκειται για διεργασίες απομάκρυνσης αιωρούμενων στερεών μικρού μεγέθους (μικρότερα από 10 μm). Σκοπός τους είναι η συνένωση μικρών σωματιδίων σε μεγαλύτερα, τα οποία απομακρύνονται από το νερό με καθίζηση ή επίπλευση ή διήθηση. Η διαφορά αυτών των δύο όρων είναι ότι η κροκίδωση αναφέρεται στη μείωση των απωστικών δυνάμεων στα ομόνυμα φορτισμένων σωματιδίων, ενώ η συσσωμάτωση στη σύνδεση των κολλοειδών σωματιδίων προς σχηματισμό ορατών θρόμβων.

### 2.3.2 Δευτεροβάθμια Επεξεργασία

Στη δευτεροβάθμια επεξεργασία κατάλληλα επιλεγμένοι μικροοργανισμοί διασπών αερόβια ή αναερόβια τις οργανικές ουσίες των λυμάτων και των αποβλήτων. Η μέθοδος της ενεργού ιλύος είναι σήμερα η πιο διαδεδομένη μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας των αστικών υγρών αποβλήτων. ένα σύστημα ενεργού ιλύος συνεχούς ροής αποτελείται από:

- Το βιολογικό αντιδραστήρα όπου οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται καταναλώνοντας τα συστατικά των αποβλήτων, και
- Τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου καθιζάνουν και διαχωρίζονται οι μικροοργανισμοί από τα υγρά απόβλητα.

Στη δεξαμενή αερισμού τα εισερχόμενα λύματα έρχονται σε επαφή με τα αιωρούμενα συσώματα μικροοργανισμών υπό αερόβιες συνθήκες. Μέρος του οργανικού φορτίου οξειδώνεται σε απλά τελικά προϊόντα, ενώ το υπόλοιπο μετατρέπεται σε νέο μικροβιακό (κυτταρικό) υλικό. Στη συνέχεια το μείγμα οδηγείται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου υπό συνθήκες ηρεμίας, οι βιοκροκίδες διαχωρίζονται με καθίζηση και σχηματίζεται η λεγόμενη «ενεργός ιλύς». Μέρος της ιλύος ανακυκλοφορεί στη δεξαμενή αερισμού για τη διατήρηση επαρκούς συγκέντρωσης βιομάζας για την αποδόμηση των λυμάτων, ενώ το υπερκείμενο υγρό οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία ή καταλήγει στον τελικό αποδέκτη.

### 2.3.3 Τριτοβάθμια Επεξεργασία – Επεξεργασία Ύψους

Πρόκειται για στάδιο προηγμένης επεξεργασίας που περιλαμβάνει όλες ή μερικές από τις εξής διεργασίες:

#### 1. Ιζηματοποίηση

Πρόκειται για προσθήκη χημικών για την αλλαγή της φυσικής κατάστασης των διαλυμένων και αιωρούμενων στερεών προς τη διευκόλυνση τους με καθίζηση. Ουσιαστικά, είναι μία διεργασία αδιαλυτοποίησης συστατικών των αποβλήτων, των οποίων συνήθως επιδιώκεται η απομάκρυνση επειδή είναι ανεπιθύμητα. Η ιζηματοποίηση επιτυγχάνεται είτε με τη προσθήκη κατάλληλων αντιδραστηρίων είτε με τη μεταβολή του pH. Κατά την ιζηματοποίηση λαμβάνει χώρα ταυτόχρονα μία φυσική («πυρηνογένεση» και δημιουργία κρυστάλλων) και μία χημική διεργασία. Η ιζηματοποίηση συνδυάζεται είτε με διήθηση είτε με τη διεργασία της κροκίδωσης – συσσωμάτωσης, ώστε να απομακρυνθεί αποτελεσματικά το σχηματιζόμενο ίζημα σε συνέχεια με καθίζηση ή επίπλευση.

Η ιζηματοποίηση χρησιμοποιείται για την ελάττωση της σκληρότητας του νερού, την απομάκρυνση των όξινων ανθρακικών, την ελάττωση των πυριτικών, την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων, καθώς επίσης και την απομάκρυνση φθοριούχων, φωσφορικών και θεικών ιόντων.

#### 2. Διήθηση

Σκοπός της είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων. Κατά τη διεργασία αυτή το νερό διέρχεται από ένα μέσο διήθησης και τα σωματίδια που περιέχει απομακρύνονται είτε με συσώρευση στη επιφάνεια του διηθητικού μέσου είτε με συγκράτηση στη μάζα του. Η χρήση της σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους επεξεργασίας του νερού έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων όλων των ειδών και μεγεθών.

#### 3. Απολύμανση

Το νερό, ακόμη και αν φαίνεται απόλυτα καθαρό και διαυγές, συχνά περιέχει μικρόβια επικίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ως απολύμανση ορίζεται η μείωση της περιεκτικότητας των αποβλήτων σε παθογόνους μικροοργανισμούς σε

καθορισμένα όρια, ώστε να μην προκαλούνται παθογόνες καταστάσεις στον άνθρωπο και τα ζώα. Η διεργασία του βιολογικού καθαρισμού συντελεί στη μείωση συγκέντρωσης των παθογόνων μικροοργανισμών κατά 90 -95%.

Τα μέσα απολύμανσης διακρίνονται σε:

- ✓ Χημικά (οξειδωτικά και μη οξειδωτικά) και
- ✓ Μη Χημικά (υπεριώδης ακτινοβολία, αποστειρωτική διήθηση και ραδιενεργός ακτινοβολία)

Γενικά τα κυριότερα μέσα/ μέθοδοι απολύμανσης είναι

- ✓ Το χλώριο και τα παράγωγά του
- ✓ Το όζον και οι
- ✓ Ακτίνες UV.

Στην περίπτωση του χλωρίου ο οξειδωτικός φορέας είναι το υποχλωριώδες οξύ και απαιτείται η διάχυσή του μέσα από κυτταρική μεμβράνη για την καταστροφή του κυτταρικού υλικού. Αντίστοιχα η υπεριώδης ακτινοβολία δρα ως «στερωτικό» των μικροοργανισμών, επιδιώκοντας να εμποδίσει τον πολλαπλασιασμό τους. Αντίθετα, το όζον δρα απευθείας και καταστρέφει την ίδια την κυτταρική μεμβράνη, ενώ δεν επηρεάζει ουσιαστικά το pH, με αποτέλεσμα να μην απαιτούνται χημικά πρόσθετα για τη διόρθωσή του.

Όσον αφορά το όζον αξιολογούμενα είναι τα παρακάτω:

Το όζον έχει ισχυρότερη και ταχύτερη απολυμαντική δράση από το χλώριο (300 -3000 φορές), επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα αποτελεσματικότερη καταστροφή των ιών. Η δράση του όζοντος για την καταστροφή των κυτταρικών δεσμών ακόμη και στην περίπτωση των ιών, απαιτεί υπολειμματικές συγκεντρώσεις μεταξύ 0,2 και 0,5 mg/l με χρόνο επαφής 6 min ενώ η συνήθης δόσολογία είναι 5 mg/l. Επιπροσθέτως όφελος της ικανότητας απόσπησης του όζοντος είναι ότι εμποδίζει την επανεμφάνιση οσμών (ροή αερίου αποτελούμενο από 95% ατμοσφαιρικό αέρα).

- ✓ Απομάκρυνση αζώτου – φωσφόρου:

Ο φώσφορος είναι ρύπος στον οποίο οφείλεται η υπερτροφία των υδάτινων αποδεκτών, για αυτό η περιεκτικότητα σε φώσφορο κατά τη διάθεση των υγρών αποβλήτων πρέπει να ελέγχεται και να περιορίζεται στο ελάχιστο. Ο φώσφορος

αποτελεί βασικό συστατικό για τη σύνθεση του κυτταρικού ιστού των μικροοργανισμών της ενεργού Ίλως για τη μεταφορά ενέργειας. Αυτό έχει ως το 10% έως 30% της εισερχόμενης ποσότητας φωσφόρου να απομακρύνεται κατά τη διάρκεια της βιολογικής επεξεργασίας στις δεξαμενές αερισμού, ενώ το σύνολο σχεδόν των φωσφορικών ενώσεων μετατρέπεται σε διαλυτά ορθοφωσφορικά ιόντα.

Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος και η διαδικασία επεξεργασίας που επιλέγεται είναι άμεσα συνυφασμένες με τον αποδέκτη και τις χρήσεις αυτού. Όταν πρόκειται για ευαίσθητους αποδέκτες, θεωρείται ικανοποιητική η ποσότητα φωσφόρου στην απορροή αν είναι κάτω από 2mg/l.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι απομάκρυνσης του φωσφόρου, με τις επικρατέστερες να είναι:

- Η χημική μέθοδος και
- Η βιολογική μέθοδος

Με διαφορετικό βαθμό απόδοσης, αλλά και διαφορετικό λειτουργικό κόστος για την κάθε μέθοδο.

Η χημική απομάκρυνση του φωσφόρου γίνεται με τη δράση διαφόρων κροκιδωτικών ουσιών όπως αργίλου, σιδήρου ή ασβεστίου, όπου δημιουργούνται αδιάλυτες ενώσεις φωσφόρου που απομακρύνονται. Αυτό μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε στάδιο του διαγράμματος ροής της επεξεργασίας των λυμάτων με διαφορετικό βαθμό απόδοσης. Προτιμάται όμως αυτή να γίνεται μετά τη βιολογική επεξεργασία διότι δεν επηρεάζονται οι άλλες λειτουργίες της εγκατάστασης. Επίσης, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη απόδοση, διότι όλος ο φώσφορος έχει ήδη μετατραπεί από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία σε ορθοφωσφορικά άλατα που εύκολα κατακρημνίζονται.

