

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ – ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΣΠΟΥΔΩΝ**

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

**ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΤΗΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΧΡΩΜΑΤΩΝ ΧΡΩΤΕΧ Α.Ε.»**

ΓΚΟΛΕΜΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΚΑΡΑΒΙΤΗΣ ΧΡΙΣΤΟΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2010

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ		4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.	Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΧΡΩΜΑΤΩΝ	7
2.1	Γενικά για την ελληνική βιομηχανία χρωμάτων	7
2.2	Παραγωγική διαδικασία	9
2.3	Παραγόμενα απόβλητα	11
2.3.1	Συσκευασίες πρώτων υλών	14
2.3.2	Απόβλητα από καθαρισμό εξοπλισμού	14
2.3.3	Απόβλητα από φίλτρανση	15
2.3.4	Αέριοι ρύποι	15
2.3.5	Προϊόντα εκτός προδιαγραφών	15
2.3.6	Διαρροές	15
2.4	Νομοθεσία για την διάθεση υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας	16
2.5	Εφαρμοζόμενες τεχνικές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων βιομηχανίας που προτείνονται ως Β.Δ.Τ. για την Ελλάδα	20
2.5.1	Τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	21
2.5.2	Συστήματα προεπεξεργασίας - πρωτοβάθμια επεξεργασία	22
2.5.3	Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας – δευτεροβάθμια επεξεργασία	22
2.5.4	Συστήματα χημικής επεξεργασίας – τριτοβάθμια επεξεργασία	23
2.5.5	Συστήματα φυσικής επεξεργασίας – τριτοβάθμια επεξεργασία	24
2.5.6	Συστήματα επεξεργασίας / διάθεσης στο έδαφος	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΧΡΩΤΕΧ Α.Ε. – ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	25
3.1	Γενικά για την Χρωτέχ Α.Ε.	25
3.2	Γενικά για τα υγρά απόβλητα της Χρωτέχ Α.Ε.	26
3.3	Περιγραφή επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων	27
3.4	Περιγραφή επεξεργασίας αποβλήτων βάσεως διαλύτη	34
3.5	Υγρά προϊόντα ή πρώτες ύλες εκτός προδιαγραφών	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	37
4.1	Γενικά για την συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού	37
4.2	Μέθοδοι συντήρησης	37
4.2.1	Επισκευαστική Συντήρηση	38
4.2.2	Προληπτική Συντήρηση με Βάση τον Χρόνο	38
4.2.3	Προληπτική Συντήρηση με Βάση τις Συνθήκες	38
4.2.4	Δυναμική Συντήρηση	39
4.3	Συμπεράσματα των μεθόδων συντήρησης	41
4.4	Αντλίες	43
4.4.1	Κριτήρια αποδοχής αντλιών για μεταφορά λυμάτων σύμφωνα με τις Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ	43

4.4.2	Επιλογή αντλίας	44
4.4.3	Στεγανοποίηση αντλιών	47
4.4.4	Ρυθμός φθοράς στυπιοθλίπτη	50
4.4.5	Δοσομετρικές αντλίες	51
4.4.6	Ανάλυση κόστους αντλιών	53
4.5	Συντήρηση αντλιών	55
4.5.1	Το πρόβλημα του διακένου της πτερωτής	56
4.6	Συστήματα διάταξης κενού	58
4.7.1	Γενικές απαιτήσεις αποχέτευσης λυμάτων κτιριακών έργων	59
4.7.2	Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές για σωληνώσεις με χημικό και τοξικό φορτίο ρύπων	62
4.8	Δεξαμενές καθίζησης	63
4.9	Εσχάρες συγκράτησης στερεών	65
4.10	ΡΗμετρα	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	67
5.1	Χρόνος ζωής εξοπλισμού	68
5.2	Κόστος αντικατάστασης μηχανολογικού εξοπλισμού	69
5.3	Κόστος συντήρησης μηχανολογικού εξοπλισμού	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	71
6.1	Γενικά συμπεράσματα για το σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων της Χρωτέχ Α.Ε.	71
6.2	Επιλογή εξοπλισμού	71
6.3	Συντήρηση	73
6.4	Προτάσεις για την βελτίωση της επεξεργασίας αποβλήτων της Χρωτέχ Α.Ε.	74
6.5	Ελαχιστοποίηση αποβλήτων	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		80

Κατάλογος Πινάκων

2.1	Δείκτης Βιομηχανικής Παραγωγής	7
2.2	Πρώτες ύλες παραγωγής χρωμάτων	9
2.3	Παραγόμενα Απόβλητα	11
2.4	Τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	21
4.1	Εξαρτήματα μηχανικού στυπιοθλίπτη	48
4.2	Χρόνος μεταξύ αποτυχιών στις διατάξεις στεγανοποίησης αντλιών στις Η.Π.Α. ανάλογα με την συντήρηση	54
4.3	Χρόνος μεταξύ βλαβών στις αντλίες και τα βασικά εξαρτήματά τους στις Η.Π.Α. ανάλογα με την συντήρηση	55

4.4	Αποδεκτά υλικά για σωληνώσεις σε βιομηχανικές μονάδες που πιστοποιούνται κατά ISO 9000 : 2000 από φορέα της EQNET	61
6.1	Πρακτικές ελάττωσης υγρών αποβλήτων βιομηχανίας χρωμάτων από έκλυση εξοπλισμού με νερό και διαλυτή	77

Κατάλογος Διαγραμμάτων

4.1	Σύγκριση κόστους, καταστροφών, διάρκειας ζωής και νεκρού χρόνου επισκευαστικής και προληπτικής συντήρησης σε ποσοστά %.	42
4.2	Ρυθμός φθοράς στυπιοθλίπτη	50
4.3	Ανάλυση κόστους αντλίας	53
5.1	Χρόνος ζωής μηχανολογικού εξοπλισμού επεξεργασίας αποβλήτων	68
5.2	Κόστος αντικατάστασης μηχανολογικού εξοπλισμού επεξεργασίας αποβλήτων	69
5.3	Κόστος συντήρησης μηχανολογικού εξοπλισμού επεξεργασίας αποβλήτων ανά έτος	70

Σχέδια

	Διάγραμμα ροής επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων (A)	31
	Διάγραμμα ροής επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων (B)	32
	Κάτοψη διάταξης επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων	33

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Χρίστου Καραβίτη, τον οποίο ευχαριστώ για την καθοδήγηση, την εποπτεία και τις χρήσιμες συμβουλές του.

Ευχαριστώ επίσης την διοίκηση της εταιρείας Χρωτέχ Α.Ε. που δέχθηκε την πρότασή μου να αναλύσω τον μηχανολογικό εξοπλισμό της επεξεργασίας αποβλήτων της, με ξενάγηση στις εγκαταστάσεις της και μου παρείχε κάθε δυνατή πληροφορία.

Ευχαριστώ προσωπικά τον μηχανολόγο μηχανικό κ. Χαντζάρα Δημήτριο, υπεύθυνο της επεξεργασίας αποβλήτων της εταιρείας και σχεδιαστή της, στον οποίο απευθύνθηκα για τις διευκρινήσεις που χρειάστηκα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται ο μηχανολογικός εξοπλισμός της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας χρωμάτων Χρωτέχ Α.Ε. Ξεκινώντας στο δεύτερο κεφάλαιο, αρχικά γίνεται περιγραφή του κλάδου της παραγωγής χρωμάτων στην Ελλάδα. Αναφέρονται οι παραγωγικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα καθώς και η ποιότητα και το είδος των αποβλήτων. Δίνονται οι τεχνικές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που προτείνονται σαν Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές για την Ελλάδα και καταγράφονται οι νόμοι και τα όρια για τα υγρά απόβλητα βιομηχανιών, πάνω στους οποίους βασίζεται και η κατασκευή της επεξεργασίας αποβλήτων.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αφού δοθούν κάποιες γενικές πληροφορίες για την εταιρεία, γίνεται η περιγραφή της επεξεργασίας. Τα υγρά απόβλητα του εργοστασίου χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: Υδατικά απόβλητα από τον καθαρισμό του εξοπλισμού παραγωγής και συσκευασίας τελικών προϊόντων υδατικής βάσεως (προϊόντα νερού), ακάθαρτα διαλυτικά από τον καθαρισμό του εξοπλισμού παραγωγής τελικών προϊόντων βάσεως διαλύτη και υγρά προϊόντα ή πρώτες ύλες εκτός προδιαγραφών. Για κάθε κατηγορία δίνεται αναλυτική περιγραφή των διεργασιών και του μηχανολογικού εξοπλισμού ακολουθούμενη από σχέδια της εγκατάστασης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του μηχανολογικού εξοπλισμού. Για κάθε ξεχωριστό τμήμα του αναφέρονται οι επικρατούσες μέθοδοι συντήρησης, τα κόστη αγοράς, λειτουργίας και συντήρησης του εξοπλισμού, η αξιοπιστία του και τα συνηθέστερα προβλήματα που παρουσιάζονται, μετά από έρευνα στην διεθνή βιβλιογραφία και από συζήτηση με τους υπεύθυνους μηχανικούς του εργοστασίου. Ακόμα αναφέρονται οι νόμοι και τα πρότυπα για συγκεκριμένες κατασκευές και μηχανήματα, όπως οι αντλίες και οι σωληνώσεις.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την σύγκριση της παρούσας κατάστασης και της συντήρησης του μηχανολογικού εξοπλισμού της εταιρείας με τα πρότυπα και τις απαιτήσεις που έχει θέσει το κράτος και η Ε.Ε., αλλά και κατά πόσον εναρμονίζεται με τις επιταγές των κατασκευαστών και με τα αποτελέσματα ερευνών στο συγκεκριμένο θέμα. Ακολουθούν προτάσεις για την βελτίωση της επεξεργασίας των αποβλήτων του εργοστασίου και παράθεση διάφορων πρακτικών ελάττωσης αποβλήτων, όπως προτείνονται από το υπουργείο περιβάλλοντος, και σχολιασμός για το κατά πόσο ακολουθούνται από την εταιρεία. Στο τέλος παρουσιάζεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία.

CHAPTER 1

INTRODUCTION

In the present project is examined the mechanical equipment of the treatment of humid waste in the chemical industry Chrotech HM. In the second chapter, initially becomes description of production of colours in Greece. The productive processes that take place are reported as well as the quality and the type of waste. There are given the techniques of treatment of humid waste that are proposed as Most Optimal Available Techniques for Greece and are recorded the laws and the limits on the humid waste of industries, on which the manufacture of treatment of waste is based.

In the third chapter, after certain general information for the company, it becomes the description of treatment. The humid waste of factory is separated in three categories: Watery waste from the cleaning of equipment of production and packing of final products of watery base (products of water), impure solvents from the cleaning of equipment of production of final products of base of solvent and humid products or raw material except specifications. For each category is given analytic description of activities and mechanical equipment followed from drawings of installation.

In the fourth chapter becomes analysis of mechanical equipment. For each separate department are reported the prevailed methods of maintenance, the costs of purchase, operation and maintenance of equipment, its reliability and the more usual problems that are presented, after research in the international bibliography and by discussion with the responsible engineers of factory. There are reported the laws and the models on concrete manufactures and instruments, as the pumps and the pipings.

In the fifth chapter are presented the conclusions that were exported from the comparison of present situation and the maintenance of mechanical equipment with the models and the requirements that has placed the Greek state and the EU. Also how much it is harmonised with the cheques of constructors and with the results of researches in the particular subject. Proposals follow for the improvement of treatment of waste and apposition of various practices of alleviation of waste, as proposed by the ministry of environment, and annotation for how much they are followed by the company. In the end is presented the bibliography that was used in the project.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΧΡΩΜΑΤΩΝ

2.1 Γενικά για την ελληνική βιομηχανία χρωμάτων

Η μαζική παραγωγή χρωμάτων ξεκίνησε με την βιομηχανική επανάσταση και συνδέθηκε με τους άλλους κλάδους της βιομηχανίας. Με την πρόοδο της τεχνολογίας και την διάδοση σημαντικών εφαρμογών δημιουργήθηκε μεγάλη ζήτηση για χρώματα και βερνίκια για τις οικοδομές, τα έπιπλα, τα μηχανήματα κ.τ.λ.

Έτσι οι τεχνολογίες χρωμάτων χωρίζονται βάσει της σκοπούμενης χρήσης τους σε οικοδομικά, ναυτιλιακά, επισκευής αυτοκινήτων, επιπλοποιίας, μελάνες, βιομηχανικά και άλλα. Στην Ελλάδα υπάρχουν εταιρίες που δραστηριοποιούνται σε πολλούς από αυτούς τους κλάδους αλλά ο τομέας στον οποίο επιδίδονται κατά κόρον οι Ελληνικές επιχειρήσεις είναι αυτός των οικοδομικών χρωμάτων. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η οικοδομή παίζει βασικό ρόλο, ενώ κάποιοι κλάδοι όπως της αυτοκινητοβιομηχανίας απουσιάζουν, τα οικοδομικά χρώματα διακρίνονται σε κατηγορίες: υδατοδιαλυτά, γνωστά και ως πλαστικά χρώματα, χρώματα διαλύτου, αστάρια, βερνίκια και διαλυτικά

Η εγχώρια αγορά το 2008 ανήλθε σε 155.960 τόνους, καταγράφοντας μία ετήσια άνοδο τη περίοδο 2005 – 2007 και πτώση το 2008. Ο δείκτης παραγωγής χρωμάτων ήταν κατά πολύ ταχύτερα αναπτυσσόμενος σε σύγκριση με το γενικό βιομηχανικό δείκτη τα προηγούμενα χρόνια. Τα στοιχεία για το 2009 δείχνουν περεταίρω πτώση, ακολουθώντας την πορεία της υπόλοιπης βιομηχανικής παραγωγής.

Πίνακας 2.1: Δείκτης Βιομηχανικής Παραγωγής, (πανελλήνια ένωση βιομηχανιών χρωμάτων βερνικιών και μελανιών)

Δείκτης Βιομηχανικής Παραγωγής (έτος βάσης: 2005)				
Έτος	Γ.Δ.Β.Π.	Μεταβολή	Χρώματα	Μεταβολή
2004	100,45		103,45	
2005	100	-0,45%	100	-3,33%
2006	100,87	0,87%	119,23	19,23%
2007	103,46	2,56%	135,41	13,57%
2008	99,35	-3,97%	128,2	-4,32%

Κύριο χαρακτηριστικό του κλάδου είναι ότι σχεδόν όλες οι επιχειρήσεις είναι αυτόνομες οικογενειακές επιχειρήσεις ενώ οι περιπτώσεις πολυεθνικών ή εισηγμένων στο ΧΑΑ εταιριών είναι μεμονωμένες.

Περίπου 40 επιχειρήσεις απασχολούν άνω των 10 ατόμων προσωπικό, διαχρονικά η ζήτηση στρέφεται σε υψηλής εξειδίκευσης προσωπικό. Υπάρχουν πολλές μικρού μεγέθους επιχειρήσεις.

Μία γενική εκτίμηση είναι ότι ο κλάδος απασχολεί περίπου 2.500 άτομα και πραγματοποιεί κύκλο εργασιών περίπου € 550 εκατομμυρίων με στοιχεία του 2008.

Οι κύριες δραστηριότητες παρασκευής της βιομηχανίας χρωμάτων αφορούν στην σύνθεση και τυποποίηση. Οι περισσότερες επιχειρήσεις που απαντώνται στον Ελληνικό χώρο έχουν ως αντικείμενο την τυποποίηση. Η παραγωγική διαδικασία συνήθως δεν είναι συνεχόμενη αλλά κατά παρτίδες. Αρκετές από τις μονάδες παρασκευάζουν παράλληλα διαλυτικά, υποστρώματα, στεγνωτικά και αφαιρετικά χρωμάτων και βερνικιών, διάφορα είδη μονωτικών, καθώς και συγκολλητικές ύλες.

Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης που καταγράφονται είναι αέριες εκπομπές (VOC, πτητικές οργανικές ουσίες) οι οποίες προκύπτουν από τις δεξαμενές αποθήκευσης και τον εξοπλισμό, καθώς και υγρά απόβλητα τα οποία δημιουργούνται κατά το στάδιο καθαρισμού μετά από κάθε παρτίδα παραγωγής. Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι η βιομηχανία χρωμάτων χρησιμοποιεί σε σημαντικές ποσότητες τοξικές χημικές ουσίες.

2.2 Παραγωγική διαδικασία

Οι κυριότερες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή χρωμάτων παρατίθενται στον ακόλουθο Πίνακα 2.2:

Πίνακας 2.2 : Πρώτες ύλες παραγωγής χρωμάτων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, 2007)

Πρώτη ύλη	Ιδιότητα	Σύνθεση
Χρωστικές	Χρωματίζουν, προσδίδουν στη βαφή επικαλυπτική και προστατευτική ιδιότητα	Μέταλλα, Ανόργανα, Οργανικά
Ρητίνες	Αυξάνουν τη σκληρότητα, μειώνουν το χρόνο στεγνώματος, συμβάλλουν στο σχηματισμό ομοιογενούς υμενίου της βαφής	Αλκύλια, Βινύλια, Άλλα
Διαλύτες	Αραιώνουν το χρώμα, συμβάλλουν στη διασπορά της χρωστικής	Οργανικές ουσίες
Επεκτατικά	Βελτιώνουν τις φυσικές ιδιότητες του χρώματος	Ανθρακικό ασβέστιο, Ταλκ, Άλλα
Πλαστικοποιητές	Αυξάνουν την ευκαμψία, μειώνουν το ιξώδες του χρώματος	Οργανικές ουσίες χαμηλής πτητικότητας (π.χ. Εστέρες οξέων)

Μία τυπική διαδικασία παραγωγής χρωμάτων περιλαμβάνει τις ακόλουθες διεργασίες:

- **Σύνθεση:** Η Σύνθεση πραγματοποιείται συνήθως στο εργαστήριο. Αφού καθοριστούν το είδος και οι προδιαγραφές των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν, γίνεται στη συνέχεια η σύνθεση σε βιομηχανική κλίμακα.
- **Λειοτρίβιση των χρωστικών:** Η λειοτρίβιση πραγματοποιείται σε μύλο για χρονικό διάστημα ικανό να μειώσει τις διαστάσεις των χρωστικών στο επιθυμητό μέγεθος.
- **Ανάμιξη:** Οι ρητίνες, οι χρωστικές, τα επεκτατικά και τα υπόλοιπα πρόσθετα φορτώνονται σε ένα δοχείο ανάμιξης. Μετά την αρχική ανάμιξη, η παρτίδα μεταφέρεται σε μύλο για λειοτρίβιση ή περαιτέρω ανάμιξη.
- **Φίλτραση:** Όταν το χρώμα αποκτήσει την επιθυμητή σύνθεση, φιλτράρεται για την απομάκρυνση χρωστικών που δεν έχουν διασπαρθεί ικανοποιητικά και μεταφέρεται σε χοάνη.
- **Πλήρωση:** Από την χοάνη το χρώμα ρέει σε βαρέλια ή δοχεία, τυποποιείται, συσκευάζεται και οδηγείται στις αποθήκες.
- **Καθαρισμός Εξοπλισμού:** Μετά την ολοκλήρωση παραγωγής κάθε παρτίδας ο εξοπλισμός πλένεται με διαλύτη ή νερό.

2.3 Παραγόμενα απόβλητα

Ο Πίνακας 2.3 περιγράφει τα απόβλητα που παράγονται στις επιμέρους διεργασίες παραγωγής χρωμάτων, το είδος των αποβλήτων και τη σύνθεση τους.

Πίνακας 2.3 : Παραγόμενα Απόβλητα (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, 2007)

Περιγραφή αποβλήτου	Είδος	Διαδικασία	Σύνθεση
<i>Κενές συσκευασίες πρώτων υλών</i>	Στερεά απόβλητα	Εκφόρτωση πρώτων υλών στη δεξαμενή ανάμιξης	Χάρτινα σακιά με μικρή ποσότητα χρωστικών και δοχεία με επικίνδυνες ουσίες (ρητίνες, διαλύτες)
<i>Απόβλητα από καθαρισμό εξοπλισμού</i>			
Νερά έκπλυσης	Υγρά απόβλητα	Έκπλυση εξοπλισμού (δοχείων πρώτων υλών και παραγωγής, βαρελιών, κλπ) με χρήση νερού ή/και καυστικών διαλυμάτων	Χρώμα, νερό, καυστικό διάλυμα
Απόβλητα Διαλύτη	Υγρά απόβλητα	Έκπλυση εξοπλισμού με διαλύτη	Χρώμα, διαλύτης

Περιγραφή αποβλήτου	Είδος	Διαδικασία	Σύνθεση
Λάσπη βαφής	Στερεά απόβλητα	Λάσπη που απομακρύνεται από το διάλυμα έκπλυσης του εξοπλισμού	Χρώμα, νερό, καυστικό διάλυμα, διαλύτης
Πανιά, σφουγγάρια	Στερεά απόβλητα	Μηχανικός καθαρισμός εξοπλισμού	Χρώμα, διαλύτης
<i>Απόβλητα φίλτρανσης</i>			
Φίλτρα	Στερεά απόβλητα	Φίλτρανση	Χρησιμοποιημένος εξοπλισμός φίλτρανσης
Λάσπη από φίλτρανση	Στερεά απόβλητα	Διήθηση πολτού	Ανόργανα άλατα, οργανικά χρώματα
<i>Αέριοι Ρύποι</i>			
Ατμοί	Αέριοι ρύποι	Τροφοδοσία ανόργανων οξέων	Ανόργανα οξέα
Ατμοί	Αέριοι ρύποι	Καύση μαζούτ	Αιθάλη, SO ₂ , NO _x , CO

Περιγραφή αποβλήτου	Είδος	Διαδικασία	Σύνθεση
Σωματίδια χρωστικών ουσιών και ανόργανων αλάτων	Αέριοι ρύποι	Ξήρανση, Λειοτρίβηση, Τυποποίηση προϊόντος	Χρωστικές και ανόργανα άλατα
Πτητικές οργανικές ουσίες (VOC)	Αέριοι ρύποι	Αέριες εκπομπές από τις δεξαμενές αποθήκευσης και τον εξοπλισμό	Ρητίνες, Διαλύτες
Προϊόντα εκτός προδιαγραφών	Υγρά απόβλητα	Παραγωγή μικρής κλίμακας	Χρώμα
Διαρροές	Υγρά απόβλητα	Διαρροές από αστοχία	Χρώμα
Απόβλητα λεβητοστασίου	Υγρά απόβλητα	Αναγέννηση και έκπλυση των ρητινών αποσκλήρυνσης και στρατσώνα ατμολέβητα ή ατμογεννήτριας	Ανόργανα άλατα

2.3.1 Συσκευασίες πρώτων υλών

Οι κενές συσκευασίες υγρών πρώτων υλών που περιέχουν επικίνδυνα απόβλητα (π.χ. διαλύτες και ρητίνες) αποτελούν την κυριότερη πηγή στερεών αποβλήτων στον κλάδο της βιομηχανίας χρωμάτων.

2.3.2 Απόβλητα από καθαρισμό εξοπλισμού

Ο καθαρισμός του εξοπλισμού αποτελεί την κυριότερη πηγή δημιουργίας λυμάτων στη βιομηχανία χρωμάτων. Η παραγωγή χρωμάτων που έχουν ως βάση διαλύτη ή νερό, είναι συνυφασμένη με την δημιουργία αποβλήτων που προσκολλώνται στα τοιχώματα των δεξαμενών της παραγωγής. Οι τρεις μέθοδοι που εφαρμόζονται στη βιομηχανία χρωμάτων για τον καθαρισμό των δεξαμενών είναι:

- έκπλυση με χρήση διαλύτη στην περίπτωση παραγωγής χρωμάτων με βάση διαλύτη,
- έκπλυση με χρήση καυστικού διαλύματος στην περίπτωση παραγωγής χρωμάτων με βάση διαλύτη ή νερό,
- έκπλυση με χρήση νερού στην περίπτωση παραγωγής χρωμάτων με βάση το νερό.

Ο εξοπλισμός ο οποίος παίρνει μέρος στην παραγωγή χρωμάτων με βάση το διαλύτη εκπλένεται με διαλύτη, ο οποίος στη συνέχεια επαναχρησιμοποιείται ως ακολούθως:

- Συλλέγεται και επανατροφοδοτείται στην επόμενη συμβατή παρτίδα παραγωγής ως συστατικό,
- Συλλέγεται και αποστάζεται είτε εντός είτε εκτός της εγκατάστασης,
- Συλλέγεται και χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του εξοπλισμού, μέχρι να εξαντληθεί.

Το καυστικό διάλυμα χρησιμοποιείται για την έκπλυση εξοπλισμού παραγωγής χρωμάτων με βάση διαλύτη ή νερό. Η έκπλυση με νερό συνήθως δεν αρκεί για την απομάκρυνση χρώματος που έχει στεγνώσει στις δεξαμενές ανάμιξης.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι συστημάτων καθαρισμού με καυστικό διάλυμα που απαντώνται στην βιομηχανία χρωμάτων. Στον πρώτο τύπο το διάλυμα αποθηκεύεται σε δεξαμενή (συνήθως θερμαινόμενη) και αντλείται στον εξοπλισμό που πρόκειται να καθαριστεί. Ακολούθως το διάλυμα απομακρύνεται και οδηγείται ξανά στη δεξαμενή αποθήκευσης. Στον δεύτερο τύπο συστήματος, το καυστικό διάλυμα παρασκευάζεται στην προς έκπλυση δεξαμενή, όπου και ανακινείται μέχρι τον πλήρη καθαρισμό της. Οι περισσότερες εγκαταστάσεις επαναχρησιμοποιούν το καυστικό διάλυμα έως ότου χάσει τις ιδιότητες του. Στην περίπτωση αυτή το διάλυμα διατίθεται είτε ως στερεό απόβλητο, είτε ως απόνερο με ή χωρίς εξουδετέρωση.

Τα απόνερα που προκύπτουν από την έκπλυση εξοπλισμού με νερό, αποτελούν σημαντική πηγή ρύπανσης στη βιομηχανία χρωμάτων. Οι συνήθεις πρακτικές που εφαρμόζονται για τη διαχείριση τους είναι οι ακόλουθες:

- Συλλογή και χρήση στην επόμενη συμβατή παρτίδα παραγωγής ως συστατικό,
- Συλλογή και χρήση με ή χωρίς κατεργασία, για τον καθαρισμό μέχρι να καταναλωθούν,
- Διάθεση με ή χωρίς κατεργασία ως απόνερα ή ως στερεά απόβλητα σε βαρέλια.

Οι λάσπες από τις δεξαμενές καθίζησης συλλέγονται σε βαρέλια και διατίθενται ως στερεά απόβλητα. Το ανακυκλωμένο απόνερο διατίθεται ως απόβλητο όταν δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω.

2.3.3 Απόβλητα από φίλτρανση

Απόβλητα από φίλτρανση θεωρούνται τα ίδια τα φίλτρα που λαμβάνουν μέρος στην παραγωγική διαδικασία και δεν επαναχρησιμοποιούνται, καθώς επίσης και η λάσπη από τη φίλτρανση που περιέχει χρωστικές οι οποίες δεν έχουν διασπαρεί ικανοποιητικά στο παραγόμενο χρώμα.

2.3.4 Αέριοι ρύποι

Οι κυριότεροι αέριοι ρύποι αυτού του κλάδου είναι οι πτητικές οργανικές ουσίες (VOC's), οι ατμοί οξέων, τα οξειδία αζώτου (NO_x) και θείου (SO_x) και τα σωματίδια χρωστικών. Οι εκπομπές των πτητικών οργανικών ουσιών προέρχονται από την χύδην αποθήκευση ρητινών και διαλυτών και από την χρήση τους σε εξοπλισμό με ελεύθερη επιφάνεια, όπως π.χ. οι δεξαμενές ανάμιξης.

