



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διερεύνηση των απόψεων των εργαζομένων στις μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων σχετικά με τη συμβολή των μονάδων αυτών στην αποτροπή της ρύπανσης των υδάτων.

Αναμουρλής Χαράλαμπος

A.M.: 6066

Επιβλέπουσα

Κρυσταλλία Σηφακάκη

Ηράκλειο, 2017

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	6
Abstract	7
Εισαγωγή.....	9
ΜΕΡΟΣ Α' ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ	11
Κεφάλαιο 1	12
Ερευνητικό μέρος και μεθοδολογικός σχεδιασμός της.....	12
1.1 Εισαγωγή	12
1.2 Αντικείμενο της έρευνας.....	12
1.3 Καθορισμός του ερευνητικού σκοπού	13
1.4 Καθορισμός ερευνητικών ερωτημάτων	13
1.5 Ερευνητική Στρατηγική	13
1.5.1 Η Δειγματοληπτική έρευνα	13
1.5.2 Μέθοδος συλλογής δεδομένων	14
1.6 Σχεδιασμός του ερευνητικού εργαλείου της έρευνας	15
1.7 Περιγραφή του δείγματος	16
1.8 Μέθοδος Στατιστικής Ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων	32
1.9 Περιορισμοί της έρευνας	33
ΜΕΡΟΣ Β' ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ.....	34
Κεφάλαιο 2	35
Νομοθετικές ρυθμίσεις για το νερό.....	35
2.1 Καταγραφή των ευρωπαϊκών οδηγιών και η ενσωμάτωσή τους στην ελληνική νομοθεσία	35
2.1.1. Ευρωπαϊκή νομοθεσία.....	35
2.1.2 Εθνική νομοθεσία.....	38
2.1.3 Άλλες διατάξεις σχετικά με περιβαλλοντική προστασία και διαχείριση.	42
2.2 Διαβούλευση στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	43
Κεφάλαιο 3	48
Ρύπανση	48
3.1 Η κατάσταση του πλανήτη.....	49
3.2 Πηγές προέλευσης της ρύπανσης	54
3.3 Είδη Ρύπανσης.....	61
3.3.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση	61
3.3.2 Ρύπανση του εδάφους.....	63
3.3.3 Ρύπανση των υδάτων.....	64

3.4 Μορφές ρύπανσης νερού	66
3.4.1 Οργανική ρύπανση	66
3.4.2 Φυσική ρύπανση.....	67
3.4.3 Στερεά απόβλητα.....	68
3.4.4 Ραδιενεργά απόβλητα.....	69
3.4.5 Πετρέλαιο ή άλλους υδρογονάνθρακες.....	70
Κεφάλαιο 4	72
Τρόποι αντιμετώπισης της ρύπανσης του νερού	72
4.1 Εκτατικές Τεχνικές - Υγροβιότοποι.....	72
4.1.1 Φυσικός Υγρότοπος(Natural wetlands).....	73
4.1.2 Τεχνητός Υγρότοπος	75
4.1.2.α Επιφανειακής Ροής (Water Surface Systems).....	77
4.1.2.β. Υποεπιφανειακής (Υπόγειας) Ροής(Subsurface Flow)	78
4.1.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα.....	81
4.2 Εντατικές Τεχνικές (Βιολογικός Καθαρισμός - ΒΙΟ/ΚΑ).....	82
4.2.1 Σχεδιασμός συμβατικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.....	83
4.2.2 Σταδία Επεξεργασίας Υγρών Απόβλητων.....	86
4.3. Αειφορική Χρήση Του Ανακτημένου Νερού	102
4.3.1. Αειφόρος Ανάπτυξη και Περιβάλλον.....	102
4.3.2. Βιώσιμη ανάπτυξη - Βιοποικιλότητα	103
4.3.3. Η ελληνική βιοποικιλότητα.....	106
4.3.4 Αειφορική Ανάπτυξη Βιοποικιλότητας.....	107
4.3.5 Αειφορική Χρήση Ανακτημένου (Γκρίζου) Νερού	109
Συμπεράσματα - Συζήτησης	111
Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο 1.....	114
ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	115
ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	116
Βιβλιογραφία.....	119
Ελληνόγλωσση.....	119
Ξενόγλωσση.....	120
Διαδίκτυο-Ιστότοποι	122

Παραρτήματα

<u>Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο 1</u>	114
--	-----

Πίνακες και Διαγράμματα

<u>Πίνακας 1: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος ως προς φύλο.</u>	16
<u>Διάγραμμα 1: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος ως προς φύλο.</u>	17
<u>Πίνακας 2: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος ως προς την ηλικία.</u>	17
<u>Διάγραμμα 2: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος ως προς την ηλικία.</u>	18
<u>Πίνακας 3: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος.</u>	18
<u>Διάγραμμα 3: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος.</u>	19
<u>Πίνακας 4: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την ικανοποίηση των εργαζομένων στο χώρο εργασίας τους.</u>	19
<u>Διάγραμμα 4: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την ικανοποίηση των εργαζομένων στο χώρο εργασίας τους.</u>	20
<u>Πίνακας 5: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις τους ως προς τη ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα.</u>	20
<u>Διάγραμμα 5α: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις τους ως προς τη ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα (% Απ.).</u>	21
<u>Διάγραμμα 5β: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις τους ως προς τη ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα (% Ατ.).</u>	21
<u>Πίνακας 6: Ποιοι παράγοντες και σε τι βαθμό επηρεάζουν την ποιότητα λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού.</u>	22
<u>Διάγραμμα 6: Ποιοι παράγοντες και σε τι βαθμό επηρεάζουν την ποιότητα λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού.</u>	22
<u>Πίνακας 7: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις των εργαζομένων ως προς τα παρακάτω θέματα.</u>	24
<u>Διάγραμμα 7: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις των εργαζομένων ως προς τα παραπάνω θέματα.</u>	24
<u>Πίνακας 8: Απόψεις εργαζομένων για την ρύπανση των παράκτιων περιοχών μετά από λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού.</u>	25
<u>Διάγραμμα 8: Απόψεις εργαζομένων για την ρύπανση των παράκτιων περιοχών μετά από λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού.</u>	25
<u>Πίνακας 9: Απόψεις εργαζομένων για τις επιπτώσεις που μπορούν να προκληθούν εάν διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία από το βιο/κα στην θάλασσα τα αστικά λύματα.</u>	26
<u>Διάγραμμα 9α: Απόψεις εργαζομένων για τις επιπτώσεις που μπορούν να προκληθούν εάν διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία από το βιο/κα στην θάλασσα τα αστικά λύματα (%Απ.).</u>	26

<u>Διάγραμμα 9β: Απόψεις εργαζομένων για τις επιπτώσεις που μπορούν να προκληθούν εάν διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία από το βιο/κα στην θάλασσα τα αστικά λύματα (%Ατ.)</u>	27
<u>Πίνακας 10: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις των εργαζομένων ως προς την καλύτερη μέθοδο χρήσης του γκρίζου νερού</u>	27
<u>Διάγραμμα 10: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις των εργαζομένων ως προς την καλύτερη μέθοδο χρήσης του γκρίζου νερού</u>	28
<u>Πίνακας 11: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την επικέντρωση τις προσοχής των εργαζομένων αν είχαν μια θέση υπεύθυνου για την προστασία του περιβάλλοντος</u>	29
<u>Διάγραμμα 11: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την επικέντρωση τις προσοχής των εργαζομένων αν είχαν μια θέση υπεύθυνου για την προστασία του περιβάλλοντος</u>	29
<u>Πίνακας 12: Αξιολόγηση την γνώσεων των εργαζομένων σε κάποια θέματα</u>	30
<u>Διάγραμμα 12: Αξιολόγηση την γνώσεων των εργαζομένων σε κάποια θέματα</u>	31
<u>Πίνακας 13: Αξιολόγηση της ενημερότητας των εργαζομένων όσο αφορά την διαβούλευση για το γκρίζο νερό</u>	31
<u>Διάγραμμα 13: Αξιολόγηση της ενημερότητας των εργαζομένων όσο αφορά την διαβούλευση για το γκρίζο νερό</u>	32

Περίληψη

Το νερό αποτελεί αναμφισβήτητα σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη, την υγιεινή και την διαβίωση. Όμως αυτή η πηγή ζωής αποτελεί πλέον είδος σε ανεπάρκεια, λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που αυξάνουν συνεχώς, την ποσότητα των αποβλήτων και των απορριμμάτων με συνέπεια την ρύπανση και υποβάθμιση του. Τα βιοδιασπώμενα απόβλητα αποσυντίθενται από μικροοργανισμούς ή με φυσικές διεργασίες και έτσι τα συστατικά τους ανακυκλώνονται. Κάποια όμως απόβλητα όπως φυτοφάρμακα, χημικά και πυρηνικά απόβλητα, συνθετικές ύλες, παραμένουν αδιάσπαστα με βλαβερές συνέπειες για το περιβάλλον. Η ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών λυμάτων καθώς και βιομηχανικών και γεωργικών αποβλήτων στους υδάτινους πόρους επιφέρει εκτεταμένη ρύπανση κι έτσι μεγάλες ποσότητες αποθεμάτων νερού γίνονται ακατάλληλα για χρήση.

Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης γίνονται πολλές προσπάθειες και εφαρμόζεται εξελιγμένη τεχνολογία όπως βιολογικός καθαρισμός, υγροβιότοποι, ειδική κ.ά. Από την επεξεργασία των λυμάτων παράγεται το γκρίζο νερό το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ωφέλιμη χρήση. Σε αυτό το πλαίσιο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των απόψεων των εργαζομένων στις μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων της Ρόδου σχετικά με τη συμβολή των μονάδων αυτών στην αποτροπή της ρύπανσης των υδάτων, καθώς και με τις ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας για την επαναχρησιμοποίηση νερού στο πλαίσιο της διαβούλευσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Απώτερος στόχος είναι να καταγραφούν σε αυτό το πεδίο οι σχετικές οδηγίες του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και οι ισχύουσες νομοθεσίες στην Ελλάδα.

Για της ανάγκες της έρευνας η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι η εμπειρική ποσοτική με ερευνητικό εργαλείο το ερωτηματολόγιο, που διανεμήθηκε σε δείγμα 30 ατόμων. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτώμενων γνωρίζουν ποια είναι η λειτουργία και ο ρόλος των εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού και ότι έχει συμβάλει στην γρήγορη βελτίωση του αποδέκτη. Δηλώνουν ότι γνωρίζουν για τις επιπτώσεις, εάν τα αστικά λύματα διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία στην θάλασσα. Σε ότι αφορά την βέλτιστη της λειτουργίας, υποστηρίζουν ότι η διοίκηση, η προμήθεια υλικών συντήρησης, το νομοθετικό πλαίσιο και φυσικά οι ίδιοι οι εργαζόμενοι αποτελούν τους κύριους παράγοντες σε μεγάλο βαθμό. Τέλος, αρκετοί εργαζόμενοι γνωρίζουν για το γκρίζο νερό και ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρόσβεση και χώρους πρασίνου. Αυτό που κάνει εντύπωση είναι ότι η συντριπτική πλειονότητα δεν γνωρίζει αν υπήρξε κάποια διαβούλευση για το γκρίζο νερό.

Abstract

Water is undoubtedly an important factor for growth, hygiene and living. However, this source of life is now a species in deficiency, due to human activities that are constantly increasing, the amount of waste and waste resulting in its pollution and degradation. Biodegradable waste is decomposed by microorganisms or by natural processes and so their components are recycled. However, some wastes such as pesticides, chemical and nuclear waste, synthetic materials, remain inseparable with harmful effects on the environment. The uncontrolled disposal of urban waste water as well as industrial and agricultural waste to water resources leads to extensive pollution and so large quantities of water reserves become unsuitable for use.

Many efforts are being made to tackle pollution, and advanced technology such as biological purification, wetlands, specials and so on. Sewage treatment produces gray water that can be used for beneficial use. In this context, the purpose of this work is to explore the views of the workers at the Rhodes wastewater treatment plants on the contribution of these units to the prevention of water pollution as well as on the minimum quality requirements for the re-use of water in the context of Consultation of the European Union. The ultimate aim is to record in this field the relevant directives of the European Parliament and the legislation in force in Greece.

For research purposes, the methodology followed was empirical quantitative with a research tool, the questionnaire, which was distributed to a sample of 30 people. The results of the survey show that the majority of respondents know what the function and role of the biological treatment plants are and that it has helped to improve the recipient quickly. They say they know about the consequences if urban wastewater is fed without treatment to the sea.

As far as optimal operation is concerned, they argue that management, supply of maintenance materials, the legislative framework and of course the workers themselves are the main players to a large extent. Finally, many workers know about gray water and can be used for firefighting and green areas. What is impressive is that the overwhelming majority does not know whether there has been any consultation on gray water.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω για τη συμβολή τους στην περάτωση της παρούσας πτυχιακής, τους γονείς μου και τους καθηγητές την κυρία Κρυσταλλία Σηφακάκη και τον κύριο Τζαμπερή Μιχάλη οπού με την βοήθεια και καθοδήγει του κατάφερα να ολοκληρώσω την παρούσα πτυχιακή.

Εισαγωγή

Το νερό είναι μοναδικός φυσικός πόρος, τόσο διότι είναι απαραίτητο για την επιβίωση του ανθρώπου και των άλλων οργανισμών, όσο και σε μακροχρόνια κλίμακα, θεωρητικά η συνολική διαθέσιμη ποσότητα νερού σε κάθε περιοχή, είναι περίπου σταθερή. Στις παλαιότερες κοινωνίες η περιορισμένη ανθρώπινη δραστηριότητα δε δημιουργούσε διαταραχή στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού των συστημάτων, σε αντίθεση με την σημερινή κατάσταση όπου η αυξημένη παγκόσμια δραστηριότητα διαταράσσει αυτή την ισορροπία και επιφέρει πολύ σοβαρές συνέπειες. Τα τελευταία χρόνια, εκτός από την αυξημένη ποσότητα, παραγωγής υγρών αποβλήτων παρατηρείται και τοξικότητα στα λύματα τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανία. Αυτές οι ουσίες και οι παθογόνοι οργανισμοί που περιέχονται στα υγρά απόβλητα αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για το οικοσύστημα και την δημόσια υγεία.

Η ανάγκη προστασίας από τη ρύπανση και τη μόλυνση του περιβάλλοντος που προκαλεί η ανεξέλεγκτη διάθεση των λυμάτων στους φυσικούς αποδέκτες, επέβαλαν την ανάγκη εξεύρεσης τεχνολογιών για την αποτελεσματική επεξεργασία τους πριν αυτά καταλήξουν στο έδαφος ή στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα. Τα τελευταία 25 χρόνια γίνεται μεγάλη προσπάθεια για την κατασκευή μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων των αστικών περιοχών. Ο σχεδιασμός και η μελέτη μιας τέτοιας μονάδας είναι στενά συνδεδεμένα με τον φυσικό αποδέκτη (θάλασσα, λίμνη, ποτάμι, έδαφος) της περιοχής που παραλαμβάνει την τελική εκροή από την επεξεργασία. Αυτό σημαίνει ότι ανάλογο με το είδος του φυσικού αποδέκτη και την ποιοτική κατάστασή του θα είναι και το είδος και η ποιότητα της επεξεργασίας.

Η ακολουθούμενη διαδικασία επεξεργασίας πολλές φορές εξαρτάται από το ύψος των κονδυλίων για την κατασκευή αυτών των μονάδων. Κατά αυτό τον τρόπο κατασκευάζονται εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας, τριτοβάθμιας, και τα τελευταία χρόνια, τεταρτοβάθμιας επεξεργασίας. Είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι για το σχεδιασμό της εγκατάστασης η τελική διάθεση είναι καθοριστική από άποψη κόστους λειτουργίας και λαμβάνεται υπόψη εάν υπάρχει η ικανότητα αυτοκαθαρισμού του φυσικού αποδέκτη, οπότε μπορεί να βοηθήσει σε σημαντικό βαθμό στην ελάττωση του κόστους επεξεργασίας. Η κατανόηση της λειτουργίας τους είτε δευτεροβάθμιας είτε τριτοβάθμιας καθίζησης, απαιτούν γνώσεις χημείας, βιολογίας.

Στην εργασία αυτή γίνεται μία γενική αναφορά στην ποιότητα και ρύπανση των υδατικών πόρων και παρουσιάζεται μία σύντομη ανασκόπηση της εξέλιξης των προβλημάτων ρύπανσης. Μέσω της έρευνάς μας θα επιχειρήσουμε να καλύψουμε τα ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με το

μείζον θέμα της ρύπανσης του νερού και να προτείνουμε τρόπους με τους οποίους θα μπορέσουμε να μειώσουμε ως ένα βαθμό τις καταστροφικές της συνέπειες.

Επίσης στην εργασία, αναφέρονται οι πηγές ρύπανσης και οι διαδικασίες ρύπανσης των υπόγειων νερών και συζητούνται τα προβλήματα που υπάρχουν στους υδατικούς πόρους. Στη συνέχεια αναλύονται και παρουσιάζονται τα στάδια επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων καθώς και οι αειφορικές χρήσεις του ανακτημένου νερού. Και τέλος θα δείξουμε ιδιαίτερη ευαισθησία στο ελληνικό πρόβλημα της ρύπανσης των υδάτων, καθώς και το πώς η χώρα μας επηρεάζει τον υπόλοιπο κόσμο με τις αποφάσεις των κυβερνήσεων που είναι σχετικές με το ζήτημα. Θα παρουσιάσουμε σημαντικά νομοθετικά στοιχεία μέσα από τα οποία η χώρα μας προσπαθεί να επιλύσει το πρόβλημα, αλλά και οι δυσκολίες που παρουσιάζονται στην πράξη των νομοθετικών θεσμών.

Σκοπός λοιπόν αυτής της εργασίας είναι η διερεύνηση των απόψεων των εργαζομένων στις μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων της Ρόδου σχετικά με τη συμβολή των μονάδων αυτών στην αποτροπή της ρύπανσης των υδάτων, καθώς και με τις ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας για την επαναχρησιμοποίηση νερού στο πλαίσιο της διαβούλευσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Απώτερος στόχος είναι να καταγραφούν σε αυτό το πεδίο οι σχετικές οδηγίες του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και οι ισχύουσες νομοθεσίες στην Ελλάδα.

Από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων προκύπτει ότι ένα μεγάλο ποσοστό από την πλειοψηφία των ανθρώπων που απάντησαν στο σχετικό ερωτηματολόγιο, δείχνει ότι δεν διαφοροποιούνται τόσο οι γνώσεις των εργαζομένων ανάλογα με την ειδικότητα τους, εφόσον σε πλειονότητα οι εργαζόμενοι γνωρίζουν πως τα αστικά λύματα ρυπαίνουν τον υδροφόρο ορίζοντα και διαταράσσεται η θαλάσσια βιοποικιλότητα. Μεν όμως μερικοί είναι αυτοί που γνωρίζουν από που προέρχεται ή ποιές είναι οι πηγές ρύπανσης των υδάτων πόσο μάλλον οι γνώσεις τους κυμαίνονται από λίγες έως αρκετές.

Παρακάτω βλέπουμε πως αρκετοί έως πολλοί εργαζόμενοι γνωρίζουν ποια είναι η λειτουργία και ο ρόλος των εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού (BIO/KA) και πως με την χρήση του έχουμε γρήγορη βελτίωση. Επίσης βλέπουμε πως ένα μεγάλο ποσοστό αυτών των εργαζομένων γνωρίζουν τι επιπτώσεις θα υπάρξουν εάν τα αστικά λύματα διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία πρώτα. Φυσικά όμως για την βέλτιστη λειτουργία του BIO/KA η διοίκηση, η προμήθεια υλικών συντήρησης, τα νομοθετικά πλαίσια και φυσικά οι ίδιοι οι εργαζόμενοι αποτελούν ως κύριοι παράγοντες σε μεγάλο βαθμό. Τέλος, αρκετοί εργαζόμενοι γνωρίζουν για το γκρίζο νερό και πως θα ήταν ποιο ωφέλιμη η χρήση του για πυρόσβεση και χώρους πρασίνου. Αυτό που κάνει εντύπωση είναι ότι κατά ένα τεράστιο ποσοστό δεν γνωρίζουν αν υπήρξε κάποια διαβούλευση για το γκρίζο νερό.

ΜΕΡΟΣ Α' ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 1

Ερευνητικό μέρος και μεθοδολογικός σχεδιασμός της

1.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση του μεθοδολογικού σχεδιασμού της έρευνας. Ο αναγνώστης μελετώντας αυτό το κεφάλαιο έχει την δυνατότητα να κατανοήσει καλύτερα την διαδικασία διεξαγωγής της έρευνας και τις συνθήκες στις οποίες πραγματοποιήθηκε. Αναλυτικότερα, αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνει την αναγκαιότητα και την πρωτοτυπία του υπό μελέτη ζητήματος, τους ερευνητικούς στόχους και τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας. Με βάση τα συγκεκριμένα ερευνητικά ζητήματα που προέκυψαν επιλέχθηκε το κατάλληλο ερευνητικό εργαλείο για την συλλογή και την ανάλυση δεδομένων. Στην συνέχεια, γίνεται περιγραφή της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα και του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε. Επίσης σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το δείγμα της έρευνας και η διαδικασία συγκέντρωσής των δεδομένων και τέλος, καταγράφεται η μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων και οι περιορισμοί που προέκυψαν από την διαδικασία εξαγωγής της έρευνας.

1.2 Αντικείμενο της έρευνας

Η έρευνα είναι μια διαδικασία που έχει στόχο να διερευνήσει με συστηματικό και εξακριβωμένο τρόπο μια σειρά υποθέσεων και να εντοπίσει πιθανές υπάρχουσες σχέσεις μεταξύ εξεταζόμενων φαινομένων. Η έρευνα πάντα ξεκινά με ένα ερώτημα και ολοκληρώνεται με την απάντηση του. Τα ταξινομικά κριτήρια μιας έρευνας γίνονται με βάση τον τρόπο άντλησης των δεδομένων την έρευνας (εμπειρική και βιβλιογραφική), με τα μέσα συλλογής δεδομένων (ερωτηματολόγιο, συνέντευξη, τεστ, παρατήρηση, κλίμακα κ.ά.), με τον αριθμό των ερευνητών (ατομική, συλλογική), με την ερευνητική προσέγγιση (ποιοτική, ποσοτική), με τον τρόπο ανάληψης της έρευνας (έρευνα με ανάθεση, με πρωτοβουλία), με τον τόπο διεξαγωγής της έρευνας (επιτόπια, εργαστηριακή), με τον τρόπο εξέτασης των υποκειμένων (ατομική, ομαδική εξέταση), με τον αριθμό των εξεταζόμενων υποκειμένων-αντικειμένων-γεγονότων (απογραφική, δημοσκοπική, δειγματοληπτική, μελέτη περιπτώσεων), με τον τρόπο αξιοποίησης την ερευνητικής γνώσης (βασική έρευνα, εφαρμοσμένη και έρευνα τεχνολογικής γνώσης) και με την ερευνητική στρατηγική (ιστορική, έρευνα-δράση, δημοσκοπική, εθνογραφική, μελέτη περίπτωσης κ.ά.)

Όσο αφορά την παρούσα έρευνα ως αντικείμενο μελέτης ήταν η βιβλιογραφική αναζήτηση σχετικά με το ανακτημένο νερό και τα νομοθετικά πλαίσια και ρυθμίσεις γύρω από αυτό, για την ρύπανση του νερού καθώς και τρόπους αντιμετώπισης του, και την αειφορική

χρήση αυτού. Έτσι η συγκεκριμένη έρευνα κατατάσσεται στον τύπο της διερευνητικής, καθώς ζητείται η καταγραφή των απόψεων των εργατών της Υπηρεσίας Βιολογικού Καθαρισμού - ΔΕΥΑ Ρόδου για το ανακτημένο νερό ή γκρίζο νερό και των γνώσεων τους σχετικά με την σύνδεση του με το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη.

1.3 Καθορισμός του ερευνητικού σκοπού

Στόχος της έρευνας αυτής είναι να διερευνηθεί και να μελετηθεί κατά πόσο οι εργάτες του βιολογικού γνωρίζουν για το ανακτημένο νερό και κατά πόσο γνωρίζουν για την σύνδεσή του με το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη. Είναι βασικό να μελετηθεί εάν και πόσο αντιλαμβάνονται τις σύγχρονες ανάγκες και απαιτήσεις ώστε να κινητοποιηθούν και να δράσουν αειφορικά. Επίσης, ως προς την επιστημονική πλευρά θεωρείται ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα η καταγραφή των γνώσεων και των απόψεων τους υπό την έρευνα για το γκρίζο νερό καθώς, η ρύπανση και οι πηγές προέλευσης της είναι ένα μείζον θέμα που καλούνται όλοι οι λαοί να αντιμετωπίσουν και να λάβουν δραστικά μέτρα.

1.4 Καθορισμός ερευνητικών ερωτημάτων

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν για την εργασία αυτή είναι:

- Γνωρίζουν οι εργαζόμενοι για την ρύπανση που προκαλούν τα λύματα;
- Γνωρίζουν οι εργαζόμενοι τον ρόλο λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού;
- Γνωρίζουν οι εργαζόμενοι την σημασία του γκρίζου νερού;
- Διαφοροποιούνται οι γνώσεις των εργαζομένων ανάλογα με την ειδικότητα τους;

1.5 Ερευνητική Στρατηγική

1.5.1 Η Δειγματοληπτική έρευνα

Σε κάθε έρευνα είναι δύσκολο έως ανέφικτο μεθοδολογικά να μελετηθεί η άποψη του κάθε άτομου είτε σχετικού είτε υποκειμένου σχετικά με το θέμα εξέτασης. Όμως το κάθε άτομο έχει τα δικά του ξεχωριστά κοινωνιολογικά χαρακτηριστικά όπου αντιστοιχούν σε κάποια κατηγορία και είναι απαραίτητο να συμπεριληφθούν στην έρευνα. Επομένως, όπως γίνεται αντιληπτό στην ερευνητική διαδικασία υπάρχει μερικότητα όπου ο κάθε ερευνητής καλείται να προβεί σε γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Η παρούσα έρευνα ανήκει στο είδος της εκπαιδευτικής έρευνας που ονομάζεται Δειγματοληπτική έρευνα. Η Δειγματοληπτική έρευνα είναι η πιο διαδεδομένη ίσως εμπειρική

έρευνα και η κεντρική της χρησιμότητα στηρίζεται στην σφυγμομέτρηση της κοινής γνώμης σε ζητήματα που ζητήματα που άπτονται το ενδιαφέρον τους (Κυριαζή, 2005). Γενικά είναι μια ερευνητική στρατηγική για την μελέτη του πραγματικού κόσμου που έχει ως κυρίαρχο στόχο την συλλογή δεδομένων από ένα δείγμα αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού και στην συνέχεια την εξαγωγή συμπερασμάτων αντιπροσωπευτικών για όλο τον πληθυσμό (Bell, 2005).