Η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου εφαρμόζεται στις εγκαταστάσεις της ενεργού Ίλως, όπου γίνεται και η βιολογική απομάκρυνση του οργανικού φορτίου. Η αποφωσφόρηση συνήθως γίνεται από μόνη της, αλλά πολλές φορές συνδυάζεται και με την απομάκρυνση του αζώτου που γίνεται και αυτή στην ίδια δεξαμενή.

Αναφορικά με την απομάκρυνση του αζώτου, το άζωτο περιέχεται στα λύματα υπό τη μορφή αμμωνίας και οργανικού αζώτου, το οποίο μετατρέπεται σε



αμμωνία, καθώς αποδομούνται οι οργανικές ενώσεις. Η αφαίρεση του αζώτου γίνεται με αρχική μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικά με τη βοήθεια νιτροποιητικών βακτηρίων (νιτροποίηση) και στη συνέχεια με μετατροπή των νιτρικών σε αέριο άζωτο (που ελκύεται στην ατμόσφαιρα) με τη βοήθεια απονιτροποιητικών βακτηρίων (απονιτροποίηση).

ο Επεξεργασία Ίλως:

Ίλος σχηματίζεται κατά την προεπεξεργασία, την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια καθίζηση.

- ✓ Η ίλος της προεπεξεργασίας περιλαμβάνει αδρανή υλικά, γυαλί, χώμα, άμμο κ.λπ. και αφυδατώνεται εύκολα.
- ✓ Η ίλος της πρωτοβάθμιας καθίζησης περιλαμβάνει οργανικό περιεχόμενο >70%, στερεά 3-8% και έχει έντονη οσμή.
- ✓ Η ίλος της δευτεροβάθμιας καθίζησης περιλαμβάνει οργανικό περιεχόμενο >90%, στερεά 0,5-2%.

Η ίλος που αποβάλλεται από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης συνήθως υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία με στόχο τη μείωση του όγκου της (πάχυνση) και τη σταθεροποίηση της (σταθεροποίηση του οργανικού της φορτίου και μετατροπή σε μία αδρανή μάζα, ώστε η διάθεσή της στο περιβάλλον να είναι ακίνδυνη).

Η πάχυνση της ίλως γίνεται με καθίζηση σε δεξαμενές πάχυνσης, με επίπλευση (flotation) και με μηχανικά μέσα

Η αφυδάτωση της ίλως επιτυγχάνεται με μηχανικά μέσα (ταινιοφιλτρόπεσσα) ή με κλίνες ξήρανσης.

Ακόμη, γίνεται σταθεροποίηση της ίλως για αποδόμηση του οργανικού φορτίου και μπορεί να είναι είτε αερόβια είτε αναερόβια. Η αερόβια έχει υψηλή απαίτηση σε οξυγόνο και μεγάλους χρόνους παραμονής. Το υγρό επανακυκλοφορεί στην εγκατάσταση επεξεργασίας, αλλά αποδίδεται κακή ποιότητα τελικής ίλως. Στην αναερόβια το οργανικό φορτίο διασπάται σε οξέα και αυτά εν συνεχεία σε CO<sub>2</sub> και CH<sub>4</sub>. Η διαδικασία είναι αργή. Απαιτείται στεγανή και σχετικά ακριβή εγκατάσταση.

Η τελική διάθεση της επεξεργασμένης ύλης γίνεται στους χώρους διάθεσης στερεών απορριμμάτων, ενώ όταν δεν ανιχνεύονται συγκεντρώσεις τοξικών ουσιών είναι δυνατή η χρήση της ως εδαφοβελτιωτικό.

## 2.4 Υγρά απόβλητα δυλιστηρίων πετρελαίου

Σύμφωνα με τον Αγριμάκη Θ. (2016) τα υγρά απόβλητα του Δυλιστηρίου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες και περιλαμβάνουν:

### 1) Υγράβιομηχανικά απόβλητα:

- τα υγρά απόβλητα από τη λειτουργία των μονάδων (και των υποστηρικτικών δικτύων).
- τα υγρά απόβλητα από τις εξυδατώσεις των δεξαμενών συμπεριλαμβανομένων και των δεξαμενών αφερματισμού πλοίων.
- τα υγρά απόβλητα Λιμένος την ευθύνη των οποίων ως προς την επεξεργασία έχει το Δυλιστήριο.
- τα υγρά απόβλητα της μονάδας επεξεργασίας ύλης
- το σύνολο των όμβριων υδάτων του Δυλιστηρίου.
- υγρά απόβλητα που προκύπτουν από ρυπάνσεις κατ' εφαρμογή του Oil Spill

### 2) Αστικά λύματα όπου κατά κύριο λόγο προέρχονται από υγρά αστικά λύματα του Δυλιστηρίου ή Λιμένος

Τα υγρά απόβλητα, αναλόγως της προέλευσής τους και των περιεχομένων ρύπων, είτε επεξεργάζονται σε ενδιάμεσες μονάδες είτε οδηγούνται κατευθείαν στην Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων του δυλιστηρίου.

Οι κύριοι σταθμοί ενδιάμεσης επεξεργασίας των αποβλήτων που προέρχονται από τις μονάδες παραγωγής προτού οδηγηθούν στη μονάδα επεξεργασίας είναι οι παρακάτω:

- 1) Μονάδα Απογύμνωσης Όξινων Νερού (Sour Water Stripper-SWS)  
συλλέγονται τα απόβλητα που περιέχουν όξινα αέρια, από όλες τις μονάδες του δυλιστηρίου τροφοδοτείται η μονάδα. Απομακρύνονται οι πτητικοί ρύποι με εξάτμισή τους από την μάζα των αποβλήτων. Το καθαρό νερό είτε

ανακυκλώνεται και χρησιμοποιείται στην αφαλάτωση του αργού είτε οδηγείται στην μονάδα επεξεργασίας των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.

2) Μονάδα εξουδετέρωσης Σε ξεχωριστό κύκλωμα συλλέγονται και εξουδετερώνονται Τα χημικά αλκαλικά υγρά απόβλητα (μονάδα εξουδετέρωσης). Οδηγούνται εν συνεχεία προς περαιτέρω επεξεργασία στην μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων χημικώς ουδέτερα υγρά απόβλητα.

3) Μονάδα εξουδετέρωσης αποβλήτων μονάδας αλκυλιώσεως Τα υγρά απόβλητα της μονάδος αλκυλιώσεως, που περιέχουν πιθανόν οξύ εξουδετερώνονται σε ειδικές δεξαμενές με ασβέστη (διάλυμα  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) και στην συνέχεια οδεύουν προς τη μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων.

Από τις ενδιάμεσες μονάδες επεξεργασίας τα υγρά απόβλητα, οδηγούνται προς την μονάδα επεξεργασίας μέσω ξεχωριστού αποχετευτικού κυκλώματος ελαιωδών αποβλήτων (Oily Water Sewer-OWS).

Οι εξυδατώσεις των δεξαμενών οδεύουν ασυνεχώς, στο αποχετευτικό δίκτυο του διυλιστηρίου και επεξεργάζονται στο σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Γίνεται οπτικός έλεγχος για την ποιότητα των υγρών αποβλήτων κατά τη διάρκεια των εξυδατώσεων. Μέσω κλειστών αγωγών στις δεξαμενές έρματος πραγματοποιείται ο αφερματισμός των πλοίων, όπου επιτυγχάνεται διαχωρισμός ελαιώδους φάσης από υδάτινη λόγω διαφορετικών ειδικών βαρών. Η υδάτινη φάση μέσω αγωγών οδεύει στη μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων, ενώ η ελαιώδης φάση οδεύει στις δεξαμενές αργού προς επαναδιύλιση.

Οι διάφορες μονάδες και οι δεξαμενές χρησιμοποιούνται για την διαχείριση των όμβριων υδάτων και του νερού έρματος των πλοίων. Στις μονάδες, το λάδι απομακρύνεται από ελαιοσυλλέκτες τύπου δίσκων (discoil) ενώ η ιλύς πυθμένα απομακρύνεται με αλυσωτά ξέστρα και αντλίες ιλύος. Το ανακτημένο λάδι προωθείται στο σύστημα ανακτημένου ελαίου του διυλιστηρίου ενώ η λάσπη προς την μονάδα αφυδάτωσης.

Από την μονάδα, τα απόβλητα προωθούνται προς την μονάδα επίπλευσης. Πριν την επίπλευση, προστίθενται κατάλληλα χημικά για την κροκίδωση των

υδρογονανθράκων και το λάδι που διαχωρίζεται και επιπλέει στην επιφάνεια, οδηγείται στο σύστημα ανακτημένου ελαίου του διυλιστηρίου. Το επεξεργασμένο νερό στην συνέχεια αντλείται προς τα αμμόφιλτρα όπου η περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες μειώνεται περαιτέρω.

Μετά τα αμμόφιλτρα, τα απόβλητα φτάνουν στον βιολογικό καθαρισμό που αποτελείται από τέσσερα βιόφιλτρα τύπου BIOFOR. Πριν την είσοδό τους στα βιόφιλτρα, τα απόβλητα αναμειγνύονται με ένα ρεύμα ανακυκλοφορίας από την έξοδο των βιοφίλτρων σε μία δεξαμενή εξισορρόπησης. Με αυτόν το τρόπο ελέγχεται (μειώνεται) η περιεκτικότητά τους σε ρύπους έτσι ώστε η μονάδα βιολογικού καθαρισμού να έχει την μέγιστη απόδοση και διάρκεια ζωής. Στα βιόφιλτρα, το οργανικό φορτίο των αποβλήτων διασπάται από μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στον φορέα του βιόφιλτρου. Η παροχή οξυγόνου γίνεται με την προσθήκη συμπιεσμένου αέρα.

