

**ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Επεξεργασία υγρών αποβλήτων βιομηχανίας  
καλλωπιστικών προϊόντων»**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΠΙΡΜΠΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΜ: 5115**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΤΣΑΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΟΥΣ.....	8
1.1 Βιομηχανικές περιοχές- Απόβλητα Βιομηχανικών περιοχών.....	8
1.2 Στερεά βιομηχανικά απόβλητα.....	10
1.3 Υγρά βιομηχανικά απόβλητα.....	12
1.4 Αέρια βιομηχανικά απόβλητα.....	15
1.5 Ειδικές δεσμεύσεις .....	18
1.6 Παραγόμενοι ατμοσφαιρικοί ρύποι.....	19
1.6.1 Μονοξείδιο του άνθρακα (co) .....	19
1.6.2 Διοξείδιο του θείου (so2).....	20
1.6.3 Διοξείδιο του αζώτου (NO2) και μονοξείδιο του αζώτου (NO).....	21
1.6.4 Οζον (O3) .....	23
1.6.5 Υδρογονανθρακες και άλλες πτητικές οργανικές ενώσεις.....	27
1.6.6 Αιωρούμενα σωματίδια.....	28
1.6.7 Μόλυβδος (Pb).....	28
1.7 Βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές για τους αερίους ρύπους.....	29

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.ΙΣΧΥΟΝ ΝΟΜΟΘΕΣΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ...33	
2.1 Βασικές έννοιες .....	33
2.1.1 Γενικά.....	33
2.1.2 Έννοια του περιβάλλοντος.....	33

2.1.3 Έννοια βιομηχανικών εγκαταστάσεων.....	34
2.2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	34
2.2.1 Το εσωτερικό δίκαιο.....	34
2.2.2. Το ευρωπαϊκό κοινοτικό δίκαιο .....	36
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ</b>	
3.Βιομηχανία ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ.....	39
3.1 Στοιχεία Βιομηχανίας.....	39
3.1.1. Επωνυμία: ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ.....	39
3.2. Μονάδα παραγωγής καλλυντικών - Υλικά υπό επεξεργασία - Τελικά προϊόντα.....	39
3.2.1. Καλλυντικά γαλακτώματα.....	39
3.2.2 Καλλυντικές κρέμες.....	41
3.2.3 Καλλυντικές λοσιόν.....	41
3.2.4 Αντηλιακά.....	42
3.2.5 Σαμπουάν.....	43
3.2.6 Σαπούνια.....	45
3.2.7 Οδοντόπαστες.....	46
3.2.8 Συντηρητικά και αντιοξειδωτικά.....	47
3.3. Βιομηχανικά απόβλητα.....	48
3.3. Προέλευση βιομηχανικών αποβλήτων.....	48
3.3.1.1 Υγρά απόβλητα απο την μονάδα παραγωγής καλλυντικών.....	48
3.3.1.2 Λύματα προσωπικού.....	52
3.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	53
3.4.1 Εισαγωγή.....	53

3.4.2 Γενική Θεώρηση.....	54
3.4.3 Οξείδωση αποβλήτων με αντιδράσεις Fenton (Πρωτογενής επεξεργασία).....	56
3.4.4 Αερόβια βιολογική επεξεργασία (δευτερογενής επεξεργασία).....	57
3.4.5 Επεξεργασία με υδροχαρή φυτά (τριτογενής επεξεργασία).....	60
3.4.5.1. Γενικά .....	60
3.4.5.2. Απομάκρυνση B O D.....	61
3.4.5.3. Απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών.....	62
3.4.5.4. Απομάκρυνση αζώτου.....	63
3.4.5.5. Απομάκρυνση Φωσφόρου.....	64
3.4.5.6. Απομάκρυνση μετάλλων .....	65
3.4.6. Λύματα προσωπικού.....	66
3.4.7 Διάθεση λασπών .....	67
3.5. Συνολική περιγραφή λειτουργίας μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.....	67
3.6. Λεπτομερής περιγραφή επι μέρους μονάδων.....	73
3.6.1. Συλλογή και χημική οξείδωση αποβλήτων μονάδας παραγωγής καλλυντικών (Διάγραμμα P&I No 100) .....	73
3.6.2. Απομάκρυνση χημικών λασπών με αέρια επίπλευση (Διάγραμμα P&I No 200) .....	77
3.6.3. Βιολογική επεξεργασία (Διάγραμμα P&I No 300).....	82
3.6.4. Τριτογενή επεξεργασία με υδροχαρή φυτά (Διάγραμμα P&I No 400).....	85
3.6.5. Διαχείριση χημικών και βιολογικών λασπών (Διάγραμμα P&I No 500) .....	89
3.6.6. Έλεγχος της μονάδας.....	89
3.6.7. Επεξήγηση συμβολισμών.....	91

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4.ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	95
4.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων αποβλήτων.....	95
4.2 Μετρήσεις δειγμάτων.....	96
Βιβλιογραφία.....	100

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η «Επεξεργασία υγρών αποβλήτων βιομηχανίας καλλωπιστικών προϊόντων»

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται η έννοια των Βιομηχανικών περιοχών και οι βασικές μορφές τους. Επίσης, γίνεται αναφορά και ανάλυση των αποβλήτων τους καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων στη βιομηχανία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι ισχύον νομοθεσίες σχετικά με τα βιομηχανικά απόβλητα, οι βασικές έννοιες, όπως επίσης και οι νομοθεσίες που ισχύουν στην Ελλάδα, την Ευρώπη και τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

Στο τρίτο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας αναφέρεται η Βιομηχανία ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ , καθώς και κάποια στοιχεία για την συγκεκριμένη βιομηχανία. Επιπρόσθετα, αναλύει την παραγωγική μονάδα της εταιρίας καθώς και τα προϊόντα που παράγει. Επιπλέον, γίνεται η ανάλυση των υγρών αποβλήτων από την μονάδα των καλυντικών και των λυμάτων του προσωπικού. Στη συνέχεια, προτίνεται μια μέθοδος επεξεργασίας των λυμάτων και κλείνει το κεφάλαιο με την έπτομερή καταγραφή των επιμέρους μονάδων.

Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο, διακρίνονται μέσω πίνακα τα ποιοτικά χαρακτηριστικάτων επεξεργασμένων αποβλήτων και επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δειγμάτων από την τελική έξοδο της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ.



## **1) ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΤΟΥΣ.**

### ***1.1 Βιομηχανικές περιοχές- Απόβλητα Βιομηχανικών περιοχών.***

Ο ορισμός που εκφράζει τα βασικά χαρακτηριστικά των Βιομηχανικών Περιοχών (ΒΙΠΕ), σύμφωνα με τον Κόνσολα (1985) έχει ως εξής: «Βιομηχανική Περιοχή είναι έκταση, που αποκτάται από το φορέα ανάπτυξης της, οργανώνεται με βάση ένα ρυμοτομικό σχέδιο, εφοδιάζεται με όλα τα δίκτυα υποδομής και διατίθεται σε μορφή γηπέδων για την εγκατάσταση βιομηχανικών ή βιοτεχνικών επιχειρήσεων, στις οποίες παρέχει πρόσθετες υπηρεσίες και κίνητρα.»

Για πρώτη φορά, η ίδρυση Βιομηχανικών Περιοχών στην Ελλάδα αποφασίστηκε το 1962 από τον Οργανισμό Βιομηχανικής Ανάπτυξης (ΟΒΑ) ο οποίος το 1964 συγχωνεύτηκε για το σκοπό αυτό μαζί με άλλους δυο πιστωτικούς οργανισμούς και συνέστησε την κρατική Ελληνική Τράπεζα Βιομηχανικής Ανάπτυξης (ΕΤΒΑ).

Το βασικό θεσμικό πλαίσιο που τέθηκε ήταν ο ν. 4458/65 (ΦΕΚ 33/Α/27-2-65) που έδινε στην τότε κρατική ΕΤΒΑ το αποκλειστικό δικαίωμα οργάνωσης και εκμετάλλευσης ΒΙΠΕ. Οι Βιομηχανικές Περιοχές που ιδρύθηκαν με βάση το νόμο αυτό είναι 27. Σ' αυτές μπορούν να εγκαθίστανται βιομηχανίες και βιοτεχνίες κάθε μορφής και κάθε βαθμού όχλησης ως και επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών προς της εγκατεστημένες βιομηχανίες όπως: παραρτήματα τραπεζών, ΔΕΗ, ΟΤΕ, ΕΛΤΑ κλπ

Το θεσμικό πλαίσιο στη συνέχεια αναμορφώθηκε ριζικά με το ν. 2545/97 (ΦΕΚ 254/Α/15-12-97). Η βασική διαφορά σε σχέση με το προηγούμενο θεσμικό πλαίσιο είναι ότι στη θέση των Βιομηχανικών Περιοχών θεσμοθετήθηκαν οι λεγόμενες Βιομηχανικές και



Επιχειρηματικές Περιοχές (ΒΕΠΕ), που μπορούν ωστόσο να έχουν τις εξής βασικές μορφές:

- Βιομηχανικές Περιοχές (ΒΙΠΕ) (λειτουργούν ως χώροι υποδοχής κάθε βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας).
- Βιομηχανικά Πάρκα (ΒΙΠΑ) (λειτουργούν ως χώροι υποδοχής κάθε βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας μέσης και χαμηλής όχλησης).
- Βιοτεχνικά Πάρκα (ΒΙΟΠΑ) (λειτουργούν ως χώροι υποδοχής κάθε βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας χαμηλής όχλησης και επαγγελματικών εργαστηρίων).
- Τεχνοπόλεις (ΤΕΧΝ) (λειτουργούν ως χώροι υποδοχής βιομηχανιών νέας και υψηλής τεχνολογίας και ερευνητικών/εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων).

Μέχρι σήμερα ιδρύθηκαν μόνο ΒΙΠΑ, ΒΙΟΠΑ και ΤΕΧΝ και καμία νέα ΒΙΠΕ. Παράλληλα με το ν.2545/97 καταργήθηκε και το αποκλειστικό δικαίωμα της ΕΤΒΑ για την οργάνωση και εκμετάλλευση τέτοιων περιοχών.

Τα βιομηχανικά απορρίματα διαχωρίζονται στα παρακάτω:

- **Αδρανή απορρίματα** από μάζα διαφόρων ορυκτών που περιέχονται από τις διαδικασίες εξαγωγής.
- **Απορρίματα εξομοιούμενα με τα οικιακά** που μπορούν να τύχουν της ίδιας επεξεργασίας με αυτά
- **Ειδικά απορρίματα** χαρακτηριστικά της βιομηχανικής δραστηριότητας που περιέχουν βλαπτικά στοιχεία σε συγκεντρώσεις μικρές ή μεγάλες .παρουσιάζουν όμως και

ορισμένους κινδύνους για το περιβάλλον και η διαθεσή τους πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη φροντίδα.

- **Τοξικά και επικίνδυνα απορρίματα** των οποίων η διάθεση απαιτεί ειδικούς ελέγχους.

### ***1.2 Στερεά βιομηχανικά απόβλητα.***

Οι ρυπαντικές ουσίες που υπάρχουν στα βιομηχανικά απόβλητα αλλοιώνουν τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του νερού. Οι ουσίες αυτές ανάλογα με τις ιδιότητες, τη συμπεριφορά και την επίδρασή τους διακρίνονται σε φυσικούς και χημικούς ρυπαντές. Οι ουσιαστικές γνώσεις των ρυπαντικών ουσιών, φυσικών (αδιάλυτες, διαλυτές, κolloειδείς), ή χημικών (ανόργανες, οργανικές, ραδιενεργά και τοξικά στοιχεία) είναι βασική προϋπόθεση για τον έλεγχο της λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων. Ακόμα, ο σωστός εξοπλισμός και η καλή οργάνωση του εργαστηρίου καθώς επίσης και η τήρηση των γενικών κανόνων δειγματοληψίας και ανάλυσης αποτελούν βασική προϋπόθεση για τον έλεγχο της λειτουργίας μιας εγκατάστασης επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων. (<http://www.prosodol.gr/?q=el/node/212>). Στην κατηγορία των στερεών βιομηχανικών αποβλήτων συμπεριλαμβάνονται τα κενά συσκευασίας (άδεια βαρέλια, χαρτοκιβώτια, πλαστικά περιτυλίγματα κλπ), καθώς και τα στερεά υπολείμματα που προκύπτουν κατά την επεξεργασία των τελικών προϊόντων και αποτελούνται από τα ίδια συστατικά που αποτελούνται και τα τελικά προϊόντα. (<http://www.mercola.gr/page.aspx?itemID=SPG1560>).

Η διαχείριση των μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων θα πρέπει να ακολουθεί την εξής διαδικασία. Τα εν λόγω στερεά απόβλητα, θα αποθηκεύονται προσωρινά και στην συνέχεια θα παραδίδονται σε κατάλληλο φορέα ο οποίος θα διαθέτει άδεια συλλογής και μεταφοράς μη επικίνδυνων αποβλήτων.

Σημειώνεται ότι, θα πρέπει να τηρούνται τα σχετικά παραστατικά στο αρχείο της εταιρείας. Η διαχείριση των ρευστών αποβλήτων θα πρέπει να γίνεται ως εξής:

α) οι συσκευασίες διαφόρων υλικών που χρησιμοποιούνται κατά τη λειτουργία της μονάδας, θα παραδίδονται σε κατάλληλα αδειοδοτημένο συλλέκτη προς αξιοποίηση σε μια εγκεκριμένη εγκατάσταση.

β) όσον αφορά την συλλογή και την απόσυρση ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, θα πρέπει να γίνεται μέσω εγκεκριμένων συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης.

γ) τα Απόβλητα Λιπαντικών Ελαίων (ΑΛΕ) από τη συντήρηση και επισκευή του μηχανολογικού εξοπλισμού του συσκευαστηρίου, θα πρέπει να αποθηκεύονται προσωρινά σε στεγανά δοχεία με καπάκι ασφαλείας, τα οποία να φυλάσσονται εντός των εργοστασιακών χώρων. Στην συνέχεια, τα απόβλητα των λιπαντικών ελαίων, παραδίδονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, σε εγκεκριμένο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης προς περαιτέρω επεξεργασία. Η παραγόμενη ιλύς στις βιομηχανίες που αποτελεί στερεό απόβλητο σταθεροποιείται και διατίθεται σε χώρο υγειονομικής ταφής. Εναλλακτικά, θα μπορούσε να χωνεύεται αναερόβια με ενεργειακή αξιοποίηση του μεθανίου. Επιπλέον στον κλάδο της

παραγωγής για την επεξεργασία των στερεών αποβλήτων εφαρμόζονται οι εξής τεχνικές:

- 1) Διάθεση στερεών διαύγασης (φυγοκέντρισης) στα στερεά απόβλητα και όχι στα υγρά απόβλητα.
- 2) Επιλογή κατάλληλου σχήματος επεξεργασίας της ιλύος, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της: Πάχυνση
  - > Σταθεροποίηση
  - > Αφυδάτωση με φιλτρόπρεσσα ή σε κλίνες ξήρανσης
  - > Ασφαλής διάθεση της επεξεργασμένης ιλύος και των μη αξιοποιήσιμων στερεών σε χώρο διάθεσης απορριμμάτων (υγειονομικής ταφή).
- 3) Διερεύνηση της πιθανής χρήσης της ιλύος για την παραγωγή βιοαερίου (αναερόβια χώνευση).
- 4) Χωριστή συλλογή στερεών αποβλήτων παρόμοιας σύστασης με τάραστικά (πλαστικού και χαρτιού) και ανακύκλωση τους.

### ***1.3 Υγρά βιομηχανικά απόβλητα.***

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

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

Η παραγωγή των αποβλήτων μπορεί να είναι συνεχής ή διακεκομμένη κατά το χρόνο λειτουργίας του εργοστασίου, επίσης μπορεί να περιορίζεται μόνο σε συγκεκριμένες εποχές του χρόνου (π.χ. κονσερβοποίηση φρούτων). Για τα βιομηχανικά απόβλητα δεν είναι δυνατόν να δοθούν συγκεκριμένες τιμές ποσότητας, σε αντίθεση με τα αστικά λύματα, όπου η διακύμανση είναι σχετικά μικρή. (<http://www.prosodol.gr/?q=el/node/212>)

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν κυρίως μικροσωματίδια καθώς και διάφορες απορρυπαντικές ουσίες και παρουσιάζουν πολύ υψηλό οργανικό φορτίο, υψηλά επίπεδα αζώτου (N) και φωσφόρου (P) και διακυμάνσεις ως προς την θερμοκρασία και το pH, λόγω της παρουσίας βασικών και όξινων χημικών ουσιών καθαρισμού. Ο όγκος και η συγκέντρωση των αποβλήτων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως ο τύπος και η ποσότητα των προϊόντων, η διαδικασία και ο μηχανολογικός εξοπλισμός παραγωγής, οι πρακτικές καθαρισμού κ.λ.π.

Επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ονομάζεται κάθε τεχνική χειρισμού, που απομακρύνει ή τροποποιεί κατάλληλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους ώστε να εξαλείφονται ή ελαττώνονται οι δυσμενείς συνέπειες από τη διάθεσή τους στο περιβάλλον. Η επεξεργασία των αστικών λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων έχει σαν στόχο την προστασία όλων των φυσικών αποδεκτών από τη συνεχώς απειλούμενη ρύπανση.

Η κατάλληλη μέθοδος επεξεργασίας προϋποθέτει ειδικές γνώσεις αναφορικά με την προέλευση, την ποσότητα και το είδος των αποβλήτων, χαρακτηριστικά που αποτελούν τη βάση του σχεδιασμού μιας εγκατάστασης επεξεργασίας αποβλήτων. Μετά την επεξεργασία τους τα απόβλητα καταλήγουν σε φυσικούς υποδοχείς, επιφανειακά (ποταμοί, λίμνες, θάλασσα) ή υπόγεια νερά, έδαφος ή υπέδαφος. Οι υποδοχείς αυτοί ονομάζονται αποδέκτες υγρών αποβλήτων. (<http://www.prosodol.gr/?q=el/node/212>)

Τα υγρά απόβλητα τέλος αποτελούν αστικά λύματα από τους χώρους υγιεινής της εγκατάστασης και θα πρέπει να διοχετεύονται σε στεγανό βόθρο.

Πέρα όμως από αστικά λύματα των χώρων υγιεινής και ασφάλειας, τα υγρά απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να είναι τα νερά έκπλυσης των παραγωγικών μηχανημάτων και θα πρέπει να διοχετεύονται στο δίκτυο αποχέτευσης μετά από σχετική άδεια ή να οδηγούνται σε στεγανό βόθρο, εφόσον έχει εξασφαλιστεί η τελική διάθεσή τους.

Για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μονάδων χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες με τελικό στόχο την μείωση του υψηλού οργανικού φορτίου. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος

στην Ελλάδα είναι η μέθοδος της ενεργού ιλύος (με την απαραίτητη πρωτοβάθμια επεξεργασία) ακολουθούμενη από χλωρίωση για την καταστροφή τυχόν παθογόνων μικροοργανισμών. Επίσης, εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σύστημα διαλυμένου αέρα με συνακόλουθη ρύθμιση PH.

Ειδικότερα, για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων εφαρμόζονται οι εξής τεχνικές:

**1) Συστήματα προεπεξεργασίας ή πρωτογενούς επεξεργασίας:**

- > Δεξαμενές εξισορρόπησης / ομογενοποίησης
- > Εξουδετέρωση / Ρύθμιση pH
- > Μηχανικός Καθαρισμός/ Εσχάρωση και Λεπτό κοσκίνισμα (περιστροφικά κόσκινα)
- > Λιποσυλλογή και Εξαφρισμός
- > Επίπλευση (DAF)
- > Αμμοσυλλογή

**2) Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας**

- > Αερόβια Συστήματα
- > Αντιδραστήρες Ενεργού Ιλύος
- > Βιολογικά Φίλτρα (Χαλικοδουλιστήρια και Βιολογικοί Πύργοι), Βιολογικοί Δίσκοι
- > Αναερόβια Συστήματα
- > Δεξαμενές -Λίμνες Σταθεροποίησης (Δεξαμενές Σταθεροποίησης και Οξείδωσης, Αεριζόμενες Δεξαμενές)

**4) Συστήματα χημικής επεξεργασίας**

- > Απολύμανση με Χλώριο

**5) Συστήματα φυσικής επεξεργασίας**

- > Φίλτρα άμμου

- 6) Συστήματα επεξεργασίας/διάθεσης στο έδαφος, όπου είναι διαθέσιμες μεγάλες εκτάσεις γης (για ημιεπεξεργασμένα απόβλητα.
- 7) Άρδευση.

#### **1.4 Αερια βιομηχανικά απόβλητα**

Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται στερεά πολύ μικρής κοκκομετρίας και χαμηλού βάρους, τα οποία μπορούν να μεταφερθούν μέσω του αέρα, αλλά και εκνεφώματα υγρών (οργανικών διαλυτών, οξέων και άλλων ουσιών) τα οποία παρουσιάζουν υψηλή τάση εξάτμισης.

<http://www.mercola.gr/page.aspx?itemID=SPG1560>

Αέριες εκπομπές στη βιομηχανία προϊόντων αποτελούν και τα καυσαέρια, τα αιωρούμενα σωματίδια, οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και οι οσμές.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος και της ατμόσφαιρας βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση με την ενέργεια που παράγεται από τα ορυκτά καύσιμα των βιομηχανιών που περιέχουν άνθρακα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται μερικά προκαλούμενα φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης:

Η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι υπεύθυνη για την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, η οποία είναι γνωστή και με τον όρο κλιματική αλλαγή (climatic change) και παγκόσμια θέρμανση (global warming) εξαιτίας των αυξημένων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Τα πιο βασικά θερμοκηπιακά αέρια είναι το CO<sub>2</sub>, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου, οι χλωροφθοράνθρακες (CFC), οι υδρογονοχλωροφθοράνθρακες (HCFC), οι υδρογονοφθοράνθρακες



(HFC), οι υπερφθοράνθρακες (PFC), το εξαφθοριούχο θείο και το όζον στην τροπόσφαιρα .

Η όξινη βροχή είναι ένα φαινόμενο, το οποίο παρατηρείται σε περιφερειακό και διηπειρωτικό επίπεδο και προκαλείται από τις εκπομπές οξειδίων θείου και αζώτου, οι οποίες οξειδώνονται σε θειικό και νιτρικό οξύ αντίστοιχα. Υψηλές εκπομπές οξειδίων θείου παράγονται κυρίως από την καύση του γαιανθράκων και του μη αποθειωμένου πετρελαίου.

Η μείωση της στιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος εμφανίζεται επίσης παγκοσμίως με διαφορετικές διακυμάνσεις από μέρος σε μέρος.

Το φωτοχημικό νέφος παρουσιάζεται σε τοπικό επίπεδο και προκαλείται από τις εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων και οξειδίων του αζώτου από τα αυτοκίνητα και τη βιομηχανία.

Η ρύπανση των υδάτινων πόρων παρουσιάζεται σε τοπικό επίπεδο και προκαλείται από πυρηνικά ή άλλα υγρά βιομηχανικά απόβλητα.

Οι πετρελαιοκηλίδες στην θάλασσα ή στους ποταμούς αποτελεί άλλο ένα είδος ρύπανσης που προκαλείται από διαρροές πετρελαίου.

Η θερμική ρύπανση παρουσιάζεται σε παγκόσμιο αλλά και σε τοπικό επίπεδο και προκαλείται από τα θερμικά απόβλητα σε θάλασσα, ξηρά και ατμόσφαιρα .

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι ενέργειες που πρέπει να λαμβάνονται για την διαχείριση των αέριων αποβλήτων. Οι ενέργειες αυτές είναι οι εξής:

Οι σταθερές εστίες καύσης για τη θέρμανση χώρων και νερού οφείλουν να λειτουργούν με τα καύσιμα και τις προδιαγραφές που καθορίζονται από την Υπουργική Απόφαση 189533/11 (ΦΕΚ 2654/Β).

Απαραίτητος κρίνεται και ο τακτικός καθαρισμός και η ρύθμιση των καυστήρων, των αγωγών καπναερίων (εστία, καπνοδόχος κλπ.), σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση 189533/11 (ΦΕΚ 2654/Β/2011).

Η απαγωγή των καυσαερίων θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο και σε τέτοιο ύψος ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα στο περιβάλλον.

Θα πρέπει να τηρούνται τα προκαθορισμένα όρια εκπομπών των αερίων των αποβλήτων, σύμφωνα με τις αντίστοιχες Υπουργικές Αποφάσεις.

