

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Γενικά

Τα βιομηχανικά απόβλητα αποτελούν μία από τις κυριότερες πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η βιομηχανική δραστηριότητα παράγει υγρά απόβλητα (με αποδέκτη πολλές φορές επιφανειακά νερά και θάλασσες), ρυπογόνα αέρια και στερεά απόβλητα.

Κάθε μια από τις μορφές αυτές ρύπανσης μπορεί να αποτελεί άμεσο προϊόν της παραγωγικής διαδικασίας ή έμμεσο από διαδικασίες καθαρισμού των πρωτογενών αυτών αποβλήτων.

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που δημιουργούν οι βιομηχανίες στο περιβάλλον είναι η απόρριψη ζεστού νερού που χρησιμοποιείται σε διάφορα στάδια της διαδικασίας παραγωγής. Γενικότερα το νερό που χρησιμοποιείται στην βιομηχανία σε διεργασίες θέρμανσης- ψύξης μεταφέρει θερμότητα και γίνεται αιτία βιολογικής ρύπανσης στους διάφορους αποδέκτες του που είναι συνήθως οικοσυστήματα όπως θάλασσα, ποτάμια και λίμνες.

Μέχρι και σήμερα ακόμη υπάρχει η τάση να δημιουργούνται βιομηχανικές ζώνες παραθαλάσσια, σε κλειστά πολλές λιμάνια ή στις όχθες ποταμών και λιμνών.

Μέχρι πριν αρκετά χρόνια η διάθεση των βιομηχανικά ρυπασμένων νερών σε θάλασσες, λίμνες και ποτάμια δεν δημιουργούσε προβλήματα γιατί το κινούμενο νερό έχει μηχανισμούς αυτοκαθαρισμού. Δυστυχώς όμως η δυνατότητα αυτή είναι περιορισμένη και αφορά συγκεκριμένο ρυθμό απόρριψης λυμάτων ή απόνερων δηλαδή η δυνατότητα αυτοκαθαρισμού συνδέεται με συγκεκριμένη χωρητικότητα. Σήμερα όμως σε όλα τα υδάτινα συστήματα το σημείο κορεσμού έχει ξεπεραστεί.

Από την άλλη μεριά η βιομηχανική ανάπτυξη μια περιοχής συνοδεύεται από αντίστοιχη αστική ανάπτυξη. Η συσσώρευση αστικών πληθυσμών στα βιομηχανικά κέντρα συνήθως επιτείνει το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος σε μια συγκεκριμένη περιοχή, από την άλλη πλευρά όμως επιτρέπει την εφαρμογή λύσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος αστικής-βιομηχανικής ρύπανσης από κοινού, με κοινές εγκαταστάσεις καθαρισμού αποβλήτων.

Ο σχεδιασμός των μονάδων επεξεργασίας των βιομηχανικών αποβλήτων είτε γίνεται για κάθε μια βιομηχανική μονάδα μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων απαιτεί λεπτομερή ανάλυση παραμέτρων όπως:

- Τα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας
- Τα σημεία και τρόπος παραγωγής ρύπων (στερεών, υγρών, αερίων) κατά την λειτουργία της μονάδας
- Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και οι ποσότητες των παραγομένων αποβλήτων
- Ο τελικός αποδέκτης των επεξεργασμένων αποβλήτων
- Τα διαθέσιμα οικονομικά μέσα

Η βάση της κατάταξης μιας βιομηχανίας σε ρυπαντικότητα είναι η κατανάλωση και ποιοτική και ποσοτική ρύπανση του νερού, εκπεφρασμένη σε B.O.D., καθώς και το είδος, η ποσότητα και ο βαθμός τοξικότητας τυχόν υπαρχόντων τοξικών ρύπων στα απόνερα.

Βιομηχανίες τροφίμων και ποτών.

Οι απαιτήσεις των βιομηχανιών αυτών σε νερό είναι μεγάλες τα δε απόβλητα τους είναι πλούσια σε οργανική ύλη και χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές B.O.D. Επίσης τα απόβλητά τους περιέχουν μεγάλα ποσοστά αιωρούμενων στερεών και σε αρκετές περιπτώσεις μεγάλες ποσότητες χημικών ρυπαντών.

Η εκπομπή αερίων ρύπων είναι περιορισμένη και οφείλεται κυρίως σε αέρια προϊόντα βιο-αποικοδόμησης και προϊόντα καύσης.