Τα επεξεργασμένα απόβλητα, μετά τα βιόφιλτρα οδηγούνται στην θάλασσα. Μία ποσότητα επεξεργασμένων αποβλήτων αποθηκεύεται σε δεξαμενή επεξεργασμένου νερού για να χρησιμοποιηθεί για την έκπλυση και καθαρισμό του βιόφιλτρου (μαζί με πεπιεσμένο αέρα). Το νερό έκπλυσης των βιόφίλτρων αποθηκεύεται σε ξεχωριστή λεκάνη αποθήκευσης και επεξεργάζεται σε άλλη μονάδα επίπλευσης. Με την επίπλευση αφαιρούνται αιωρούμενα στερεά με την μορφή λάσπης. Το επεξεργασμένο νερό οδηγείται προς αμμόφιλτρα και επανεισάγεται στην διαδικασία επεξεργασίας, ενώ η παραγόμενη ιλύς στα διάφορα στάδια επεξεργασίας.

Η μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων καθαρίζει σε βιολογικό φίλτρο πριν οδηγηθούν για διάθεση. Συντελείται με την μέθοδο της ενεργού ιλύος ο καθαρισμός (activated sludge). Τα αστικά λύματα (δεν περιέχουν πετρελαιοειδή) προέρχονται από τις εγκαταστάσεις του διυλιστηρίου και οδηγούνται στη μονάδα με φυσική ροή ή μέσω βυτίων από τις περιοχές όπου η άντληση τους δεν είναι τεχνικά εφικτή.

#### Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων αποτελεί :

### **I. Υποσύστημα πρωτοβάθμιας επεξεργασίας**

Με τον όρο προεπεξεργασία ονομάζουμε εκείνες τις διεργασίες που εφαρμόζονται για την προετοιμασία των υγρών αποβλήτων για την κύρια

επεξεργασία καθαρισμού τους. Αποτελεί ένα σημαντικό στάδιο, καθώς σε περίπτωση που δεν έχει σχεδιαστεί σωστά, επηρεάζεται αρνητικά η απόδοση των επόμενων σταδίων. Τα επιμέρους στάδια της προεπεξεργασίας είναι οι εξής μέθοδοι:

α) Εσχάρισμα: χρήση εσχάρων για την απομάκρυνση και αφαίρεση ευμεγέθους αιωρούμενου υλικού.

β) Άλεση/πολτοποίηση: τεμαχισμός ογκωδών αντικειμένων σε στερεά μικρότερου μεγέθους.

γ) Εξάμμωση: απομάκρυνση άμμου

δ) Λιποσυλλογή: η απομάκρυνση των ελαιωδών είναι ένας διαχωρισμός υγρών φάσεων, ενώ η απομάκρυνση των λιπαρών ένας διαχωρισμός στερεής - υγρής φάσης.

ε) Εξισορρόπηση παροχής: αποβλέπει στην ελαχιστοποίηση ή στον έλεγχο των διακυμάνσεων των χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων με σκοπό να παρέχονται οι ιδανικές συνθήκες για τις μετέπειτα διεργασίες επεξεργασίας, εξασφαλίζοντας την ομοιόμορφη παροχή στα επόμενα στάδια.

## **II. Υποσύστημα δευτεροβάθμιας επεξεργασίας-βιολογικός καθαρισμός**

Η βιολογική επεξεργασία γίνεται με:

A) Σύστημα ενεργού ιλύος και περιλαμβάνει: δεξαμενή αερισμού μέσω της οποίας επιτυγχάνεται με την προσθήκη ποσότητας οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την κατανάλωση των οργανικών ουσιών. Για την διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται αεροσυμπιεστές που διοχετεύουν τον αέρα σε ειδικές διατάξεις σχηματισμού φυσαλίδων (διαχυτήρες). Όπως και με την ανάμιξη, ώστε οι μικροοργανισμοί να μην καθιζάνουν στον πυθμένα και να υπάρχει ομοιόμορφη συγκέντρωση των μικροοργανισμών.

B) Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης: τα λύματα αφού αεριστούν, εισέρχονται στην δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης όπου καθιζάνει η βιομάζα ενώ τα διαυγή υγρά οδηγούνται προς την δεξαμενή απονιτροποίησης. Η λάσπη που καθιζάνει ανακυκλώνεται με άντληση πίσω στην δεξαμενή αερισμού ώστε η περιεκτικότητα του συστήματος σε ενεργό ιλύ να διατηρείται σε επιθυμητά επίπεδα.

### **III. Υποσύστημα τριτοβάθμιας επεξεργασίας**

Τα διαυγή υγρά μετά την δεξαμενή αερισμού εισάγονται στην δεξαμενή απονιτροποίησης, όπου σε ανοξικό περιβάλλον υφίστανται απονιτροποίηση με αποτέλεσμα να απομακρύνονται οι ενώσεις του αζώτου.

### **IV. Απολύμανση**

Σκοπός της απολύμανσης είναι η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών των αποβλήτων, ώστε να αποφεύγεται η μεταφορά των μικροοργανισμών μέσω του νερού στον τελικό αποδέκτη (θάλασσα). Η απολύμανση γίνεται στην δεξαμενή χλωρίωσης, όπου εισάγεται με δοσομετρική αντλία, υποχλωριώδες νάτριο ώστε να ανιχνεύεται σε ποσοστό ελεύθερου χλωρίου 0.5-1mg/l.

### **V. Σιλό Λάσπης**

Στο σιλό αποθηκεύεται η περίσσεια λάσπη από τη δεξαμενή καθίζησης. Τα μετά από επεξεργασία λύματα διατίθενται μέσω υποθαλάσσιου κοινού αγωγού (με τα επεξεργασμένα βιομηχανικά απόβλητα και νερά ψύξεως), μήκους 394 μέτρων, όπου εκρέει σε βάθος μεγαλύτερο των 30 μέτρων από την στάθμη της θάλασσας.

## ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΔΙΥΛΙΣΗΣ

### 3.1 Διεθνή δεδομένα

Σύμφωνα με το [www.mckinseyenergyinsights.com](http://www.mckinseyenergyinsights.com) παρακάτω παρατίθεται ένας κατάλογος των μεγάλων εταιρειών διύλισης σε ολόκληρο τον κόσμο, με σειρά ταξινόμησης που βασίζεται στην ιδιοκτησία τους από τη συνολική ικανότητα απόσταξης εξευγενισμού από τις αρχές του 2019.

Refiner	Capacity (Kb/d)	No. refineries
Sinopec	5,539	28
ExxonMobil	4,909	24
CNPC	4,686	35
Shell	3,250	24

Εικόνα 4: Οι μεγαλύτερες μονάδες διύλισης ανά τον κόσμο

(Πηγή: FitzgibbonT, 2019)

### 3.1.1 Sinopec



*Εικόνα 5: Διυλιστήριο YanbuAramco, Σαουδική Αραβία*

(Πηγή:<https://www.energia.gr/media/articles/main/93060-yasref.....jpg>)

Η ChinaPetroleum&ChemicalCorporation ή αλλιώςSinopecCorp. είναι μια κινεζική επιχείρηση πετρελαίου και φυσικού αερίου με έδρα το Πεκίνο της Κίνας. Είναι εισηγμένη στο Χονγκ Κονγκ και επίσης εμπορεύεται στη Σαγκάη και τη Νέα Υόρκη. Ιδρύθηκε στις 25 Φεβρουαρίου 2000 και απασχολεί 249.142 εργαζόμενους με καθαρά έσοδα περίπου 9 δισεκατομμύρια ευρώ.

Είναι η μεγαλύτερη εταιρεία στον κόσμο στη διύλιση πετρελαίου, φυσικού αερίου και πετροχημικών ετερογενών δραστηριοτήτων, που εδρεύει στο Chaoyang District, Πεκίνο. Οι δραστηριότητες της Sinopec περιλαμβάνουν εξερεύνηση πετρελαίου και φυσικού αερίου, διύλιση και εμπορία, παραγωγή και πωλήσεις πετροχημικών, χημικών ινών, χημικών λιπασμάτων και άλλων χημικών προϊόντων, αποθήκευση και μεταφορά αγωγών αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου εισαγωγών, εξαγωγών και εισαγωγών / εξαγωγών των επιχειρήσεων του αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου, εξευγενισμένα προϊόντα πετρελαίου, πετροχημικών και άλλων χημικών ουσιών.

Όσον αφορά τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων η διαδικασία αροής του συστήματος επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων του διυλιστηρίου είναι η εξής: το υγρό απόβλητο που προέρχεται από τη διαδικασία του διυλιστηρίου διαχειρίζεται με φίλτρο BAF (βιολογικό αερισμένο φίλτρο) και ρύθμιση θρόμβωσης ακολουθούμενη από επεξεργασία χλωρίου. Επιπλέον, αυτό το νερό επεξεργάζεται με ινώδη διήθηση (φίλτρο πολυμέσων) και ACF (φίλτρο ενεργού άνθρακα) για την απομάκρυνση



διαλυτών οργανικών ουσιών πριν από τη διήθηση με προηγμένες τεχνολογίες φιλτραρίσματος για επαναχρησιμοποίηση νερού.

Η λύση ολοκληρωμένης μεμβράνης για την επαναχρησιμοποίηση νερού είναι ένας συνδυασμός από υπερδιήθηση στην κοίλη ίνα και σπειροειδών ρυπαντικών ανθεκτικών υφάλμυρων μεμβρανών νερού (WangaD. etal.2011).

### 3.1.2 Exxonmobil



*Εικόνα 6: Εγκαταστάσεις περιοχής BatonRouge, Louisiana*

(Πηγή: corporate.exxonmobil.com)

Η ExxonMobil είναι αμερικανική πολυεθνική εταιρεία πετρελαίου και φυσικού αερίου που εδρεύει στο Ίρβινγκ του Τέξας. Είναι ο μεγαλύτερος άμεσος απόγονος της εταιρεία Standard Oil του Τζον Ντ. Ροκφέλερ και ιδρύθηκε στις 30 Νοεμβρίου του 1999 από τη συγχώνευση της Exxon (πρώην εταιρεία Standard Oil του Νιου Τζέρσι) και της Mobil (πρώην εταιρεία Standard Oil της Νέα Υόρκης). Στην εταιρεία απασχολούνται 71.000 εργαζόμενοι με έσοδα 19.5 δισεκατομμύρια ευρώ.