Η μονάδα οφείλει να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα για την αποφυγή της έκλυσης δυσάρεστων οσμών. (Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2012)

Πίνακας 1.2: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων στη βιομηχανία

<b>ΚΑΥΣΙΜΑ</b>	<b>ΡΥΠΑΝΤΗΣ</b>	<b>ΕΠΙΠΤΩΣΗ</b>	<b>ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ</b>
ΑΝΘΡΑΚΑΣ	SO <sub>2</sub> και SO <sub>3</sub>	ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ	ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗ
	ΑΙΘΑΛΗ	ΝΕΦΟΣ	ΚΑΘΑΡΟΤΕΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ
	CO <sub>2</sub>	ΑΕΡΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ Υ	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ , ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ/ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	NO, NO <sub>2</sub> , CO ΥΔΡΟΓΟΝΑΝ ΘΡΑΚΕΣ	ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΟ ΝΕΦΟΣ	ΚΑΤ'ΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ
	CO <sub>2</sub>	ΑΕΡΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ Υ	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ
ΠΥΡΗΝΙΚΑ	ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	ΥΓΕΙΑ/ΠΕΡΙΒΑ ΛΛΟΝ	ΤΑΦΗ/ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΑΛΟΠΟΙΗΜΕ ΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

### *1.5 ειδικές δεσμεύσεις*

Στις ειδικές δεσμεύσεις της περιβαλλοντικής μελέτης εντάσσονται κάποιες γενικές προϋποθέσεις για την μονάδα, καθώς και κάποια μέτρα

που πρέπει να ληφθούν σε περίπτωση παύσης ή διακοπής της λειτουργίας του συσκευαστηρίου. Πιο συγκεκριμένα, οι ειδικές ρυθμίσεις είναι οι ακόλουθες:

Σε περίπτωση παύσης της λειτουργίας της μονάδας ο χώρος της εγκατάστασης θα πρέπει να αποκατασταθεί. Ειδικότερα, οι χώροι διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων θα πρέπει να αποκατασταθούν σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις 13588/725/28-3-06 (ΦΕΚ 383/Β) και 24944/1159/306-2006 (ΦΕΚ 791/Β). Όσον αφορά τον μηχανολογικό εξοπλισμό, αυτός θα πρέπει να ανακυκλωθεί στο μέγιστο δυνατό. Η κτιριακή εγκατάσταση θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για τις ανάγκες της παραγωγικής διαδικασίας, σε διαφορετική περίπτωση, η άδεια εγκατάστασης ανακαλείται. *(Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Κοζάνης, 2010)*

## **1.6 Παραγόμενοι ατμοσφαιρικοί ρύποι**

### ***1.6.1 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)***

Το μονοξείδιο του άνθρακα έχει τα εξής χαρακτηριστικά: είναι ένα αέριο άοσμο, άχρωμο, άγευστο, ελαφρύτερο του αέρα και ελάχιστα διαλυτό στο νερό. Η οξείδωση του γίνεται από την ελεύθερη ρίζα του OH σε CO<sub>2</sub> και έχει διάρκεια ζωής 2-4 μήνες. Είναι προϊόν της ατελούς καύσης του άνθρακα. Οι βασικότερες πηγές εκπομπής είναι οι εξατμίσεις των αυτοκινήτων και οι όλων των ειδών οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Η συγκέντρωση του είναι ιδιαίτερα υψηλή σε κλειστούς χώρους στάθμευσης ή κατά μήκος δρόμων σε περίοδο κυκλοφοριακής αιχμής Τα αυτοκίνητα συνεισφέρουν περίπου κατά 75% στις ανθρωπογενείς πηγές

του μονοξειδίου του άνθρακα, ενώ η ατελής καύση ορυκτών καυσίμων στη βιομηχανία συνεισφέρει το υπόλοιπο περίπου 25%. Όταν οξειδώνεται το ατμοσφαιρικό μεθάνιο, δημιουργείται η πιο βασική φυσική πηγή του μονοξειδίου του άνθρακα.

Τα προβλήματα που προκαλεί το μονοξείδιο του άνθρακα στην υγεία του ανθρώπου είναι η μείωση της ικανότητας του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επηρεάζοντας κυρίως το καρδιαγγειακό και το νευρικό σύστημα. Επίσης, οι υψηλές συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα προκαλούν ζαλάδες, πονοκεφάλους και κόπωση. Τα άτομα τα οποία εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα, δύναται να παρουσιάσουν προσωρινή μείωση της πνευματική τους διαύγειας καθώς και της όρασης τους, ενώ σε υψηλές συγκεντρώσεις και χρόνο έκθεσης προκαλείται ο θάνατος.

### ***1.6.2 Διοξείδιο του θείου (so<sub>2</sub>)***

Το διοξειδίου του θείου είναι ένα αέριο με έντονη ερεθιστική μυρωδιά σε υψηλές συγκεντρώσεις. Η οξείδωση του SO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα σχηματίζει SO<sub>3</sub>, το οποίο παρουσιάζει έντονη δραστηριότητα με υδρατμούς σχηματίζει ομίχλη θειικού οξέος, φαινόμενο το οποίο αποτελεί το πρόβλημα ρύπανσης από όξινη βροχή. Το SO<sub>2</sub> συμμετέχει επίσης σε συνδυασμό με αυξημένες συγκεντρώσεις καπνού στο φαινόμενο της καπνομίχλης.

Άλλες σημαντικές ενώσεις του θείου στην ατμόσφαιρα είναι το καρβονυλοσουλφίδιο (OCS), ο διθειάνθρακας (CS<sub>2</sub>), το διμέθυλοσουλφίδιο (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S, το υδρόθειο (H<sub>2</sub>S) και το θειικό οξύ και θειώδες οξύ καθώς και τα θειικά και θειώδη άλατα. Οι κοιλότητες συγκέντρωσης βιολογικής ύλης, η αναερόβια ζύμωση, η διάχυση

σταγονιδίων από τη θάλασσα, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, και οι θερμές πηγές αποτελούν τις φυσικές πηγές των ενώσεων του θείου.

Οι ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί, οι χημικές βιομηχανίες, τα διυλιστήρια πετρελαίου, οι κεντρικές θερμάνσεις και τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν καύσιμο με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο αποτελούν τις πιο βασικές ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής του διοξειδίου του θείου.

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές του SO<sub>2</sub> εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ποσοστό της ροής του θείου στην ατμόσφαιρα. Η ποσότητα που υπάρχει το θείο στον άνθρακα και στο πετρέλαιο είναι από 0-6% κ.β.. Το αποθειωμένο επεξεργασμένο πετρέλαιο (diesel) και η βενζίνη περιέχουν λιγότερο από 0.05% κ.β. θείο (50 ppm). Τα προβλήματα που προκαλεί η μακροχρόνια έκθεση του διοξειδίου του θείου στον άνθρωπο είναι κυρίως αναπνευστικά. Επίσης δύναται να τροποποιήσει τον αμυντικό μηχανισμό των πνευμόνων και να επιδεινώσει τυχόν υπάρχουσες καρδιαγγειακές παθήσεις. Τα άτομα τα οποία πάσχουν από χρόνιες καρδιαγγειακές και πνευμονολογικές παθήσεις καθώς επίσης και τα μικρά παιδιά και οι ηλικιωμένοι ανήκουν στις ευπαθείς ομάδες που επηρεάζονται από αυτές τις συνθήκες. Επιπλέον, όταν το διοξείδιο του θείου βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα στην ατμόσφαιρα, δύναται να παρουσιαστούν μειωμένη ορατότητα, αύξηση της οξύτητας των λιμνών και των ποταμών και αλλοιώσεις στη βλάστηση και στα μέταλλα.

### ***1.6.3 Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>) και μονοξείδιο του αζώτου (NO)***

Το μονοξείδιο του αζώτου αποτελεί κυρίως έναν πρωτογενή ρύπο, ενώ το διοξείδιο του αζώτου κυρίως έναν δευτερογενή, ο οποίος

δημιουργείται από την οξείδωση του NO με το O<sub>3</sub>. Είναι πολύ συνηθισμένο να χρησιμοποιείται ο όρος NO<sub>x</sub> για το άθροισμα των συγκεντρώσεων NO και NO<sub>2</sub> καθώς η μετατροπή μεταξύ τους δηλαδή ανάμεσα στο NO και NO<sub>2</sub> γίνεται αρκετά γρήγορα και οι σχετικές μετατροπές βρίσκονται σε ισορροπία στην τροπόσφαιρα και αναφέρονται ως φωτοχημικός κύκλος των οξειδίων του αζώτου. Τα χαρακτηριστικά του NO<sub>2</sub> είναι τα εξής: είναι ένα αέριο με καφέ χρώμα, διαλυτό στο νερό, ισχυρό οξειδωτικό, με οξεία ερεθιστική οσμή. Όταν βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα στην ατμόσφαιρα δημιουργεί την καφέ όψη του αστικού ουρανού. Τα οξείδια του αζώτου NO και NO<sub>2</sub> σε συνδυασμό με πτητικές οργανικές ενώσεις χαρακτηρίζονται επίσης από την εμπλοκή και την ενεργοποίηση του φωτοχημικού κύκλου αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα να σχηματίζουν την φωτοχημική ρύπανση, το φωτοχημικό νέφος. Επίσης είναι πολύ σημαντικά για τον έλεγχο του τροποσφαιρικού όζοντος. Άλλες σημαντικές ενώσεις του αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι το υποοξείδιο (N<sub>2</sub>O), το νιτρικό και νιτρώδες οξύ (HNO<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub>), η αμμωνία (NH<sub>3</sub>) και τα διάφορα νιτρικά (NO<sub>3</sub>-), νιτρώδη (NO<sub>2</sub>-) και αμμωνιακά (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) άλατα.

Η παραγωγή εκτός των άλλων και του μονοξειδίου του αζώτου (NO) γίνεται από την καύση ορυκτών καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα, σε ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς και κεντρικές θερμάνσεις. Τις ανθρωπογενείς πηγές του NO τις αποτελούν η καύση των ορυκτών καυσίμων και τα αυτοκίνητα με ποσοστό περίπου 50%. Αυτό σε συνδυασμό με τις διάφορες χημικές αντιδράσεις που αυξάνονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας και του όζοντος, μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>). Επιπλέον συμβάλλει στη δημιουργία του όζοντος στην τροπόσφαιρα και της όξινης βροχής, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις και στην βλάστηση. Τα οξείδια του

αζώτου συντελούν επίσης στην καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος.

Τα προβλήματα που προκαλεί το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>) στον άνθρωπο όταν βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα είναι κυρίως αναπνευστικά προβλήματα με ευπαθείς ομάδες τα άτομα που υποφέρουν από άσθμα με αποτέλεσμα να δημιουργείται δυσκολία στην αναπνοή και τα παιδιά. (Moussiopoulos, N. et al., 2010)

#### 1.6.4 *Οζόν (O<sub>3</sub>)*

Το όζον αποτελείται από τα εξής χαρακτηριστικά: είναι ένα αέριο άχρωμο, βαρύτερο του αέρα με δριμεία οσμή. Συμβάλλει στην δημιουργία των πιο συνηθισμένων παγκοσμίως προβλημάτων ρύπανσης, όπως είναι:

- το φωτοχημικό νέφος με την αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος
- η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος (τρύπα του όζοντος) καθώς και
- η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Αποτελεί μια αέρια ένωση, η οποία παράγεται στην στρατόσφαιρα (σε 15-50 km ύψος) όπου και βρίσκεται περίπου το 90% του ολικού όζοντος της ατμόσφαιρας της γης. Το όζον που βρίσκεται στην στρατόσφαιρα χαρακτηρίζεται ως «καλό» όζον διότι δρώντας σαν φίλτρο στο υπεριώδες φάσμα συμβάλλει στην προστασία από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Η μείωση του όζοντος στην στρατόσφαιρα από την χρήση ανθρωπογενών χημικών ενώσεων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες, κατά την διάρκεια του 20ου αιώνα αποτελεί ένα βασικό πρόβλημα παγκοσμίως, το οποίο απασχολεί τόσο τους επιστήμονες όσο και τις κυβερνήσεις των κρατών και την κοινή γνώμη.



Το υπόλοιπο 10% του όζοντος βρίσκεται στο χαμηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας, την τροπόσφαιρα (0-15 km ύψος). Το όζον το οποίο βρίσκεται στην τροπόσφαιρα χαμηλά στο έδαφος αποτελεί έναν ρύπο, ο οποίος σχετίζεται άμεσα με το φαινόμενο του φωτοχημικού νέφους καθώς και με πολλά προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου όταν βρίσκεται σε επίπεδα πάνω από τα φυσιολογικά όρια. Για αυτό τον λόγο το όζον στην τροπόσφαιρα χαρακτηρίζεται ως «κακό». Η φράση που είναι πολύ συνηθισμένη για το όζον είναι: « good up high, bad nearby » που σημαίνει καλό εκεί ψηλά, κακό εδώ γύρω (Σχήμα 5.1). Το όζον που βρίσκεται στην τροπόσφαιρα αποτελεί έναν δευτερογενή φωτοχημικό ρύπο, ο οποίος παράγεται με διάφορες φωτοχημικές αντιδράσεις μεταξύ του οξυγόνου, των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) και των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα οχήματα, τα χημικά εργοστάσια, τα χημικά διαλυτικά και τα βενζινάδικα αποτελούν τις κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής πρόδρομων ουσιών του όζοντος (VOCs και NO<sub>x</sub>).

Το όζον που βρίσκεται στην τροπόσφαιρα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την ατμόσφαιρα της γης. Καταρχήν από την στιγμή που είναι η βασική πηγή του πιο σημαντικού οξειδωτικού μέσου στην τροπόσφαιρα, της ρίζας του υδροξυλίου (OH.) που έχει πολύ μεγάλη σημασία για την χημεία της τροπόσφαιρας. Πιο συγκεκριμένα το υδροξύλιο οξειδώνει μια σειρά οργανικών και ανόργανων ενώσεων που εκπέμπονται από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές στην ατμόσφαιρα μειώνοντας έτσι τη συγκέντρωσή τους σε αυτήν. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι εάν παρουσιαστεί έλλειψη της ρίζας του υδροξυλίου όλες αυτές οι ενώσεις θα είχαν μεγάλη διάρκεια ζωής πράγμα που σημαίνει ότι θα συσσωρεύονταν στα ανώτερα στρώματα της τροπόσφαιρας με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που προκαλείται από

ενώσεις όπως το CO<sub>2</sub>, το μεθάνιο και βέβαια οι υδρατμοί. Και αυτό βέβαια συνεπάγεται ότι μια σειρά από αέριες ενώσεις που δεν συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου θα προκαλούσαν μεγαλύτερη αύξηση στις θερμοκρασίες του πλανήτη μας.

Κατά δεύτερον, το όζον που βρίσκεται στα υψηλότερα στρώματα της τροπόσφαιρας είναι από μόνο του ένα θερμοκηπιακό αέριο που σημαίνει ότι δρα και αυτό επικουρικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου αφού απορροφά την γήινη υπέρυθη ακτινοβολία. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να επισημάνουμε ότι σε παγκόσμια κλίμακα η αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος συνεισφέρει περίπου στο 1/3 της αύξησης του CO<sub>2</sub> στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου από τα χρόνια πριν δημιουργηθούν οι βιομηχανίες μέχρι και σήμερα.

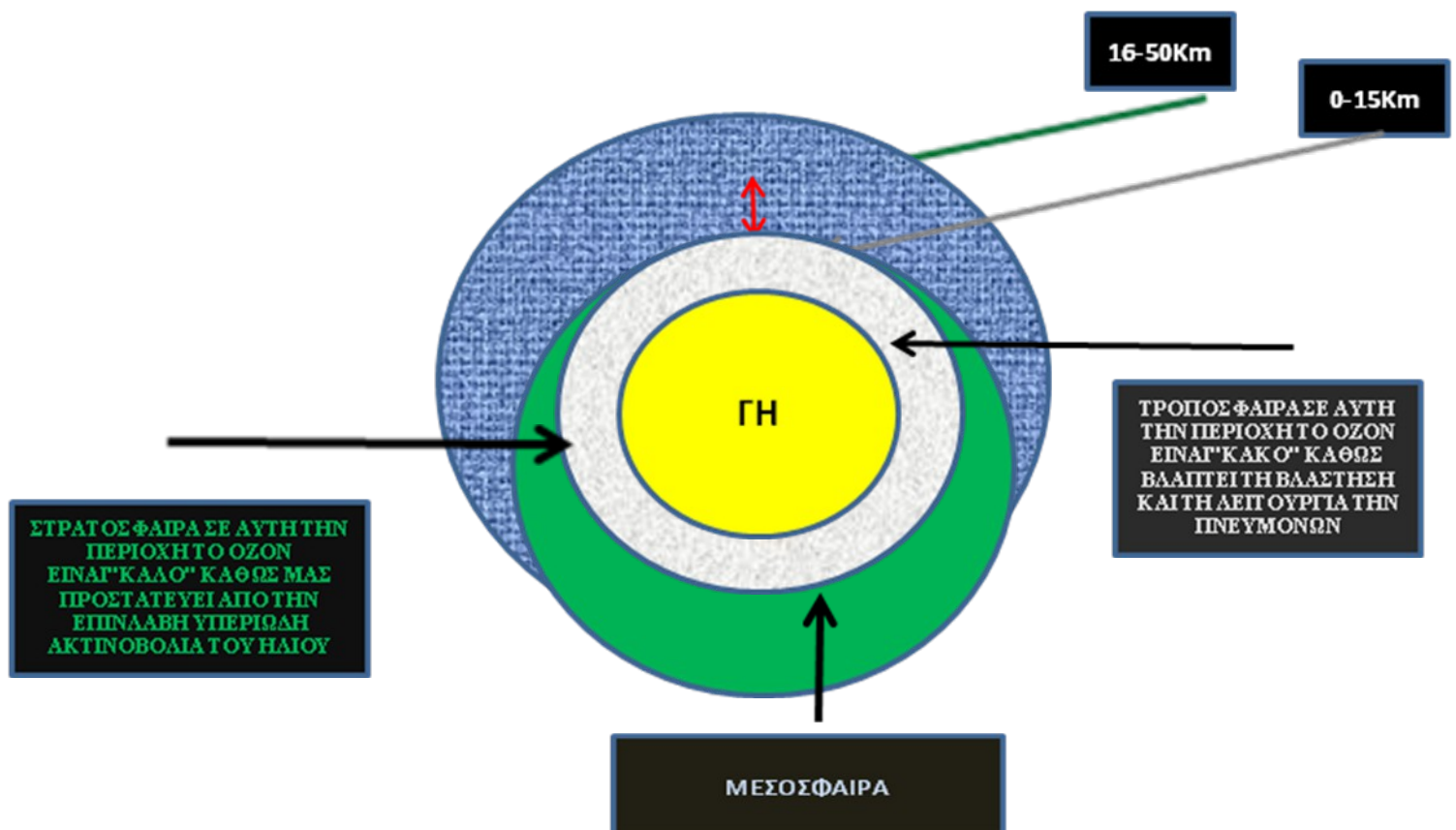
Το όζον αποτελεί επιπλέον ένα πολύ ισχυρό οξειδωτικό μέσο, το οποίο προκαλεί την όξινη βροχή καθώς οξειδώνει SO<sub>2</sub> και τα NO<sub>x</sub> προς H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και HNO<sub>3</sub>.

Το τροποσφαιρικό όζον επίσης έχει μεγάλη σημασία και για τις συνέπειες που δημιουργεί και στον άνθρωπο αλλά και στο φυσικό βασίλειο και στα διάφορα υλικά. Τα προβλήματα που προκαλεί στην υγεία του ανθρώπου όταν εκτίθεται σε υψηλές τιμές είναι η μόνιμη βλάβη στους πνεύμονες καθώς διαλύεται δύσκολα στο νερό και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εισχωρεί στους πνεύμονες δημιουργώντας αρνητικές συνέπειες για την υγεία του. Επιπλέον, το όζον σε υψηλές τιμές (>140 ppbv) δύναται να επηρεάσει το αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας βήχα, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό και πόνο στο στήθος, φλεγμονή στους πνεύμονες και πιθανή επιδεικτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού συστήματος. Τα άτομα τα οποία υποφέρουν από άσθμα

είναι περισσότερο ευπαθή με αποτέλεσμα να επιδεινώνεται η κατάσταση τους.

Το όζον αποτελεί ένα οξειδωτικό μέσο, το οποίο δημιουργεί αρνητικές επιπτώσεις και στα διάφορα οργανικά υλικά, όπως για παράδειγμα στα οργανικά χρώματα που χρησιμοποιούνται στην ζωγραφική, στις εξωτερικές ζωγραφισμένες διακοσμήσεις κτιρίων, στο φυσικό καουτσούκ, στα συνθετικά ελαστικά υλικά από κυτταρίνη όπως το χαρτί και τα διάφορα εκθέματα των μουσείων φυσικής ιστορίας.

Με βάση τα παραπάνω οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι οι αυξημένες συγκεντρώσεις τροποσφαιρικού όζοντος σχετίζονται και με προβλήματα υποβιβασμού της πολιτισμικής μας κληρονομιάς. (Ζάνη, 2008)



Σχήμα 1.1: Το όζον στην ατμόσφαιρα της Γης .

### **1.6.5 Υδρογονάνθρακες και άλλες πτητικές οργανικές ενώσεις**

Οι υδρογονάνθρακες αποτελούν πολύ σημαντικούς πρωτογενείς ρύπους της ατμόσφαιρας καθώς συμβάλλουν στο σχηματισμό των δευτερογενών φωτοχημικών οξειδωτικών ενώσεων όπως είναι οι τα νιτρικά υπεροξείδια οργανικών ενώσεων και άλλες οξειδωμένες πτητικές οργανικές ενώσεις καθώς και το τροποσφαιρικό όζον, που δημιουργούνται κατά το φωτοχημικό νέφος. Χρησιμοποιώντας τον όρο υδρογονάνθρακες εννοούμε τις χιλιάδες ενώσεις που στο περιεχόμενο τους έχουν τον άνθρακα και το υδρογόνο στο μόριο τους. Οι πιο απλοί περιέχουν 1 έως 4 άτομα άνθρακα και η φυσική τους κατάσταση είναι αέρια, 5 έως 6 άτομα άνθρακα και είναι υγρά, ενώ από 7 άτομα και πάνω είναι στερεά. Οι πιο σημαντικές από αυτές τις ενώσεις είναι τα αέρια.

Οι οργανικές ενώσεις μπορούν να περιέχουν στο μόριο τους και άλλα στοιχεία, όπως είναι το οξυγόνο, το θείο, το άζωτο, τα αλογόνα ή και ομάδες στοιχείων, όπως είναι οι ρίζες. Οι οξυγονωμένοι

υδρογονάνθρακες χωρίζονται σε έξι κατηγορίες, από τις οποίες οι αλδεΐδες και οι κετόνες συμμετέχουν επίσης στο φωτοχημικό νέφος. Τα αλκάνια, τα αλκένια, τα αλκίνια, τα αλκαδιένια, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες, οι αλδεΐδες, οι κετόνες και οι αλογονούχες ενώσεις, όπως οι CFCs, αποτελούν μερικές από τις κατηγορίες των οργανικών ενώσεων.

Το βενζόλιο αποτελεί μια επικίνδυνη τοξική πτητική οργανική ένωση στην ατμόσφαιρα και είναι το συστατικό της βενζίνης. Τα πρατήρια βενζίνης και τα αυτοκίνητα διανομής της, καθώς επίσης και όλες οι μηχανές που χρησιμοποιούν βενζίνη σαν καύσιμο αποτελούν τις κύριες πηγές εκπομπής του βενζολίου. Τα προβλήματα που προκαλεί το βενζόλιο σαν ατούσια ένωση στην υγεία του ανθρώπου είναι ο καρκίνος, αταξία στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ζημιές στη λειτουργία του ήπατος και των νεφρών, ανωμαλίες στην αναπαραγωγή και προβληματικές γεννήσεις.

#### ***1.6.6 Αιωρούμενα σωματίδια***

Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικρά τεμάχια ύλης σε στερεή ή υγρή φάση, που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ανάλογα με την προέλευση τους μπορούν να παρουσιάζουν ανομοιογένεια στη μορφή, μέγεθος και χημική σύσταση. Τα εισπνεύσιμα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 10 μm (PM10) εισέρχονται στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου, ενώ τα μικρότερα εξ αυτών, τα αναπνεύσιμα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 2,5 μm (PM2,5), εναποτίθενται κυρίως στις

κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου μπορούν να επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των ανθρώπων.

### **1.6.7 Μόλυβδος (Pb)**

Ο μόλυβδος ανήκει στην κατηγορία των βαρέων μετάλλων και αποτελεί ένα μαλακό μέταλλο αργυρόχρουν. Ένα ποσοστό της σωματιδιακής σκόνης αποτελείται από σωματίδια μολύβδου. Τα μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούσαν στο παρελθόν μολυβδούχα βενζίνη, τα εργοστάσια που χρησιμοποιούν μόλυβδο ή ουσίες που περιέχουν μόλυβδο και οι χώροι που γίνεται η καύση των απορριμμάτων αποτελούν τις κύριες πηγές εκπομπής του μολύβδου στην ατμόσφαιρα. Ο μόλυβδος χρησιμοποιούνταν στη βενζίνη των αυτοκινήτων παλαιάς τεχνολογίας ως αντικροτικό για την ανύψωση του αριθμού οκτανίων.