Βιομηχανίες γάλακτος.

Τα απόβλητά τους έχουν μέση θερμοκρασία 10-40°C, περιέχουν αιωρούμενα στερεά περίπου 2000 mg/l, έχουν B.O.D. πέντε ημερών 30-50.000 και σημαντικό φορτίο φωσφορικών, αζωτούχων και χλωρίου. Οι μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων που χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες γάλακτος είναι κοσκίνηση, καθίζηση και επίπλευση με διαλυμένο αέρα για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, επίπλευση για την απομάκρυνση λιπών και ελαίων, χημική κατακρήμνιση για απομάκρυνση φωσφορικών κλπ ιόντων και μέθοδοι ενεργού ιλύος για την αντιμετώπιση της οργανικής ύλης ή εναλλακτικά χαλικοδιύλιση.

Βιομηχανίες κρέατος – Σφαγεία

Η ρύπανση του περιβάλλοντος από τις βιομηχανίες αυτές προέρχεται κυρίως από μη αξιοποιήσιμα προϊόντα τους όπως είναι αίμα, λίπη, ζωικοί ιστοί κλπ. Τα απόβλητά του είναι πλούσια σε ιόντα χλωρίου φωσφορικά, αζωτούχες ενώσεις και αιωρούμενα στερεά με B.O.D.₅ ίσο με 500-1500. Σημαντικό ρόλο στον περιορισμό της ρύπανσης των βιομηχανιών κρέατος παίζει ο προσεκτικός σχεδιασμός και έλεγχος των διαφόρων σταδίων παραγωγής έτσι ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν μικρότερη παραγωγή υποπροϊόντων.

Για τον καθαρισμό των αποβλήτων εφαρμόζονται αρχικά διεργασίες επίπλευσης με πλέγματα για την απομάκρυνση των λιπών, τα οποία συνήθως θάβονται. Κατόπιν τα απόνερα οδηγούνται σε αναερόβιες δεξαμενές χώνευσης, διαδικασία που μειώνει το B.O.D. περίπου κατά 95%. Η κατεργασία με ενεργό ύλη είναι λιγότερο αποτελεσματική με μια μείωση του B.O.D. της τάξης του 50%.

Η απομάκρυνση των ανεπιθύμητων ιόντων γίνεται με χημική κατακρήμνιση. Τα φωσφορικά απομακρύνονται με προσθήκη υδροξειδίου του ασβεστίου και αλάτων τρισθενών ιόντων σιδήρου και αργιλίου. Η απομάκρυνση των αζωτούχων ενώσεων επιτυγχάνεται με μεθόδους απονιτροποίησης.

Βιομηχανίες κονσερβοποίησης φρούτων και λαχανικών.

Η λειτουργία των βιομηχανιών αυτών απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού για την έκπλυση των φρούτων και των λαχανικών. Τα απόνερα της έκπλυσης περιέχουν υπολογίσιμα ποσά φυτοφαρμάκων. Κατά την διαδικασία παραγωγής παράγονται απόβλητα με μεγάλα ποσοστά αιρούμενων και διαλυμένων στερεών που απομακρύνονται με πρωτοβάθμιες διαδικασίες καθαρισμού, όπως εσχάριση και κατακάθιση με προσθήκη αλάτων αργιλίου ή σιδήρου.

Για τη μείωση του B.O.D.₅ ,του οποίου η τιμή είναι 50-4000, τα λύματα υπόκεινται σε δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία η οποία μειώνει το B.O.D.₅ κατά 95%.

Βιομηχανίες ποτών.

Τα απόβλητα των βιομηχανιών παραγωγής ποτών (ζυθοποιεία κτλ) περιέχουν μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων στερεών, διαλυμένων στερεών, οργανικής ύλης και χαρακτηρίζονται από μεγάλες τιμές B.O.D.₅ (περίπου 2000). Οι διεργασίες επεξεργασίας των αποβλήτων περιλαμβάνουν διήθησης για την απομάκρυνση των αιωρημάτων και δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία για μείωση του B.O.D. που πραγματοποιείται συνήθως με τη μέθοδο ενεργού ιλύος σε αεριζόμενες δεξαμενές.

Ελαιοτριβεία-ελαιουργεία (ραφίναριες).