Σύμφωνα με άρθρο της ExxonMobil (2019) όσον αφορά τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων τα παραγόμενα ύδατα από τις πετρελαϊκές και αεριακές εργασίες στη ξηρά συνήθως διοχετεύονται με έγχυση σε βαθιές υπόγειες δεξαμενές. Για εγκαταστάσεις παραγωγής ανοικτής θάλασσας, το παραγόμενο νερό διαχειρίζεται με επανέγχυση σε συνδεδεμένη δεξαμενή ή με επεξεργασία και απόρριψη στο θαλάσσιο περιβάλλον σύμφωνα με τις ισχύουσες κανονιστικές απαιτήσεις.

Το πρότυπο διαχείρισης νερού περιγράφει τις ελάχιστες αναμενόμενες περιβαλλοντικές επιδόσεις και μέτρα άμβλυσης. Το παρόν Πρότυπο καθορίζει τη βάση σχεδιασμού και σχεδιασμού για τη μείωση των επιπτώσεων στα επιφανειακά ύδατα, τα υπόγεια ύδατα και στα ύδατα των ποταμών και των θαλάσσιων υδάτων, καθώς και στα συναφή ενδιαφέροντα και χρήστες, που σχετίζονται με την ποιότητα των αποβλήτων του παραγόμενου νερού. Για τις μεταγενέστερες και χημικές εργασίες μας, εργάζονται για να εξασφαλίσουν ότι νέες εγκαταστάσεις έχουν σχεδιαστεί για τον έλεγχο της ποιότητας των απορριπτόμενων αποβλήτων.

### 3.1.3 CNPC



*Εικόνα 7: Διυλιστήριο Adrar στην Αλγερία*

(Πηγή: <http://www.petrochina.com.cn/>)

Η China National Petroleum Corporation (CNPC) είναι μια σημαντική εθνική εταιρεία πετρελαίου και φυσικού αερίου της Κίνας και μία από τις μεγαλύτερες ολοκληρωμένες ομάδες ενέργειας στον κόσμο. Η έδρα της είναι στην περιοχή Ντόνγκτσενγκ του Πεκίνου και ιδρύθηκε στις 17 Σεπτεμβρίου 1988. Στην εταιρεία απασχολούνται 1.636.532 εργαζόμενοι με έσοδα 5.7 δισεκατομμύρια ευρώ.

Η CNPC (2017) επενδύοντας 200 εκατομμύρια δολάρια, κατασκευάστηκε η μεγαλύτερη μονάδα επεξεργασίας βιοαποικοδομητικών αποβλήτων στον κόσμο. Το εργοστάσιο δεν απορρίπτει απόβλητα και χρησιμοποιεί το νερό για να ποτίσει σχεδόν ένα εκατομμύριο στρέμματα δασών και να βελτιώσει τις τοπικές οικολογικές συνθήκες. Έλαβε υψηλό βαθμό από τη νορβηγική εταιρεία ταξινόμησης που αξιολόγησε τη διαχείριση του HSE. Η εγκατάσταση έλαβε επίσης το Περιβαλλοντικό

Βραβείο 2007 από το Σουδάν MEM, καθιστώντας πρότυπο για την προστασία του περιβάλλοντος, και το εργοστάσιο έχει επισκεφθεί εκπρόσωποι των Ηνωμένων Εθνών και πρεσβείες στο Σουδάν.

Μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων για τον περιορισμό του ιξώδους κατασκευάστηκε για να αυξήσει τον όγκο επεξεργασίας των λυμάτων πετρελαίου και του παραγόμενου νερού. Μια νέα δεξαμενή εξάτμισης 150.000m<sup>3</sup> κατασκευάστηκε για την επεξεργασία βιομηχανικών λυμάτων χρησιμοποιώντας τεχνολογία βιοαποικοδόμησης. Συνολικά, 20.000bbl. νερού από πετρελαϊκές εργασίες ανακυκλώθηκαν καθημερινά, προστατεύοντας το τοπικό περιβάλλον και διατηρώντας τους υδάτινους πόρους. Η διάθεση στερεών και υγρών αποβλήτων συγκεντρώθηκε: εγκαταστάθηκε μονάδα επεξεργασίας λάσπης γεώτρησης για τη χωριστή επεξεργασία υγρών και στερεών αποβλήτων.

Ένα σύστημα πρόληψης και ελέγχου τριών επιπέδων, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας των υδάτων, η επεξεργασία νερού με ρύπανση από πετρέλαιο, μια χημική δεξαμενή εξουδετέρωσης νερού, μια δεξαμενή οξείδωσης και μια οικιακή μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, σχεδιάστηκε για την ταξινόμηση και τη μεταποίηση βιομηχανικών και οικιακών λυμάτων. Η δεξαμενή οξείδωσης των 86.000 μ<sup>2</sup> οξειδώνει και εξατμίζει το επεξεργασμένο νερό, αλλά έχει επίσης δημιουργήσει ένα πάρκο νερού αξίας 880.000 δολ. για την παροχή ψυχαγωγίας και αναψυχής στους εργαζομένους καθώς και για την ικανοποίηση των αναγκών του εργοστασίου του Διυλιστηρίου του Χαρθούμ και των γειτονικών του περιοχών.

### 3.1.4 SHELL



Εικόνα 8: Διυλιστήριο Martinez, Καλιφόρνια

(Πηγή: <https://www.shell.us/>)

Η RoyalDutchShell, κοινώς γνωστή ως Shell, είναι ολλανδό-βρετανική πολυεθνική εταιρεία πετρελαίου και φυσικού αερίου, που εδρεύει στη Χάγη της Ολλανδίας και στο Λονδίνο του Ηνωμένου Βασιλείου. Ιδρύθηκε το Φεβρουάριο του 1907 με τη συγχώνευση δύο αντίπαλων εταιρειών, της ολλανδικής NVKoninklijkeNederlandschePetroleumMaatschappij και της βρετανικής ShellTransportandTradingCompanyLtd. Στην εταιρεία απασχολούνται 93.000 εργαζόμενοι με έσοδα περίπου 32 δισεκατομμύρια ευρώ. Η εταιρεία δραστηριοποιείται σε όλους τους τομείς της βιομηχανίας πετρελαίου και φυσικού αερίου, συμπεριλαμβανομένης της εξερεύνησης και παραγωγής, διύλισης, διανομής και εμπορίου

Όσον αφορά τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων σύμφωνα με την ιστοσελίδα της Shell στο έργο QGC (Queensland Gas Company) στην Αυστραλία, έχει επενδύσει σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού για να μετατρέψει το παραγόμενο νερό σε πόρο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την τοπική κοινότητα. Το QGC παράγει Υγροποιημένο φυσικό αέριο από φυσικό αέριο στην περιοχή της ύδρευσης της λεκάνης Surat στη Κουίνσλαντ. Δυο υδροηλεκτρικοί σταθμοί που κατασκευάστηκαν την ίδια χρονική στιγμή με την υποδομή παραγωγής φυσικού αερίου διαχειρίζονται περίπου το 97% του παραγόμενου νερού (με μέση παραγωγή επεξεργασμένου νερού το 2017 ήταν 54 mega λίτρα την ημέρα - ή περίπου 20 πισίνες ολυμπιακών διαστάσεων), μετατρέποντάς το από άχρηστα και περιβαλλοντικά ακατάλληλα αλατούχα ύδατα σε υψηλής ποιότητας επεξεργασμένο νερό κατάλληλο για τοπικούς αγρότες και άρδευση, καθώς και τη βιομηχανία και τους προμηθευτές νερού. Οι προσπάθειες ανακύκλωσης νερού του QGC ονομάστηκαν Βιομηχανικό Έργο Νερού της Χρονιάς στο Παγκόσμιο Βραβείο Νερού του 2016, το οποίο αναγνωρίζει τα σημαντικότερα επιτεύγματα στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας παγκοσμίως.

Άλλες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τα λύματα ως εναλλακτική λύση για το γλυκό νερό, έτσι ώστε να υπάρχουν περισσότεροι τοπικοί πόροι για τις γειτονικές κοινότητες. Σε μια ασυνήθιστη συμφωνία με τον Δήμο του Dawson Creek στον Καναδά, συνεργάστηκε με το συμβούλιο της πόλης για να ανοίξει ένα εργοστάσιο νερού που επεξεργάζεται τα αστικά λύματα, τα οποία διαφορετικά θα απορρίπτονταν σε ένα τοπικό ποτάμι. Αντ' αυτού, αντιμετωπίζεται σύμφωνα με ένα πρότυπο όπου

μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από την εταιρεία Groundbirch φυσικού αερίου όσο και από την κοινότητα. Η Groundbirch ανακυκλώνει περίπου το 98% του νερού της. Το μεγαλύτερο μέρος της ισορροπίας λαμβάνεται τώρα από το εργοστάσιο, ουσιαστικά εξαλείφοντας την ανάγκη μας να αντλούμε από γλυκό νερό για τις επιχειρήσεις μας στην περιοχή. Ο Δήμος μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει το επεξεργασμένο νερό για δικές του ανάγκες, όπως ο καθαρισμός δρόμων ή η διατήρηση των δημόσιων πάρκων πράσινων.

### 3.2 Ελληνικά δεδομένα

Όσον αφορά τα ελληνικά δεδομένα υπάρχουν 2 εταιρείες τα Ελληνικά Πετρέλαια και η MotorOilHellas.