Οι αρνητικές επιπτώσεις που δημιουργούνται στην υγεία του ανθρώπου από την υψηλή έκθεση του ανθρώπου σε μόλυβδο αφορούν την πνευματική ανάπτυξη και δραστηριότητα του, τη λειτουργία των νεφρών και τη χημεία του αίματος. Τα άτομα τα οποία εκτίθενται σε μόλυβδο και βρίσκονται σε νεαρή ηλικία, είναι περισσότερο ευπαθή λόγω της μεγαλύτερης ευαισθησίας των νεανικών ιστών και οργάνων στο μόλυβδο. (Γεντεκάκης, 2003)

## **1.7 Βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές για τους αερίους ρύπους**

Οι συνήθεις τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη μείωση εκπομπών NOx περιλαμβάνουν :

1. **Μείωση της περίσσειας αέρα.** Η συγκεκριμένη τεχνική βελτιστοποιεί την ποσότητα αέρα της καύσης που παρέχεται ως προς την ποσότητα καυσίμου. Το βέλτιστη ποσότητα παροχής αέρα συνιστά την ελάχιστη δυνατή περίσσεια αέρα και επομένως αποτελεί το σημείο εκείνο, όπου παράγονται οι μικρότερες εκπομπές NOx.
2. **Διαβάθμιση λειτουργίας καυστήρων (BOOS: Burner-Out-Of-Service).** Σύμφωνα με αυτή την τεχνική αυτή γίνεται διακοπή της παροχής καυσίμου σε μερικούς εκ των ακραίων καυστήρων ή των καυστήρων των άνω σειρών, ενώ υπάρχει η δυνατότητα να διατηρείται η παροχή αέρα σε χαμηλότερα επίπεδα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το καύσιμο να οδηγείται πλέον εντός του θαλάμου καύσης μέσω των μεσαίων ή των κάτω σειρών καυστήρων, οι οποίοι τροφοδοτούνται παράλληλα με αέρα σε υποστοιχειομετρική αναλογία. Στην ζώνη υποστοιχειομετρίας παρατηρείται μειωμένη παραγωγή NOx.
3. **Μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας στη φλόγα.** Σύμφωνα με αυτή την τεχνική για να μειωθεί η θερμοκρασία αυτή δημιουργείται ένας μηχανισμός απαγωγής θερμότητας από την περιοχή της φλόγας. Αυτό επιτυγχάνεται είτε μέσω της εξωτερικής κυκλοφορίας των καυσαερίων δια μέσου των καυστήρων, είτε μέσω της αύξησης ανακυκλοφορίας των καυσαερίων εντός του θαλάμου καύσης. Επιπλέον, μια άλλη τεχνική, η οποία εφαρμόζεται πρακτικά είναι αυτή που μειώνει την προθέρμανση του αέρα της καύσης. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην αξιοποιούνται.

4. **Αναβάθμιση καυστήρων.** Σύμφωνα με αυτή την τεχνική αυξάνεται ο στροβιλισμός και η σταθεροποίηση της φλόγας, καθώς και βελτιώνεται ο διασκορπισμός του πετρελαίου κατά την έγχυσή του στο θάλαμο καύσης.
5. **Εγκατάσταση καυστήρων χαμηλών NOx.** Οι συγκεκριμένοι καυστήρες παρουσιάζουν όλα τα πλεονεκτήματα των αναβαθμισμένων καυστήρων που αναφέρονται παραπάνω. Επιπλέον διαθέτουν ειδική σχεδίαση, με αποτέλεσμα να επιτρέπεται η δημιουργία μίας μεγάλης υποστοιχειομετρικής ζώνης της καύσης, περιβαλλόμενης από μία ζώνη μετάκαυσης.
6. **Διαβάθμιση καυσίμου και Ανάκαυση (Reburning).** Η διαβάθμιση καυσίμου και Ανάκαυση αφορά την εγκατάσταση συμπληρωματικών καυστήρων εκτός από τους κανονικούς ώστε να επιτρέπεται η λειτουργία των υφιστάμενων σε υποστοιχειομετρική καύση και να είναι σε θέση να αναλάβουν το έργο της ανάκαυσης των προϊόντων της ατελούς καύσης (CO, μερικά οξειδωμένοι υδρογονάνθρακες και αιθάλη).
7. **Διαβάθμιση αέρα και Μετάκαυση (Post-combustion air).** Η διαβάθμιση αέρα και Μετάκαυση αφορά την εγκατάσταση νέων αεροβόλων αέρα με αποτέλεσμα να δημιουργείται μία ζώνη Αέρα Επάνω από τη Φλόγα (OFA: Over-Fire-Air). Ο αέρας αυτός συνεισφέρει στην τελική καύση των προϊόντων CO, μερικά οξειδωμένων υδρογονανθράκων και αιθάλης.
8. **Κατιονισμός απιονισμένου νερού στο θάλαμο καύσης.** Σε συγκεκριμένους θαλάμους καύσης μηχανών εσωτερικής καύσης εφαρμόζεται η αυτόματη τεχνολογία ψεκασμού του εσωτερικού του θαλάμου καύσης με απιονισμένο, υπερκάθαρο νερό, όταν η θερμοκρασία των καυσαερίων υπερβεί τους 1.000 οC λόγω της



υψηλής παραγωγής NO<sub>x</sub>. Η συγκέντρωση των NO<sub>x</sub> μειώνεται με την μείωση της θερμοκρασίας στο θάλαμο καύσης.

Ανάμεσα στις παραπάνω τεχνικές, οι τεχνικές που αφορούν την Ανάκαυση είναι οι πιο επιθυμητές, διότι στις περισσότερες περιπτώσεις δίνουν την δυνατότητα να συνεχιστεί η λειτουργία μιας εγκατάστασης καύσης χωρίς να χρειάζεται η εισαγωγή των πολυδάπανων μεθόδων της επιλεκτικής καταλυτικής αναγωγής (Selective Catalytic Reduction – SCR), η οποία είναι μια ξηρή διεργασία, κατά την οποία ο απομάκρυνση των NO<sub>x</sub>, πραγματοποιείται με αναγωγή σε άζωτο (N<sub>2</sub>) και νερό με τη βοήθεια καταλυτών στην αέρια φάση στα καυσαέρια . Με τον όρο Ανάκαυση εννοούμε την τεχνολογία καύσης, σύμφωνα με την οποία τα NO<sub>x</sub> περιορίζονται με τη βοήθεια του καυσίμου, το οποίο δρα ως αναγωγικό μέσο.

Οι παραπάνω μετατροπές που αναφέρονται σε γενικές γραμμές είναι πολυδάπανες πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός. Οι παραδοσιακές τεχνικές που σχεδιάζονται οι εστίες και οι λέβητες δεν είναι αρκετές. Τις περισσότερες φορές κρίνεται απαραίτητη εκτενής προσομοίωση των συνθηκών καύσης μέσα στην εστία με τη βοήθεια κωδίκων υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (CDF – Computational Flow Dynamics). (Ανδρίτσος Ν. 2011)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο**

### **2. ΙΣΧΥΟΝ ΝΟΜΟΘΕΣΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.**

#### **2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ**

##### **2.1.1 Γενικά**

Ο ρόλος του δικαίου στη διαδικασία της προστασίας του περιβάλλοντος είναι αναμφίβολα καθοριστικός. Η έντονη τεχνολογική ανάπτυξη μπορεί να συνεπάγεται από τη μία πλευρά την υποβάθμιση του περιβάλλοντος αλλά από την άλλη η χρήση της αποτελεί στις περισσότερες περιπτώσεις απαραίτητη προϋπόθεση της προστασίας του.

##### **2.1.2 Έννοια του περιβάλλοντος**

Σύμφωνα με τον νόμο 1650/1976 «Για την προστασία του περιβάλλοντος» (άρθρο 2) ορίζεται ως « Περιβάλλον: το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση τις αισθητικές αξίες». Ως προστασία του περιβάλλοντος σύμφωνα με τη παράγραφο 7 του ίδιου νόμου ορίζεται:

α) Η διατήρηση το χαρακτήρα του φυσικού περιβάλλοντος και η βελτίωση των σχέσεων που έχουν διαμορφωθεί μεταξύ των στοιχείων του οικοσυστήματος αυτού.

β) Η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος από τις ζημιολγόνες επιπτώσεις των παρεμβάσεων και των δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται από τον άνθρωπο.

γ) Η διαφύλαξη του πολιτιστικού περιβάλλοντος και των ιστορικών χώρων στο οποίο αυτό διαμορφώθηκε.

δ) Ο έλεγχος της αξιοποίησης των φυσικών πόρων και της ανάπτυξης των δραστηριοτήτων αυτού του χώρου, με σκοπό την εναρμόνιση των σχέσεων μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος, του πολιτιστικού περιβάλλοντος και της οικονομικής δράσης του ανθρώπου.

### ***2.1.3 Έννοια βιομηχανικών εγκαταστάσεων***

Σύμφωνα με το π.δ. 1180/1981 «Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τας της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γέννει» επιχειρείται μία λεπτομερέστερη και πιο εξειδικευμένη από πλευρά εγκαταστάσεων που με τη λειτουργία τους να προκαλέσουν ρύπανση στο περιβάλλον και για την ίδρυση και τη λειτουργία τους απαιτείται ειδική διοικητική άδεια.

Ως εγκαταστάσεις σύμφωνα με την έννοια του άρθρου 1 του διατάγματος αυτού, νοούνται τα βιομηχανικά και τα βιοτεχνικά εργοστάσια, τα βιοτεχνικά εργαστήρια, τα εργοτάξια καθώς και – ανεξάρτητα από τη βιομηχανική δραστηριότητα τους – οι κάθε φύσης μηχανολογικές εγκαταστάσεις, οι μόνιμες εστίες καύσης και αποθήκες που τελούν υπό την εκμετάλλευση ή κατοχή φυσικών προσώπων ή του Δημοσίου ή των οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης ή νομικών προσώπων δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου.

## **2.2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

### ***2.2.1 Το εσωτερικό δίκαιο***

Παρά το ισχύον νομικό πλαίσιο, ο τομέας της διαχείρισης απόβλητων σήμερα είναι πλέον ευαίσθητος και λιγότερο ανεπτυγμένος στη χώρα μας. Πιο αναλυτικά, το νομικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα καθορίζεται πλέον από :

- το Ν. 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α/06.08.2001) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε με το Ν. 3854/10 (ΦΕΚ 94/Α/23.06.2010) «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις» και το Ν.4042/2012,

- το Ν.4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012) «Ποινική Προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» που ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο την οδηγία-πλαίσιο 2008/98/ΕΕ για τα απόβλητα,

- καθώς και από τις ειδικές προβλέψεις του Ν. 4014/11 (ΦΕΚ 209/Α/21-9-11) «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος» όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

Στο εθνικό δίκαιο έχουν επίσης ενσωματωθεί βασικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα, όπως:

- η ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572 Β) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων», προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ, και

- η ΚΥΑ 22912/1117/2005 (ΦΕΚ 759 Β) «Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την

αποτέφρωση των αποβλήτων», προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 2000/76/ΕΚ,

ενώ έχει άμεση ισχύ ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ), σύμφωνα με το Παράρτημα της Απόφασης 2002/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει.

Για τη ρύθμιση επιμέρους θεμάτων έχει εκδοθεί σειρά κοινών υπουργικών αποφάσεων, οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι:

1. ΚΥΑ με αρ. 50910/2727/2003 «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης», όπως έχει τροποποιηθεί με το Ν. 4042/2012
2. ΚΥΑ 13588/725/2006 «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ «για τα επικίνδυνα απόβλητα» του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991», όπως έχει τροποποιηθεί με το Ν. 4042/2012 και
3. ΚΥΑ με αρ. Κ.Υ.Α. 146163//2012 «Μέτρα και όροι για τη Διαχείριση Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων 1991», που εκδόθηκε κατ'έξουσιοδότηση του άρθρου 38, παρ. 7 του ν. 4042/2012.

### ***2.2.2. Το ευρωπαϊκό κοινοτικό δίκαιο***

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα απόβλητα είναι από τις πλέον αναπτυγμένες. Ο βασικός της άξονας ο οποίος συνιστάτε στη μείωση παράγωγης απόβλητων, συνδέεται με την παραγωγική διαδικασία, καθώς και με την αυξημένη αποτελεσματικότητα στη χρήση των πόρων. Το τρέχον 6<sup>ο</sup> ευρωπαϊκό πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον, το οποίο καλύπτει τη χρονική περίοδο 2002-2012, θέτει τους βασικούς στόχους της ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής. Στους στόχους αυτούς κυρίαρχη θέση κατέχει η διαχείριση των αποβλήτων, ενώ από τους λοιπούς στόχους τρεις βασικοί, είναι η αντιμετώπιση της κλιματικής

αλλαγής, η προστασία των υδάτων και η προστασία του εδάφους (διάβρωση, ερημοποίηση ρύπανση και απώλεια εδαφών), συνδέονται άμεσα και επηρεάζονται από τη πολιτική για τα απόβλητα.

### **Βασικές αρχές διαχείρισης αποβλήτων**

Οι βασικές αρχές διαχείρισης των αποβλήτων, οι οποίες απορρέουν από την ευρωπαϊκή νομοθεσία και καθορίζουν τις επιλογές των κρατών μελών, είναι οι ακόλουθες:

- Αρχή της προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος κατά τη διαχείριση των αποβλήτων

- Αρχή της ιεράρχησης:

- Προτεραιότητα έχει η πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων

- Ακολουθεί η επαναχρησιμοποίηση με ανακύκλωση και ανάκτηση

- Η λιγότερο επιθυμητή μέθοδος είναι η υγειονομική ταφή.

- Αρχή της εγγύτητας:

- Η διάθεση των αποβλήτων να γίνεται το δυνατόν εγγύτερα στην πηγή παραγωγής τους

- Να μειώνεται κατά, το δυνατόν, η μεταφορά αποβλήτων.

- Αρχή της διάθεσης αποβλήτων στο κράτος που τα παράγει και πάντως, όχι εκτός της Ε. Ένωσης. Η Αρχή αυτή συνδέεται με την Αρχή της Εγγύτητας.

- Αρχή της ευθύνης αποκατάστασης:

Ο παραγωγός παραμένει υπεύθυνος μέχρι την τελική αποκατάσταση του περιβάλλοντος στην περιοχή διάθεσης των αποβλήτων.

- Αρχή της πρόβλεψης του κύκλου ζωής του προϊόντος:

Από το αρχικό στάδιο του σχεδιασμού ενός προϊόντος πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την πρόληψη παραγωγής αποβλήτων και για την ανακύκλωσή του.

### **Η Οδηγία - Πλαίσιο για τα απόβλητα**

Η αρχική Οδηγία για τα απόβλητα υιοθετήθηκε το 1975, 75/442/ΕΟΚ. Τροποποιήθηκε μεταγενέστερα με την Οδηγία 91/156, κωδικοποιήθηκε το 2006 με την Οδηγία 2006/12/ ΕΚ10, η οποία θα παραμείνει σε ισχύ ως τις ημερομηνία που πρέπει να έχει ενσωματωθεί στο εθνικό δίκαιο η νέα Οδηγία- Πλαίσιο 2008/9811.

### **Η Οδηγία 2006/12:**

- θέτει τους βασικούς ορισμούς για τη διαχείριση των αποβλήτων,
- επιβάλλει την υποχρέωση στα κράτη μέλη να αναπτύξουν εθνικό σχεδιασμό διάθεσης αποβλήτων,
- καθορίζει την αδειοδοτική διαδικασία για τη διάθεση και την ανάκτηση των αποβλήτων και
- επιβάλλει την προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος κατά τη διάθεση των αποβλήτων.

Η Οδηγία δεν εφαρμόζεται για τα εξής είδη αποβλήτων: ραδιενεργά απόβλητα, απόβλητα μεταλλευτικών εργασιών, πτώματα ζώων, γεωργικά απόβλητα, λύματα, αποχαρακτηρισμένα εκρηκτικά, εφόσον τα ανωτέρω διέπονται από ειδικές ευρωπαϊκές διατάξεις.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο**

### **3.ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ**

#### **3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ**

##### **3.1.1.Επωνυμία: ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ**

Είναι μια Βιομηχανία παρασκευής καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων. Η επιχείρηση ιδρύθηκε το 1997 και ο συνολικός αριθμός ετών παραγωγικής δραστηριότητας επέρχεται στα 16. Επίσης, αποτελείται από 4 παραγωγικά τμήματα τα οποία είναι τα εξής:

- α) Αποθήκη πρώτων υλών
- β) Παραγωγή καλλυντικών
- γ) Παραγωγή φαρμάκων
- δ) Αποθήκη ετοιμών προϊόντων

#### **3.2. ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΩΝ –ΥΛΙΚΑ ΥΠΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ-ΤΕΛΙΚΑ ΠΡΟΪΝΤΑ.**

##### **3.2.1. Καλλυντικά γαλακτώματα**

Οι καλλυντικές λοσιόν και κρέμες είναι γαλακτώματα που αποτελούνται από δύο φάσεις. Η μια είναι η λιπαρή και η άλλη η υδάτινη. Ένα γαλάκτωμα είναι ένα διφασικό σύστημα που αποτελείται από δύο όχι πλήρως αναμίξιμα υγρά, που το ένα (εσωτερικό ή ασυνεχή) διασκορπίζεται σε μικρά σφαιρίδια στο άλλο. Ειδικοί ορισμοί έχουν επινοηθεί για τα υδάτινα και τα λιπαρά γαλακτώματα που καθορίζουν πια είναι η διασκορπούμενη και πια η συνεχής φάση. Στα λίπους σε νερό γαλακτώματα ( O / W , oil - in - water ) η διαλυμένη φάση είναι αυτή του λίπους και η συνεχής αυτή του νερού. Στα νερού σε λάδι γαλακτώματα



( O / W , water- in - oil ) το νερό είναι διαλυμένο στο λάδι που είναι η συνεχής φάση.

Οι ιδιότητες των γαλακτωμάτων που είναι οι περισσότερες φαινόμενες και έτσι είναι συχνά πιο σημαντικές είναι το ιξώδες, το χρώμα η σταθερότητα και η ευκολία στη διάλυση. Σε οποιοδήποτε γαλάκτωμα οι ιδιότητές του εξαρτώνται από το πιο υγρό αποτελεί την εξωτερική φάση και αν το γαλάκτωμα είναι ο / w ή w / o. Το τελικό είδος του γαλακτώματος ελέγχεται από το είδος και την ποσότητα του γαλακτωματοποιητή, την αναλογία των συστατικών και τη σειρά πρόσθεσης των συστατικών κατά την διάρκεια της ανάδευσης.

Η διαλυτότητα ενός γαλακτώματος καθορίζεται από τη συνεχή φάση. Έτσι αν η συνεχής φάση είναι υδατοδιαλυτή το γαλάκτωμα μπορεί να διαλύεται σε νερό, όπως και αντίστροφα αν η συνεχής φάση είναι λιποδιαλυτή τότε το γαλάκτωμα μπορεί και αυτό να είναι λιποδιάλυτο.

Οι γαλακτωματοποιητές που είναι επιφανειοδραστικές ουσίες μικραίνουν την επιφάνεια και το δυναμικό αλληλεπίδρασης και αυξάνουν την τάση διάχυσης των διαλυμάτων τους. . Οι γαλακτωματοποιητές μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με την συμπεριφορά τους ως ιονικοί ή μη ιονικοί. Ένας ιονικός γαλακτωματοποιητής αποτελείται από μια οργανική λιποφιλική ομάδα ( L ) και μια υδροφιλική ( H ). Η υδροφιλική - λιποφιλική ισορροπία ( HLB ) χρησιμοποιείται συχνά για να χαρακτηρίζει τους γαλακτωματοποιητές και σχετίζεται με απορρυπαντικά υλικά. Οι ιονικοί μπορούν να διαιρεθούν περαιτέρω σε ανιονικούς και κατιονικούς ανάλογα με τη φύση της ιονικά δραστικής ομάδας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα γαλακτωματοποιητών είναι οι ακόλουθοι: sorbitan monolaurate, triethanolamine stearate, ethylene glycol monoesterate και P.E.G. 200 dilaurate.

### 3.2.2. Καλλυντικές κρέμες

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις καλλυντικές κρέμες μπορεί να παρασκευάζονται σε ο / w ή w / ο γαλακτωματοποιητές. Το αισθητικό αποτέλεσμα και ο βαθμός της μαλακτικότητας εξαρτώνται σε μεγάλη κλίμακα από τον τύπο του γαλακτώματος που χρησιμοποιείται καθώς και από τη σύστασή του. Τα w / ο γαλακτώματα προκαλούν ένα δροσερό αποτέλεσμα στο αποτιθέμενο στρώμα ύλης στο δέρμα κατά την εξάτμιση του νερού. Τα ο / w γαλακτώματα δεν προκαλούν το ίδιο αποτέλεσμα, καθώς η εξάτμιση του νερού περιορίζεται από το φιλμ του λαδιού της συνεχής φάσης. Μη ιονικοί γαλακτωματοποιητές όπως glyceryl monostearate, propylene glycol χρησιμοποιούνται για παρασκευή κρεμών που έχουν σταθερότητα τόσο σε όξινο όσο και σε αλκαλικό PH.

Ανιονικοί γαλακτωματοποιητές, όπως σαπούνια αμίνης, παρασκευάζονται με την αντίδραση των λιπαρών οξέων με διάφορες αμίνες, και χρησιμοποιούνται συχνά στην παραγωγή ελαφρά αλκαλικών κρεμών. Οι περισσότερες από αυτές τις κρέμες είναι ο / w. W / ο κρέμες παράγονται με ανιονικά σαπούνια όπως ασβεστίου και μαγνησίου των λιπαρών οξέων και παρασκευάζονται επί τόπου.

Κατιονικοί γαλακτωματοποιητές χρησιμοποιούνται στην παραγωγή γαλακτωματικών συστημάτων που αυξάνουν την εναπόθεση του γαλακτώματος σε επιφάνειες όπως το δέρμα και τα μαλλιά

### 3.2.3. Καλλυντικές λοσιόν

Τα κεριά και τα λάδια στις λοσιόν είναι ίδια με αυτά μιας μαλακτικής κρέμας, αν και παρουσιάζονται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Μια ο/w μαλακτική λοσιόν συνήθως περιέχει περισσότερο νερό, από την αντίστοιχη κρέμα. Ενός w / ο τύπου μπορεί

να περιέχει το ίδιο νερό, αλλά ένα μέρος των κέρινων συστατικών του, έχουν αντικατασταθεί από ελαιώδη συστατικά.

Η σύσταση των λοσιόν, όλων των γαλακτωματοποιητών και μαλακτικών τύπων, είναι όμοια με αυτή μιας μαλακτικής κρέμας. Το γαλάκτωμα πρέπει να είναι σταθερό σε μια ανύψωση της θερμοκρασίας ( 40 - 45<sup>0</sup>C )για όσο διάστημα κρίνεται απαραίτητο, και σε θερμοκρασία δωματίου για τουλάχιστον ένα χρόνο. Η σύσταση μιας λοσιόν για όλες τις χρήσεις ( πρόσωπο, χέρια, σώμα) που περιέχει έναν ανιονικό γαλακτωματοποιητή είναι 4 % stearic acid, 1.5 % lanolin anhydrous, 1.5 % mineral oil, 1 % cetyl alcohol, 0.8 % triethanolamine, 0.25 % συντηρητικά 90.6 % νερό και 0.35 % άρωμα.

#### **3.2.4. Αντηλιακά**

Υπάρχουν δυο τύποι αντηλιακών, τα φυσικά και τα χημικά. Τα φυσικά έχουν δραστικά συστατικά σαν τα titanium dioxide, zinic oxide που είναι διαφανή υλικά που μπλοκάρουν και διασκορπίζουν το φως, δρώντας έτσι σαν μηχανικοί διαχωριστές. Η δράση τους δεν είναι συλλεκτική σε όλα τα μήκη κύματος. Τα συστατικά των χημικών αντηλιακών, δρουν απορροφώντας την υπ ακτινοβολία και προσφέρουν επιλεκτική προστασία ενάντια στην βασική υπ ακτινοβολία, που εξαρτάται από τη δυνατότητα απορρόφησης του φάσματος. Τέτοια συστατικά είναι anthranilates, cinnamates, benzyl, homomenthyl salicyte, paminobenzoic acid (PABA) και οι εστέρες τους που έχουν μεγάλη απορρόφηση στην περιοχή του φάσματος η οποία προκαλεί τα εγκαύματα.

Σημαντικός είναι και ο δείκτης ηλιακής προστασίας (Sun Protection Factor), ο οποίος ορίζεται ως η ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή του ελάχιστου κοκκινίσματος του δέρματος,

προς την ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται για το ίδιο αποτέλεσμα με τη χρήση του αντηλιακού. Για παράδειγμα, ένα αντηλιακό με SPF=3 για μη ευαίσθητα δέρματα προσφέρει την ελάχιστη προστασία. Μια τυπική φόρμουλα για ένα διαφανές αντηλιακό είναι 74.5 % poly20 % alcohol denatured, 5 % PABA, 0.5 % άρωμα. Για ένα αδιαφανές είναι 10 % sesame oil, 10 % mineral oil, 5 % PABA, 3 % stearic acid, 2.9 % propylene glycol, 0.5 % cetyl alcohol, 0.5 % triethanolamine, 67.6 % νερό, 0.25 % συντηρητικό και 0.25 % άρωμα.

### **3.2.5. Σαμπουάν**

Τα σαμπουάν περιέχουν συνήθως ένα βασικό καθαριστικό το οποίο μπορεί να είναι ένας λιπαρός αλκοολικός εστέρας του θειικού οξέως, αιθερικός εστέρας του θειικού οξέως ή διάφορα ανιονικά επιφανειοδραστικά. Το βασικό συστατικό μπορεί να είναι επίσης αμφοτερικό ή μη ιονικό. Το δευτερεύον συστατικό συνήθως είναι ένα αλκαλοαμίδιο, το οποίο ελέγχει το ιξώδες του προϊόντος και αυξάνει την ποιότητα και τον όγκο του αφρού.

Τα σαμπουάν ταξινομούνται, ανάλογα με τις ιδιότητές τους στις παρακάτω κατηγορίες: τα σαμπουάν σαπουνιού, τα σαμπουάν που δεν περιέχουν σαπούνι, τα αμφοτερικά και τα σαμπουάν κατά της πιτυρίδας. Συγκεκριμένα, τα σαμπουάν σαπουνιού είναι βασικά υδάτινα διαλύματα μαλακού σαπουνιού, σε συνδυασμό με συντηρητικά, διαλύτες, χρώμα και άρωμα. Τα σαμπουάν χωρίς σαπούνι είναι υδατικά διαλύματα σουλφονιοκίων εστέρων κάποιων ελαίων, όπως σουλφονικός εστέρας καστορέλαιου ή ελαιόλαδου, σε συνδυασμό με συντηρητικά, χρώμα και άρωμα. Τα αμφοτερικά σαμπουάν συνήθως είναι υλικά που προκαλούν λιγότερο αφρό και συνήθως συνδυάζονται με ανιονικά επιφανειοδραστικά, ενώ βασίζονται στην χρήση της ιμιδαζόλης, του γλυκού άλατος παντζαριών και του θειικού εστέρα του, ως

επιφανειοδραστικά. Τα σαμπουάν κατά της πιτυρίδας, περιέχουν συστατικά που δρουν ελέγχοντας την πιτυρίδα, επιτρέποντας την φυσική αναδιοργάνωση των επιδερμικών κυττάρων.