2.3.5 Προϊόντα εκτός προδιαγραφών

Ο μεγαλύτερος όγκος χρωμάτων εκτός προδιαγραφών παράγεται από μικρές μονάδες που παράγουν ειδικές βαφές. Λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής αυτών των βαφών, τα προϊόντα εκτός προδιαγραφών επανακατεργάζονται και τοποθετούνται εκ νέου στην αγορά.

2.3.6 Διαρροές

Οι διαρροές προέρχονται κυρίως από αστοχίες κατά τις μεταγίσεις ή φθορές του εξοπλισμού. Τα χρώματα από διαρροή και τα συνακόλουθα απόβλητα έκπλυσης, διατίθενται συνήθως στο σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων ή μεταγίζονται απευθείας σε βαρέλια προς διάθεση.

2.4 Νομοθεσία για την διάθεση υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας

Συντομεύσεις

N: Νόμος

ΠΔ : Προεδρικό Διάταγμα

ΚΥΑ : Κοινή Υπουργική Απόφαση

ΥΑ : Υπουργική Απόφαση

ΠΥΣ : Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου

Σύμφωνα με την **Υγειονομική Διάταξη Ε1β 221/65 (ΦΕΚ 138/Β)**: «Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων», όπως τροποποιήθηκε με την **Υ.Α. Γ1/17831/71 (ΦΕΚ 986/Β)** και **Υ.Α. Γ4/1305/74 (ΦΕΚ 801/Β)**, για να εξασφαλισθεί η ασφάλεια και προστασία της δημόσιας υγείας και του φυσικού περιβάλλοντος, κάθε δραστηριότητα η οποία συνδέεται με τη διάθεση λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, έτσι όπως αυτά ορίζονται στην προαναφερόμενη απόφαση, επιτρέπεται να τα αποβάλει σε επιφανειακά ύδατα ή το έδαφος μόνον εφόσον της έχει χορηγηθεί άδεια σύμφωνα με το άρθρο 14 της προαναφερομένης απόφασης. Η έγκριση της διάθεσης των λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων πρέπει να λαμβάνεται πριν οποιαδήποτε κατασκευή έργων (υπονόμων λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων, οικοδομών, κατοικιών, ξενοδοχείων, σχολείων, νοσοκομείων, στρατώνων, ιδρυμάτων εν γένει, βιοτεχνικών ή βιομηχανικών εγκαταστάσεων κλπ.), από την οποία προέρχονται λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα.

Οι όροι οι οποίοι καθορίζουν πού και με ποιους περιορισμούς επιτρέπεται η διάθεση λυμάτων σε γλυκά και θαλάσσια επιφανειακά ύδατα, στο έδαφος (επιφανειακά και υπογείως), οι κανόνες που διέπουν τη λειτουργία ιδιωτικών συστημάτων διάθεσης λυμάτων, τη μεταφορά των λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων, την απολύμανσή τους, καθώς και τις υποχρεώσεις αυτών στους οποίους ανήκουν εγκαταστάσεις από τις οποίες προέρχονται λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα, προσδιορίζονται στα άρθρα 3-13 της απόφασης **Ε1β/221 της 22.1/24.2.65 (ΦΕΚ 138 Β')**.

Κατά την υποβολή των δικαιολογητικών για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης, πρέπει να υποβληθεί και προμελέτη διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και, εφόσον τελικά ζητηθεί, οριστική μελέτη, η οποία θα εγκρίνεται από την υγειονομική υπηρεσία και την Τεχνική Υπηρεσία Δήμων και Κοινοτήτων.

Για τη διάθεση λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων σε επιφανειακά ύδατα, στο έδαφος επιφανειακά ή σε καταβόθρες, απαιτείται άδεια η οποία χορηγείται από τη Νομαρχιακή διεύθυνση της αντίστοιχης περιοχής. Αρχικά δίνεται προσωρινή άδεια της οποίας η διάρκεια δεν υπερβαίνει τους 6 μήνες, ενώ μετά από έλεγχο και

γνωμάτευση των τοπικών υγειονομικών υπηρεσιών και της Τεχνικής Υπηρεσίας Δήμων και Κοινοτήτων, χορηγείται η μόνιμη άδεια.

Για τη χορήγηση της προσωρινής άδειας απαιτούνται:

1. Μελέτη διάθεσης των λυμάτων, σύμφωνα με το άρθρο 14, παρ. 2 της Ε1β)221 της 22.1)24.2.65 (ΦΕΚ 138 Β')
2. Έγκριση της μελέτης αυτής από την τοπική υγειονομική υπηρεσία όσον αφορά την τήρηση των όρων από υγειονομικής απόψεως
3. Έγκριση της μελέτης αυτής από την Τεχνική Υπηρεσία Δήμων και Κοινοτήτων της αρμόδιας Νομαρχιακής Διεύθυνσης
4. Διαπίστωση από τις Υγειονομικές Υπηρεσίες και της Τεχνικής Υπηρεσίας Δήμων και Κοινοτήτων ότι εκτελέστηκαν σωστά τα προβλεπόμενα από τη μελέτη

Για τη διάθεση λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων υπογείως ή σε στεγανές δεξαμενές, απαιτείται άδεια η οποία χορηγείται από την Πολεοδομική Υπηρεσία, ή άλλη αρμόδια αρχή η οποία εγκρίνει τη μελέτη κατασκευής των έργων από τα οποία προέρχονται τα λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα, αφού πρώτα έχει εγκριθεί η μελέτη διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων από την υγειονομική υπηρεσία. Τέτοια έγκριση δεν απαιτείται όταν πρόκειται για οικοδομές, κατοικίες ή βιομηχανίες – βιοτεχνίες, οι οποίες δεν διαθέτουν βιομηχανικά απόβλητα, παρά μόνο λύματα.

Στην μελέτη διάθεσης λυμάτων και επιφανειακών αποβλήτων ο νομοθέτης ορίζει πως η βιομηχανία πρέπει να παραθέσει τα εξής στοιχεία:

- A) Συνοπτική γενική περιγραφή της λειτουργίας του εργοστασίου με τη δυναμικότητά του, τις χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες, τις μεθόδους παραγωγής καθώς και τα παραγόμενα προϊόντα.
- B) Συνοπτική περιγραφή της λειτουργίας κάθε ξεχωριστού τμήματος του εργοστασίου από το οποίο προέρχονται υγρά απόβλητα, με τις χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες και τα υλικά επεξεργασίας που επηρεάζουν την ποιότητα των αποβλήτων.
- Γ) Ανάγκες εργοστασίου σε νερό για βιομηχανική χρήση, συνολικά και ανά φάση παραγωγής.
- Δ) Υπολογισμό της συνολικής παροχής, των διακυμάνσεών της καθώς και της ποιότητας των αποβλήτων (φυσικά, χημικά και τυχόν μικροβιολογικά χαρακτηριστικά) για το δυσμενέστερο συνδυασμό των εκτελουμένων λειτουργιών των διαφόρων αυτοτελών τμημάτων του εργοστασίου.

Ε) Πλήρης περιγραφή των διατιθεμένων μέσων αντιμετώπισης των αποβλήτων.

- Εγκαταστάσεις και υπολογισμός βόθρων και δεξαμενών.
- Εγκαταστάσεις καθαρισμού (εξευγενισμού) των αποβλήτων.
- Υπολογισμός της απόδοσής τους.
- Σχετική βιβλιογραφία.

ΣΤ) Υπολογισμό της παροχής, των διακυμάνσεών της και της ποιότητας (φυσικά, χημικά και τυχόν μικροβιολογικά χαρακτηριστικά) των εξερχομένων αποβλήτων μετά τον καθαρισμό τους, στις εγκαταστάσεις που θα κατασκευασθούν, για τη δυσμενέστερη δυνατή περίπτωση.

Ζ) Τοπογραφικό σχέδιο και σχέδιο εγκαταστάσεων επεξεργασίας των βιομηχανικών αποβλήτων και διάθεσης αυτών.

Η) Κανονισμός με οδηγίες για την καλή λειτουργία, συντήρηση και έλεγχο της απόδοσης των εγκαταστάσεων καθαρισμού και διάθεσης των βιομηχανικών αποβλήτων που θα κατασκευασθούν καθώς επίσης και για τον τρόπο αντιμετώπισης της κατάστασης σε περίπτωση ζημιών.

Θ) Χημική ανάλυση των αποβλήτων και τρόπος διάθεσης των λυμάτων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι βιομηχανικές μονάδες του κλάδου της παραγωγής χρωμάτων και βερνικιών, υποχρεούνται να εγκαταστήσουν σύστημα καθαρισμού των αποβλήτων τους, ο οποίος και να έχει συγκεκριμένες προδιαγραφές που προβλέπει ο νομοθέτης.

Νομοθεσία για κάποιες υποπεριπτώσεις στις οποίες πιθανόν να εμπίπτει μια βιομηχανία χρωμάτων αναφέρονται παρακάτω:

ΚΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192Β): Καθορίζει τα μέτρα και τους όρους για την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Επίσης αφορά ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα περιέχοντα κυρίως οργανικό φορτίο και τα οποία μπορούν να διοχετευτούν σε αποχετευτικά δίκτυα και σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων, αφού προηγουμένως έχουν υποβληθεί σε προκαταρκτική επεξεργασία.

ΚΥΑ 4859/726/01 (ΦΕΚ 253/Β): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο ΙΙ της Οδηγίας 74/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4 ης Μαΐου 1976».

ΚΥΑ 55648/2210/91 (ΦΕΚ 323Β): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών και επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα». Στο παράρτημα του νομοθετήματος περιέχονται τα

επιτρεπόμενα όρια για την παραγωγή και διάθεση συγκεκριμένων επικίνδυνων ρύπων καθώς και ορισμοί

ΠΥΣ 255/94 (ΦΕΚ 123/Α): Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 12 της υπ'αριθ. 55648/2210/1991 ΚΥΑ «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών και επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα». Περιέχονται οι οριακές τιμές για τις ουσίες Διχλωροαιθάνιο, Τριχλωροαιθυλαίνιο, Υπερχλωροαιθυλένιο και τριχλωροβενζόλιο καθώς και οι τρόποι μέτρησης

ΥΑ 90461/2193/94 (ΦΕΚ 843/Β): Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 12 της υπ'αριθ. 55648/2210/1991 ΚΥΑ «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών και επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα».

ΠΥΣ 73/90 (ΦΕΚ 90/Α): «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που υπάγονται στον κατάλογο Ι του παραρτήματος Α του άρθρου 6 της αριθ. 144/2.11.1987 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου».

ΠΥΣ 144/87 (ΦΕΚ 197/Α): «Προστασία υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον».

ΚΥΑ 26857/553/88 (ΦΕΚ 196/Β): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία των υπόγειων νερών από απόρριψη επικίνδυνων ουσιών».

ΚΥΑ 18186/271/88 (ΦΕΚ 126/Β): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα».

ΥΑ 15519/83 (ΦΕΚ 455/Β): «Περί των όρων διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμού των ανωτάτων επιτρεπτόν ορίων ρυπαντών».

ΠΔ 179182/656/79 (ΦΕΚ 582/Β): «Περί διαθέσεως υγρών αποβλήτων από τις παραγωγικές διαδικασίες των βιομηχανιών περιοχής Μείζονος Περιοχής Πρωτεύουσας δια του δικτύου υπονόμων και των ρευμάτων που εκτρέπονται στον Κ.Α.Α. και που εποπτεύονται από τον ΟΛΠ με αποδέκτη τη θαλάσσια περιοχή Κερατσινίου Πειραιώς».

Ν. 743/77 (ΦΕΚ 319/Α): «Περί προστασίας του θαλασσίου περιβάλλοντος και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων».

2.5 Εφαρμοζόμενες τεχνικές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων βιομηχανίας που προτείνονται ως Β.Δ.Τ. για την Ελλάδα

Τα απόβλητα της βιομηχανίας χρωμάτων φέρουν σημαντικό ρυπαντικό φορτίο και μπορεί να παρουσιάσουν μεγάλη ποικιλία από την μια μονάδα στην άλλη.

Για τη σωστή επιλογή του πλέον κατάλληλου συστήματος απαιτείται

- ❖ η διερεύνηση της ποιότητας των λυμάτων και οι απαιτήσεις διάθεσης ανάλογα με τα θεσπισμένα όρια.
- ❖ η μελέτη του προτεινόμενου συστήματος σε πειραματική μονάδα (pilot plant) ή η διεξαγωγή εργαστηριακών δοκιμών (π.χ. jar tests) για τον προσδιορισμό των ειδικών χαρακτηριστικών του αποβλήτου.
- ❖ ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος των υγρών αποβλήτων με μετρήσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα και τήρηση αρχείου μετρήσεων.

Ο τελικός βαθμός επεξεργασίας στον οποίο θα προχωρήσει μία συγκεκριμένη εγκατάσταση εξαρτάται από τον καθορισμό της χρήσης του αποδέκτη και τις (νομικές) απαιτήσεις που ισχύουν για την απόρριψη σε αυτόν (όρια εκπομπής ανά παράμετρο). Έτσι για παράδειγμα διαφορετική είναι η απαιτούμενη επεξεργασία όταν ο αποδέκτης είναι η εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών λυμάτων (π.χ. δίκτυο ΕΥΔΑΠ, ΟΑΠ κ.λπ.) ή όταν αυτός είναι ένας φυσικός αποδέκτης όπως η θάλασσα ή ένα ποτάμι. Άρα δεν υπάρχει μόνο μια εφαρμοζόμενη τεχνική, αλλά η κατασκευή του συστήματος επεξεργασίας αποβλήτων σχεδιάζεται αφού αναλυθούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε επιχείρησης.

2.5.1 Τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Πίνακας 2.4: Τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, (Βλυσίδης Απόστολος, 2006)

ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
<p>Συστήματα προεπεξεργασίας - πρωτοβάθμια επεξεργασία</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Δεξαμενές εξισορρόπησης/ομογενοποίησης ❖ Εξουδετέρωση/Ρύθμιση pH ❖ Μηχανικός Καθαρισμός/Εσχάρωση και Λεπτό Κοσκίνισμα ❖ Εξάμωση (Αμμοσυλλέκτης) ❖ Λιποσυλλογή – Επίπλευση ❖ Πρωτοβάθμια Καθίζηση
<p>Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας – δευτεροβάθμια επεξεργασία (Αερόβια / Αναερόβια Συστήματα)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Αντιδραστήρες Ενεργού Ιλύος ❖ Βιολογικά Φίλτρα (Χαλικοδυλιστήρια), Βιολογικός Δίσκος ❖ Δεξαμενές (Λίμνες) Σταθεροποίησης ❖ Απλά Συστήματα (Σηπτικές Δεξαμενές, Δεξαμενές Καθίζησης Imhoff)
<p>Συστήματα χημικής επεξεργασίας – τριτοβάθμια επεξεργασία</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Χημική Οξειδωση και Αναγωγή ❖ Οξειδωση με Υγρό Αέρα ❖ Χημική Κατακρήμνιση (Κροκίδωση – Καθίζηση)
<p>Συστήματα φυσικής επεξεργασίας – τριτοβάθμια επεξεργασία</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Προσρόφηση ❖ Αντίστροφη ώσμωση (Διαχωρισμός με Εκλεκτικές Μεμβράνες) ❖ Ιοντοανταλλαγή ❖ Απογύμνωση Ατμού
<p>Συστήματα επεξεργασίας / διάθεσης στο έδαφος</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Επιφανειακή απορροή ❖ Μέθοδος Φιλτραρίσματος-Διήθησης ❖ Άρδευσης με ψεκασμό

2.5.2 Συστήματα προεπεξεργασίας - πρωτοβάθμια επεξεργασία

Με τον όρο προεπεξεργασία ή πρωτοβάθμια επεξεργασία περιγράφονται όλες εκείνες οι διεργασίες που εφαρμόζονται για την προετοιμασία των υγρών αποβλήτων για την κύρια επεξεργασία καθαρισμού τους.

Τα ακατέργαστα υγρά απόβλητα που προέρχονται από ανοιχτά κανάλια ή από κλειστούς αγωγούς περιέχουν πολλές φορές αιωρούμενα ή επιπλέοντα στερεά, που λόγω μεγέθους ή χαρακτηριστικών πρέπει να απομακρυνθούν πριν τα απόβλητα εισέλθουν στην κύρια διαδικασία καθαρισμού τους. Η άμεση απομάκρυνση αυτών των στερεών είναι αναγκαία και για την προστασία των αντλιών καθώς και του μετέπειτα δικτύου μεταφοράς των αποβλήτων, κυρίως για την αποφυγή εμφράξεων. Οι διεργασίες προεπεξεργασίας των υγρών αποβλήτων υιοθετούνται ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης και την ποιότητα των ακατέργαστων αποβλήτων. Στις διάφορες περιπτώσεις εφαρμογής μπορεί να έχουμε μία ή περισσότερες από αυτές τις διεργασίες.

Οι διεργασίες προεπεξεργασίας είναι:

- Εξισορρόπηση - ομογενοποίηση
- Εξουδετέρωση - Ρύθμιση pH
- Μηχανικός Καθαρισμός - Εσχάρωση και Λεπτό Κοσκίνισμα
- Εξάμμωση
- Λιποσυλλογή
- Πρωτοβάθμια καθίζηση

2.5.3 Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας – δευτεροβάθμια επεξεργασία

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ακολουθεί συνήθως την πρωτοβάθμια και αποσκοπεί στη περαιτέρω μείωση του διαλυτού οργανικού φορτίου και των εναιωρούμενων στερεών.

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία βασίζεται κυρίως στη μετατροπή των διαλυμένων ενώσεων και των εναιωρούμενων σωματιδίων σε μικροβιακή βιομάζα και στη συνέχεια στην απομάκρυνση της βιομάζας με καθίζηση (βιολογικός καθαρισμός). Σημειώνεται ότι η δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης και η ορθή της λειτουργία παίζει ιδιαίτερο ρόλο στη βιολογική επεξεργασία. Αφενός απομακρύνει την βιομάζα και αφετέρου με ανακύκλωση της στον βιοαντιδραστήρα κρατάει την συγκέντρωση της βιομάζας μέσα στον αντιδραστήρα σε αναγκαίο επίπεδο ανάλογα με την μέθοδο.

Οι διατάξεις, οι οποίες εξασφαλίζουν το βιολογικό καθαρισμό είναι συνδυασμός βιολογικού αντιδραστήρα και δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης. Οι βιολογικοί αντιδραστήρες χαρακτηρίζονται και διαστασιοποιούνται από την ένταση (εκτατικοί και εντατικοί) και το είδος των διεργασιών (αερόβιοι, αναερόβιοι) ενώ οι διαυγαστήρες είναι κοινοί σε όλες τις περιπτώσεις.

Από χημική άποψη οι βιολογικές διεργασίες κατατάσσονται σε δύο γενικές κατηγορίες: τις **αερόβιες** (οξειδωση, υγρή καύση, αερόβια χώνευση) ή τις **αναερόβιες** (αναγωγή, αναερόβια χώνευση). Αντίστοιχα δημιουργούνται οι αερόβιοι ή αναερόβιοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούν την οργανική ρύπανση ως τροφή ανάπτυξης. Με την βιολογική τους δράση διατηρούν και τη δύναμη της κατανάλωσης των ρυπαντικών ουσιών. Οι μικροοργανισμοί που αποτελούνται από βακτήρια, πρωτόζωα κ.α. αποικοδομούν τους ρυπαντές παρουσία ή απουσία οξυγόνου για να παράγουν νέους μικροοργανισμούς και τελικά προϊόντα οξείδωσης ή αναγωγής.

Στην βιομηχανία χρωμάτων η βιολογική επεξεργασία συνήθως δεν προτιμάται γιατί οι μικροοργανισμοί είναι ευαίσθητοι στις τοξικές ουσίες και υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να πεθάνουν, με αποτέλεσμα την διακοπή της επεξεργασίας και την ανάγκη επανεισαγωγής τους, με μεγάλο κόστος.

2.5.4 Συστήματα χημικής επεξεργασίας – τριτοβάθμια επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία αποσκοπεί στην περαιτέρω αφαίρεση στερεών, οργανικού φορτίου αλλά και χρώματος.

Η **χημική οξείδωση** (και δευτερευόντως αναγωγή) εφαρμόζεται κυρίως για την επεξεργασία μη βιοδιασπώμενων αποβλήτων και στοχεύει στη μετατροπή συγκεκριμένων ρύπων, μετά από χρήση του κατάλληλου χημικού μέσου, σε ουσία λιγότερο επικίνδυνη ή καλύτερα βιοεπεξεργάσιμη για το περιβάλλον.

Η **χημική κατακρήμνιση** εφαρμόζεται για την απομάκρυνση των αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών που δεν απομακρύνονται με απλή καθίζηση. Βασικό χαρακτηριστικό της είναι οι αυξημένες ποσότητες της ιλύος που προκύπτουν και που οφείλονται τόσο στην προσθήκη χημικών και στα σχηματιζόμενα ιζήματα, όσο και στην αυξημένη απομάκρυνση στερεών. Οι ποσότητες ιλύος από χημική επεξεργασία εξαρτώνται από το χρησιμοποιούμενο χημικό και τη δόση του, τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων και την απόδοση των διαδικασιών επεξεργασίας

Ανάλογα με το είδος του αποβλήτου, η εφαρμογή αυτού του τύπου των διεργασιών μπορεί να είναι σε αρχικό ή σε τελικό στάδιο ενός συστήματος επεξεργασίας ή ακόμη να είναι το κύριο στάδιο επεξεργασίας του αποβλήτου. Κατά την εφαρμογή σε αρχικό στάδιο, μπορεί να επιδιώκεται η μείωση του λόγου COD:BOD (και επομένως η αύξηση της βιοαποικοδομησιμότητας του αποβλήτου), σε επίπεδα τέτοια ώστε να αποδίδει ικανοποιητικά η βιολογική επεξεργασία. Συχνά όμως, το είδος ρύπανσης ορισμένων αποβλήτων επιβάλλει την επεξεργασία τους με χημική μέθοδο καθώς η επεξεργασία τους με βιολογική μέθοδο είναι είτε οικονομικά ασύμφορη είτε αδύνατη. Οι συχνότερα εφαρμοζόμενες μέθοδοι αφορούν οξείδωση ή αναγωγή του ρύπου και χημική κατακρήμνιση -κροκίδωση. Η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως για την καταβύθιση σωματιδίων ή κολλοειδών και επομένως την αφαίρεσή τους από την υδατική φάση. Συνήθως η μονάδα κροκίδωσης συνοδεύεται από χωριστή μονάδα

καθίζησης για την καταβύθιση των σχηματιζόμενων κροκίδων. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται για την (αυξημένη) ποσότητα προκύπτουσας ιλύος.

2.5.5 Συστήματα φυσικής επεξεργασίας – τριτοβάθμια επεξεργασία

Τα κυριότερα συστήματα φυσικής επεξεργασίας των αποβλήτων που εφαρμόζονται στη Βιομηχανία είναι η Προσρόφηση, η Ιοντοανταλλαγή, ο Διαχωρισμός με Εκλεκτικές Μεμβράνες και η Απογύμνωση Ατμού. Συνήθως τα δύο πρώτα συστήματα αυτά εφαρμόζονται για την τελική επεξεργασία του αποβλήτου.

2.5.6 Συστήματα επεξεργασίας / διάθεσης στο έδαφος

Επιφανειακή απορροή

Εφαρμόζεται σε μη υδροπερατά και κεκλιμένα εδάφη, με την χρήση φυτών με αντοχή στην υγρασία (π.χ. καλάμια).

Μέθοδος Φιλτραρίσματος-Διήθησης

Εφαρμόζεται σε υδροπερατά εδάφη, και η μείωση του οργανικού φορτίου επιτυγχάνεται με φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές δράσεις μέσα στο έδαφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΧΡΩΤΕΧ Α.Ε. – ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

3.1 Γενικά για την Χρωτέχ Α.Ε.

Η Χρωτέχ ιδρύθηκε το 1945 και για πάνω από εξήντα χρόνια διατηρεί κυρίαρχη θέση στην ελληνική αγορά. Παράλληλα η Χρωτέχ έχει αναπτύξει έντονη εξαγωγική δραστηριότητα στις αγορές των Βαλκανίων, της Μέσης Ανατολής και της Κύπρου, αποδεικνύοντας έτσι την διεθνή ανταγωνιστικότητα των προϊόντων της.



Η επιτυχία της οφείλεται στην μεγάλη ποικιλία και την υψηλή ποιότητα των προϊόντων της η οποία διασφαλίζεται με αυστηρούς ελέγχους σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Στόχος της είναι η συνεχής ανάπτυξη νέων προϊόντων που, χωρίς συμβιβασμό στην ποιότητα, θα είναι ακόμα πιο φιλικά στο χρήστη και το περιβάλλον και θα δίνουν λύσεις ακόμα και για τα πιο απαιτητικά συστήματα βαφής. Η στρατηγική της Χρωτέχ συνοψίζεται στους παρακάτω στόχους:

- Διεξαγωγή συνεχούς έρευνας για ανάπτυξη προϊόντων που να καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες του χρήστη.
- Ανάπτυξη προϊόντων με γνώμονα την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.
- Παραγωγή εξειδικευμένων προϊόντων άριστης ποιότητας, υπό συνθήκες διαρκούς και αυστηρού ποιοτικού ελέγχου.
- Διαρκής επικοινωνία και αποτελεσματική εξυπηρέτηση των πελατών της.

Η Χρωτέχ διαθέτει σήμερα στην αγορά περισσότερα από 200 προϊόντα σε πληθώρα αποχρώσεων και συσκευασιών.

Οι βασικότερες κατηγορίες των παραγόμενων χρωμάτων είναι:

- Χρώματα οικοδομών (πλαστικά, ακρυλικά, βερνικοχρώματα, μονωτικά, στόκοι)
- Βερνίκια - συντηρητικά ξύλου
- Χρώματα μεταλλικών επιφανειών
- Ναυτιλιακά χρώματα
- Βερνίκια και λάκες μεταλλοτυπίας
- Χρώματα βιομηχανικά και ειδικών εφαρμογών

Η Χρωτέχ διαθέτει δύο εργοστάσια στον Ασπρόπυργο Αττικής και στον Βόλο, και απασχολεί εξειδικευμένο επιστημονικό και εργατικό προσωπικό. Το σύστημα ποιότητας ISO 9001 διασφαλίζει την άριστη λειτουργία και απόδοση σε όλα τα στάδια εργασιών από το σχεδιασμό ενός προϊόντος, την ανάπτυξη και την παραγωγή του έως τη διανομή και την τεχνική εξυπηρέτηση του πελάτη. Επιπλέον, τα συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ISO 14001) και Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (OHSAS 1801) εκφράζουν την οικολογική ευαισθησία της Χρωτέχ, η οποία λειτουργεί με βασικό γνώμονα τη φροντίδα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Στα πλαίσια της προσπάθειας αυτής η Χρωτέχ έχει αναπτύξει ένα καινοτόμο σύστημα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων της, που αναλύεται στην παρούσα εργασία.

3.2 Γενικά για τα υγρά απόβλητα της Χρωτέχ Α.Ε.