Σύμφωνα με τους Αλεξόπουλο και Λιάπη (2015) η Μότορ Όιλ Ελλάς (ΜΟΗ) είναι μία εταιρεία με ηγετικό ρόλο στον τομέα της διύλισης πετρελαίου, προμηθεύοντας τις αγορές που εξυπηρετεί με ένα ευρύ φάσμα αξιόπιστων ενεργειακών προϊόντων. Το Διυλιστήριο μαζί με τις βοηθητικές εγκαταστάσεις και τις εγκαταστάσεις διακίνησης καυσίμων αποτελεί το μεγαλύτερο αμιγώς ιδιωτικό βιομηχανικό συγκρότημα της Ελλάδος και θεωρείται ένα από τα πιο ευέλικτα διυλιστήρια της Ευρώπης. Παράγει ένα ευρύ φάσμα πετρελαϊκών προϊόντων, που καλύπτουν τις πιο αυστηρές διεθνείς προδιαγραφές, εξυπηρετώντας έτσι μεγάλες εταιρείες εμπορίας πετρελαίου στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Επιπλέον, η ΜΟΗ είναι η μοναδική ελληνική εταιρεία παραγωγής και συσκευασίας λιπαντικών. Όσον αφορά το περιβάλλον η ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ καταβάλλει συνεχή και μεθοδική προσπάθεια να εδραιώσει μεθόδους και διαδικασίες που είναι απαραίτητες για την καλύτερη προστασία του περιβάλλοντός μας. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΔΠ) σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001.

Σύμφωνα με την MotorOilHellas (2019) η Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων περιλαμβάνει τα εξής:



Εικόνα 9: Διυλιστήριο Κορίνθου

(Πηγή: Αγριμάκης Θ, 2016)

Τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών εγκαταστάσεων περιλαμβάνουν:

1. Υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τις κύριες μονάδες παραγωγής του διυλιστηρίου καθώς επίσης και από τις μονάδες βοηθητικών παροχών.
2. Εξυδατώσεις δεξαμενών.
3. Έρμα και πετρελαιοειδή κατάλοιπα καθαρισμού δεξαμενόπλοιων.
4. Τα υγρά απόβλητα του σταθμού φόρτωσης και του λιμένα.
5. Τα όμβρια ύδατα από τις μονάδες και την περιοχή των δεξαμενών (αναχώματα - λεκάνες κατακράτησης) του διυλιστηρίου.

Τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

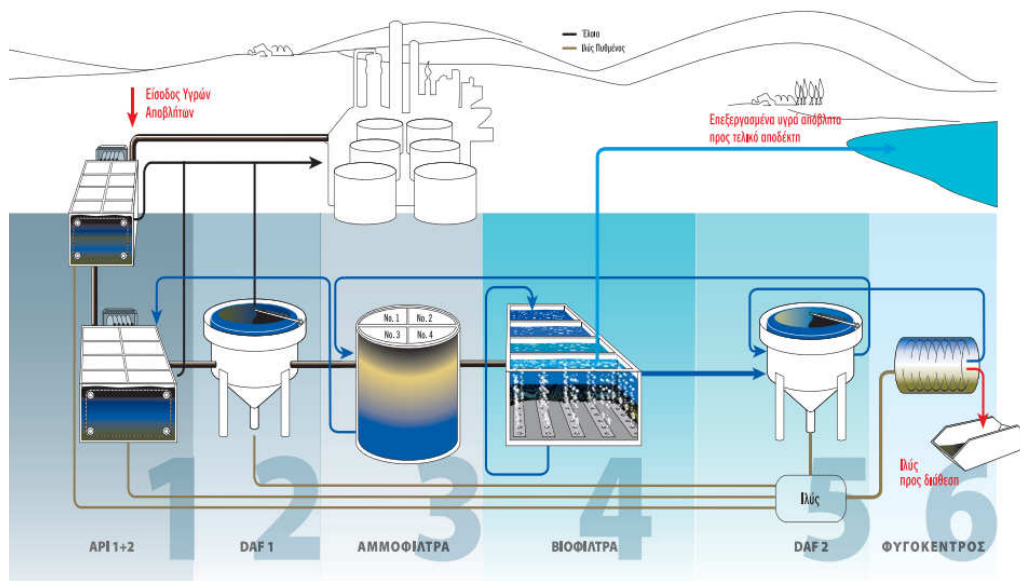
- A. Φυσικά : τα πιο βασικά φυσικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων είναι τα στερεά που βρίσκονται αιωρούμενα ή εν διαλύσει στην μάζα των αποβλήτων, η θερμοκρασία, το χρώμα και η οσμή.
- B. Χημικά : τα χημικά χαρακτηριστικά κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:
  - ο Οργανικά (π.χ. υδρογονάνθρακες-φαινόλες)
  - ο Ανόργανα (π.χ. φώσφορος, pH, χλωριούχα, ενώσεις θείου)
  - ο Αέρια (π.χ. υδρόθειο-αμμωνία)
  - ο Βιολογικά : μικροοργανισμοί

Τα υγρά απόβλητα, αναλόγως της προέλευσής τους και των περιεχομένων ρύπων, είτε επεξεργάζονται σε ενδιάμεσες μονάδες είτε οδηγούνται κατευθείαν στην Μονάδα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων του διυλιστηρίου.

#### **Ενδιάμεση επεξεργασία:**

- Μονάδα Απογύμνωσης Όξινων Νερού (SourWaterStripper-SWS): Η μονάδα συλλέγει τα απόβλητα που περιέχουν όξινα αέρια από όλες τις μονάδες του διυλιστηρίου και απομακρύνονται οι πτητικοί ρύποι με εξάτμισή τους από την μάζα των αποβλήτων. Τα αέρια οδηγούνται στις μονάδες ανάκτησης θείου του διυλιστηρίου ενώ το καθαρό νερό είτε ανακυκλώνεται και χρησιμοποιείται στην αφαλάτωση του αργού είτε οδηγείται στην μονάδα επεξεργασίας των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.
- Μονάδα εξουδετέρωσης: Τα χημικά αλκαλικά υγρά απόβλητα συλλέγονται σε ξεχωριστό κύκλωμα και εξουδετερώνονται στην μονάδα εξουδετέρωσης. Τα χημικώς ουδέτερα υγρά απόβλητα οδηγούνται εν συνεχεία προς περαιτέρω επεξεργασία στην μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων.
- Μονάδα εξουδετέρωσης αποβλήτων μονάδας αλκυλιώσεως: Τα υγρά απόβλητα της μονάδας αλκυλιώσεως, που περιέχουν πιθανόν οξύ εξουδετερώνονται σε ειδικές δεξαμενές με ασβέστη (διάλυμα  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) και στην συνέχεια οδεύουν προς τη μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων.

Τα υγρά απόβλητα οδηγούνται μέσω ξεχωριστού αποχετευτικού κυκλώματος ελαιωδών αποβλήτων (OilyWaterSewerOWS) προς την μονάδα επεξεργασίας. Οι εξυδατώσεις των δεξαμενών οδεύουν στο αποχετευτικό δίκτυο του διυλιστηρίου και επεξεργάζονται στο σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Κατά την διάρκεια των εξυδατώσεων γίνεται οπτικός έλεγχος για την ποιότητα των υγρών αποβλήτων. Ο αφερματισμός των πλοίων πραγματοποιείται μέσω κλειστών αγωγών στις δεξαμενές έρματος, όπου επιτυγχάνεται διαχωρισμός ελαιώδους φάσης από υδάτινη λόγω διαφορετικών ειδικών βαρών. Μετά από καθορισμένο χρόνο παραμονής, η υδάτινη φάση μέσω αγωγών οδεύει στη μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων ενώ η ελαιώδης φάση οδεύει στις δεξαμενές αργού προς επαναδιύλιση.



Εικόνα 10: Σχηματικό Διάγραμμα Ροής

(Πηγή: Αλεξόπουλος Π. Και Λιάπης Κ. 2015)

Τα υγρά απόβλητα επεξεργάζονται ως παρακάτω:

Οι ελαιοδιαχωριστές API-3, API-4, API-5 και οι δεξαμενές T-2000 και T-2001 χρησιμοποιούνται για την διαχείριση των όμβριων υδάτων και του νερού έρματος των πλοίων.

Στους API-1 και API-2, το λάδι απομακρύνεται από ελαιοσυλλέκτες τύπου δίσκων (discoil) ενώ η ιλύς πυθμένα απομακρύνεται με αλυσωτά ξέστρα και αντλίες ιλύος. Το ανακτημένο λάδι προωθείται στο σύστημα ανακτημένου ελαίου του διωλιστηρίου ενώ η λάσπη προς την μονάδα αφυδάτωσης. Από τον API-2, τα απόβλητα προωθούνται προς την μονάδα επίπλευσης DAF-1 προσθέτοντας κατάλληλα χημικά για την κροκίδωση των υδρογονανθράκων και το λάδι που διαχωρίζεται και επιπλέει στην επιφάνεια, οδηγείται στο σύστημα ανακτημένου ελαίου του διωλιστηρίου. Το επεξεργασμένο νερό στην συνέχεια αντλείται προς τα αμμόφιλτρα όπου η περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες μειώνεται περαιτέρω. Μετά τα αμμόφιλτρα, τα απόβλητα φτάνουν στον βιολογικό καθαρισμό που αποτελείται από τέσσερα βιόφιλτρα τύπου BIOFOR. Σε αυτά, το οργανικό φορτίο των αποβλήτων διασπάται από μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στον φορέα του βιόφιλτρου. Η παροχή οξυγόνου γίνεται με την προσθήκη συμπιεσμένου αέρα.