Τα συστατικά αυτά μπορεί να είναι προϊόντα πίσσας, ενώσεις τετρασθενούς αμμωνίου, σαλικυλικό οξύ, υποκυλενικό οξύ και παράγωγά του, pyrithione, σουλφίδια και θειάφι. Τα συστατικά αυτά ελαττώνουν την ένταση της αλλοίωσης των επιδερμικών κυττάρων επαναφέροντάς τα στην αρχική τους κατάσταση. Μια τυπική φόρμουλα υγρού καθαριστικού σαμπουάν είναι 42.1 % sodium lauryl sulfate, 28 % active, 4 % ethylene glycol monoestearate, 3 % coconut fatty acid diethanolamide, 3% propylene glycol, 0.5 % άρωμα, 0.4 % συντηρητικά και 47 % νερό. Μια τυπική φόρμουλα ενός παχύρρευστου υγρού σαμπουάν είναι 60 % triethanolamine lauryl sulfate, 38 % active, 3 % myristic acid, 2 % oleyl alcohol, 2 % propylene glycol, 0.5 % royelectrolyte, 1 % άρωμα, 0.45 % συντηρητικά και 21.1 % νερό. Η συνήθης φόρμουλα για ένα σαμπουάν κατά της πιτυρίδας είναι 25.5 % sodium lauryl sulfate, 5 % stearic acid, 2.1 % lauramine oxide, 1 % zinc pyrithione powder, 0.7 % sodium hydroxide pellets, 0.4 % sodium chloride, 65.3 % νερό, και συντηρητικά, χρώμα και άρωμα.

Τα πρόσθετα στα σαμπουάν έχουν διάφορες δράσεις. Υπάρχουν πρόσθετα που δημιουργούν επιπλέον αφρό, όπως τα λιπαρά οξέα των αλκαλοαμιδίων. Περιποιητικά συστατικά είναι τα οξείδια των αμίνων, οι λιπαρές αλκοόλες, τα παράγωγα της λανολίνης, εστέρες λιπαρών οξέων, σιλικόνες, κατιονικά υλικά και πολυακρυλαμίδια. Πρόσθετα για την αδιαφάνεια του τελικού προϊόντος είναι οι υψηλές λιπαρές αλκοόλες όπως η γλυκόλη και η γλυκερόλη και οι εστέρες των λιπαρών οξέων.

Τα απομονωτικά πρόσθετα, εμποδίζουν τον επανασχηματισμό των διαλυμένων σαπουνιών του μαγνησίου και του ασβεστίου και εμποδίζουν και τον δυσχρωματισμό από τυχόν μολύνσεις του σιδήρου. Το κιτρικό και

το ταρταρικό οξύ, όπως και διάφορα άλατα του EDTA χρησιμοποιούνται συνήθως ως απομονωτές. Τα πρόσθετα για τον καθορισμό του ιξώδους είναι παράγωγα της κυτταρίνης, αλκαλοαμίδια, και καρβονοβινιλοπολυμερή. Τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι διάφορα υδροξυβενζένια, φορμαλδεύδη, διάφορα παράγωγα της ουρίας και άλλα.

### **3.2.6. Σαπούνια**

Τα σαπούνια μπορούν να παρασκευάζονται από φυσικά λίπη, ή από απομονωμένα λιπαρά οξέα. Τα διαφανή σαπούνια παρασκευάζονται με ζάχαρη, αλκοόλη και γλυκερόλη ή με συνδυασμό αυτών των υλικών στις κατάλληλες αναλογίες, που είναι ζάχαρη 10 - 15 % του σαπουνιού, αλκοόλη 50 % των λιπαρών οξέων που περιέχονται στο σαπούνι και γλυκερόλη 50 % των λιπαρών οξέων που περιέχονται στο σαπούνι. Καθοριστική είναι και η ύπαρξη υπερλιπαρών, καθώς και υπερφατικών συστατικών. συγκεκριμένα, με την ύπαρξη υπερλιπαρών συστατικών μειώνεται η καθαριστική ικανότητα του σαπουνιού, αλλά εμποδίζεται η ξήρανση της επιφάνειας του δέρματος. Τα υπερφατικά σαπούνια έχουν μια ιδιαίτερα απαλή αίσθηση, και κάνουν την επιδερμίδα πιο απαλή. Τα υπερφατικά συστατικά είναι η λεκιθίνη που μαλακώνει και υγραίνει το δέρμα, αμινοξείδια και λιπαρά οξέα αμιδίων που βελτιώνουν τη βασική δομή του σαπουνιού και έχουν αφριστικές ιδιότητες, λανολίνη η οποία βελτιώνει τη βασική δομή του σαπουνιού, καζείνη που βελτιώνει την σαπουνάδα και την αίσθηση στο δέρμα και βούτυρο καρύδας που δρα ως μαλακτικό και υγραντικό.

### 3.2.7. Οδοντόπαστες

Οι οδοντόπαστες είναι αιωρήματα γυαλιστικών μέσων και συστατικών, μέσα σε κατάλληλο συγκολλητικό Κριτήρια για την ποιότητα μιας οδοντόπαστας είναι ο βαθμός της σκληρότητας, ο βαθμός της τραχύτητας και το μέγεθος των γυαλιστικών μέσων. Τα κύρια συστατικά των οδοντόπαστων είναι γυαλιστικά όπως ανθρακικό ασβέστιο, ανθρακικό μαγνήσιο, φωσφορικό ασβέστιο, καθαριστικά όπως σαπούνια, επιφανειακά ενεργά ανιονικά συστατικά, συγκολλητικά, υγραντικά όπως γλυκερόλη, προπυλενική γλυκόλη, γλυκαντικά όπως ζαχαρίνη, συντηρητικά όπως βενζοϊκό οξύ, νερό και συστατικά για να δίνουν γεύση όπως διάφορα φυσικά έλαια. Τα παράγωγα της κυτταρίνης, όπως η μεθυλική κυτταρίνη, χρησιμοποιούνται μερικές φορές για να δώσουν ικανοποιητική συνοχή στο προϊόν.

Επίσης διάφορα φθορικά κασσιτερούχα συστατικά χρησιμοποιούνται για την δράση τους κατά της τερηδόνας. Μια πρωτότυπη φόρμουλα μιας οδοντόπαστας είναι 32.2 % glycerol, 27 % calcium phosphate, 36.675 % water, 2 % sodium N-lauroyl sarcosinate. 1 % phosphate, 0.125 % saccharin sodium USP, 0.1 % sodium denzoate USP. Οι πρόσφατες αναπτυγμένες οδοντόπαστες περιέχουν συνθετικό άμορφο πορώδες διοξείδιο του πυριτίου σε ξηρό ζελέ, ως γυαλιστικό και καθαριστικό συστατικό. Μια τέτοια φόρμουλα είναι 39 % νερό, 34.76 % γλυκερόλη, 12 % διοξείδιο του πυριτίου σε ξηρό ζελέ, 6 % θειούχος λαυρικός εστέρας του θειικού οξέως, 5 % διοξείδιο του πυριτίου, 1.5 % υδροξυαιθυλική κυτταρίνη, 1.1 % γευστικά συστατικά, 0.2 % ζαχαρίνη, 0.41 % κασσιτερούχα φθορίδια.

### 3.2.8. Συντηρητικά και Αντιοξειδωτικά

Για την αποφυγή της δομικής αλλαγής ή και της καταστροφής των καλλυντικών παρασκευασμάτων προστίθενται, μεταξύ των πρώτων υλών και διάφορα συντηρητικά και αντιοξειδωτικά. Συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά των ιδανικών συντηρητικών ή μίγματος συντηρητικών είναι η δραστηριότητα σε μικρές συγκεντρώσεις, η χημική και φυσική συμβατότητα και αποτελεσματικότητα σε μεγάλη κλίμακα pH, η αποτελεσματικότητα σε μεγάλο εύρος μικροοργανισμών, η εύκολη διαλυτότητα και η σταθερότητα στη θέρμανση και στην αποθήκευση και η έλλειψη μυρωδιάς, χρώματος, τοξικότητας και ερεθιστικότητας στις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιείται.

Τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται συχνά στα καλλυντικά είναι τα ακόλουθα. Ρ - υδροξυβενζενικοί εστέρες που έχουν καλύτερη δράση σε όξινα ΡΗ, διυδροασετικό οξύ που δρα εναντίον των μυκήτων, σορβικό οξύ που δρα εναντίον των μυκήτων και εξαρτάται από το ΡΗ, ιμιδαζολινική ουρία που χρησιμοποιείται μαζί με άλλα συντηρητικά, 2-βρώμο-2-νίτρο-1,3-προπανοδιόλη που δρα εναντίον των βακτηριών ελευθερώνοντας φορμαλδεύδη, φορμαλδεύδη που είναι ισχυρό αντιβακτηριακό και κάποιοι άλλοι δότες φορμαλδεύδης.

Τα αντιοξειδωτικά είναι συστατικά ικανά να ελαττώνουν τον βαθμό οξείδωσης και αυτοοξείδωσης των υλικών. Πρέπει να είναι διαλυτά και στο νερό και στα λάδια, να μην έχουν μυρωδιές, να μην είναι τοξικά και αλλεργικά και να είναι αποτελεσματικά σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Επίσης πρέπει να δείχνουν σταθερότητα στις συνθήκες που χρησιμοποιούνται. Τα φαινολικά αντιοξειδωτικά είναι συνήθως διαλυτά στα έλαια και γενικά αδιάλυτα στο νερό. Τα προπυλικά έχουν μια διαλυτότητα στο νερό γύρω στο 1.8 % και απαιτούν την προσθήκη ιοντικών συστατικών για να εμποδιστούν οι δράσεις με τα σιδηρούχα



συστατικά που μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στο χρώμα. Το διθειούχο ασβεστούχο EDTA είναι ελαφρά διαλυτό στα έλαια. Τα πιο συνηθισμένα αντιοξειδωτικά είναι τα βουτυλιούχα υδροξυανισικά ( BHA ), τα βουτυλιούχα υδροξυτολουένια ( BHT ) και τα ( PG ). Ένα ευρείας χρήσης αντιοξειδωτικό μίγμα περιέχει 20 % ( BHA ), 6 % ( PG ), 4 % κιτρικό οξύ και 70 % προπυλενική γλυκόλη.

### **3.3. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

#### **3.3.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

##### **3.3.1.1 Υγρά απόβλητα απο την μονάδα παραγωγής καλλυντικών**

Τα απόβλητα από τη μονάδα παραγωγής καλλυντικών παράγονται κυρίως από ατυχήματα κατά τη συσκευασία των προϊόντων, από τις πλύσεις των μηχανημάτων και των δεξαμενών της παρασκευής τους, όπως και από την περίσσεια των πρώτων υλών που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Επειδή τα προϊόντα που παράγονται σε μια βιομηχανία καλλυντικών είναι πολλά και οι δεξαμενές παρασκευής τους με ανάμιξη είναι κοινές πρέπει οι δεξαμενές να καθαρίζονται καλά πριν από την παρασκευή κάθε προϊόντος. Ο κύκλος παραγωγής των προϊόντων μπορεί να είναι μερικές ημέρες ως μερικές εβδομάδες ανάλογα με το προϊόν.

Γενικά στις βιομηχανίες καλλυντικών οι διεργασίες παραγωγής δεν είναι ιδιαίτερα σύνθετες. Η πιο συνηθισμένη παραγωγή προϊόντων πραγματοποιείται με διαλυτοποίηση των πρώτων υλών σε διάφορους διαλύτες όπως το νερό ή κάποιες αλκοόλες και ανάμιξη των διαλυμάτων σε δεξαμενές παρασκευής των προϊόντων. Η πιο σύνθετη διεργασία παραγωγής που μπορεί να συναντήσει κάποιος σε μια βιομηχανία καλλυντικών είναι αυτή της παρασκευής γαλακτωμάτων, όπου αφού παρασκευαστούν οι δυο φάσεις του γαλακτώματος (υγρή, λιπαρή) σε

ξεχωριστούς αναμικτήρες οδηγούνται στην δεξαμενή παρασκευής του γαλακτώματος. Η υγρή φάση διοχετεύεται στη δεξαμενή από το πάνω μέρος, ενώ η λιπαρή από το κάτω με ταυτόχρονη ανάδευση.

Από τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι τα προϊόντα προέρχονται από απλή ανάμιξη ή διάλυση των πρώτων υλών σε διαλύτες, χωρίς να λαμβάνει χώρα κάποια αντίδραση. Αυτό έχει ως επακόλουθο τα απόβλητα που προκύπτουν από τέτοιες δραστηριότητες να περιέχουν λίγο πολύ τα συστατικά των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται.

### Πλύσεις μηχανημάτων και δεξαμενών παρασκευής προϊόντων.

Επειδή τα προϊόντα μιας βιομηχανίας καλλυντικών είναι πολλά και οι δεξαμενές παρασκευής τους με ανάμιξη των πρώτων υλών είναι κοινές πρέπει οι δεξαμενές να καθαρίζονται καλά πριν την παραγωγή κάθε προϊόντος. Η χρησιμοποίηση μιας δεξαμενής για κάθε προϊόν, πέρα του ότι είναι αντιοικονομική δεν κρίνεται απαραίτητη γιατί τα περισσότερα είδη καλλυντικών δεν απαιτούνται μεγάλες ποσότητες παραγωγής, και σε αρκετά είδη η παραμονή των προϊόντων ή των πρώτων υλών στις δεξαμενές έχει αρνητικά αποτελέσματα στην ποιότητα των προϊόντων. Ο καθαρισμός των δεξαμενών και των μηχανημάτων παραγωγής γίνεται συνήθως με ψεκασμό με ζεστό νερό. Ο ψεκασμός μπορεί να γίνεται με ειδικές συσκευές εγκαταστημένες στις δεξαμενές οι οποίες καθαρίζουν τα τοιχώματα των δεξαμενών ρίχνοντας ζεστό νερό με πίεση.

Σε πολλές περιπτώσεις για τον καθαρισμό χρησιμοποιούνται και διάφορες αλκοόλες. Κάποια μέρη των μηχανημάτων παραγωγής καλλυντικών είναι δυνατό να καθαρίζονται χειροκίνητα από το προσωπικό της μονάδας. Επίσης κατά τον ίδιο τρόπο μπορεί να καθαρίζονται και ορισμένα δοχεία συσκευασίας πρώτων υλών με σκοπό

την επαναχρησιμοποίησή τους. Τα απόνερα από αυτές τις πλύσεις, αποτελούν τον κύριο όγκο των αποβλήτων στις βιομηχανίες καλλυντικών.

#### Συσκευασία προϊόντων.

Πολλές φορές κατά την συσκευασία των προϊόντων γίνονται διάφορα ατυχήματα, με αποτέλεσμα να διαφεύγουν ποσότητες προϊόντων. Οι ποσότητες αυτές δεν είναι δυνατό να ανακτηθούν, οπότε καταλήγουν στα απόβλητα. Επίσης όταν παρασκευαστεί κάποιο προϊόν σε ποσότητα μεγαλύτερη από τη δυνατότητα συσκευασίας του και η περίσσεια του προϊόντος δεν είναι δυνατό να αποθηκευτεί λόγω μη ύπαρξης κατάλληλου χώρου ή λόγω μη διατήρησης του προϊόντος σε συνθήκες εκτός συσκευασίας, αυτή καταλήγει αναγκαστικά στα απόβλητα.

#### Αποτυχημένα παρασκευάσματα.

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες για κάποιο λόγο μπορεί να γίνει κάποιο λάθος στις δοσολογίες των πρώτων υλών ή να παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα, με αποτέλεσμα το προκύπτον προϊόν να μην ικανοποιεί τις προδιαγραφές του. Στις περιπτώσεις που αυτό το προϊόν δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και δεν είναι δυνατή η διόρθωσή του καταλήγει πάντα στα απόβλητα.

#### Περίσσεια πρώτων υλών.

Οι περισσότερες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες καλλυντικών εισέρχονται σε αυτές συσκευασμένες. Η

συσκευασία τους εκτός του ότι διευκολύνει τη μεταφορά τους συντελεί στη διατήρηση των πρώτων υλών καθώς και στην προφύλαξή τους από διάφορες αλλοιώσεις. Αρκετές πρώτες ύλες είναι αρκετά διάστημα. Κατά την παραγωγή προϊόντων με χρήση τέτοιων πρώτων υλών, περισσεύουν αρκετές φορές κάποιες ποσότητες από τις πρώτες ύλες. Αυτές οι πρώτες ύλες λόγω της ευπάθειάς τους δεν μπορούν να συντηρηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν με αποτέλεσμα να αχρηστεύονται και να απορρίπτονται τελικά στα απόβλητα της κάθε βιομηχανίας.

Οι ποσότητες των πρώτων υλών που καταλήγουν στα απόβλητα μ' αυτόν τον τρόπο δεν είναι μεγάλες, αλλά επιβαρύνουν ιδιαίτερα το απόβλητο αφού είναι καθαρές πρώτες ύλες, πολλές φορές και σε στερεή μορφή και όχι υπό μορφή αραιών διαλυμάτων τους. ευπαθείς και για αυτό χρησιμοποιούνται ειδικά δοχεία συσκευασίας, ώστε να μένουν αναλλοίωτες για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η διατήρηση των πρώτων υλών για μεγάλα χρονικά διαστήματα είναι σημαντική αφού αρκετές από αυτές εισάγονται από το εξωτερικό οπότε η μεταφορά τους είναι χρονοβόρα. Επίσης η αποθήκευσή τους στη βιομηχανία ως τη χρήση τους μπορεί να διαρκέσει για μεγάλο χρονικό

#### Επεξεργασία νερού.

Στη μονάδα παραγωγής καλλυντικών γίνεται ευρεία χρήση νερού. Το νερό αυτό προέρχεται από κατάλληλη επεξεργασία υπογείων υδάτων της περιοχής. Όπως προαναφέρθηκε το νερό στις βιομηχανίες καλλυντικών είναι το βασικό συστατικό των περισσοτέρων προϊόντων. Η επεξεργασία αυτή εξαρτάται από την ποιότητα του νερού που αντλείται και από τη χρήση για την οποία προορίζεται. Ανάλογα με την επεξεργασία του νερού προκύπτει μια μικρή ποσότητα αποβλήτων των οποίων τα κύρια συστατικά ρυπαντικών ουσιών που περιέχουν είναι τα

ιόντα χλωρίου , νατρίου και σιδήρου και προέρχονται από την αναγέννηση των ρητινών απιονισμού.

### ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΟΝΑΔΑ ΤΩΝ ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΩΝ

Παράμετροι	Μέση τιμή
Παροχή, m <sup>3</sup> /d	70 +/- 5
COD, mg/l	7500 +/- 2195
BOD <sub>5</sub> , mg/l	2857 +/- 1400
SS, mg/l	85 +/- 31
DS, mg/l	6914 +/- 150
Οργανικό άζωτο κατά Kjeldahl, mg/l	162 +/- 19.4
Ολικός φώσφορος, mg/l	40.5 +/- 1.25
pH	5-9
Λίπη – έλαια, mg/l	320 +/- 75

#### 3.3.1.2 Λύματα προσωπικού

Προέρχονται από το προσωπικό του εργοστασίου που ανέρχεται σε 200 άτομα και ανέρχονται περίπου σε 10 m<sup>3</sup>/d. Τα λύματα αυτά προκύπτουν από τις τουαλέτες της βιομηχανίας από τα ντούζ και πιθανόν από το χημείο της βιομηχανίας.

Παράμετροι	Μονάδες μέτρησης	Αποτέλεσμα	Διάστημα εμπιστοσύνης
pH		7.0	+/- 0.2
BOD <sub>5</sub>	mg/l	305	+/- 50

COD	mg/l	775	+/- 120
Αιωρούμενα στερεά	mg/l	376	+/- 80
Ολικό άζωτο κατά kjeldahl	mg N/l	45	+/- 10
Φωσφορικά	mg PO <sub>4</sub> /l	14	+/- 5
Λίπη και έλαια	mg/l	35	+/- 12
Μέγιστη ημερήσια παροχή	m <sup>3</sup> /d	1,1	+/- 0,1
Μέγιστη ωριαία παροχή	m <sup>3</sup> /h	0,1	+/- 0.03

### 3.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

#### 3.4.1. Εισαγωγή

Τα βιομηχανικά απόβλητα, όπως φαίνεται στον πίνακα ποιοτικής και ποσοτικής τους ανάλυσης, είναι κατά μέγιστο 70 m<sup>3</sup>/d και πρέπει να επεξεργαστούν σε ικανοποιητικό βαθμό καθαρισμού (>99,5% ως προς το COD) ώστε να μπορούν να διατεθούν για πότισμα του βιομηχανικού οικοπέδου.

Συστηματική έρευνα στο εργαστήριο Οργανικής και Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας του ΕΜΠ της Σχολής Χημικών Μηχανικών έδωσε το παρακάτω σύνολο απαραίτητων διεργασιών ώστε τα βιομηχανικά απόβλητα να επεξεργαστούν ικανοποιητικά ώστε να μπορούν να διατεθούν σύμφωνα με την Υγειονομική Διάταξη 179187.

#### 3.4.2. Γενική θεώρηση

Μία οποιαδήποτε μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας, όσο και αποτελεσματική και να είναι, δεν μπορεί να ελαττώσει τόσο υψηλά ρυπαντικά φορτία σε συγκεντρώσεις που μπορούν να ανακυκλωθούν. Επί

πλέον τα υγρά απόβλητα που προέρχονται από την παραγωγή καλλυντικών περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις χημικών ενώσεων που προέρχονται από τις α΄ ύλες προσδίδοντας σ' αυτά μία ιδιαίτερη τοξικότητα ως προς την ανάπτυξη των μικροβιακών πληθυσμών. Οι χημικές ενώσεις αυτές παρεμποδίζουν την ανάπτυξη μικροβιακών καλλιεργειών με αποτέλεσμα να καθιστούν την βιολογική οξείδωση του αποβλήτου σχεδόν αδύνατη. Επομένως πρέπει να εφαρμοστεί μία κατάλληλη προεπεξεργασία του βιομηχανικού αποβλήτου ώστε ο λόγος COD/BOD<sub>5</sub> του αποβλήτου να μπορεί να ελαττωθεί από 2.7 σε 1.5 τουλάχιστον ώστε να καταστεί δυνατή η βιολογική του αποδόμηση σε μονάδα βιολογικής επεξεργασίας.

Μία τέτοια ικανοποιητική προεπεξεργασία αποδείχθηκε ότι είναι η οξειδωτική διεργασία με αντιδράσεις Fenton. Οι διεργασίες αυτές, που βασίζονται στην παραγωγή ριζών υδροξυλίου κατά την οξείδωση του δισθενούς σιδήρου σε τρισθενή, μπορούν να ελαττώσουν, κατά την διάρκεια λιγότερο μιας ώρας, το COD του αποβλήτου κατά 60-65% ενώ παράλληλα το BOD<sub>5</sub> ελαττώνεται κατά 37 με 40 % ώστε ο λόγος COD/BOD<sub>5</sub> ελαττώνεται από 2.7 σε 1.2. Έτσι το απόβλητο πλέον γίνεται πολύ επιδεκτικό σε αερόβια βιολογική επεξεργασία.

Μετά την οξείδωση του αποβλήτου, ο παραγόμενος τρισθενής σίδηρος, απομακρύνεται εύκολα με διεργασίες κροκίδωσης και επίπλευσης. Η διαδικασία αυτή επί πλέον αυξάνει την απόδοση απομάκρυνσης του COD κατά 10-15% και του BOD κατά 7-10%. Επίσης με την διαδικασία της κροκίδωσης – καθίζησης απομακρύνονται και όλα τα αιωρούμενα στερεά (99% περίπου) που περιέχονταν στο αρχικό απόβλητο και επίσης επιτυγχάνεται ο σχεδόν πλήρης αποχρωματισμός του αποβλήτου.

Μετά την οξείδωση των υγρών αποβλήτων από τη μονάδα παραγωγής καλλυντικών τα οξειδωμένα απόβλητα μπορούν να αναμιχθούν με τα υγρά απόβλητα που προέρχονται από τη μονάδα παραγωγής φαρμακευτικών προϊόντων και να οδηγηθούν σε μία μονάδα αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας παρατεταμένου αερισμού και να οξειδωθούν περαιτέρω με βιοαποικοδόμηση. Μετά την βιολογική επεξεργασία το COD θα μειωθεί περίπου στα 290 mg/l και το BOD<sub>5</sub> περίπου στα 120 mg/l.

Οι παραγόμενες χημικές και βιολογικές λάσπες αφού αφυδατωθούν σε κλίνες ξήρανσης μπορούν να διατεθούν σε εγκαταστάσεις απόθεσης σταθεροποιημένων, μη τοξικών, στερεών απορριμμάτων ή θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε μονάδες κομποστοποίησης και παραγωγής οργανοχημικών εδαφοβελτιωτικών.