Τα ελαιοτριβεία αποτελούν πηγή μεγάλης βιολογικής και τοξικής ρύπανσης, ιδιαίτερα στις ελαιοπαραγωγές χώρες. Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων αποτελούν ιδιαίτερα σταθερά συστήματα διασποράς λόγω των ανθοκινόνων που περιέχει ο ελαιόκαρπος και είναι φυσικοί γαλακτωματοποιητές. Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων περιέχουν μεγάλα ποσά φυτοφαρμάκων, λιπαρών υλών, μεγάλο οργανικό φορτίο, μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων στερεών και εμφανίζουν μεγάλες τιμές οξύτητας. Επίσης χαρακτηρίζονται από μεγάλες τιμές B.O.D.₅, περίπου 50.000.

Η κατεργασία των αποβλήτων **ελαιουργείων** περιλαμβάνει εξουδετέρωση με προσθήκη ασβέστου (CaO) σε συνδυασμό με προσθήκη κροκιδωτικών σε δεξαμενές καθίζησης καθώς και διεργασίες επίπλευσης για την απομάκρυνση των λιπαρών ουσιών. Η παραγόμενη από τις δεξαμενές καθίζησης λάσπης διατίθεται στον τελικό αποδέκτη (χωράφια) απευθείας ή μετά από χώνευση και ξήρανση.

Οι μονάδες εξευγενισμού του ελαιόλαδου (ραφίναριες) παράγουν απόβλητα με μεγάλα ποσοστά οργανικής ύλης και ιδιαίτερα τοξικά. Η πιο αποτελεσματική μέθοδος κατεργασίας των αποβλήτων αυτών είναι ο βιολογικός καθαρισμός με τη μέθοδο ενεργού ιλύος αφού προηγηθεί χημική κατεργασία για την απομάκρυνση των τοξικών ουσιών και τη ρύθμιση του pH, διεργασίες επίπλευσης για την απομάκρυνση των επιπλεόντων λιπαρών υλών και διεργασίες καθίζησης για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών. Η δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία μειώνει το B.O.D.₅ κατά 80%.

Βυρσοδεψεία.

Τα απόβλητα των βυρσοδεψείων είναι ιδιαίτερα δύσσομα και έχουν μεγάλο μικροβιακό φορτίο. Περιέχουν υποπροϊόντα της πρώτης ύλης (δηλαδή των δερμάτων)

όπως τρίχες, λίπη, αίμα και σημαντικές ποσότητες χημικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατεργασία των δερμάτων και για τη βαφή και κυρίως τα ιδιαίτερα τοξικά θειούχα ιόντα του εξασθενούς χρωμίου. Η τιμή του B.O.D.₅ είναι περίπου 100 και το pH είναι αρκετά υψηλό.

Η πρωτοβάθμια επεξεργασία των αποβλήτων των βυρσοδευείων περιλαμβάνει διαδικασίες επίπλευσης για την απομάκρυνση των επιπλέοντων ζωικών υλών, διαδικασίες ομογενοποίησης, και χημική κατεργασία με προσθήκη τρισθενούς θειικού σιδήρου για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών. Η απομάκρυνση των ιόντων εξασθενούς χρωμίου γίνεται με αναγωγή προς τρισθενές χρώμιο με προσθήκη αναγωγικών όπως δισθενούς σιδήρου. Η διόρθωση του pH γίνεται με διαβίβαση CO₂.

Η μείωση του B.O.D. επιτυγχάνεται με δευτεροβάθμιο καθαρισμό σε αερόβιες δεξαμενές ενεργού ιλύος, που μειώνουν την ποσότητα του κατά 95% περίπου.

Βιομηχανίες χαρτομάζας-χαρτιού.

Τα απόβλητα των χαρτοβιομηχανιών περιέχουν υπολείμματα κατεργασίας του ξύλου, όπως κυτταρίνη, τανίνες κτλ καθώς και χημικές ενώσεις για την κατεργασία της πρώτης ύλης.

Τα αντιδραστήρια αυτά είναι ανόργανα θειικά άλατα όπως θειικό ασβέστιο, θειικό νάτριο, θειικό μαγνήσιο, θειικό αμμώνιο ή ενώσεις του νατρίου όπως καυστικό νάτριο και θειούχο νάτριο.

Οι χαρτοβιομηχανίες έχουν θεωρηθεί ως πηγές τοξικής ρύπανσης λόγω των δραστικών χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στα διάφορα στάδια της παραγωγής. Οι σύγχρονες όμως μονάδες διαθέτουν συστήματα επεξεργασίας των αποβλήτων που επιτρέπουν την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των χημικών αυτών ουσιών.