Τα επεξεργασμένα απόβλητα οδηγούνται στην θάλασσα. Μία ποσότητα επεξεργασμένων αποβλήτων αποθηκεύεται σε δεξαμενή επεξεργασμένου νερού για



να χρησιμοποιηθεί για την έκπλυση και καθαρισμό του βιόφιλτρου. Το νερό έκπλυσης των βιόφιλτρων αποθηκεύεται σε ξεχωριστή λεκάνη αποθήκευσης και επεξεργάζεται σε άλλη μονάδα επίπλευσης DAF-2. Η παραγόμενη ιλύς στα διάφορα στάδια επεξεργασίας (κύρια από την DAF-2, τον API-1/API-2 και λίγη ποσότητα που διαχωρίζεται στην DAF-1) αποθηκεύεται σε ξεχωριστή δεξαμενή απ' όπου αντλείται για αφυδάτωση προς τη φυγόκεντρο.

Τα αστικά λύματα του εργοστασίου οδεύουν σε βιολογικό φίλτρο όπου καθαρίζονται πριν οδηγηθούν για διάθεση. Ο καθαρισμός συντελείται με την μέθοδο της ενεργού ιλύος.

Το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων αποτελεί συνδυασμό των εξής υποσυστημάτων:

❖ Υποσύστημα πρωτοβάθμιας επεξεργασίας:

Σκοπός της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των στερεών από τα λύματα και επιτυγχάνεται με: Εσχαρισμό (συγκράτηση των ευμεγεθών στερεών), Καθίζηση (απομάκρυνση αιωρούμενων οργανικών και ανόργανων στερεών, αποσκοπώντας στην μείωση του ρυπαντικού φορτίου των επόμενων συστημάτων επεξεργασίας), Εξισορρόπηση ροής (δεξαμενή εξισορρόπησης με δύο εγκατεστημένες υποβρύχιες αντλίες που με ρυθμιζόμενη ροή στέλνουν τα λύματα στην μονάδα βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων.

❖ Υποσύστημα δευτεροβάθμιας επεξεργασίας-βιολογικός καθαρισμός:

Η βιολογική επεξεργασία γίνεται με σύστημα ενεργού ιλύος και περιλαμβάνει: Δεξαμενή αερισμού μέσω της οποίας επιτυγχάνεται προσθήκη ποσότητας οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την κατανάλωση των οργανικών ουσιών και ανάμιξη, ώστε οι μικροοργανισμοί να μην καθιζάνουν στον πυθμένα και να υπάρχει ομοιόμορφη συγκέντρωση των μικροοργανισμών. Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης: καθιζάνει η βιομάζα ενώ τα διαυγή υγρά οδηγούνται προς την δεξαμενή απονιτροποίησης. Η λάσπη που καθιζάνει ανακυκλώνεται με άντληση πίσω στην δεξαμενή αερισμού ώστε η περιεκτικότητα του συστήματος σε ενεργό ιλύ να διατηρείται σε επιθυμητά επίπεδα.

❖ Υποσύστημα τριτοβάθμιας επεξεργασίας:

Τα διαυγή υγρά μετά την δεξαμενή αερισμού εισάγονται στην δεξαμενή απονιτροποίησης με αποτέλεσμα να απομακρύνονται οι ενώσεις του αζώτου.

❖ Απολύμανση:

Σκοπός της απολύμανσης είναι η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών των αποβλήτων, ώστε να αποφεύγεται η μεταφορά των μικροοργανισμών μέσω του νερού στον τελικό αποδέκτη (θάλασσα). Η απολύμανση γίνεται στην δεξαμενή χλωρίωσης, όπου εισάγεται με δοσομετρική αντλία, υποχλωριώδες νάτριο ώστε να ανιχνεύεται σε ποσοστό ελεύθερου χλωρίου 0.5-1mg/l.

❖ Σιλό Λάσπης:

Στο σιλό αποθηκεύεται η περίσσεια λάσπη από τη δεξαμενή καθίζησης. Τα μετά από επεξεργασία λύματα διατίθενται μέσω υποθαλάσσιου κοινού αγωγού, μήκους 394 μέτρων, όπου εκρέει σε βάθος μεγαλύτερο των 30 μέτρων από την στάθμη της θάλασσας.

Νερόψύξης:

Θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο στους εναλλάκτες θερμότητας και ως τροφοδοσία των μονάδων αφαλατώσεων για την παραγωγή κατεργασμένου νερού

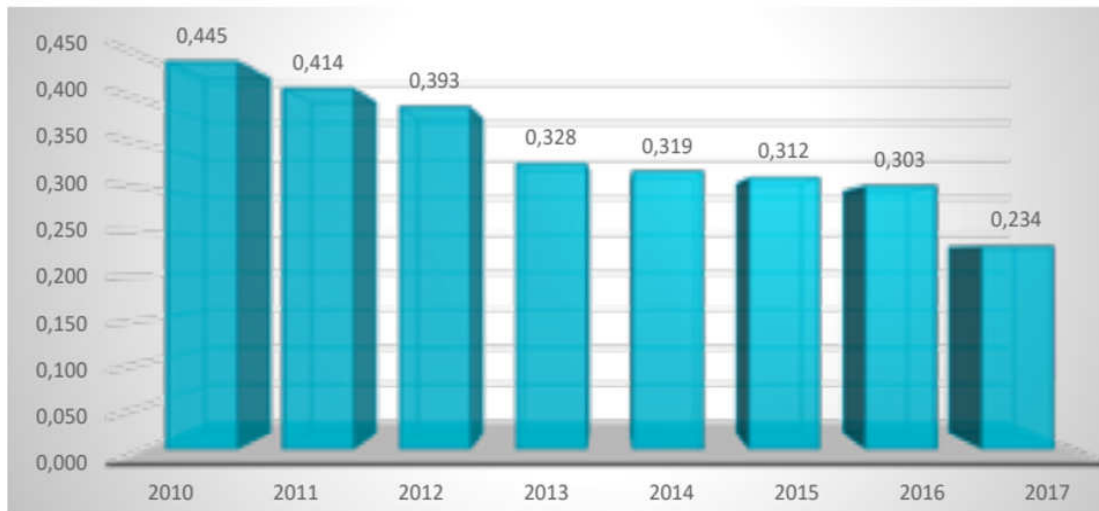
Ευκολίες υποδοχής πλοίων:

Οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις της MOTOP ΟΪΛ διαθέτουν εγκεκριμένο από το αρμόδιο υπουργείο σχέδιο παραλαβής αποβλήτων από πλοία που καταπλέουν στις λιμενικές εγκαταστάσεις της.

Παράκτια ζώνη:

Σύμφωνα με συστηματικές ερευνητικές εργασίες στη θαλάσσια περιοχή του διυλιστηρίου της MOTOP ΟΪΛ, που πραγματοποιούνται από το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωχημείας του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών με στόχο την παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούν στην υδάτινη στήλη της παράκτιας ζώνης του διυλιστηρίου.

## Παροχή Επεξεργασμένων Υγρών Αποβλήτων (χιλ. m<sup>3</sup>/χιλ. MT παραχθέντων προϊόντων)



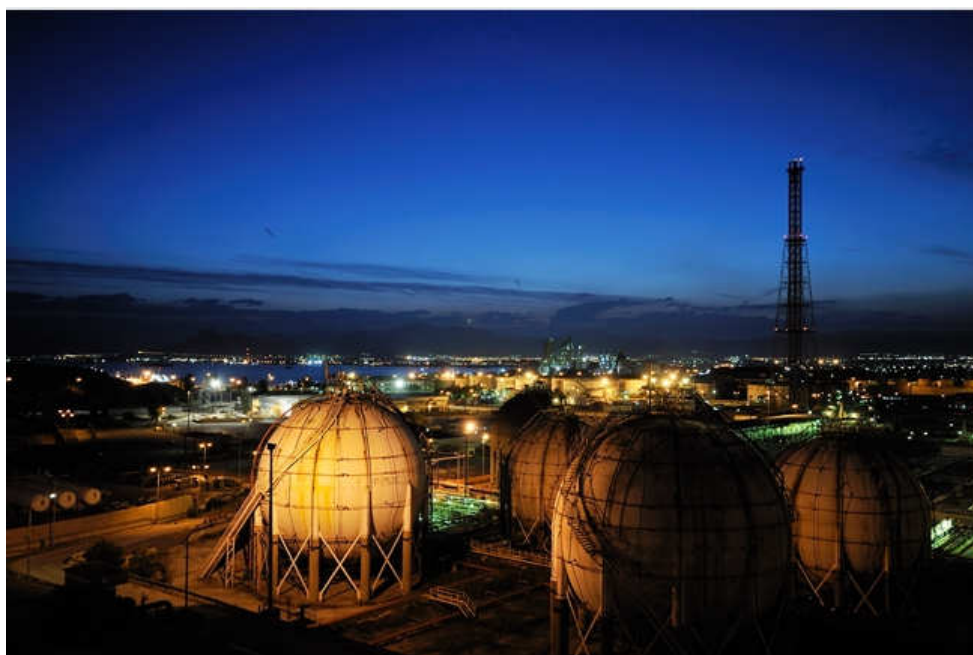
Εικόνα 11: Περιβαλλοντική δήλωση της ΜΟΗ 2017 (EMAS): Παράγονται 0,234 m<sup>3</sup> υγρά απόβλητα ανά ΜΤ (Metric Ton), ενώ από το 2010 έως το 2017 η παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων φθίνει σημαντικά

(Πηγή: ΜΟΗ, 2017)

Προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- ✚ Οι διακυμάνσεις θερμοκρασίας, αγωγιμότητας στην περιοχή έρευνας βρίσκονται στα κανονικά πλαίσια τιμών για την αντίστοιχη εποχή μέτρησης τους για παράκτιο Μεσογειακό περιβάλλον.
- ✚ Τα νερά είναι καλά οξυγονωμένα σε όλες τις περιόδους μέτρησης περιλαμβανομένης και της θερινής περιόδου.
- ✚ Οι τιμές pH βρίσκονται στα κανονικά πλαίσια τιμών για το θαλάσσιο περιβάλλον. Από τη σύγκριση των τιμών των παραμέτρων και των γεωγραφικών μεταβολών τους, προκύπτει ότι οι συνθήκες παραμένουν σταθερές, στα κανονικά πλαίσια παράκτιου Μεσογειακού περιβάλλοντος.
- ✚ Η ανά λίτρο περιεκτικότητα του νερού σε αιωρούμενο υλικό και οι συγκεντρώσεις των στοιχείων που μελετήθηκαν βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα, όπως και σε άλλες Ελληνικές παράκτιες θαλάσσιες περιοχές.