Οι τιμές COD και του BOD<sub>5</sub> των βιολογικά επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων όμως ακόμα δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις του νόμου για εδαφική απόρριψη τους και επομένως πρέπει να ακολουθήσει τριτογενή επεξεργασία. Κατάλληλη και αποτελεσματική τριτογενή επεξεργασία θεωρείται, διεθνώς, η χρήση υδροχαρών φυτών και ιδιαίτερα όταν τα επεξεργασμένα απόβλητα προορίζονται για ανακύκλωση ή για εδαφική διάθεση αγροτικής χρήσης. Πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες φυτικές καλλιέργειες οι οποίες θα μπορούν να λειτουργούν ικανοποιητικά τόσο τον χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Από την μακροχρόνια ερευνητική εμπειρία του εργαστηρίου μας αποδείχθηκε ότι τα υδροχαρή φυτά *Phragmites Australis* ή *Arundo* (καλαμιές) σε συνδυασμό με τα φυτά *Apium Nodiflorum* (Υδροσέλινο) ή *Duckweeds* (*Lemna minor* και *Lemna gibba*) δίνουν πάρα πολύ καλά αποτελέσματα στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Έτσι τα χημικώς και βιολογικώς επεξεργασμένα υγρά απόβλητα θα οδηγούνται στη ριζική κλίση, μιας ειδικής για τον σκοπό αυτό καλλιέργειας



καλαμιών, και κατόπιν σε μία αβαθή λίμνη που θα καλλιεργούνται τα υδροχαρή φυτά *Arrium Nodiflorum* και *Duckweeds*.

Τέλος τα πλήρως επεξεργασμένα απόβλητα πρέπει να αποστειρωθούν, με τη χρήση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου, προτού επαναχρησιμοποιηθούν.

### **3.4.3 Οξείδωση αποβλήτων με αντιδράσεις Fenton (Πρωτογενής επεξεργασία)**

Το 1894 ο H. J. H. Fenton έδειξε ότι το μίγμα  $Fe^{2+} - H_2O_2$  προκαλεί οξείδωση σε ορισμένα οργανικά οξέα. Το μίγμα αυτό ονομάστηκε **αντιδραστήριο Fenton** και στη συνέχεια αποδείχτηκε ότι οξειδώνει αποτελεσματικά αρκετά οργανικά υποστρώματα, μέσω του σχηματισμού ριζών υδροξυλίου ( $HO^{\bullet}$ ). Οι αντιδράσεις Fenton βρίσκουν εφαρμογή στη σύνθεση ενώσεων, στη χημεία της ατμόσφαιρας, στη βιολογία και σε τεχνολογίες αντιρρύπανσης [1].

Η έντονη κροκιδωτική τάση του αντιδραστηρίου Fenton, οφείλεται σε μία σειρά υδρολθτικών αντιδράσεων, που συνοδεύονται απο αντιδράσεις αφυδάτωσης και σχηματίζουν σύμπλοκα  $Fe^{+3}$ .

Οργανικά μόρια και αιωρούμενα σωματίδια παρασύρονται από τα συσσωματώματα και καθιζάνουν. Ένα σημαντικό ποσοστό της μείωσης του COD του αποβλήτου με τη διεργασία Fenton οφείλεται σε αυτή την κροκιδωτική-συσσωματική δράση. Κατά τη χημική οξείδωση παράγεται μεγάλος αριθμός μικρών συσσωματωμάτων (flocks) που έχουν πολύ μικρή ταχύτητα καθίζησης. Η ταχύτητα καθίζησης αυξάνεται σημαντικά με την προσθήκη πολυηλεκτρολυτών [2].

### **3.4.4. Αερόβια βιολογική επεξεργασία (δευτερογενής επεξεργασία)**

Μετά την χημική οξείδωση τα απόβλητα μπορούν να οξειδωθούν πλήρως με βιολογικές αερόβιες διεργασίες ενός κλασικού συστήματος ενεργούς ιλύος παρατεταμένου αερισμού ώστε να επιτυγχάνεται η πλήρη νιτροποίηση και η κατά το δυνατόν απονιτροποίηση του αζώτου.

Το σύστημα του παρατεταμένου αερισμού είναι πολύ αποδοτικό για περιπτώσεις μικρής παροχής αποβλήτων με μεσαία ρυπαντικά φορτία. Αποτελείται από μία δεξαμενή ανοξικών συνθηκών όπου εισάγεται το απόβλητο, από μία δεξαμενή αερισμού όπου διατηρούνται ισχυρές οξειδωτικές συνθήκες με κατάλληλο σύστημα διασποράς αέρα στη μάζα του υγρού αποβλήτου και μία δεξαμενή καθίζησης της βιολογικής λάσπης. Στη δεξαμενή αερισμού επιτυγχάνεται και η μετατροπή του οργανικού αζώτου σε νιτρικά ιόντα. Η καθιζάνουσα βιολογική λάσπη επιστρέφει στη δεξαμενή ανοξικών συνθηκών ώστε, εξ' αιτίας της έλλειψης οξυγόνου, αναγκάζει τους αερόβιους μικροοργανισμούς να διασπάσουν τα νιτρικά ιόντα σε άζωτο και οξυγόνο επιτυγχάνοντας την απονιτροποίηση του εισερχομένου αποβλήτου. Η περίσσεια βιολογικής μάζας που παράγεται καθώς βιοαποικοδομείται το BOD του αποβλήτου, οδηγείται στο σύστημα απομάκρυνσης και αφυδάτωσης των χημικών λασπών. Πλεονεκτήματα του συστήματος του παρατεταμένου αερισμού έναντι άλλων συστημάτων βιολογικού καθαρισμού είναι:

- α. σχετικά χαμηλά λειτουργικά έξοδα
- β. χαμηλή απαίτηση παρακολούθησης
- γ. εύκολη αυξομείωση της απόδοσής του με ανάλογη αύξηση ή ελάττωση της επιστρεφόμενης βιολογικής λάσπης.

Στις οξειδωτικές συνθήκες που επικρατούν στην δεξαμενή αερισμού οι οργανικές ενώσεις μετασχηματίζονται από τους ετερότροφους

μικροοργανισμούς σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό (αντιδράσεις αποικοδόμησης) καθώς επίσης και σε κυτταρική μάζα (αντιδράσεις σύνθεσης). Παράλληλα και εφόσον υπάρχει περίσσεια οξυγόνου τότε το οργανικό άζωτο με τη βοήθεια αυτότροφων μικροοργανισμών (νιτροβακτήρια) μετατρέπονται σε νιτρικά (διαδικασίες νιτροποίησης).

Στη δεξαμενή απονιτροποίησης όταν επικρατούν ανοξικές συνθήκες τότε οι ετερότροφοι μικροοργανισμοί αξιοποιούν το περιεχόμενο στα νιτρικά οξυγόνο με αποτέλεσμα τα νιτρικά να διασπώνται ελευθερώνοντας άζωτο στην ατμόσφαιρα (απονιτροποίηση).

Η παραλλαγή του παρατεταμένου αερισμού απαιτεί μεγαλύτερους χρόνους παραμονής των αποβλήτων στο σύστημα απ' ό,τι η συμβατική μέθοδος ενεργού ιλύος, και συνεπώς μεγαλύτερο όγκο δεξαμενής αερισμού. Σαν αντιστάθμισμα όμως παρέχει μεγαλύτερη απόδοση ως προς τη μείωση του οργανικού φορτίου, μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, απλούστερη συντήρηση και παράγει μικρότερες ποσότητες απορριπτόμενης λάσπης και επαρκώς σταθεροποιημένης, έτσι ώστε να μην απαιτείται ξεχωριστό στάδιο για τη σταθεροποίηση της.

Μετά τη δεξαμενή αερισμού τα απόβλητα εισέρχονται με φυσική ροή στη δεξαμενή καθίζησης. Ο ρόλος της δεξαμενής αυτής είναι να παρέχει τις απαραίτητες συνθήκες ηρεμίας στα απόβλητα, ώστε να επιτευχθεί όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικός διαχωρισμός της βιομάζας από το υπόλοιπο υγρό και εν συνεχεία επιστροφή της απαραίτητης ποσότητας βιομάζας στη δεξαμενή βιοεπιλογής-απονιτροποίησης, για διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ των ετερότροφων και αυτότροφων μικροοργανισμών, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, και απόρριψη της υπόλοιπης περίσσειας ποσότητας.

Τα διαυγασμένα απόβλητα εξέρχονται από τις δεξαμενές καθίζησης, μέσου οδοντωτών υπερχειλιστών και οδηγούνται προς το επόμενο στάδιο

επεξεργασίας. Οι υπερχειλιστές είναι εφοδιασμένοι με φράκτες συγκράτησης αφρών, οι οποίοι απομακρύνονται στη συνέχεια με ειδική διάταξη και αεραντλίες προς τα δοχεία συλλογής επιπλεόντων.

Η χλωρίωση εφαρμόζεται στα διαυγασμένα και φιλτραρισμένα απόβλητα, που εξέρχονται από τη δεξαμενή καθίζησης, έχει δε σκοπό τη θανάτωση τυχόν παθογόνων μικροοργανισμών που μπορεί να παρευρίσκονται στα απόβλητα.

Ως μέσο απολύμανσης χρησιμοποιείται διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) περιεκτικότητας 13 % κ.β. σε ενεργό χλώριο (130 g/L).

Τα διαυγασμένα απόβλητα που εξέρχονται από τη δεξαμενή χλωρίωσης, αναμένεται να έχουν τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στον πίνακα 5.1., είναι πλέον κατάλληλα για την τροφοδοσία τους στις δεξαμενές καλλιέργειας υδροχαρών φυτών.

### **3.4.5 Επεξεργασία με υδροχαρή φυτά (τριτογενής επεξεργασία)**

#### **3.4.5.1. Γενικά**

Τα συστήματα επεξεργασίας, που χρησιμοποιούν τα υδροχαρή φυτά, έχουν την ικανότητα απομάκρυνσης σημαντικών ποσοτήτων BOD και αιωρούμενων στερεών, συνεισφέρουν σημαντικά στην απομάκρυνση του αζώτου και δεν είναι αποτελεσματικά όταν απαιτείται υψηλή απομάκρυνση φωσφόρου.] Ο ρυθμός απομάκρυνσης των θρεπτικών συστατικών, γενικά από τα επιπλέοντα φυτά με μικρά φύλλα, είναι μικρότερος συγκρινόμενος με άλλα επιπλέοντα φυτά με μεγάλα φύλλα, όπως είναι οι υδρουάκινθοι. Για αυτόν τον λόγο, τα επιπλέοντα φυτά με μικρά φύλλα, όπως είναι τα duckweeds, δεν είναι κατάλληλα για

ανεξάρτητη χρησιμοποίησή τους σε συστήματα επεξεργασίας. Μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν αποδοτικά σε συστήματα επεξεργασίας σε συνδυασμό με άλλα φυτά με μεγάλα φύλλα όπως τα *phragmites australis*, είτε βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των συστημάτων αυτών ως προς την απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών, είτε αλλάζοντας το φυσικοχημικό περιβάλλον. Τέλος στην βιβλιογραφία αναφέρεται η χρησιμοποίηση των υδροχαρών φυτών σε χωράφια έτσι ώστε να επιτρέπεται η άρδευση των χωραφιών αυτών με τριτογενώς επεξεργασμένο υδατικό απόβλητο. Συγκεκριμένα σε ένα πείραμα που έγινε στην Ιαπωνία βρέθηκε, ότι νερό αποχέτευσης, που έχει υποστεί δευτερογενή επεξεργασία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση ριζοχώραφων με την χρησιμοποίηση duckweeds στα χωράφια αυτά. Τα duckweeds μείωσαν τις υπερβολικές ποσότητες αζώτου και φωσφόρου στο υδατικό απόβλητο κατά 70% και 44%, αντίστοιχα, μέσα σε 30 ημέρες, χωρίς να μειωθεί η παραγωγή ρυζιού.

#### **3.4.5.2. Απομάκρυνση B O D**

Τα υδροχαρή φυτά δημιουργούν το κατάλληλο περιβάλλον για επεξεργασία, όμως συνεισφέρουν άμεσα πολύ λίγο στην απομάκρυνση του BOD. Η παρουσία των υδροχαρών φυτών είναι πιθανόν να οδηγήσει σε αναερόβιες συνθήκες μέσα στην στήλη του νερού, λόγω της έλλειψης επανααερισμού και λόγω της πολύ μικρής παραγωγής οξυγόνου από τα μικρά αυτά φυτά. Από μια άποψη, οι αναερόβιες συνθήκες έχουν το πλεονέκτημα ότι οι κάμπιες των κουνουπιών δεν μπορούν να επιζήσουν κάτω από αυτές τις συνθήκες. Από την άλλη όμως μεριά, η βιολογική δραστηριότητα στην αναερόβια δεξαμενή θα διεξάγεται με πιο αργό

ρυθμό από ότι σε μια αερόβια λίμνη. Ο Wolverton ανέφερε την απόδοση μιας δεξαμενής καλυμμένης με duckweeds, η οποία βρίσκεται στο Biloxi, στον Μισσισιππί.. Ο χρόνος παραμονής ήταν 22 ημέρες και η οργανική φόρτιση κατά την διάρκεια των ημερών αυτών ήταν περίπου  $24 \text{ kg} / (\text{ha d})$ . Η τελική εκροή από την δεξαμενή αυτή ήταν περίπου  $15 \text{ mg} / \text{l}$ , ως προς το BOD και ήταν σε αναερόβια κατάσταση. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η επίδοση υπαρχόντων συστημάτων επεξεργασίας με duckweeds, ως προς την απομάκρυνση του BOD και των ολικών αιωρούμενων στερεών ( TSS ) συναρτήσει του βάθους και του χρόνου παραμονής. Πρέπει να τονιστεί ότι μόνο το πρώτο και το τέταρτο σύστημα υφίστανται μερικό αερισμό, ενώ τα υπόλοιπα είναι μη αναερόβια συστήματα.]

ΤΟΠΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΟΥ	BOD (mg/l) Είσοδος	BOD (mg/l) Έξοδος	TSS (mg/l) Είσοδος	TSS (mg/l) Έξοδος	Βάθος (m)	Χρόνος παραμονής/ημέρες
Biloxi Miss	Εκροή από επαμφοτερίζουσα λίμνη	30	15	155	12	2.3	21
Collins Miss	Εκροή από επαμφοτερίζουσα λίμνη	33	13	36	13	0.4	7
Sleepy eye Minn	Εκροή από επαμφοτερίζουσα λίμνη	420	18	364	34	1.5	70

Wilton Ariz	Εκροή από επαμφορτερίζου σα λίμνη	-	6.5	-	7.4	2.7	0.7
NSTL Miss	Εκροή από επαμφορτερίζου σα λίμνη	35.5	3	47.7	11.5	0.4	8

### 3.4.5.3. Απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών

Η απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών στις δεξαμενές, που είναι καλυμμένες με υδροχαρή φυτά, είναι πιο αποτελεσματική συγκρινόμενη με αυτήν των συμβατικών λιμνών σταθεροποίησης, λόγω της έλλειψης άλγεων και των βελτιωμένων ήρεμων συνθηκών, που επικρατούν κάτω από το επιφανειακό στρώμα.

### 3.4.5.4. Απομάκρυνση αζώτου

Οι μηχανισμοί της πρόσληψης από το φυτό, της πτητικοποίησης της αμμωνίας και της νιτρικοποίησης / απονιτρικοποίησης, πιστεύεται ότι συνεισφέρουν στην απομάκρυνση του αζώτου σε μια δεξαμενή καλυμμένη με υδροχαρή φυτά. Ο κύκλος του αζώτου μπορεί να περιγραφεί από τρεις κύκλους. Ο πρώτος κύκλος (A) περιγράφει τις φάσεις της νιτρικοποίησης ( A1 ) και απονιτρικοποίησης (A2), στις οποίες παράγονται νιτρικά και ελεύθερο άζωτο αντιστοίχως. Η αμμωνία λαμβάνεται από τα βακτήρια ( fixation ) (A3) και απαιτεί ενέργεια. Η αμμωνία είναι επίσης προϊόν των διεργασιών βιολογικής αποσύνθεσης οργανικού υλικού οποιουδήποτε είδους ή φάσεων υδρολύσεως (C4).

Κάτω από αρκετές συνθήκες, η αμμωνία μετατρέπεται άμεσα σε φυτική πρωτεΐνη ( plant protein ) όπως είναι τα άλγεια, τα duckweeds κτλ. Η φυτική πρωτεΐνη μπορεί επίσης να ληφθεί διαμέσου της φάσης της νιτρικοποίησης (A1) και ακολουθείται από αφομοίωση και αναγωγή, που εκπληρώνονται από τα «γήινα» φυτά (κύκλος B). Η απόδοση σε πρωτεΐνη είναι για τα «γήινα» φυτά μικρότερη από την αντίστοιχη για τα υδρόβια φυτά. Έτσι το άζωτο, αντί να ελευθερώνεται γενικά στην ατμόσφαιρα, παγιδεύεται από τα duckweeds ( και γενικά από τα υδρόβια φυτά) και με αυτόν τον τρόπο παράγεται βιόμαζα πλούσια σε πρωτεΐνη. Η άμεση μετατροπή της αμμωνίας σε πρωτεΐνη απαιτεί μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

Σε ένα πείραμα, το οποίο πραγματοποιήθηκε από τους Reddy και DeBusk ( 1985 ), βρέθηκε πως η απομάκρυνση του μεγαλύτερου ποσοστού των ιόντων αμμωνίου, γενικά στα συστήματα που περιέχουν επιπλέοντα φυτά με μικρά φύλλα, οφείλεται στην νιτρικοποίηση. Η απομάκρυνση των νιτρικών από τα φυτά, που έχουν μικρά φύλλα, είναι πολύ μικρή, ειδικά κατά τους χειμερινούς μήνες. Πρέπει όμως να τονιστεί πως τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού, δείχνουν μια μειωμένη ικανότητα απομάκρυνσης του αζώτου λόγω έλλειψης ιζημάτων στον πυθμένα, μέσα στα οποία θα μπορούσαν να διαχυθούν τα νιτρικά και να υποστούν απονιτρικοποίηση, κάτι που συμβαίνει στα φυσικά συστήματα. Στο ίδιο σύστημα βρέθηκε, πως το είδος duckweed, *Lemna minor*, με χρόνο παραμονής 7 ημέρες, παρουσίασε κατά την καλοκαιρινή περίοδο ρυθμό απομάκρυνσης αζώτου 292 mgN/(m<sup>2</sup>-d ) και κατά την χειμερινή περίοδο ρυθμό απομάκρυνσης αζώτου 70 ( mgN/m<sup>2</sup>-d ).

Τέλος, παρ' όλο που το φυτό παίζει σημαντικό ρόλο στην απομάκρυνση του αζώτου, δεν είναι ο μοναδικός υπεύθυνος για την ολική απομάκρυνση αζώτου από το σύστημα.



### 3.4.5.5. Απομάκρυνση Φωσφόρου

Πείραμα, το οποίο διεξήγαγαν οι Sutton και Ornes ( 1975 ) και είχε ως στόχο την μελέτη της απομάκρυνσης φωσφόρου από στάσιμα υδατικά απόβλητα αποχετεύσεων χρησιμοποιώντας τα duckweeds, παρατηρήθηκε η εξάρτηση του ρυθμού απομάκρυνσης φωσφόρου από την ποσότητα των duckweeds από την συγκέντρωσή του στα υδατικά απόβλητα και από τον χρόνο επαφής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, η πρόσληψη φωσφόρου από τα duckweeds είναι άμεσα εξαρτημένη από την συγκέντρωση φωσφόρου στο απόβλητο μέχρι την τιμή 2.1  $\mu\text{g} / \text{ml}$ . Τα duckweeds που αναπτύσσονται σε συγκεντρώσεις φωσφόρου μεγαλύτερες από 2.1  $\mu\text{g} / \text{ml}$ , δεν οδηγούν σε επιπρόσθετη συσσώρευση φωσφόρου. Μέσα σε μια περίοδο 8 εβδομάδων η συγκέντρωση του φωσφόρου μειώθηκε από την τιμή 2.67 στην τιμή 0.08  $\mu\text{g} / \text{ml}$ , δηλαδή σημειώθηκε μια μείωση 97%. Ενώ το 90% του φωσφόρου που περιείχε το υδατικό απόβλητο απομακρύνθηκε μέσα στις πρώτες τέσσερις εβδομάδες της περιόδου των 8 εβδομάδων. Με αυτήν την έρευνα αποδείχθηκε πως τα duckweeds μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μείωση του φωσφόρου σε χαμηλά επίπεδα σε ύδατα αποχετεύσεων, τα οποία διατηρούνται σε στατικές συνθήκες. Όταν απαιτείται σημαντική απομάκρυνση φωσφόρου, προτείνεται η χρησιμοποίηση χημικής καθίζησης, σε ένα ξεχωριστό στάδιο επεξεργασίας, με σίδηρο ή με άλλα χημικά μέσα.

### 3.4.5.6. Απομάκρυνση μετάλλων

Η πρόσληψη των μετάλλων από τα duckweeds παίζει μικρότερο ρόλο στην απομάκρυνση των μετάλλων συγκριτικά με τους υδρουακίνθους. Οι κυριότεροι μηχανισμοί απομάκρυνσης είναι η χημική καταβύθιση και σε τελευταία ανάλυση η ενσωμάτωση μέσα στις βενθικές λάσπες. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ρυθμοί απομάκρυνσης ορισμένων μετάλλων από το είδος Lemna, των duckweeds:

**ΡΥΘΜΟΙ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΕΙΔΟΣ LEMNA**

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΡΥΘΜΟΙ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ, g / ( m <sup>2</sup> y )
Αργίλιο	260
Αρσενικό	0.6
Ασβέστιο	600
Χλώριο	100
Χαλκός	0.1
Σίδηρος	80.0
Μαγνήσιο	80.0
Μαγγάνιο	9
Υδράργυρος	0.1
Αζωτο	611
Φώσφορος	80
Κάλιο	252
Νάτριο	39
Θείο	65
Ψευδάργυρος	0.7
Χρώμιο	0.6

**3.4.6. Λύματα προσωπικού**

Τα παραγόμενα λύματα από το προσωπικό του εργοστασίου είναι πολύ λίγα ( $10 \text{ m}^3/\text{d}$ ) και επειδή αυτά δεν πρέπει να αναμιγνύονται με τα βιομηχανικά απόβλητα πρέπει να επεξεργάζονται ξεχωριστά.

Ένα κλασικό σύστημα στεγανού βόθρου ακολουθούμενου από έναν απορροφητικό βόθρο θα ήταν το πλέον αποδοτικό σύστημα για τόσο μικρή παροχή λυμάτων.

### **3.4.7 Διάθεση λασπών**

Οι παραγόμενες λάσπες τόσο από την χημική οξείδωση – κροκίδωση και καθίζηση των βιομηχανικών αποβλήτων όσο και από την βιολογική οξείδωση των λυμάτων θα συγκεντρώνονται σε δεξαμενή συλλογής και πάχυνσης και από εκεί θα τροφοδοτούνται σε κλίνες άμμου αφυδάτωσης. Οι αφυδατωμένες λάσπες ( $\text{SS} > 30\%$ ) θα απομακρύνονται από το εργοστασιακό οικόπεδο κατά τακτά χρονικά διαστήματα (μία φορά την εβδομάδα περίπου) σε νόμιμους χώρους εναπόθεσης σταθεροποιημένων και μη τοξικών στερεών αποβλήτων.

Τα στραγγίσματα από την αφυδάτωση και τις κλίνες ξήρανσης θα επιστρέφουν στη είσοδο της μονάδας βιολογικής επεξεργασίας των βιομηχανικών αποβλήτων.

### **3.5. Συνολική περιγραφή λειτουργίας μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων**

Το συνολικό διάγραμμα διεργασιών και ροών της προτεινόμενης μεθόδου επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων παρουσιάζεται παραστατικά στο παρακάτω διάγραμμα (διάγραμμα BD-1).

Τα υγρά απόβλητα από τη μονάδα παραγωγής συλλέγονται, απ' όλα τα σημεία παραγωγής τους, σε δεξαμενές εξισορρόπησης αφού πρώτα διέλθουν από διαδικασίες εσχαρισμού ώστε να απομακρυνθούν τα αδρομερή στερεά. Οι δεξαμενές εξισορρόπησης μπορούν να αποθηκεύσουν απόβλητα μιας ημέρας έτσι ώστε η περαιτέρω επεξεργασία τους να απαιτεί σταθερές συνθήκες λειτουργίας και επομένως ευκολότερες διεργασίες ελέγχου.

Τα υγρά απόβλητα της μονάδας καλλυντικών, μετά την δεξαμενή εξισορρόπησης, οδηγούνται, με σταθερή παροχή (περίπου 3 m<sup>3</sup>/h), σε μία δεξαμενή οξείδωσης όπου τροφοδοτείται διάλυμα 20% FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O με σταθερό ρυθμό έτσι ώστε ημερησίως να καταναλώνονται 350 kg FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O. Η δεξαμενή οξείδωσης είναι συνεχούς λειτουργίας, πλήρους ανάδευσης, στην οποία τροφοδοτείται συνεχώς με ρυθμό 5 kg/h διάλυμα 60% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Το pH της οξείδωσης διατηρείται περίπου στο 3. Ο χρόνος παραμονής του αποβλήτου στην διαδικασία της οξείδωσης είναι δύο ώρες. Κατά την διάρκεια της οξείδωσης ο δισθενής σίδηρος μετατρέπεται σε τρισθενής.

Το οξειδωμένο απόβλητο οδηγείται με υπερχειλίση σε δεξαμενή εξισορρόπησης και από εκεί στη μονάδα εξουδετέρωσης, κροκίδωσης και συσσωμάτωσης. Η εξουδετέρωση επιτυγχάνεται με τη προσθήκη διαλύματος 40% NaOH. Στο pH=7 ο τρισθενής σίδηρος σχηματίζει υδροξείδια τα οποία καθιζάνουν. Το εξουδετερωμένο και κροκιδωμένο απόβλητο που περιέχει μικροσκοπικά αιωρούμενα σωματίδια, αποτελούμενα από υδροξείδια του σιδήρου και οργανικά και ανόργανα αιωρούμενα στερεά που περιεχόταν στο αρχικό απόβλητο, αναμιγνύεται με διάλυμα πολυηλεκτρολύτη 0.1% σε ειδική διάταξη συσσωμάτωσης ώστε να δημιουργηθούν εμφανείς ογκώδη κρόκοι.