Τα υγρά απόβλητα του εργοστασίου Χρωτέχ Α.Ε. διακρίνονται σε:

- Υδατικά απόβλητα από τον καθαρισμό του εξοπλισμού παραγωγής και συσκευασίας τελικών προϊόντων υδατικής βάσεως (προϊόντα νερού).
- Ακάθαρτα διαλυτικά από τον καθαρισμό του εξοπλισμού παραγωγής τελικών προϊόντων βάσεως διαλύτη.
- Υγρά προϊόντα ή πρώτες ύλες εκτός προδιαγραφών.

3.3 Περιγραφή επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων

Τα υδατικά απόβλητα προέρχονται από τον καθαρισμό του εξοπλισμού παραγωγής και συσκευασίας τελικών προϊόντων υδατικής βάσης. Η ετήσια ποσότητά τους ανέρχεται σε 1000 – 2000 m³. Βέβαια λόγω της ανομοιόμορφης κατανάλωσης χρωμάτων κατά την διάρκεια του έτους, το 70% της ποσότητας των αποβλήτων παράγεται κατά την διάρκεια Απριλίου – Σεπτεμβρίου. Αυτό συμβαίνει γιατί στην Ελλάδα οι περισσότερες εργασίες βαψίματος γίνονται τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου οι κλιματολογικές συνθήκες το ευνοούν, και ανάλογα επηρεάζεται και η παραγωγή του εργοστασίου. Φυσικά ένας άλλος αστάθμητος παράγοντας είναι και η πορεία της οικονομικής κρίσης που προέκυψε στην Ελλάδα από τα τέλη του 2008 και οδηγεί σε συνεχή μείωση της παραγωγής. Η ποσότητα των αποβλήτων το 2008 ήταν 1800 m³ και το 2009 ήταν 1100 m³, με πτωτική τάση για το 2010.

Ο καθαρισμός του εξοπλισμού γίνεται σε ειδικό προς τούτο χώρο πλυντηρίου χειρονακτικά με την βοήθεια πλυστικού μηχανήματος υψηλής πίεσης (100 bar), τύπου Karcher και δυνατότητα χρήσης ζεστού ή κρύου νερού. Τα υγρά απόβλητα από το πλυντήριο των πλαστικών χρωμάτων νερού συλλέγονται σε **υπόγειο φρεάτιο συλλογής ακαθάρτων** (1).

Από εκεί με **φυγοκεντρική αντλία μεταφοράς ακαθάρτων ισχύος 1 KW** οδηγούνται σε μια **πλαστική δεξαμενή 1 m³** (2) με σχάρα συγκράτησης στερεών διαμετρήματος μεγαλύτερου των 3 mm. Τα σωματίδια που κατακάθονται στην σχάρα συσκευάζονται σε σάκους και δίνονται σε εξωτερική εταιρία (Polyeco) για επεξεργασία, όπως και τα τελικά προϊόντα επεξεργασίας που θα δούμε αργότερα.

Κατόπιν τα λύματα από την δεξαμενή οδηγούνται με φυγόκεντρη αντλία ισχύος επίσης 1 KW (3) σε **δεξαμενή συγκέντρωσης ακαθάρτων χωρητικότητας 8 m³** (4). Σε αυτήν την δεξαμενή παραμένουν ώσπου να συγκεντρωθεί ικανοποιητική ποσότητα αποβλήτων, ή να τελειώσει η επεξεργασία προηγούμενης παρτίδας, και οδηγούνται μέσω **αντλίας τύπου MONO πολλαπλής χρήσης** (5) στο **δοχείο επεξεργασίας αποβλήτων** (7).

Η **αντλία MONO** διαθέτει ηλεκτρονικό όργανο προστασίας από στεγνή λειτουργία και υπερπίεση, σύστημα PLC για έλεγχο λειτουργίας και ρυθμιστή στροφών μέσω Inverter 5 KW. Έχει επιλεγεί γιατί είναι κατάλληλη για μεταφορά μεγάλης ποσότητας υγρών με μεγάλη πυκνότητα, όπως είναι τα λύματα του εργοστασίου, αλλά και για έναν σημαντικότερο λόγο: Η αντλία αυτή χρησιμοποιείται, όπως θα δούμε παρακάτω, και για τις επόμενες μεταφορές αποβλήτων στις διαδικασίες καθαρισμού που ακολουθούν. Στις μεταφορές αυτές στα λύματα έχουν σχηματιστεί συσσωματώματα λόγω κροκκίδωσης ώστε να απομακρυνθούν ευκολότερα οι διαλυμένες ουσίες. Άρα είναι βασικό η αντλία να έχει ήπια μηχανική επίδραση στο υγρό, δηλαδή να μην το μεταφέρει με πολλές «αναταράξεις», ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος καταστροφής των συσσωματωμάτων. Τέτοια συμπεριφορά διαθέτει η αντλία τύπου MONO έναντι των κλασικών φυγοκεντρικών αντλιών. Η ισχύς της αντλίας MONO είναι 5 KW.

Το **δοχείο επεξεργασίας αποβλήτων** είναι κατακόρυφο, χωρητικότητας 5 m³. Σε αυτό πραγματοποιείται η φυσικοχημική επεξεργασία των αποβλήτων. Η επεξεργασία των αποβλήτων γίνεται κατά παρτίδες (batch) και περιλαμβάνει ομογενοποίηση, ρύθμιση ΡΗ, κροκίδωση με διάλυμα χλωριούχου αργιλίου, καθίζηση της ιλύος, απομάκρυνση του υπερκείμενου υγρού, πάχυνση και διήθηση της ιλύος. Το δοχείο έχει αναλογικό όργανο μέτρησης στάθμης προκειμένου να αποφευχθεί πιθανότητα υπερχειλίσης.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

Προστίθεται κροκιδωτικό, ουσία που βοηθά στο να δημιουργηθούν μεγάλα συσσωματώματα από τις διαλυμένες ουσίες, τα οποία κατακάθονται στον πυθμένα της δεξαμενής. Το κροκιδωτικό είναι διάλυμα χλωριούχου αργιλίου (PAC), το οποίο βρίσκεται σε μικρή δεξαμενή. Όμως για να λειτουργήσει το κροκιδωτικό χρειάζεται ΡΗ περίπου ίσο με 9. Τα απόβλητα του εργοστασίου Χρωτέχ έχουν ΡΗ 4 – 6 περίπου, σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν πριν την δημιουργία του συστήματος επεξεργασίας των αποβλήτων. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα προστίθεται αρχικά στα απόβλητα καυστική σόδα, η οποία φτάνει το ΡΗ των αποβλήτων περίπου στο 11 – 12. Κατόπιν προστίθεται τριχλωριούχος σίδηρος, που φτάνει το ΡΗ στο 9, και τελευταίο πέφτει το κροκιδωτικό. Για να ελεγχθούν οι μεταβολές του ΡΗ έχουν τοποθετηθεί πεχάμετρα μέσα στο δοχείο επεξεργασίας αποβλήτων.

Όπως και το κροκιδωτικό, τόσο η καυστική σόδα όσο και ο τριχλωριούχος σίδηρος, βρίσκονται σε μικρές δεξαμενές δίπλα στο δοχείο επεξεργασίας αποβλήτων, επάρκειας ενός μήνα. Η τροφοδοσία τους γίνεται με **τρεις μικρές δοσομετρικές αντλίες, ισχύος 0,5 KW η κάθε μια**, τοποθετημένες ανά δεξαμενή (9). Υπάρχει αυτόματη δοσομέτρηση μέσω PLC (συστήματος αυτομάτου ελέγχου) της εταιρίας Siemens. Η αναλογία του κροκιδωτικού, του τριχλωριούχου σιδήρου και της καυστικής σόδας είναι 10 με 15 kg ανά 5 m³ λυμάτων. Η αναλογία αυτή έχει διαμορφωθεί από την εμπειρία λειτουργίας του συστήματος.

Προκειμένου να λειτουργήσει καλύτερα η διαδικασία της κροκίδωσης είναι απαραίτητη η αναμόχλευση του μίγματος ώστε το χλωριούχο αργίλιο να εξαπλωθεί κατά το δυνατόν ομοιόμορφα σε όλο το μίγμα. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιείται πεπιεσμένος αέρας από ακροφύσια μέσα στο δοχείο επεξεργασίας. Είναι φανερό πως ανά τακτά χρονικά διαστήματα πρέπει τα ακροφύσια να ελέγχονται για τυχόν επικαθίσεις που θα εμποδίζουν την λειτουργία του.

Για δημιουργία ακόμη μεγαλύτερων συσσωματωμάτων, μετά το PAC προστίθενται ηλεκτρολύτες, κατιονικός και ανιονικός. Οι ηλεκτρολύτες ονομάζονται NALCO και βρίσκονται σε δοχεία δίπλα στην επεξεργασία. Απαιτείται μικρή ποσότητα, περίπου 100 ml ηλεκτρολύτη ανά 5 m³ αποβλήτων. Μαζί με τους ηλεκτρολύτες προστίθεται αντιαφριστικό, για να μην αφρίσει το μίγμα από την ανάδευση λόγω του πεπιεσμένου αέρα. Οι ηλεκτρολύτες και το αντιαφριστικό αναμιγνύονται χειροκίνητα από

υπάλληλο στην κατάλληλη δοσολογία και τροφοδοτούνται στο δοχείο επεξεργασίας μέσω **μικρής αντλίας 0,5 KW (8)**.

Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της κροκκίδωσης και η κατακάλιση των διαλυμένων στερεών απαιτούνται περίπου 8 ώρες. Κατόπιν πραγματοποιείται ο διαχωρισμός της λάσπης από το επεξεργασμένο νερό.

Το επεξεργασμένο νερό οδηγείται μέσω της αντλίας MONO στην **δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένου νερού**, χωρητικότητας 8 m³ (10). Από εκεί επαναχρησιμοποιείται στο πλυντήριο του εξοπλισμού παραγωγής και συσκευασίας. Υπάρχουν δηλαδή διαδοχικοί κύκλοι χρήσης – καθαρισμού - χρήσης. Η δεξαμενή αποθήκευσης διαθέτει αναλογικό όργανο μέτρησης στάθμης και σύστημα μέτρησης του PH για να επιβεβαιωθεί πως η επεξεργασία ολοκληρώθηκε χωρίς προβλήματα και το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πλύσιμο.

Σε περίπτωση που προκύπτουν μικρές ποσότητες πλεονάσματος επεξεργασμένου νερού, περίπου 250 - 300 λίτρα την μέρα, ακολουθεί περαιτέρω επεξεργασία σε **αυτοματοποιημένη μονάδα εξάτμισης**, δυναμικότητας 1400 λίτρων την ημέρα (12). Το νερό μεταφέρεται στον εξατμιστή μέσω βαρύτητας, καθώς η μονάδα εξάτμισης βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από την δεξαμενή αποθήκευσης. Άρα η μεταφορά του διεξάγεται μέσω απλής χειροκίνητης βάνας. Ο εξατμιστής εξασφαλίζει τον περαιτέρω καθαρισμό του πλεονάζοντος νερού μέσω εξάτμισης – απόσταξης σε χαμηλή θερμοκρασία 35 °C. Η εξάτμιση στην χαμηλή αυτή θερμοκρασία επιτυγχάνεται μέσω διάταξης κενού (0.77 psi). Κατόπιν γίνεται συμπύκνωση των ατμών με την βοήθεια ψυκτικού υγρού (φρέον). Τα συμπυκνωμένα υγρά του εξατμιστή απορρίπτονται μαζί με τα αστικά λύματα του εργοστασίου σε στεγανό βόθρο. Η διάθεσή τους γίνεται μέσω βυτιοφόρων στο ΚΕΛΜ, καθώς σύμφωνα με τις μετρήσεις τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά καλύπτουν τις προδιαγραφές για διάθεση σε βόθρο.

Το πυκνό υπόλειμμα που παραμένει μετά την διαδικασία της εξάτμισης συλλέγεται σε δοχείο και οδηγείται χειρονακτικά στο τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας, που θα αναλυθεί πιο κάτω, όπου τοποθετείται σε κατάλληλα σακιά για να το παραλάβει συνεργαζόμενη εταιρία (Polyeco) που ειδικεύεται στην συλλογή και επεξεργασία επικίνδυνων ουσιών από εταιρίες.

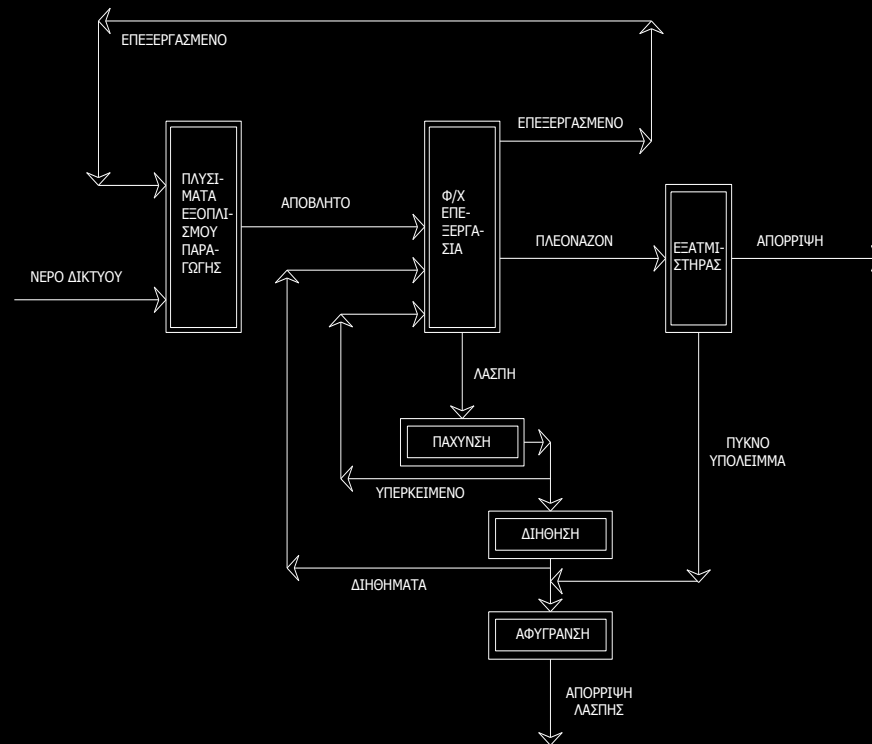
Μετά την απομάκρυνση του επεξεργασμένου νερού προς την δεξαμενή αποθήκευσης (10), στο δοχείο επεξεργασίας (7) έχει απομείνει υδαρή λάσπη στον πυθμένα του. Η λάσπη αυτή μεταφέρεται μέσω της αντλίας MONO στο **δοχείο πάχυνσης της λάσπης** (11), χωρητικότητας 1,8 m³. Εκεί κάθεται σε ηρεμία για περίπου 14 ώρες, ώστε να σχηματιστεί πυκνή λάσπη στον πυθμένα του. Το υπερκείμενο υγρό υπόλειμμα, το οποίο συνήθως είναι μικρή ποσότητα, καταλήγει μέσω βάνας σε δοχείο, και χειρονακτικά μεταφέρεται στην δεξαμενή συγκέντρωσης ακαθάρτων (4), στο αρχικό στάδιο πριν την επεξεργασία.

Η πυκνή πλέον λάσπη, μέσω βάνας στον πυθμένα του δοχείου πάχυνσης, μπαίνει σε ειδικά σακιά διήθησης λάσπης (13). Τα σακιά αφήνονται να στεγνώσουν ώστε να στερεοποιηθεί η λάσπη όσο το δυνατόν περισσότερο και να μειωθεί ο όγκος και το βάρος της. Τα σακιά παραλαμβάνει η εταιρία Polyeco, η οποία είναι αδειοδοτημένη για την συλλογή και επεξεργασία επικίνδυνων υλικών. Επειδή η χρέωση της εταιρίας γίνεται με βάση το βάρος της λάσπης που παραλαμβάνει (€/κιλό), είναι σημαντική η όσο το δυνατόν καλύτερη στερεοποίηση της λάσπης. Τα διηθήματα οδηγούνται στο φρεάτιο συλλογής ακαθάρτων (1).

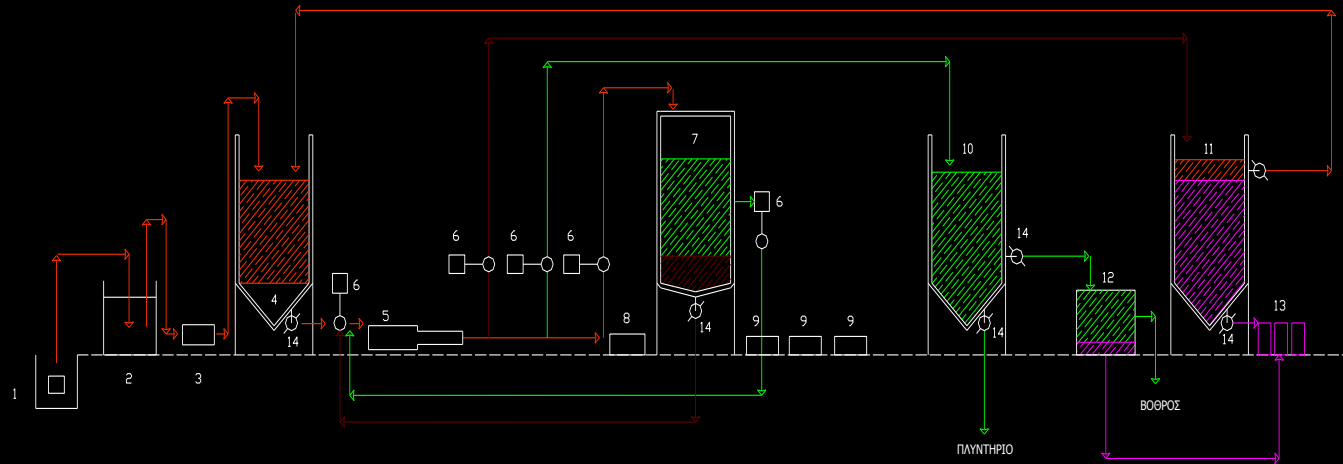
Τα σακιά επαναχρησιμοποιούνται αρκετές φορές μέχρι να χάσουν την διηθητική ικανότητά τους. Τότε θεωρούνται επικίνδυνα υλικά και την συλλογή τους αναλαμβάνει πάλι η εταιρία Polyeco. Έτσι ολοκληρώνεται η διαδικασία επεξεργασίας των υδατικών αποβλήτων.

Ακολουθεί διάγραμμα ροής της διαδικασίας καθαρισμού των υγρών υδατικών αποβλήτων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

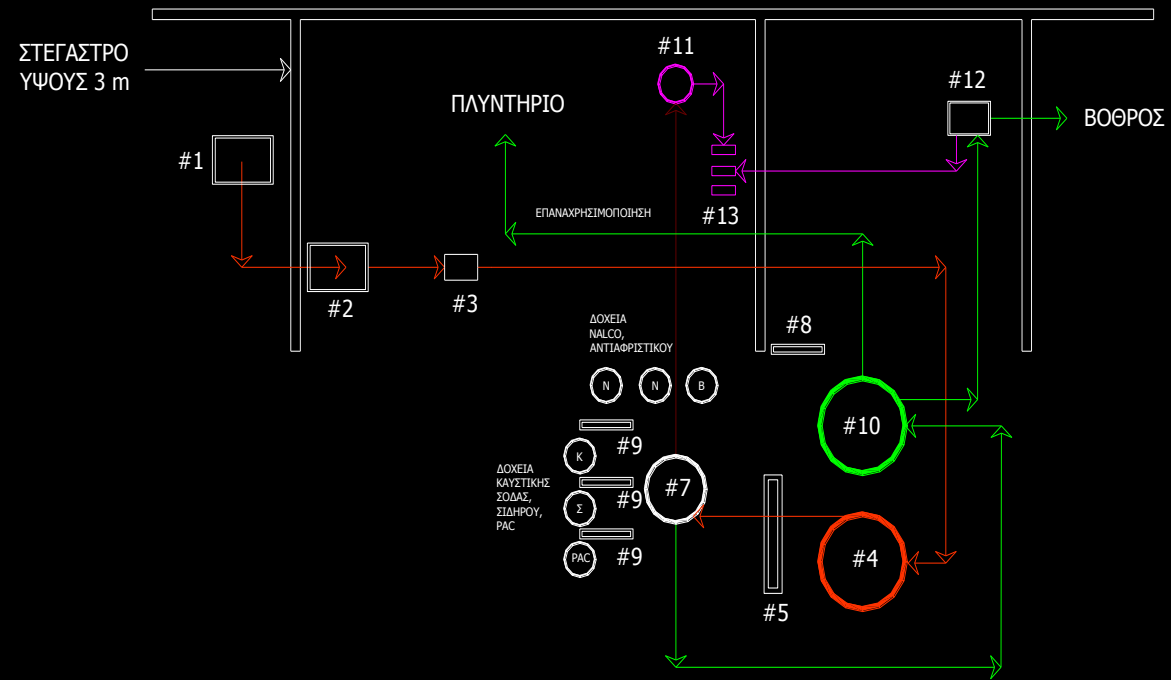


ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Α/Α ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Α/Α ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1	ΥΠΟΓΕΙΟ ΦΡΕΑΤΙΟ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ	8	ΑΝΤΛΙΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΑΛCO ΚΑΙ ΑΝΤΙΑΦΡΙΣΤΙΚΟΥ
2	ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕ ΣΧΑΡΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΔΙΑΜΕΤΡΗΜΑΤΟΣ > 3mm	9	ΑΝΤΛΙΕΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ, ΚΑΥΣΤΙΚΗΣ ΣΟΔΑΣ ΚΑΙ ΤΡΙΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ
3	ΑΝΤΛΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ	10	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 8 κ.μ.
4	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 8 κ.μ.	11	ΔΟΧΕΙΟ ΠΑΧΥΝΣΗΣ ΛΑΣΠΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 1,8 κ.μ.
5	ΑΝΤΛΙΑ ΤΥΠΟΥ ΜΟΝΟ ΠΟΛΥΠΛΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ (ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΚΑΘΑΡΤΟΥ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ, ΛΑΣΠΗΣ)	12	ΜΟΝΑΔΑ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ
6	ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ (ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕ ΑΕΡΑ)	13	ΣΑΚΙΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΛΑΣΠΗΣ
7	ΔΟΧΕΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 5 κ.μ.	14	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΕΣ ΒΑΝΕΣ 4"

ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ: ΑΚΑΘΑΡΤΑ ΝΕΡΑ, ΛΑΣΠΗ ΑΠΟ ΤΗΝ Φ/Χ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟ ΝΕΡΟ, ΠΑΧΥΜΕΝΗ ΛΑΣΠΗ ΠΡΟΣ ΔΙΗΘΗΤΙΚΑ ΣΑΚΙΑ

ΚΑΤΟΨΗ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



3.4 Περιγραφή επεξεργασίας αποβλήτων βάσεως διαλύτη

Τα απόβλητα αυτά προέρχονται από τον καθαρισμό του εξοπλισμού παραγωγής και συσκευασίας τελικών προϊόντων βάσεως διαλύτη. Η ετήσια ποσότητά τους ανέρχεται σε 75 – 90 τόνους.

Οι εργασίες καθαρισμού του εξοπλισμού γίνονται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο (πλυντήριο). Για τον καθαρισμό των δοχείων ανάμιξης και του εξοπλισμού συσκευασίας χρησιμοποιείται αυτόματη διάταξη πλύσης της ελβετικής εταιρείας Riobeer, μοντέλο V – ex, ακολουθούμενη από **αποστακτήρα διαλύτη της γερμανικής εταιρείας ORFU RECYCLING, μοντέλο ASC – 500.**

Η αυτοματοποιημένη διάταξη πλύσης κάδων περιλαμβάνει:

- Διάταξη αναρρόφησης καθαρού διαλύτη καθαρισμού και ψεκασμό του στον προς πλύση κάδο
- Διάταξη καθαρισμού του κάδου με περιστρεφόμενη βούρτσα
- Διάταξη επιστροφής (ανακύκλωση) χρησιμοποιούμενου μέσου καθαρισμού
- Απαγωγή του ρυπασμένου με διαλύτη αέρα

Τα απόβλητα από αυτό το πλυντήριο, που είναι βάσεως διαλύτη, επεξεργάζονται σε αποστακτήρα, που είναι τελείως ξεχωριστή διάταξη από την επεξεργασία των υδατικών αποβλήτων που αναλύθηκε παραπάνω.

Τα απόβλητα οδηγούνται μέσω αντλίας κενού στον αποστακτήρα που περιλαμβάνει δοχείο απόσταξης με διπλό μανδύα και διάταξη παραγωγής ατμού μέσω ηλεκτρικής αντίστασης.

Το δοχείο θερμαίνεται με ατμό που διοχετεύεται στα τοιχώματα του μανδύα και προκαλεί την εξάτμιση του ρυπασμένου διαλύτη. Η διαδικασία αυτή είναι αυτόματη και συνεχής. Οι ατμοί του διαλύτη συμπυκνώνονται με την βοήθεια κρύου νερού 8 – 12 °C και συλλέγονται σε δοχείο συγκέντρωσης. Η διαδικασία απόσταξης σταματάει αυτόματα όταν σταματήσει η τροφοδοσία του δοχείου με διαλύτη. Το παχύρευστο συμπύκνωμα που μαζεύεται στον κωνικό πυθμένα του δοχείου απόσταξης αδειάζει με βαρύτητα μέσω βαλβίδας. Η δυναμικότητα απόσταξης ανέρχεται σε 100 – 220 λίτρα/ώρα.

Από την παραπάνω περιγραφόμενη διαδικασία επεξεργασίας αποβλήτων βάσεως διαλύτη παράγονται ετησίως:

- 60 – 65 τόνοι καθαρού διαλύτη
- 15 – 25 τόνοι λάσπη

Ο διαλύτης αποθηκεύεται και επαναχρησιμοποιείται. Η λάσπη θεωρείται επικίνδυνο απόβλητο, το οποίο δεν είναι δυνατόν να καταστραφεί στο εργοστάσιο και δίνεται στην εταιρεία Polyeco που διαθέτει άδεια διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων.

Παρατίθεται εικόνα του αποστακτήρα.



Εικόνα 3.1: Αποστακτήρας διαλύτη

3.5 Υγρά προϊόντα ή πρώτες ύλες εκτός προδιαγραφών

Τα προϊόντα αυτά είναι ένα πολύ μικρό ποσοστό επί του συνόλου των λυμάτων. Δίνονται για καταστροφή στην εταιρεία Polyeco μαζί με τις λάσπες και τα σακιά φίλτρανσης από τους προηγούμενους καθαρισμούς, χωρίς να υποστούν κάποια επεξεργασία στο εργοστάσιο.

ΓΑΛΕΡΙΣΤΕΛΛΗΝΟ ΓΕΡΑΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

4.1 Γενικά για την συντήρηση μηχανολογικού εξοπλισμού

Η Συντήρηση είναι ένα σύνολο δραστηριοτήτων που προορίζονται να διατηρήσουν μια παραγωγική μονάδα σε λειτουργία ή να την επαναφέρουν σε ένα σύνολο συνθηκών όπου θα είναι ικανή να εκτελεί αυτή τη λειτουργία. Περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως ο έλεγχος, οι δοκιμές, οι μετρήσεις, οι αντικαταστάσεις, οι ρυθμίσεις εξαρτημάτων, οι επισκευές και σε μερικές περιπτώσεις κάποιες διοικητικές ενέργειες.