Μια τυπική μονάδα καθαρισμού αποβλήτων χαρτοβιομηχανίας περιλαμβάνει δεξαμενές καθίζησης των αιωρούμενων στερεών και δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας.

Διυλιστήρια πετρελαίου-Πετροχημική βιομηχανία.

Οι μονάδες αυτές προκαλούν σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση σε μια περιοχή επειδή ρυπαίνουν σε όλα τα επίπεδα.

Προκαλούν ρύπανση στο υπέδαφος και τα επιφανειακά και υπόγεια νερά, αλλά και στην ατμόσφαιρα κατά τις διεργασίες άντλησης, κλασματικής απόσταξης, καταλυτικής διάσπασης και μετασχηματισμού καθώς και κατά τις διεργασίες ραφινάρισματος του πετρελαίου. Η αποθήκευση και μεταφορά του αργού πετρελαίου και των προϊόντων του δημιουργεί επίσης σοβαρά προβλήματα στο υπέδαφος και το υδάτινο περιβάλλον λόγω διαρροών. Η υγρή ρύπανση από τις μονάδες αυτές οφείλεται κυρίως στους υδατάνθρακες και τα καυστικά που χρησιμοποιούνται στα διάφορα στάδια κατεργασίας. Τα απόνερα των διυλιστηρίων περιέχουν μεγάλες ποσότητες πτητικών και αιωρούμενων στερεών έχουν μεγάλες τιμές pH και το BOD₅ έχει τιμή περίπου 800. Η κατεργασία τους περιλαμβάνει διεργασίες καθίζησης και καταβύθισης με πολυ-ηλεκτρολύτες για τα αιωρούμενα στερεά διεργασίες διαχωρισμού επίπλευσης και προσρόφησης σε ενεργό άνθρακα για τους υδρογονάνθρακες.

Η αέρια ρύπανση που προκαλούν οι διάφορες μονάδες άντλησης και επεξεργασίας πετρελαίου χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα τοξική και επικίνδυνη. Ενοχοποιείται για δημιουργία φωτοχημικού νέφους διασπορά τοξικών ουσιών σε μεγάλη ακτίνα γύρω από τις εγκαταστάσεις κλπ. Οι αέριοι ρύποι των διυλιστηρίων και των πετροχημικών βιομηχανιών είναι αιωρούμενα σωματίδια, αιθάλη, πτητικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, πτητικά αλκάνια και αλκένια, οξειδία του άνθρακα του αζώτου και του θείου.

Η συνήθης μέθοδος αντιμετώπισης της αέριας ρύπανσης στα διυλιστήρια είναι η καύση που πραγματοποιείται σε ειδικούς καυστήρες. Ωστόσο επειδή η μέθοδος είναι ανεπαρκής απαιτείται μια πρόσθετη σειρά μέτρων για τον περιορισμό της ρύπανσης

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

- Συνεχής έλεγχος της περισσειας αέρα στις καύσεις των φούρνων και των λεβήτων της εγκατάστασης. Εγκατάσταση αναλυτών O₂, συνεχούς καταγραφής στα καυσαέρια.

- Έλεγχος ποιότητας καυσίμων (αερίου και υγρού μαζούτ) ως προς το περιεχόμενο θείου και την σύστασή τους.
- Έλεγχος αμαυρότητας καπνοδόχων Δ/ρίων με την μέθοδο RINGELMMAN.
- Έλεγχος καλής λειτουργίας φούρνων - καυστήρων για άριστη καύση.
- Μετρήσεις μονοξειδίου τον άνθρακα (CO), διοξείδιο του θείου (SO₂), αζωτοξειδίων (NO_x) εκπεμπομένων με τα καυσαέρια.
- Εγκατάσταση κλειστών κυκλωμάτων στις διεργασίες αερίων με ανακυκλώσεις αυτών ώστε να μηδενιστούν τυχόν απώλειες ή διαρροές.
- Ειδικότερα για τα δοχεία, σωληνώσεις και συστήματα που βρίσκονται υπό πίεση ή που είναι δυνατόν να υποστούν πιέσεις που θα προκαλέσουν ζημιά σ' αυτά, είναι προστατευμένα έναντι των υψηλών πιέσεων με ασφαλιστικές δικλείδες. Αυτές εκτονώνουν τα υπό πίεση αέρια (& υγρά) στην ατμόσφαιρα, όταν πρόκειται για μη επιβλαβείς ουσίες (νερό, ατμός, αέρας) ή στους πυρσούς τον Δ/ρίων για καύση όταν πρόκειται για υδρογονάνθρακες.
- Εγκατάσταση μονάδων εκπλύσεως αερίων και μονάδων παραγωγής θείου ώστε να μειωθεί στο μηδέν η περιεκτικότητα του θείου στα καιόμενα αέρια.
- Εγκατάσταση THERMAL INCINERATOR όπου γίνεται καύση των όξινων αερίων από τις μονάδες παραγωγής θείου (μονάδες Claus)
- Τοποθέτηση δευτεροταγών φραγών (DOUBLE SEALS) στις δεξαμενές πλωτής οροφής για μείωση των εκπομπών υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα.
- Τοποθέτηση πλωτών σκέπαστρων σε τυχόν ελαιδιαχωριστές των μονάδων βιολογικού καθαρισμού
- Χρησιμοποίηση καπνοδόχων κατάλληλου ύψους για την διάθεση των καυσαερίων από τους φούρνους.