Το μίγμα κρόκων και υγρού αποβλήτου οδηγείται σε σύστημα διαχωρισμού των κρόκων με επίπλευση με διαλυμένο αέρα. Ο αέρας

διαλύεται σε πίεση 6 atm σε μία παροχή επεξεργασμένων αποβλήτων ίση με 1 m<sup>3</sup>/h. Η εκτόνωση της παροχής αυτής σε πίεση μιας ατμόσφαιρας, αφού έχει αναμιχθεί με τη ροή του αποβλήτου, αποβάλλει την περίσσεια του διαλυμένου αέρα δημιουργώντας μικρές φυσαλίδες οι οποίες επικολλώνται επί των κροκιδωμάτων ελαττώνοντας το ειδικό βάρος του αγγλομερούς καθιστώντας το μικρότερο του ειδικού βάρους του νερού και αναγκάζοντας τα κροκιδώματα να επιπλεύσουν. Οι λάσπες που επιπλέουν απομακρύνονται από την επιφάνεια του DAF με απόξεση και συλλέγονται σε δεξαμενή συλλογής. Στη δεξαμενή αυτή καταλήγουν και οι λάσπες που παράγονται στην αερόβια χώνευση. Οι λάσπες αυτές που περιέχουν αιωρούμενα στερεά 5%, οδηγούνται στη μονάδα αφυδάτωσης (κλίνες ξήρανσης) όπου η συγκέντρωση των στερεών ανέρχεται μέχρι και 30%. Τα στραγγίσματα της αφυδάτωσης οδηγούνται στη μονάδα του βιολογικού καθαρισμού ενώ οι αφυδατωμένες λάσπες απομακρύνονται από το βιομηχανικό χώρο.

Τα απόβλητα με υπερχειλίση από τη μονάδα απομάκρυνσης των αιωρούμενων στερεών με επίπλευση καθώς και τα στραγγίσματα από την αφυδάτωση της λάσπης συλλέγονται σε δευτερεύουσα αναδευόμενη δεξαμενή εξισορρόπησης, όγκου 40 m<sup>3</sup>. Στη δεξαμενή αυτή καταλήγουν και τα υγρά απόβλητα της βιομηχανίας που παράγονται από τη μονάδα φαρμακευτικών προϊόντων αφού πρώτα περάσουν από εσχарισμό και διαδικασίες εξισορρόπησης σε δεξαμενή συλλογής τους όγκου 10 m<sup>3</sup>. Στη δεξαμενή αυτή γίνεται και ρύθμιση των θρεπτικών συστατικών αζώτου και φωσφόρου. Το άζωτο βρίσκεται σε περίσσεια ενώ φώσφορος προστίθεται με τη μορφή φωσφορικού οξέος (18 kg/d).

Το σύνολο πλέον των αποβλήτων, από τη δεξαμενή δευτερεύουσας εξισορρόπησης, οδηγείται με σταθερή παροχή στον αερόβιο βιοαντιδραστήρα βιολογικής οξειδωσης όπου επιτυγχάνεται η πλήρη

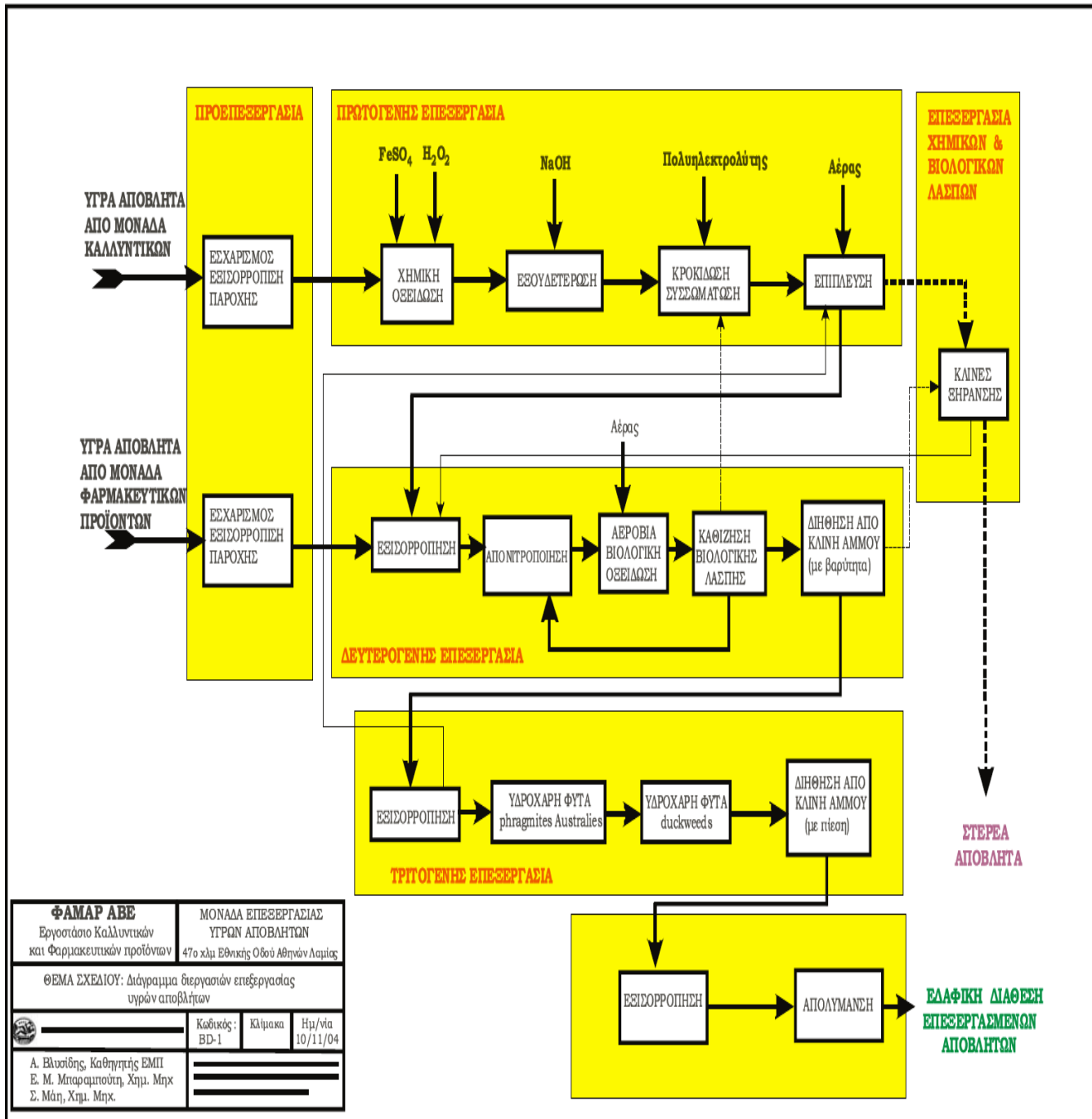
αποδόμηση των οργανικών ρύπων. Η μονάδα βιολογικής οξείδωσης αποτελείται από δύο στάδια: το στάδιο της νιτροποίησης όπου επικρατούν ισχυρές οξειδωτικές συνθήκες με προσθήκη αέρα και το στάδιο της απονιτροποίησης το οποίο προηγείται και στο οποίο επικρατούν ανοξικές συνθήκες ώστε τα παραγόμενα, στο προηγούμενο στάδιο, νιτρικά να μετατρέπονται βιολογικά σε άζωτο. Στην αερόβια βιολογική μονάδα όλο το οργανικό άζωτο, που δεν έχει αφομοιωθεί από την παραγόμενη βιομάζα, μετατρέπεται σε νιτρικά με διεργασίες νιτροποίησης. Για την απονιτροποίηση των νιτρικών απαιτείται επιστροφή των επεξεργασμένων αποβλήτων στη δεξαμενή δευτερεύουσας εξισορρόπησης σε αναλογία ένα προς τέσσερα περίπου. Η υπερχειλίση της αερόβιας βιολογικής μονάδας οδηγείται σε δεξαμενή διαχωρισμού με βαρύτητα της περίσσειας αερόβιας βιολογικής λάσπης που παράγεται μέρος της οποίας επιστρέφεται στη δεξαμενή απονιτροποίησης και η υπόλοιπη απορρίπτεται (περίσσεια βιολογική λάσπη). Η περίσσεια βιολογική λάσπη, με συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών περίπου 1.5%, οδηγείται (γραμμή 14) στη μονάδα συλλογής και αφυδάτωσης της μαζί με τις χημικές λάσπες. Η υπερχειλίση των επεξεργασμένων αποβλήτων συλλέγεται σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης και εξισορρόπησης της παροχής ώστε από εκεί να τροφοδοτείται με σταθερή παροχή στη μονάδα τριτογενούς επεξεργασίας.


Τα δευτερογενώς επεξεργασμένα απόβλητα διέρχονται από τις ρίζες μιας κατάλληλα διαμορφωμένης κλίνης, αποτελούμενης από τα υδροχαρή φυτών *phragmites australis* και *Arundo* (δύο είδη καλαμιών). Η υπερχειλίση των επεξεργασμένων αποβλήτων συλλέγεται σε αβαθή δεξαμενή που αποτελεί το δεύτερο στάδιο τριτογενούς επεξεργασίας όπου καλλιεργούνται τα επιπλέοντα υδροχαρή φυτά duckweeds (*lemna*) και *Arrium Nodiflorum* τα οποία αντέχουν περισσότερο σε συνθήκες

χαμηλών θερμοκρασιών και είναι περισσότερο αποτελεσματικά την περίοδο του χειμώνα. Έτσι δημιουργείται ένας φυσικός υδροβιότοπος ο οποίος εγγυάται και την αποτελεσματική επεξεργασία των αποβλήτων ώστε αυτά να είναι ικανά να διατεθούν εδαφικά για τις ανάγκες ποτίσματος του εργοστασιακού χώρου.

Τα τελικώς επεξεργασμένα υγρά απόβλητα με υπερχείλιση συλλέγονται σε φρεάτιο απ' όπου τροφοδοτούνται σε δεξαμενή αποθήκευσης και εξισορρόπησης αφού διέλθουν από πιεστικό φίλτρο άμμου για την συγκράτηση όλων των αιωρούμενων στερεών.

Από την τελική δεξαμενή αποθήκευσής τους, αφού απολυμανθούν με υποχλωριώδες νάτριο, οδηγούνται σε σύστημα επιφανειακής εδαφικής διανομής τους σε όλη την έκταση του εργοστασίου ανάλογα με τις εποχιακές ανάγκες ποτίσματος. Αν οι ποσότητες για πότισμα δεν επαρκούν (καλοκαιρινή περίοδος) τότε συμπληρώνονται με ποσότητες καθαρού νερού του δικτύου.



<b>ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ</b> Εργαστήριο Καλλυντικών και Φαρμακευτικών προϊόντων	ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ 47ο κλιμ. Εθνικής Οδού Αθηνών Λαμίας		
	ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ: Διάγραμμα διεργασιών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων		
	Καδικός:	Κλίμακα	Ημ/νία
	BD-1		10/11/04
Α. Βλυσίδης, Καθηγητής ΕΜΠ Ε. Μ. Μπαραμπούτη, Χημ. Μηχ. Σ. Μόη, Χημ. Μηχ.			

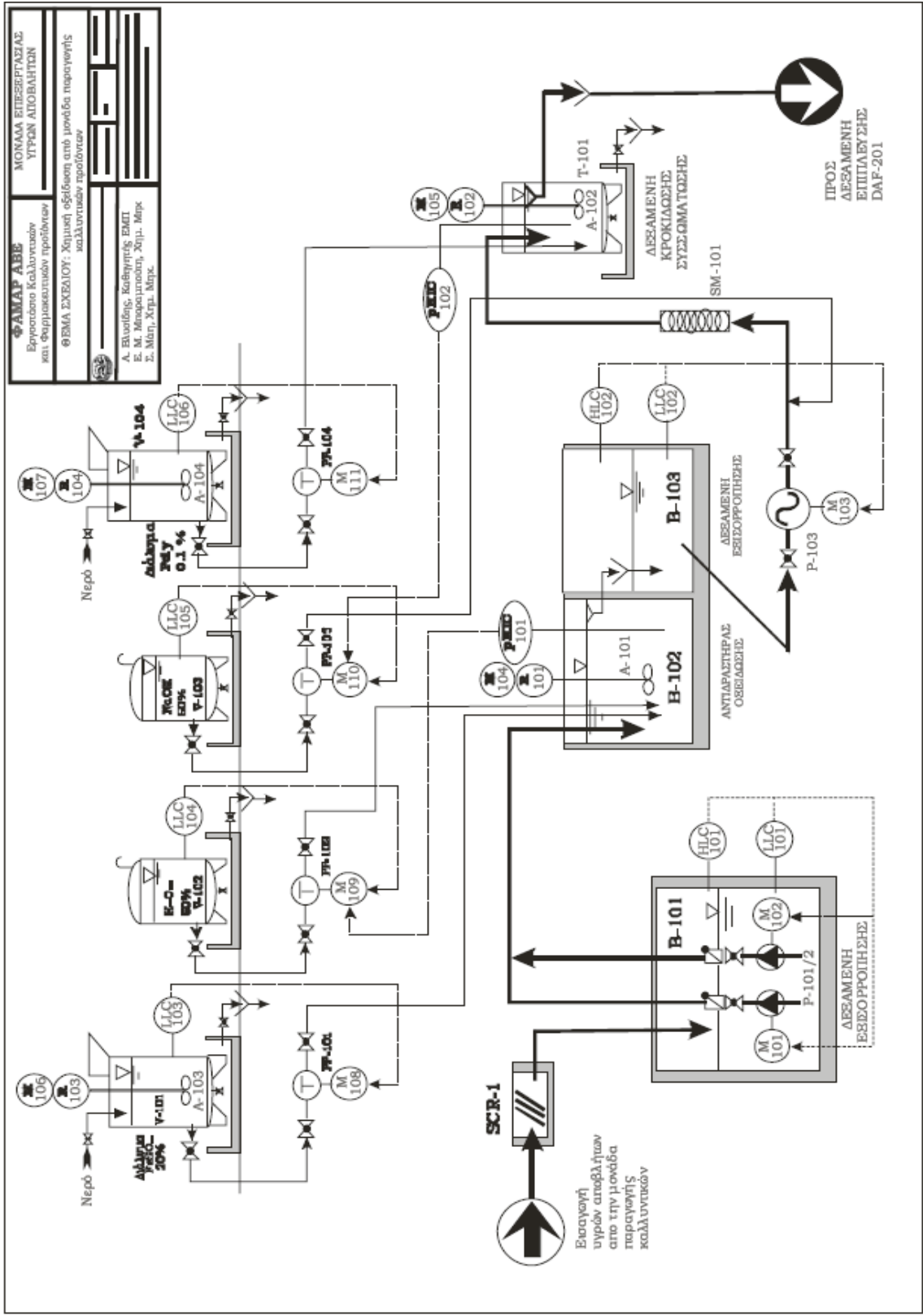


### **3.6. Λεπτομερής περιγραφή επι μέρους μονάδων**

#### **3.6.1. Συλλογή και χημική οξείδωση αποβλήτων μονάδας παραγωγής καλλυντικών (Διάγραμμα P&I No 100)**

Όλα τα υγρά απόβλητα της βιομηχανίας, από την μονάδα παραγωγής καλλυντικών προϊόντων, συλλέγονται, αφού πρώτα διέλθουν από την σχάρα SCR-101, στη υπόγεια δεξαμενή από beton εξισορρόπησης B-101 όγκου 70 m<sup>3</sup>. Από τη δεξαμενή B-101, τα απόβλητα μεταφέρονται στην υπέργεια δεξαμενή οξείδωσης B-102. Η τροφοδοσία αυτή γίνεται με σταθερό ρυθμό 3.0 m<sup>3</sup>/h με τη βοήθεια των υποβρυχίων αντλιών P-101/2. Η αντλία P-102 είναι εφεδρική της P-102. Για λόγους προστασίας των αντλιών P-101/2 εγκαθίστανται οι διακόπτες χαμηλής και υψηλής στάθμης HLC-101 και LLC-101. Στη δεξαμενή οξείδωσης B-102, όγκου 4 m<sup>3</sup>, τροφοδοτείται δοσομετρικά με ρυθμό 15 l/h, διάλυμα 60% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, με τη βοήθεια της δοσομετρικής αντλίας PP-102. Το H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> είναι αποθηκευμένο στο δοχείο V-102 όγκου 1 m<sup>3</sup>. Η τροφοδοσία του H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ρυθμίζεται με το pHμετρο pHICR-101. Στη δεξαμενή αυτή καταλήγει η δοσομετρική τροφοδοσία διαλύματος 20% FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O μέσω της δοσομετρικής αντλίας PP-201. Η τροφοδοσία αυτή γίνεται συνεχώς όλο το 24ωρο με ρυθμό 105 l/h. Το περιεχόμενο της δεξαμενής B-102 αναδεύεται συνεχώς με τη βοήθεια του επιφανειακού αναδευτήρα A-101 του οποίου οι στροφές ανάδευσης ρυθμίζονται με τη βοήθεια του μηχανικού ρυθμιστή στροφών R-101. Το διάλυμα θειικού υποσιδήρου παρασκευάζεται καθημερινά εντός του δοχείου V-101 και το διάλυμά του είναι υπό συνεχή ανάδευση με τη βοήθεια του επιφανειακού αναδευτήρα A-103 του οποίου οι στροφές ανάδευσης ρυθμίζονται με τη βοήθεια του μηχανικού ρυθμιστή στροφών R-103. Τα οξειδωμένα απόβλητα οδηγούνται με υπερχειλίση στη

δεξαμενή εξισορρόπησης B-103 όγκου 4 m<sup>3</sup>. Από εκεί, με τη βοήθεια της περισταλτικής αντλίας P-103, οδηγούνται στη δεξαμενή κροκίδωσης συσσωμάτωσης T-101 περνώντας από τον στατικό μίκτη SM-101 όπου το οξειδωμένο απόβλητο αναμιγνύεται με διάλυμα NaOH 40% για να εξουδετερωθεί. Η δοσομετρική τροφοδοσία του NaOH γίνεται μέσω της δοσομετρικής αντλίας PP-103. Η τροφοδοσία αυτή ρυθμίζεται με το pHμετρο pHICR-102 που είναι εγκαταστημένο στη δεξαμενή κροκίδωσης T-101. Το διάλυμα NaOH είναι αποθηκευμένο στο δοχείο V-103 όγκου 1 m<sup>3</sup>. Για λόγους προστασίας της αντλίας P-103 εγκαθίστανται οι διακόπτες χαμηλής και υψηλής στάθμης HLC-102 και LLC-102. Στη δεξαμενή κροκίδωσης – συσσωμάτωσης T-101 προστίθεται δοσομετρικά, με τη βοήθεια της δοσομετρικής αντλίας PP-104, διάλυμα ελαφρώς ανιονικού πολυηλεκτρολύτη 0.1% ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητική συσσωμάτωση των κροκιδωμάτων. Το περιεχόμενο της δεξαμενής T-101 αναδεύεται συνεχώς με τη βοήθεια του επιφανειακού αναδευτήρα A-102 του οποίου οι στροφές ανάδευσης ρυθμίζονται με τη βοήθεια του μηχανικού ρυθμιστή στροφών R-102. Ο πολυηλεκτρολύτης παρασκευάζεται καθημερινά εντός του δοχείου V-104 και το διάλυμά του είναι υπό συνεχή ανάδευση με τη βοήθεια του επιφανειακού αναδευτήρα A-104 του οποίου οι στροφές ανάδευσης ρυθμίζονται με τη βοήθεια του μηχανικού ρυθμιστή στροφών R-104. Τα εξουδετερωμένα απόβλητα οδηγούνται με φυσική ροή λόγω υπερχείλισης στη μονάδα DAF-201 απομάκρυνσης κροκιδωμάτων με επίπλευση με διαλυμένο αέρα. Για προστασία όλης της διεργασίας της οξείδωσης – εξουδετέρωσης – κροκίδωσης των αποβλήτων οι ελεγκτές χαμηλής στάθμης LLC-103, LLC-104, LLC-105 και LLC-106 διακόπτουν όλη την διαδικασία όταν η στάθμη των διαλυμάτων των δοχείων αντίστοιχα V-101, V-102, V-103 και V-104 κατέλθει από ένα σημείο και πέρα.



<b>AMAP ABE</b> Εργαστήριο Καλλυντικών και Φυρμακειακών προϊόντων	<b>ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b>
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ: Χημική αδόξωση από μονάδα παραγωγής καλλυντικών προϊόντων Α. Βουλιώσης, Καθ.Υπ.Ε.Σ. ΕΜΠ Ε. Μ. Μπαρταλιούδη, Σχημ. Μηχ. Σ. Μανι, Χημ. Μηχ.	[Blank space for drawing details]

### 3.6.2. Απομάκρυνση χημικών λασπών με αέρια επίπλευση (Διάγραμμα P&I No 200)

Η επίπλευση των λασπών με αέρα επιτυγχάνεται με την επικόλληση μικρών φυσαλίδων αέρα (<40 $\mu$ m) στα αιωρούμενα στερεά έτσι ώστε το μίγμα αέρα – στερεών (αγγλομερή) αποκτά μικρότερο ειδικό βάρος από το νερό. Οι μικρές φυσαλίδες αέρα επιτυγχάνονται με την εκτόνωση σε ατμοσφαιρική πίεση νερού που προηγουμένως είχε κορεσθεί σε αέρα σε κάποια υψηλότερη πίεση (συνήθως από 4 έως 6 atm). Επομένως ένα σύστημα επίπλευσης αποτελείται α) από ένα πιεστικό δοχείο όπου μία υδάτινη ροή έρχεται σε επαφή με πεπιεσμένο αέρα, εντός ικανού χρόνου, ώστε η υγρή φάση να κορεσθεί, κατά το δυνατόν, σε αέρα β) από ένα σύστημα εκτόνωσης της συμπιεσμένης ροής ώστε να δημιουργηθούν οι μικρές φυσαλίδες γ) από έναν αγωγό (αγωγός επαφής) καταλλήλων διαστάσεων ώστε να επιτρέπει ικανοποιητικό χρόνο ανάμιξης των φυσαλίδων με το υγρό απόβλητο που περιέχει τα αιωρούμενα στερεά και δ) μία δεξαμενή ανοικτής επιφάνειας (δεξαμενή επίπλευσης) ικανή να επιτρέψει τα αγγλομερή να επιπλεύσουν επιτρέποντας το διαυγασμένο υγρό να διαχωριστεί από αυτά με κατάλληλη διάταξη επιφανειακής υπερχειλίσης. Συνήθως ο αγωγός επαφής είναι κάθετης ροής και η δεξαμενή επίπλευσης ενσωματώνεται στο επάνω μέρος του αγωγού. Επίσης συνηθίζεται να χρησιμοποιείται επεξεργασμένο απόβλητο για την δημιουργία μικρών φυσαλίδων στο πιεστικό δοχείο. Όσο μεγαλύτερα είναι τα αιωρούμενα σωματίδια που πρέπει να απομακρυνθούν από το απόβλητο τόσο μεγαλύτερη και η απόδοση του συστήματος επίπλευσης με αέρα (DAF). Επομένως απαιτείται η συσσωμάτωση των κροκιδωμένων στερεών και αυτό επιτυγχάνεται με την ανάμιξη του αποβλήτου με διάλυμα (0.1%) κατάλληλου πολυηλεκτρολύτη ο οποίος αποτελείται από οργανικά γραμμικά πολυμερή που περιέχουν ενεργές

ομάδες ικανές να συνδεθούν με αντίστοιχα ενεργά σημεία των σωματιδίων έτσι ώστε να δημιουργούνται γέφυρες σύνδεσης μεταξύ των σωματιδίων. Η ανάμιξη του πολυηλεκτρολύτη με το απόβλητο απαιτεί συνθήκες τριβώδους ανάμιξης όπου η βαθμίδα ανάμιξης (Mixing intensity , G) πρέπει να είναι μεταξύ  $20 < G < 60 \text{ s}^{-1}$ . Μία τέτοια διάταξη ανάμιξης αποτελεί και ένας κατάλληλος στατικός μίκτης τύπου Bernoulli (JN-201).

Τα απόβλητα μετά την εξουδετέρωσή τους στη δεξαμενή T-101 και την κροκίδωσή τους στην ίδια δεξαμενή οδηγούνται με αναρρόφηση στο μίκτη JN-201 όπου αναμιγνύεται με την υδάτινη ροή πλούσια σε μικρές φυσαλίδες που προέρχεται από το πιεστικό δοχείο PV-202.

Στο πιεστικό δοχείο PV-202 επέρχεται κορεσμός μιας ροής επεξεργασμένου αποβλήτου που ανακυκλώνεται από τη δεξαμενή συλλογής «καθαρών» B-401. Τα επεξεργασμένα απόβλητα συμπιέζονται στο πιεστικό δοχείο PV-202 μέσω των πολυβάθμιων αντλιών P-201/2. Η στάθμη του υγρού στο πιεστικό δοχείο PV-202 ρυθμίζεται με τους ελεγκτές στάθμης LS-301/302/303/304. Στο ίδιο δοχείο εισάγεται αέρας μέσω του πιεστικού δοχείου PV-201 και της βαλβίδας ρύθμισης πίεσης PRV-201. Η πίεση του δοχείου PV-302 ρυθμίζεται στις 10 atm από τον συμπιεστή C-201 και της μηχανικής βαλβίδας ρύθμισης πίεσης PR-301. Η επιθυμητή πίεση του δοχείου PV-201 ρυθμίζεται ώστε να παραμένει σταθερή από τον ελεγκτή πίεσης PIC-201, την ηλεκτρική βαλβίδα S-203 και το ασφαλιστικό της δεξαμενής PRV-201. Η εξαγωγή του κορεσμένου σε αέρα υγρού γίνεται στον πυθμένα του πιεστικού δοχείου PV-202 και ρυθμίζεται από τη βαλβίδα εκτόνωσης S-203 με βάση το ενδεικτικό παροχής FI-201.