Ο βασικός κανόνας της επιστημονικής έρευνας είναι το δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού έτσι ώστε κάθε στοιχείο του πληθυσμού να έχει την ίδια πιθανότητα με τα υπόλοιπα να συμπεριληφθεί σε αυτό. Ο αντικειμενικός σκοπός μίας δειγματοληψίας είναι η εκτίμηση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων του αντίστοιχου πληθυσμού του δείγματος που επιλέχθηκε κατάλληλα.

Σύμφωνα με τον Bryman & Bell (2015) η διαδικασία της δειγματοληψίας ακολουθείται με συγκεκριμένα στάδια. Αναλυτικότερα, αρχικά υπάρχει ορισμός πληθυσμού, δηλαδή ένα σύνολο που περιλαμβάνει όλους όσους μπορούν να πάρουν τον ρόλο των ερωτώμενων και να συμμετάσχουν στην έρευνα. Στην συγκεκριμένη έρευνα ο πληθυσμός απαρτίζεται από τους εργαζόμενους της Υπηρεσίας Βιολογικού - ΔΕΥΑ του νησιού της Ρόδου όπου είναι τριάντα άτομα. Το επόμενο στάδιο είναι η επιλογή της Μεθόδου της Δειγματοληψίας όπου εξαρτάται από την επιλογή του ερευνητή. Στην συγκεκριμένη περίπτωση μοιράστηκε από ένα ερωτηματολόγιο σε όλους τους εργάτες της Υπηρεσίας Βιολογικού - ΔΕΥΑ της Ρόδου. Και τέλος ο καθορισμός του Μεγέθους Δείγματος όπου είναι και ένα κρίσιμο και σημαντικό σημείο σε κάθε έρευνα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση μοιράστηκαν 30 ερωτηματολόγια όσος και ο πληθυσμός και επιστράφηκαν τα 30.

1.5.2 Μέθοδος συλλογής δεδομένων

Η μεθοδολογία είναι βασική έννοια η οποία απεικονίζει την πορεία μιας έρευνας (Cohen, Manion & Morrison, 2008). Ο μεθοδολογικός σχεδιασμός περιγράφει τις αποφάσεις και τις ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιήσει ο ερευνητής σε κάθε στάδιο της έρευνας μεταξύ εναλλακτικών μεθόδων στατιστικής (Ρόντος, 2011).

Στην παρούσα έρευνα κρίθηκε ως καταλληλότερη μέθοδος για την συλλογή και την ανάλυση δεδομένων η χρήση της ποσοτικής μεθοδολογίας. Η ποσοτική έρευνα θεωρείται η πιο διαδεδομένη και ενδείκνυται για ζητήματα και πτυχές που επιδέχονται ποσοτικοποίησης. Το βασικό χαρακτηριστικό της ποσοτικής έρευνας είναι η μετατροπή των θεωρητικών εννοιών σε μετρήσιμες ιδιότητες που μπορούν να ταξινομηθούν (Κυριαζή, 2005).

Επομένως, στην ποσοτική μεθοδολογία ο ερευνητής χρησιμοποιεί τεχνικές που στοχεύουν στην εξαγωγή ποσοτικών συμπερασμάτων, τα οποία υπόκεινται σε αξιολογική

ουδετερότητα και να μπορούν να γενικευτούν (Ανδρεαδάκης & Βάμβουρας, 2011). Ένα ακόμη πλεονέκτημα της ποσοτικής μεθοδολογίας είναι η δυνατότητα υπέρβασης των ατομικών διαφοροποιήσεων και ο προσδιορισμός προτύπων και διαδικασιών με ομαδικά ή οργανωτικά χαρακτηριστικά (Robson, 2010). Τέλος, στην ποσοτική έρευνα ο ερευνητής προβαίνει σε μία εκ των υστέρων ερμηνεία των μεταβλητών που έθεσε στην προσπάθειά του να επεξηγήσει την κοινωνική πραγματικότητα (Ιωσηφίδης, 2008).

1.6 Σχεδιασμός του ερευνητικού εργαλείου της έρευνας

Η διεξαγωγή της έρευνας πραγματοποιήθηκε με την χρήση ερωτηματολογίου όπου περιελάμβανε ανοικτές και κλειστές ερωτήσεις και σε κάποιες από κλειστές ακολουθούσε επεξήγηση με ανοικτού τύπου ερώτηση. Ο λόγος επιλογής συνδυαστικού τύπου ερωτήσεων επιλέχτηκε καθώς με αυτόν τον τρόπο δίνεται οι δυνατότητα στον ερωτώμενο να εκφράσει ελεύθερα όσα πιστεύει έτσι ώστε και ο ερευνητής να έχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα ώστε να πραγματοποιηθεί η έρευνα καλύπτοντας όλες τις πτυχές χωρίς παραλήψεις.

Στο ερωτηματολόγιο υπήρξαν πέντε γενικού τύπου ερωτήσεις και εννιά ειδικές. Οι γενικές ερωτήσεις περιελάμβανε το φύλο, την ηλικία, την ειδικότητα, το πτυχίο, και σε τι βαθμό είναι ικανοποιημένη από τον χώρο εργασίας τους. Όλες αυτές οι γενικές ερωτήσεις τέθηκαν ώστε τα δεδομένα από τις αντίστοιχες απαντήσεις να χρησιμοποιηθούν με συσχέτιση με τις απόψεις που θα εκφράσουν. Όσο αφορά τις ειδικές υπήρχαν τέσσερις πενταβάθμιες κλίμακες likert με την επιλογή: Καθόλου - Λίγο - Μέτρια - Αρκετά - Πάρα πολύ.

Στην μία από τις ειδικές ζητήθηκε και σύντομη αιτιολόγηση της επιλογής τους. Οι ειδικές ερωτήσεις έχουν ως στόχο να διερευνήσουν κατά πόσο το ερευνητικό δείγμα γνωρίζει για το γκρίζο νερό, τους παράγοντες και σε τι βαθμό επηρεάζουν την ποιότητα λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού, την καλύτερη μέθοδο χρήσης του γκρίζου νερού, και γενικός τον ρόλο του σε σύνδεση με το περιβάλλον.

Έτσι αρχικά διερωτάται εάν ξέρουν τι ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα, στην συνέχεια, παραθέτονται μέσω δύο ερωτήσεων πενταβάθμιας κλίμακας likert να δηλώσουν πως αξιολογούν τις γνώσεις τους πάνω στους παράγοντες και σε τι βαθμό πιστεύουν ότι επηρεάζουν την ποιότητα του βιολογικού καθαρισμού, καθώς και τις γνώσεις τους σε μερικά θέματα όπως τον ρόλο των εγκαταστάσεων του βιολογικού καθαρισμού, από τι προέρχεται η ρύπανση των υδάτων κ.α..

Στην τέταρτη ερώτηση τους ζητείται να δηλώσουν τι πιστεύουν για την ρύπανση των παράκτιων περιοχών μας μετά από την λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού. Ακολουθούν ακόμα δύο όπου πρέπει να δηλώσουν τι πιστεύουν πως θα είναι οι επιπτώσεις για τα αστικά

λύματα άμα δεν επεξεργαστούν καθώς και πια είναι κατά την γνώμη του καθενός η καλύτερη μέθοδος χρήσης γκρίζου νερού. Αμέσως μετά υπάρχουν δύο ερωτήσεις πενταβάθμιας κλίμακας όπου δηλώνουν και αξιολογούν την υπευθυνότητα του καθενός καθώς και τις γνώσεις τους επάνω σε κάποια ζητήματα.

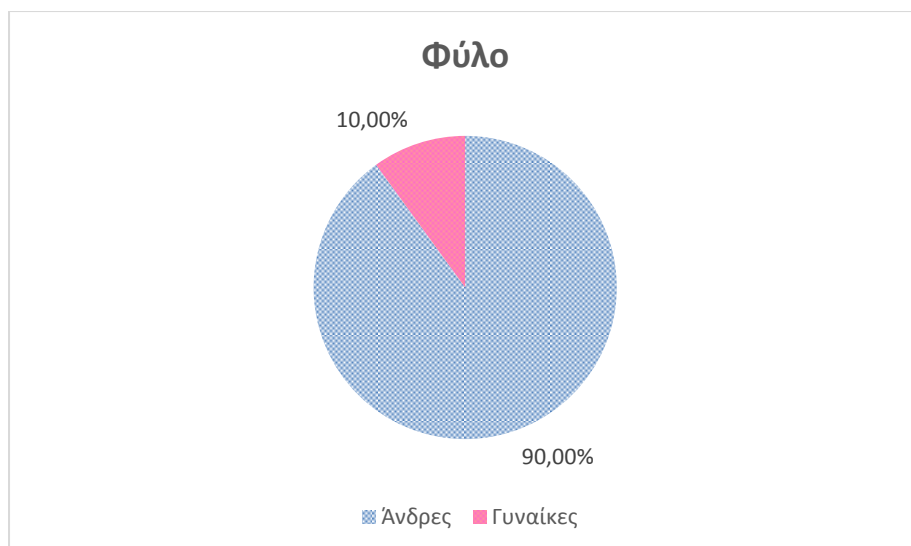
Τέλος όπως έχει αναφερθεί υπάρχει μία ανοιχτή ερώτηση όσο αναφορά για το αν γνωρίζουν αν υπήρξε κάποια διαβούλευση για το γκρίζο νερό και εάν επιθυμούν να αναγράψουν συνοπτικά τη αναφέρετε σε αυτό.

1.7 Περιγραφή του δείγματος

Όπως ήδη έχει προαναφερθεί οι εργαζόμενοι της Υπηρεσίας Βιολογικού - ΔΕΥΑ της Ρόδου αποτέλεσαν τον πληθυσμό αναφοράς της παρούσας έρευνας. Από την μελέτη του πίνακα 1 προκύπτει ότι σε μεγάλο ποσοστό υπερισχύουν οι άντρες με συχνότητα 27 (90%) ενώ οι γυναίκες ακολουθούν με συχνότητα 3 (10%). Η μεγάλη αυτή διαφορά ποσοστών ανάμεσα στα δύο φύλα ενδεχομένως να καθιστά προβληματικό τον στατιστικό έλεγχο μεταξύ των πιθανών διαφοροποιήσεων ανάμεσα τους μέσω της επαγωγικής στατιστικής.

Πίνακας 1: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος ως προς φύλο.

ΦΥΛΟ	N	%
Άνδρες	27	90,0
Γυναίκες	3	10,0
ΣΥΝΟΛΟ	30	100,0

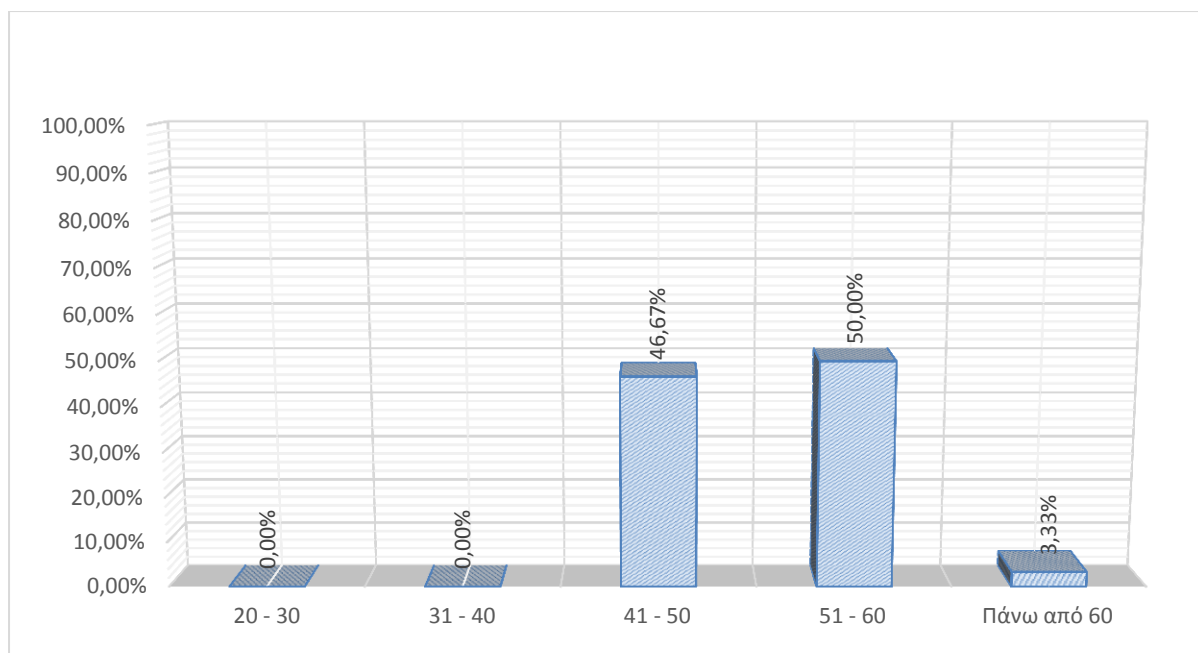


Διάγραμμα 1: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος ως προς φύλο.

Στον πίνακα 2 και διάγραμμα 2 εμφανίζονται οι ηλικίες του δείγματος. Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (50%) καταλαμβάνουν οι ηλικίες από 51-60, αμέσως μετά οι ηλικίες 41-50 με 46,67%, και τέλος με ποσοστό 3,3% είναι άνω των 60 χρονών.

Πίνακας 2: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος ως προς την ηλικία.

ΗΛΙΚΙΑ	ΑΝΔΡΕΣ		ΓΥΝΑΙΚΕΣ		ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%	N	%	N	%
20 - 30	0	0,0	0	0,0	0	0,0
31 - 40	0	0,0	0	0,0	0	0,0
41 - 50	11	36,7	3	10,0	14	46,7
51 - 60	15	50,0	0	0,0	15	50,0
Πάνω από 60	1	3,3	0	0,0	1	3,3
Δεν απάντησε	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	27	90,0	3	10,0	30	100,0

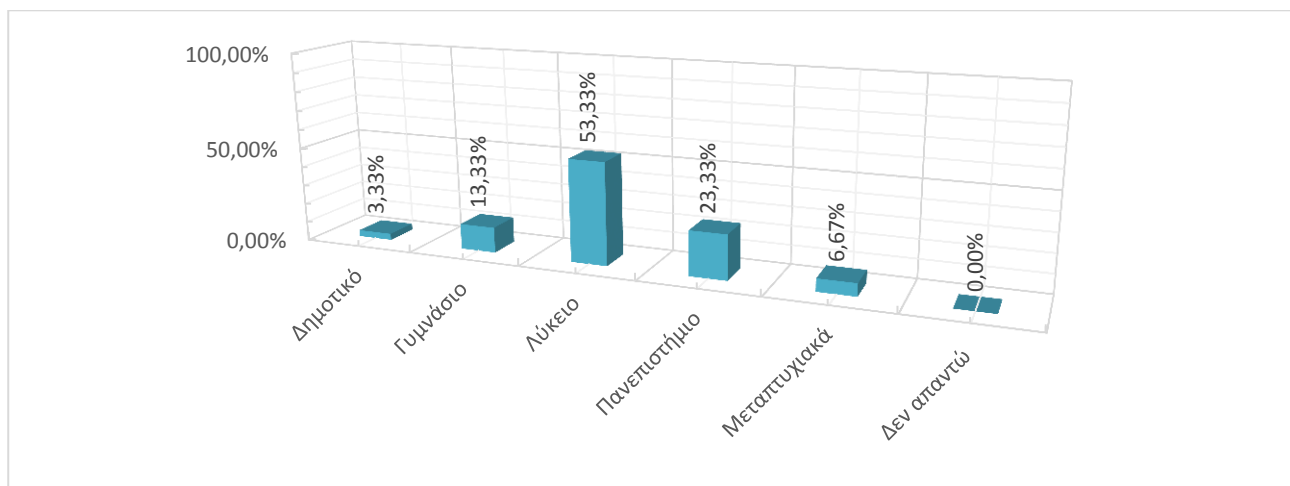


Διάγραμμα 2: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος ως προς την ηλικία.

Στο πίνακα 3 διάγραμμα 3 παρουσιάζονται οι ειδικότητες του δείγματος όπου το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι Απόφοιτοι Λυκείου με συχνότητα 17 (56,7%), στην συνέχεια ακολουθούν οι Απόφοιτοι Πανεπιστημίου όπου είναι 6 άτομα και καταλαμβάνουν ακριβώς το ποσοστό (20,0%). Ακολουθούν οι Απόφοιτοι του γυμνασίου όπου είναι 4 και οι Κάτοχοι Μεταπτυχιακού/Διδακτορικού Διπλώματος που είχαμε δυο άτομα και αντιστοιχούν σε 6,7% και τέλος έναν όπου είναι Απόφοιτος Δημοτικού 3,3% αντίστοιχα.

Πίνακας 3: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος.

ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%
Απόφοιτος Δημοτικού	1	3,3
Απόφοιτος Γυμνασίου	4	13,3
Απόφοιτος Λυκείου	17	56,7
Απόφοιτος Πανεπιστημίου	6	20,00
Κάτοχος Μεταπτυχιακού/Διδακτορικού Διπλώματος	2	6,7
Δεν απάντησε	0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	30	100,0



Διάγραμμα 3: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δείγματος.

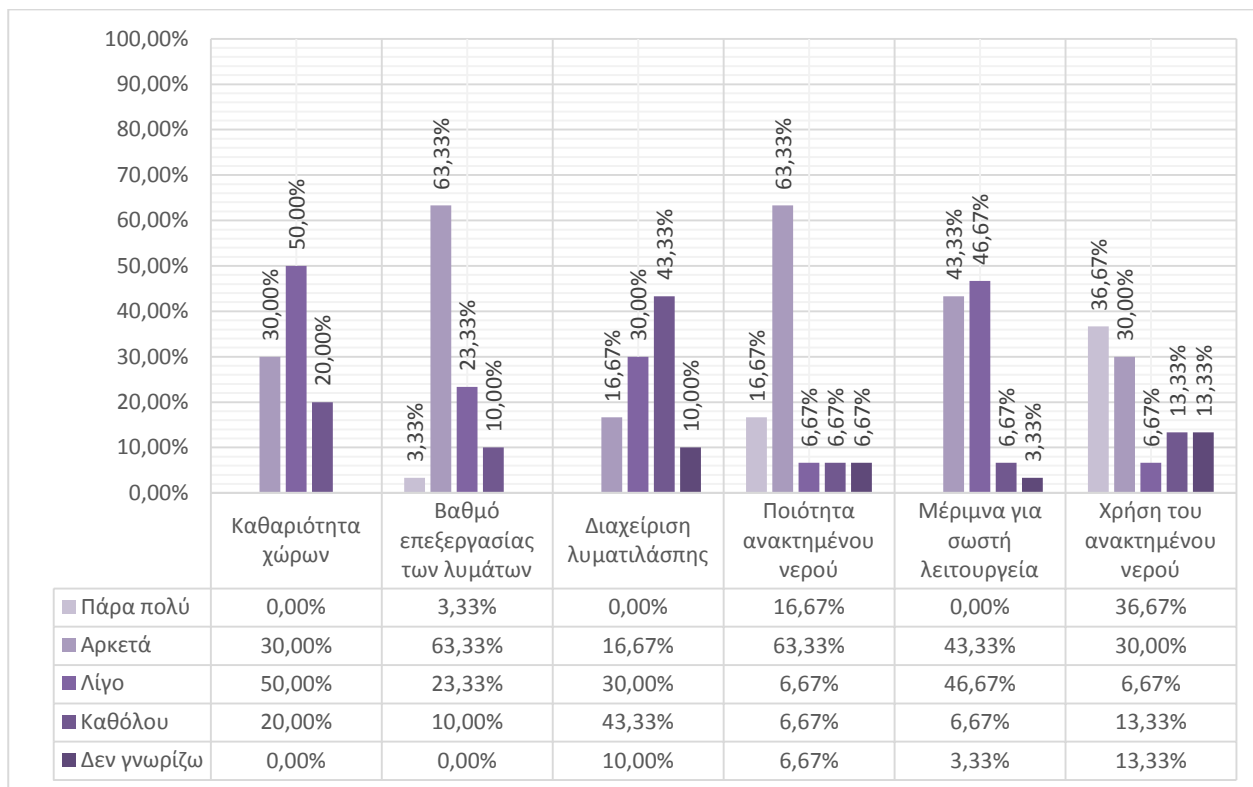
Πίνακας 4: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την ικανοποίηση των

Πηγές	Πάρα πολύ		Αρκετά		Λίγο		Καθόλου		Δεν γνωρίζω		ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Καθαριότητα χώρων	0	0,0	9	30,0	15	50,0	6	20,0	0	0,0	30	100,0
Βαθμό επεξεργασίας των λυμάτων	1	3,3	19	63,4	7	23,3	3	10,0	0	0,0	30	100,0
Διαχείριση λυματολάσπης	0	0,0	5	16,7	9	30,0	13	43,3	3	10,00	30	100,0
Ποιότητα ανακτημένου νερού	5	16,6	19	63,3	2	6,7	2	6,7	2	6,7	30	100,0
Μέριμνα για σωστή λειτουργία	0	0,0	13	43,3	14	46,7	2	6,7	1	3,3	30	100,0
Χρήση του ανακτημένου νερού	11	36,6	9	30	2	6,6	4	13,4	4	13,4	30	100,0

εργαζομένων στο χώρο εργασίας τους.

Σχετικά με τον πίνακα 4 και διάγραμμα 4 παρουσιάζεται ο βαθμός ικανοποίησης των εργαζομένων στο χώρο εργασίας τους όπου ένα μεγάλο πλήθος αυτών καταλαμβάνεται στο να είναι λίγο έως αρκετά ικανοποιημένη από τις συνθήκες στο χώρο εργασίας τους, όσο αναφορά το βαθμό επεξεργασίας των λυμάτων και την ποιότητα ανακτημένου νερού με ποσοστό 63,3%.

Στην συνέχεια ακολουθεί η καθαριότητα των χώρων με ποσοστό 50,0%, ακολουθώντας με ποσοστό 46,7% η μέριμνα για την σωστή λειτουργία. Και τέλος έχουμε την χρήση του ανακτημένου νερού με 33,3% και την διαχείριση λυματολάσπης με 30,0%



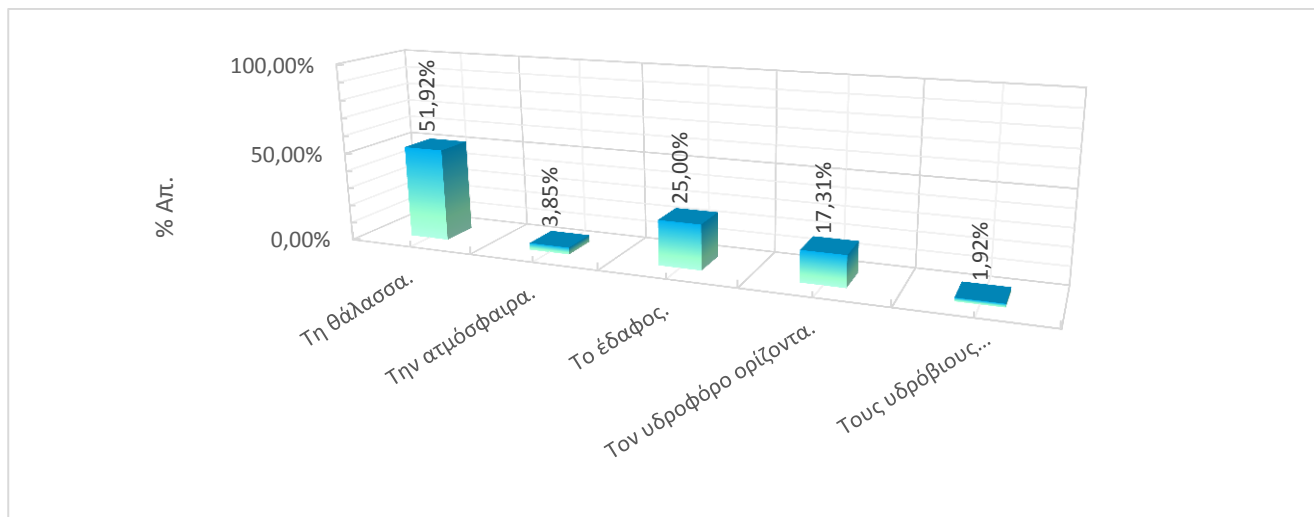
Διάγραμμα 4: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την ικανοποίηση των εργαζομένων στο χώρο εργασίας τους.

Ο πίνακα 5 εκφράζει τις γνώσεις του καθενός όσο αφορά το τι ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα με μεγάλο πληθυσμιακό ποσοστό απαντήσεων (53,2%) και ατόμων (83,3%) να απαντούν πως η θάλασσα ρυπαίνεται κυρίαρχα, στην συνέχεια το έδαφος με ποσοστό απαντήσεων (25,5%) και (40,0%) ατόμων αντίστοιχα.

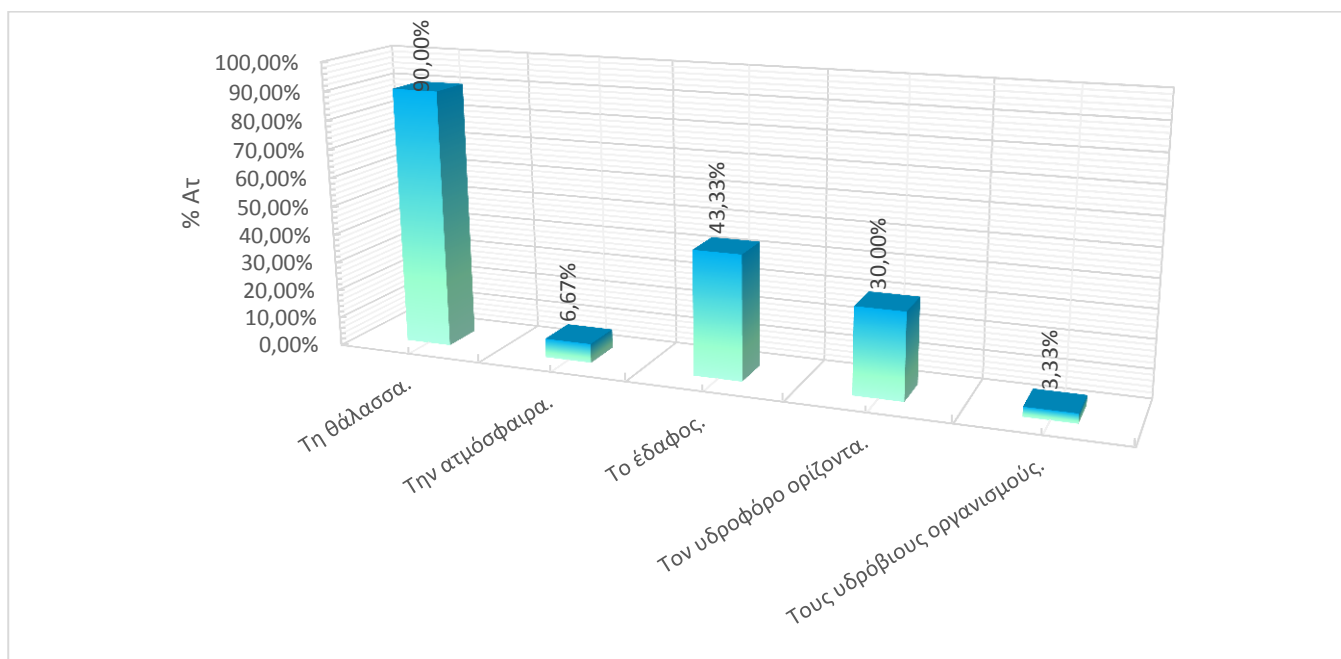
Πίνακας 5: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις τους ως προς τι ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα.

ΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΛΗΜΑΤΑ ΡΥΠΑΙΝΟΥΝ ΚΥΡΙΩΣ	ΣΥΝΟΛΟ		
	N	% Απ.	% Ατ.
Τη θάλασσα	27	51,92	90,00
Την ατμόσφαιρα	2	3,85	6,67
Το έδαφος	13	25,00	43,33
Τον υδροφόρο ορίζοντα	9	17,31	30,00
Τους υδρόβιους οργανισμούς	1	1,92	3,33
Άλλο	0	0,0	0,00
ΣΥΝΟΛΟ	52	100,0	173,33

Παρακάτω με 7 απαντήσεις για τον υδροφόρο ορίζοντα με ποσοστό (14,9%) απαντήσεων και (23,3%) αντίστοιχα για το ποσοστό των ατόμων. Και τέλος με τις λιγότερες απαντήσεις στην ατμόσφαιρα με συχνότητα 2 και τους υδρόβιους οργανισμούς με συχνότητα 1.



Διάγραμμα 5α: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις τους ως προς τι ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα (% Απ.).



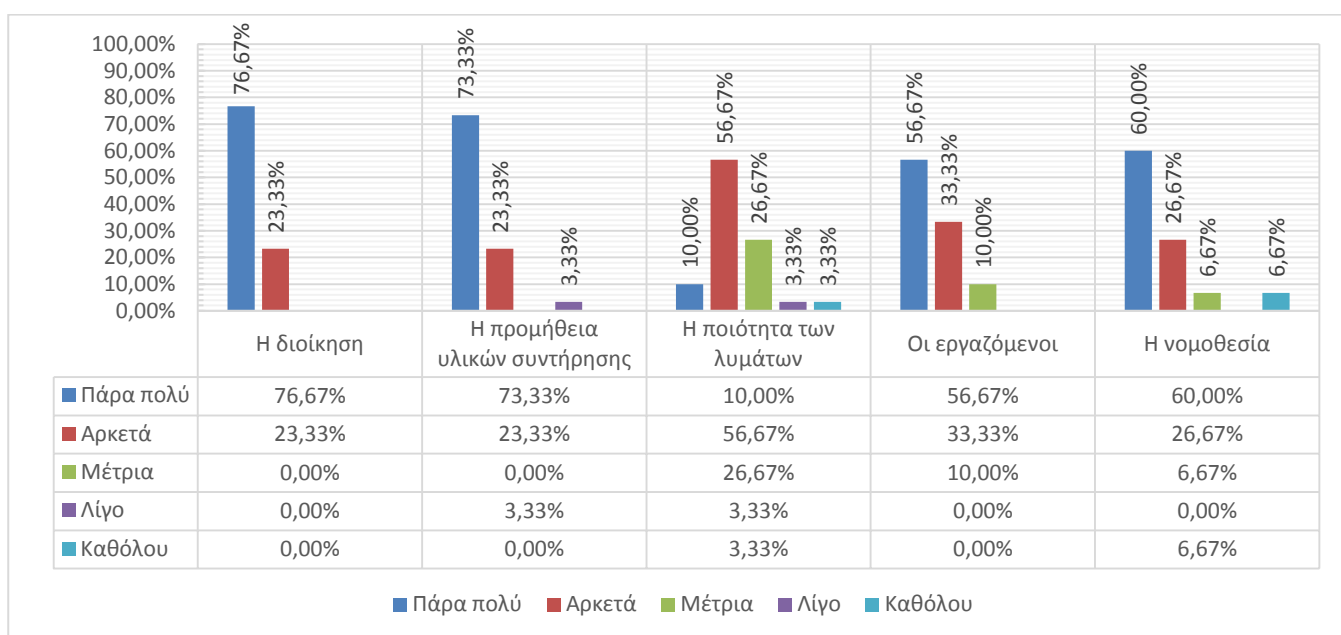
Διάγραμμα 5β: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις τους ως προς τι ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα (% Απ.).

Στο πίνακα 6 εμφανίζεται οι παράγοντες και σε τι βαθμό επηρεάζουν την ποιότητα λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού με μεγαλύτερο πληθυσμιακό ποσοστό ατόμων να απαντά αρκετά έως πάρα πολύ με αριθμό 22 ατόμων και ποσοστό (73,3%) να απαντούν πως η

διοίκηση είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα της λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού.

Πίνακας 6: Ποιοι παράγοντες και σε τι βαθμό επηρεάζουν την ποιότητα λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού

Πηγές	Πάρα πολύ		Αρκετά		Μέτρια		Λίγο		Καθόλου		ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Η διοίκηση	23	76,7	7	23,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	30	100,0
Η προμήθεια υλικών συντήρησης	22	73,4	7	23,3	0	0,0	1	3,3	0	0,0	30	100,0
Η ποιότητα των λυμάτων	3	10,0	17	56,7	8	26,7	1	3,3	1	3,3	30	100,0
Οι εργαζόμενοι	17	56,7	10	33,3	3	10,0	0	0,0	0	0,0	30	100,0
Η νομοθεσία	18	60,0	8	26,7	2	6,7	0	0,0	2	6,6	30	100,0
Άλλοι	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,00



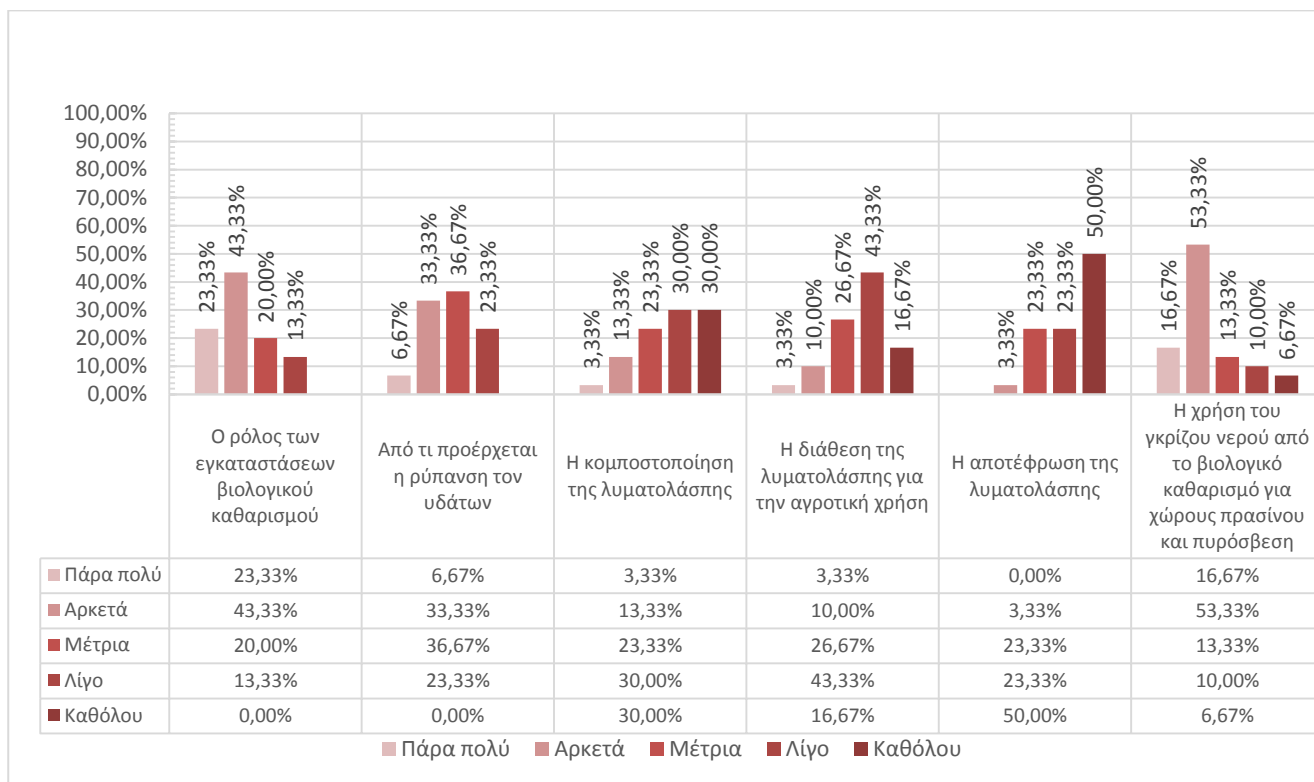
Διάγραμμα 6: Ποιοι παράγοντες και σε τι βαθμό επηρεάζουν την ποιότητα λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού.

Στην συνέχεια ακολουθεί η προμήθεια υλικών συντήρησης με συχνότητα 21 ατόμων και ποσοστό (70,0%), και τέλος με συχνότητα 17 και ποσοστό (56,7%) να απαντούν πως οφείλετε η ποιότητα των λυμάτων και αντίστοιχα να θεωρούν πως οι εργαζόμενοι και η νομοθεσία να οφείλετε πάρα πολύ στους παράγοντες που επηρεάζουν την λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού.

Ο πίνακας 7 αξιολογεί της γνώσεις του καθενός στα παρακάτω θέματα που τίθενται. Αρχικά για τον ρόλο των εγκαταστάσεων του βιολογικού καθαρισμού με συχνότητα 14 και ποσοστό (46,7%) αναφέρουν πως έχουν αρκετές γνώσεις για αυτό, στην συνέχεια οι γνώσεις τους κυμαίνονται από μέτριες έως αρκετές όσο αναφορά από τι προέρχεται η ρύπανση των υδάτων με αντίστοιχες συχνότητες 11 ατόμων και ποσοστό (36,7%) αντίστοιχα και στα δυο.

Θέματα	Πάρα πολύ		Αρκετά		Μέτρια		Λίγο		Καθόλου		ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Ο ρόλος των εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού	7	23,3	13	43,3	6	20,0	4	13,3	0	0,0	30	100,0
Από τι προέρχεται η ρύπανση των υδάτων	2	6,7	10	33,3	11	36,7	7	23,3	0	0,0	30	100,0
Η κομποστοποίηση της λυματολάσπης	1	3,3	4	13,3	7	23,3	9	30,0	9	30,0	30	100,0
Η διάθεση της λυματολάσπης για την αγροτική χρήση	1	3,3	3	10,0	8	26,7	13	43,3	5	16,7	30	100,0
Η αποτέφρωση της λυματολάσπης	0	0,0	1	3,3	7	23,3	7	23,3	15	50,0	30	100,0
Η χρήση του γκρίζου νερού από το βιολογικό καθαρισμό για χώρους πρασίνου και πυρόσβεση	5	16,7	16	53,3	4	13,3	3	10,0	2	6,7	30	100,0

Πίνακας 7: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις των εργαζομένων ως προς τα παρακάτω θέματα.



Διάγραμμα 7: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις των εργαζομένων ως προς τα παραπάνω θέματα.

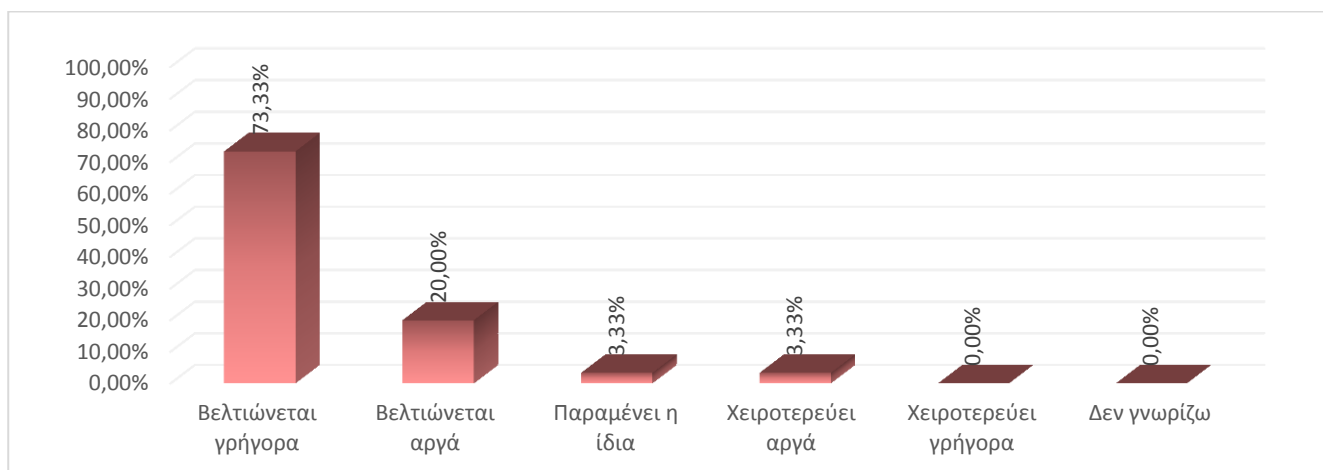
Αντίστοιχο σενάριο έχουμε με την κομποστοποίηση της λυματολάσπης να έχουν λίγες έως καθόλου γνώσεις για αυτό με συχνότητες 9 ατόμων τον καθένα και ποσοστό (30,0%) αντίστοιχα, όσο για την διάθεση της για αγροτική χρήση κυμαίνετε από λίγες έως μέτριες γνώσεις με ποσοστά (43,3%) και (30,0%).

Όσο για την αποτέφρωση της λυματολάσπης η μισή (50,0%) που απάντησαν το σχετικό ερωτηματολόγιο δεν έχουν καμία γνώση για αυτό. Και τέλος η χρήση του γκριζου νερού από το βιολογικό καθαρισμό για χώρους πρασίνου και πυρόσβεση κυμαίνονται από μέτριες με συχνότητα 7 και ποσοστό (23,3%) και αρκετές με συχνότητα 15 και ποσοστό (50,0%).

Στο πίνακα 8 εμφανίζονται το τι πιστεύουν πως συμβαίνει στην ρύπανση των παράκτιων περιοχών μας μετά από την λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού βελτιώνεται γρήγορα ή αργά ή το αντίθετο. Βάση του πίνακα με συχνότητα 22 και ποσοστό (73,3%) απάντησαν πως βελτιώνεται γρήγορα και με συχνότητα 6 και ποσοστό (20,0%) πως βελτιώνεται αργά.

Πίνακας 8: Απόψεις εργαζομένων για την ρύπανση των παράκτιων περιοχών μετά από λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού.

Πηγες	ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%
Βελτιώνεται γρήγορα	22	73,3
Βελτιώνεται αργά	6	20,0
Παραμένει η ίδια	1	3,3
Χειροτερεύει αργά	1	3,3
Χειροτερεύει γρήγορα	0	0,0
Δεν γνωρίζω	0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	30	100,0

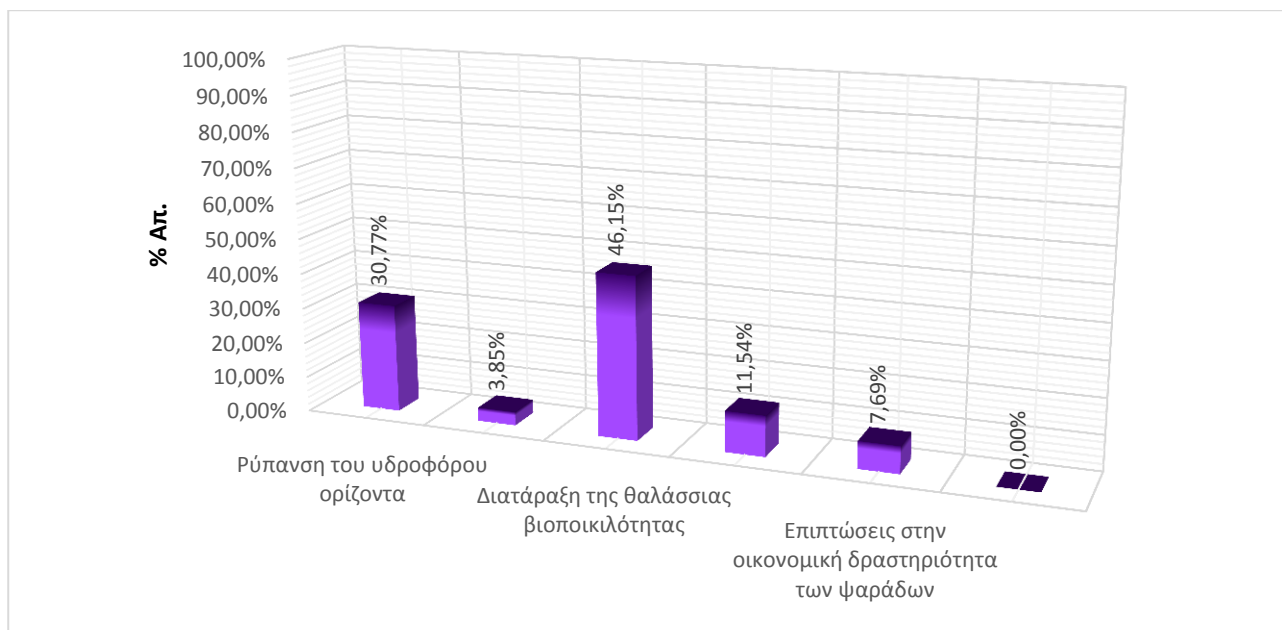


Διάγραμμα 8: Απόψεις εργαζομένων για την ρύπανση των παράκτιων περιοχών μετά από λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού.

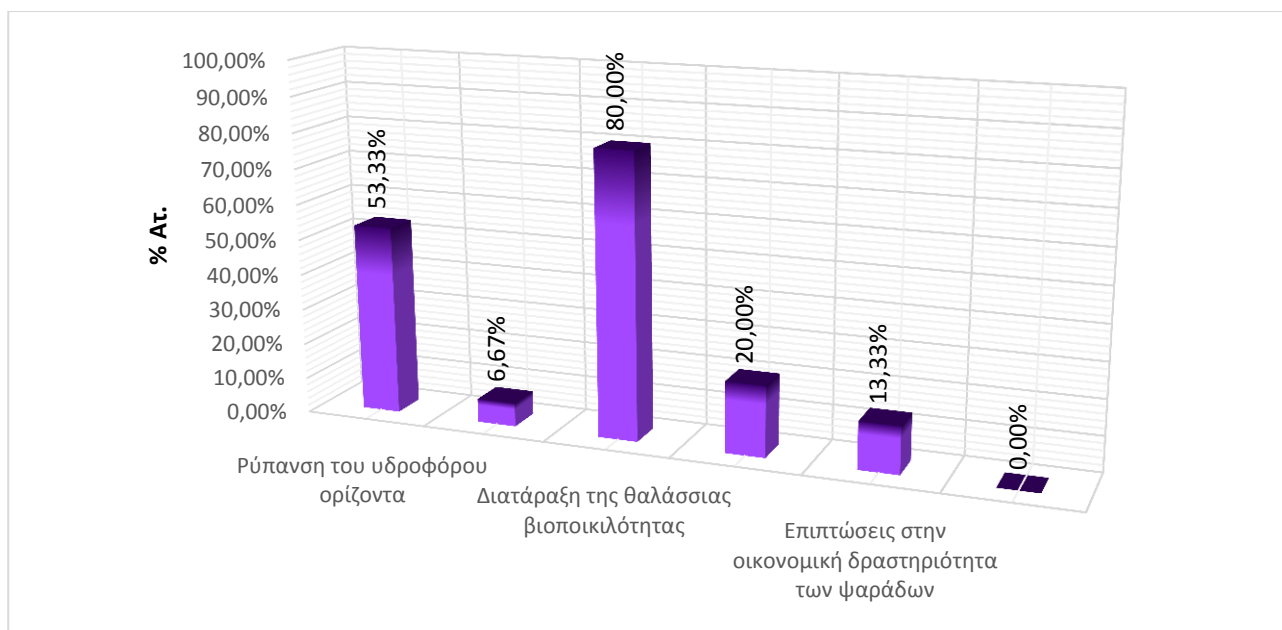
Σύμφωνα με τον πίνακα 9 στην περίπτωση που τα αστικά λύματα διοχετεύονται χωρίς επεξεργασία από το βιολογικό καθαρισμό στη θάλασσα προκύπτει ότι οι περισσότεροι με συχνότητα 24 και ποσοστό απαντήσεων (46,2%) και ατόμων(80,0%) θεώρησαν πως διαταράζεται η θαλάσσια βιοποικιλότητα, με ακόλουθο την ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα με συχνότητα 16 και ποσοστό απαντήσεων (30,8%) και ατόμων(53,3%).

Πίνακας 9: Απόψεις εργαζομένων για τις επιπτώσεις που μπορούν να προκληθούν εάν διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία από το βιο/κα στην θάλασσα τα αστικά λύματα

Πηγές	ΣΥΝΟΛΟ		
	N	% Απ.	% Ατ.
Ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα	16	30,8	53,33
Διάφορες επιδημίες	2	3,8	6,67
Διατάραξη της θαλάσσιας βιοποικιλότητας	24	46,2	80,00
Επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου από μολυσματικές ασθένειες	6	11,5	20,00
Επιπτώσεις στην οικονομική δραστηριότητα των ψαράδων	4	7,7	13,33
Άλλες	0	0,0	0,00
ΣΥΝΟΛΟ	52	100,0	173,33



Διάγραμμα 9α: Απόψεις εργαζομένων για τις επιπτώσεις που μπορούν να προκληθούν εάν διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία από το βιο/κα στην θάλασσα τα αστικά λύματα (%Απ.)



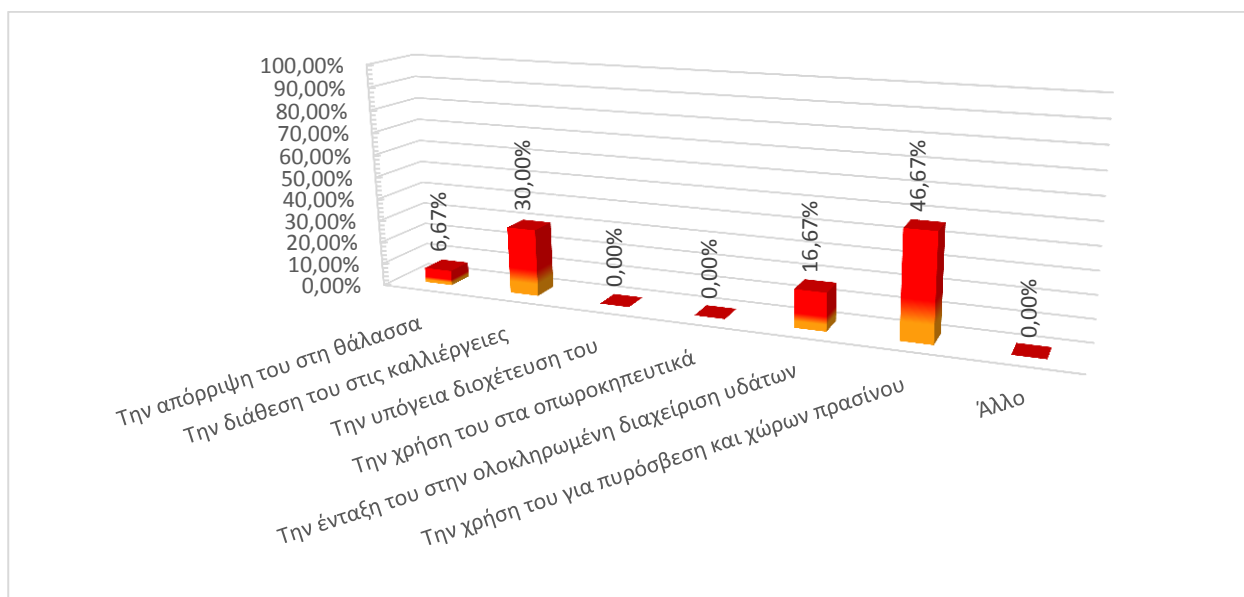
Διάγραμμα 9β: Απόψεις εργαζομένων για τις επιπτώσεις που μπορούν να προκληθούν εάν διοχετευτούν χωρίς επεξεργασία από το βιο/κα στην θάλασσα τα αστικά λύματα (%Ατ.)

Πίνακας 10: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις των εργαζομένων ως προς την καλύτερη μέθοδο χρήσης του γκρίζου νερού.

Πηγες	ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%
Την απόρριψη του στη θάλασσα	2	6,7
Την διάθεση του στις καλλιέργειες	9	30
Την υπόγεια διοχέτευση του	0	0,0
Την χρήση του στα οπωροκηπευτικά	0	0,0
Την ένταξη του στην ολοκληρωμένη διαχείριση υδάτων	5	16,6
Την χρήση του για πυρόσβεση και χώρων πρασίνου	14	46,7
Άλλο	0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ	30	100,0

Ακολουθημένος είναι ο πίνακας 10 και διάγραμμα 10 με την επιλογή της καλύτερης χρήσης του γκρίζου νερού με ποσό συχνοτήτων να είναι 19 και ποσοστό απαντήσεων (51,4%) και ατόμων (63,3%) να απαντά για την χρήση του για πυρόσβεση και χώρων πρασίνου και

στην συνέχεια με συχνότητα 10 και ποσοστό απαντήσεων (27,0%) και ατόμων (33,3%) να απαντά στην διάθεση του γκρίζου νερού στις καλλιέργειες.



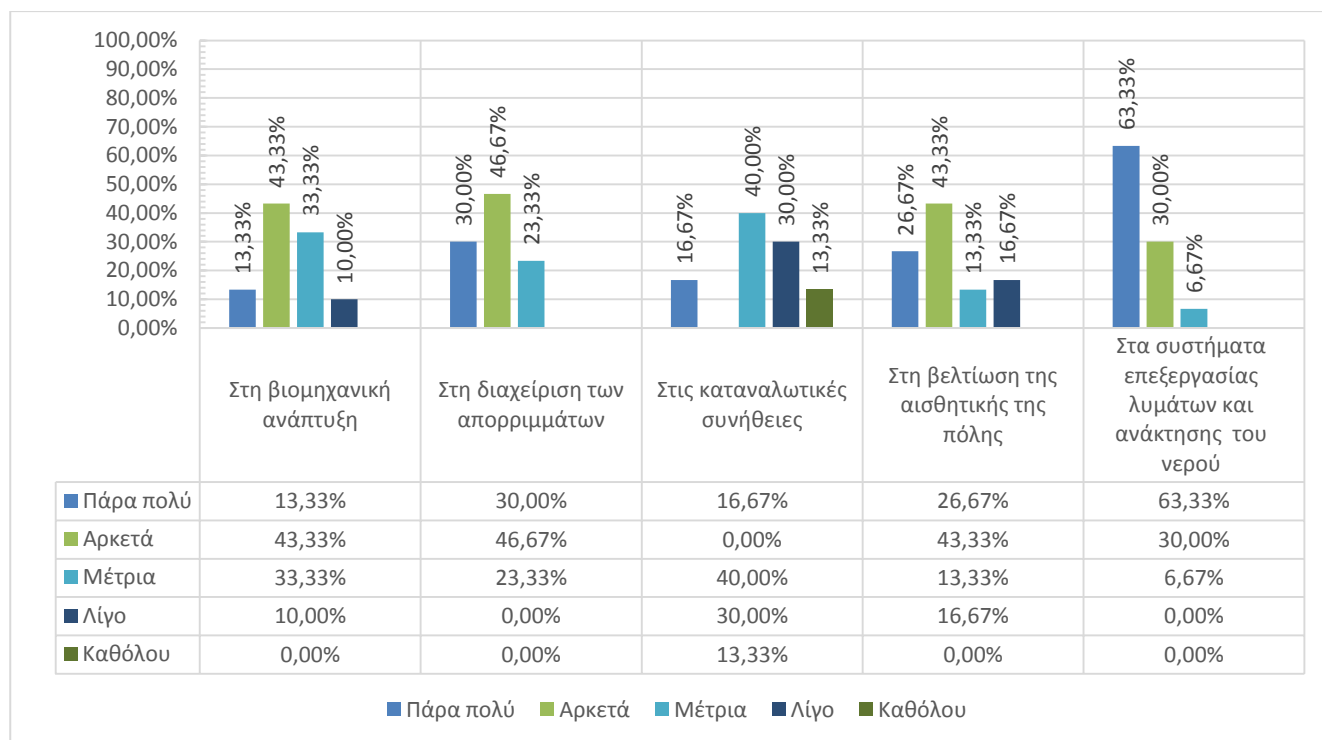
Διάγραμμα 10: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με τις γνώσεις των εργαζομένων ως προς την καλύτερη μέθοδο χρήσης του γκρίζου νερού.