Ο εξοπλισμός μιας εγκατάστασης πρέπει να ελέγχεται και να καθαρίζεται τακτικά ώστε να εξασφαλίζεται η καλή λειτουργία του, ενώ σε ενδεχόμενο παρουσίασης βλάβης ή αστοχίας του εξοπλισμού θα πρέπει να επιδιορθώνεται ταχέως. Επιπλέον, η τήρηση σωστά ενημερωμένων αρχείων με τους ελέγχους, τις επισκευές, τους καθαρισμούς και τις αστοχίες του εξοπλισμού συμβάλλει στη μείωση της πιθανότητας μελλοντικής διακοπής της λειτουργίας του ή της έκλυσης επιβλαβών εκπομπών λόγω αστοχίας. Η σωστή συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού έχει θετικές επιδράσεις τόσο στο οικονομικό σκέλος (αφού προκύπτουν λιγότερες διακοπές στην παραγωγική διαδικασία), όσο και περιβαλλοντικά οφέλη σε όλες τις αποθηκευτικές και παραγωγικές δραστηριότητες, αλλά και στα βοηθητικά συστήματα (νερό και ενέργεια).

4.2 Μέθοδοι συντήρησης

Δύο θεωρούνταν οι κύριες μορφές συντήρησης στην Ελληνική βιομηχανία, αλλά και παγκοσμίως, η Επισκευαστική (Corrective Maintenance) και η Προγραμματισμένη – Προληπτική Συντήρηση (Preventing/Scheduled Maintenance). Σύμφωνα όμως με τις τελευταίες εξελίξεις στην διεθνή πρακτική, η Προληπτική συντήρηση μπορεί να χωριστεί σε τρεις επί μέρους μεθόδους συντήρησης. Έτσι, σύμφωνα με τα τωρινά αμερικάνικα πρότυπα, οι κατηγορίες συντήρησης είναι οι εξής (John Piotrowski, 2007):

- Επισκευαστική Συντήρηση (Corrective or Run to Failure Maintenance)
- Προληπτική Συντήρηση με Βάση τον Χρόνο (Preventing Time Based Maintenance)
- Προληπτική Συντήρηση με Βάση τις Συνθήκες (Preventing Condition Based Maintenance)
- Δυναμική Συντήρηση (Pro-Active Maintenance)

4.2.1 Επισκευαστική Συντήρηση

Η επισκευαστική συντήρηση ενεργοποιείται όταν κάποια μηχανή παρουσιάσει βλάβη. Η φιλοσοφία των υπέρμαχων της επισκευαστικής συντήρησης είναι να ασχοληθούν με μια μηχανή, μόνο εάν παρουσιάσει εμφανή προβλήματα λειτουργίας. Στην περίπτωση αυτή, οι υπεύθυνοι προσδιορίζουν την αιτία της αστοχίας, που συνήθως είναι εμφανής, και προχωρούν στην επισκευή ή αντικατάσταση του βιομηχανικού εξαρτήματος/εξοπλισμού. Το μεγαλύτερο μέρος του κεφαλαίου που προορίζεται για την συντήρηση ξοδεύεται στην αγορά ανταλλακτικών και στα έξοδα επισκευής. Ακόμα χρειάζεται μεγάλο απόθεμα ανταλλακτικών, για να αποφευχθούν διακοπές στην παραγωγική διαδικασία, ενώ απαιτείται περισσότερος χρόνος από την πλευρά του προσωπικού που μπορεί να καθυστερήσει άλλες σημαντικές ενέργειες. Η επισκευαστική συντήρηση μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά σε μηχανήματα δευτερευόντων διαδικασιών, που δεν επηρεάζουν την παραγωγή, και δεν λειτουργούν σε συνεχή βάση. Τα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων δεν είναι τέτοια, και μελέτες στις Η.Π.Α. έχουν δείξει πως το κόστος αντλιών σε επεξεργασία αποβλήτων που εφαρμόζεται μόνο επισκευαστική συντήρηση είναι 18\$ / HP κατά μέσο όρο. (John Piotrowski, 2007)

4.2.2 Προληπτική Συντήρηση με Βάση τον Χρόνο

Η προληπτική συντήρηση με βάση τον χρόνο παρεμβαίνει βάσει χρονοδιαγράμματος και διεξάγει ελέγχους στον βιομηχανικό εξοπλισμό. Σκοπός της είναι να διασφαλίσει την καλή λειτουργία και την αξιοπιστία του εξοπλισμού, ενώ βελτιώνει την παραγωγή γιατί προλαμβάνει τις έκτακτες βλάβες. Αυτή η φιλοσοφία αποτελείται από το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων συντήρησης σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα όπου επισκευάζεται ή αντικαθίσταται ο χαλασμένος εξοπλισμός προτού να εμφανιστούν προφανή προβλήματα. Εκτελεσμένη σωστά, οι μελέτες έχουν δείξει ότι το κόστος αντλιών σε επεξεργασία αποβλήτων είναι 13\$ / HP κατά μέσο όρο. Τα πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης είναι ότι λειτουργεί καλά για τον εξοπλισμό που δεν λειτουργεί συνεχώς και εφόσον το προσωπικό έχει αρκετούς γνώση, ικανότητα και χρόνο να εκτελέσει την προληπτική εργασία συντήρησης. Τα μειονεκτήματά της είναι ότι η σχεδιασμένη συντήρηση μπορεί να γίνει πάρα πολύ νωρίς ή πάρα πολύ αργά. Είναι πιθανό να εμφανιστεί πρόβλημα στην παραγωγή εξαιτίας περιττής συντήρησης. (John Piotrowski, 2007)

4.2.3 Προληπτική Συντήρηση με Βάση τις Συνθήκες

Σε αυτή την φιλοσοφία οι δραστηριότητες συντήρησης γίνονται μόνο εάν οι περιοδικοί έλεγχοι διαπιστώσουν ασυνήθιστες ενδείξεις όπως υπερβολική δόνηση, μεγάλη ή μικρή θερμοκρασία, έλλειψη λιπαντικού κ.τ.λ. Όταν η κατάσταση κριθεί επικίνδυνη διακόπτεται η παραγωγή και επισκευάζεται ο εξοπλισμός, για να

αποτραπεί μια δαπανηρότερη αποτυχία αργότερα. Μελέτες στις Η.Π.Α. έχουν δείξει ότι συγκεκριμένα για αντλίες η δαπάνη είναι περίπου 9\$ / HP το χρόνο. Τα πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης είναι πως, εάν το προσωπικό έχει αρκετές γνώσεις και χρόνο για ελέγχους, τα σημαντικότερα προβλήματα μπορεί να προβλεφθούν, και να υπάρχει και κάποια άνεση χρόνου για την παραλαβή των εξαρτημάτων και την ολοκλήρωση των επισκευών. Μειονέκτημα είναι πως είναι απαραίτητος κάποιος χρόνος για εξέταση των μηχανημάτων, που δεν υπάρχει σε εταιρείες με λίγο προσωπικό, καθώς και πείρα σε θέματα παρατηρήσεων από τους τεχνικούς. Παρ' όλα αυτά, θεωρείται η καλύτερη προσέγγιση στις περισσότερες των περιπτώσεων. (John Piotrowski, 2007)

4.2.4 Δυναμική Συντήρηση

Αυτή η φιλοσοφία χρησιμοποιεί όλες τις προληπτικές τεχνικές συντήρησης που αναφέρονται ανωτέρω σε συντονισμό με την ανάλυση αποτυχίας πρωταρχικής αιτίας, όχι μόνο για να ανιχνευθούν και να επισκευαστούν τα ακριβή προβλήματα που εμφανίζονται αλλά και για να επανασχεδιαστεί ή να τροποποιηθεί ο εξοπλισμός εκεί που προέκυψε η βλάβη ώστε στο μέλλον να αποφευχθούν παρόμοια προβλήματα. Μελέτες στις Η.Π.Α. έχουν δείξει ότι οι δαπάνες συντήρησης με αυτό τον τρόπο είναι περίπου 6\$ / HP το χρόνο για μεγάλες αντλιτικές μονάδες. Όμως η συγκεκριμένη πρακτική χρειάζεται πολύ εξειδικευμένους υπαλλήλους καθώς και Πληροφοριακά Συστήματα Συντήρησης, (John Piotrowski, 2007).

Ένα **Πληροφοριακό Πρόγραμμα Συντήρησης** λειτουργεί βασικά ως μια βάση δεδομένων, στην οποία ο μηχανικός καταγράφει τα μηχανήματα του εργοστασίου και τα δεδομένα τους, τις επεμβάσεις του σε αυτά, ζητήματα ανταλλακτικών και προμηθευτών καθώς και άλλα δεδομένα με σκοπό το πρόγραμμα, αναλύοντάς τα με βάση το ιστορικό και την στατιστική, να καταλήξει σε σημαντικές επισημάνσεις σχετικά με την μελλοντική πορεία των βλαβών. Αναλυτικότερα ένα πληροφοριακό σύστημα επεκτείνεται στους εξής τομείς της συντήρησης:

- Μητρώο Μηχανών

Εδώ καταγράφεται το σύνολο των μηχανημάτων μιας μονάδας δίνοντας την θέση, τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά και το ιστορικό τους, καθώς και την ανάλυσή τους σε εξαρτήματα και υποτμήματα.

- Προληπτική Συντήρηση

Εδώ ο μηχανικός καταγράφει το ιστορικό της προληπτικής συντήρησης σε κάθε μηχανήμα που τον ενδιαφέρει, και το λογισμικό τον ειδοποιεί για σειρά στοιχείων όπως: η περιοδικότητα των βλαβών κάθε μηχανήματος, ο προγραμματισμός των ανταλλακτικών, οι περιοδικοί έλεγχοι που πρέπει να γίνουν, η ρύθμιση παραμέτρων

των μηχανών που πιθανόν να έχουν απορρυθμιστεί, καθώς και το κόστος της προληπτικής συντήρησης.

- Διαχείριση Εργασιών Συντήρησης

Το πρόγραμμα συνήθως υποστηρίζει τόσο τις προγραμματισμένες εργασίες όσο και την επισκευαστική συντήρηση παρέχοντας πληροφορίες όπως: ορισμό προτεραιοτήτων εργασιών βάσει κριτηρίων που θέτει η παραγωγή και η τεχνική διεύθυνση, γραφική παρακολούθηση κατάστασης εργασιών και παρακολούθηση των εξωτερικών συνεργείων που συνεργάζονται με την εταιρία. Ακόμα παρέχει την δυνατότητα κοστολόγησης των εργασιών βάσει των χρεώσεων σε εργασία και υλικά και εντοπισμό των επαναλαμβανόμενων βλαβών.

- Ανταλλακτικά

Παρέχει γνώση του πότε, πως και πόσο χρησιμοποιήθηκε ένα ανταλλακτικό ή εργαλείο, δίνοντας πληροφορίες για την αναπλήρωση των αποθεμάτων και βελτιώνοντας το χρόνο και τις ποσότητες των παραγγελιών, ελαχιστοποιώντας τις ελλείψεις ή τα υπερβολικά αποθέματα ενός ανταλλακτικού. Ακόμα αξιολογεί τους προμηθευτές ως προς την ταχύτητα απόκρισης και την ποιότητα των υπηρεσιών τους και εκκινεί αυτόματες διαδικασίες αίτησης, προσφοράς, παραγγελίας και παραλαβής εργαλείων και ανταλλακτικών. Επιπρόσθετα έχει την δυνατότητα να καταχωρεί την θέση και τον κωδικό που είναι αποθηκευμένο κάθε ανταλλακτικό, ώστε να μην χάνεται χρόνος στην αναζήτησή του.

Η συγκεκριμένη μέθοδος συντήρησης δίνει θεαματικά αποτελέσματα σε βάθος χρόνου. Επειδή όμως το κόστος των προγραμμάτων είναι σχετικά μεγάλο, φτάνοντας την τάξη των αρκετών χιλιάδων ευρώ (για τα πιο συνηθισμένα παρόμοια συστήματα, προσαρμοσμένα στο μέγεθος των περισσότερων ελληνικών βιομηχανιών, η εγκατάσταση κυμαίνεται από 10.000€ έως 20.000€), οι περισσότερες εταιρίες είναι αρνητικές ως προς την εγκατάστασή τους. Έτσι η δυναμική συντήρηση θεωρείται κατάλληλη μόνο για εξαιρετικά μεγάλες εγκαταστάσεις. (John Piotrowski, 2007)

4.3 Συμπεράσματα των μεθόδων συντήρησης

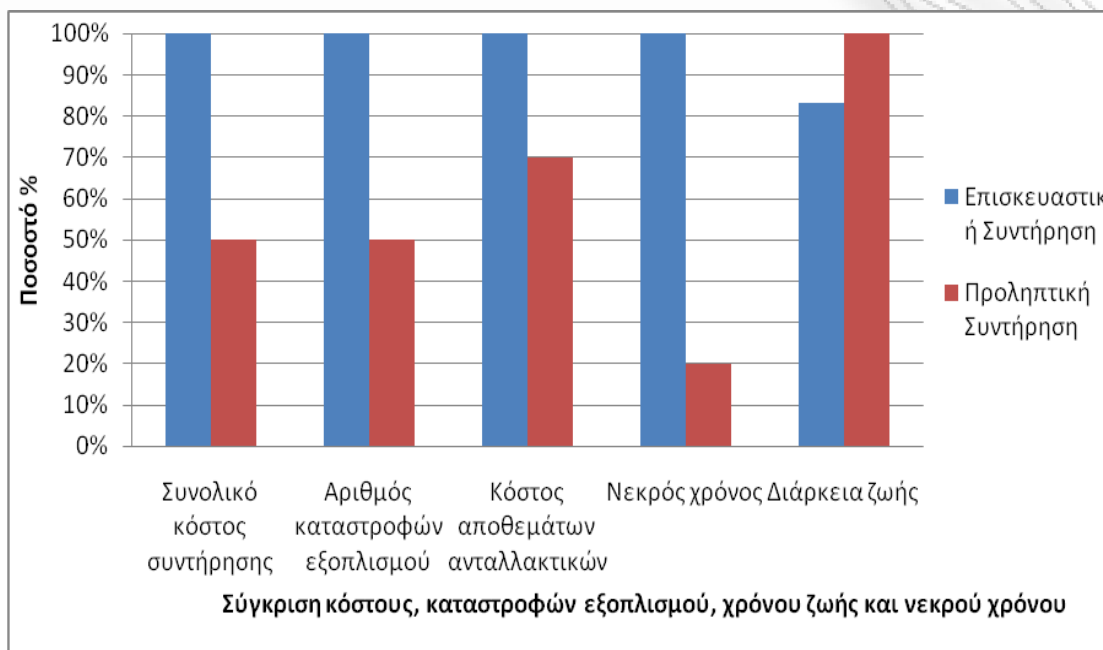
Η επισκευαστική συντήρηση είναι αναπόφευκτη σε πολλές περιπτώσεις, καθώς οι έκτακτες βλάβες μπορεί να περιορίζονται με την προληπτική συντήρηση, όμως δεν είναι δυνατόν να εξαλειφτούν. Η εφαρμογή της όμως χωρίς την παρουσία πρόληψης ενέχει τον κίνδυνο της αλματώδους εμφάνισης ξαφνικών αστοχιών στην παραγωγική διαδικασία, που έχουν ως επακόλουθο τα παρακάτω προβλήματα:

- Οι αστοχίες (βλάβες) είναι απρόβλεπτες με συνέπεια να υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστούν σε περίοδο αιχμής.
- Είναι πιθανόν μια αστοχία (βλάβη) να λειτουργήσει ως ντόμινο και να προκαλέσει αστοχίες και σε άλλες μηχανές.
- Η περίοδος επισκευής καθιστά ένα μέρος του εργατικού δυναμικού μη παραγωγικό και δύσκολα αξιοποιήσιμο.
- Η επισκευή ή η αντικατάσταση βιομηχανικού εξοπλισμού είναι δαπανηρή.
- Οι απρογραμματίστες διακοπές λειτουργίας λόγω βλάβης και οι απαραίτητες επισκευές ενδέχεται να διαρκέσουν μεγάλο χρονικό διάστημα,
- Η αποκατάσταση των βλαβών έχει υψηλό κόστος και αποκλείει τη δυνατότητα μέγιστης διαθεσιμότητας του εξοπλισμού.

Τα ανωτέρω προβλήματα απαλείφονται ή η επίδρασή τους ελαχιστοποιείται όταν σε μια επιχείρηση εφαρμόζεται αξιόπιστη προληπτική συντήρηση. Μετά από παρατηρήσεις σε σειρά εταιριών μπορούμε να πούμε πως η προληπτική συντήρηση έχει ως αποτελέσματα, (Χ. Σαρηγιαννίδης, 2006):

- Μείωση του κόστους συντήρησης έως και 50%
- Μείωση των καταστροφών εξοπλισμού έως και 50%
- Μείωση του αποθεμάτων ανταλλακτικών έως και 30%
- Μείωση νεκρού χρόνου ως 80 %
- Αύξηση της διάρκειας ζωής των μηχανημάτων ως 20%.

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία αυτά κατασκευάζουμε το κατώτερο συγκριτικό διάγραμμα για τα κόστη συντήρησης, αποθεμάτων ανταλλακτικών, καταστροφών εξοπλισμού, νεκρού χρόνου και διάρκειας ζωής της επισκευαστικής και της προληπτικής συντήρησης σαν ποσοστό %.



Διάγραμμα 4.1: Σύγκριση κόστους, καταστροφών, διάρκειας ζωής και νεκρού χρόνου επισκευαστικής και προληπτικής συντήρησης σε ποσοστά %.

Όσον αφορά τις περισσότερες βιομηχανικές μονάδες στην Ελλάδα, και ειδικά για τα συστήματα επεξεργασίας των αποβλήτων τους, η Προληπτική Συντήρηση με Βάση τις Συνθήκες (Preventing Condition Based Maintenance) είναι μάλλον η καλύτερη επιλογή.

4.4 Αντλίες

Στα περισσότερα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων, κυρίως όταν υπάρχει χημική επεξεργασία, και φυσικά στην περίπτωση της Χρωτέχ Α. Ε, το πιο κρίσιμο σημείο στον μηχανολογικό εξοπλισμό είναι οι αντλίες. Πιο συγκεκριμένα, η επιλογή κατάλληλων αντλιών και οι συντήρησή τους καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την εύρυθμη λειτουργία της επεξεργασίας, αλλά και σημαντικό μέρος του κόστους, καθώς οι αντλίες είναι τα πιο «ευαίσθητα» μέρη από μηχανολογικής άποψης.

4.4.1 Κριτήρια αποδοχής αντλιών για μεταφορά λυμάτων σύμφωνα με τις Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

- Ο προσκομιζόμενος κύριος και βοηθητικός εξοπλισμός (αντλίες, σωληνώσεις, σύνδεσμοι) πρέπει να είναι σε άριστη κατάσταση λειτουργίας, καινούριος ή πρόσφατα συντηρημένος.
- Ανάλογα με τον τύπο του αντλητικού συγκροτήματος θα παρέχεται η απαιτούμενη κινητήρια ισχύς, θα διατίθενται επί τόπου τα απαιτούμενα καύσιμα – λιπαντικά ή οι σωληνώσεις παροχής πεπιεσμένου αέρα και ο αντίστοιχος αεροσυμπιεστής, το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος κτλ.
- Οι βασικές παράμετροι για την επιλογή του κατάλληλου αντλητικού συγκροτήματος θα είναι:
 - Το καθαρό θετικό ύψος αναρρόφησης (NPSHA – Net Positive Suction Head Available).
 - Η απαιτούμενη ισχύς
 - Η καμπύλη μανομετρικού ύψους – παροχής.
 - Οι συνθήκες αναρρόφησης (καθοριστικές για τον τύπο του στομίου)
 - Το ιξώδες και η περιεκτικότητα σε στερεά των λυμάτων.
- Ο χειρισμός των αντλητικών συγκροτημάτων θα γίνεται από έμπειρο προσωπικό.
- Οι σωληνώσεις αναρρόφησης και απαγωγής θα στερεώνονται επαρκώς με σιδηροπασσάλους, σύρματα πρόσδεσης ή άλλα μέσα για την αποφυγή ταλαντώσεων κατά την εκκίνηση των αντλιών.
- Εφίσταται η προσοχή στον χειρισμό των γραμμών ηλεκτρικής παροχής των ηλεκτροκίνητων αντλητικών συγκροτημάτων και των αντίστοιχων πινάκων διανομής.
- Το προσωπικό που θα χειρίζεται τα αντλητικά συγκροτήματα θα είναι οπωσδήποτε εφοδιασμένο με μέσα ατομικής προστασίας.

Σχετικά πρότυπα:

EN 809: 1998 Αντλίες και αντλητικά συγκροτήματα για υγρά. Κοινές απαιτήσεις ασφάλειας.

EN 12162: 2001 Αντλίες υγρών. Απαιτήσεις Ασφάλειας. Διαδικασία υδροστατικής δοκιμής.

EN 23661: 1993 Φυγοκεντρικές αντλίες με απόληξη απορρόφησης. Βάση έδρασης και διαστάσεις εγκατάστασης.

EN ISO 5199Q 2002 Τεχνικές προδιαγραφές για φυγοκεντρικές αντλίες. Κατηγορία 2.

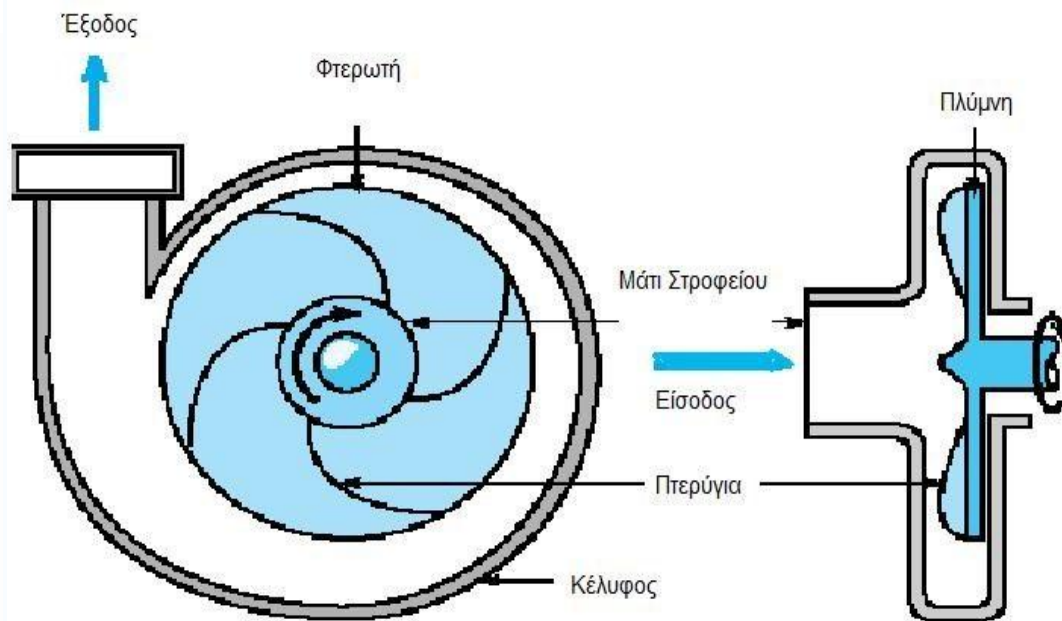
EN 60204- 1: 1997 Ασφάλεια μηχανών. Ηλεκτρικός εξοπλισμός μηχανών. Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις.

4.4.2 Επιλογή αντλίας

Το πλήθος των τύπων των αντλιών που υπάρχουν σήμερα προέκυψε από την ανάγκη για την ικανοποίηση διαφορετικών εφαρμογών αλλά και την ανάγκη των κατασκευαστών να διαφοροποιηθούν μεταξύ τους ώστε να είναι ανταγωνιστικοί. Η αντλίες όσον αφορά την αρχή λειτουργίας τους κατατάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τις **δυναμικές αντλίες**, και τις **αντλίες θετικής μετατόπισης**.

Οι **δυναμικές αντλίες** με την βοήθεια πτερυγίων αποδίδουν κινητική ενέργεια στο ρευστό περιστρέφοντάς το, και στην συνέχεια εξέρχεται από την αντλία έχοντας αυξήσει την στατική του πίεση. Ο κυριότερος τύπος δυναμικών αντλιών είναι οι **φυγοκεντρικές αντλίες** οι οποίες έχοντας γενικά καλή απόδοση, μεγάλο εύρος παροχών και μακρομετρικού και χαμηλό κόστος κτήσης και λειτουργίας είναι και ο πιο διαδεδομένος τύπος αντλιών. Οι φυγοκεντρικές αντλίες μπορεί να είναι αξονικές, ακτινικές ή μικτού τύπου. Επίσης διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τον αριθμό των διαδοχικών πτερωτών, τη μέθοδο στεγανοποίησης μεταξύ άξονα και κελύφους, και πολλά άλλα στοιχεία της κατασκευαστικής διαμόρφωσης.

Ένας άλλος τύπος δυναμικής αντλίας με ξεχωριστή αρχή λειτουργίας είναι η **δισκοαντλία** η οποία αντί για πτερύγια έχει έναν περιστρεφόμενο δίσκο από τον οποίο το ρευστό συμπαρασύρεται λόγω επιφανειακών τάσεων, επιταχύνεται και οδηγείται στη έξοδο της αντλίας έχοντας αυξήσει την ενέργεια του.

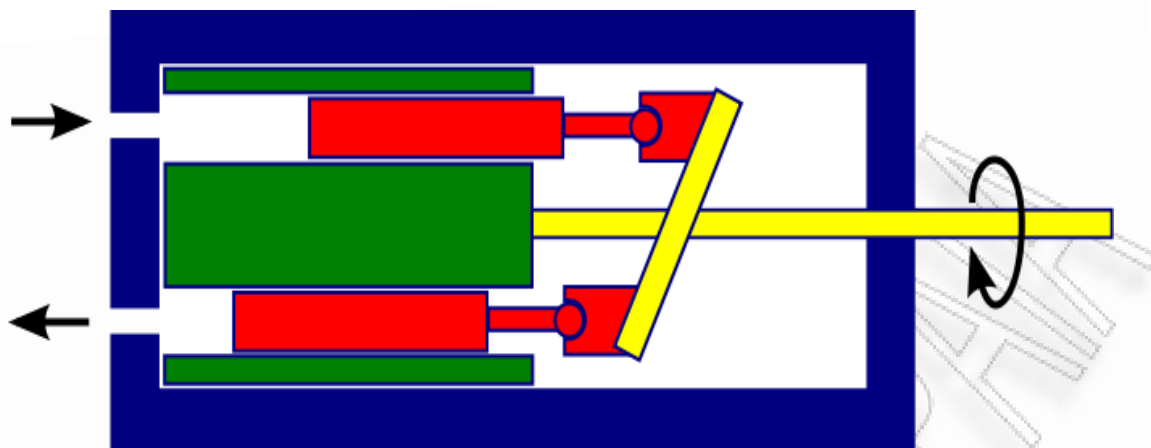


Σχήμα 4.1: Αναπαράσταση φυγοκεντρικής αντλίας

Οι αντλίες **θετικής μετατόπισης** εγκλωβίζουν το ρευστό που παραλαμβάνουν από την αναρρόφηση τις αντλίας μέσα σε ένα θάλαμο που δημιουργείται από τα κινούμενα μέρη τις αντλίας και το κέλυφος τις και το μετατοπίζουν στην κατάθλιψη τις. Χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τις **παλινδρομικές** και τις **περιστροφικές**.

Δύο είδη παλινδρομικών αντλιών υπάρχουν. Οι εμβολοφόρες και οι διαφραγματικές. Η λειτουργία τις στηρίζεται στην παλινδρόμηση του εμβόλου ή του διαφράγματος μέσα στον θάλαμο άντλησης και με δύο βαλβίδες, μία εισαγωγής και μια εξαγωγής να ελέγχουν την αναρρόφηση και την κατάθλιψη του ρευστού. Οι διαφραγματικές αντλίες ανάλογα με το μέσο που ενεργοποιεί το διάφραγμα κατατάσσονται σε μηχανικές, αεροκίνητες και υδραυλικές.