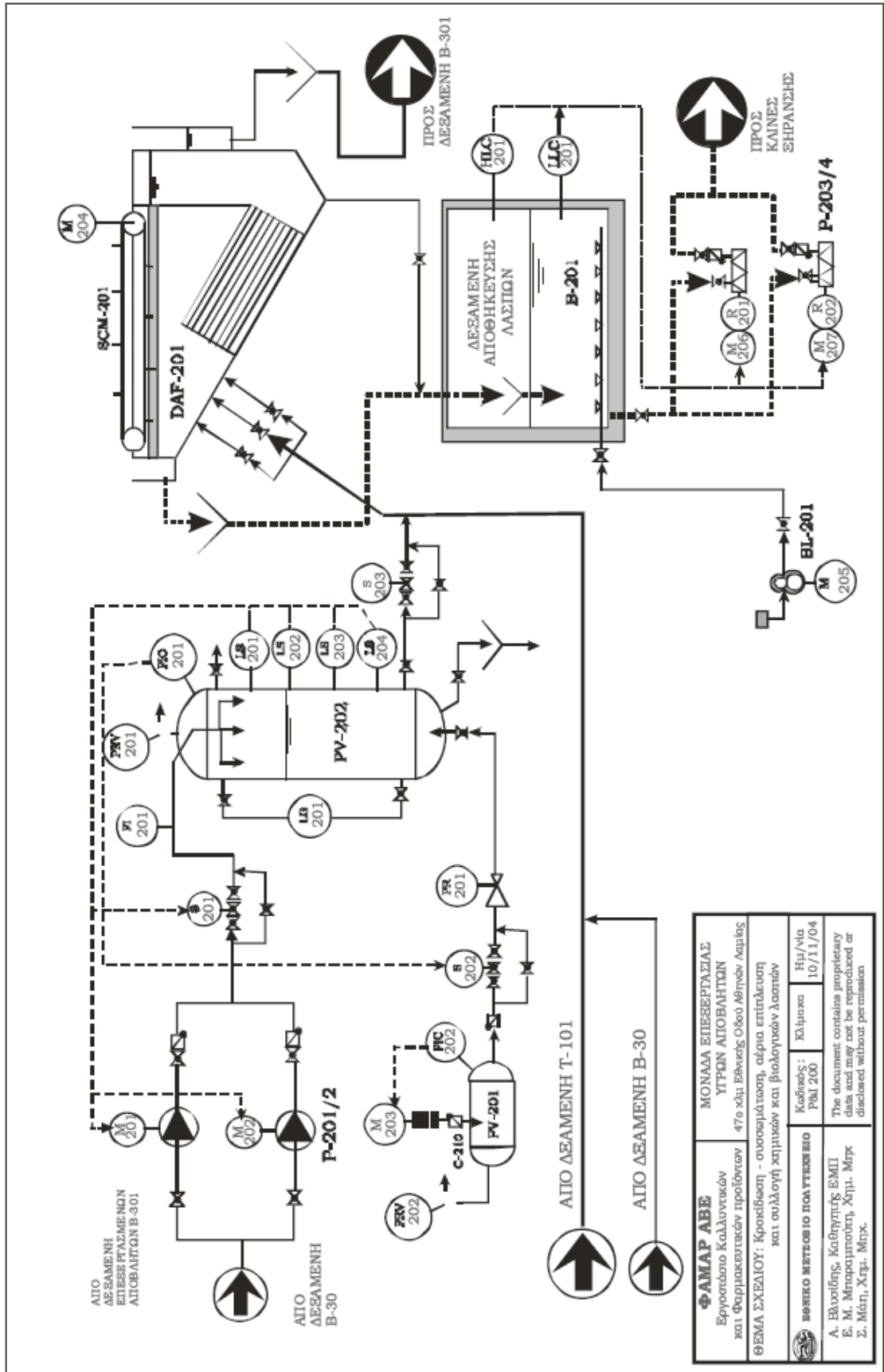
Η λειτουργία του πιεστικού δοχείου PV-202 έχει ως εξής: Ρυθμίζεται άπαξ η επιθυμητή παροχή εξαγωγής του κορεσμένου σε αέρα

νερού μέσω της βαλβίδας v-201 και του μετρητή FI-201. Η ροή αυτή είναι συνεχής και μπορεί να διακοπεί με ηλεκτρικό σήμα μόνο από την βαλβίδα S-201. Καθώς ελαττώνεται η στάθμη του νερού εντός του πιεστικού δοχείου, αντικαθίσταται η απώλεια νερού από πεπιεσμένο αέρα που αυτόματα εισέρχεται στο δοχείο στην πίεση που έχει προκαθοριστεί μέσω του μηχανικού ρυθμιστή ελάττωσης της πίεσης PRV-201. Όταν η στάθμη του νερού κατέλθει κάτω από τον ελεγκτή στάθμης LS-303 τότε οι αντλίες P-201/2 τροφοδοτούν, υπό πίεση, ποσότητα ακόρεστου σε αέρα επεξεργασμένου αποβλήτου μέχρι τη στάθμη που ορίζεται από τον ελεγκτή LS-302. Για λόγους ασφαλείας η τροφοδοσία των αντλιών P-201/2 μπορεί να γίνει και με καθαρό νερό. Πρόσθετος έλεγχος της ασφάλειας και της καλής λειτουργίας του πιεστικού PV-202 επιτυγχάνεται μέσω του δείκτη στάθμης LG-201, τους διακόπτες πίεσης PIC-201/2, και των δεικτών πίεσης PI-201/2/3.

Μετά την ανάμιξη των αποβλήτων με τις φυσαλίδες του αέρα στον μίκτη JN-201, προστίθεται και το διάλυμα του πολυηλεκτρολύτη μέσω της δοσομετρικής αντλίας PP-104. Κατόπιν το μίγμα αποβλήτου φυσαλίδων και πολυηλεκτρολύτου οδηγείται στη μονάδα επαφής και επίπλευσης DAF-201. Το DAF-201 είναι τύπου ανοδικής ροής ορθογωνικό. Η απόσταση του αγωγού μεταφοράς του μίγματος από το JN-201 έως το DAF είναι κατάλληλη ώστε να επιτευχθεί η άριστη συσσωμάτωση των αιωρούμενων στερεών.

Η χημική λάσπη που επιπλέει στην επιφάνεια του DAF-301 συλλέγεται σε ειδική χοάνη συλλογής από μηχανικό βραχίονα ο οποίος περιστρέφεται με μηχανικό σύστημα SCM-201. Οι λάσπες συλλέγονται στη δεξαμενή συλλογής και πάχυνσης λασπών B-201. Επειδή ένα μικρό μέρος της λάσπης καθιζάνει, αντί να επιπλέει, η βαλβίδα εκτόνωσης v-202 οδηγεί χειροκίνητα, κατά τακτά χρονικά διαστήματα, τη λάσπη αυτή στη δεξαμενή συλλογής λασπών. Η υπερχείλιση του DAF-201 του

διαυγασμένου αποβλήτου οδηγείται στη δεξαμενή δευτερογενούς εξισορρόπησης της παροχής B-301



<b>ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ</b> Εργοστάσιο Καλλυντικών και Φαρμακευτικών προϊόντων 47ο χλμ. Εθνικής Οδού Αθηνών Λαμίας ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΙΣΕΡΨΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	Κωδικός: Καίριακα P&I 200	Ημ/νία 10/11/04
	ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ: Κρυστάλλωση - συσσωμάτωση, αέρια επίρριψη και συλλογή κηχηκών και βιολογικών λωστών	Κωδικός: Καίριακα P&I 200	Ημ/νία 10/11/04
<b>ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΟ ΥΠΕΡΥΚΘΙΝΟ</b> Α. Βασιλείδης, Καθηντίνης ΕΜΠ Ε. Μ. Μπαρμπαρούνη, Χημ. Μηχ. Σ. Μόηη, Χημ. Μηχ.			



### 3.6.3. Βιολογική επεξεργασία (Διάγραμμα P&I No 300)

Η υπερχείλιση των διαυγασμένων αποβλήτων από την επίπλευση του DAF-201 οδηγείται στη δεξαμενή δευτερογενούς εξισορρόπησης B-302 όγκου 70 m<sup>3</sup>. Στη δεξαμενή αυτή καταλήγουν και τα απόβλητα από τη μονάδα παραγωγής φαρμακευτικών προϊόντων.

Όλα τα υγρά απόβλητα της μονάδας παραγωγής φαρμακευτικών προϊόντων συλλέγονται, αφού πρώτα διέλθουν από την σχάρα SCR-301, στη υπόγεια δεξαμενή από beton εξισορρόπησης B-301 όγκου 10 m<sup>3</sup>. Από τη δεξαμενή αυτή, τα φαρμακευτικά απόβλητα μεταφέρονται στην υπέργεια δεξαμενή εξισορρόπησης B-302. Η τροφοδοσία αυτή γίνεται με σταθερό ρυθμό 0.25 m<sup>3</sup>/h με τη βοήθεια των υποβρυχίων αντλιών P-301/2. Η αντλία P-302 είναι εφεδρική της P-302. Για λόγους προστασίας των αντλιών P-101/2 εγκαθίστανται οι διακόπτες χαμηλής και υψηλής στάθμης HLC-301 και LLC-301.

Το περιεχόμενο της δεξαμενής B-302 αναδεύεται συνεχώς με τη βοήθεια του υποβρύχιου αναδευτήρα SA-301 και τροφοδοτείται δοσομετρικά (4.25 m<sup>3</sup>/h) στη δεξαμενή απονιτροποίησης B-303 με τη βοήθεια των αντλιών θετικής εκτόπισης τύπου mono P-303/4.

Στη δεξαμενή B-303 αναμιγνύονται συνεχώς τρεις ροές υγρών: η τροφοδοσία των αντλιών P-303/4, η επιστροφή της βιολογικής λάσπης από τη δεξαμενή δευτερογενούς καθίζησης B-305 μέσω της αντλίας P-307 (4 m<sup>3</sup>/h) και τέλος η αναρροή από την δεξαμενή αερισμού B-304 μέσω της αντλίας P-309 (15 m<sup>3</sup>/h). Σκοπός της ανάμιξης αυτής είναι να δημιουργηθούν ανοξικές συνθήκες με ικανοποιητική συγκέντρωση άνθρακα και μικροοργανισμών ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή απονιτροποίηση. Οι ανοξικές συνθήκες ελέγχονται μέσω του ελεγκτή μετρητή του ηλεκτροοξειδοαναγωγικού δυναμικού ReICR-301 ο οποίος

ρυθμίζει μέσω της τροφοδοσίας της αντλίας P-309 ώστε το redox του υγρού να παραμένει στα 290 mV όπου επικρατούν ανοξικές συνθήκες.

Τα απόβλητα από την δεξαμενή B-303 οδηγούνται με φυσική ροή στη δεξαμενή βιολογικής οξείδωσης (αερισμού) B-304 όγκου 94 m<sup>3</sup>. Εκεί τα απόβλητα αναδεύονται και οξυγονώνονται μέσω δύο συστημάτων διαχυτήρων τύπου Eddy jet mixers JN-301/2. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από μία διάταξη jet όπου το πρωτεύον ρευστό είναι το ίδιο το απόβλητο που ανακυκλοφορεί μέσω των φυγοκεντρικών αντλιών P-305/6 αντίστοιχα και το δευτερεύον ρευστό είναι αέρας που τροφοδοτείται από τους φυσητήρες BL-301/2 αντίστοιχα. Τα Eddy jet mixers εξασφαλίζουν καλή επαφή του αέρα και του αποβλήτου μέσω φυσαλίδων μικρής διαμέτρου. Έτσι εξασφαλίζεται μεγάλη απόδοση οξυγόνωσης με μικρή κατανάλωση ενέργειας. Το ένα jet λειτουργεί συνεχώς ενώ το δεύτερο υπακούει στις εντολές του ελεγκτή μετρητή διαλυμένου οξυγόνου DOICR-301 ο οποίος ελέγχει ώστε το διαλυμένο οξυγόνο της δεξαμενής να παραμένει στα 2 ppm.

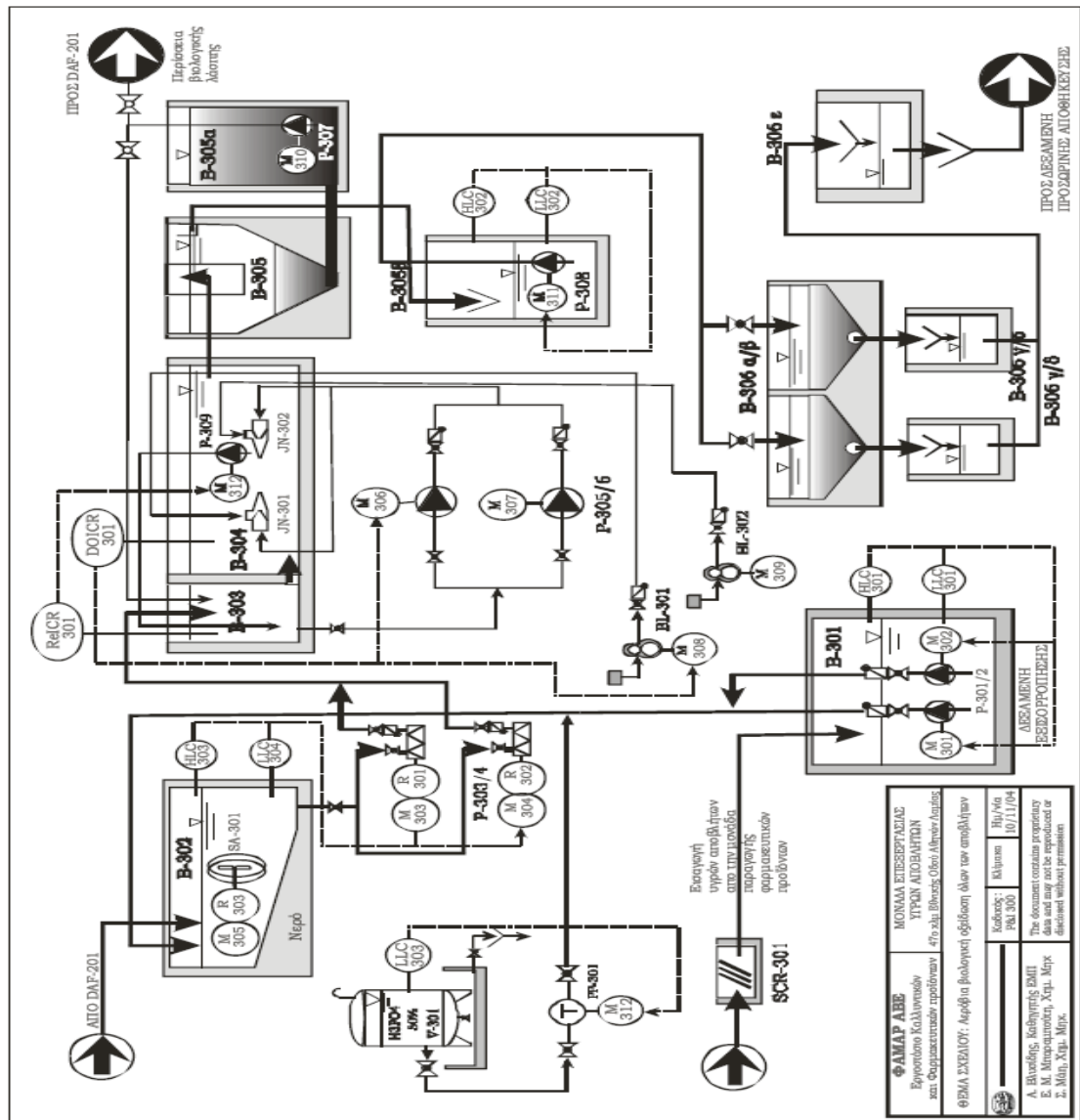
Το ανάμικτο υγρό (απόβλητο και βιόμαζα) οδηγείται, με φυσική ροή, στη δεξαμενή δευτερογενούς καθίζησης B-305 όπου ηρεμεί ώστε να διαχωρίζεται η βιολογική μάζα από το απόβλητο με βαρύτητα.

Η βιολογική λάσπη που καθιζάνει, αντλείται μέσω της υποβρύχιας αντλίας λασπών P-307 και οδηγείται είτε στη δεξαμενή απονιτροποίησης B-303 είτε προς τη δεξαμενή αποθήκευσης λασπών B-201 (περίσσεια λάσπης). Η αντλία P-307 βρίσκεται σε φρεάτιο B-305α που επικοινωνεί υδραυλικά, από τον πυθμένα, με τη δεξαμενή δευτερογενούς καθίζησης B-305. Έτσι η άντληση της λάσπης δεν διαταράσσει την ηρεμία της δεξαμενής B-305.

Η υπερχείλιση της δεξαμενής B-305 συλλέγεται στο φρεάτιο B-305β και από εκεί τροφοδοτείται στις κλίνες άμμου διήθησης με βαρύτητα B-306 α και B-306 β. Η τροφοδοσία πραγματοποιείται με τη βοήθεια της υποβρύχιας αντλίας P-308 της οποίας λειτουργία ελέγχεται από του ελεγκτές στάθμης HLC-302 και LLC-303.

Τα στραγγίσματα από τις κλίνες άμμου συλλέγονται στα φρεάτια B-306 γ δ και ε και από εκεί με φυσική ροή συλλέγονται στη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης «καθαρών» αποβλήτων B-401.

Επειδή απαιτείται πρόσθεση φωσφόρου για την σωστή βιολογική επεξεργασία γι' αυτό και η δοσομετρική αντλία PP-301 τροφοδοτεί συνεχώς με πυκνό φωσφορικό οξύ (περίπου 1 l/h) το περιεχόμενο της δεξαμενής δευτερογενούς εξισορρόπησης B-302. Το φωσφορικό οξύ είναι αποθηκευμένο στη δεξαμενή V-301 και ελέγχεται η στάθμη του από τον ελεγκτή στάθμης LLC-303.



### 3.6.4. Τριτογενή επεξεργασία με υδροχαρή φυτά (Διάγραμμα P&I No 400)

Τα επεξεργασμένα βιολογικά βιομηχανικά απόβλητα συλλέγονται στην υπόγεια δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης B-401. Από εκεί με τη βοήθεια των αντλιών θετικής εκτόπισης τύπου mono P-401/2 τροφοδοτούνται στις κλίνες των υδροχαρών φυτών B-402. Η σωστή λειτουργία των αντλιών P-401/2 ελέγχεται από του διακόπτες στάθμης HLS-401 και LLC-401.

Η μονάδα των υδροχαρών φυτών αποτελείται από δύο στάδια: το στάδιο ριζικής κλίνης και το στάδιο επιπλεόντων φυτών. Το πρώτο στάδιο αποτελείται από μία κλίνη που καλλιεργούνται καλαμιές του γένους *phragmites australis* και *Arundo* σε μία έκταση 240 m<sup>2</sup>. Το δεύτερο στάδιο αποτελείται από μία αβαθή λίμνη έκτασης επίσης 240 m<sup>2</sup> της οποίας η υδάτινη επιφάνεια καλύπτεται με τα επιπλέοντα φυτά του γένους *lemna* και *Arrium*. Τα απόβλητα περνούν από το ένα στάδιο στο άλλο με φυσική ροή μέσω των φρεατίων συλλογής B-402α και B-402β τα οποία ρυθμίζουν και τη στάθμη του υγρού στο ριζικό σύστημα των καλαμιών.

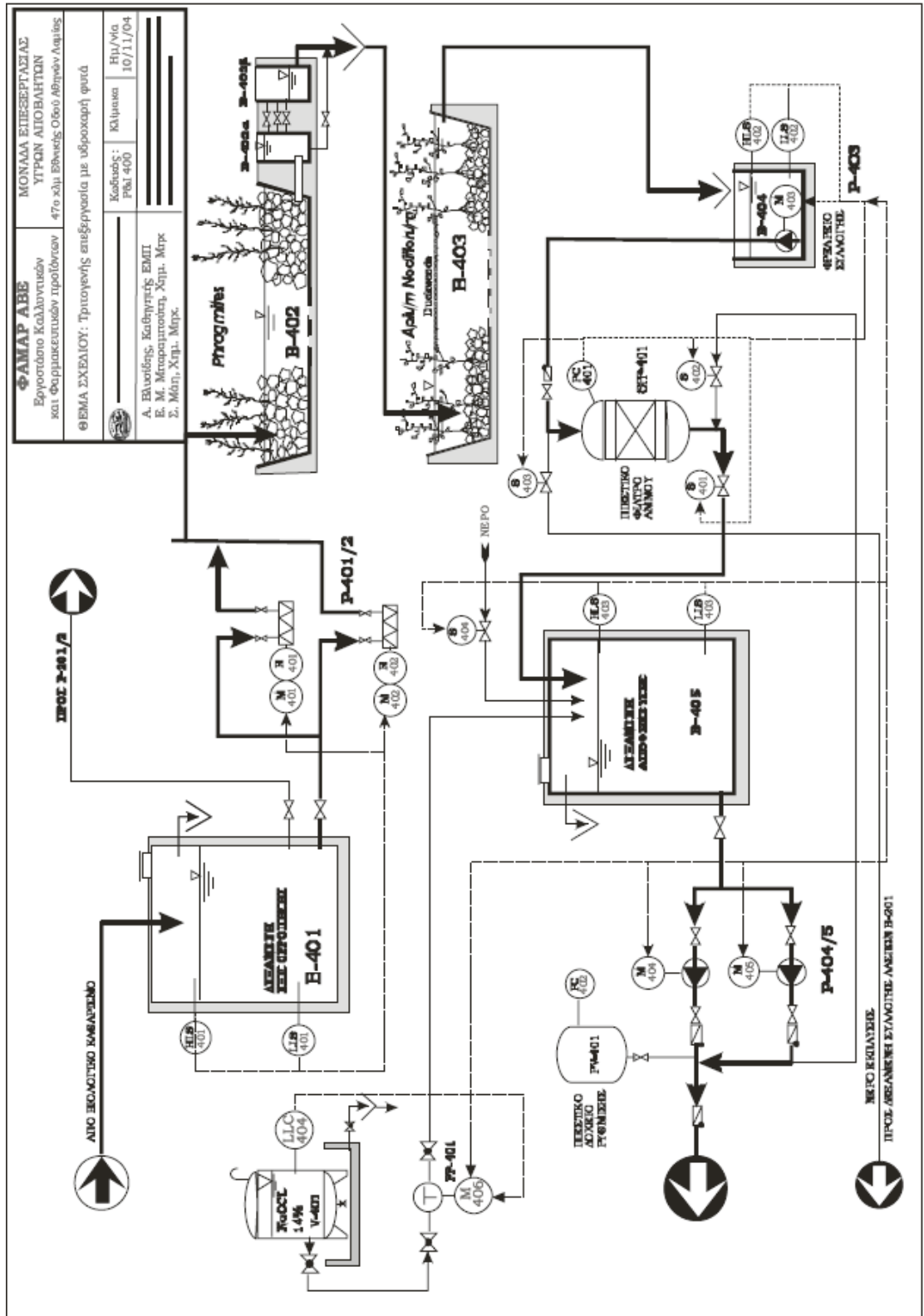
Τέλος τα απόβλητα με υπερχειλίση συλλέγονται στο φρεάτιο B-404 από όπου οδηγούνται, με τη βοήθεια της υποβρύχιας αντλίας P-403 στη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων αποβλήτων B-405 αφού πρώτα περάσουν μέσα από το πιεστικό φίλτρο άμμου SPF-401 ώστε να απομακρυνθούν όλα τα αιωρούμενα φυτικά υπολείμματα.

Το πιεστικό φίλτρο άμμου SPF-401 είναι αυτοκαθαριζόμενο και η λειτουργία του καθορίζεται από τον ρυθμιστή πίεσης PC-401 ο οποίος σε συνδιασμό με τις ηλεκτρικές βαλβίδες S-401/2/3 ξεπλένει τα στερεά που έχουν κατακρατηθεί από το φίλτρο, με αντίστροφη ροή πεπιεσμένου νερού (ή επεξεργασμένου αποβλήτου) το οποίο οδηγείται στο σύστημα διαχωρισμού στερεών με επίπλευση DAF-201.

Στη δεξαμενή αποθήκευσης B-405 προστίθεται δοσομετρικά υποχλωριώδες νάτριο για λόγους απολύμανσής του. Το υποχλωριώδες νάτριο σε συγκέντρωση 14% αποθηκεύεται στο δοχείο V-401 και τροφοδοτείται δοσομετρικά στη δεξαμενή B-405 μέσω της δοσομετρικής αντλίας PP-401 η οποία ελέγχεται από τον διακόπτη στάθμης LLC-404.

Το αποθηκευμένο απόβλητο στη δεξαμενή B-405 διανέμεται επιφανειακά σε όλο το βιομηχανικό οικόπεδο μέσω καταλλήλου συστήματος ποτίσματος που αποτελείται από ικανού αριθμού διανομέων

και πιεστικού συγκροτήματος δύο πολυβάθμιων φυγοκεντρικών αντλιών P-404/5 των οποίων η σταθερή πίεση ρυθμίζεται από το πιεστικό δοχείο εκτόνωσης PV-401. Επίσης για λόγους προστασίας των αντλιών P-404/5 οι ελεγκτές στάθμης LLS-403 και HLS-403 επιτρέπουν την εισαγωγή στη δεξαμενή B-405 την εισαγωγή φρέσκου νερού όταν η ποσότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων δεν επαρκεί για τις ανάγκες ποτίσματος.