Στον Πίνακα και Διάγραμμα 11 αναγράφονται θέματα για την προστασία του περιβάλλοντος τα οποία αν είχαν οι εργάτες την θέση του υπεύθυνου / υπεύθυνης κατά τι βαθμό θα επικέντρωναν την προσοχή τους.

Όπως φαίνεται στο πίνακα είναι φανερό πως αρκετοί θα επικέντρωναν την προσοχή τους και θα έδιναν μεγαλύτερο βάρος στην βιομηχανική ανάπτυξη (43,3%), στην διαχείριση των απορριμμάτων (50,0%), στη βελτίωση της αισθητικής της πόλης (46,7%) και τέλος κατά μεγάλη διαφορά στα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και ανάκτησης του νερού με ποσοστό 63,3%

Πίνακας 11: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την επικέντρωση τις προσοχής των εργαζομένων αν είχαν μια θέση υπεύθυνου για την προστασία του περιβάλλοντος.

Θέματα	Πάρα πολλές		Αρκετές		Μέτριες		Λίγες		Καθόλου		ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Στη βιομηχανική ανάπτυξη	4	13,3	13	43,4	10	33,3	3	10,0	0	0,0	30	100,0
Στη διαχείριση των απορριμμάτων	9	30,0	14	46,7	7	23,3	0	0,0	0	0,0	30	100,0
Στις καταναλωτικές συνήθειες	5	16,7	0	0,0	12	40,0	9	30,0	4	13,3	30	100,0
Στη βελτίωση της αισθητικής της πόλης	8	26,7	13	43,3	4	13,3	5	16,7	0	0,0	30	100,0
Στα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και ανάκτησης του νερού	19	63,3	9	30,0	2	6,7	0	0,0	0	0,0	30	100,0



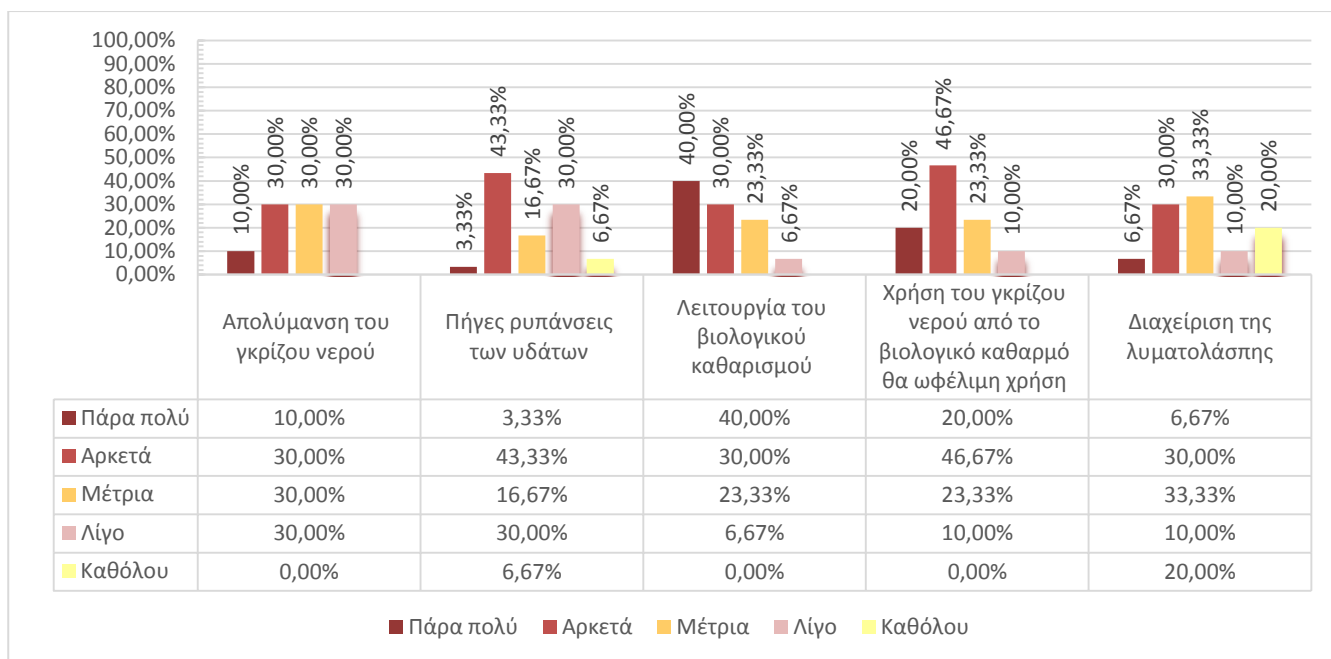
Διάγραμμα 11: Κατανομή συχνοτήτων και ποσοστών σχετικά με την επικέντρωση τις προσοχής των εργαζομένων αν είχαν μια θέση υπεύθυνου για την προστασία του περιβάλλοντος.

Στο πίνακα 12 γίνεται αξιολόγηση στις γνώσεις του καθενός για τα παρακάτω θέματα. Παρατηρείτε πως τα μεγαλύτερα ποσοστά απαντήσεων όσον αφορά τις γνώσεις τους για τα παρακάτω θέματα να κυμαίνονται από αρκετές έως λίγες. Για την απολύμανση του γκρίζου νερού, την διαχείριση της λυματολάσπης απάντησαν με συχνότητα 9 για το καθένα πως οι γνώσεις τους ήταν αρκετές με ποσοστό 30,0%.

Στην συνέχεια για την λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού για συχνότητα 12 απαντήσεων πως είχαν πάρα πολλές γνώσεις για αυτό το θέμα με ποσοστό 40,0%. Και τέλος όσο για τις πηγές ρυπάνσεις των υδάτων και την χρήση του γκρίζου νερού από το βιολογικό καθαρισμό θα ωφέλιμη χρήση αξιολογούνται οι γνώσεις τους ως αρκετές με συχνότητες 12 και 15 και ποσοστά 40,0% και 50,0%

Πίνακας 12: Αξιολόγηση την γνώσεων των εργαζομένων σε κάποια θέματα

Θέματα	Πάρα πολλές		Αρκετές		Μέτριες		Λίγες		Καθόλου		ΣΥΝΟΛΟ	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Απολύμανση του γκρίζου νερού	3	10,0	9	30,0	9	30,0	9	30,0	0	0,0	30	100,0
Πηγές ρυπάνσεις των υδάτων	1	3,3	13	43,3	5	16,7	9	30,0	2	6,7	30	100,0
Λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού	12	40,0	9	30,0	7	23,3	2	6,7	0	0,0	30	100,0
Χρήση του γκρίζου νερού από το βιολογικό καθαρισμό θα ωφέλιμη χρήση	6	20,0	14	46,7	7	23,3	3	10,0	0	0,0	30	100,0
Διαχείριση της λυματολάσπης	2	6,7	9	30,0	10	33,3	3	10,0	6	20,0	30	100,0

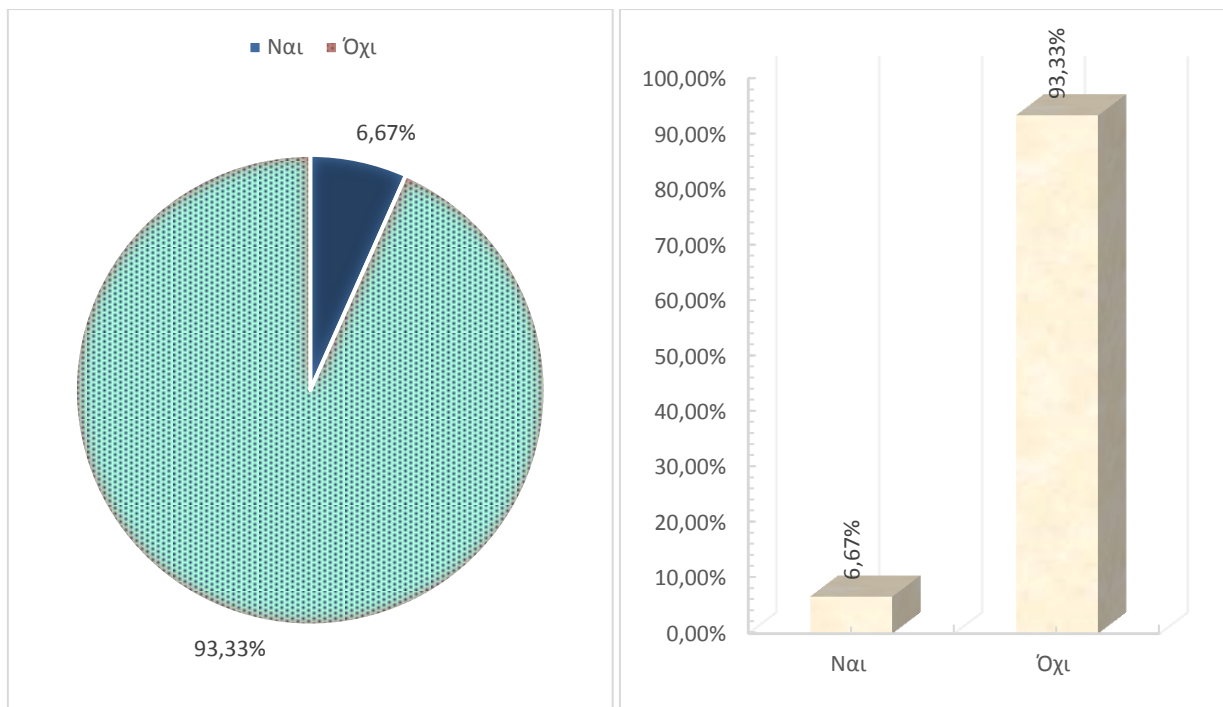


Διάγραμμα 12: Αξιολόγηση των γνώσεων των εργαζομένων σε κάποια θέματα

Τέλος στο πίνακα και διάγραμμα 13 σε μεγάλη πλειοψηφία για το αν γνωρίζουν για την ύπαρξη διαβούλευσης για το γκριζο νερό απάντησαν "όχι" με ποσοστό 93,33% και συχνότητα 28 και "ναι" με ποσοστό 6,67% και συχνότητα 2. Επίσης στο ερωτηματολόγιο αναφέρθηκε να δοθεί μια συνοπτική απάντηση στο τη αναγράφετε σε αυτήν την διαβούλευση αλλά δεν δόθηκε καμία απάντηση.

Πίνακας 13: Αξιολόγηση της ενημερότητας των εργαζομένων όσο αφορά την διαβούλευση για το γκριζο νερό.

Απαντήσεις	N	%
Ναι	2	6,67
Όχι	28	93,33
ΣΥΝΟΛΟ	30	100,0



Διάγραμμα 13: Αξιολόγηση της ενημερότητας των εργαζομένων όσο αφορά την διαβούλευση για το γκριζο νερό

1.8 Μέθοδος Στατιστικής Ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων

Μετά την συγκέντρωση των ερωτηματολογίων από τα ερευνητικά υποκείμενα που συνέθεσαν το δείγμα της έρευνας, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων. Σύμφωνα με τους Howard & Sharp (2001) στην ανάλυση συμπεριλαμβάνονται «τη δόμηση και οργάνωση των δεδομένων παραγωγής νέας γνώσης». Στο ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε εκτός από ερωτήσεις κλειστού τύπου υπήρχαν και ερωτήσεις ανοιχτού τύπου οι οποίες αρχικά καταγράφηκαν και στην συνέχεια ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες και ποσοτικοποιήθηκαν, έτσι ώστε να είναι εφικτή η επεξεργασία τους. Οι απαντήσεις κλειστού τύπου κωδικοποιήθηκαν και εισήχθησαν στο στατιστικό πρόγραμμα (Statistical Package for the Social Sciences). Η στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων διενεργήθηκε με το στατιστικό πακέτο S.P.S.S.

Οι ερευνητικές μεταβλητές ταξινομήθηκαν στις βασικές κατηγορίες των ονοματικών, ιεραρχικών και ποσοτικών μεταβλητών ανάλογα με το είδος των τιμών που λαμβάνουν.

Στην περιγραφική στατιστική εμφανίζονται οι μονομετάβλητοι και διμετάβλητοι πίνακες κατανομής συχνοτήτων για την περίπτωση των ονοματικών μεταβλητών, ενώ στις ιεραρχικές και ποσοτικές μεταβλητές υπάρχει και ο μέσος όρος ως μέτρο κεντρικής τάσης των

τιμών και η τυπική απόκλιση ως μέτρο διασποράς των τιμών, έτσι ώστε ο αναγνώστης να έχει μια πληρέστερη εικόνα των αποτελεσμάτων.

Για τον έλεγχο της συνάφειας ανάμεσα σε μια κατηγορική μεταβλητή με δυο κατηγορίες (π.χ. σχέση της μεταβλητής «φύλο[Άντρας/ Γυναίκα]» και μια ποιοτική μεταβλητή σε διαβαθμιστική κλίμακα ή με μία ποσοτική εφαρμόστηκε το t-test για ανεξάρτητα δείγματα. Αν ο έλεγχος της ομοιογένειας των διασπορών της ποιοτικής (που πραγματοποιήθηκε με το Levene's test) έδειχνε ανομοιογένεια των τυπικών αποκλίσεων, τότε καταφεύγαμε σε προσαρμοσμένη τιμή του t-test για άνισες διασπορές.

1.9 Περιορισμοί της έρευνας

Όταν αναφέρεται η έννοια περιορισμοί της έρευνας αφορά οτιδήποτε παρεμποδίζει την ελεύθερη δράση του ερευνητή και θέτει όρια στην έρευνα. Με βάση αυτό γίνεται αμέσως αντιληπτό ότι σε όλες οι έρευνες εμφανίζονται κάποιου είδους περιορισμοί ανεξαρτήτως εάν είναι καλά σχεδιασμένες και έχουν εκτελεστεί σωστά. Στην παρούσα έρευνα ένας σημαντικός περιορισμός που εμφανίζεται είναι ότι περιορίζεται στο νησί της Ρόδου και όχι σε ευρύτερη γεωγραφική έκταση λόγω του περιορισμένου χρόνου, υψηλού κόστους και περιορισμένων μέσων που διατίθενται σε αυτή την έρευνα. Μια παρόμοια μελέτη σε μεγαλύτερο πληθυσμό και σε ευρύτερη περιοχή θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον.

ΜΕΡΟΣ Β' ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ

Κεφάλαιο 2

Νομοθετικές ρυθμίσεις για το νερό

2.1 Καταγραφή των ευρωπαϊκών οδηγιών και η ενσωμάτωσή τους στην ελληνική νομοθεσία

2.1.1. Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Οδηγία 75/440/ΕΚ του Συμβουλίου της 16ης Ιουνίου 1975 περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτινων επιφανειών που προορίζονται για την παραγωγή ποσίμου ύδατος στα Κράτη Μέλη. Θεώρει απαραίτητο να ασκείται επίβλεψη στα επιφανειακά ύδατα που προορίζονται για παραγωγή πόσιμου νερού και διευκρινίζει ότι ο καθορισμός των ελάχιστων ποιοτικών απαιτήσεων για παραγωγή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης δεν αποκλείει τυχόν αυστηρότερους όρους για άλλους τρόπους χρήσης

Οδηγία 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976 περί ρυπάνσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας. Κύριος στόχος της παρούσας οδηγίας είναι να ληφθούν τα αναγκαία μέτρα για την απότρεψη εισαγόμενων ρυπογόνων ουσιών στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας από τα κράτη μέλη.

Απόφαση 77/795/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1977 περί καθιερώσεως κοινής διαδικασίας ανταλλαγής πληροφοριών για την ποιότητα των γλυκών επιφανειακών υδάτων της Κοινότητας. Με βάση αυτής της απόφασης, θεσπίζεται κοινή διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών όσον αφορά στην ποιότητα των γλυκών επιφανειακών υδάτων σε όλη την επικράτεια της Κοινότητας. Καθορίζονται οι διαδικασίες παροχής πληροφοριών μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οδηγία 79/869/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 9ης Οκτωβρίου 1979 περί των μεθόδων μετρήσεως και περί της συχνότητας των δειγματοληψιών και της ανάλυσεως των επιφανειακών υδάτων τα οποία προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος στα κράτη μέλη.

Προεικονίζει την υιοθέτηση κοινοτικής πολιτικής σχετικά με τη συχνότητα των δειγματοληψιών, την ανάλυση των παραμέτρων και τις μεθόδους μετρήσεως, καθώς η δυσαρμονία των διατάξεων που εφαρμόζονται από τα διάφορα κράτη μέλη, όσον αφορά στις μεθόδους μετρήσεως, τη συχνότητα των δειγματοληψιών και των αναλύσεων, ενδέχεται να δημιουργήσει άνισους όρους ανταγωνισμού.

Οδηγία 80/68/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 17ης Δεκεμβρίου 1979 περί προστασίας των υπογείων υδάτων από τη ρύπανση που προέρχεται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες.

Το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων εκτιμώντας ότι είναι υποχρεωμένη η δραστηριοποίηση στον τομέα της προστασίας των υπογείων υδάτων από τη ρύπανση και κυρίως από ορισμένες τοξικές και επικίνδυνες ουσίες που εισρέουν σε αυτά, κρίνεται αναγκαίο το πρόβλημα αυτό να προσεγγιστεί συνδυαστικά μεταξύ των νομοθεσιών, με ορισμένες ειδικές διατάξεις και δράσεις της Κοινότητας στον τομέα της προστασίας του περιβάλλοντος. Σε αυτό το σκέλος, αντικατοπτρίζονται σε δυο κατάλογους με στόχο τη πρόληψη της ρυπάνσεως από ουσίες που ανήκουν στις οικογένειες και ομάδες ουσιών, βάση της παρούσας νομοθεσίας.

Οδηγία 80/778/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15ης Ιουλίου 1980 περί της ποιότητας του πόσιμου νερού. Σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι η ανάγκη θέσπισης ενιαίων κανονιστικών διατάξεων ποιότητας που πρέπει να πληροί το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, με εφαρμογή σε τοξικές ουσίες και βλαβερούς για την υγεία μικροοργανισμούς που υπάρχουν στο νερό.

Οδηγία 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21 Μαΐου 1991 για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων. Το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων εκτιμώντας ότι η ρύπανση που οφείλεται σε ανεπαρκή επεξεργασία των λυμάτων σε ένα κράτος μέλος συχνά επηρεάζει τα ύδατα άλλων κρατών μελών, ορίζει ότι η διοχέτευση βιομηχανικών αποβλήτων στα δίκτυα αποχέτευσης, καθώς και η διάθεση λυμάτων και ιλύος, πρέπει να ρυθμίζονται από γενικές διατάξεις και κανόνες. Πρέπει να ενθαρρύνεται η ανακύκλωση της λυματολάσπης και η διάθεσή της να παρακολουθείται ώστε να διασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος από τις αρνητικές επιδράσεις.

Οδηγία 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996 σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης στη βιομηχανία. Για την έκδοση της εν λόγω οδηγίας εκτιμήθηκαν οι στόχοι και οι αρχές της κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής που αποσκοπούν στην πρόληψη, τη μείωση και, κατά το εφικτό, στην εξάλειψη της ρύπανσης, καθώς και στην εξασφάλιση συνετής διαχείρισης των φυσικών πόρων. Ο στόχος μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης στην προστασία του περιβάλλοντος συνδέεται άρρηκτα με την πρόληψη της ρύπανσης, καθώς και την αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων.

Οδηγία 97/11/ΕΚ του Συμβουλίου της 3ης Μαρτίου 1997 περί τροποποίησης της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον. Οι οδηγίες αυτές αφορούν στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από έργα, εγκαταστάσεις και επεμβάσεις που αφορούν στην εκμετάλλευση φυσικών πόρων.

Οδηγία 98/83/EK του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβαίνει στη θέσπιση της παρούσας οδηγίας εκτιμώντας ότι είναι επιβεβλημένη η προσαρμογή της οδηγίας 80/778/ΕΟΚ στην επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο, ώστε να τηρηθούν βασικές ποιοτικές και υγειονομικές παράμετροι, να διατηρηθεί και να προωθηθεί η αειφόρος χρήση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και να θεσπιστούν κανόνες για την ποιότητά του με στόχο τη διαφύλαξη της δημόσιας υγείας και της επαρκούς ποσότητας καθαρών επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Οδηγία 2000/60/EK για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων. Η Οδηγία 2000/60/EK θεσπίστηκε με γνώμονα -μεταξύ άλλων- ότι το νερό δεν μπορεί να θεωρηθεί εμπορικό προϊόν, αλλά αποτελεί κληρονομιά που χρήζει προστασίας και κατάλληλης μεταχείρισης και ότι υπάρχει η ανάγκη για δράση για να αποφευχθεί η μακροπρόθεσμη επιδείνωση της ποιότητας και της ποσότητάς του. Οι στόχοι που τίθενται σε αυτή τη κατεύθυνση είναι η προστασία και η βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων και των εξαρτώμενων χερσαίων οικοσυστημάτων και υδροτόπων, η βιώσιμη χρήση και μακροπρόθεσμη προστασία των υδατικών πόρων με μέτρα για τη μείωση και τη σταδιακή εξάλειψη εισροής επικίνδυνων ουσιών στους αποδέκτες, η διασφάλιση της προοδευτικής μείωσης της ρύπανσης και αποτροπή της περαιτέρω μόλυνσής τους.

Οδηγία 2006/118/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 2006, σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση. Η παρούσα οδηγία, η οποία λειτουργεί συμπληρωματικά με την Οδηγία 2000/60/EK, εξετάζει με ολιστικό τρόπο το ζήτημα της προστασίας και διαχείρισης των υπόγειων υδάτων. Τίθενται ειδικά μέτρα για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης και κριτήρια για την αξιολόγηση της καλής χημικής κατάστασης, η οποία περιλαμβάνει τα ποιοτικά πρότυπα των υπόγειων υδάτων και τις ανώτερες αποδεκτές τιμές που ορίζονται από τα κράτη μέλη για τους ρύπους.

Οδηγία 2008/56/EK του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 17ης Ιουνίου 2008 περί πλαισίου κοινοτικής δράσης στο πεδίο της πολιτικής για το θαλάσσιο περιβάλλον (οδηγία πλαίσιο για τη θαλάσσια στρατηγική). Το Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εκτιμώντας μεταξύ άλλων ότι το θαλάσσιο περιβάλλον αποτελεί πολύτιμη κληρονομιά, του οποίου η πολυμορφία, η δυναμική και το οικοσύστημα πρέπει να προστατεύονται ώστε να εξασφαλίζεται η καθαρότητα, η υγεία και η παραγωγικότητα, κρίνει ότι απαιτείται διαφάνεια και κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο που θα συμβάλλει στη συνοχή μεταξύ των διαφόρων πολιτικών και θα προωθεί την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων σε άλλες πολιτικές.

ΤΕΙ Κρήτη

Τμήμα Μηχανολογίας

Σε αυτό το πλαίσιο, αναμένεται η οδηγία αυτή να αποτελέσει τον περιβαλλοντικό πυλώνα της μελλοντικής Θαλάσσιας Πολιτικής της ΕΕ. Στην εφαρμογή στρατηγικής κάθε κράτος μέλος αναπτύσσει για συγκεκριμένη περιοχή ή υποπεριοχή, θαλάσσια στρατηγική των υδάτων του σύμφωνα με το αναγραφόμενο σχέδιο δράσης.

Οδηγία 2008/105/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2008 σχετικά με Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος στον τομέα της πολιτικής των υδάτων καθώς και σχετικά με την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 82/176/ΕΟΚ, 83/513/ΕΟΚ, 84/156/ΕΟΚ, 84/491/ΕΟΚ, 86/280/ΕΟΚ και την τροποποίηση της οδηγίας 2000/60/ΕΚ. Στην παρούσα οδηγία καθίζονται τα πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος για ουσίες προτεραιότητας, με στόχο την επίτευξη καλής χημικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων και αποτελεί συμπλήρωση της οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

2.1.2 Εθνική νομοθεσία

*ΥΔ ΕΙβ 221/65 (ΦΕΚ 138Β'/14-02-1965): Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων. Η υγειονομική αυτή διάταξη, η οποία εκδίδεται από τους υπουργούς εσωτερικών και υγιεινής προσδιορίζει πρωτίστως τους ορισμούς για τις έννοιες *λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, επεξεργασία και συστήματα διάθεσης*, τόσο δημόσια όσο και ιδιωτικά. Τίθενται οι όροι και οι προϋποθέσεις για τη διάθεση των αστικών λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος και στα επιφανειακά ύδατα, ώστε να εξασφαλίζεται η δημόσια υγεία και να αποφεύγεται η μόλυνση, η ενόχληση, καθώς και οι αντιαισθητικές καταστάσεις. Καταγράφονται τα όρια και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιφανειακών υδάτων ανάλογα με τη χρήση τους καθώς και οι όροι για τη διάθεση υγρών αποβλήτων στο έδαφος*

Ν. 743/1977 (ΦΕΚ 319Α'/17-10-77): Περί προστασίας του θαλασσίου περιβάλλοντος και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων. Οι ρυθμίσεις του παρόντος νόμου αφορούν στη ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από διυλιστήρια πετρελαιοειδών, υγρά απόβλητα αποχετευτικών συστημάτων, γενικά, από πάσης φύσεως χερσαίες ή πλωτές εγκαταστάσεις, ειδικότερα των εγκαταστάσεων αστικών λυμάτων και των πλοίων, των δεξαμενοπλοίων.

Ν. 1650/86 (ΦΕΚ 160Α'/16-10-1986) για την προστασία του περιβάλλοντος. Έχοντας καθοριστεί με πράξη του Υπουργικού Συμβουλίου οι οριακές τιμές όλων των χαρακτηριστικών παραμέτρων ποιότητας νερού ή και στοιχείων υδάτινων οικοσυστημάτων, οι παράμετροι και η συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων των παραμέτρων αυτών, το χρονοδιάγραμμα για την επίτευξη των τιθεμένων στόχων και οποιαδήποτε άλλη λεπτομέρεια που αφορά στην ποιότητα των νερών, ορίζεται ότι η ρύθμιση όλων των παραπάνω θεμάτων μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος, τις επιθυμητές χρήσεις, τις χρήσεις γης της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο υδάτινος αποδέκτης καθώς και με βάση την επικινδυνότητα τυχόν ρύπανσης.