Οι κυριότεροι τύποι περιστροφικών αντλιών είναι οι γριναζωτές με εξωτερικά ή εσωτερικά γριναζία, οι λοβωτές, οι αντλίες με περιφερειακά έμβολα που είναι παρόμοιες με τις λοβωτές, οι κοχλιωτές, οι προοδευτικής κοιλότητας ή έκκεντρου ελικοειδούς ρότορα ή πιο γνωστά **MONO**, οι εύκαμπτου πτερυγίου, οι περισταλτικές και οι αντλίες με σύρτες.



Σχήμα 4.2: Αναπαράσταση εμβολοφόρου παλινδρομικής αντλίας

Η επιλογή της αντλίας γίνεται με βάση το διακινούμενο ρευστό, τις υδραυλικές απαιτήσεις της εγκατάστασης, την κατασκευή και την χρήση της αντλίας. Προκειμένου να γίνει σωστή επιλογή χρειάζεται αναλυτική περιγραφή του διακινούμενου ρευστού αναφέροντας τον χημικό του τύπο και αν πρόκειται για μίγμα ρευστών και την κατ' όγκο σύσταση του καθώς επίσης και το ΡΗ του.

Ένα κριτήριο που σχετίζεται με την χημική σύσταση του ρευστού είναι οι μηχανικές φθορές που αυτό μπορεί να προκαλέσει στις αντλίες λόγω σωματιδίων στην σύνθεση του. Παράδειγμα η παρουσία οξειδίου του τιτανίου στα χρώματα. Τότε επιλέγεται αντλία με υλικά που έχουν μεγάλη επιφανειακή σκληρότητα, μειώνεται η ταχύτητα της και για την στεγάνωση της αντλίας επιλέγονται πιο εξειδικευμένες λύσεις όπως οι μηχανικοί στυπιοθλίπτες που θα αναλυθούν παρακάτω.

Το ιξώδες είναι ο επόμενος παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή της αντλίας. Οι δυναμικές αντλίες με εξαίρεση την δισκοαντλία δεν μπορούν να χειριστούν ρευστά με μεγάλο ιξώδες έχοντας πρακτικά ένα πάνω όριο της τάξης των 500cSt. Αντίθετα αρκετές από τις αντλίες θετικής εκτόπισης μπορούν να χειριστούν ιξώδες έως 1.000.000cSt αρκεί βέβαια το ρευστό να μπορεί να μπει μέσα στην αντλία.

Η θερμοκρασία του ρευστού επηρεάζει τα υλικά κατασκευής της αντλίας και τις ανοχές με τις οποίες κατασκευάζεται. Θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 100°C απορρίπτουν αντλίες με μέρη ελαστομερή όπως είναι οι διαφραγματικές, οι περισταλτικές και οι εύκαμπτου περυγίου. Για ακόμα μεγαλύτερες θερμοκρασίες απαιτείται ειδική κατασκευή των εδράνων και των στυπιοθλιπτών των υπολοίπων μεταλλικών αντλιών.

Η πυκνότητα, η συγκέντρωση στερεών, το μέγιστο μέγεθος των στερεών και το αν αυτά είναι συμπίεσιμα είναι άλλες παράμετροι των χαρακτηριστικών του ρευστού που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Εκτός από τις γραναζωτές και τις κοχλιωτές αντλίες οι υπόλοιπες αντλίες θετικής μετατόπισης και οι φυγοκεντρικές αντλίες με περωτές ανοικτού τύπου μπορούν να χειριστούν ρευστά με συγκέντρωση στερεών.

Στο σύστημα επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων της Χρωτέχ Α. Ε. για τις μεταφορές υγρών από το υπόγειο φρεάτιο στην δεξαμενή αποθήκευσης με σχάρα συγκράτησης στερεών, καθώς και στην συνέχεια από εκεί στην δεξαμενή συγκέντρωσης ακαθάρτων, έχουν επιλεγεί **φυγοκεντρικές αντλίες**. Η επιλογή έγινε γιατί οι φυγοκεντρικές αντλίες είναι οι φτηνότερες, με πολύ μεγάλο χρόνο ζωής, είναι κατάλληλες για μεταφορά υγρών με διαλυμένα στερεά, ενώ το ιξώδες των λυμάτων δεν είναι απαγορευτικό.

Όμως για τις μεταφορές υγρών από την δεξαμενή συγκέντρωσης ακαθάρτων προς το δοχείο επεξεργασίας, κατόπιν του επεξεργασμένου νερού από εκεί στην δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένου, καθώς και για την μεταφορά της λάσπης από το δοχείο επεξεργασίας στο δοχείο πάχυνσης, έχει επιλεγεί η **περιστροφική αντλία μετατόπισης τύπου ΜΟΝΟ**.

Η επιλογή της έγινε γιατί είναι κατάλληλη για μεταφορά ποσότητας υγρών με μεγάλη πυκνότητα, όπως είναι τα λύματα του εργοστασίου, αλλά και γιατί δεν καταστρέφει τα συσσωματώματα που έχουν δημιουργηθεί από τις διαδικασίες της κροκκίδωσης, που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αυτό συμβαίνει γιατί έχει ήπια μηχανική επίδραση στο υγρό, αντίθετα με τις δυναμικές αντλίες που του προσδίδουν κινητική ενέργεια. Με την χρησιμοποίηση μιας φτηνής φυγοκεντρικής αντλίας η διαδικασία επεξεργασίας των αποβλήτων δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί.

4.4.3 Στεγανοποίηση αντλιών

Η στεγανοποίηση των αντλιών είναι επίσης κρίσιμο σημείο για την επιλογή τους όταν καλούνται να διακινήσουν εύφλεκτα, τοξικά ή άλλα επικίνδυνα για την δημόσια υγεία ρευστά. Αν εξαιρέσουμε τις διαφραγματικές και περισταλτικές αντλίες οι οποίες είναι αντλίες ολικής στεγάνωσης (seal-less) οι υπόλοιπες αντλίες απαιτούν **σαλαμάστρα** (τσιμούχα) ή **μηχανικό στυπιοθλίπτη** για την στεγανοποίηση του άξονα τους. Η σαλαμάστρα είναι η συνήθης οικονομική λύση που χρησιμοποιείται περισσότερο αλλά δεν προσφέρει πλήρη στεγανοποίηση αφού απαιτεί μια μικρή διαρροή από το διακινούμενο ρευστό για την λίπανση της. Αντίθετα ο μηχανικός στυπιοθλίπτης στεγανοποιεί πλήρως την αντλία αλλά σε περίπτωση αστοχίας έχουμε μεγάλη διαρροή και απαιτείται η άμεση αντικατάσταση του. Ολική στεγανοποίηση επιτυγχάνεται σε αντλίες πέραν των διαφραγματικών και των περισταλτικών με την τεχνική της μαγνητικής σύζευξης (magnetic coupling) του άξονα της αντλίας με τον άξονα του κινητήρα και της τεχνικής του εγκιβωτισμένου ηλεκτροκινητήρα (canned motor). Στην πρώτη περίπτωση ένας φυσικός μαγνήτης που παίρνει κίνηση από τον κινητήρα περιστρέφεται και μεταδίδει μέσω μαγνητικού φορτίου την κίνηση σε ένα δεύτερο φυσικό μαγνήτη που συνδέεται με τον άξονα της αντλίας και ο οποίος είναι κλεισμένος μέσα σε ένα κάνιστρο που δεν επιτρέπει διαρροή ρευστού στο περιβάλλον. Αντίστοιχη τεχνική εφαρμόζεται στις αντλίες εγκιβωτισμένου

ηλεκτροκινητήρα μόνο που εδώ τον ρόλο των φυσικών μαγνητών το αναλαμβάνουν ο ρότορας και ο στάτορας του ηλεκτροκινητήρα.

Στην περίπτωση των αντλιών της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, είναι απαραίτητο να αποφευχθεί κάθε διαρροή, γιατί τα υγρά περιέχουν στερεά σωματίδια που εάν μπουν μεταξύ του άξονα και του κελύφους της αντλίας ασκούν μεγάλες πιέσεις με αποτέλεσμα την καταστροφή της αντλίας. Έτσι επιλέγονται οι **μηχανικοί στυπιοθλίπτες**.

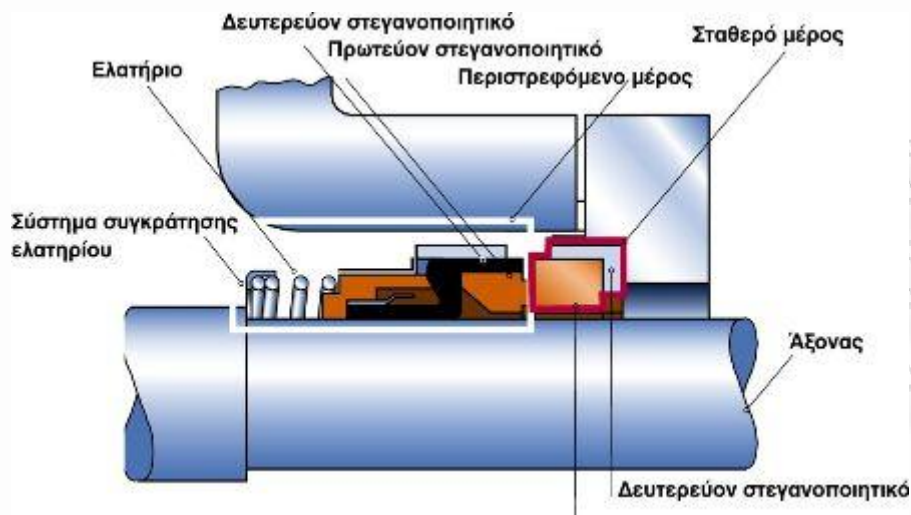
Οι μηχανικοί στυπιοθλίπτες άξονα προσφέρουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα, (σύγχρονη τεχνική επιθεώρηση, Φεβρουάριος 2008):

- Παραμένουν στεγανοί κατά τις μικρότερες μετατοπίσεις και κραδασμούς του άξονα.
- Δεν χρειάζονται καμία ρύθμιση.
- Οι επιφάνειες της στεγανοποίησης δίνουν ένα πολύ μικρό ποσοστό τριβής, ελαχιστοποιώντας έτσι την απώλεια ισχύος.
- Ο άξονας δεν τρίβεται σε κανένα εξάρτημα του στεγανοποιητικού και κατά συνέπεια δεν καταστρέφεται λόγω φθοράς (μειωμένο κόστος επισκευής).

Ο μηχανικός στυπιοθλίπτης άξονα είναι κατασκευασμένος από δύο κύρια μέρη: ένα περιστρεφόμενο μέρος και ένα σταθερό μέρος και αποτελείται από τα εξαρτήματα που αναφέρονται στον Πίνακα 4.1.

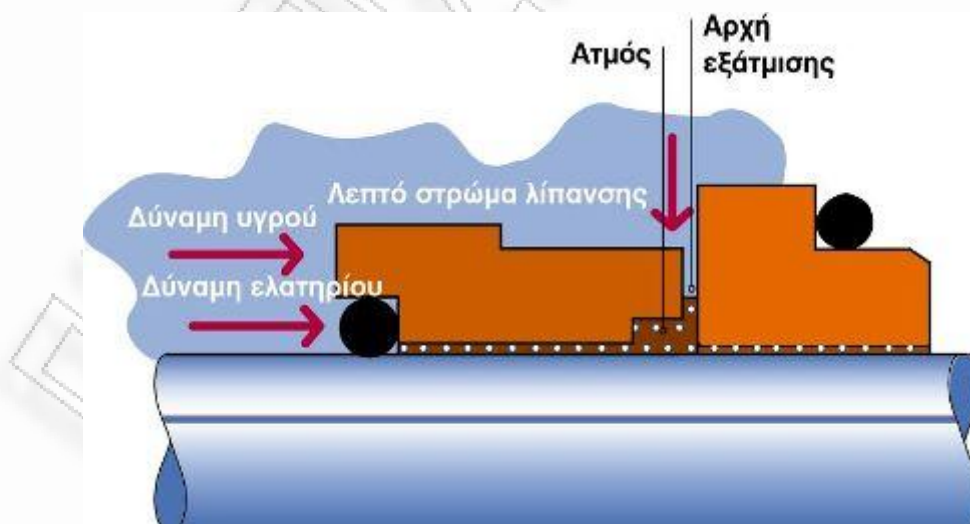
Πίνακας 4.1: Εξαρτήματα μηχανικού στυπιοθλίπτη, (σύγχρονη τεχνική επιθεώρηση, Φεβρουάριος 2008)

Μηχανικός στυπιοθλίπτης άξονα	Εξαρτήματα
Περιστρεφόμενο μέρος	Επιφάνεια στεγανοποιητικού (πρωτεύον στεγανοποιητικό)
	Δευτερεύον στεγανοποιητικό
	Ελατήριο
Σταθερό μέρος	Σύστημα συγκράτησης ελατηρίου (μετάδοση ροπής)
	Έδρα (επιφάνειες στεγανοποιητικού, πρωτεύον στεγανοποιητικό)
	Σταθερό στεγανοποιητικό (δευτερεύον στεγανοποιητικό)



Σχήμα 4.3: Κύρια εξαρτήματα του μηχανικού στυπιοθλίπτη άξονα, (σύγχρονη τεχνική επιθεώρηση, Φεβρουάριος 2008)

Το σταθερό μέρος του στεγανοποιητικού είναι στερεωμένο στο κέλυφος της αντλίας. Το περιστρεφόμενο μέρος του στεγανοποιητικού είναι στερεωμένο στον άξονα της αντλίας και περιστρέφεται όταν η αντλία λειτουργεί. Οι δύο πρωτεύουσες επιφάνειες του στεγανοποιητικού ωθούνται η μία προς την άλλη από το ελατήριο και την πίεση του υγρού. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας παράγεται ένα λεπτό στρώμα υγρού στο στενό διάκενο μεταξύ των δύο επιφανειών του στεγανοποιητικού. Το στρώμα αυτό εξατμίζεται πριν μπει στην ατμόσφαιρα, καθιστώντας το μηχανικό στυπιοθλίπτη άξονα υδατοστεγή.



Σχήμα 4.4: Μηχανικός στυπιοθλίπτης άξονα σε λειτουργία, (σύγχρονη τεχνική επιθεώρηση, Φεβρουάριος 2008)

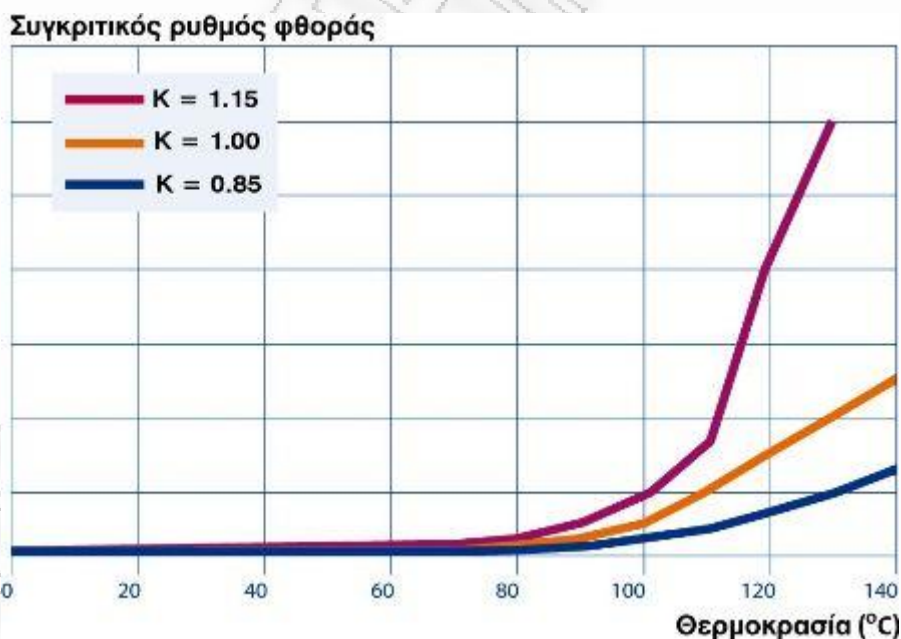
Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, το υγρό δημιουργεί ένα λεπτό στρώμα λίπανσης μεταξύ των προσόψεων του στεγανοποιητικού. Αυτό το λεπτό στρώμα λίπανσης αποτελείται από ένα υδροστατικό και ένα υδροδυναμικό στρώμα.

- Το υδροστατικό στοιχείο παράγεται από το αντλούμενο υγρό, το οποίο οδηγείται υποχρεωτικά στο διάκενο μεταξύ των πλευρών του στεγανοποιητικού.
- Το υδροδυναμικό λεπτό στρώμα λίπανσης δημιουργείται από την πίεση που παράγεται από την περιστροφή του άξονα.

Το πάχος του στρώματος λίπανσης εξαρτάται από την ταχύτητα της αντλίας, τη θερμοκρασία υγρού, το ιξώδες του υγρού και τις αξονικές δυνάμεις του μηχανικού στυπιοθλίπτη άξονα. Το υγρό αλλάζει συνέχεια στο διάκενο στεγανοποίησης λόγω της εξάτμισης του υγρού στην ατμόσφαιρα και της κυκλικής κίνησης του υγρού.

4.4.4 Ρυθμός φθοράς στυπιοθλίπτη

Σύμφωνα με μελέτες, ο ρυθμός φθοράς ενός στυπιοθλίπτη, εφόσον έχει τοποθετηθεί σωστά, είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας και του λόγου ισοστάθμισης.



Διάγραμμα 4.2: Ρυθμός φθοράς στυπιοθλίπτη (σύγχρονη τεχνική επιθεώρηση, Φεβρουάριος 2008)

Ο λόγος ισοστάθμισης (K) του μηχανικού στυπιοθλίπτη άξονα ορίζεται ως ο λόγος μεταξύ του εμβαδού (A) και του εμβαδού (B): $K = A/B$

Όπου

K = Λόγος ισοστάθμισης

A = Εμβαδόν που εκτίθεται σε υδραυλική πίεση

B = Εμβαδόν επαφής των επιφανειών στεγανοποιητικού

Για χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, οι στυπιοθλίπτες άξονα λειτουργούν άψογα για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

4.4.5 Δοσομετρικές αντλίες

Τα δοσομετρικά συστήματα είναι συστήματα μεταφοράς ρευστών ή στερεών μέσω μέσα σε συγκεκριμένους διαλύτες, με συγκεκριμένη παροχή ώστε να επιτυγχάνεται μια επιθυμητή περιεκτικότητα του πρόσθετου στο διάλυμα. Το βασικό στοιχείο ενός δοσομετρικού συστήματος είναι η δοσομετρική αντλία, η οποία καθορίζει με πολύ μεγάλη ακρίβεια το «ρυθμό» της δοσομέτρησης. Μια δοσομετρική αντλία έχει τη δυνατότητα να δίνει μια παροχή πολύ μεγάλης ακρίβειας για μια γκάμα πολύ μικρών παροχών. Για να το επιτύχει αυτό πρέπει να έχει έναν κατάλληλο σχεδιασμό ώστε να μπορεί να καταθλίβει συγκεκριμένο όγκο προσθέτου στη μονάδα του χρόνου και για το λόγο αυτό οι δοσομετρικές αντλίες είναι πάντα αντλίες θετικού εκτοπίσματος.

Μ' αυτήν την έννοια οι δοσομετρικές αντλίες μπορούν να είναι είτε παλινδρομικές είτε περιστροφικές. Οι περιστροφικές δοσομετρικές αντλίες έχουν κυρίως εφαρμογή σε πιο ειδικές συνθήκες και σε δύσκολα προς διαχείριση υγρά (π.χ. βαριά, παχύρρευστα με μεγάλο ιξώδες). Οι δοσομετρικές αντλίες στην πλειοψηφία τους είναι αντλίες παλινδρομικού τύπου. Οι δοσομετρικές αντλίες αξιοποιούν τη βασική αρχή λειτουργίας των παλινδρομικών αντλιών δηλαδή τη μεταβολή του όγκου ενός θαλάμου μέσα στον οποίο εισάγεται και εκδιώκεται το υγρό.

Για να επιτευχθεί μια σωστή δοσομέτρηση, ή έστω μια αυστηρά ελεγχόμενη πολύ μικρή παροχή δεν απαιτείται μόνο μια δοσομετρική αντλία. Η παλινδρομική δοσομετρική αντλία είναι ενταγμένη σε ένα ευρύτερο δοσομετρικό σύστημα που αποτελείται από ένα τυποποιημένο σύνολο εξοπλισμού, κάθε μέρος του οποίου έχει τη ξεχωριστή του χρησιμότητα. Ένα μοντέλο τέτοιου συστήματος περιλαμβάνει με τη σειρά από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη τα εξής μέρη (Μαλιώτης Γιώργος, 2010):

- Μια βαλβίδα, η οποία θα απομονώνει το όλο σύστημα από τη γραμμή αναρρόφησης του προσθέτου, όταν χρειάζεται καλιμπράρισμα η αντλία.
- Ένα δοχείο καλιμπράρισματος με κλίμακα βαθμονόμησης.

- Μια συρταρωτή βαλβίδα η οποία απομονώνει την αντλητική διάταξη από τη διάταξη βαθμονόμησης κατά τη φάση της βαθμονόμησης, αλλά και συνολικά από τη σωλήνωση αναρρόφησης του πρόσθετου, κυρίως όταν χρειάζεται να γίνεται συντήρηση του συστήματος.
- Ένα φίλτρο y-strainer καταλλήλου διαμετρήματος κάθε φορά το οποίο θα φέρει και μια βάνα αποστράγγισης τύπου μπίλιας.
- Την δοσομετρική παλινδρομική αντλία μαζί με τον αντίστοιχο ηλεκτροκινητήρα.
- Την ασφαλιστική βαλβίδα η οποία θα προστατεύει την αντλητική διάταξη από οποιαδήποτε υπερπίεση που μπορεί να προκύψει από κάποιο σφάλμα στη γραμμή κατάθλιψης και η οποία μπορεί κάλλιστα να είναι καταστροφική. Συνήθως το ασφαλιστικό ρυθμίζεται να ανοίγει σε πίεση 20% μεγαλύτερη της πίεσης κατάθλιψης.
- Έναν αποσβεστήρα κραδασμών
- Μια αντεπίστροφη βαλβίδα η οποία εμποδίζει το πρόσθετο να επιστρέψει πίσω προς την κατάθλιψη της αντλίας.
- Ένα μανόμετρο που τοποθετείται σε κλάδο κατακόρυφο στη γραμμή της αντλίας.

Στην επεξεργασία υδατικών αποβλήτων της Χρωτέχ Α.Ε. χρησιμοποιούνται **τρεις μικρές δοσομετρικές αντλίες**, ισχύος **0,5 KW** η κάθε μια, για την τροφοδοσία του κροκκιδωτικού, της καυστικής σόδας και του τριχλωριούχου σιδήρου στο δοχείο επεξεργασίας αποβλήτων.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των παλινδρομικών αντλιών που προκύπτει από την αρχή λειτουργίας τους είναι ο ιδιαίτερα μεγάλος κίνδυνος που διατρέχουν αν στην γραμμή κατάθλιψης εμφανιστεί κάποιο εμπόδιο που θα στραγγαλίσει τη ροή. Επειδή λόγω του τρόπου λειτουργίας τους πρέπει να εκδιώξουν όλο το υγρό που αναρροφούν κάθε τέτοιος στραγγαλισμός μπορεί να προκαλέσει μεγάλη ζημιά στις παλινδρομικές αντλίες, πολύ μεγαλύτερη από ότι σε έναν άλλο τύπο αντλιών. Γι' αυτό στις αντλίες αυτές είναι κρίσιμη η τοποθέτηση ασφαλιστικής βαλβίδας στην γραμμή κατάθλιψης, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η οποία και θα συνδέεται με την αναρρόφηση της αντλίας (Μαλιώτης Γιώργος, 2010).

Στην περίπτωση της **δοσομετρικής αντλίας για την τροφοδοσία της καυστικής σόδας**, λαμβάνεται και ένα ακόμα προληπτικό μέτρο. Τον χειμώνα σταματάει η λειτουργία της δοσομετρικής αντλίας και **η σόδα προστίθεται χειροκίνητα**. Αυτό συμβαίνει γιατί η καυστική σόδα παγώνει στους 8 °C, οπότε υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί η αντλία στην προσπάθεια αναρρόφησης, ή από την διαστολή.

Σημειώνεται ότι ένα δοσομετρικό σύστημα συνιστά μια ολοκληρωμένη εγκατάσταση η οποία περιλαμβάνει και το δικό της κεντρικό σύστημα ελέγχου. Έτσι λοιπόν η λειτουργία του ελέγχεται από υπολογιστή με την αντίστοιχη οθόνη, όπου καθορίζεται

και η εκάστοτε δοσομέτρηση. Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιείται **PLC της εταιρείας Siemens**.

4.4.6 Ανάλυση κόστους αντλιών

Το συνολικό κόστος μιας αντλίας (κόστος σε όλη την διάρκεια της ζωής της) μπορεί να διαιρεθεί σε τρία βασικά μέρη: Το κόστος αγοράς, το κόστος συντήρησης και το κόστος λειτουργίας. Το κόστος αγοράς είναι κατά περίπτωση το 5-20% του συνολικού κόστους (εξαρτώμενο από το μέγεθος της αντλίας και τις ώρες λειτουργίας). Το μεγαλύτερο κομμάτι του κόστους είναι το κόστος λειτουργίας (κόστος ενέργειας). Η σωστή συντήρηση της αντλίας αποτελεί τον μοναδικό ίσως τρόπο για την ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας και άρα του συνολικού κόστους για την δεδομένη αντλία και τις δεδομένες παραμέτρους λειτουργίας του αντλιοστασίου. (δελτίο πανελλήνιου συλλόγου διπλωματούχων μηχανολόγων ηλεκτρολόγων μηχανικών, 2007). Με βάση τα στοιχεία του συλλόγου διπλωματούχων μηχανολόγων ηλεκτρολόγων μηχανικών, η ανάλυση του συνολικού κόστους μιας αντλίας ελληνικής επιχείρησης παρουσιάζεται στο επόμενο διάγραμμα:



Διάγραμμα 4.3: Ανάλυση κόστους αντλίας, (δελτίο πανελλήνιου συλλόγου διπλωματούχων μηχανολόγων ηλεκτρολόγων μηχανικών, 2007)

Η εξέταση των αρχείων επισκευής αντλιών και του Χρόνου Μεταξύ Αποτυχιών (MTBF, mean time between failures στην αγγλική ορολογία) είναι μεγάλου ενδιαφέροντος προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για την ανάγκη προληπτικής συντήρησης και του βαθμού που πρέπει να γίνει. Υπάρχουν πολλές αναφορές στην αμερικάνικη κυρίως βιβλιογραφία στο μέσο κόστος επισκευής αντλιών: \$10.287 το 1984 και \$12.000 το 2008 (Bloch, Heinz P., Pump Statistics Should Shape Strategies, Maintenance Technology Strategy Magazine, October 2008) . Πιστεύεται ότι αυτό δείχνει, σε γενικές γραμμές, μια μείωση δαπανών επισκευής, επειδή ένα δολάριο του 2008 έχει αρκετά λιγότερη αξία από το δολάριο του 1984. Μπορεί η προληπτική συντήρηση, που εφαρμόζεται όλο και περισσότερο, να έχει οδηγήσει σε αυτή την μείωση. Όσο αφορά την Ελλάδα το κόστος επισκευής μιας αντλίας ανέρχεται από 1000 € έως 12.000 €, ανάλογα με το μέγεθός της. Στο κόστος αυτό δεν περιλαμβάνεται το κόστος από ενδεχόμενη παύση της παραγωγικής διαδικασίας.