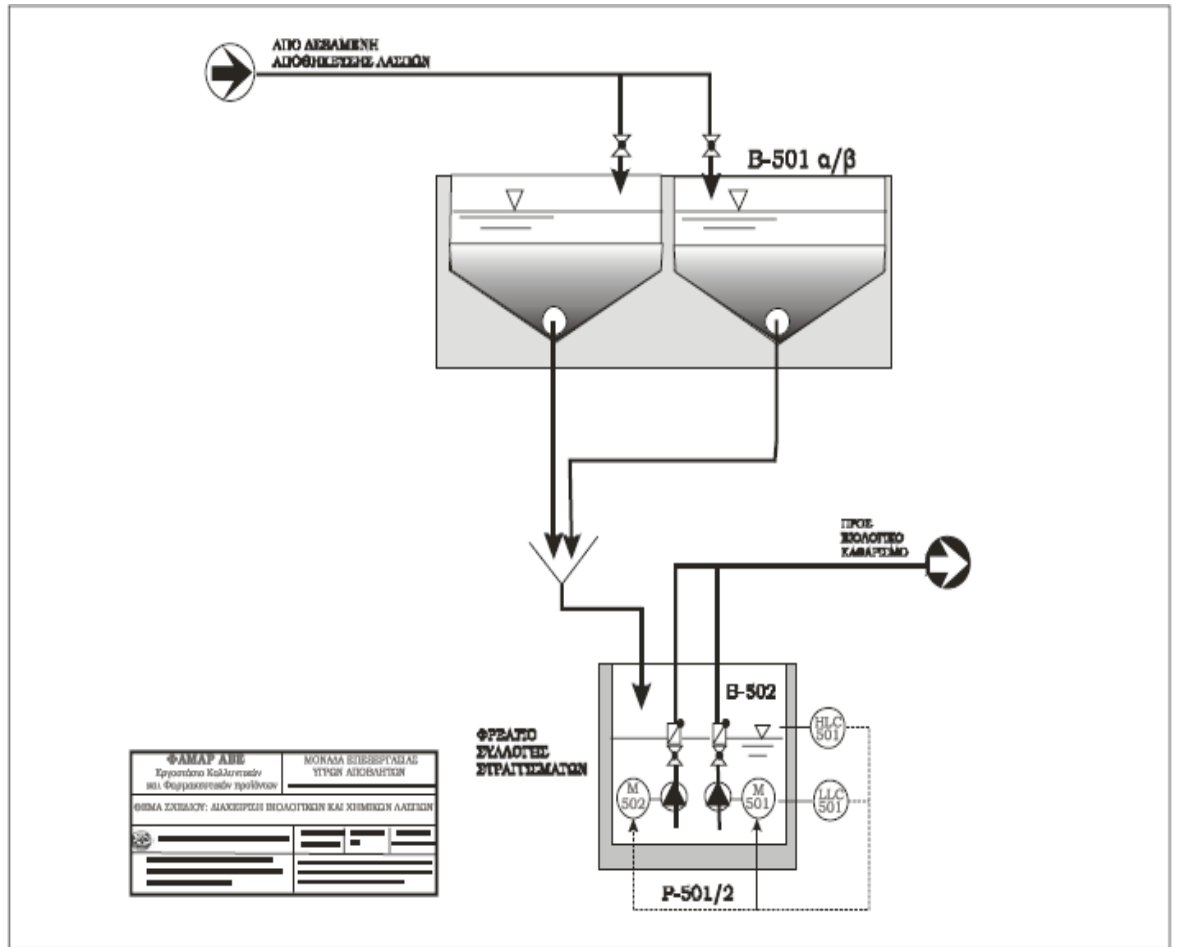
### **3.6.5. Διαχείριση χημικών και βιολογικών λασπών (Διάγραμμα P&I No 500)**

Οι αποθηκευμένες λάσπες στη δεξαμενή B-201 τροφοδοτούνται συνεχώς μέσω των αντλιών P-203/4 στις κλίνες ξήρανσης B-501 α και β. Οι δεξαμενές αυτές λειτουργούν εναλλάξ. Όταν φορτώνεται η μία τότε η άλλη «στεγνώνει» και αφού καθαριστεί με απομάκρυνση των αποξηραμένων λασπών τότε αντικαθιστά την πρώτη σε λειτουργία ενώ η πρώτη τίθεται σε καθεστώς «στεγνώματος». Ο κύκλος αυτός έχει διάρκεια δεκαπέντε ημερών. Τα υγρά που στραγγίζουν από τις κλίνες ξήρανσης συλλέγονται στο φρεάτιο B-502 από όπου επιστρέφουν στη δεξαμενή δευτερογενούς εξισορρόπησης B-302 μέσω των βυθιζόμενων φυγοκεντρικών αντλιών P-501/2. Η P-502 είναι εφεδρική της P-501. Η λειτουργία των αντλιών P-501/2 ελέγχεται από τους διακόπτες στάθμης HLC-501 και LLC-501.


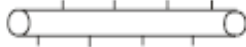
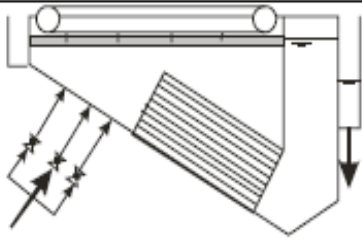








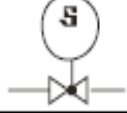
### **3.6.6. Έλεγχος της μονάδας**








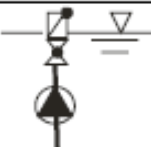



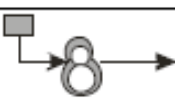
Όλη η μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων ελέγχεται από βιομηχανικό computer PLC (Programmable Logical Computer) το οποίο καταγράφει χρονικά όλες τις ενδείξεις των μετρητών καθώς και τον χρόνο λειτουργίας των όλων των αντλιών. Επίσης διαθέτει κατάλληλο πρόγραμμα βάσει του οποίου εντοπίζονται εγκαίρως όλες οι πιθανές Η/Μ δυσλειτουργίες της μονάδας ώστε εγκαίρως να διορθωθούν.

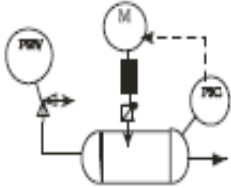
















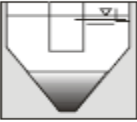
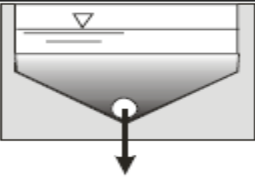
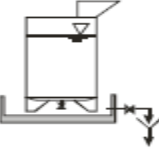
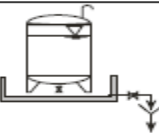





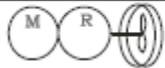


### **3.6.7.Επεξήγηση συμβολισμών**

<b>Ειδικές κατασκευές</b>		
		Ροή υγρού με υπερχειλίση
	SCM-	Συλλέκτης επιπλοισμάτων
	DAF-	Διαχωρισμός στερεών – υγρού με επίπλευση με διαλυμένο αέρα
	DF-	Διαχυτήρες αέρα
	JN-	Διαχυτήρας αέρα τύπου Eddy jet mixer
	SCR-	Σχάρα
<b>Αυτοματισμοί</b>		
	HLC-	Ελεγκτής υψηλής στάθμης υγρού σε δεξαμενή
	LLC-	Ελεγκτής χαμηλής στάθμης υγρού σε δεξαμενή
	LS-	Διακόπτης στάθμης
	PIC-	Ελεγκτής και ενδεικτικό πίεσης γραμμής ή δεξαμενής
	PC-	Ελεγκτής πίεσης γραμμής ή δεξαμενής
	S-	Ηλεκτρική βαλβίδα

	PRV-	Μηχανικό ασφαλιστικό πίεσης για δεξαμενές ή γραμμές
	pHIC-	Ελεγκτής - Ρυθμιστής - Μετρητής pH
	DOICR-	Ελεγκτής - Ρυθμιστής - Μετρητής διαλυμένου οξυγόνου σε υγρό
	ReICR-	Ελεγκτής - Ρυθμιστής - Μετρητής Οξειδοαναγωγικού δυναμικού σε υγρό
<b>Μηχανικοί ρυθμιστές</b>		
	R-	Μηχανικός ρυθμιστής στροφών
	PR-	Μηχανικός ρυθμιστής πίεσεως
<b>Αντλίες υγρών</b>		
	P-	Αντλία θετικής εκτόπισης τύπου mono
	P-	Εμβαπτιζόμενη φυγοκεντρική αντλία
	P-	Φυγοκεντρική αντλία ξηρού τύπου
	P-	Περισταλτική αντλία
	PP-	Δοσιμετρική αντλία τροφοδοσίας κημικών
<b>Αντλίες αερίων</b>		
	BL-	Φυσητήρες αέρα τύπου λοβών

	C-	Συμπιεστής αέρα
<b>Γραμμές ροής και προσαρμογές</b>		
	v-	Βαλβίδα (βάνα)
	cv-	Βαλβίδα ανεπιστροφής
		Γραμμή λασπών
		Ηλεκτρονικό σήμα αυτοματισμού
		Δευτερεύουσα γραμμή υγρού
		Πρωτεύουσα γραμμή υγρού
		Εισαγωγή στο διάγραμμα P&I
		Εξαγωγή στο διάγραμμα P&I
<b>Μετρητές</b>		
	FI-	Ενδεικτικό ροής
	PI-	Ενδεικτικό πίεσης είτε γραμμής είτε δεξαμενής
	LG-	Μετρητής στάθμης υγρού σε δεξαμενή
<b>Δεξαμενές</b>		
	PV-	Πιεστικό δοχείο

	B-	Κλειστή δεξαμενή αποθήκευσης υγρών κατασκευασμένη από μπετόν
	B-	Άνοικτη δεξαμενή αποθήκευσης υγρών κατασκευασμένη από μπετόν
	B- ή ST-	Δεξαμενή καθίζησης
	B- FS-	Διήθηση στερεών με κλίνη αδρανών
	V-  T-	Δοχείο, από πλαστικό, παρασκευής διαλυμάτων  Δοχείο, από μέταλλο, παρασκευής διαλυμάτων
	V-	Δοχείο, από πλαστικό, τροφοδοσίας χημικών
	PSF-	Πιεστικό φίλτρο άμμου
<b>Αναδευτήρες - μίκτες υγρών</b>		
	SM-	Στατικός μίκτης

	A-	Αναδευτήρας τύπου προπέλας
	SA-	Υποβρύχιος αναμικτής δεξαμενών
<b>Διάφορα</b>		
		Στάθμη υγρού
	M-	Ηλεκτρικός κινητήρας

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### **4.ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ**

#### **4.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων αποβλήτων**

Η απαιτούμενη ποιότητα αποβλήτων στην έξοδο της εγκαταστάσεως επεξεργασίας σύμφωνα με την Υγειονομική Διάταξη 179187/656 (ΦΕΚ 582/2.7.79 Β) Κοινή Νομαρχιακή απόφαση "Περί διαθέσεως υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων σε ρέματα " είναι:

Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένου αποβλήτου για διάθεση στον Ασωπό ποταμό είτε στο έδαφος.

Χαρακτηριστικό	μονάδες	Μέγιστη τιμή
pH		6-9
COD	mg/l	≤120
BOD <sub>5</sub>	mg/l	≤40
Αιωρούμενα στερεά	mg/l	≤50
Διαλυμένα στερεά	mg/l	≤1000
Λίπη - έλαια	mg/l	≤5
ορυκτέλαια	mg/l	≤1
αμμωνία	mg/l	≤10
νιτρώδη	mg/l	≤1
νιτρικά	mg/l	≤4
θειικά	mg/l	≤1000
Βάριο	mg/l	≤2
Σίδηρο	mg/l	≤2
Φαινολικά	mg/l	≤0.5
Καθιζάνοντα στερεά	ml/l	≤0.5
χρώμα	20:1 αόρατο σε πάχος 10 cm	

#### **4.2 Μετρήσεις δειγμάτων**

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα αναλύσεων των δειγμάτων απο την τελική έξοδο της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας, της εταιρίας ΦΑΜΑΡ ΑΒΕ 48, χλμ.Τα



δείγματα που έχουμε λάβει είναι από 4 μήνες, του ετους 2013 και έχουμε 4 δειγματα από κάθε μήνα. Οι αναλύσεις των δειγμάτων έχουν γίνει για τους μήνες, Ιούνιο, Ιούλιο, Άυγουστο και Σεπτέμβριο. Οι αναλύσεις διεξήχθησαν στο εργαστήριο οργανικής χημικής τεχνολογίας του Ε.Μ.Π. σύμφωνα με τις Standard Methods American Public Health Association (ΑΡΗΑ) 1989.

#### 4.1 ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

Στοιχεία/Ημερομηνία	6/6/2013	13/6/2013	20/6/13	27/6/13
Ph	7,10	7,12	6,94	6,80
COD (mg/l)	73,9	53,1	63,1	46,4
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	20,2	27,7	17,3	29,3
Αιωρούμενα στερεά SS (mg/l)	24,3	10,9	20,5	23,9
Διαλυτά στερεά (mg/l)	649,2	715,4	873,4	757,9
Λίπη/Ελαια	0,60	0,58	0,25	0,31
Θολότητα (NTU)	0,52	0,52	0,55	0,15
Άζωτο NH-NH <sub>3</sub>	5,6	6,2	6,4	5,0
Ολικό Άζωτο T-N	13,11	12,7	14,93	15,52
Ολικός φώσφορος P	0,18	0,16	0,26	0,19
Αγωγιμότητα (ds/m)	0,53	0,38	0,20	0,71
Υπολειματικό Cl <sub>2</sub> (mg/l)	0,7	0,7	0,8	0,6
Ολικά κωλοβακτηρίδια TC/100 ml	90	70	87	55

#### 4.2 ΙΟΥΛΙΟΣ 2013

Στοιχεία/Ημερομηνία	13/7/2013	11/7/2013	18/7/13	28/7/13
Ph	6,95	7,06	7,44	6,96
COD (mg/l)	73,9	74,5	70,9	59,1

<b>BOD<sub>5</sub> (mg/l)</b>	27	26,8	26,7	22,2
<b>Αιωρούμενα στερεά SS (mg/l)</b>	24,7	31	30,3	23,1
<b>Διαλυτά στερεά (mg/l)</b>	1080,2	830,6	682,1	710
<b>Λίπη/Ελαια</b>	0,60	0,18	0,44	0,67
<b>Θολότητα (NTU)</b>	0,59	0,18	0,42	0,38
<b>Άζωτο NH-NH<sub>3</sub></b>	6,7	7,1	7,3	7,2
<b>Ολικό Άζωτο T-N</b>	14,01	13,55	10,08	12,69
<b>Ολικός φώσφορος P</b>	0,19	0,42	0,39	0,13
<b>Αγωγιμότητα (ds/m)</b>	0,54	0,34	0,39	0,38
<b>Υπολειματικό Cl<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,9	0,6	0,6	0,8
<b>Ολικά κωλοβακτηρίδια TC/100 ml</b>	50	78	55	71

#### 4.3 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2013

<b>Στοιχεία/Ημερομηνία</b>	<b>8/8/2013</b>	<b>15/8/2013</b>	<b>22/8/13</b>	<b>29/8/13</b>
<b>Ph</b>	7,2	7,05	7,18	6,9
<b>COD (mg/l)</b>	73,9	48,9	38,9	39,6
<b>BOD<sub>5</sub> (mg/l)</b>	14,6	23,8	29,5	21
<b>Αιωρούμενα στερεά SS (mg/l)</b>	25,7	25,6	29,9	16,9
<b>Διαλυτά στερεά (mg/l)</b>	550,8	640,8	789,5	849,8
<b>Λίπη/Ελαια</b>	0,25	0,02	0,31	0,53

<b>Θολότητα (NTU)</b>	0,59	0,30	0,36	0,31
<b>Άζωτο NH-NH<sub>3</sub></b>	6	8,4	6,9	7,6
<b>Ολικό Άζωτο T-N</b>	13,87	14,87	14,31	13,53
<b>Ολικός φώσφορος P</b>	0,15	0,16	0,22	0,09
<b>Αγωγιμότητα (ds/m)</b>	0,14	0,26	0,20	0,48
<b>Υπολειματικό Cl<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,8	0,9	0,6	0,8
<b>Ολικά κωλοβακτηρίδια TC/100 ml</b>	69	57	47	81

#### 4.4 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2013

<b>Στοιχεία/Ημερομηνία</b>	<b>5/9/2013</b>	<b>12/9/2013</b>	<b>19/9/13</b>	<b>26/9/13</b>
<b>Ph</b>	7,25	7,18	7,25	7,11
<b>COD (mg/l)</b>	73,9	49,9	32,6	34,4
<b>BOD<sub>5</sub> (mg/l)</b>	17,1	17,4	26,1	24

<b>Αιωρούμενα στερεά SS (mg/l)</b>	23,9	30,7	21,5	30,6
<b>Διαλυτά στερεά (mg/l)</b>	720	784,5	780,9	584,8
<b>Λίπη/Ελαια</b>	0,50	0,61	0,46	0,15
<b>Θολότητα (NTU)</b>	0,40	0,61	0,25	0,31
<b>Άζωτο NH-NH<sub>3</sub></b>	9,1	6,2	7,5	5,6
<b>Ολικό Άζωτο T-N</b>	14,37	12,1	12,62	12,47
<b>Ολικός φώσφορος P</b>	0,20	0,25	0,18	0,18
<b>Αγωγιμότητα (ds/m)</b>	0,56	0,45	0,25	0,77
<b>Υπολειματικό Cl<sub>2</sub> (mg/l)</b>	0,7	0,7	0,6	0,7
<b>Ολικά κωλοβακτηρίδια TC/100 ml</b>	83	78	94	52

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Εθνικό και καποδιστριακό πανεπιστήμιο Αθηνών, 2012. *Ατμοσφαιρική ρύπανση*, Διαθέσιμο από: <http://mde-didaktiki.biol.uoa.gr/mde9/boulgari/airpollution.pdf> [προσβάσιμο στις 15 /08 /2014].
2. Ζάνη Πρόδρομου, 2008. *Σημειώσεις για την Ρύπανση της Ατμόσφαιρας*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
3. Γεντεκάκης Ιωάννης, 2003. *Ατμοσφαιρική ρύπανση, Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές Τεχνολογίες*, Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
4. Moussiopoulos, N. et al., 2010, *‘Environmental, social and economic information management for the evaluation of sustainability in urban areas: A system of indicators for Thessaloniki, Greece, Cities*
5. *Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Κοζάνης, 2010. Αντιρρυπαντικές τεχνολογίες έλεγχου αέριας ρύπανσης* [online]. Διαθέσιμο από: [eprints.teikoz.gr/214/1/A18\\_2010.pdf](http://eprints.teikoz.gr/214/1/A18_2010.pdf) [προσβάσιμο στις 01/08/ 2014].
6. Ανδρίτσος Ν. 2011. *Ενέργεια και περιβάλλον* [online]. Διαθέσιμο από: [www.mie.uth.gr/ekp\\_yliko/Energy&Environment\\_Chapter\\_2.pdf](http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/Energy&Environment_Chapter_2.pdf) [προσβάσιμο στις 08 Απριλίου 2014].
7. <http://www.mercola.gr/page.aspx?itemID=SPG1560>
8. <http://www.prosodol.gr/?q=el/node/212>
9. [http://library.tee.gr/digital/m2520/m2520\\_mourtsiadis1.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2520/m2520_mourtsiadis1.pdf)
10. Adams, E. C. Jr. and Eckenfelder, W. W Jr. (1974) “Process Design Techniques for Industrial Waste Treatment”, 1st edn, Associated Water and Air Resources Engineers, Inc., AWARE, INC., Nashville, Tennessee.
11. Barnes, D. and Bliss, J. P. (1983) “Biological Control of Nitrogen in Wastewater Treatment”, 1st edn, E & F. N. Spon, London

12. Batchelor, B (1982) "Kinetic analysis of alternative configuration for single-sludge nitrification / denitrification", Journal W.P.C.F. Vol.54, No 11 pp 1493-1504
13. Birkedal, K., Brix, H. and Johansen, N. H. (1993) Wastewater treatment in constructed wetlands. Designers Manual – Danish – Polish Postgraduate Course on Low Technology Treatment, Technical University of Gdansk, Poland
14. Cristensen R.D., McCarty P.L. (1975) "Multiprocess biological treatment model" Journal W.P.C.F., 47, 11, pp 2652 – 2663.
15. Deakyne, C.W., Manu A. Patel and D.J.Krichten (1984) "Pilot plant demonstration of biological phosphorus removal" Journal W.P.C.F. Vol.56 No.7 pp 867-873.
16. Eckenfelder, W.W., Jr. (1989) "Industrial Water Pollution Control", 2d edn, McGraw-Hill Book Company, New York
17. Gibbon D.L. (1974) "Aeration of Activated sludge in Sewage treatment", 1st ed, Pergamon press inc.
18. Giona, A.R., M.C. Annesini et al (1979) "Kinetic parameters for municipal wastewater" Journal W.P.C.F. Vol.51, No.5 pp 999- 1008. 10
19. Goodman L.B., Englands J.A. (1974) "A unified model of the activated sludge process" Journal W.P.C.F. Vol.46, No 2, pp 312 – 332.
20. Gyger, R.F. and D.E. Braunscheidel (1976) "Nitrification in oxygen activated sludge systems" AIChE Symposium series Vol.78 pp 233- 249.
21. Heide, A.B. (1982) "Principles and Developments of Oxidation Ditch Process", International Conference on Oxidation Ditch Technology, Amsterdam-October 1982, 1-17
22. Jenkins, D., Richard, G. M. and Daigger, T. G. (1993) "Manual on Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming" 2d edn., Lewis Publishers, London 74

23. Jorgensen, E.S. (1979) "Industrial Waste Water Management", 1st edn, Elsevier Scientific Publishing Co, Amsterdam
24. Jorgensen, E.S. and Gromiec, J. M. (1985) "Mathematical Models in Biological Waste Water Treatment", 1st edn, Elsevier Scientific Publishing Co, Amsterdam
25. Kawabata Z.and R. Tatsukawa, Growth of duckweed and nutrient removal in a paddy field irrigated with sewage effluent, International Journal of Environmental Studies, Volume 27, 1986, pp 277 – 285
26. Keinath M.T., Wanielista M (1975) "Mathematical Modeling for Water Pollution Control processes" Ann Arbor Science publishers Inc.
27. Lan, J.C., L.Benefield and C.W.Randall (1983) "Phosphorus removal in the activated sludge process" Water Res. Vol.17 No.9 pp 1193-1200.
28. Leslie Grady, P. C., Jr and Lim, C. H. (1980) Biological Wastewater Treatment; Theory and application, Markel Dekker Inc, New York
29. Masotti, L. (1987) "Depurazione Delle Acque" 1st ed., Calderini, Bologna.
30. Metcalf & Eddy (1991) "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse", 3d edn, McGraw-Hill, Inc., New York
31. Metz, A. (1998) "Wastewater Microbes: A Photographic Catalog", 1st edn, Nalco Diversified Technologies, Inc., Ohio.
23. Mines, R.O.Jr and J.H.Sherrard (1989) "Biokinetic constants in activated sludge" in Encyclopedia of Environmental Control Technology Vol.3 Edited by P.N. Cheremisinoff, Gulf Publishing Co.
32. Mitchell, R. (1978) "Water Pollution Microbiology", 1st edn, John Wiley & Sons, New York.
25. Natural Systems for Wastewater Treatment, Manual of Practice FD - 16, Water Pollution Control Federation, Alexandria, VA, February 1990, pp 187 - 210.
33. Nicoll, H.E. (1988) "Small Water Pollution Control Works: Design and Practice", 1st edn, Ellis Horwood Ltd, West Sussex

34. Orhon, D. and Artan, N. (1994) “Modelling of Activated Sludge systems”, 1st edn, Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster-Basil
35. Reddy K. R. and W. F. De Busk, Nutrient Removal Potential of Selected Aquatic Macrophytes, Journal of Environmental Quality, Volume 14, No. 4, 1985, pp 459 – 462
36. Sedlak, I.S. (1991) “Phosphorus and Nitrogen Removal from Municipal Wastewater”, 2d edn, Lewis Publishers, New York
37. Sutton David L. and W. Harold Ornes, Phosphorus Removal from Static Sewage Effluent Using Duckweed, Journal of Environmental Quality, Volume 4, No. 3, 1975, pp 367 – 370
38. Sherwood C. R. et al., Natural Systems for Waste Management and Treatment, Mc Graw - Hill, New York, 1988, pp 127 - 163.
39. Wanner J. (1994) “Activated Sludge Bulking and Foaming Control”, 1st edn, Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster-Basil
40. Wilson, F. (1981) “Design Calculations in Wastewater Treatment” 1st ed. E&F Spon
41. Wong – Chong, G.M and R.C.Loehr (1978) “Kinetics of Microbial nitrification: Nitrite – Nitrogen oxidation” , Water Research Vol.12 pp 605-609.
42. WPCF (1977) “Wastewater Treatment Plant Design” WPCF Manual of Practice No 8, ASCE Manual on Engineering Practice.
43. Second Printing Lancaster Press, Inc. 36. Zirschky John and Sherwood C. Reed, The use of duckweed for waste treatment, Journal Water Pollution Control Federation, Volume 60, No. 7, July 1988, pp 1253 - 1258.