Όσον αφορά τα ΕΛ.ΠΕ. τη διαχείριση των υγρών και στερεών αποβλήτων, πρωταρχικό στόχο αποτελεί η μείωση της παραγωγής τους, η ανακύκλωση όσων ρευμάτων είναι δυνατόν και στη συνέχεια η επιτόπου διαχείρισή τους με τον καλύτερο δυνατό τρόπο για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.



Εικόνα 12:Διυλιστήριο Ασπροπύργου

(Πηγή: Αγριμάκης Θ, 2016)

Σύμφωνα με τις Πατσιαούρα, Ε., & Μπίνου, Μ. (2015) στα ΕΛΠΕ και πιο συγκεκριμένα στο διυλιστήριο της Θεσσαλονίκης η διαχείριση υγρών αποβλήτων διέπεται από τις εξής διαδικασίες.

Η κάθε μονάδα παράγει διαφορετικής ποιότητας και ποσότητας υγρά απόβλητα, τα οποία ταξινομούνται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες: Ελαιώδη απόβλητα, Μη Ελαιώδη απόβλητα, Υγειονομικά απόβλητα και Νερά Βροχής. Η ταξινόμηση αυτή καθορίζει και τον τρόπο διαχείρισης και επεξεργασίας τους. Για τον λόγο αυτό σε ορισμένες μονάδες υπάρχουν εγκαταστάσεις για την προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων πριν την απόρριψη τους στην Κεντρική Μονάδα Κατεργασίας Υγρών Αποβλήτων (ΚΜΚΥΑ).

Στον αρχικό ελαιοδιαχωριστή, μέσω του δικτύου συλλογής ελαιωδών αποβλήτων καταλήγουν τα υγρά απόβλητα από τις παρακάτω μονάδες :

- ❖ Διυλιστήριο, πύργο απογύμνωσης όξινου νερού και βοηθητικές παροχές (μονάδα αδρανούς, αεροσυμπιεστές)
- ❖ Διαλύτες
- ❖ Αποστραγγίσεις δεξαμενών

- ❖ Σταθμό φόρτωσης βυτιοφόρων αυτοκινήτων και τραίνων
- ❖ Μονάδα κατεργασίας ελαιώδους λάσπης

Στην είσοδο της αεριζόμενης δεξαμενής καταλήγουν τα υγρά απόβλητα από :

- Τον Πύργο ψύξης
- Την Απομάστευση λεβήτων
- Τη Μονάδα κατεργασίας νερού λεβήτων
- Την μονάδα Πολυπροπυλενίου
- Την μονάδα IAF

Μετά την αεριζόμενη δεξαμενή καταλήγουν τα απόβλητα από τα παρακάτω σημεία:

- Εργοστάσιο PVC
- Εργοστάσιο Καυστικής Σόδας/Χλωρίου

Η ΚΜΚΥΑ αποτελείται από τον αρχικό ελαιοδιαχωριστή τύπο API, στον οποίο καταλήγουν όλα τα ελαιώδη υγρά απόβλητα. Σκοπός του αρχικού ελαιοδιαχωριστή είναι η απομάκρυνση των ελεύθερων υδρογονανθράκων από τα υγρά απόβλητα. Στην συνέχεια τα υγρά απόβλητα οδηγούνται στη μονάδα επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF) δυναμικότητας 200 m<sup>3</sup>/h, στην οποία γίνεται η απομάκρυνση των υδρογονανθράκων που είναι σε μορφή γαλακτώματος. Από την έξοδο της DAF τα απόβλητα οδηγούνται στην δεξαμενή αερισμού για την απομάκρυνση του βιολογικού φορτίου. Τα απόβλητα στην συνέχεια διέρχονται από την δεξαμενή καθίζησης και κατόπιν οδηγούνται στον τελικό ελαιοδιαχωριστή, για απομάκρυνση τυχόν επιπλεόντων υδρογονανθράκων και ρύθμιση του pH πριν την απόρριψη στον αποδέκτη.



Εικόνα 13: Αρχικός ελαιοδιαχωριστής API

(Πηγή: Πατσιαούρα, Ε. & Μπίνου Μ. 2015)

Στην είσοδο της αεριζόμενης δεξαμενής απορρίπτονται τα απόβλητα από τις βοηθητικές παροχές (πύργο ψύξης, απομάστευση λεβήτων, κατεργασία νερού για ατμοπαραγωγή), το πολυπροπυλένιο και η έξοδος της IAF. Στην αρχή της δεξαμενής καθίζησης απορρίπτονται τα υγρά απόβλητα από την μονάδα Καυστικής Σόδας - Χλωρίου και PVC.

Στην περίπτωση αυξημένων ροών υγρών αποβλήτων, που ξεπερνούν την δυναμικότητα της DAF, εκτρέπονται από τη έξοδο του αρχικού ελαιοδιαχωριστή και απορρίπτονται στην δεξαμενή εξισορρόπησης. Όταν ομαλοποιηθούν οι ροές, τα απόβλητα από την δεξαμενή εξισορρόπησης οδηγούνται είτε στον αρχικό ελαιοδιαχωριστή είτε στην IAF για επεξεργασία.

Στην έξοδο του τελικού ελαιοδιαχωριστή καταλήγουν τα υγειονομικά απόβλητα, αφού υποστούν κατεργασία και χλωρίωση. Στην συνέχεια γίνεται περιγραφή των μονάδων προεπεξεργασίας υγρών αποβλήτων των διαφόρων μονάδων και των τμημάτων της κεντρικής μονάδας κατεργασίας υγρών αποβλήτων.



Εικόνα 14: Μονάδα βιολογικής κατεργασίας και ο τελικόςελαιοδιαχωριστής

(Πηγή: Πατσιαούρα, Ε. & Μπίνου Μ. 2015)

Όσον αφορά την κεντρική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ακολουθούνται τα εξής:

#### **A) Αρχικός Ελαιοδιαχωριστής (Προαπαφριστής)**

Στον αρχικό ελαιοδιαχωριστή τύπου API (προαπαφριστή) καταλήγουν τα ελαιώδη απόβλητα και επιτυγχάνεται η μείωση της ταχύτητας των αποβλήτων και δίνεται ένα χρονικό διάστημα παραμονής ικανό για να επιτρέψει το διαχωρισμό των υδρογονανθράκων από τα απόβλητα και την επίπλευση τους στην επιφάνεια του νερού, λόγω διαφοράς ειδικού βάρους.

Με αυτό τον τρόπο απομακρύνονται το 95-98 % των υδρογονανθράκων. Οι επιπλέοντες υδρογονάνθρακες απομακρύνονται με τη βοήθεια ξέστρων που υπάρχουν στο αρχικό τρίγωνο και στο τέλος του ελαιοδιαχωριστή και οδηγούνται στο φρεάτιο συλλογής ελαιωδών, από όπου αντλούνται προς τη δεξαμενή οι υδρογονάνθρακες διαχωρίζονται με βαρύτητα και οδηγούνται στις δεξαμενές αργού πετρελαίου για επαναδιύλιση, ενώ το νερό επιστρέφει στον αρχικό ελαιοδιαχωριστή.

Στην περίπτωση εξαιρετικά μεγάλων παροχών τα νερά εκτρέπονται προς την δεξαμενή εξισορρόπησης χωρητικότητας 3000 m<sup>3</sup>. Η εκτροπή γίνεται αυτόματα με καθορισμό του ύψους των υπερχειλιστών στο κανάλι εκτροπής.

Παρά την μείωση των εκπομπών των πτητικών υδρογονανθράκων προς την ατμόσφαιρα από τον ελαιοδιαχωριστή έχει τοποθετηθεί πλωτό κάλυμμα.

### **Β) Μονάδα Επίπλευσης με Διαλυμένο Αέρα (DAF)**

Η μονάδα επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (Dissolved Air Flotation - DAF) χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των υδρογονανθράκων που βρίσκονται σε μορφή γαλακτώματος και των αιωρούμενων στερεών των αποβλήτων. Αυτό επιτυγχάνεται με ρύθμιση pH, προσθήκη κροκιδωτικών για τη δημιουργία συσσωμάτων και επίπλευση αυτών με την βοήθεια διαλυμένου αέρα.

### **Γ) Δεξαμενή Βιολογικής Κατεργασίας**

Τα υγρά απόβλητα από την έξοδο της DAF οδηγούνται προς την αεριζόμενη δεξαμενή. Στην είσοδο της αεριζόμενης δεξαμενής καταλήγουν και τα απόβλητα από τις βοηθητικές παροχές (απομάστευσης λεβήτων και πύργου ψύξης), της μονάδας πολυπροπυλενίου και η έξοδος της IAF. Η αεριζόμενη δεξαμενή είναι μία δεξαμενή οξειδωσης, αερόβιου-αναερόβιου τύπου χωρίς ανακυκλοφορία λάσπης. Το αεριζόμενο τμήμα της μονάδας κατεργασίας υγρών αποβλήτων έχει χωρητικότητα 2500 m<sup>3</sup> περίπου. Στη μονάδα γίνεται η βιοαποικοδόμηση του οργανικού φορτίου των αποβλήτων. Για την λειτουργία της μονάδας είναι απαραίτητη η ύπαρξη αζώτου, φωσφόρου και οξυγόνου. Ο φωσφόρος βρίσκεται στο νερό της απομάστευσης των λεβήτων, λόγω της προσθήκης φωσφορικών στην κατεργασία του.