Το 2005, ο Gordon Buck, αρχιμηχανικός της εταιρείας John Crane στο Λος Άντζελες, εξέτασε τα αρχεία επισκευής για διάφορα διυλιστήρια και εργοστάσια χημικής βιομηχανίας για να λάβει στοιχεία αξιοπιστίας για τις φυγοκεντρικές αντλίες. Όσον αφορά τις χημικές βιομηχανίες και τις αντλίες στα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων τους, η πλήρης στεγανοποίηση ήταν απαραίτητη. Χωρίς αυτήν η διάρκεια ζωής των αντλιών έφτανε το 50 - 60% των αντλιών των άλλων εργοστασίων.

Η απρογραμμάτιστη συντήρηση είναι συχνά μια από τις σημαντικότερες δαπάνες, και οι αστοχίες στην στεγανοποίηση και των ρουλεμάν είναι μεταξύ των σημαντικότερων αιτιών. Τα τελευταία χρόνια, τα βελτιωμένα σχέδια αντλιών και η καλύτερη συντήρηση έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση του MTBF. Στη δεκαετία του '70 και στις αρχές δεκαετίας του '80 ο MTBF στις αντλίες έφτανε συχνά τους 12 μήνες. (Bloch, Heinz P., Pump Statistics Should Shape Strategies, Maintenance Technology Strategy Magazine, October 2008) Σήμερα, οι περισσότερες εγκαταστάσεις, τουλάχιστον στις Η.Π.Α, έχουν τα μεγέθη που φαίνονται στους επόμενους πίνακες:

Πίνακας 4.2: Χρόνος μεταξύ αποτυχιών στις διατάξεις στεγανοποίησης αντλιών στις Η.Π.Α. ανάλογα με την συντήρηση (Bloch and Budris, 2006)

Άριστη	> 90 μήνες
Συστηματική	70 - 90 μήνες
Μέτρια	70 μήνες
Ευκαιριακή	60 - 70 μήνες
Έλλειψη συντήρησης	< 60 μήνες

Πίνακας 4.3: Χρόνος μεταξύ βλαβών στις αντλίες και τα βασικά εξαρτήματά τους στις Η.Π.Α. ανάλογα με την συντήρηση (Bloch and Budris, 2006)			
	Συντήρηση	Διωλιστήρια	Χημικές Βιομηχανίες
Διατάξεις στεγανοποίησης	Άριστη	> 90 μήνες	55 - 60 μήνες
	Συστηματική	70 - 90 μήνες	45 - 50 μήνες
Κινητήρες	Άριστη	200 μήνες	120 - 140 μήνες
	Συστηματική	140 - 160 μήνες	80 - 100 μήνες
Ρουλεμάν	Άριστη	120 μήνες	110 μήνες
	Συστηματική	80 μήνες	60 μήνες
Αντλίες	Άριστη	90 - 120 μήνες	60 - 90 μήνες
	Συστηματική	70 - 90 μήνες	40 - 50 μήνες

Σαν παράδειγμα εάν ο MTBF μιας αντλίας είναι 12 μήνες και μπορεί να επεκταθεί σε 18 μήνες, ενώ το κόστος επισκευής της είναι 5000 €, οδηγεί σε μια αποφυγή δαπανών 2.500 € / έτος.

4.5 Συντήρηση αντλιών

Οι βλάβες στις αντλίες μπορούν να αποδοθούν κυρίως στα εξής σημεία (William Mc Nally, 2009):

- Αντλίες που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις από πλευράς απόδοσης
- Λάθος υπολογισμός διαστάσεων
- Έλλειψη προληπτικής συντήρησης
- Προσωπικό χωρίς επαρκή εκπαίδευση στην συντήρηση
- Φτηνά υλικά
- Προβλήματα στην λίπανση
- Προβλήματα στην στεγανοποίηση
- Προβλήματα στην ευθυγράμμιση και τις βάσεις
- Έλλειψη εγχειρίδια και σχέδια

Μια συχνή επιθεώρηση των επιμέρους μερών της αντλίας είναι η πιο απλή μέθοδος προληπτικής συντήρησης μέσα από την οποία μπορούν να ανιχνευθούν πολλές μηχανικές βλάβες πριν αχρηστεύσουν την αντλία. Στην επιθεώρηση θα προκαλέσουν ανησυχία εάν παρατηρηθούν τα ακόλουθα σημάδια (William Mc Nally, 2009):

- Υψηλή θερμοκρασία
- Ασυνήθιστες δονήσεις
- Ασυνήθιστος θόρυβος
- Διαρροές
- Ίχνη διάβρωσης.
- Αποχρωματισμός
- Στοιχεία έντονης τριβής
- Αβαρίες στον εξοπλισμό
- Απόφραξη
- Παρουσία ξένων αντικειμένων
- Κομμάτια που λείπουν

Σαν γενική κατεύθυνση, είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται μηνιαίος έλεγχος στα εξής χαρακτηριστικά της αντλίας (Bloch, Heinz P., and Allan R. Budris, 2006):

- Ταχύτητα ροής
- Ισχύς
- Θόρυβος στο περίβλημα της αντλίας
- Κατάσταση στεγανοποιητικών (τσιμούχες, στυπιοθλίπτες και O-rings)
- Διαρροές στον άξονα της αντλίας
- Επίπεδο λαδιού στον κινητήρα
- Κατάσταση αναφλεκτήρων (μπουζί) στον κινητήρα
- Κατάσταση φίλτρων αέρα στον κινητήρα
- Ασυνήθιστος θόρυβος μηχανής
- Κανονικές στροφές μηχανής
- Ρύθμιση εξαερωτήρων μηχανής

Επίσης κάθε έξι μήνες προτείνεται έλεγχος για:

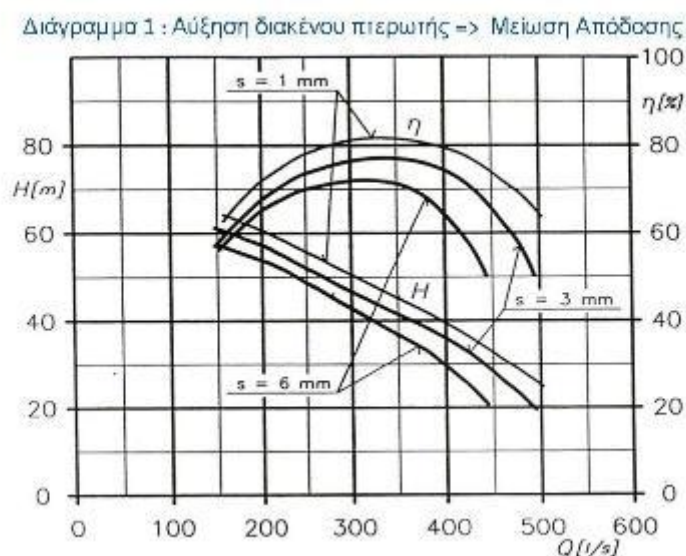
- Διάβρωση στροφείου
- Έλεγχος του διακένου της περωτής
- Διάβρωση στεγανοποιητικών
- Διάβρωση σωληνώσεων

Αυτά τα γενικά βήματα, μαζί με τις περισσότερο εξειδικευμένες οδηγίες του κατασκευαστή της αντλίας, αλλά και την πείρα των τεχνικών, μπορούν να μειώσουν το λειτουργικό κόστος και το κόστος επισκευών κατά μεγάλο βαθμό.

4.5.1 Το πρόβλημα του διακένου της περωτής

Ως **διάκενο της περωτής** ορίζεται η απόσταση ανάμεσα στο κάτω 'χείλος' της περωτής (περιοχή αναρρόφησης) και του 'σαλίγκαρου' της αντλίας στην αντίστοιχη περιοχή. Το άνοιγμα του διακένου μιας καινούριας αντλίας είναι περί τα 0.7-1mm. Τα

στερεά υλικά όμως που συναντώνται στα λύματα προκαλούν κατά την λειτουργία φθορές στο κάτω χείλος της πτερωτής εξαιτίας της ‘διαφορικής πίεσης’ μεταξύ των δύο πλευρών του διακένου με αποτέλεσμα αυτό να μεγαλώνει, να δημιουργούνται εσωτερικές ανακυκλοφορίες και να μειώνεται η απόδοση της αντλίας (ενημερωτικό φυλλάδιο grundfos, 2009).



Διάγραμμα 4.4 (ενημερωτικό φυλλάδιο grundfos, 2009)

Στο Διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή (πτώση) των λειτουργικών χαρακτηριστικών μιας αντλίας λυμάτων με πτερωτή κλειστού τύπου σαν συνέπεια της αύξησης του διακένου. Η τιμή $s=1\text{mm}$ δηλώνει το άνοιγμα του διακένου της νέας αντλίας, ενώ οι τιμές $s=3\text{mm}$ και 6mm δηλώνουν μεγαλύτερα ανοίγματα διακένου λόγω της αναμενόμενης ‘φυσιολογικής φθοράς’ κατά την λειτουργία. Παρατηρείται ότι, όταν το διάκενο μεγαλώνει οι καμπύλες λειτουργίας (H) και βαθμού απόδοσης (η) της αντλίας υποβιβάζονται. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι η αντλία με την πάροδο των ετών θα λειτουργεί για περισσότερο χρόνο με χαμηλότερο βαθμό απόδοσης προκειμένου να αντλήσει την ίδια ποσότητα αποβλήτων. Η εμπειρία δείχνει ότι η μείωση του βαθμού απόδοσης των αντλιών λυμάτων λόγω της αύξησης του διακένου μπορεί να είναι 1-5% εντός συγκεκριμένων χρονικών περιόδων, αναλόγως της ποιότητας των λυμάτων, των ωρών λειτουργίας και του είδους της πτερωτής.

Στα σύγχρονα αντλητικά συγκροτήματα υπάρχει η δυνατότητα να εφοδιαστούν με συστήματα ρύθμισης και επαναδιάταξης του διακένου (δακτύλιοι, επιφάνειες τριβής). Στις μεγαλύτερες και πιο βαριές αντλίες ορισμένοι κατασκευαστές έχουν καινοτομήσει, αναπτύσσοντας συστήματα που επιτρέπουν την επιτόπου μέτρηση και ρύθμιση του διακένου, χωρίς την χρήση δακτυλίων τριβής και χωρίς να απαιτείται η μεταφορά του μηχανήματος σε συνεργείο. Κατ’ αυτό τον τρόπο η επαναδιάταξη του διακένου γίνεται εύκολα και με χαμηλό κόστος.

4.6 Συστήματα διάταξης κενού

Η τεχνολογία των διατάξεων παραγωγής κενού στοχεύει στην αφαίρεση του μέγιστου δυνατού πλήθους γραμμομορίων αέρα από ένα θάλαμο, ώστε η πίεση μέσα σε αυτόν να καταστεί ένα πάρα πολύ μικρό κλάσμα της ατμοσφαιρικής πίεσης. Η τεχνολογία παραγωγής κενού έχει διαμορφώσει επτά κλάσεις διατάξεων κενού. Οι κλάσεις αυτές χαρακτηρίζονται φυσικά από το μέγεθος της πίεσης που αέρα στις αντίστοιχες διατάξεις. Ως μονάδα μέτρησης χρησιμοποιείται το Torr (η ατμοσφαιρική πίεση είναι $1 \text{ bar} = 760 \text{ Torr}$). Οι βασικότερες κλάσεις διατάξεων κενού είναι τρεις. Η πρώτη αφορά συστήματα με πίεση από 100 Torr μέχρι 0,01 Torr. Η δεύτερη κλάση αφορά συστήματα με χαμηλότερη πίεση και συγκεκριμένα από 10^{-2} Torr μέχρι 10^{-8} Torr, ενώ η τρίτη κλάση που αναφέρεται σε πολύ υψηλά επίπεδα κενού αφορά συστήματα με πίεση από 10^{-9} Torr μέχρι 10^{-11} Torr, (Μαλιώτης Γιώργος, 2010).

Η πρώτη κλάση ενδιαφέρει περισσότερο τις βιομηχανικές εφαρμογές και το κενό επιτυγχάνεται με πτερυγιοφόρες περιστροφικές αντλίες μικρού σχετικά κόστους. Σε αυτόν τον τύπο αντλιών η στεγανοποίηση μεταξύ του κενού και του τμήματος της αντλίας που βρίσκεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα είναι το λάδι. Εκ της κατασκευής τους στις αντλίες αυτές ατμοί λαδιού εισέρχονται στην περιοχή του κενού, γεγονός που επιφέρει μια ανεπιθύμητη ρύπανση στο θάλαμο κενού. Αυτού του τύπου λοιπόν οι αντλίες μπορούν να αξιοποιήσουν την υποπίεση σε μηχανικές διατάξεις, αλλά δεν μπορούν να διασφαλίσουν τη μέγιστη δυνατή καθαρότητα του θαλάμου κενού σε περίπτωση που αυτό είναι λειτουργικά αναγκαίο σε ειδικές εφαρμογές χημικών βιομηχανιών, βιομηχανιών τροφίμων, φαρμάκων κ.λπ.

Στην περίπτωση της αυτοματοποιημένης μονάδας εξάτμισης της επεξεργασίας αποβλήτων, η αντλία κενού χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει πίεση 0,77 psi (περίπου 40 Torr), ώστε το πλεονάζον νερό να εξατμιστεί σε θερμοκρασία 35 °C ώστε να μην υπάρχει αυξημένο κόστος για θέρμανση του νερού. Υπό αυτές τις συνθήκες η καθαρότητα του θαλάμου δεν έχει πρωτεύοντα ρόλο.

Αν και αυτού του είδους οι αντλίες κενού είναι σχετικά φτηνές, η συντήρηση μπορεί να αυξήσει τον χρόνο ζωής τους κατά 70%, που φυσικά δεν είναι αμελητέο (Μαλιώτης Γιώργος, 2010).

Υπό συχνή λειτουργία, η αντλία κενού μαζεύει υγρασία από τον αέρα στην δεξαμενή λαδιού της αντλίας. Εάν αφήνεται εκεί, αυτό το νερό μπορεί να έχει επιπτώσεις στην απόδοση της αντλίας και να οξειδώσει τελικά τα εσωτερικά μέρη της αντλίας. Έτσι κάθε πρωί πρέπει να ελέγχεται ο μετρητής λαδιού Με το άνοιγμα της βαλβίδας αφαιρείται το νερό έως την τελευταία σταγόνα, και κατόπιν συμπληρώνεται λάδι, εάν είναι αναγκαίο.

Μετά από την παρατεταμένη χρήση, το λάδι των αντλιών κενού γίνεται βρώμικο έχοντας δυσμενείς επιπτώσεις στην απόδοση της αντλίας. Οι αντλίες κενού λειτουργούν καλύτερα και έχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής εάν το φίλτρο λαδιού και το λάδι αλλάζουν τακτικά. Ο χρόνος να αντικατασταθεί το λάδι εξαρτάται από τον

κατασκευαστή, αλλά κατά μέσο όρο είναι 500 ώρες λειτουργίας. Το φίλτρο κατά μέσο όρο πρέπει να αλλάζεται στους 9 μήνες.

Ένα άλλο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται συχνά είναι πως οι αντιοξειδωτικές πρόσθετες ουσίες στο λάδι δημιουργούν αέρια, προκαλώντας διάβρωση και μπορούν να οδηγήσουν σε βλάβη ακόμα και κάθε τέσσερις έως έξι εβδομάδες. Γι' αυτό τον λόγο χρειάζεται προσεκτική επιλογή ορυκτελαίου, σε συνεργασία με τον κατασκευαστή.

4.7 Σωληνώσεις

4.7.1 Γενικές απαιτήσεις αποχέτευσης λυμάτων κτιριακών έργων

Οι εγκαταστάσεις αποχετεύσεων και επεξεργασίας αποβλήτων κατασκευάζονται σύμφωνα με τις αντίστοιχες Τεχνικές Οδηγίες του Τ.Ε.Ε. Ειδικά για τις σωληνώσεις τηρούνται τα εξής:

- Το υλικό της σωλήνωσης θα είναι κατάλληλο για την ποιότητα των αποβλήτων και των λοιπών ακαθάρτων που θα μεταφέρει, πιστοποιούμενο με αντίστοιχο πιστοποιητικό καταλληλότητας του Κατασκευαστικού Οίκου.
- Η ροή των υγρών και των μεταφερόμενων από αυτά στερεών μέσα σε μια εγκατάσταση θα εξασφαλίζεται με φυσική ροή (βαρύτητα).
- Στις περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η φυσική ροή, θα χρησιμοποιούνται αντλίες για την ανύψωση της στάθμης, με πιστοποιητικό καταλληλότητας από τον Κατασκευαστικό Οίκο.
- Οι οδεύσεις θα είναι ευθύγραμμες, με σαφή και διακριτά σημεία αλλαγής διεύθυνσης.

Τα υλικά που είναι αποδεκτά για εγκατάσταση θα πληρούν τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στα ακόλουθα πρότυπα:

EN 1401 – 1: 1998 Συστήματα πλαστικών σωληνώσεων υπόγειων αποχετεύσεων και αποστραγγίσεων χωρίς πίεση. Μη πλαστικοποιημένο πολυβινιλοχλωρίδιο (PVC-U). Μέρος πρώτο: Προδιαγραφές για σωλήνες, εξαρτήματα και το σύστημα.

EN 1329 – 1: 1999 Συστήματα πλαστικών σωληνώσεων για αποχέτευση υγρών αποβλήτων εντός κτιριακών εγκαταστάσεων. Μη πλαστικοποιημένο πολυβινιλοχλωρίδιο (PVC-U). Μέρος πρώτο: Προδιαγραφές σωλήνων, εξαρτημάτων και σωληνώσεων.

EN 1451 – 1: 1998 Συστήματα πλαστικών σωληνώσεων για κτιριακή αποχέτευση εσωτερικών χώρων. Πολυπροπυλένιο (PP). Μέρος πρώτο: Προδιαγραφές για σωλήνες, εξαρτήματα και το σύστημα.

EN 1565 – 1: 1998 Συστήματα πλαστικών σωληνώσεων αποστράγγισης και κτιρίων από μίγματα συμπολυμερών στυρενίου (SAN + PVC). Μέρος πρώτο: Προδιαγραφές σωλήνων, εξαρτημάτων και συστήματος.

EN 1566 – 1: 1998 Συστήματα πλαστικών σωληνώσεων αποστράγγισης και αποχέτευσης κτιρίων από χλωριωμένο PVC (PVC-C). Μέρος πρώτο: Προδιαγραφές σωλήνων, εξαρτημάτων και συστήματος.

En 476: 1997 Γενικές απαιτήσεις εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται σε δίκτυα αποχετεύσεως και ομβρίων, που λειτουργούν με βαρύτητα.

EN 12499: 1999 Χαλκός και κράματα χαλκού. Χαλκοσωλήνες άνευ ραφής κυκλικής διατομής, γενικής χρήσεως.

EN 1057: 1996 Χαλκός και κράματα χαλκού. Στρογγυλοί χαλκοσωλήνες άνευ ραφής, για νερό και αέριο σε εγκαταστάσεις υγιεινής και θέρμανσης.

ΕΛΟΤ 496-82 Χαλυβδοσωλήνες. Πάχη τοιχωμάτων.

ΕΛΟΤ 497-82 Χαλυβδοσωλήνες. Εξωτερικές διαμέτροι.

ΕΛΟΤ 541-80 Χαλυβδοσωλήνες. Συστήματα ανοχών.

ΕΛΟΤ 504-80 Χαλυβδοσωλήνες με ραφή ή χωρίς ραφή για δίκτυα νερού, λυμάτων και αερίων.

Τα προσκομιζόμενα υλικά θα φέρουν υποχρεωτικά την επισήμανση CE της Ε.Ε.

Πίνακας 4.4: Αποδεκτά υλικά για σωληνώσεις σε βιομηχανικές μονάδες που πιστοποιούνται κατά ISO 9000 : 2000 από φορέα της EQNET (προσωρινές εθνικές τεχνικές προδιαγραφές 04-04-01-02, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ)

Υλικό Κατασκευής	Οικιακά - αστικά λύματα	Οικιακά - αστικά λύματα (αερισμός)	Υψηλό βιολογικό φορτίο αποβλήτων	Υψηλό τοξικό φορτίο αποβλήτων	Θερμά απόβλητα ή λύματα	Συμπτώματα
Σκληρό PVC με συγκόλληση	A	E			A	
Σκληρό PVC με στεγανοποιητικό δακτύλιο	E	E	E		A	
U – PVC με στεγανοποιητικό δακτύλιο	E	E	E		A	
SAN + PVC & HT – A.B.S / A.S.A με στεγανοποιητικό δακτύλιο	E	E	E	E	A	
HDPE & HT – PP με στεγανοποιητικό δακτύλιο	E	E	E	E	E	A
Χαλύβδινοι γαλβανισμένοι σωλήνες	A	E	A	A	E	E
Χυτοσιδηροί σωλήνες με ελαστικές συνδέσεις	E		E		E	
Τσιμεντοσωλήνες	E		E		A	
Χαλκοσωλήνες						E

Σημείωση: E : Επιθυμητό A: Ακατάλληλο

4.7.2 Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές για σωληνώσεις με χημικό και τοξικό φορτίο ρύπων

Επιβάλλεται η σωλήνωση της αποχέτευσης που δέχεται χημικό ή / και τοξικό φορτίο ρύπων να είναι εξασφαλισμένης στεγανότητας με δυνατότητα ελέγχου της καθ' όλο το μήκος της.

Επιθυμητό υλικό κατασκευής των σωληνώσεων αυτών είναι το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE) ή το πολυπροπυλένιο (HT – PP) ή το μη πλαστικοποιημένο PVC (U – PVC), χωρίς να αποκλείεται οποιοδήποτε υλικό που εμφανίζει βάση πιστοποιητικού καταλληλότητας χημική αδράνεια στο αναμενόμενο αποχετευτικό φορτίο.

Εάν χρησιμοποιηθούν τσιμεντοσωλήνες πρέπει να διαθέτουν εσωτερική ή/ και εξωτερική προστασία. Οι συνήθεις τύποι προστασίας και οι ελάχιστες απαιτήσεις που θα πληρούνται έχουν ως εξής:

- Εσωτερική προστασία με επάλειψη με εποξειδική ρητίνη. Θα είναι ισόπαχη και θα εφαρμόζεται σε τρεις στρώσεις πάχους 0,30 ως 0,50 mm αφού προηγουμένως ο σωλήνας καθαριστεί επιμελώς και απαλλαγεί από σκόνες κ.τ.λ.
- Θα καλύπτονται πλήρως και οι επιφάνειες των άκρων των σωλήνων.
- Το πάχος της επένδυσης μετράται με παχύμετρο ακριβείας.
- Οι απαιτήσεις προστασίας των τσιμεντοσωλήνων περιγράφονται στο ΦΕΚ 253B/84.
- Εφαρμογή αλουμινούχου τσιμέντου σύμφωνα με την προδιαγραφή BS.
- Χυτές αυτεπιπεδούμενες ρητίνες εποξειδικής βάσης τριών συστατικών πάχους 2 – 3 mm.
- Επένδυση τσιμεντοσωλήνων με φύλλα πολυαιθυλενίου κατά την παραγωγή στο εργοστάσιο.

Απαγορεύεται η χρήση ανοιχτών φρεατίων επίσκεψης και ελέγχου του δικτύου.

Οι σωληνώσεις που δέχονται λύματα χημικών βιομηχανιών επιβάλλεται να είναι ανεξάρτητες από το υπόλοιπο δίκτυο και να συγκεντρώνονται σε δεξαμενές επεξεργασίας.

Τα τμήματα των δικτύων που δέχονται χημικά λύματα θα πρέπει να έχουν κλειστούς βρόχους αερισμού, υπαγορευόμενης της κατασκευής ανοιχτών δικτύων ή συνδεδεμένων με τα υπόλοιπα δίκτυα αερισμού.

Έλεγχοι και δοκιμές

- Έλεγχος πρωτοκόλλων παραλαβής υλικών.
- Έλεγχος συνοδευτικών εγγράφων (πιστοποιητικά, βεβαιώσεις κατασκευαστή).
- Έλεγχος του αρχείου φωτογραφιών των σωληνώσεων.
- Έλεγχος πρακτικών εκτέλεσης δοκιμών ανά φάση.

- Έλεγχος του πρακτικού της δοκιμής πλήρους λειτουργίας στεγανότητας στις συνδέσεις.
- Έλεγχος των πιστοποιητικών εκτέλεσης δοκιμών σύμφωνα με τα πρότυπα του ΕΛΟΤ.
- Έλεγχος ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων.
- Οπτικός έλεγχος της κατασκευής. Ιδιαίτερη προσοχή σε: Τραυματισμούς του φέροντος οργανισμού του κτηρίου, Χρήση γύψου για την στερέωση και στεγάνωση της εγκατάστασης (απαγορεύεται αυστηρά), Χρήση θερμικής πηγής επί πλαστικών σωλήνων για την διαμόρφωσή τους (απαγορεύεται αυστηρά).
- Έλεγχος της εγκατάστασης σύμφωνα με τα σχέδια.

4.8 Δεξαμενές καθίζησης

Τα βασικά προβλήματα που παρουσιάζουν οι δεξαμενές καθίζησης είναι η δημιουργία βραχυκυκλώσεων και αδρανών χώρων καθώς και η πρόκληση διαταραχών στη ζώνη καθίζησης από τις ταχύτητες ροής. Το πρώτο πρόβλημα οφείλεται κυρίως σε κατασκευαστικά χαρακτηριστικά (πχ. διάταξη εισροής-εκροής), στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της δεξαμενής αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως τα ρεύματα που δημιουργούνται. Τα ρεύματα δημιουργούνται από διαφορές πυκνότητας μεταξύ της εισερχόμενης μάζας των αποβλήτων και του περιεχομένου της δεξαμενής, που οφείλονται σε θερμοκρασιακές διαφορές. Όταν η εισερχόμενη μάζα είναι θερμότερη από το περιεχόμενο, τότε επιπλέει πάνω στην ψυχρότερη μάζα της ενώ όταν είναι ψυχρότερη, περνά κάτω από την περιεχόμενη θερμότερη μάζα δημιουργώντας βραχυκυκλώσεις και αδρανείς περιοχές. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με κατάλληλο σχεδιασμό της διάταξης εισροής. Οι άνεμοι επίσης μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα βραχυκυκλώσεων και αδρανών περιοχών, ιδιαίτερα στις δεξαμενές με μεγάλη επιφάνεια. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με τοποθέτηση προστατευτικών πετασμάτων γύρω από τη δεξαμενή ή με κόφτρες μέσα σε θέση που να μειώνουν την επίδραση των επικρατούντων ανέμων πάνω στην υγρή μάζα (Μαρνέλλος Γιώργος, 2008).

Το δεύτερο πρόβλημα, δηλαδή, οι διαταραχές στη ζώνη καθίζησης είναι κυρίως η επαναιώρηση των στερεών που έχουν υποστεί καθίζηση και παρασύρονται από τις σχετικά μεγάλες ταχύτητες ροής, η δημιουργία τύρβης που διαταράσσει την ηρεμία που απαιτείται για την καθίζηση και η επίδραση των κλίσεων ταχύτητας στη συσσωμάτωση των σωματιδίων. Η συσσωμάτωση επηρεάζεται από τις κλίσεις ταχυτήτων ροής και από τις διαφορές ταχυτήτων καθίζησης των σωματιδίων. Κυρίως όμως, η απόδοση των δεξαμενών έχει βρεθεί να εξαρτάται κυρίως από την επιφανειακή φόρτιση, παρά από τις ταχύτητες ροής (Μαρνέλλος Γιώργος, 2008).