N. 1739/1987 (ΦΕΚ 201Α'/20.11.1987): Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις. Η παρούσα νομοθεσία εισάγει για πρώτη φορά στη ελληνική έννομη τάξη, τη διαχείριση υδάτινων πόρων με οριοθέτηση της χώρας σε 14 υδατικά διαμερίσματα. Τα έργα αξιοποίησης προγραμματίζονται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος νόμου και η εκτέλεσή τους επιτρέπεται εφόσον εντάσσεται ή εναρμονίζεται με τα προγράμματα ανάπτυξης των υδατικών πόρων. Με βάση τα συλλεγμένα στοιχεία, το Υπουργείο καθορίζει ανά χρήση τα κατώτατα και ανώτατα όρια των αναγκαίων ποσοτήτων και της κατάλληλης ποιότητας ώστε να εξασφαλίζεται η ορθολογική χρήση του νερού. Ορίζεται ότι η ύδρευση προηγείται από κάθε άλλη χρήση σε κάθε φυσικό και νομικό πρόσωπο και μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις για λόγους εξοικονόμησης μπορούν να επιβληθούν περιορισμοί στις αναγκαίες ποσότητες ανά χρήση νερού εάν σε υφιστάμενη ή νέα δραστηριότητα μπορεί να εφαρμοστεί η επαναχρησιμοποίηση του.

ΥΑ 46399/1352/1986: Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/293/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ. Σκοπός της υπουργικής απόφασης είναι η συμμόρφωση της εθνικής νομοθεσίας με τις διατάξεις των οδηγιών 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ και 79/369/ΕΟΚ, στο πλαίσιο της αποτελεσματικής προστασίας της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Στην παρούσα απόφαση προσδιορίζεται ότι ο συντονισμός όλων των λειτουργιών για την κατάρτιση και την υλοποίηση γενικών προγραμμάτων για «την πρόληψη, εντοπισμό και περιορισμό της ρύπανσης των νερών που προορίζονται για τις χρήσεις που αναφέρονται στην παρούσα Απόφαση» γίνεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. Για τα επιφανειακά ύδατα που προορίζονται για παραγωγή πόσιμου νερού, την άμεση αρμοδιότητα ελέγχων έχει το Υπουργείο Υγείας Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων σε συνεργασία με το Υπουργείο Εσωτερικών και Δημόσιας Τάξης, ή και το ΥΠΕΧΩΔΕ εφόσον πρόκειται για εταιρίες, οργανισμούς ή επιχειρήσεις Ύδρευσης-αποχέτευσης, που εποπτεύονται από αυτό. Στην υγειονομική αυτή διάταξη καθορίζονται οι ποινές και οι κυρώσεις για παραβάσεις της απόφασης με χρηματικά πρόστιμα ή και ποινή φυλάκισης.

ΚΥΑ ΟΙΚ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192Β'/14-3-1997): Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Με το νομοθετικό αυτό πλαίσιο επιχειρείται η εφαρμογή αναγκαίων μέτρων ώστε να διασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας από τις αρνητικές επιπτώσεις της διάθεσης αστικών και ορισμένων βιομηχανικών λυμάτων.

ΚΥΑ 19661/1982/1999 (ΦΕΚ 1811Β'/29-9-1999): Τροποποίηση της 5673/400/1997 Κοινής Υπουργικής Απόφασης «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων» (Β' 192) – Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για την διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθρο 5

(παρ. 1) της απόφασης αυτής. Η παρούσα απόφαση αφορά σε μέτρα και όρους για την επεξεργασία αστικών λυμάτων καθώς και σε κατάλογο ευαίσθητων περιοχών. Ως σκοπός ορίζεται η αποτελεσματικότερη προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα των περιοχών που προσδιορίζονται ως ευαίσθητες από απορρίψεις σε υδατικούς αποδέκτες των αστικών λυμάτων που διοχετεύονται σε σταθμούς επεξεργασίας. Ειδικότερα, χαρακτηρίζονται συγκεκριμένοι τελικοί και ενδιάμεσοι ευαίσθητοι αποδέκτες (λίμνες, ποτάμια, εκβολές ποταμών και παράκτια ύδατα).

ΚΥΑ ΟΙΚ 4859/726/2001 (ΦΕΚ 253Β'/9-3-2001): Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδατικού περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76/464/ΕΟΚ. Με την παρούσα απόφαση επιδιώκεται ο καθορισμός των οριακών τιμών των επικινδύνων ουσιών που εμπεριέχονται στα υγρά απόβλητα ώστε να προστατεύεται αποτελεσματικά η υγεία και το περιβάλλον. Οι οριακές τιμές, οι οποίες παρατίθενται στο παράρτημα, εφαρμόζονται υποχρεωτικά και συνιστούν μέρος του Εθνικού Προγράμματος για τη μείωση της ρύπανσης των υδάτων από επικίνδυνες ουσίες. Κατά τη διαδικασία καθορισμού των ειδικών οριακών τιμών λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα ώστε να αποφευχθεί η είσοδος ουσιών σε άλλο φυσικό αποδέκτη.

ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892Β'/11-7-01): Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998. Η παρούσα υπουργική απόφαση έχει ως σκοπό την εναρμόνιση της εθνικής νομοθεσίας με τις διατάξεις της οδηγίας 98/83/ΕΚ και τη λήψη μέτρων προστασίας των πηγών υδροληψίας για παραγωγή πόσιμου νερού. Καθορίζονται ως συναρμόδιες αρχές για την εφαρμογή των διατάξεων οι υπηρεσίες υγείας των νομαρχιακών αυτοδιοικήσεων, οι διευθύνσεις υγείας και πρόνοιας των περιφερειών, το υπουργείο υγείας και πρόνοιας και οι υπηρεσίες του ΕΦΕΤ. Οι αρμόδιες αυτές αρχές υποχρεούνται να πραγματοποιούν τακτικούς ελέγχους ποιότητας, με σκοπό να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του παρεχόμενου προς κατανάλωση νερού και συνεπώς η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος.

Ν. 3199/2003 (ΦΕΚ 280Α'/9-12-03): Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000. Ο νόμος αυτός αποσκοπεί στην εναρμόνιση του εθνικού δικαίου με την οδηγία 2000/60/ΕΚ και αφορά στην προστασία και διαχείριση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Η βασική διαφοροποίηση του νόμου αυτού σε σχέση με το Ν. 1739/1987 αφορά στη μεταφορά των αρμοδιοτήτων για την προστασία και διαχείριση των υδατικών πόρων από το Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας στο Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

ΥΑ 34685/6-12-2005 (ΦΕΚ 1736Β'/9-12-2005): Συγκρότηση Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων. Στο πλαίσιο ενσωμάτωσης της οδηγίας 2000/60/ΕΚ στο εθνικό δίκαιο εκδίδεται η παρούσα υπουργική απόφαση για συγκρότηση Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων, το οποίο θα

συγκαλείται από τον πρόεδρό του, Υπουργό Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, τουλάχιστον μια φορά το χρόνο.

ΚΥΑ ΟΙΚ 107017/2006 (ΦΕΚ 1225Β'5-9-2006): Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων. Σε αυτή την απόφαση καθιερώνονται οι στόχοι της οδηγίας για εξασφάλιση υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος και η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών ζητημάτων στην προετοιμασία και τη θέσπιση σχεδίων και προγραμμάτων με σκοπό την προώθηση βιώσιμης ανάπτυξης. Τονίζεται η υποχρέωση διαβουλεύσεων με τις αρχές και το κοινό πριν τη δημοσίευση της προκαταρκτικής μελέτης προγραμμάτων.

ΠΔ 51/07 (ΦΕΚ 54Α'8-3-2007) περί καθορισμού μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων». Σκοπός του Προεδρικού Διατάγματος είναι «η εφαρμογή των διατάξεων των άρθρων 9 και 10 του Ν. 1650/1986, των άρθρων 4 έως 12 και 15 του Ν. 3199/2003 και παράλληλα η συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ. Οι περιβαλλοντικοί στόχοι που τίθενται στο συγκεκριμένο διάταγμα για τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα καθώς και τις προστατευόμενες περιοχές απορρέουν από την ανωτέρω οδηγία.

Στη νομοθεσία αυτή οι λεκάνες απορροής ποταμών, όπως αναγράφονται στον Ν. 3199/2003, οριοθετούνται ως προστατευόμενες περιοχές και αρμόδιος φορέας για την προστασία και διαχείρισή τους ορίζεται η Περιφέρεια. Οι Διευθύνσεις Υδάτων της Περιφέρειας για κάθε περιοχή που βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων τους προβαίνουν σε «ανάλυση των χαρακτηριστικών της, επισκόπηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στην κατάσταση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων και οικονομική ανάλυση της χρήσης ύδατος» καθώς και τήρηση μητρώου προστατευόμενων περιοχών.

ΚΥΑ Η.Π. 51354/641/Ε103/2010, (ΦΕΚ 1909Β'8-12-2010) Καθορισμός Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) για τις συγκεντρώσεις ορισμένων ρύπων και ουσιών προτεραιότητας στα επιφανειακά ύδατα, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2008/105 σχετικά με τα ΠΠΠ και σχετικά με την τροποποίηση και μετέπειτα κατάργηση των οδηγιών 86/176, 83/513, 84/156, 84/491, 86/280, και την τροποποίηση της οδηγίας 2000/60, καθώς και για τις συγκεντρώσεις ειδικών ρύπων στα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα και άλλες διατάξεις.

Σκοπός της παρούσας απόφασης είναι η εφαρμογή και εξειδίκευση των διατάξεων ορισμένων άρθρων αναφερομένων στον τίτλο οδηγιών, ώστε με τον καθορισμό Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) για ορισμένους ρύπους και για τις ουσίες του καταλόγου ουσιών προτεραιότητας, που εγκρίθηκε με την απόφαση 2455/2001/ΕΚ, σύμφωνα με τη διαδικασία του άρθρου 16 της οδηγίας 200/60/ΕΚ, καθώς και με τα ΠΠΠ για ειδικούς ρύπους,

να μειώνονται οι κίνδυνοι ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων και να επιτυγχάνεται η καλή χημική και οικολογική τους κατάσταση, σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς στόχους του άρθρου 4 του ΠΔ 51/2007.

ΚΥΑ ΟΙΚ 145116/2011 (ΦΕΚ 354Β'/8-3-2011): Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις. Ο σκοπός της κοινής αυτής υπουργικής απόφασης είναι η ωφέλιμη αξιοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης υδατικών πόρων. Η εφαρμογή της απόφασης μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπιση των ζητημάτων της λειψυδρίας και της ξηρασίας στην περιοχή της Μεσογείου, στην αντιμετώπιση της υφαλμύρωσης των υπόγειων υδάτων λόγω της υπεράντλησης και στη βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου μέσω της τροφοδότησης των υπογείων υδροφορέων.

2.1.3 Άλλες διατάξεις σχετικά με περιβαλλοντική προστασία και διαχείριση.

ΒΔ 13-9-59 (ΦΕΚ 243Α'/7-11-1959) Περί Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων.

ΝΔ 191/1974 (ΦΕΚ 350Α'/20-11-1974) επικύρωση της συνθήκης Ramsar για την προστασία των διεθνούς ενδιαφέροντος υγροτόπων (1971).

ΠΔ 499/1975 (ΦΕΚ 163Α') Περί της αστυνομίας επί των αρδευτικών υδάτων και έργων των διοικουμένων από τους ΓΟΕΒ, όπως τροποποιήθηκε από το ΠΔ 999/1980 (ΦΕΚ 252Α'/1982).

Ν. 1069/1980 (ΦΕΚ 191Α') Σύσταση Ενιαίων Επιχειρήσεων Ύδρευσης-Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ).

ΠΔ 658/1981 (ΦΕΚ 166Α') Περί προστασίας της ιχθυοπανίδας των λιμνών και ποταμών.

ΠΔ 1180/1981 (ΦΕΚ 293Α'/6-10-1981) Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και τη εκ τούτων διασφαλίσεως του περιβάλλοντος εν γένει.

ΥΑ Α5/2280/1983 (ΦΕΚ 720Β'/13-12-1983) Προστασία των νερών που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της περιοχής Πρωτευούσης από ρυπάνσεις και μολύνσεις και η τροποποίησή της ΥΑ Α5/5180/1988 (ΦΕΚ 891Β'/13-12-1988).

ΚΥΑ Α5/288/1986 (ΦΕΚ 53Β'/20-2-1986) Ποιότητα του πόσιμου νερού, σε συμμόρφωση προς την 80/778 οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 15-7-80.

ΚΥΑ 5673/400/1997 (ΦΕΚ 192Β'/14-3-1997) Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων.

Ν. 2450/1997 (ΦΕΚ 249Α'/15-12-1997). Κύρωση της Σύμβασης για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε διασυνοριακά πλαίσια.

ΤΕΙ Κρήτη

Τμήμα Μηχανολογίας

ΠΥΣ 2/1-2-2001 (ΦΕΚ 15Α'/2-2-2001) Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο II της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976.

N. 3010/2002 (ΦΕΚ 91Α'/25-4-2002) Εναρμόνιση του 1650/1985 με τις Οδηγίες 97/1/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις.

ΚΥΑ 50388/2704/Ε103/12-12-2003 (ΦΕΚ 1866Β'/12-12-2003), Τροποποίηση και συμπλήρωση της ΠΥΣ 2/1-2-2001 «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο II της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976» (Α' 15).

ΚΥΑ 43504/5-12-2005 (ΦΕΚ 1784Β'/20-12-2005) Κατηγορίες αδειών χρήσης υδάτων και εκτέλεσης έργων αξιοποίησής τους, διαδικασία έκδοσης, περιεχόμενο και διάρκεια ισχύος αυτών.

ΥΑ 26798/22-6-2005 (ΦΕΚ 1736Β'/9-12-2005) Τρόπος λειτουργίας του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων.

ΚΥΑ 476301/16-11-2005 (ΦΕΚ 1688Β'/1-12-2005) Διάρθρωση της Διεύθυνσης Υδάτων της Περιφέρειας.

ΚΥΑ 49139/24-11-2005 (ΦΕΚ 1695Β'/2-12-2005) Οργάνωση της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

ΚΥΑ 16175/824 (ΦΕΚ 530Β'/28-04-2006) Πρόγραμμα δράσης για την περιοχή του κάμπου Θεσσαλονίκης-Πέλλας-Ημαθίας που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νίτρο-ρύπανση γεωργικής προέλευσης σύμφωνα με το άρθρο 2 της υπ' αριθ. 19652/1906/1999 κοινής υπουργικής απόφασης (Β'1575), όπως αυτό συμπληρώθηκε με το άρθρο 2 (παραγ.β-5) της υπ' αριθ. 20419/2522/2001 κοινής υπουργικής απόφασης (Β'1212).

ΥΑ 23970/20-06-2007 (ΦΕΚ 271 Υ.Ο.Α.Δ./2-7-2007) Τροποποίηση συγκρότησης Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων.

2.2 Διαβούλευση στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Γενικά η διαχείριση των αστικών υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα, όπως και στα υπόλοιπα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, διέπεται από την οδηγία 91/271/ΕΟΚ. Με την αριθ. 5673/400/1997 Κοινή Υπουργική Απόφαση, η επεξεργασία των αστικών υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα εναρμονίστηκε πλήρως με αυτή της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με αυτήν, έχουν τεθεί χρονικά όρια προσαρμογής και τήρησης των όρων επεξεργασίας. Ευρωπαϊκές οδηγίες για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση εκροών αστικών υγρών

αποβλήτων δεν υπάρχουν είναι όμως βέβαιο ότι θα θεσπιστούν σύντομα. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται στη διαφορετικότητα Νότιων και Βόρειων χωρών σε ότι αφορά τη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Στην Οδηγία 91/271/ΕΚ, άρθρο 12 παρ. 1, αναφέρεται ρητά ότι «επεξεργασμένα υγρά απόβλητα θα επαναχρησιμοποιούνται οποτεδήποτε θεωρούνται κατάλληλα».

Στην Ελλάδα το νομοθετικό πλαίσιο των υδατικών πόρων χαρακτηριζόταν μέχρι και τον Φεβρουάριο του 2011 (οπότε υπογράφηκε από τους Συναρμόδιους Υπουργούς Περιβάλλοντος, γεωργίας και Υγείας η Κ.Υ.Α. 145116/2011 (ΦΕΚ 354/τ. Β'/2011)

«Περί καθορισμού μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις») από πολυνομία, αντιφατικότητα και έλλειψη εκσυγχρονισμού.

Ν. 1739/1987 αποτελούσε το βασικότερο νομοθέτημα που έχει εκδοθεί στον τομέα διαχείρισης των υδατικών πόρων. Αυτός διαμόρφωσε ένα θεσμικό πλαίσιο και τους αναγκαίους μηχανισμούς για την ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας μας, το οποίο όμως δεν έτυχε ουσιαστικής εφαρμογής. Ο Ν.3199/2003 εναρμόνισε την Ελληνική νομοθεσία υδατικών πόρων με αυτή της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Οδηγία 60/2000/ΕΚ). Όμως ούτε ο Νόμος αυτός αναφέρεται σε αντικείμενα ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων. Έτσι, το νομοθετικό πλαίσιο για την ορθή διαχείριση των υδατικών πόρων και την προστασία των εξαρτώμενων οικοσυστημάτων στην ουσία καθοριζόταν από την οδηγία 60/2000/ΕΚ, παρόλο που στην οδηγία αυτή δεν δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων. Είναι αξιοσημείωτο ότι στην Ελλάδα χρησιμοποιούνταν μέχρι και την ψήφιση της ανωτέρω Κ.Υ.Α κριτήρια διάθεσης για δευτεροβάθμια εκροή βάσει απόφασης των υπουργείων Εσωτερικών και Δημόσιας.(Αραμπατζής Χ.,2011)

Κατά τη θέσπιση προδιαγραφών ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων για επαναχρησιμοποίηση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες:

Προστασία της δημόσιας υγείας. Τα επαναχρησιμοποιούμενα επεξεργασμένα λύματα θα πρέπει να είναι ασφαλή για την προβλεπόμενη χρήση. Συνήθως τα κριτήρια είναι μικροβιολογικά και αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση ή και εξάλειψη των κινδύνων από παθογόνους μικροοργανισμούς που περιέχονται στα λύματα.

Απαιτήσεις χρήσης. Ορισμένες χρήσεις, όπως βιομηχανικές, έχουν ειδικές φυσικές και χημικές απαιτήσεις ποιότητας νερού που δεν έχουν σχέση με θέματα προστασίας υγείας. Η αποδοχή των επεξεργασμένων λυμάτων για επαναχρησιμοποίηση πιθανόν περιορίζεται από φυσικά, χημικά και μικροβιολογικά κριτήρια ποιότητας. Διεθνώς, υπάρχει μια αυξανόμενη

ΤΕΙ Κρήτη

Τμήμα Μηχανολογίας

απαίτηση για το συνυπολογισμό των χημικών παραμέτρων στις προδιαγραφές επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων. Ο κύριος λόγος είναι ότι οι χημικές ουσίες στις χαμηλές συγκεντρώσεις δεν παρουσιάζουν άμεσα τοξικά αποτελέσματα, αλλά μακροχρόνια αποτελέσματα ή βιοσυσσώρευση. Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες είναι ένας περαιτέρω σημαντικός παράγοντας, αφού αρκετοί οργανισμοί παρουσιάζουν υψηλή ευαισθησία σε ορισμένες χημικές ουσίες. Στην περίπτωση της άρδευσης θα πρέπει να εξετάζονται πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις στις καλλιέργειες, στο έδαφος και στους υπόγειους υδροφορείς από την παρουσία χημικών στοιχείων και ενώσεων στα λύματα (π.χ. νάτριο, βαρέα μέταλλα, ολικά αιωρούμενα στερεά (T.S.S.) κ.λπ.).

Προστασία του περιβάλλοντος. Στις περιοχές εφαρμογής προγραμμάτων επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων και στις γύρω απ' αυτές θα πρέπει να εξασφαλίζεται η προστασία της φυσικής χλωρίδας και πανίδας, των φυσικών αποδεκτών και των υπόγειων νερών.

Αισθητική. Για ορισμένες χρήσεις (όπως άρδευση αστικού πρασίνου, πλύσιμο τουαλέτας και πλύσιμο δρόμων), η εμφάνιση των επαναχρησιμοποιούμενων επεξεργασμένων λυμάτων δεν θα πρέπει να διαφέρει απ' αυτήν του πόσιμου νερού. Στην περίπτωση χρήσης αναψυχής θα πρέπει να διασφαλίζεται επιπλέον η παρεμπόδιση του φαινομένου του ευτροφισμού.

Αποδοχή από τους χρήστες και το κοινό. Τα επαναχρησιμοποιούμενα επεξεργασμένα λύματα θα πρέπει να θεωρούνται ασφαλή και αποδεκτά για την προβλεπόμενη χρήση και οι υπεύθυνοι φορείς να παρέχουν αυτή τη διασφάλιση (πιθανή επιβολή ιδιαίτερα συντηρητικών προδιαγραφών ποιότητας σε ορισμένες περιπτώσεις). Η συμμετοχή των ενδιαφερόμενων φορέων και του κοινού θα πρέπει να επιζητείται από τα πρώτα στάδια σχεδιασμού ενός προγράμματος επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων. Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η πολιτική πραγματικότητα, η κοινωνικοπολιτική αντίληψη, οι προσωπικές απόψεις / προκαταλήψεις ατόμων ή ομάδων και οι οικονομικές δυνατότητες. (Τασούλα, 2003)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι τώρα δεν έχει επενδύσει στην επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων, λόγω των γενικά άφθονων υδατικών πόρων της Ευρώπης. Οι συνθήκες που επικρατούν στο Βορρά και το Νότο είναι πολύ διαφορετικές, ωστόσο η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να εφαρμοστεί προς όφελος και των βόρειων και των νότιων ευρωπαϊκών χωρών. Στη Βόρεια Ευρώπη (αφθονία υδατικών πόρων) μόλις που εφαρμόζεται, αλλά θα μπορούσε να αναπτυχθεί για την προστασία του περιβάλλοντος, λόγω των όλο και περισσότερο αυστηρών περιβαλλοντικών κανονισμών. Στη

ΤΕΙ Κρήτη

Νότια Ευρώπη (έλλειψη υδατικών πόρων) η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων θα μπορούσε να έχει σημαντικά πλεονεκτήματα στη γεωργία και τον τουρισμό (π.χ. άρδευση συγκομιδών, γηπέδων γκολφ) λόγω των πρόσθετων υδατικών πόρων. Όμως σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, δεν υπάρχει κανένας νομοθετικός κανονισμός σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων μέχρι τώρα, εκτός από την Οδηγία επεξεργασίας αστικών λυμάτων (91/271/ΕΟΚ) που παρέχει τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των αστικών λυμάτων «εάν είναι κατάλληλα». Έτσι, σε ολόκληρη την Ευρώπη τα προγράμματα επεξεργασμένων λυμάτων πραγματοποιούνται σύμφωνα με συγκεκριμένες εθνικές ή ακόμη και περιφερειακές οδηγίες των χωρών.

Στη Γαλλία, όπου η επαναχρησιμοποίηση αστικών λυμάτων για άρδευση έχει εφαρμοσθεί σχεδόν ένα αιώνα πριν, το 1991 δημοσιεύθηκαν οι «Οδηγίες Υγείας» για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση καλλιεργειών. Οι Οδηγίες αυτές ακολουθούν ουσιαστικά την Οδηγία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (W.H.O.,2006), προσθέτουν όμως επιπλέον περιορισμούς (π.χ. για τις τεχνικές άρδευσης, τις καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ των περιοχών άρδευσης και των κατοικημένων περιοχών).

Στην Ισπανία, όπου εφαρμόζονται περισσότερα από ογδόντα προγράμματα επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων κυρίως για άρδευση (89%), υπάρχει εθνικό υδρολογικό σχέδιο που είναι ευνοϊκό για τα προγράμματα αυτά. Ωστόσο, γίνονται προσπάθειες από το υπουργείο περιβάλλοντος για σύνταξη Εθνικού Σχεδίου Επαναχρησιμοποίησης Νερού. Στο μελλοντικό αυτό Εθνικό Σχέδιο υπάρχει πρόταση για μελέτη Μηδενικής Διάθεσης (Zero Discharge) στις παραθαλάσσιες περιοχές. Δηλαδή, τα επεξεργασμένα λύματα δεν θα πρέπει να διατίθενται στη θάλασσα, αλλά για την κάλυψη άλλης ανάγκης.

Στην Ελλάδα, η ζήτηση νερού έχει αυξηθεί πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια, λόγω των χρονικών και περιφερειακών αλλαγών των βροχοπτώσεων, αλλά και της αυξανόμενης απαίτησης νερού κατά τους θερινούς μήνες (τουρισμός, άρδευση). Παρ' όλα αυτά στη χώρα μας δεν έχει ξεκινήσει ουσιαστικά η αξιοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων, πλην μεμονωμένων περιπτώσεων, όπως στην Κω (με την απευθείας άρδευση κάποιων δενδροκαλλιεργειών), στο Ηράκλειο (πιλοτικό έργο για την ενίσχυση του υποβαθμισμένου υπόγειου υδροφορέα της περιοχής Φοινικιάς) και στη Θεσσαλονίκη (άρδευση με επεξεργασμένα λύματα από την ΕΕΛ Θεσσαλονίκης πειραματικών αγρών με καλλιέργειες ζαχαρότευτλων, βαμβακιού, καλαμποκιού, ρυζιού και ανθοκομικών). Η περίπτωση της Θεσσαλονίκης είναι αυτή στην οποία έχει δοθεί η πρώτη ολοκληρωμένη αδειαδότηση για επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση στη χώρα μας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ανυπαρξία Εθνικών και Ευρωπαϊκών Προδιαγραφών Επαναχρησιμοποίησης

ΤΕΙ Κρήτη

Επεξεργασμένων Λυμάτων είναι μια σημαντική παράμετρος για τη μη εφαρμογή προγραμμάτων επαναχρησιμοποίησης. Για την ενθάρρυνση αλλά και την ασφαλή εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων σε όλες τις χώρες της Ευρώπης θα πρέπει να θεσπιστούν Ευρωπαϊκές Οδηγίες. Προς την κατεύθυνση αυτή προσανατολίζεται το EUREAU, μια ένωση των εθνικών οργανώσεων των προμηθευτών ύδατος και των υπηρεσιών αποβλήτων από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο στόχος του EUREAU, λοιπόν, σύμφωνα με το καταστατικό του, είναι η αντιπροσώπευση των κοινών συμφερόντων των ενώσεων μελών του στις κοινοτικές οργανώσεις που εξετάζουν την Κοινοτική Νομοθεσία και τα Ευρωπαϊκά πρότυπα σχετικά με την παροχή νερού και τα υγρά απόβλητα.

Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων κερδίζει όλο και περισσότερους υποστηρικτές σαν αποτέλεσμα της αυξανόμενης ζήτησης νερού στις ημιξηρικές περιοχές παγκοσμίως. Η Ευρωπαϊκή ενόραση για τους υδατικούς πόρους είναι ότι στο μέλλον η επαναχρησιμοποίηση νερού για εφαρμογές μη πόσιμες θα είναι ο κανόνας σε περιοχές με έλλειψη νερού. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Οδηγία Πλαίσιο για το Νερό (2000/60 της ΕΕ) γίνεται αναφορά στην ανάγκη αξιοποίησης των εκροών εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ). Ωστόσο, απαραίτητη προϋπόθεση για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων είναι ο σωστός σχεδιασμός, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή προστασία των ανθρώπων και του περιβάλλοντος σύμφωνα πάντα με τις θεσμοθετημένες από την Πολιτεία προδιαγραφές/οδηγίες. Το όραμα της ένωσης EUREAU για θέσπιση Ευρωπαϊκών Οδηγιών για την ενθάρρυνση αλλά και ασφαλή εφαρμογή προγραμμάτων επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων θεωρείται πλέον επιτακτική ανάγκη. (Eureau, 2005)

Κεφάλαιο 3

Ρύπανση

Η λέξη «ρύπανση» έχει μπει στην καθημερινότητά μας μόλις τις τελευταίες δεκαετίες διότι η ρύπανση σαν φαινόμενο είναι αποτέλεσμα του «πολιτισμού», όπως και να τον εννοούμε. Σήμερα, ένα μεγάλο μέρος του επιστημονικού κόσμου ασχολείται με όλα τα θέματα που έχουν να κάνουν με τη ρύπανση, όπως τη διαχείριση απορριμμάτων και αποβλήτων, τις σχετικές υποδομές, την ανακύκλωση, την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της ρύπανσης. Ας πάρουμε όμως τα πράγματα από την αρχή και ας δούμε πρώτα πως ακριβώς ορίζουμε τη ρύπανση.

Με την έννοια «ρύπανση», εννοούμε την παρουσία στο περιβάλλον ρύπων (δηλαδή κάθε είδους ουσίας, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας) σε τέτοια ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα, ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Η ρύπανση διαχωρίζεται σε άμεση και έμμεση ρύπανση όπου, άμεση ρύπανση είναι αυτή που μπορεί να αντιληφθούμε άμεσα. Ένα παράδειγμα άμεσης ρύπανσης είναι η περίπτωση ενός ποταμού ή μιας λίμνης, όπου καταλήγουν τοξικά απόβλητα και προκαλείται άμεσος κι αιφνίδιος θάνατος ψαριών. Ενώ έμμεση ρύπανση είναι η μορφή ρύπανσης, που δεν αντιλαμβανόμαστε εύκολα, επειδή δεν είναι ορατή. Για παράδειγμα, όταν καταλήγουν σε ένα ποτάμι ή σε μια λίμνη ή στη θάλασσα λύματα ή απόβλητα, σε ποσότητες που δεν μπορούν τα υδατικά οικοσυστήματα να καθαρίσουν, είναι πολύ πιθανό να προκληθούν σταδιακά αλλαγές στα είδη που υπάρχουν σε αυτό.

Ορισμένα είδη αναπτύσσονται υπερβολικά, ενώ άλλα περιορίζονται ή εξαφανίζονται (ευτροφισμός). Σε πιο προχωρημένο επίπεδο ρύπανσης, μπορεί το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο να μειωθεί και να αρχίσει η παραγωγή άλλων αερίων, επικίνδυνων για τις μορφές ζωής (υδρόθειο, αμμωνία κ.α.).

Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, η μόλυνση είναι μια μορφή ρύπανσης. Συγκεκριμένα, «μόλυνση» ονομάζεται η μορφή ρύπανσης που χαρακτηρίζεται από την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον ή δεικτών που υποδηλώνουν την πιθανότητα παρουσίας τέτοιων μικροοργανισμών.

Όσον αφορά στις μορφές της ρύπανσης, είναι διάφορες και εξαρτώνται τόσο από το τμήμα του περιβάλλοντος που επηρεάζεται όσο και από τη μορφή των ρύπων. Έτσι έχουμε θαλάσσια ρύπανση, ατμοσφαιρική ρύπανση, ρύπανση εδαφών, ηχητική ρύπανση κ.λπ. Από την άλλη πλευρά μπορούμε να διακρίνουμε τους ρύπους σε αέριους, υδατοδιαλυτούς, τοξικούς κ.ά..

Με τον όρο αυτό εννοείται οτιδήποτε διαταράσσει την περιβαλλοντική αισθητική, όπως, π.χ., ένα ακαλαίσθητο κτίσμα που δεν δένει με το τοπίο, μέσα σε μια περιοχή φυσικού κάλλους. Ο όρος «ρύποι» αναφέρεται στα χημικά, γεωργικά και βιομηχανικά απόβλητα που συναντώνται κυρίως στα αστικά κέντρα. Οι ρύποι μπορεί να έχουν στερεά (σωματίδια), υγρή (σταγονίδια) ή αέρια μορφή. Είναι παράγοντες που συμβάλλουν στη μόλυνση της ατμόσφαιρας και κατ' επέκταση στην καταστροφή του οικοσυστήματος. Οι κύριες κατηγορίες ρύπων είναι: Ανόργανοι ρύποι (βαρέα μέταλλα) και οργανικοί ρύποι (απλοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, εντομοκτόνα).

Όταν παρατηρείται μεταβολή στη χημική σύσταση των βασικών στοιχείων του περιβάλλοντος, όπως ο αέρας, το νερό και το έδαφος, τότε έχουμε ρύπανση. Η ρύπανση της ατμόσφαιρας, του νερού και του εδάφους προκαλεί ανακατατάξεις στα οικοσυστήματα και μειώνει το μέγεθος των πιο ευαίσθητων στις συγκεκριμένες συνθήκες πληθυσμών. Για παράδειγμα μεγάλες συγκεντρώσεις ρύπων στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι δυνατόν να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα σε μερικές κατηγορίες ατόμων, όπως οι ηλικιωμένοι ή άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα άσθματος.

Τα παλαιότερα χρόνια αυτές οι συγκεντρώσεις κυμαίνονταν σε χαμηλές τιμές, κάτω πάντα από τα επιτρεπτά όρια. Τα τελευταία χρόνια όμως έχουν αυξηθεί από τα καυσαέρια εργοστασίων, μέσω μεταφοράς, από πυρκαγιές δασών κ.λπ., συμβάλλοντας στην αύξηση της θερμοκρασίας παγκοσμίως λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι μορφές ρύπανσης οι οποίες επηρεάζουν περισσότερο τη ζωή μας σήμερα και πρέπει άμεσα να αντιμετωπιστούν είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ρύπανση των εδαφών και η ρύπανση των θαλασσών.

3.1 Η κατάσταση του πλανήτη

Εάν θελήσουμε να ιεραρχήσουμε τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζει και θα αντιμετωπίσει εντονότερα τον 21ο αιώνα η ανθρωπότητα, σύμφωνα με το πρόγραμμα περιβάλλοντος του Ο.Η.Ε. θα καταλήξουμε στην παρακάτω κατάταξη:

- 1) Κλιματικές μεταβολές
- 2) Αραίωση του στρώματος του όζοντος
- 3) Ελάττωση της βιοποικιλότητας
- 4) Μεγάλα ατυχήματα
- 5) Νέφος των πόλεων
- 6) Διαχείριση των υδάτων
- 7) Υποβάθμιση των δασών

- 8) Απειλούμενες παράκτιες περιοχές
- 9) Διαχείριση απορριμμάτων
- 10) Αστικοποίηση
- 11) Χημικοί κίνδυνοι.

Προφανώς υπάρχουν και άλλα σοβαρά προβλήματα τοπικής και υπερτοπικής σημασίας, τα οποία όμως βρίσκονται υπό έλεγχο και το ζητούμενο είναι η εξεύρεση εναλλακτικών λύσεων, ενώ η επίλυση των προαναφερθέντων είναι από δύσκολη ως μη ανατρέψιμη. Μεταξύ αυτών είναι το ενεργειακό, που συνδέεται με την εξάντληση φυσικών πόρων και τη μόλυνση του Περιβάλλοντος και τη στροφή προς την αξιοποίηση των ανεξάντλητων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα, η υδραυλική, η γεωθερμία κ.λπ.

Η υποβάθμιση του εδάφους με την ανεξέλεγκτη χρήση φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων, ενώ η αποξήρανση ελαττώνει την ικανότητά του για παραγωγή βιομάζας, φιλτράρισμα των επιφανειακών υδάτων και το μετασχηματισμό επικίνδυνων χημικών ουσιών σε μη τοξικές. Είναι επίσης γνωστό, ότι περίπου το 12% της επιφάνειας του εδάφους υφίσταται αποσάρθρωση, ενώ ειδικά η Μεσόγειος πάσχει από αύξηση της αλμυρότητας πολλών παράκτιων παρακτίων εδαφών. (Βουτυράκης, 2008)

Ένα άλλο πρόβλημα για τα εδάφη από τα οποία εξαρτάται η διατροφική ικανότητα του πληθυσμού της γης, είναι η οξίνιση των εδαφών και η ερημοποίηση που προέρχεται από την κακή χρήση γης, αλλά και από τις κλιματικές αλλαγές. Οι επιπτώσεις από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αποτελούν τον αόρατο κίνδυνο της ανθρωπότητας με μεγάλες επιπτώσεις στην υγεία με προεξέχουσα την λευχαιμία, τον καταρράκτη, διάφορες μορφές καρκίνου κ.λπ.

Οι πηγές εκπομπής της ακτινοβολίας αυτής είναι πάρα πολλές, αλλά αν θέλουμε να τονίσουμε και να ιεραρχήσουμε τον μεγάλο κατάλογο των εγκαταστάσεων και των συσκευών που απειλούν την υγεία των κατοίκων μπορούμε ν' αναφέρουμε στην πρώτη σειρά τους πυλώνες υψηλής τάσης της ΔΕΗ, τις κεραίες κινητής τηλεφωνίας, τους φούρνους μικροκυμάτων, τα ραντάρ κ.λπ.

Οι κλιματικές μεταβολές θα ενταθούν, εάν δεν ληφθούν μέτρα μείωσης των εκπομπών που δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), με αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης της θάλασσας και την εμφάνιση ακραίων καιρικών καταστάσεων, ενώ η συνεχιζόμενη αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας θα επιτείνει τα προβλήματα τόσο στις ακτές όσο και στα ορεινά τμήματα.

Το όζον (O₃) αποτελεί ένα από τα συστατικά τη γήινης ατμόσφαιρας και παρ' όλο που συνιστά μικρό μόνο ποσοστό των συστατικών της αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την ύπαρξη της ζωής πάνω στον πλανήτη. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις όζοντος παρατηρούνται στη στρατόσφαιρα σε ύψος 20-25 Km. Ακόμη κι εκεί όμως, μόνο 1 στα 100.000 μόρια αέρος είναι όζον (Βουτυράκης, 2008)

Αν όλο το όζον της ατμόσφαιρας συγκεντρωνόταν σ' ένα λεπτό στρώμα γύρω από τη Γη, αυτό δεν θα ξεπερνούσε τα χιλιοστά πάχους. Κι όμως, το λεπτό αυτό στρώμα μας προστατεύει από τις επικίνδυνες υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV) και ιδιαίτερα από τις υπεριώδεις Β (UV-B).

Οι ακτινοβολίες αυτές μπορούν να προκαλέσουν καρκίνους του δέρματος, βλάβες στους οφθαλμούς και σημαντικές ζημιές στα οικοσυστήματα και τη γεωργία. Το όζον στην ατμόσφαιρα διασπάται σε μοριακό οξυγόνο (O₂) και ατομικό οξυγόνο (O), από ατμοσφαιρικούς ρύπους και συγκεκριμένα τους χλωροφθοράνθρακες (CFCs), οι οποίοι από το 1950 κατέκτησαν την αγορά ως προωθητικά αέρια, διογκώτικα, για διάφορα πλαστικά, σε συστήματα ψύξης και κλιματισμού (Freon) και ως διαλύτες (Βουτυράκης, 2008)

Το φθινόπωρο του 1992 τα νέα για την «τρύπα του όζοντος» ήταν πιο δυσάρεστα από κάθε άλλη φορά. Το μέγεθός της πάνω από την Ανταρκτική έφθασε σε επίπεδα ρεκόρ και κάλυπτε μια έκταση ίση με 175 φορές το μέγεθος της Ελλάδας. Μια μείωση του όζοντος στην στρατόσφαιρα κατά 10% αναμένεται να προκαλέσει 1,6 έως 1,75 εκατομμύρια επιπλέον καταρράκτη των ματιών παγκόσμια και αύξηση των καρκίνων του δέρματος κατά 26%.

Είναι τόσο σοβαρό το πρόβλημα της μείωσης της στιβάδας του όζοντος, που και αν ακόμη εφαρμοστεί το αναθεωρημένο Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ και σταματήσει και η χρήση των CFCs, εκτιμάται ότι τα επίπεδα του ατμοσφαιρικού όζοντος δεν πρόκειται ποτέ να επανέλθει στην προ της «τρύπας» κατάσταση.

Το πρόβλημα της βιοποικιλότητας θα οξυνθεί τα επόμενα χρόνια. Για παράδειγμα σήμερα υπάρχουν 215.000 είδη σε όλη την Ευρώπη.

Για τα απειλούμενα είδη, το ποσοστό επικινδυνότητας για εξαφάνιση είναι : 52% για τα ψάρια, 45% για τα ερπετά, 42% για τα θηλαστικά, 30% για τα αμφίβια και 15% για τα πτηνά. Στην περίπτωση των φυτών το ποσοστό είναι 21%. Η μεσόγειος φιλοξενεί τη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα. Οι κίνδυνοι βεβαίως ανάγονται στον μη ελεγχόμενο τουρισμό στην υπερκαλλιέργειες με τη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων και στην υποβάθμιση των υδάτων (Βουτυράκης, 2008).

Το φυσικό νερό υπάρχει σε άφθονες ποσότητες στη φύση, είτε συγκεντρωμένο στις λίμνες και θάλασσες (επιφανειακά της γης), είτε υπόγεια (πηγές), είτε στην ατμόσφαιρα

(υδρατμοί, σύννεφα, βροχές). Είναι επίσης βασικό συστατικό των φυτικών και ζωικών οργανισμών και μάλιστα στον άνθρωπο υπολογίζεται ότι τα 2/3 του βάρους είναι νερό, που παίρνει είτε πίνοντας το, είτε με διάφορα τρόφιμα. Στο σώμα μας βρίσκεται σαν βασικό συστατικό των κυττάρων, του αίματος, του ιδρώτα και των ούρων.

Με την πρώτη ματιά λοιπόν αντιλαμβανόμαστε, ότι απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη της ζωής στο πλανήτη μας είναι και το νερό. Από την άλλη ρυπαίνουμε το νερό με δεκάδες τρόπους ρύπανσης ή μόλυνσης όπως : Ρύπανση από παθογόνους μικροοργανισμούς, ρύπανση από πετρελαιοειδή, παρουσία και περίσσεια αιωρούμενων σωματιδίων, ρύπανση με οξέα, με τοξικά άλατα βαρέων μετάλλων, με την παρουσία συγκεκριμένων ανεπιθύμητων συνθετικών ενώσεων από τις οποίες τα απορρυπαντικά είναι το κύριο παράδειγμα, η παρουσία στα επιφανειακά νερά οργανικών ουσιών που έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη απαίτηση οξυγόνου, που είναι διαλυμένο στον αποδέκτη με άμεσο επόμενο την εμφάνιση τη πλέον συνηθισμένης και σπουδαίας ρύπανσης των επιφανειακών νερών (Βουτυράκης, 2008)

Οικοσυστήματα ξεχωριστής ομορφιάς, αλλά και μεγάλης σημασίας για την κλιματολογική σταθερότητα της γης είναι τα δάση, από το πιο μικρό πευκοδάσος μέχρι τη ζούγκλα του Αμαζονίου. Οι ωφέλειες του δάσους είναι πολλές και χιλιοειπωμένες. Αλλά οι συνέπειες από την καταστροφή τους είναι τεράστιες και μη ανατρέψιμες. Οι καταστροφικές πλημμύρες των τελευταίων ετών στην Αθήνα, οφείλονται στην αποψίλωση των δασών.

Η διάβρωση του εδάφους, το φιλτράρισμα του νερού, η κατακράτηση σκόνης και άλλων αέριων ρύπων πάνω από κατοικημένες περιοχές, η συγκράτηση του θορύβου, το μεγαλείο της φωτοσύνθεσης, είναι μόνο μερικές από τις λειτουργίες των δασών, ενώ τα οικοσυστήματα που βρίσκονται μέσα στα δάση συντελούν τα μέγιστα στην βιοποικιλότητα και την διατήρηση των ειδών.

Τα δάση κινδυνεύουν από ανθρώπινες δραστηριότητες που σε μια πρόχειρη καταγραφή και ιεράρχηση των κινδύνων αυτών είναι: οι πυρκαγιές, οι οικοπεδοφάγοι, η ανάγκη των υποανάπτυκτων κυρίως περιοχών σε ξυλεία ως καύσιμο, αλλά και των ανεπτυγμένων για τις οικοδομές, την κατασκευή πλοίων, την επιπλοποιία κ.λπ. που μπορούμε να τη θεωρήσουμε αναγκαία σχεδόν αναπόφευκτη. Απαράδεκτη όμως είναι η υπερκατανάλωση για εφημερίδες και περιοδικά.

Για την κυριακάτικη έκδοση των Τάιμς της Νέας Υόρκης απαιτούνται 77 εκτάρια δάσους. Πόσες σελίδες από μια εφημερίδα και ένα περιοδικό πάνε άραγε στα σκουπίδια χωρίς να διαβαστούν. Αξίζει μήπως η θυσία;

Στο πλαίσιο στρατηγικής βιώσιμης ανάπτυξης του παράκτιου χώρου οι πολιτικές πρέπει να σχεδιάζονται υπακούοντας σε καθορισμένες αρχές οι οποίες συνοπτικά είναι (Βουτυράκης, 2008):

1. Σφαιρική προοπτική - μακροπρόθεσμη στρατηγική βιώσιμης διαχείρισης - προσαρμοσμένη διαχείριση - ανάδειξη της τοπικής ιδιαιτερότητας.
2. Λειτουργία σε συνάρτηση με τις φυσικές διεργασίες, όπως η διάβρωση, υφαλμύρωση, γεωμορφολογία και η δυναμική των παράκτιων συστημάτων, λαμβάνοντας πάντα υπόψη την φέρουσα ικανότητα που καθορίζεται από τις εν λόγω φυσικές διεργασίες.
3. Συμμετοχικός σχεδιασμός - συντονισμός των διοικητικών αρχών, σε όλα τα επίπεδα και τους τομείς της διοίκησης.
4. Αξιοποίηση ενός σχεδιασμού διαφόρων μέσων, η διαχείριση πρέπει να βασίζεται στο συνδυασμό νομικών – οικονομικών μέσων, παροχής πληροφοριών, τεχνολογικών λύσεων, έρευνας και εκπαίδευσης.

Σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων η Ε.Ε., θέσπισε θεμελιώδεις αρχές ορθολογικής διαχείρισης, που αποσκοπούν - με πρώτη προτεραιότητα - την πρόληψη δημιουργίας απορριμμάτων, επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης, ανάκτησης πρώτων υλών, μείωση της τελικής διάθεσης, σε χώρους υγειονομικής ταφής (X.Y.T.A).

Το πρόβλημα της αστικοποίησης είναι ιδιαίτερα οξύ στην εποχή μας και οι επιπτώσεις του φαινομένου έχουν δυσανάλογα μεγαλώσει. Η αίγλη των μεγάλων αστικών κέντρων μαγνήτιζε και μαγνητίζει τους κατοίκους της φτωχής υπαίθρου και τους τραβούσε κοντά τους. Αλλά η φυγή των ανθρώπων της υπαίθρου ήταν περιορισμένη στα παλιά χρόνια.

Η εξήγηση είναι απλή : ο απομονωμένος άνθρωπος της υπαίθρου είχε ελάχιστη δυνατότητα να έρχεται σε άμεση ή έμμεση επαφή με τη ζωή των πόλεων, ώστε να έλκεται και να εγκαταλείπει την ύπαιθρο για χάρη τους. Σήμερα όμως η τεχνολογία προσφέρει τεράστιες δυνατότητες και ανοίγει νέες προοπτικές.

Χωρίς να ασχοληθούμε ιδιαίτερα με τα αίτια που προκαλούν την αστικοποίηση θα σημειώσουμε τις σημαντικότερες επιπτώσεις στην κοινωνική και την εθνική ζωή οικονομία. Η ομαδική φυγή των ανθρώπων της υπαίθρου και οι εγκαταστάσεις τους στις πόλεις έχει σαν άμεση συνέπεια την ραγδαία αύξηση του πληθυσμού στα αστικά κέντρα με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας σειράς προβλημάτων.

Τέτοια προβλήματα είναι: δυσμενείς συνθήκες διαβίωσης, κυκλοφοριακή συμφόρηση, ανεπάρκεια στέγης, ύδρευσης, καθαριότητας. Από την άποψη της οικονομίας, είναι προφανές ότι η αστυφιλία προκαλεί επιδείνωση, αφού η ερήμωση της υπαίθρου καταδικάζει τις

πλουτοπαραγωγικές πηγές της σε νέκρωση. Τα αναγκαία κτηνοτροφικά κ.λπ. προϊόντα εισάγονται από άλλες χώρες - με βαρύτερες συνέπειες στην εθνική οικονομία - ενώ παράλληλα, οι δυσμενείς συνθήκες διαβίωσης στα μεγάλα αστικά κέντρα συνεπάγονται πρόσθετες δαπάνες για την αντιμετώπιση των οξυμένων προβλημάτων.

Οι χημικοί κίνδυνοι είναι περιλαμβάνουν από χημικές ουσίες μαζικής καταστροφής, για τις οποίες τελευταία έγινε πόλεμος στο Ιράκ, μέχρι μόλυνση φυσικών αποδεκτών. Το οπλοστάσιο διαφόρων χωρών σε χημικά και βιολογικά όπλα, παρά το γεγονός ότι έχουν απαγορευθεί κατά καιρούς, είναι πλουσιότατο και μάλιστα των χωρών εκείνων που εννοείται, ότι έχουν εξαπολύσει πόλεμο εναντίον της τρομοκρατίας.

Αλλά και οι παραγωγικές διαδικασίες του ανθρώπου από την χημική γεωργία μέχρι τη βιομηχανική παραγωγή προϊόντων με τη βοήθεια χημικών, είναι μια τραγωδία στην οποία είμαστε απαθείς θεατές, η στιγμή όμως που θα γίνουμε μέρος της δεν είναι μακριά.

3.2 Πηγές προέλευσης της ρύπανσης

Η ρύπανση του νερού είναι ένα πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε τα τελευταία χρόνια. Η κύρια αιτία της συγκεκριμένης ρύπανσης είναι οι χρήσεις των ανθρώπων όπως:

- Αστικά λύματα
- Βιομηχανικά απόβλητα
- Γεωργικά απόβλητα
- Ρύπανση από πετρελαιοειδή
- Όξινη βροχή

Αστικά λύματα

Τα αστικά λύματα εμπίπτουν στη γενικότερη κατηγορία των υγρών αποβλήτων. Ως υγρό απόβλητο χαρακτηρίζεται ένα νερό, το οποίο εξαιτίας της χρήσης του μέσω του ανθρώπου και των δραστηριοτήτων του υπέστη μια αλλαγή των φυσικών, χημικών και βιολογικών ιδιοτήτων του και συνεπώς είτε είναι αδύνατο πλέον να χρησιμοποιηθεί όπως είναι για τον ίδιο σκοπό, είτε η χρήση του περιέχει κινδύνους. Συνεπώς το νερό των υγρών αποβλήτων έχει χάσει την ικανότητα της προηγούμενης αξιοποίησής του και είναι πλέον ένα υποβαθμισμένο υλικό.

Έτσι μπορούμε να ορίσουμε για τα αστικά λύματα ότι είναι τα υγρά απόβλητα, που δημιουργούνται κατά τις διαδικασίες καθαριότητας (χώροι υγιεινής, μαγειρεία, πλυντήρια κ.α.) σε μια κατοικημένη περιοχή (κατοικίες, γραφεία, ιδρύματα, βιομηχανίες κλπ.). Κύριο

χαρακτηριστικό τους είναι το νερό, με ορισμένες ξένες προσμίξεις, που το καθιστούν ακατάλληλο για διάφορες χρήσεις και επηρεάζουν δυσμενώς τους τελικούς αποδέκτες.

Τα λύματα είναι ένα θολό υγρό που συνίσταται κατά 99,9% από νερό και περιέχει σύμπλοκα οργανικά και ανόργανα προϊόντα. Τα προϊόντα αυτά εμφανίζονται ως αιωρούμενα στερεά σωματίδια ή πολύ λεπτομερή στερεά κολλοειδή σωματίδια, ως διαλυμένα συστατικά και ως μικροοργανισμοί. Η δυσάρεστη οσμή και το χρώμα τους, κατά μεγάλο μέρος, προκαλείται από το οργανικό υλικό που υφίσταται αναερόβια βακτηριακή διάσπαση.

Τα οργανικά υλικά στα λύματα είναι συνήθως χαρτί, κόπρανα, ούρα, σαπούνια, απορρυπαντικά, λίπη, έλαια και υπολείμματα τροφών. Στα ανόργανα συστατικά τους περιλαμβάνονται άμμος, άργιλος, αμμώνια και άλατα αμμωνίου, που προέρχονται από τη διάσπαση των ούρων, των μεταλλικών νιτρικών, φωσφορικών και άλλων αλάτων.

Σε γενικές γραμμές, τα οικιακά και αστικά λύματα προέρχονται από τις χρήσεις του νερού που καταναλώνει ο άνθρωπος για τις ανάγκες του. Επειδή τα λύματα είναι πλούσια σε οργανικά θρεπτικά συστατικά, όταν ρίχνονται σε κλειστούς κόλπους, σε λίμνες ή σε αργά κινούμενα ποτάμια, δημιουργούν μεγάλες απαιτήσεις οξυγόνου, προκειμένου να διασπαστούν αερόβια από βακτήρια ή μύκητες. Στην περίπτωση που το οξυγόνο είναι αρκετό για την αποσύνθεση των οργανικών συστατικών του νερού, δεν δημιουργούνται δυσοσμιά και ιζήματα. Αυξανόμενες όμως συγκεντρώσεις των θρεπτικών αυτών ουσιών στο νερό, επιταχύνουν τους ρυθμούς αύξησης των φυτών.

Το πρόσθετο όμως αυτό οργανικό φορτίο για να αποικοδομηθεί απαιτεί περισσότερο οξυγόνο, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο συνθήκες αναερόβιας διάσπασης και καταστάσεις δυσάρεστες για το περιβάλλον. Η συνύπαρξη των λυμάτων με το νερό προκαλεί μείωση του οξυγόνου, πράγμα που συνεπάγεται τη θανάτωση οποιασδήποτε μορφής ζωής.