### **Δ) Τελικός Ελαιοδιαχωριστής**

Ο τελικός ελαιοδιαχωριστής χωρητικότητας 3700 m<sup>3</sup> είναι συνέχεια της δεξαμενής βιολογικού καθαρισμού. Στη μονάδα αυτή εκτός από την έξοδο βιολογικής κατεργασίας προστίθενται και τα απόβλητα των μονάδων Καυστικής Χλωρίου / P.V.C.

Οι διεργασίες που γίνονται στη μονάδα αυτή είναι:



- ο Κατακάθιση της μεγαλύτερης ποσότητας των αιωρούμενων στερεών των μικροοργανισμών της βιολογικής κατεργασίας και άλλων ρυπαντών . Η λάσπη της δεξαμενής απομακρύνεται κάθε 4-5 χρόνια.
- ο Περισυλλογή των υπολειμμάτων των λαδιών με σύστημα απαφρισμού στην έξοδο της δεξαμενής.
- ο Τελική ρύθμιση της ενεργού οξύτητας (pH) με προσθήκη H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> μέσω ρυθμιζόμενης βάνας που ενεργοποιείται αυτόματα από ένα αναλυτή pH των τελικών αποβλήτων.

### **Ε) Δεξαμενή Εξισορρόπησης**

Η δεξαμενή αυτή χωρητικότητας 3000 m<sup>3</sup> έγινε για να δέχεται την υπερχειλίση του αρχικού ελαιοδιαχωριστή όταν η ροή ξεπερνά τα 200 m<sup>3</sup>/h ( περίπτωση ραγδαίας βροχής, πλύσιμο δοχείων και δαπέδων, συντήρηση κ.λπ. ), που είναι η μέγιστη ροή αποβλήτων που μπορεί να κατεργαστεί η μονάδα επίπλευσης. Η ποσότητα αυτή ανακυκλώνεται στον αρχικό ελαιοδιαχωριστή με ρυθμό 30 m<sup>3</sup>/h. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα τροφοδοσίας της μονάδας IAF. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ομαλοποίηση της ροής της μονάδας χωρίς διακυμάνσεις που θα χειροτέρευαν την ποιότητα των αποβλήτων.

### **Ζ) Υγειονομικά Απόβλητα**

Τα υγειονομικά απόβλητα συλλέγονται με βαρύτητα σε ένα σταθμό ανύψωσης που αποτελείται από δύο αεροκώδωνες και με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα διοχετεύονται στη δεξαμενή βιολογικής κατεργασίας.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και την εκπόνηση της πτυχιακής παρατηρείται ότι γίνονται βήματα για την βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος έχοντας κάνει ήδη αποκομιδή των πρώτων καρπών των προσπαθειών αυτών.

Τόσο στις εταιρείες της Ελλάδος όσο και του εξωτερικού, είναι γεγονός ότι τα πρότυπα που θεσπίζονται εφαρμόζονται στην πράξη, παρατηρώντας ότι οι εταιρείες λαμβάνουν σοβαρά υπόψιν τη περιβαλλοντική πολιτική.

Είναι εμφανές ότι με την επαναχρησιμοποίηση μεγάλου όγκου νερού η μείωση των υγρών αποβλήτων επιτυγχάνεται με μεγάλη επιτυχία. Επιπλέον, καθίσταται σαφές ότι με τη διενέργεια συχνών ελέγχων διασφαλίζεται η διάθεση των υγρών αποβλήτων στο φυσικό περιβάλλον.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Argyri S (2017) *The Effect of Formation Water Composition on the Wettability Established Between Carbonate Rocks and Crude Oil*, Technical University of Crete, Greece (in synergy with the University of Stavanger, Norway) Crete.
- IEA, 2008. World Energy Outlook 2008. International Energy Agency, Paris, France.
- Nick A. Owen n, Oliver R. Inderwildi, David A. King (February 2010) *The status of conventional world oil reserves—Hype or cause for concern?* Energy Policy, Oxford, United Kingdom
- *The status of conventional world oil reserves—Hype or cause for concern?* Energy Policy, Oxford, United Kingdom
- Wanga D, Tonga F and Aerts P (2011) Application of the combined ultrafiltration and reverse osmosis for refinery wastewater reuse in Sinopec Yanshan Plant, Desalination Publications, Shanghai , China

### ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Αग्रιμάκης Θ. (2016) Πτυχιακή εργασία: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία δυλιστηρίου- Μέτρα για τη προστασία του περιβάλλοντος, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Ηράκλειο Κρήτης.
- Αλεξόπουλος, Π. Δ., & Λιάπης, Κ. Γ. (2015) εργασία: Βιολογικός καθαρισμός πετρελαιοειδών, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.
- Αργυρού Ε. (2008) Πτυχιακή εργασία: ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ - Χθες, Σήμερα και στο Μέλλον, ΤΕΙ Καβάλας, Καβάλα

- Βλαχομήτρος Δ. και τον Ζερελίδης Ε. (2005), Πτυχιακή εργασία: *Πετρέλαιο: οικονομική σημασία και επίδραση στην παγκόσμια αγορά*, ΤΕΙ Μεσολογγίου, Μεσολόγγι.
- Βυθούλκας Β, (2016) Πτυχιακή εργασία: *Πετρέλαιο - Εξόρυξη και Δύλιση*, ΤΕΙ Πειραιά, Πειραιάς
- Καλδέλλης Ι. Και Κονδύλη Α. (2005) *Περιβάλλον και Βιομηχανική Ανάπτυξη Τόμος Δεύτερος Μείζονα Περιβαλλοντικά Προβλήματα Διαχείριση Αποβλήτων Θεωρία, Ερωτήσεις Κατανόησης – Εμβάθυνσης*, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα,
- Καλογεράκη Ε. και Κυριακάκης Ε. (2014) Πτυχιακή εργασία: *Εκπόνηση καινοτόμου επιχειρηματικού σχεδίου – Περίπτωση Εφαρμογής: Διαχείριση υγρών και στερεών αποβλήτων ελαιουργείων*, ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο
- Λέκκα Α.Θ. (2013) Πτυχιακή Εργασία: *Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων Περιγραφή Και Λειτουργία Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων Ιωαννίνων*, ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο
- Μανιάτης Γ, και Danchev S. (2014) Μελέτη: *Ο Κλάδος Δύλισης Πετρελαίου στην Ελλάδα: Συμβολή στην Οικονομία και Προοπτικές*, Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (ΙΟΒΕ), Αθήνα Πρόσβαση στις 16/06/2019 στις 11.00. διαθέσιμο στο: [http://iobe.gr/docs/research/RES\\_05\\_C\\_27062014\\_REP\\_GR.pdf](http://iobe.gr/docs/research/RES_05_C_27062014_REP_GR.pdf)
- ΜΟΗ (2017) *Εθελοντική περιβαλλοντική δήλωση σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς, EMAS.*
- Πατσιαούρα, Ε., & Μπίνου, Μ. (2015) Περιβαλλοντική Μελέτη Βιολογικού Καθαρισμού του Δυλιστηρίου Θεσσαλονίκης, ΤΕΙ Καβάλας, Καβάλα
- Πετυχάκη Χ. και Γεωργιοπούλου Μ.Ε. (2012) Πτυχιακή εργασία: *Συγκριτική παρουσίαση και ανάλυση των χρηματοοικονομικών καταστάσεων δύο εταιριών δύλισης πετρελαίου: Μοτορ Οйл (Ελλάς) Δυλιστήριο Κορίνθου Α.Ε. και Ελληνικά Πετρέλαια Α.Ε.* ΤΕΙ Πειραιά, Πειραιάς.
- Τσιτσιφλή Σ. (2014) Σημειώσεις μαθήματος: *Διαχείριση Αποβλήτων Ενότητα 11 : Βιομηχανικά Στερεά και Υγρά Απόβλητα* Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

- Χ.Σ. (2019, Φεβρουάριος 22) Exxon Mobil: «Η γεώτρηση μας στο οικόπεδο “Γλαύκος” ξεπέρασε κάθε προσδοκία – Το κοίτασμα είναι κολοσσιαίο», Βήμα Press.

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- CNPC (2017) SUSTAINABILITY REPORT Retrieved from Πρόσβαση από <http://www.petrochina.com.cn/petrochina/xhtml/images/shyhj/2017kcxfbgen.pdf> στις 2/7/2019 στις 11.42.
- Exxonmobil Corporation (24/10/2018) Water management Πρόσβαση από <https://corporate.exxonmobil.com/Community-engagement/Sustainability-Report/Environmental-performance/Water-management#freshwaterManagement> στις 1/7/2019 στις 23.29.
- <https://corporate.exxonmobil.com/Locations/United-States/Baton-Rouge-area-operations-overview#aboutUs> Πρόσβαση στις 24/11/2019 14.05
- <https://www.helpe.gr/media-center/media-gallery/media-diylisthrio-aspropyrgoy> Πρόσβαση στις 24/11/2019 στις 13.20.
- MotorOilHellas Πρόσβαση από [http://www.moh.gr/Default.aspx?a\\_id=10486](http://www.moh.gr/Default.aspx?a_id=10486) στις 26/6/2019 στις 13.47.
- Prosodol (χ.χ.) Διαχείριση Αποβλήτων Πρόσβαση από <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/212> στις 4/7/2019 στις 10.42.
- Shell, Reusing And Recycling Water Πρόσβαση από <https://www.shell.com/sustainability/environment/water/reusing-and-recycling-water.html> στις 2/7/2019 στις 13.18.
- Tim Fitzgibbon (01/2019) Refining companies Πρόσβαση <https://www.mckinseyenergyinsights.com/resources/refinery-reference-desk/refining-companies/> στις 1/7/2019 στις 13.21.