Διάταξη εισροής

Η διάταξη εισροής είναι από τα πιο σημαντικά μέρη της δεξαμενής καθίζησης και επηρεάζει άμεσα την απόδοσή της. Ο σχεδιασμός της γίνεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή της μάζας των αποβλήτων στη διατομή της δεξαμενής, με την όσο το δυνατό μεγαλύτερη καταστροφή της ενέργειας της εισερχόμενης φλέβας των αποβλήτων και τη δημιουργία μικρών ταχυτήτων ροής, ώστε να αποφεύγονται οι βραχυκυκλώσεις και οι διαταραχές στη ζώνη καθίζησης. Στις ορθογωνικές δεξαμενές τα απόβλητα διοχετεύονται ομοιόμορφα στο πλάτος της δεξαμενής από ανοίγματα που το μέγεθός τους και οι αποστάσεις μεταξύ τους ποικίλουν. Γενικά όμως πρέπει να αποφεύγονται πολύ μικρά ανοίγματα, ώστε να μη φράζουν, καθώς και αποστάσεις μεταξύ τους μεγαλύτερες των 3 m. Μπροστά από τα ανοίγματα και κάθετα στη ροή υπάρχουν κόφτρες για την καταστροφή της ενέργειας της εισερχόμενης φλέβας των αποβλήτων που εκτείνονται 15 - 30 cm γύρω από το άνοιγμα και μέχρι το μισό βάθος της δεξαμενής, έτσι ώστε η ταχύτητα της φλέβας να κυμαίνεται από 0,80 μέχρι 0,16 m/sec. Αν αναμένονται ρεύματα πυκνότητας από θερμοκρασιακές διαφορές, τότε η ροή κατανέμεται σε όλο το βάθος της διατομής. Στις κυκλικές δεξαμενές η διάταξη εισροής είναι πιο σημαντική από ότι στις ορθογωνικές (καθόσον η εισροή και η εκροή μπορεί να βρίσκονται κοντά η μία στην άλλη) και μπορεί να είναι κεντρική ή περιφερειακή. Η κεντρική διάταξη εισροής είναι ένας δακτύλιος - κόφτρα με διάμετρο 15 - 20% της διαμέτρου της δεξαμενής που εκτείνεται μέχρι το μισό του βάθους της. Εάν αναμένονται ρεύματα από θερμοκρασιακές διαφορές, η κόφτρα εκτείνεται μέχρι τον πυθμένα και έχει μικρά ανοίγματα. Η περιφερειακή διάταξη έχει επίσης δακτύλιο-κόφτρα που εκτείνεται μέχρι τον πυθμένα και η εισροή γίνεται εφαπτομενικά. Η διάταξη αυτή έχει βρεθεί να δημιουργεί καλύτερες συνθήκες ροής, να μην επηρεάζεται από ρεύματα και να κάνει τη δεξαμενή αρκετά αποδοτικότερη από ότι με κεντρική διάταξη. Σημειώνεται πάντως ότι πολλοί κατασκευαστές εξοπλισμού προτείνουν διάφορες παραλλαγές της διάταξης εισροής των δεξαμενών με διάφορα πλεονεκτήματα για την απόδοσή τους (Μαρνέλλος Γιώργος, 2008).

Διάταξη εκροής

Η διάταξη εκροής δεν είναι τόσο σημαντική και αποτελείται από ένα κεντρικό ή περιφερειακό υπερχειλιστή στις κυκλικές δεξαμενές ή ένα ή πολλούς κατά πλάτος υπερχειλιστές στις ορθογωνικές, που η παροχή τους δεν πρέπει να δημιουργεί τοπικά μεγάλες ταχύτητες, που να παρασύρουν τα στερεά που έχουν κατακαθίσει. Εάν γίνεται συλλογή επιπλεόντων, ο υπερχειλιστής εκροής πρέπει να προστατεύεται με κόφτρα επιπλεόντων, που τοποθετείται πριν από αυτόν και σε βάθος 20-30 cm από την επιφάνεια του υγρού (Μαρνέλλος Γιώργος, 2008).

Διαστάσεις

Το βάθος των δεξαμενών καθίζησης, αν και δεν επηρεάζει τη διαδικασία της καθίζησης, πρέπει να είναι αρκετό ώστε να υπάρχει χώρος για τη συσσώρευση της λάσπης και το μηχανισμό συλλογής της.

Διάταξη λάσπης και επιπλεόντων

Στις ορθογωνικές δεξαμενές χρησιμοποιούνται δύο τύποι διατάξεων λάσπης:

- με ατέρμονες μεταφορείς
- με μετακινούμενη γέφυρα με ξέστρο.

Με το σύστημα των ατερμόνων μεταφορέων η λάσπη παρασύρεται από μια σειρά ξεστρών, τοποθετημένων πάνω σε ατέρμονη αλυσίδα που κινείται με κινητήρα, σε χοάνες κοντά στην εισροή. Η κλίση των πλευρών της χοάνης κυμαίνεται από 1,2 : 1 μέχρι 2 : 1.

Στις κυκλικές δεξαμενές η συλλογή της λάσπης γίνεται με ξέστρο που κινείται κυκλικά και συλλέγει τη λάσπη σε κεντρική χοάνη - δακτύλιο. Το ξέστρο εκτείνεται σε όλη τη διάμετρο της δεξαμενής και μπορεί να χρησιμοποιείται και δεύτερο σε κάθετη διεύθυνση. Η συλλογή των επιπλεόντων γίνεται με ένα βραχίονα που εκτείνεται έως την περιφέρεια της δεξαμενής και κινείται με το μηχανισμό του ξέστρου, συγκεντρώνοντας τα επιπλέοντα σε κεκλιμένη επιφάνεια και από εκεί σε ειδικό υποδοχέα. Η επιλογή του σχήματος, του μεγέθους και του αριθμού των δεξαμενών βασίζεται στο κόστος, στο διαθέσιμο χώρο, στις ειδικές συνθήκες της περιοχής εγκατάστασης, στον επιθυμητό εξοπλισμό συλλογής της λάσπης και σε υπάρχοντες κανονισμούς. Τα κατασκευαστικά κόστη ορθογωνικών και κυκλικών δεξαμενών είναι περίπου τα ίδια, με τις κυκλικές δεξαμενές σχετικά φθηνότερες (Μαρνέλλος Γιώργος, 2008).

4.9 Εσχάρες συγκράτησης στερεών

Τα μειονεκτήματα των απλών εσχάρων είναι ότι απαιτούν συχνό καθαρισμό (εργασία κουραστική και επίπονη) και ότι φράζουν εύκολα σε περιόδους μεγάλων παροχών, με αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης ροής στο μπροστινό τμήμα της σχάρας, την αναστροφή της ροής και τη λειτουργία του αγωγού της εισόδου κάτω από πίεση. Εκτός από αυτές υπάρχουν και οι εσχάρες μηχανοκίνητου καθαρισμού. Οι μηχανικές σχάρες χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες παροχές. Η απομάκρυνση των συγκρατούμενων στερεών γίνεται με ειδική μηχανική διάταξη, η οποία τίθεται σε λειτουργία αυτόματα όταν η διαφορά της στάθμης στις δύο πλευρές της εσχάρας φτάσει σε ένα ορισμένο όριο (τυπικά 75 - 100 mm) ή μπορεί ακόμη και να λειτουργεί σε τακτικά χρονικά διαστήματα ή ακόμη και συνέχεια. Ο πρώτος τρόπος της λειτουργίας είναι και ο πιο ενδεδειγμένος, ενώ ο δεύτερος παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι ο μηχανισμός μπορεί να τεθεί σε λειτουργία νωρίτερα από ότι πρέπει

ή και αργότερα. Η μηχανική διάταξη απομάκρυνσης των συγκρατούμενων στερεών βρίσκεται μπροστά ή πίσω από τη εσχάρα. Όταν οι ράβδοι της εσχάρας είναι καμπύλες, η διάταξη της απομάκρυνσης είναι ένας βραχίονας - κτένα του οποίου τα δόντια μπαίνουν στα διάκενα της εσχάρας και κάνοντας παλινδρομικές και κυκλικές κινήσεις ή πλήρεις περιστροφές γύρω από ένα σταθερό σημείο παρασύρουν τα συγκρατούμενα στερεά προς το επάνω μέρος της εσχάρας. Όταν η εσχάρα είναι επίπεδη, ο καθαρισμός γίνεται από μια σειρά δόντια ή βούρτσες που είναι τοποθετημένα σε ατέρμονες αλυσίδες και με την κίνησή τους παρασύρουν τα στερεά προς το επάνω μέρος της εσχάρας. Τα στερεά συγκρατούνται σε χοάνη και από εκεί μεταφέρονται σε κατάλληλο χώρο αποθήκευσης. Η καμπύλη εσχάρα έχει μεγάλη ωφέλιμη επιφάνεια και χρησιμοποιείται σε ρηχά κανάλια, ενώ η επίπεδη σε βαθύτερα. Στο εμπόριο υπάρχουν πολλοί τύποι μηχανικών εσχάρων. Οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι πρέπει να εξετάζονται από το μελετητή για τη σωστή εκλογή μιας εσχάρας είναι οι διαστάσεις του καναλιού της, οι μεταβολές του βάθους ροής, ο όγκος και τα χαρακτηριστικά των συγκρατούμενων στερεών, το πλάτος των διακένων και ο τρόπος λειτουργίας της εσχάρας. Η ταχύτητα ροής στο κανάλι και στα διάκενα της εσχάρας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μη γίνεται εναπόθεση στερεών στο κανάλι και να μην παρασύρονται στερεά που έχουν συγκρατηθεί στη εσχάρα (Μαρνέλλος Γιώργος, 2008).

4.10 ΡΗμετρα

Τα ΡΗμετρα είναι τοποθετημένα μέσα στο δοχείο επεξεργασίας αποβλήτων και σύμφωνα με τις ενδείξεις τους γίνεται η προσθήκη της καυστικής σόδας και του τριγλωριούχου σιδήρου. Γι' αυτό τον λόγο πρέπει να ελέγχονται τακτικά και να καλιμπράρονται, διότι λανθασμένες ενδείξεις θα έχουν άσχημα αποτελέσματα την επεξεργασία των αποβλήτων, αφού δεν θα λειτουργήσουν όπως πρέπει τα κροκιδωτικά.

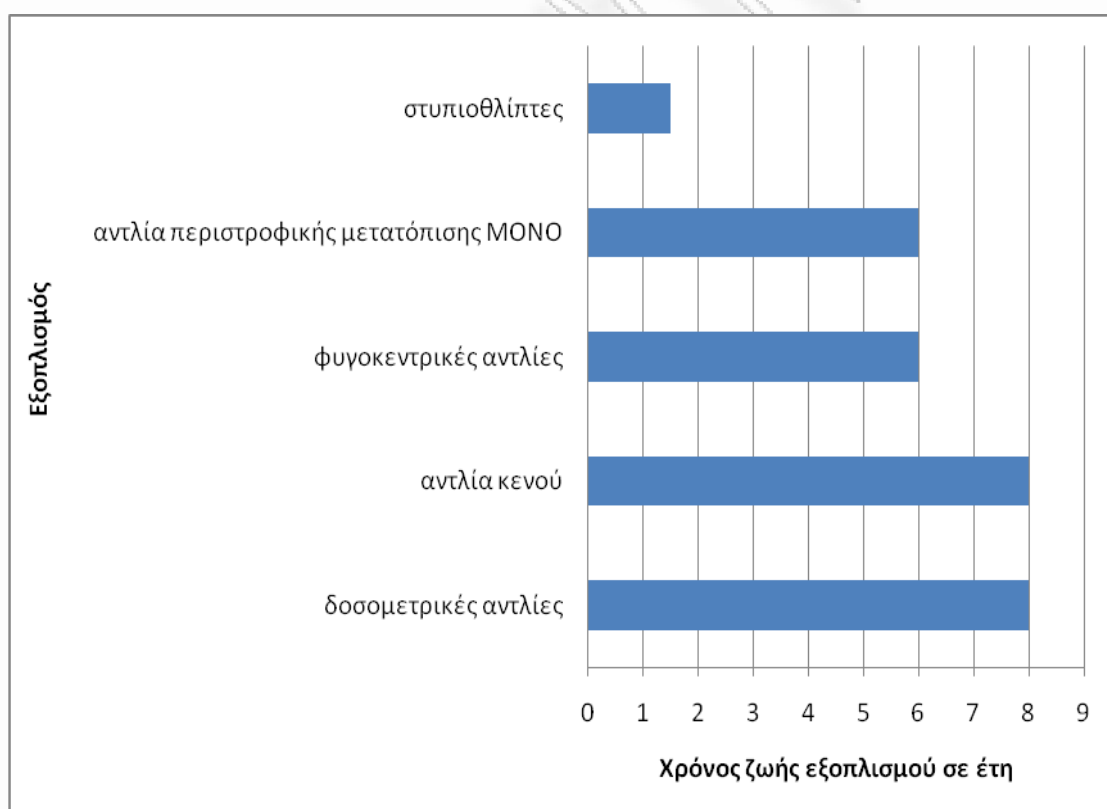
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Στο σημείο αυτό θα κατασκευάσουμε τα διαγράμματα του χρόνου ζωής των βασικών μερών του μηχανολογικού εξοπλισμού της επεξεργασίας αποβλήτων, του κόστους αγοράς τους και του κόστους συντήρησης, αφού έγινε επιτόπια ενημέρωση από το τεχνικό τμήμα του εργοστασίου και σύγκριση των πληροφοριών με τα στοιχεία από διεθνείς αναφορές στο συγκεκριμένο θέμα.

5.1 Χρόνος ζωής εξοπλισμού

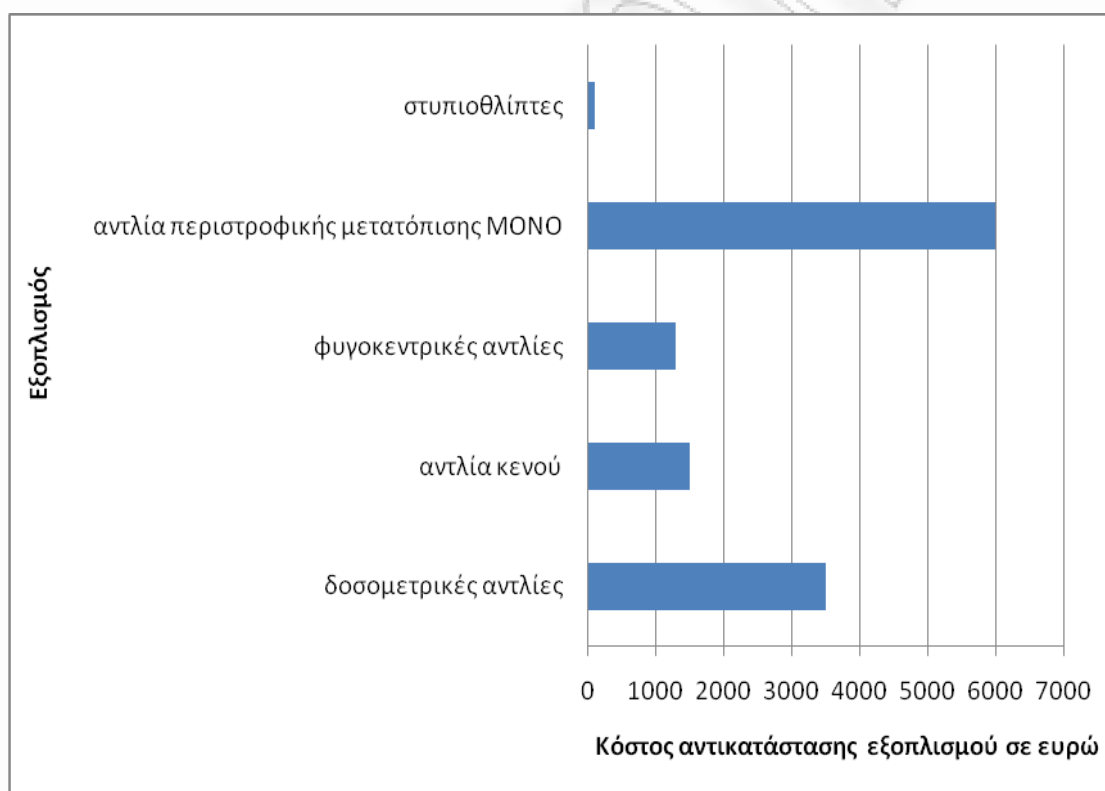
Μετά από πληροφορίες που μας δόθηκαν από το προσωπικό της Χρωτέχ Α.Ε. που είναι υπεύθυνο για την συντήρηση του συστήματος επεξεργασίας αποβλήτων, κατασκευάστηκε το ακόλουθο διάγραμμα 5.1. Οι δοσομετρικές αντλίες και οι αντλία κενού που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία αποβλήτων της εταιρείας, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των μηχανικών, παρουσιάζουν χρόνο ζωής περίπου 8 έτη, οι φυγοκεντρικές αντλίες και η αντλία MONO 6 χρόνια, ενώ οι στυπιοθλίπτες που χρησιμοποιούνται για την στεγάνωση αλλάζονται κάθε 18 μήνες σχεδόν. Τα αποτελέσματα αυτά είναι αρκετά ικανοποιητικά για βιομηχανία χημικών και οφείλονται στην προσεκτική επιλογή αντλιών, με κατάλληλα χαρακτηριστικά για μεταφορά συγκεκριμένων υγρών, και στην ικανοποιητική συντήρηση που πραγματοποιείται, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4. Συμφωνούν επίσης αρκετά με τις μελέτες για τον χρόνο ζωής αντλιών που έχουν πραγματοποιηθεί στις Η.Π.Α. όπως αναλύθηκε στο κεφάλαιο 4. (Πίνακες 4.2 και 4.3).



Διάγραμμα 5.1: Χρόνος ζωής μηχανολογικού εξοπλισμού επεξεργασίας αποβλήτων Χρωτέχ Α.Ε.

5.2 Κόστος αντικατάστασης μηχανολογικού εξοπλισμού

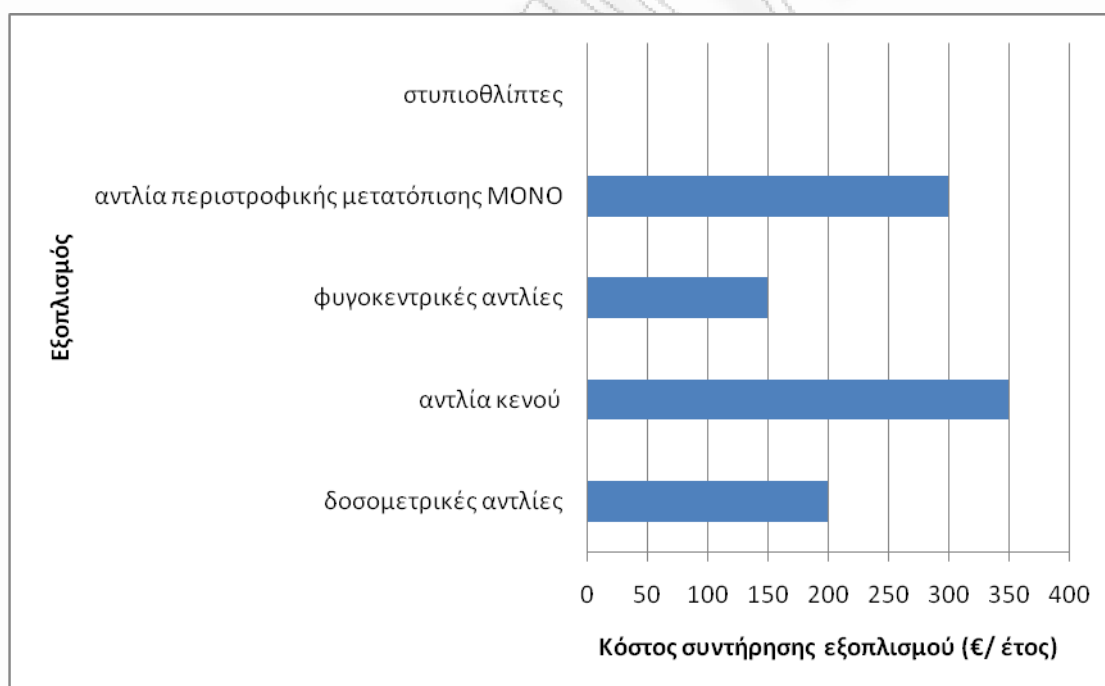
Μετά από ενημέρωση που μας παρείχε ο μηχανολόγος μηχανικός της εταιρίας κ. Χαντζάρας Δημήτριος, και από έρευνα αγοράς στο διαδίκτυο σε εταιρείες που προμηθεύουν μηχανολογικό εξοπλισμό, κατασκευάστηκε το διάγραμμα κόστους αντικατάστασης των βασικών στοιχείων του μηχανολογικού εξοπλισμού. Όπως αναμενόταν, πιο ακριβή είναι η αντλία περιστροφικής μετατόπισης τύπου ΜΟΝΟ, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της που αναλύθηκαν στις παραγράφους 3.3 και 4.4.2. Το κόστος αγοράς της ανέρχεται στα 6.000 € περίπου. Ακολουθούν οι δοσομετρικές αντλίες με κόστος 3.500 €, η αντλία κενού με κόστος 1.500 € περίπου και οι φυγοκεντρικές αντλίες με τιμή αγοράς 1.300 €. Οι μηχανικοί στυπιοθλίπτες στοιχίζουν 50 – 100 €.



Διάγραμμα 5.2: Κόστος αντικατάστασης μηχανολογικού εξοπλισμού επεξεργασίας αποβλήτων Χρωτέχ Α.Ε.

5.3 Κόστος συντήρησης μηχανολογικού εξοπλισμού

Όπως παρουσιάστηκε και στην παράγραφο 4.4.6, το κόστος συντήρησης των αντλιών, καθ' όλη την διάρκεια της ζωής τους, είναι περίπου ίσο με το κόστος αγοράς τους, εφόσον βέβαια πραγματοποιείται η καλύτερη δυνατή συντήρηση. Από εκεί και πέρα, η κάθε εταιρεία επιλέγει τις μεθόδους συντήρησης των μηχανημάτων της και το ποσό που θα διατεθεί σε αυτές, όπως αναλύθηκε στις παραγράφους 4.2, 4.5, 4.5.1 και 4.6. Ανάλογα με το είδος της συντήρησης αυξομειώνεται και ο χρόνος ζωής. Στην περίπτωση της Χρωτέχ Α.Ε. το κόστος συντήρησης του μηχανολογικού εξοπλισμού παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα, και οι πληροφορίες αντλήθηκαν μετά από επιτόπια επίσκεψη στις εγκαταστάσεις και ενημέρωση από τους τεχνικούς της εταιρείας. Στους μηχανικούς στυπιοθλίπτες δεν πραγματοποιείται συντήρηση, αφού όπως αναφέρθηκε στις παραγράφους 4.4.3 και 4.4.4 ουσιαστικά δεν χρειάζεται, ενώ και το κόστος αντικατάστασης τους είναι μικρό.



Διάγραμμα 5.3: Κόστος συντήρησης μηχανολογικού εξοπλισμού επεξεργασίας αποβλήτων ανά έτος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 Γενικά συμπεράσματα για το σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων της Χρωτέχ Α.Ε.

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός της επεξεργασίας αποβλήτων της Χρωτέχ Α. Ε. είναι σύννομος με την νομοθεσία που ορίζεται για την επεξεργασία λυμάτων της χημικής βιομηχανίας και με τις εθνικές τεχνικές προδιαγραφές. Το γεγονός αυτό έχει πιστοποιηθεί από σειρά ελέγχων που έχουν πραγματοποιηθεί τόσο για την ποιότητα των τελικών προϊόντων της επεξεργασίας, που συμφωνούν με τις προδιαγραφές, όσο και για την ασφάλεια του εξοπλισμού.

Άλλωστε, μετά από την εξέταση των σχεδίων του συστήματος, και επιτόπιο έλεγχο της εγκατάστασης που ακολούθησε, δόθηκε στην εταιρία **Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας με αριθμό 1006047/0809 2008** για το συγκεκριμένο σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων, με ισχύ ως το 2026.

Αναλυτικότερα, τόσο οι αντλίες, όσο και οι σωληνώσεις ικανοποιούν τις εθνικές προδιαγραφές ενώ βρίσκονται σε άριστη κατάσταση, καθώς είναι πρόσφατα συντηρημένες. Η λειτουργία τους γίνεται από έμπειρο προσωπικό εφοδιασμένο με τα απαραίτητα μέσα ατομικής προστασίας. Το υλικό των σωληνώσεων είναι κατάλληλο για την ποιότητα των αποβλήτων που μεταφέρει (υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο HDPE) πιστοποιούμενο με αντίστοιχο πιστοποιητικό καταλληλότητας του Κατασκευαστικού Οίκου. Το δίκτυο των λυμάτων είναι ανεξάρτητο από το υπόλοιπο δίκτυο και τα απόβλητα συγκεντρώνονται στις δεξαμενές επεξεργασίας. Οι σωληνώσεις αναρρόφησης και απαγωγής στερεώνονται επαρκώς με σιδηροπασσάλους, σύρματα πρόσδεσης ή άλλα μέσα για την αποφυγή ταλαντώσεων κατά την εκκίνηση των αντλιών και οι οδεύσεις είναι ευθύγραμμες, με σαφή και διακριτά σημεία αλλαγής διεύθυνσης. Ακόμα έχουν γίνει όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι και δοκιμές.

6.2 Επιλογή εξοπλισμού

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η επιλογή της αντλίας γίνεται με βάση το διακινούμενο ρευστό, τις υδραυλικές απαιτήσεις της εγκατάστασης, την κατασκευή και την χρήση της αντλίας. Στο σύστημα επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων της Χρωτέχ Α. Ε. για τις μεταφορές υγρών από το υπόγειο φρεάτιο στην δεξαμενή αποθήκευσης με σχάρα συγκράτησης στερεών, καθώς και στην συνέχεια από εκεί στην δεξαμενή συγκέντρωσης ακαθάρτων, έχουν επιλεγεί φυγοκεντρικές αντλίες, γιατί είναι φτηνότερες και με πολύ μεγάλο χρόνο ζωής. Ακόμα είναι

κατάλληλες για μεταφορά υγρών με διαλυμένα στερεά ενώ το ιξώδες των λυμάτων της Χρωτέχ Α.Ε. δεν είναι απαγορευτικό για την λειτουργία τους. Όμως για τις μεταφορές υγρών από την δεξαμενή συγκέντρωσης ακαθάρτων προς το δοχείο επεξεργασίας, κατόπιν του επεξεργασμένου νερού από εκεί στην δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένου, καθώς και για την μεταφορά της λάσπης από το δοχείο επεξεργασίας στο δοχείο πάχυνσης, έχει επιλεγεί η περιστροφική αντλία μετατόπισης τύπου MONO.

Η επιλογή της έγινε γιατί είναι κατάλληλη για μεταφορά ποσότητας υγρών με μεγάλη πυκνότητα, όπως είναι τα λύματα του εργοστασίου, αλλά και γιατί δεν καταστρέφει τα συσσωματώματα που έχουν δημιουργηθεί από τις διαδικασίες της κροκκίδωσης, αφού έχει ήπια μηχανική επίδραση στο υγρό, σε αντίθεση με τις δυναμικές αντλίες.