Βιομηχανικά απόβλητα

Προέρχονται από τις βιομηχανίες και τις βιοτεχνίες. Περιέχουν επικίνδυνα και τοξικά στοιχεία. 'Ως βιομηχανικά απόβλητα μπορούν να χαρακτηριστούν υγρές απορρίψεις που περιέχουν σωματίδια από βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Τα βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να περιέχουν νερό, οργανικούς διαλύτες (λάδια), αιωρούμενα στερεά σωματίδια και διαλυμένα χημικά συστατικά. 'Ως προς την προέλευσή τους τα ακάθαρτα νερά μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- Απόβλητα εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων,
- Απόβλητα βιομηχανικών συγκροτημάτων,
- Απόβλητα γεωργοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων,

- Διαρροές από σκουπιδότοπους,
- Απορροές από εδάφη και καλλιέργειες,
- Απορρίψεις από τουαλέτες κ.ά.

Βιομηχανικά λύματα: τα λυμάτων βιοτεχνικής προέλευσης είναι αποτέλεσμα της ευρείας χρήσης του νερού στη βιομηχανία για επεξεργασία πρώτων υλών και στα συστήματα ψύξης-θέρμανσης. Τα βιομηχανικά από νερά εμπεριέχουν υλικά της βιομηχανικής παραγωγής, τα οποία ποικίλουν ανάλογα με το είδος της βιοτεχνίας και των παραγμένων προϊόντων και τις διεργασίες παραγωγής.

Λόγω της μεγάλης αυτής ποικιλίας των βιοτεχνικών αποβλήτων σε σύσταση και θεοκρασία (νερά ψύξης-ατμοί) για κάθε βιοτεχνική μονάδα απαιτείται εξειδικευμένος σχεδιασμός των μεθόδων και εγκαταστάσεων κατεργασίας τους, λύσεις που πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τον όγκο και τον ρυθμό παραγωγής των λυμάτων, τις τιμές των B.O.D (η βιοχημική ζήτηση του οξυγόνου) και C.O.D.(χημική ζήτηση του οξυγόνου), το ποσό των στερεών υπολειμμάτων, την παρουσία ή μη τοξικών συστατικών κτλ.

Γεωργικά απόβλητα

Προέρχονται από καλλιεργούμενες εκτάσεις. Τα κτηνοτροφικά απόβλητα προέρχονται από μονάδες εκτροφής ζώων. Η επεξεργασία των λυμάτων στο έδαφος στηρίζεται στην ικανότητα της εδαφικής και ακόρεστης ζώνης να μειώνουν το ρυπαντικό φορτίο, μέχρι και πλήρους εξασθένησης. Για τον λόγο αυτό τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα ή τα υποβαθμισμένα ποιοτικά νερά διηθούνται στο έδαφος, καθαρίζονται κινούμενα προς την κορεσμένη ζώνη και αντλούνται ως αναγεννημένα νερά ή εκφορτίζονται από τον υδροφορέα.

Τα συστήματα επεξεργασίας του εδάφους περιλαμβάνουν:

- το έδαφος όπου φιλτράρονται τα απόβλητα και μειώνεται η συγκέντρωση των ρύπων, μέσω των διαδικασιών προσρόφησης, ιοντοανταλλαγής, κατακρήμνισης κ.ά.
- τα φυτά, τα οποία χρησιμοποιούν τις ανόργανες ουσίες και τα θρεπτικά στοιχεία των αποβλήτων
- τους μικροοργανισμούς και τα βακτήρια που επιταχύνουν διάφορες αντιδράσεις.

Οι φυσικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την εδαφική επεξεργασία των λυμάτων είναι η κίνηση των ρύπων και του νερού στο έδαφος, η συγκράτηση αιωρούμενων στερεών κ.λπ. Οι χημικές διαδικασίες σχετίζονται με φαινόμενα ιοντό-ανταλλαγής,

προσρόφησης, κατακρήμνιση και αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. Οι βιολογικές διεργασίες περιλαμβάνουν την πρόσληψη θρεπτικών ουσιών από τα φυτά και τις διάφορες μικροβιακές διασπάσεις.

Ο βαθμός αναγέννησης των υγρών αποβλήτων εξαρτάται από τα εδαφικά χαρακτηριστικά, τις φυσικοχημικές ιδιότητες των ρύπων, τη βλάστηση, τους κλιματικούς παράγοντες, καθώς και τον τρόπο διάθεσης των λυμάτων.

Το έδαφος έχει την ικανότητα συγκράτησης των οργανικών ουσιών κατά τη διέλευσή τους από αυτό και τη βιολογική διάσπασή τους. Ο ρυθμός διάθεσης στο έδαφος δεν πρέπει να υπερβαίνει τη μέγιστη οργανική φόρτιση που μπορεί αυτό να δεχθεί.

Υπέρβαση του ρυθμού αυτού δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες με συνέπεια τη συσσώρευση οργανικής ύλης στο έδαφος και την εμφάνιση οσμών και φράξιμο των πόρων.

Ευτροφισμός

Ευτροφισμός θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η ασθένεια των στάσιμων νερών, γιατί εμφανίζεται κυρίως στις λίμνες. Είναι λέξη ελληνική από το ευ + τροφή. Όπου εμφανίζεται έχουν δημιουργηθεί οι συνθήκες, ώστε τα φυτά να έχουν πλούσια και καλή τροφή. Οι ευτροφικές λίμνες είναι αυτές, που τα νερά τους ευνοούν την ανάπτυξη πολλών μικροσκοπικών φυτών και κυρίως άλγης (φυτοπλαγκτόν) και κυαναοφυκών.

Τι προκαλεί όμως τον ευτροφισμό; Η αύξηση του αζώτου και κυρίως του φωσφόρου στο νερό με την μορφή νιτρικών και φωσφορικών αλάτων. Τότε τα φυτά αναπτύσσονται πολύ γρήγορα και ολοκληρωμένη η τροφική αλυσίδα, που αρχίζει από τα διαλυμένα στο νερό ανόργανα συστατικά και καταλήγει στα ψάρια, ενώ παράλληλα έχει σαν αποτέλεσμα τον καθαρισμό των νερών καταστρέφεται.

Τα φυτά κατά την γρήγορη ανάπτυξη τους, καταναλώνουν πολύ οξυγόνο. Στη συνέχεια κλείνοντας το κύκλο της ζωής τους με την αποσύνθεση τους καταναλώνουν πάλι οξυγόνο, που βρίσκεται διαλυμένο στο νερό.

Ταυτόχρονα τα θρεπτικά άλατα, που απελευθερώνονται από την αποσύνθεση της οργανικής τους ύλης, δημιουργούν τις συνθήκες για να αυξηθούν το φυτοπλαγκτόν και τα φύκη. Τα νερά γίνονται θολά και μυρίζουν άσχημα, φυτοπλαγκτόν καλύπτει την επιφάνεια τους και εμποδίζει την οξυγόνωση του νερού, οπότε προκαλείται ο θάνατος των ψαριών από ασφυξία. Τα φαινόμενα είναι πιο έντονα το καλοκαίρι με την άνοδο της θερμοκρασίας.

Το νερό που δεσμεύεται από το δάσος, απαλλάσσεται από φώσφορο και άζωτο, καθώς αυτό κατακρατείται από τις ρίζες και το χώμα. Αντίθετα, το νερό που

χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο εμπλουτίζεται σε νιτρικά και φωσφορικά άλατα και καταλήγει στους παρακείμενους υγρότοπους.

Η εντατικοποίηση της κτηνοτροφίας, η πλατιά χρήση φωσφορούχων και νιτρικών λιπασμάτων στη γεωργία και η αυξανόμενη χρήση φωσφορικών αλάτων σε μερικούς τομείς της βιομηχανίας και τα αστικά απόβλητα ευθύνονται για την εμφάνιση του ευτροφισμού. Ανάλογα με το ρυθμό της βιολογικής παραγωγής δηλαδή της παραγωγής οργανικής ύλης, οι λίμνες κατατάσσονται σε oligότροφες, mesότροφες και εύτροφες. Η κατανόηση του φαινομένου είναι δυνατή, όχι όμως και η αντιμετώπιση του. Πρώτα πρέπει να αναγνωριστεί το πρόβλημα και στη συνέχεια, να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για τη μείωση της εισροής φωσφορικών αλάτων στη λίμνη.

Δυστυχώς, επειδή οι πηγές είναι πολλές και οι υπεύθυνοι της ρύπανσης δεν είναι διόλου διατεθειμένοι να πληρώσουν, τα μέτρα καθυστερούν. Αν καθυστερήσουν αρκετά, τότε ακόμα και η δραστική μείωση της εισροής μπορεί να είναι ανεπαρκής. Τότε πρέπει να επέμβουμε στην ίδια τη λίμνη, οπότε όλα εξαρτώνται από το μέγεθος της και από τα μέσα που διαθέτουμε.

Έτσι, μια μεγάλη λίμνη είναι καταδικασμένη, γιατί δεν υπάρχουν οι τεχνικές και οικονομικές δυνατότητες επέμβασης. Αν λοιπόν θέλουμε να προστατέψουμε τις λίμνες μας, πρέπει να εφαρμόσουμε μια διαφορετική πολιτική, πιο φειδωλή και περισσότερο ορθολογική όσον αφορά τη χρήση του αζώτου, αλλά κυρίως του φωσφόρου.

Σήμερα γίνεται εντατική εξόρυξη του φωσφόρου από τα κοιτάσματα του, για να διασκορπιστεί κατόπιν σπάταλα στη φύση. Μ' αυτούς τους ρυθμούς, αργά ή γρήγορα δεν θα μιλάμε πλέον για ευτροφισμό των λιμνών αλλά και μεγάλων θαλάσσιων εκτάσεων.

Πετρελαιοκηλίδες

Μια πετρελαιοκηλίδα είναι η απελευθέρωση υγρού υδρογονάνθρακα πετρελαίου στο περιβάλλον, κυρίως σε θαλάσσιες περιοχές, λόγω ανθρώπινης δραστηριότητας, και είναι μια μορφή ρύπανσης.

Ο όρος εφαρμόζεται συνήθως σε θαλάσσιες διαρροές πετρελαίου, όπου πετρέλαιο απελευθερώνεται στον ωκεανό ή σε παράκτια ύδατα, αλλά διαρροές μπορούν επίσης να εμφανιστούν σε ξηρά. Οι πετρελαιοκηλίδες μπορεί να οφείλονται σε:

- απελευθέρωση του αργού πετρελαίου από δεξαμενόπλοια
- υπεράκτιες εξέδρες, εξέδρες γεώτρησης και πετρελαιοπηγών
- διαρροές προϊόντων δύλισης πετρελαίου (όπως βενζίνη, ντίζελ) και υποπροϊόντα τους

- βαρύτερα καύσιμα που χρησιμοποιούνται από μεγάλα πλοία
- απόβλητα πετρελαίου ή χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια.

Οι πετρελαιοκηλίδες διεισδύουν στη δομή του φτερώματος των πουλιών και το τρίχωμα θηλαστικών, μειώνοντας την ικανότητά της μόνωσης, και τα καθιστά πιο ευάλωτα στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας καθαρισμός και η ανάκαμψη από πετρελαιοκηλίδα είναι δύσκολη και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του τύπου του πετρελαίου που χύθηκε, τη θερμοκρασία του νερού (που επηρεάζει την εξάτμιση και τη βιοαποδόμηση), καθώς και τα είδη των ακτές και των παραλιών που εμπλέκονται. Για να καθαριστούν οι διαρροές μπορεί να χρειαστούν εβδομάδες, μήνες ή και χρόνια.

Οι διαρροές πετρελαίου μπορεί να έχουν καταστροφικές συνέπειες για την κοινωνία, οικονομικά, περιβαλλοντικά, και κοινωνικά. Ως εκ τούτου, τα ατυχήματα διαρροών πετρελαίου μπορεί να προκαλέσουν έντονα τη προσοχή των μέσων ενημέρωσης και την πολιτική αναταραχή.

Πολλαπλά είδη των φορέων της κοινωνίας μπορεί να εμπλακούν σε έναν πολιτικό αγώνα για το πώς η κυβέρνηση θα πρέπει να ανταποκριθεί στις πετρελαιοκηλίδες και με ποιες κινήσεις θα τις αποτρέψουν από το να συμβούν.

Παρά τις σημαντικές βελτιώσεις των εθνικών και διεθνών πολιτικών για την πρόληψη των πετρελαιοκηλίδων που έχουν υιοθετηθεί κατά τις τελευταίες δεκαετίες, μεγάλες διαρροές πετρελαίου συνεχίζουν να συμβαίνουν.

Όξινη βροχή

Η όρος όξινη βροχή αναφέρεται στην παρουσία σε αυτήν όξινων διαλυμένων ρύπων, δηλαδή ουσιών (αερίων ή μη) που δεν αποτελούν φυσιολογικά χαρακτηριστικά της καθαρής ατμόσφαιρας, αλλά είναι προϊόντα ανθρώπινης δραστηριότητας ή άλλων ρυπογόνων αιτιών (π.χ. ηφαιστειακής δραστηριότητας). Αποτελεί το φαινόμενο των μη "φυσιολογικών" όξινων μετεωρολογικών κατακρημνίσεων, όπως π.χ. βροχή, χαλάζι, χιόνι, ομίχλη, πάχνη, ως και ξηρή σκόνη.

Η φυσιολογική βροχή έχει όξινο χαρακτήρα, λόγω της διάλυσης σε αυτήν αερίων με όξινη συμπεριφορά π.χ. CO₂. Επειδή τα διάφορα καυσαέρια ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο και οι γαιάνθρακες, περιέχουν συχνά (όξινα) οξειδία του θείου και του αζώτου, μεταξύ άλλων, παράγεται όξινη βροχή που περιέχει σε διάλυση τα αντίστοιχα οξέα. Η όξινη βροχή Αναφέρεται στο όξινο περιεχόμενο της μόνο.

Στο νερό διαλύεται το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που είναι ένα από τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας της Γης, με αποτέλεσμα το σχηματισμό ανθρακικού οξέως (H₂CO₃), το οποίο, ως ασθενές οξύ, κάνει όξινο το διάλυμα που προκύπτει από την αντίδραση: $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$. Άρα η βροχή σχεδόν πάντα δίνει όξινη αντίδραση λόγω των παραπάνω αερίων όξινης συμπεριφοράς. Η μικρή, σχετικά, αυτή οξύτητα από ένα αραιό και ασθενές οξύ δεν έχει ορατές συνέπειες στο φυσικό και οικιστικό περιβάλλον.

Ωστόσο, ο όρος όξινη βροχή δεν αναφέρεται σ' αυτό το φυσικό επίπεδο οξύτητας, που φτάνει τιμές του pH μέχρι 5,2. Το πρόβλημα δηλαδή είναι η παρουσία στη βροχή ρύπων με έντονη όξινη αντίδραση όπως είναι: τα προερχόμενα, συνήθως από καυσαέρια, οξειδία του αζώτου και του θείου, τα οποία διαλυόμενα δίνουν ισχυρά όξινα και οξειδωτικά διαλύματα.

Τα πιο σημαντικά αέρια που οδηγούν στο σχηματισμό της όξινης βροχής είναι το διοξείδιο του θείου(SO₂) και τα οξειδία του αζώτου που οξειδώνονται σχηματίζοντας διοξείδιο του αζώτου(NO₂) και υδρολύεται σχηματίζοντας νιτρικό οξύ(HNO₃). Οπότε παρατηρούμε ότι ο κύριος παράγοντας είναι οι ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η προέλευση των ρύπων που σχηματίζουν την όξινη βροχή είναι κυρίως από καύση ορυκτών καύσιμων, ηφαιστειακή δραστηριότητα, πυρκαγιές, βιολογικές δραστηριότητες, τήξη όξινου πάγου.

Η όξινη βροχή επιφέρει καταστροφικά αποτελέσματα σε οικοσυστήματα, καλλιέργειες, πολιτιστικά μνημεία και περιουσιακά στοιχεία των πολιτών. Οι βαριές επιπτώσεις του φαινομένου ανάγκασαν, τα τελευταία χρόνια, πολλές κυβερνήσεις να επιβάλλουν νόμους και άλλα μέτρα με σκοπό τη μείωση, τουλάχιστον, του φαινομένου και άρα των επιπτώσεων του.

Οι λίμνες και τα ποτάμια γίνονται όξινα όταν το νερό και το έδαφος που τα περιβάλλουν δεν μπορούν να εξουδετερώσουν τις όξινες ενώσεις που υπάρχουν στην όξινη βροχή και απελευθερώνεται άργιλος που είναι πολύ τοξικός για πολλά είδη υδρόβιων οργανισμών. Το χαμηλό pH μαζί μετά αυξημένα επίπεδα αργίλου είναι πολύ τοξικά για τα ψάρια. Βλάπτει διάφορα είδη ψαριών μειώνοντας την βιοποικιλότητα. Γίνονται λιγότερο ικανά στο να ανταγωνιστούν για την τροφή και την διαμονή τους σε ένα μέρος

Οι περισσότερες λίμνες και τα ποτάμια έχουν pH μεταξύ 6 και 8. Η πτώση του pH στα επιφανειακά ύδατα από την όξινη βροχή έχει δραματικές επιπτώσεις σε πολλά υδρόβια είδη ζωής και ιδιαίτερα στα αυγά ή τα νεογνά τους, που συνήθως είναι πιο ευαίσθητα. Πλήττονται θανάσιμα οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί των υδάτινων οικοσυστημάτων.

3.3 Είδη Ρύπανσης

3.3.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση ονομάζεται η παρουσία ρύπων στην ατμόσφαιρα, δηλαδή η συγκέντρωση κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ζωντανών οργανισμών και γενικότερα να διαταράξουν την οικολογική ισορροπία σε μεγάλη ή μικρή γεωγραφική κλίμακα.

Υπό ορισμένες συνθήκες η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πιθανό να φτάσει σε επίπεδα που δημιουργούν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Για την περιγραφή της κατάστασης αυτής έχει επικρατήσει ο όρος «νέφος». Το νέφος παρουσιάζεται με δύο μορφές:

α) Το νέφος καπνομίχλης (smog), συνδυασμός των λέξεων smoke (καπνός) και fog (ομίχλη), που σχηματίζεται όταν στην ατμόσφαιρα υπάρχει υψηλή συγκέντρωση ρύπων, όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂) και αιωρούμενα σωματίδια, σε συνδυασμό με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή υγρασία. Το φαινόμενο είναι εντονότερο κατά τους χειμερινούς μήνες και κυρίως τις πρωινές ώρες, κατά τις οποίες επικρατούν οι παραπάνω καιρικές συνθήκες.

β) Το φωτοχημικό νέφος, που παρουσιάζεται όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ηλιοφάνεια, μικρή σχετικά υγρασία και υψηλή συγκέντρωση συγκεκριμένων ενώσεων, όπως τα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι υδρογονάνθρακες και τα προϊόντα των αντιδράσεών τους.

Ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής τους, οι ρύποι διακρίνονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Οι πρωτογενείς ρύποι εκπέμπονται απευθείας από τις διάφορες πηγές στην ατμόσφαιρα και οι σημαντικότεροι είναι τα αιωρούμενα σωματίδια [σκόνη, καπνός, σωματίδια βαρέων μετάλλων, όπως μολύβδου (Pb) και νικελίου (Ni)], το διοξείδιο του θείου (SO₂), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι υδρογονάνθρακες, το χλώριο (Cl₂) και το φθόριο (F₂).

Οι δευτερογενείς ρύποι σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από τους πρωτογενείς με χημικές αντιδράσεις που γίνονται είτε μεταξύ τους είτε με τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας με συμμετοχή του ηλιακού φωτός, της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Σημαντικότεροι είναι το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) και το όζον (O₃).

Αιωρούμενα σωματίδια: Υλικά σε στερεή ή υγρή μορφή, προερχόμενα από βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως βιομηχανίες τσιμέντου, γύψου, καθώς και από αυτοκίνητα. Προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό σύστημα και ιδιαίτερα προβλήματα σε

ηλικιωμένους, παιδιά και άτομα που πάσχουν από άσθμα. Επίσης προκαλούν φθορές σε βαφές και μειώνουν την ορατότητα της ατμόσφαιρας.

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO): Πρόκειται για άχρωμο και άοσμο αέριο που εκπέμπεται ως προϊόν ατελούς καύσεως από πάσης φύσεως μηχανές, π.χ., μηχανές αυτοκινήτων. Επιδρά αρνητικά στην υγεία, καθώς μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς, δημιουργώντας έτσι προβλήματα στο καρδιαγγειακό και το νευρικό σύστημα. Όταν βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, επηρεάζει άτομα με καρδιακά προβλήματα, ενώ σε υψηλότερες επηρεάζει αρνητικά ακόμα και υγιή άτομα, επιφέροντας ζαλάδα, πονοκεφάλους και σωματική κόπωση.

Διοξείδιο του θείου (SO₂): Αέριο άχρωμο και άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αλλά με έντονη μυρωδιά σε υψηλότερες. Φυσικά προέρχεται από τα ηφαίστεια, αλλά οι ανθρωπογενείς και βλαβερές πηγές του είναι οι εκπομπές από τις κεντρικές θερμάνσεις, τα διυλιστήρια πετρελαίου, τις χημικές βιομηχανίες και τα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Επηρεάζει άτομα με αναπνευστικά προβλήματα νεαρής και μεγάλης ηλικίας. Προκαλεί σοβαρές αλλοιώσεις στα οικοσυστήματα, καθώς συμβάλλει στο φαινόμενο της όξινης βροχής και προκαλεί τη νέκρωση ορισμένων φυτών. Μειώνει την οξύτητα λιμνών και ποταμών, δημιουργώντας ακραίες συνθήκες ακατάλληλες για την υδρόβια ζωή. Προκαλεί επίσης διάβρωση σε υλικά, όπως στο χάλυβα των σιδηροδρομικών γραμμών και στα μάρμαρα των αρχαίων μνημείων.

Μόλυβδος (Pb): Προέρχεται από την καύση απορριμμάτων, τις βαριές βιομηχανίες και από πηγές καυσίμων με μόλυβδο. Σε υψηλές συγκεντρώσεις επηρεάζει τη λειτουργία των νεφρών και γενικότερα την πνευματική ανάπτυξη, ιδιαίτερα σε άτομα νεαρής ηλικίας.

Διοξείδιο του αζώτου (NO₂): Αέριο με ιδιάζουσα μυρωδιά και καφέ χρώμα, χαρακτηριστικό του ουρανού, όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Προέρχεται μέσω χημικών αντιδράσεων, παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας, από το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το οποίο παράγεται από αυτοκίνητα, φορτηγά και βιομηχανικούς καυστήρες. Αποτελεί τον κύριο ρύπο του νέφους και της όξινης βροχής. Προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα στους ασθματικούς και στα παιδιά, ενώ επηρεάζει και τη βλάστηση.

Όζον (O₃): Αέριο άοσμο και άχρωμο. Στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας παίζει τον ευεργετικό ρόλο της προστασίας της Γης από τη βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά στα κατώτερα στρώματα αποτελεί τον κυριότερο ρύπο του φωτοχημικού νέφους. Αποτελεί το προϊόν χημικών αντιδράσεων μεταξύ του οξυγόνου (O₂), πτητικών οργανικών ενώσεων και οξειδίων του αζώτου, παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλής θερμοκρασίας. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις επιδρά αρνητικά στους ιστούς των πνευμόνων και δημιουργεί προβλήματα σε

άτομα με άσθμα και ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος. Ακόμα και σε υγιή άτομα, η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος προκαλεί ερεθισμό στην αναπνευστική οδό, διαταραχή της αναπνευστικής λειτουργίας, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό, πόνο στο στήθος, βήχα, ναυτία, ακόμα και πνευμονική συμφόρηση. Επίσης έχει τις δυσμενέστερες επιπτώσεις από όλους τους ρύπους στα φυτά, καθώς επιδρά στην ανάπτυξή τους, προκαλεί μεγάλες ζημιές στη δασική βλάστηση και μειώνει την αγροτική παραγωγή.

Τοξικοί ρύποι (αρσενικό, αμίαντος, βενζόλιο): Προέρχονται από χημικές βιομηχανίες και οικοδομικά υλικά. Προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα και σχετίζονται με γενετικές ανωμαλίες, στειρώσεις και καρκινοπαθείς. Σε υψηλές συγκεντρώσεις επιφέρουν άμεσο θάνατο.

3.3.2 Ρύπανση του εδάφους

Η ρύπανση του εδάφους αφορά στη συγκέντρωση σ' αυτό ρυπογόνων ουσιών σε ποσότητες που αλλοιώνουν τη σύσταση του και συνεπώς προκαλούν βλάβες στους οργανισμούς και διαταραχές στα οικοσυστήματα.

Οι ρυπογόνες ουσίες συγκεντρώνονται απευθείας στο έδαφος ή καταλήγουν στο έδαφος από τον αέρα (αφού η επιφάνεια του εδάφους είναι διαρκώς εκτεθειμένη στους ρύπους που περιέχει η ατμόσφαιρα) και το νερό (αφού με την κυκλοφορία των νερών στα εδάφη οι ρύποι διασκορπίζονται στη βιόσφαιρα).

Οι επιπτώσεις από τη ρύπανση του εδάφους συνήθως εμφανίζονται πολύ αργότερα από τη στιγμή της ρύπανσης αφού κάθε ρυπογόνος ουσία που διασκορπίζεται στο έδαφος εισχωρεί στα τροφικά δίκτυα των οικοσυστημάτων όπου κατά μήκος των τροφικών αλυσίδων δημιουργούνται φαινόμενα βιολογικής συσσώρευσης των ουσιών αυτών.

Οι οργανισμοί δηλ. που έχουν απορροφήσει κάποια ρυπογόνο ουσία από το έδαφος (π.χ. τα φυτά) θα χρησιμεύσουν ως τροφή για άλλους οργανισμούς (π.χ. φυτοφάγα ζώα) οι οποίοι με τη σειρά τους θα συσσωρεύσουν τη ρυπογόνο ουσία στο σώμα τους σε μεγαλύτερες ποσότητες (π.χ. σαρκοφάγα ζώα) και στη συνέχεια η ρυπογόνος ουσία θα συγκεντρωθεί σε ακόμα μεγαλύτερες ποσότητες στους οργανισμούς εκείνους που τρέφονται συγχρόνως με φυτά, φυτοφάγα και σαρκοφάγα ζώα (π.χ. άνθρωπος).

Με τον τρόπο αυτό, δηλ. μέσω της τροφικής αλυσίδας, οι ρυπογόνες ουσίες μεταφέρονται από τα κατώτερα τροφικά επίπεδα στα ανώτερα και η σταδιακή συσσώρευση τους είναι τόσο μεγαλύτερη όσο το τροφικό επίπεδο είναι υψηλότερο.

Η ρύπανση του εδάφους προέρχεται κυρίως από τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα, από τα στερεά απόβλητα (απορρίμματα), τα βιομηχανικά απόβλητα και τα ραδιενεργά κατάλοιπα καθώς και από την όξινη βροχή.