Υψικάμινοι-Χαλυβουργίες.

Οι υψικάμινοι είναι μονάδες παραγωγής σιδήρου από σιδηρο-μετάλλευμα ή σιδηρά υλικά που είναι προϊόντα ανακύκλωσης τα οποία συντήκονται με κωκ ή ασβεστόλιθο. Η παραγωγή χάλυβα πραγματοποιείται σε δεύτερο στάδιο, σε ειδικού κλιβάνους με κατάλληλη επεξεργασία του προϊόντος της υψικαμίνου, δηλαδή του χυτοσιδήρου.

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση από τους ρύπους των υψικαμίνων και των χαλυβουργείων είναι μεγάλη. Παράγονται:

Στερεά απορρίμματα που είναι συνήθως παραπροϊόντα και με μεγάλα ποσά τέφρας τα οποία διατίθενται, μετά από ανακύκλωση, στον τελικό αποδέκτη που είναι το υπέδαφος.

Υγρά απόβλητα τα οποία περιέχουν φαινόλες, διοξίνες, φουράνια, ιόντα κυανίου-σιδήρου-ψευδαργύρου-χλωρίου και εξασθενούς χρωμίου καθώς και μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων στερεών. Έχουν μικρές τιμές pH και BOD₅ κυμαινόμενου μεταξύ 5 και 250. Για την επεξεργασία των λυμάτων αυτών απαιτούνται διεργασίες διήθησης και χημικής κατακρήμνισης με πολυσθενή ιόντα ηλεκτρολυτών για την απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων, διαδικασίες εκχύλισης για την απομάκρυνση των ιδιαίτερα τοξικών φαινολών, διοξινών και φουρανίων, κατεργασία με υδροξείδιο του ασβεστίου για την αναγωγή των εξασθενών χρωμικών ιόντων και την μείωση της οξύτητας και διεργασίες χλωρίωσης, μετά από ρύθμιση του pH προς αλκαλικές τιμές για την απομάκρυνση των ιόντων κυανίου.

Οι αέριοι ρύποι που παράγονται στην υψικάμινο δεσμεύονται συνήθως με υγρά φίλτρα, τα νερά των οποίων διοχετεύονται στις μονάδες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων για περαιτέρω επεξεργασία.

Βιομηχανίες παραγωγής αλουμινίου.

Ο βωξίτης είναι ορυκτό οξείδιο του αργιλίου και αποτελεί την πρώτη ύλη για την παραγωγή αλουμινίου με ηλεκτρόλυση. Η λάσπη που παραμένει στις μονάδες ηλεκτρόλυσης αποτελεί μίγμα οξειδίων, σιδήρου, πυριτίου, νατρίου, ασβεστίου, αργιλίου και τιτανίου (σε ίχνη). Συνήθως η κόκκινη αυτή λάσπη απορρίπτεται στη θάλασσα χωρίς περαιτέρω επεξεργασία ή απευθείας σε στεγανά εδάφη. Τα υγρά απόβλητα της βιομηχανίας αλουμινίου περιέχουν, κυρίως, μεγάλα ποσοστά ιόντων

φθορίου τα οποία καταβυθίζονται με υδροξείδιο του ασβεστίου σε δεξαμενές καθίζησης.