Για την στεγανοποίηση των αντλιών έχουν επιλεγεί οι μηχανικοί στυπιοθλίπτες, καθώς είναι απαραίτητο να αποφευχθεί κάθε διαρροή, γιατί τα υγρά περιέχουν στερεά σωματίδια που εάν μπουν μεταξύ του άξονα και του κελύφους της αντλίας ασκούν μεγάλες πιέσεις με αποτέλεσμα την καταστροφή των αντλιών.

Για την τροφοδοσία του κροκκιδωτικού, της καυστικής σόδας και του τριχλωριούχου σιδήρου στο δοχείο επεξεργασίας αποβλήτων χρησιμοποιούνται τρεις μικρές δοσομετρικές αντλίες, ισχύος 0,5 KW η κάθε μια, που η λειτουργία τους αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η λειτουργία τους ελέγχεται από υπολογιστή με αντίστοιχη οθόνη, όπου καθορίζεται και η εκάστοτε δοσομέτρηση, της εταιρείας Siemens.

Σύστημα διάταξης κενού έχει επιλεγεί στην περίπτωση της αυτοματοποιημένης μονάδας εξάτμισης όπου χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει πίεση 0,77 psi (περίπου 40 Torr), ώστε το πλεονάζον νερό να εξατμιστεί σε θερμοκρασία 35 °C για να μην υπάρχει αυξημένο κόστος για θέρμανση του νερού.

Οι δεξαμενές συγκέντρωσης και καθίζησης είναι κυκλικές, καθώς είναι σχετικά φτηνότερες, και η συλλογή της λάσπης γίνεται με ξέστρο που κινείται κυκλικά και συλλέγει τη λάσπη σε κεντρική χοάνη.

Έχει επιλεγεί απλή εσχάρα συγκράτησης στερεών, καθώς οι μηχανικές εσχάρες χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες παροχές, που δεν εμφανίζονται σε μια βιομηχανία χρωμάτων.

Τέλος, για την επεξεργασία των αποβλήτων βάσεως διαλύτη έχει επιλεγεί αποστακτήρας της γερμανικής εταιρείας ORFU RECYCLING, μοντέλο ASC – 500, μετά από έρευνα αγοράς, καθώς είναι σχετικά οικονομικός και δεν παρουσιάζει συχνά βλάβες, για τις οποίες είναι υπεύθυνο ειδικό συνεργείο.

6.3 Συντήρηση

Όπως φάνηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, και με βάση την διεθνή βιβλιογραφία, η Προληπτική Συντήρηση με Βάση τις Συνθήκες (Preventing Condition Based Maintenance) παρουσιάζεται σαν η καλύτερη επιλογή για βιομηχανίες μεγέθους Χρωτέχ Α.Ε., και σε αυτό συμφωνεί και η ομάδα συντήρησης της Χρωτέχ Α.Ε. Προκειμένου να λειτουργήσει σωστά χρειάζονται περιοδικοί έλεγχοι για να διαπιστωθούν ασυνήθιστες ενδείξεις στον εξοπλισμό, καθώς και πείρα σε θέματα παρατηρήσεων από τους τεχνικούς αλλά και ικανοποιητική γνώση των οδηγιών των κατασκευαστών. Στις περισσότερες των περιπτώσεων υπάρχει προσπάθεια για σωστή συντήρηση, η οποία όμως κάποιες φορές απέχει από το να χαρακτηριστεί ως η καλύτερη δυνατή λόγω έλλειψης χρόνου, χρημάτων, αλλά και εξαιτίας ενός είδους ερασιτεχνισμού, που διακρίνει τις περισσότερες ελληνικές βιομηχανίες.

Αναλυτικότερα:

Στις αντλίες πραγματοποιούνται οι βασικοί έλεγχοι για την ταχύτητα ροής, το επίπεδο θορύβου στο περίβλημα της αντλίας, την κατάσταση των στεγανοποιητικών (στυπιοθλίπτες), τυχόν διαρροές στον άξονα της αντλίας και το επίπεδο λαδιού στον κινητήρα. Ακόμα ελέγχεται τυχόν ασυνήθιστος θόρυβος μηχανής, οι στροφές της και η πιθανή διάβρωση των σωληνώσεων. Τα σημεία αυτά θεωρούνται τα πρωταρχικά όσον αφορά την συντήρηση αντλιών, ενώ και ο έλεγχος για διαρροές, ειδικά στις σωληνώσεις, επιβάλλεται από τον νόμο.

Όμως σε πιο επίπονα ζητήματα συντήρησης όπως στον έλεγχο του διακένου της πτερωτής, στην διάβρωση του στροφείου και στην κατάσταση των φίλτρων δεν υπάρχει αντίστοιχος έλεγχος. Ειδικότερα στο πρόβλημα του διακένου της πτερωτής, το οποίο παρουσιάζεται συχνά στις αντλίες που μεταφέρουν υγρά με διαλυμένα στερεά, δεν υπάρχει κανένας έλεγχος, ενώ υπάρχει η δυνατότητα εφοδιασμού με συστήματα επαναδιάταξης του διακένου, ώστε να μην αχρηστευθεί η αντλία.

Φαίνεται λοιπόν πως όποια επιμέρους συντήρηση είναι σχετικά κοστοβόρα, ή απαιτεί περισσότερο χρόνο, συνήθως παραλείπεται, χωρίς να μελετηθούν οι πιθανές επιπτώσεις της. Σαν εξήγηση μπορεί να ειπωθεί πως στις περισσότερες ελληνικές βιομηχανίες είναι ευρέως διαδεδομένη η αντίληψη πως η συντήρηση αποτελεί κόστος, το οποίο πρέπει συνεχώς να διατηρείται σε όσο το δυνατό χαμηλότερα επίπεδα. Όταν λοιπόν το τμήμα συντήρησης προτείνει περεταίρω έξοδα, τα οποία και εκ πρώτης άποψης δεν λογίζονται απαραίτητα, συνήθως αντιμετωπίζεται αρνητικά, χωρίς να του δοθεί η δυνατότητα επιχειρηματολογίας. Όμως στην πραγματικότητα η συντήρηση του εξοπλισμού πρέπει να γίνει αντιληπτή ως επένδυση, καθώς τυχόν δυσλειτουργίες της μπορούν μελλοντικά να εκτοξεύσουν τα έξοδα αλλά και να μειώσουν την παραγωγή σε σημαντικό βαθμό.

Προκειμένου βέβαια να γίνει καλύτερος σχεδιασμός στην συντήρηση κρίνεται απαραίτητη μια μελέτη για το κόστος των βλαβών και την συχνότητά τους στην συγκεκριμένη εταιρεία, ώστε να μπορέσει να εστιαστεί η συντήρηση εκεί που

πραγματικά είναι απαραίτητη, πράγμα που δεν έχει γίνει και θεωρείται «υπερβολή» για σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων μιας βιομηχανίας μεσαίου μεγέθους.

Βέβαια στην σημερινή οικονομική συγκυρία, όπου οι πωλήσεις φθίνουν σχεδόν στο σύνολο των βιομηχανιών στην Ελλάδα, ενώ τα στοιχεία για το εγγύς μέλλον είναι δυσοίωνα, κάθε εταιρεία προσπαθεί να μειώσει τα έξοδα από όπου και αν μπορεί. Ο τομέας της συντήρησης είναι από τους πρώτους υποψήφιους για περικοπές, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η απόδοση του συγκεκριμένου τμήματος.

Εξετάζοντας στην συνέχεια το σύστημα διάταξης κενού παρατηρείται πως η συντήρηση γίνεται σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, δηλαδή καθημερινά αφαιρείται το νερό που έχει μαζευτεί από την υγρασία του αέρα, ενώ το φίλτρο λαδιού και το ορυκτέλαιο αλλάζονται στον χρόνο που προβλέπει ο κατασκευαστής. Η πιστή τήρηση των κανόνων συντήρησης στην αντλία κενού εξηγείται από την απλή συντήρησή της καθώς και από το μεγάλο κόστος επισκευής και αντικατάστασής της, σε σχέση με τις φυγόκεντρες αντλίες.

Όσον αφορά τις δεξαμενές, η συντήρηση είναι πολύ απλή και αποτελείται από τον καθαρισμό ανά τακτά χρονικά διαστήματα των διατάξεων εισροής και εκροής, καθώς και τον έλεγχο των ΡΗμέτρων και το καλιμπράρισμά τους. Μεγαλύτερη προσοχή δίνεται στις δοσομετρικές αντλίες, λόγω της μεγαλύτερης ευαισθησίας τους και του μεγάλου κόστους αγοράς. Μάλιστα στην περίπτωση της δοσομετρικής αντλίας για την τροφοδοσία της καυστικής σόδας τον χειμώνα σταματάει η λειτουργία της και η σόδα προστίθεται χειροκίνητα. Αυτό συμβαίνει γιατί η καυστική σόδα παγώνει στους 8 °C, οπότε υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί η αντλία στην προσπάθεια αναρρόφησης, ή από την διαστολή.

Η συντήρηση του αποστακτήρα διαλύτη της γερμανικής εταιρείας ORFU RECYCLING έχει δοθεί σε εξωτερικό συνεργείο λόγω της πολυπλοκότητας του εν λόγω μηχανήματος.

6.4 Προτάσεις για την βελτίωση της επεξεργασίας αποβλήτων της Χρωτέχ Α.Ε.

Το τελικό αποτέλεσμα της επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων της Χρωτέχ Α.Ε. είναι πυκνή λάσπη, που μπαίνει στα ειδικά σακιά διήθησης λάσπης. Αφού αφεθούν να στεγνώσουν, όπως περιγράφηκε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο, τα παραλαμβάνει η εταιρία Polyeco, η οποία είναι αδειοδοτημένη για την συλλογή και επεξεργασία επικίνδυνων υλικών. Επειδή η χρέωση της εταιρίας γίνεται με βάση το βάρος της λάσπης που παραλαμβάνει (€/κίλο), είναι σημαντική η όσο το δυνατόν καλύτερη στερεοποίηση της λάσπης, όπως έχει ήδη αναφερθεί.

Προς αυτή την κατεύθυνση υπάρχει η πρόταση να γίνει εκμετάλλευση του αέρα που απελευθερώνεται από τον κλιματιστικά του εργοστασίου στο περιβάλλον. Ο αέρας αυτός θα μπορούσε να διοχετευθεί μέσω αεραγωγών στο σημείο που αφήνονται να στεγνώσουν τα σακιά διήθησης, ή και ο ίδιος ο χώρος διήθησης να μεταφερθεί

πιθανόν κάπου αλλού, εγγύτερα στο κτίριο, ώστε και να είναι μικρότερο το κόστος κατασκευής των αεραγωγών. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να επιτευχθεί καλύτερη αφύγρανση και στερεοποίηση της λάσπης, στον ίδιο χρόνο, με αποτέλεσμα μείωση του βάρους. Έτσι θα υπήρχε εξοικονόμηση χρημάτων από το κόστος παραλαβής της Polyeco.

Παρότι έχει γίνει η μελέτη για τη συγκεκριμένη βελτίωση της διαδικασίας επεξεργασίας αποβλήτων ήδη από τις αρχές του 2009, το σχέδιο δεν προβλέπεται να υλοποιηθεί τα αμέσως επόμενα χρόνια. Αυτό συμβαίνει γιατί, αν και εξαιτίας της εξοικονόμησης χρημάτων η επένδυση θα αποσβεθεί, το μακροπρόθεσμο της διαδικασίας έχει αρνητικό αντίκτυπο. Εκτός αυτού, στην σημερινή οικονομική συγκυρία σχεδόν όλες οι επιχειρήσεις της Ελλάδας προχωρούν σε περικοπές εξόδων, και η βελτίωση της επεξεργασίας αποβλήτων για την Χρωτέχ ήταν από τις πρώτες δαπάνες που ακυρώθηκαν από την διεύθυνση του εργοστασίου.

6.5 Ελαχιστοποίηση αποβλήτων

Εκτός όμως από την ίδια την επεξεργασία των αποβλήτων μιας βιομηχανίας, τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί η ιδέα της ελαχιστοποίησης αποβλήτων. Η ελαχιστοποίηση αποβλήτων προβλήθηκε αρχικά στα τέλη της δεκαετίας του '80 από την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA, Environmental Protection Agency). Περιλαμβάνει την μείωση αποβλήτων στην πηγή μέσω τροποποίησης των πρώτων υλών, των διεργασιών και των προϊόντων, καθώς και με την εφαρμογή πρακτικών καλής λειτουργίας. Επί του παρόντος, οι όροι «ελαχιστοποίηση αποβλήτων» και «πρόληψη της ρύπανσης» χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Η «πρόληψη της ρύπανσης» σημαίνει την αποφυγή παραγωγής αποβλήτων στην πηγή, ενώ ο όρος «ελαχιστοποίηση αποβλήτων» είναι γενικότερος και περιλαμβάνει επιπρόσθετα και την ανακύκλωση καθώς επίσης και άλλες τεχνικές μείωσης των αποβλήτων προτού οδηγηθούν για επεξεργασία. (Environmental Protection Agency, 1990).

Η ελαχιστοποίηση αποβλήτων μπορεί να συμβάλει στην βελτίωση της αποδοτικότητας της επιχείρησης, με αποτέλεσμα να:

- μειώσει την κατανάλωση σε πρώτες ύλες και υλικά και κατά συνέπεια να περιορίσει το αντίστοιχο κόστος
- ελαττώσει τον όγκο ή να διαφοροποιήσει την ποιότητα των παραγόμενων αποβλήτων και συνεπακόλουθα το κόστος διάθεσης τους
- μειώσει το κόστος παραγωγής και προσωπικού

Μέσω της ελαχιστοποίησης αποβλήτων στην πηγή, η επιχείρηση έχει και έμμεσα οικονομικά οφέλη αφού:

- βελτιώνει την εικόνα της στην αγορά, και συνεπώς την ανταγωνιστικότητα της
- ενισχύει και βελτιώνει την σχέση της με πελάτες / προμηθευτές

Προκειμένου η επιχείρηση να εφαρμόσει πρόγραμμα ελαχιστοποίησης αποβλήτων έχει τις εξής δυνατότητες:

- Μεταβολή πρώτων υλών
- Τροποποίηση διεργασιών
- Πρακτικές καλής λειτουργίας
- Αλλαγή προϊόντος
- Επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση

Για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων που δημιουργούνται στο περιβάλλον από βιομηχανικές και άλλες παρεμφερείς δραστηριότητες, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υιοθετήσει την εφαρμογή ενός συστήματος **Ολοκληρωμένου Ελέγχου και Πρόληψης της Ρύπανσης** (Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC). Ο Ολοκληρωμένος Έλεγχος και η Πρόληψη της Ρύπανσης προσεγγίζει το περιβάλλον ως ενιαίο σύνολο και αποσκοπεί στην επίλυση του προβλήματος της ρύπανσης του μέσω της πρόληψης στην πηγή. Για την επίτευξη αυτού του στόχου κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (ΒΔΤ), τις οποίες εισάγει ως θεσμό η σχετική Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης 96/61/ΕΕ. Η Οδηγία βρίσκεται σε εφαρμογή στην χώρα μας από τον Οκτώβριο του 1999.

Το ΥΠΕΧΩΔΕ, στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 96/61/ΕΚ (IPPC), εκπόνησε μελέτες για συγκεκριμένους βιομηχανικούς κλάδους στους οποίους αναφέρεται η Οδηγία. Στις μελέτες καταγράφονται Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές για την ελαχιστοποίηση αποβλήτων στην πηγή και γενικά την αντιμετώπιση της ρύπανσης.

Επιπρόσθετα, τον Μάιο του 2003 εκδόθηκε εγκύκλιος από το ΥΠΕΧΩΔΕ, η οποία υποχρεώνει όλες τις βιομηχανικές μονάδες που υπόκεινται στην Οδηγία IPPC να συμπληρώνουν κάθε χρόνο ειδικό έντυπο στο οποίο θα καταγράφουν πληροφορίες σχετικές με τα παραγόμενα απόβλητα.

Σχετικά με την βιομηχανία χρωμάτων στον Οδηγό Ορθής Πρακτικής για την Ελαχιστοποίηση Αποβλήτων του 2009 περιγράφονται πρακτικές εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην Ελλάδα.

Πίνακας 6.1: Πρακτικές ελάττωσης υγρών αποβλήτων βιομηχανίας χρωμάτων από έκλυση εξοπλισμού με νερό και διαλυτή, (Οδηγός Ορθής Πρακτικής για την Ελαχιστοποίηση Αποβλήτων, 2009)

Πρακτική	Σχόλια
Εγκαταστήστε συστήματα μηχανικού καθαρισμού στις δεξαμενές ανάμιξης.	<p>Είναι αποτελεσματικά για τον καθαρισμό των εσωτερικών τοιχωμάτων των δεξαμενών όπου προσκολλώνται χρωστικές ουσίες.</p> <p>Ο αυτοματοποιημένος καθαρισμός είναι προτιμότερος έναντι των χειροκίνητων συστημάτων.</p> <p>Μπορεί να μην είναι πρακτική λύση για μικρές εγκαταστάσεις.</p>
Χρησιμοποιείτε πλαστικά γουρουνάκια (rigs) για τον εσωτερικό καθαρισμό των σωληνώσεων.	<p>Απαιτείται κατάλληλος σχεδιασμός των εγκαταστάσεων αποστολής και υποδοχής του γουρουνιού καθαρισμού.</p> <p>Οι σωληνώσεις δεν πρέπει να φέρουν εξαρτήματα που εμποδίζουν την ελεύθερη κίνηση του γουρουνιού καθαρισμού στο εσωτερικό τους.</p>
Τοποθετήστε ακροφύσια στα λάστιχα που χρησιμοποιούνται για πλυσίματα.	<p>Τα ρεύματα νερού υψηλής πίεσης καθαρίζουν εύκολα τα σωματίδια αποβλήτων.</p> <p>Η κατανάλωση υγρών έκπλυσης μειώνεται σε ποσοστό μέχρι και 80 – 90%.</p>
Για μονάδες που χρησιμοποιούν συστήματα επιτόπιου καθαρισμού (CIP, Clean in Place)	
Εφαρμόστε συστήματα έκπλυσης σε αντirroή.	Ενδείκνυται σε εγκαταστάσεις που έχουν πρόσθετο αποθηκευτικό χώρο.
Χρησιμοποιείτε εναλλακτικά μέσα καθαρισμού.	Η χρήση κατάλληλου αλκαλικού διαλύματος καθαρισμού μπορεί να μειώσει την συχνότητα αντικατάστασης του διαλύματος κατά το ήμισυ.
Επιτρέψτε ικανό χρόνο καθίζησης για την διαγύαση του νερού έκπλυσης.	<p>Μπορούν να προστεθούν κροκιδωτικά για την επίσπευση της καθίζησης, θα πρέπει όμως να γίνει προσεκτικά ώστε να μην προκύψουν στερεά ακατάλληλα για ανακύκλωση.</p> <p>Επίσης συνιστάται η προσθήκη απογαλακτωματοποιητών για την υποβοήθηση διαχωρισμού της οργανικής φάσης.</p>

Πρακτική	Σχόλια
Πρακτικές Καλής Λειτουργίας	
Προγραμματίζετε παραγωγή παρτίδων μεγάλου μεγέθους και ενός χρώματος.	Αποφεύγεται ο διεξοδικός καθαρισμός μεταξύ των παρτίδων.
Προγραμματίζετε παραγωγή παρτίδων ξεκινώντας από ανοιχτά χρώματα.	Ο καθαρισμός είναι αναγκαίος μόνο στην περίπτωση που θα παραχθεί παρτίδα ανοιχτότερου χρώματος.
Καθαρίζετε τις δεξαμενές ανάμιξης αμέσως μετά τη χρήση.	<p>Μειώνεται η ποσότητα του χρώματος που στεγνώνει στα δοχεία, και κατά συνέπεια η ανάγκη χρήσης καυστικού διαλύματος καθαρισμού.</p> <p>Ενδείκνυται ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν μικρές κινητές δεξαμενές.</p>
Εξετάστε την παραγωγή ασταριού που θα έχει την δυνατότητα ελαφρού χρωματισμού από τον τελικό χρήστη.	<p>Μειώνονται τα απόνερα αφού απαιτούνται λιγότερες πλύσεις.</p> <p>Αναγκαία είναι η εκπαίδευση του τελικού χρήστη στον χρωματισμό του ασταριού ανάλογα με τις προδιαγραφές.</p> <p>Με κατάλληλο χειρισμό, η προσέγγιση αυτή θα μπορούσε να προκαλέσει λιγότερα απόβλητα σε επίπεδο χρήστη (post consumer waste).</p>
Υιοθετήστε αποτελεσματικό σύστημα καθαρισμού.	<p>Προγραμματίστε τη λειτουργία καθαρισμού με τρόπο που να διαχειρίζεται αποτελεσματικά την παραγωγή αιχμής.</p> <p>Μειώνεται η ανάγκη καθαρισμού με καυστικό διάλυμα.</p>
Χρησιμοποιείτε νερά έκπλυσης ως συστατικά παραγωγής ασταριών.	<p>Τα νερά έκπλυσης μπορούν να προστεθούν στο αστάρι χωρίς να πρέπει να διαχωριστούν τα χρώματα.</p> <p>Αποφεύγετε το κόστος διάθεσης και μεταφοράς.</p>
Διαχωρίζετε τα λευκά από τα χρωματισμένα νερά έκπλυσης και αναμιγνύετε τα για την παραγωγή βαφής παρόμοιου χρώματος.	<p>Αναμιγνύετε τα χρωματισμένα νερά έκπλυσης σε παρτίδες παραγωγής βαφής παρόμοιου χρώματος.</p> <p>Τα λευκά νερά έκπλυσης μπορούν να αναμιχθούν σε παρτίδες παραγωγής σχεδόν όλων των χρωμάτων.</p>

Πρακτική	Σχόλια
Χρησιμοποιείτε τα απόβλητα διαλύτη σε επόμενες συμβατές παρτίδες.	Εφαρμόζεται όταν πρόκειται να παραχθεί παρτίδα του ίδιου χρώματος.
Αγοράζετε επανεπεξεργάσιμους (reconditioned) διαλύτες έκπλυσης και επιστρέφετε τους στον προμηθευτή για κατεργασία.	Ενδείκνυται όταν η παραγωγική διαδικασία δεν επιτρέπει την ανάμιξη του χρησιμοποιημένου διαλύτη έκπλυσης στο προϊόν. Η χρήση επανεπεξεργασμένου διαλύτη είναι μία εναλλακτική λύση μέσω της οποίας εξοικονομείτε δαπάνες διάθεσης.

Στην περίπτωση της Χρωτέχ υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα μηχανικού καθαρισμού στις δεξαμενές ανάμιξης, ενώ έχουν τοποθετηθεί και ακροφύσια στα λάστιχα που χρησιμοποιούνται για τα πλυσίματα, ώστε να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη πίεση και καλύτερος καθαρισμός από τα υπολείμματα χρωμάτων με ταυτόχρονη εξοικονόμηση νερού.

Επίσης δοκιμάστηκε η χρήση νερών έκπλυσης ως συστατικά παραγωγής ασταριών και ο διαχωρισμός των λευκών από τα χρωματισμένα νερά έκπλυσης για την παραγωγή βαφής παρόμοιου χρώματος. Τα παραγόμενα χρώματα όμως δεν πληρούσαν τις υψηλές προδιαγραφές που έχει θέσει η εταιρεία, καθώς η ποιότητά τους ήταν χειρότερη από ότι προηγουμένως. Κατά αυτό τον τρόπο η συγκεκριμένη τεχνική κρίθηκε ως μη αποδοτική.

Τέλος, προγραμματίζεται και η παραγωγή κατά το δυνατόν μεγάλων παρτίδων χρωμάτων, ξεκινώντας από τα πιο ανοιχτά, ώστε να εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα που αναφέρονται και στον πίνακα 5.1.

Παρατηρείται λοιπόν πως η Χρωτέχ Α.Ε. έχει προβεί σε όλες τις απαραίτητες ενέργειες για την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων της, που μπορούν να συνεισφέρουν στην αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της, η οποία έτσι και αλλιώς πληροί όλες της θεσμοθετημένες προδιαγραφές, όπως περιγράφηκε και στην παρούσα εργασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βλυσίδης Απόστολος, Τεχνικές επεξεργασίας υγρών απόβλητων, Εκδόσεις Ε.Μ.Π. Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα 2006

Κατσίρης Νεκτάριος, “Μελέτη επικινδυνότητας μονάδας αποθείωσης αποστάγματος κενού”, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα 1991

Μαλιώτης Γιώργος, Δοσομετρικά Συστήματα, Τεχνοεκδοτική, 2010

Μαλιώτης Γιώργος, Διάταξη Κενού, Τεχνοεκδοτική, 2010

Μαρνέλλος Γιώργος, Εισαγωγή στη Τεχνολογία Περιβάλλοντος, Ε.Μ.Π., 2008

Σαρηγιαννίδης Χ., Η εμπειρία στην ανάλυση και επιστημονική τεκμηρίωση ατυχημάτων, Δεκέμβριος 2006

Χαλβαδάκης Κ., Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη, 2000

Δελτίο πανελλήνιου συλλόγου διπλωματούχων μηχανολόγων ηλεκτρολόγων μηχανικών, Απρίλιος 2007

Ενημερωτικό Φυλλάδιο Grundfos, Νοέμβριος 2009

Οδηγός Ανεύρεσης Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών, Υπουργείο Περιβάλλοντος, 2009

Οδηγός Ορθής Πρακτικής για την Ελαχιστοποίηση Αποβλήτων Βιομηχανίας χρωμάτων, Υπουργείο Περιβάλλοντος, 2009

Ολοκληρωμένη Πρόληψη και Περιορισμός της Ρύπανσης (IPPC) και οι Ελληνικές Προτάσεις για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές στην Βιομηχανία Τροφίμων-Ποτών. (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ)

Πανελλήνια Ένωση Βιομηχανιών Χρωμάτων Βερνικιών και Μελανιών

Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση, Φεβρουάριος 2008

Bloch, Heinz P., and Allan R. Budris, Pump User's Handbook, Fairmont Press, Lilburn, GA 30047, ISBN 0-88173-517-5, 2006.

Bloch, Heinz P., and Don Johnson, "Downtime Prompts Upgrading of Centrifugal Pumps," Chemical Engineering, 1985.

Bloch, Heinz P., Pump Statistics Should Shape Strategies, Maintenance Technology Strategy Magazine, October 2008

Bloch, Heinz P., Improving Machinery Reliability, Gulf Publishing Company, Houston, 1998.

Bloch, H.P., "Optimized Lubrication of Antifriction Bearing for Centrifugal Pumps," ASLE, Paper No. 78-AM-1D-1, presented in Dearborn, 1978.

Cherkassky V.M., Pumps fans compressors, Mir Publishers, Moscow 1990

Ingram, J.H., "Pump Reliability— Where Do You Start," presented at ASME Petroleum Mechanical Engineering Workshop and Conference, Dallas, September, 1981.

Karassik, Igor J., "So, You Are Short On NPSH?" presented at Pacific Energy Association Pump Workshop, Ventura, 1979.

McQueen, R., "Minimum Flow Requirements for Centrifugal Pumps," Pump World, 1980, Volume 6.

Mc Nally William, Seal & Pump manual, The Mc Nally Institute, 2009

Piotrowski John, Effective Predictive and Pro-Active Maintenance, 2007

Shiels Stan, Overlooked key areas of centrifugal pump maintenance, World pumps magazine, Σελ 29, Μάρτιος 2001

Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry, May 2003

The sewage pumping handbook, Grundfos A/S, Denmark 2002