Με στόχο την αύξηση της απόδοσης της καλλιεργήσιμης γης η χρήση των φυτοφαρμάκων (παρασιτοκτόνων, εντομοκτόνων, αντιβιοτικών, αυξητικών ορμονών των φυτών, κ.ά.) παρουσιάζει αλματώδη αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες. Η ολοένα και αυξανόμενη όμως χρήση τους έφερε πολύ γρήγορα στην επιφάνεια τις αρνητικές επιπτώσεις τους αφού τα περισσότερα είναι ενώσεις μεγάλης τοξικότητας και με μεγάλο βαθμό βιολογικής συσσώρευσης (π.χ. εκείνα που περιέχουν χλωριωμένες οργανικές ενώσεις, διάφορες οργανικές και οργανομεταλλικές ενώσεις, φωσφορούχες οργανικές ενώσεις, ανόργανες ενώσεις και κυρίως ανόργανα άλατα των μετάλλων – αρσενικό (As), ψευδάργυρος (Zn), χαλκός (Cu) κ.ά.).

Τα φυτοφάρμακα μετά τη χρήση τους υφίστανται μια σειρά φυσικών, χημικών και βιολογικών διαδικασιών (υδρόλυση, οξείδωση, διάσπαση, μεταφορά, εξάτμιση, κ.ά.) με αποτέλεσμα να ρυπαίνουν το νερό και το έδαφος και να εμφανίζονται σε επικίνδυνες συγκεντρώσεις στα τρόφιμα (λαχανικά, φρούτα, κρέας, κ.λπ.) και στο ανθρώπινο σώμα.

Τα στερεά απόβλητα (οικιακά και βιομηχανικά) ρυπαίνουν το έδαφος με τις επικίνδυνες χημικές ενώσεις που περιέχουν ενώ με τη διάλυση και τη μεταφορά των ενώσεων αυτών οι ρυπογόνες ουσίες διασκορπίζονται σε μεγάλες αποστάσεις.

Εξαιρετικά επικίνδυνα είναι τα βιομηχανικά στερεά απόβλητα που περιέχουν βαρέα μέταλλα όπως μόλυβδος (Pb), υδράργυρος (Hg), κάδμιο (Cd), ψευδάργυρος (Zn), χαλκός (Cu), νικέλιο (Ni), Αρσενικό (As) κ.ά.

3.3.3 Ρύπανση των υδάτων

Ρύπανση υδάτων ονομάζεται οποιαδήποτε μεταβολή των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων του νερού (θαλασσών, ποταμών, λιμνών), λόγω της παρουσίας σε αυτό ουσιών σε ποσότητα που υπερβαίνει τα φυσιολογικά όρια. Η μεταβολή αυτή μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο, σε άλλους ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς και γενικότερα να διαταράξει την ισορροπία των οικοσυστημάτων σε μικρή ή μεγάλη γεωγραφική κλίμακα. Οι ουσίες αυτές διαλύονται στο νερό, επιπλέουν ή κατακάθονται στον πυθμένα και προέρχονται κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως το πετρέλαιο και τα λιπάσματα. Επίσης, είναι πιθανή η απελευθέρωση ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας ή ραδιενέργειας, η οποία προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του νερού, οπότε έχουμε τη «θερμική ρύπανση των υδάτων».

Παθογόνοι μικροοργανισμοί: Έτσι ονομάζονται όσοι μικροοργανισμοί είναι ικανοί να μολύνουν ή να μεταφέρουν ασθένειες. Πολλά είδη παθογόνων οργανισμών είναι ικανά να επιβιώσουν στο νερό και να διατηρήσουν τις μολυσματικές ιδιότητές τους για μεγάλες χρονικές περιόδους. Περιλαμβάνουν είδη όπως τα βακτήρια, τους ιούς, τα πρωτόζωα κ.ά.

Βακτήρια: Μονοκύτταροι οργανισμοί, συνήθως άχρωμοι, με σχήμα ραβδοειδές, σφαιρικό ή σπιράλ. Πολλές ασθένειες μεταδίδονται μέσω παθογόνων βακτηρίων, όπως, για παράδειγμα, η χολέρα, η οποία δυστυχώς εμφανίζεται ακόμη σε χώρες του τρίτου κόσμου. Άλλες ασθένειες που προκαλούνται από βακτήρια είναι ο τυφοειδής πυρετός και η δυσεντερία.

Ιοί: Οι μικρότερες γνωστές βιολογικές δομές, που δρουν ως παράσιτα, καθώς χρησιμοποιούν άλλον οργανισμό για να ζήσουν και να αναπαραχθούν. Ιός ευθύνεται για τη μετάδοση της λοιμώδους ηπατίτιδας μέσω του νερού.

Πρωτόζωα: Είναι μονοκύτταροι οργανισμοί, πιο σύνθετοι στη δομή από τα βακτήρια, που δρουν παρασιτικά ή μη και μπορεί να είναι παθογόνοι ή όχι. Από παρασιτικά πρωτόζωα μεταδίδεται η αμοιβαδική δυσεντερία.

Ανόργανες και οργανικές διαλυτές στο νερό ουσίες: Περνούν στο νερό είτε από τον αέρα μέσω της βροχής είτε κατά τη διήθησή του μέσα από το έδαφος είτε (η πιο συνηθισμένη περίπτωση) λόγω της ανάμειξής του με αστικά λύματα ή υγρά απόβλητα. Οι οργανικές ενώσεις, λόγω της αποικοδόμησής τους από τους μη παθογόνους μικροοργανισμούς του νερού, προκαλούν την κατανάλωση του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου. Έτσι όμως οι αερόβιοι οργανισμοί του νερού, όπως τα ψάρια, ασφυκτιούν και πεθαίνουν, ενώ αναπτύσσονται οργανισμοί που δεν χρειάζονται οξυγόνο για να ζήσουν, οι οποίοι παράγουν ανεπιθύμητα προϊόντα, όπως δύσσομα αέρια (υδροθείο, μεθάνιο). Από τις ανόργανες ουσίες πρόβλημα δημιουργούν τα θετικά φορτισμένα ιόντα των λεγόμενων βαρέων μετάλλων, όπως ιόντα μολύβδου (Pb^{2+}), υδραργύρου (Hg^+ , Hg^{2+}), χρωμίου (Cr^{3+} , Cr^{6+}) και καδμίου (Cd^{2+}), τα οποία βρίσκονται συνήθως σε βιομηχανικά απόβλητα και είναι τοξικά για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Αιωρούμενες στο νερό ενώσεις: Είναι συνήθως ανόργανες (σπανιότερα οργανικές) ενώσεις, που στα φυσικά νερά προέρχονται από τη διάβρωση εδαφών, στα αστικά λύματα από αδιάλυτα στερεά που παρασύρονται στους αγωγούς αποχέτευσης και στα υγρά βιομηχανικά απόβλητα από αδιάλυτα στερεά παραπροϊόντα της παραγωγικής διαδικασίας. Συνήθως απορροφούν στην επιφάνειά τους διαλυτές ενώσεις οργανικές ή ανόργανες, πολλές από τις οποίες είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες, όπως τα διάφορα ζιζανιοκτόνα. Σημειακές πηγές ρύπανσης χαρακτηρίζονται όλες οι πηγές που εκβάλλουν ρύπους σε εντοπισμένα σημεία. Αυτά είναι τα

άκρα αγωγών, τάφρων ή αποχετευτικών δικτύων που καταλήγουν σε υδάτινους αποδέκτες. Σε αυτή την κατηγορία ταξινομούνται οι βιομηχανικές μονάδες επεξεργασίας λυμάτων που απομακρύνουν μέρος των ρύπων, ενεργά ή εγκαταλελειμμένα ορυχεία, πετρελαιοπηγές και τάνκερς. Επειδή βρίσκονται σε συγκεκριμένο μέρος, συνήθως σε αστικές περιοχές, είναι σχετικά εύκολος ο εντοπισμός τους και κατά συνέπεια η παρακολούθησή τους.

Μη σημειακές πηγές ρύπανσης: είναι πηγές οι οποίες δεν είναι δυνατόν να εντοπιστούν σε κανένα ειδικό σημείο απορροής. Είναι συνήθως μεγάλες περιοχές που ρυπαίνουν το νερό με επιφανειακή απορροή, υπεδάφια ροή ή απόθεση στην ατμόσφαιρα. Τέτοιες είναι, για παράδειγμα, οι απορροές χημικών στα επιφανειακά νερά και η διαρροή τους στο έδαφος μέσα από χωράφια, υλοτομημένα δάση, ζωοτροφές, δρόμους, αποχετεύσεις κ.ά. Εκτιμάται ότι σε χώρες με αγροτική παραγωγή ή γεωργική ρύπανση, υπό τη μορφή στερεών αποθέσεων, ανόργανων λιπασμάτων, κοπριάς, αλάτων διαλυμένων στο νερό άρδευσης και παρασιτοκτόνων, είναι υπεύθυνη για πάνω από το 60% των συνολικών ρύπων που φτάνουν σε ποτάμια και λίμνες. Ο έλεγχος της ρύπανσης αυτού του τύπου είναι πολύ δυσχερής, επειδή είναι δύσκολο να εντοπιστούν οι τόσο διαφορετικές και διεσπαρμένες πηγές ρύπανσης.

3.4 Μορφές ρύπανσης νερού

3.4.1 Οργανική ρύπανση

Οργανική ρύπανση (Οργανικές ουσίες φυσικής προέλευσης/λύματα, λιπάσματα, απορρυπαντικά). Αναφέρθηκε ότι, ο γενικός ορισμός της ρύπανσης είναι η είσοδος στο περιβάλλον ουσιών ή ενέργειας σε ποσότητες/ συγκεντρώσεις τέτοιες που να αποτελούν κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και τις φυσιολογικές λειτουργίες και ζωντανούς πληθυσμούς του περιβάλλοντος. Όταν η ρύπανση οφείλεται σε ουσίες, οι οποίες εντάσσονται στην κατηγορία των οργανικών ενώσεων, τότε έχουμε την παρουσία της οργανικής ρύπανσης.

Ως οργανικές θεωρούνται όλες οι ενώσεις του άνθρακα (C), εκτός από τα 2 οξειδιά του, το διοξείδιο (CO₂) και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το ανθρακικό οξύ (H₂CO₃) και τα άλατά του, τα όξινα ανθρακικά [M(HCO₃)X] και τα ανθρακικά [M₂/a(CO₃)X/a], τα οποία ανήκουν στις ανόργανες. Από τις οργανικές εξαιρούνται και άλλες 2 ενώσεις, που τοποθετούνται επίσης στις ανόργανες, το δισουλφίδιο του άνθρακα, γνωστό εμπειρικά και ως διθειάνθρακας (CS₂) και το οξείδιο σουλφίδιο του άνθρακα (COS).

Ο άνθρακας αποτελεί στοιχείο της τέταρτης ομάδας του περιοδικού πίνακα, έχει δηλαδή 4 ηλεκτρόνια στη εξωτερική του στοιβάδα, τα οποία μπορεί να μοιραστεί, ενώ αυτό σημαίνει επίσης ότι χρειάζεται άλλα 4 ηλεκτρόνια. Το σθένος του δηλαδή είναι 4 και στην ακραία περίπτωση μπορεί να συνδεθεί με άλλα 4 άτομα, αν αυτά έχουν σθένος 1. Θεωρώντας τώρα τις οργανικές ενώσεις αποτελούμενες από ανθρακικές αλυσίδες, είναι ευνόητο το απεριόριστο του δυνατού αριθμού τους, κάτι που κάνει δυνατή την εμφάνιση πολλών πιθανών οργανικών ενώσεων προς προσδιορισμό σε κάποιο δείγμα.

Έτσι, η οργανική ρύπανση, όταν θέλουμε γενική εικόνα του οργανικού φορτίου, κατά κανόνα μετράται με την απαίτηση σε μάζα οξυγόνου ανά όγκο δείγματος που χρειάζεται για να οξειδωθούν οι οργανικές ενώσεις, οι οποίες περιέχονται στον όγκο αυτό δείγματος, είτε με βιολογικό (BOD) είτε με χημικό (COD) τρόπο.

3.4.2 Φυσική ρύπανση

Ένα παράδειγμα προέλευσης φυσικής ρύπανσης είναι η θερμορύπανση. Η ρύπανση του νερού μέσω αύξησης της θερμοκρασίας του αποτελεί μια ιδιαίτερη μορφή ρύπανσης, τη θερμική ρύπανση. Η κυριότερη αιτία αυτού του είδους ρύπανσης πιθανότατα είναι οι ενεργειακοί σταθμοί των οποίων το νερό που απελευθερώνεται μετά τη χρήση του ως ψυκτικό μέσο, ρυπαίνει θερμικά τους αποδέκτες στους οποίους καταλήγει, ανυψώνοντας τη θερμοκρασία τους.

Πολλά είδη πανίδας και χλωρίδας επηρεάζονται από τη θερμοκρασιακή αυτή αύξηση. Παρ' όλο που σε παγκόσμιο επίπεδο οι βελτιώσεις στη θερμική αποτελεσματικότητα των ενεργοπαραγωγών εργοστασίων μείωσαν την σχετική ποσότητα θερμότητας που εκλύεται, σε σχέση με την ποσότητα νερού προς ψύξη ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας, η συνολικά παραγόμενη ποσότητα ενέργειας αυξήθηκε τόσο, ώστε το συνολικό ποσό εκλυόμενης θερμότητας σε παγκόσμιο επίπεδο αυξήθηκε.

Θερμική ρύπανση ποταμών μπορεί να προκληθεί με την κατασκευή μεγάλων ταμιευτήρων νερού, ή λόγω της αστικής θερμικής νησίδας και της αποδάσωσης (Goudie, 1990). Η αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτινων αποδεκτών προκαλεί μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου, που είναι απαραίτητο για να βίο-αποικοδομηθούν τα απόβλητα.

Ταυτόχρονα, σε θερμό περιβάλλον η ταχύτητα βίο-αποικοδόμησης αυξάνεται, επιβάλλοντας μια ταχύτερη απαίτηση οξυγόνου, ενώ συνολικά υπάρχει μικρότερη διαθεσιμότητα, κάνοντας τα πράγματα δυσκολότερα. Από την άλλη μεριά, προσωρινή παύση

λειτουργίας των ενεργοπαραγωγών εργοστασίων, μπορεί να προκαλέσει μέχρι και θανατηφόρο σοκ ψύξης σε ψάρια των υδάτινων αποδεκτών (Γεωργόπουλος, 1996).

Το θερμό νερό που επιστρέφει σε ένα υδάτινο οικοσύστημα μετά τη χρησιμοποίησή του για την ψύξη εργοστασιακών εγκαταστάσεων, επιδρά στο περιβάλλον με τη μορφή της θερμικής ρύπανσης. Συνήθως το νερό χρησιμοποιείται για την ψύξη πυρηνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε διυλιστήρια πετρελαίου ή σε άλλες βιομηχανίες. Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού που παρατηρείται μπορεί να επηρεάσει άμεσα και έμμεσα τους υδρόβιους οργανισμούς.

Στην άμεση επίδραση οι περισσότεροι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί υποφέρουν από απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας ή από τις συνεχείς υψηλές θερμοκρασίες στις περιοχές διοχέτευσης του θερμού νερού. Η φυσιολογία των βίο-κοινωνιών μπορεί να μεταβληθεί με την επικράτηση θερμοφίλων ή και ευρύθερων ειδών έναντι των ειδών που προϋπήρχαν στην περιοχή.

Στην έμμεση επίδραση η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει τη διαλυτότητα του οξυγόνου και επομένως μεταβάλλεται και αυτή η παράμετρος, γεγονός που επιτείνει την όχληση των οργανισμών. Η θερμική ρύπανση έχει συχνά ως αποτέλεσμα τη δημιουργία θερμικής στρωμάτωσης του νερού.

3.4.3 Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα (οικιακά και βιομηχανικά) ρυπαίνουν το έδαφος με τις επικίνδυνες χημικές ενώσεις που περιέχουν ενώ με τη διάλυση και τη μεταφορά των ενώσεων αυτών οι ρυπογόνες ουσίες διασκορπίζονται σε μεγάλες αποστάσεις.

Εξαιρετικά επικίνδυνα είναι τα βιομηχανικά στερεά απόβλητα που περιέχουν βαρέα μέταλλα όπως μόλυβδος (Pb), υδράργυρος (Hg), κάδμιο (Cd), ψευδάργυρος (Zn), χαλκός (Cu), νικέλιο (Ni), Αρσενικό (As) κ.ά.

Τα χημικά στοιχεία που περιέχονται στα οικιακά και τα βιομηχανικά στερεά απόβλητα εμφανίζονται στο έδαφος σε μικρές ποσότητες. Ωστόσο η είσοδος τους στις τροφικές αλυσίδες και η βιολογική τους συσσώρευση αυξάνει εξαιρετικά την τοξικότητά τους. Έτσι σε ανώτερους οργανισμούς όπως στον άνθρωπο, σε πολλά θηλαστικά, πουλιά και μεγάλα ψάρια παρατηρούνται συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων ανώτερες κατά χιλιάδες φορές από τις συγκεντρώσεις των ίδιων στοιχείων στο έδαφος.

Τα αστικά απορρίμματα αποτελούν ένα ιδιαίτερος ανομοιογενές συνονθύλευμα υλικών. Η πιο δόκιμη κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων, όπως προκύπτει από σειρά δειγματοληψιών και αναλύσεων, περιλαμβάνει τις εξής ομάδες υλικών: Ζυμώσιμα, Χαρτί,

Μέταλλα, Γυαλί, Πλαστικό, Δέρμα-Ξύλο-Λάστιχο-Υφασμα και λοιπά όπου εδώ καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να κατανεμηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες.

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.

3.4.4 Ραδιενεργά απόβλητα

Ραδιενεργά απόβλητα είναι όλα εκείνα τα υλικά που εκπέμπουν κάποιας μορφής ακτινοβολίας. Συνήθως τα ραδιενεργά απόβλητα προέρχονται είτε από απόρριψη κατάλοιπων από πυρηνικούς αντιδραστήρες, είτε είναι κατάλοιπα κάποιας πυρηνικής έκρηξης. Η επίδραση τους στους οργανισμούς μοιάζει με αυτή των χημικών απόβλητων (βιοσυσσώρευση) όμως είναι ίσως πιο επικίνδυνα γιατί δεν μπορούν με κανένα τρόπο να ανιχνευτούν από τους απλούς οργανισμούς. Τα περισσότερα από τα ραδιενεργά απόβλητα μπορούν να διατηρούν τις επιβλαβείς τους ιδιότητες για πάρα πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Οι ακτινοβολίες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες και στις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι οι ακτινοβολίες που μεταφέρουν ενέργεια ικανή να εισχωρήσει στην ύλη, να προκαλέσει ιοντισμό των ατόμων της, να διασπάσει χημικούς δεσμούς και να προκαλέσει βιολογικές βλάβες σε ζώντες οργανισμούς.

Οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες εκπέμπονται από τις φυσικές και τεχνικές πηγές ακτινοβολίας. Τα ραδιενεργά υλικά εκπέμπουν ακτινοβολία που μπορεί να είναι σωματιδιακή (ακτινοβολία α και β) και ηλεκτρομαγνητική όπως η ακτινοβολία- γ και η ακτινοβολία- X . Τα ραδιενεργά υλικά ταξινομούνται σε 4 κατηγορίες ανάλογα με την σχετική ραδιοτοξικότητά τους (relative radiotoxicity per unit activity). Η εμβέλεια των ακτινοβολιών αυξάνει με το ενεργειακό περιεχόμενο τους με αποτέλεσμα να διαφοροποιούνται σημαντικά τα μέτρα προστασίας ανάλογα με την εκπεμπόμενη ακτινοβολία και την ενέργεια της.

Μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι αυτές που μεταφέρουν σχετικά μικρή ενέργεια, μη-αρκετή για να προκαλέσει ιοντισμό, ικανή όμως να προκαλέσει ηλεκτρικές, χημικές και θερμικές επιδράσεις στα κύτταρα, που μπορούν να αποβούν άλλοτε επιβλαβείς και άλλοτε ευεργετικές για τη λειτουργία τους.

Σοβαρή πηγή ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι και η βιομηχανική δραστηριότητα. Στα βιομηχανικά απόβλητα περιέχονται επικίνδυνες χημικές ουσίες, οργανικοί

διαλύτες και πετρελαιοειδή. Επίσης τα παρασιτοκτόνα, τα εντομοκτόνα και τα ραδιενεργά απόβλητα και παραπροϊόντα είναι πολύ τοξικοί ρύποι.

Το κοινό στοιχείο όλων των παραπάνω ουσιών είναι ότι είναι μη βιοδιασπώμενες ουσίες. Τέτοιες μη βιοδιασπώμενες ουσίες εισέρχονται στον οργανισμό των ζώων και των φυτών με την αναπνοή και τη διατροφή και κατακρατούνται στους ιστούς. Μερικά από τα ζώα της θάλασσας έχουν την ιδιότητα να βιοσυσσωρεύουν τους ρύπους κατά εκατοντάδες φορές. Το φαινόμενο αυτό κατά το οποίο αυξάνεται η συγκέντρωση τοξικών χημικών ουσιών στους ιστούς των οργανισμών καθώς προχωρούμε κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας ονομάζεται βιοσυσσώρευση.

Η βιοσυσσώρευση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι το είδος και η συγκέντρωση του ρύπου, ο χρόνος έκθεσης καθώς και το είδος, η ηλικία, ο ιστός ή το όργανο και γενικά ο βιολογικός κύκλος του οργανισμού. Η συσσωρευση των μη βιοδιασπώμενων ουσιών αφορά και τον ίδιο τον άνθρωπο, για τον απλό λόγο ότι συνήθως αποτελεί τον τελευταίο κρίκο σε πολλές διατροφικές αλυσίδες.

3.4.5 Πετρέλαιο ή άλλους υδρογονάνθρακες

Τα περισσότερα από τα συστατικά του πετρελαίου είναι ελαφρύτερα του νερού, δεν διαλύονται σ' αυτό και επιπλέουν στην επιφάνεια ορατά ως ιριδίζουσες κηλίδες. Μερικά από τα ελαφρύτερα συστατικά εξατμίζονται και τα υπόλοιπα αποικοδομούνται τελικά από βακτήρια. Μερικά από τα συστατικά του πετρελαίου βυθίζονται και συσσωρεύονται στα ιζήματα του βυθού, ιδιαίτερα μετά την εξάτμιση των ελαφρύτερων συστατικών του. Οι συνέπειες για τους οργανισμούς είναι η δηλητηρίαση λόγω πρόσληψης με την τροφή, επιδράσεις σε ποικίλες λειτουργίες των οργανισμών όπως στην ανάπτυξη, αναστολή αύξησης φυτοπλαγκτόν κ.λπ. Περισσότερο επηρεάζονται οι βενθικοί οργανισμοί ιδιαίτερα σε ομαλές αμμώδεις ή λασπώδεις ακτές.

Η ρύπανση της θάλασσας από πετρέλαιο ευαισθητοποιεί το κοινό διότι γίνεται αισθητή είτε απευθείας, όταν ρυπαίνει τις ακτές κολύμβησης, είτε από εικόνες στα μέσα μαζικής ενημέρωσης, όταν μετά από ατύχημα ενός πετρελαιοφόρου δημιουργείται πετρελαιοκηλίδα. Παρ' όλα αυτά, το πετρέλαιο εισέρχεται στη θάλασσα με πολλούς τρόπους και όχι μόνο από τα ατυχήματα των πετρελαιοφόρων. Πετρέλαιο μπορεί να εκρέει στο θαλάσσιο περιβάλλον σε μεγάλες ποσότητες από φυσικές πηγές, κατά την εξόρυξή του, κατά τη μεταφορά και κατά τη χρήση/κατανάλωσή του.

Η σχετική συνεισφορά των διαφόρων πηγών, όπως εκτιμήθηκε από το National Research Council των ΗΠΑ(το 2003), αναλύεται στις επόμενες παραγράφους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι

είναι δύσκολο να εκτιμηθεί με ακρίβεια η συνολική ποσότητα πετρελαϊκών υδρογονανθράκων που εισέρχεται στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η ποσότητα αυτή μειώνεται σταδιακά, ενώ η σχετική συνεισφορά των επιμέρους πηγών μεταβάλλεται με τον χρόνο λόγω της εφαρμογής των νέων κανονισμών (MARPOL και εθνικοί ή περιφερειακοί κανονισμοί), τεχνολογικών εξελίξεων και οικονομικών αλλαγών. Στους υγρούς υδρογονάνθρακες κύρια θέση καταλαμβάνει το πετρέλαιο, επειδή αποτελεί την κυριότερη πηγή ενέργειας στη Γη σήμερα.

Το Αργό Πετρέλαιο (crude oil) είναι ένα παχύρρευστο υγρό ορυκτό, που αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό (>700) υδρογονανθράκων (C1-C40) με πολύπλοκη δομή. Η αναλογία των διαφόρων τύπων υδρογονανθράκων, η οποία καθορίζει και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του πετρελαίου εξαρτάται από την πηγή προέλευσής του. Η ετυμολογία της λέξης προέρχεται από την πέτρα και το έλαιο, λάδι δηλαδή που βρίσκεται μέσα σε πέτρες.

Αν και τα τελευταία 20 χρόνια, λόγω προβλημάτων ρύπανσης του περιβάλλοντος, καταβάλλεται σημαντική προσπάθεια αντικατάστασης των συμβατικών καυσίμων με εναλλακτικές πηγές ενέργειας (όπως βιομάζα, υδρογόνο, κ.α.), το πετρέλαιο εξακολουθεί να παραμένει η κυριότερη πηγή ενέργειας παγκοσμίως. Τα προϊόντα του πετρελαίου χρησιμοποιούνται, κυρίως, στον τομέα των μεταφορών και της θέρμανσης αλλά, επίσης, στην παραγωγή μιας πληθώρας οργανικών χημικών ουσιών γνωστών ως πετροχημικά.

Παραδείγματα τέτοιων προϊόντων είναι ενώσεις, όπως οι ολεφίνες (αιθυλένιο, προπυλένιο, κ.α.) τα οποία αποτελούν μονομερή για την παραγωγή εμπορικών πολυμερών, όπως το πολυαιθυλένιο (LDPE, HDPE) και το πολυπροπυλένιο (PP). Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται, στη συνέχεια, οι ιδιότητες του πετρελαίου, καθώς και οι διεργασίες που γίνονται κατά την εξόρυξη και τη διύλισή του.

Κεφάλαιο 4

Τρόποι αντιμετώπισης της ρύπανσης του νερού

4.1 Εκτατικές Τεχνικές - Υγροβιότοποι

Υγρότοποι (Wetlands) είναι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη με ξυλώδη βλάστηση, από μη αποκλειστικώς ομβροδίατα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα, από τυρφώδεις γαίες ή από νερό. Οι περιοχές αυτές κατακλύζονται μονίμως ή προσωρινώς με νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή ρέον, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Σ' αυτές περιλαμβάνονται και εκείνες που καλύπτονται με θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά τη ρηχία δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα. (Συνθήκη Ramsar, 1971)

Οι λειτουργίες των υγροτόπων έχουν ως εξής: Τα οικοσυστήματα των υγροτόπων επιτελούν πολλαπλές λειτουργίες. Ο πρωταρχικός παράγοντας που καθορίζει το πως λειτουργεί ένας υγρότοπος είναι το υδρολογικό καθεστώς του, εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων, τροποποίηση πλημυριακών φαινομένων, παγίδευση ιζημάτων και άλλων ουσιών, αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας, απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα, δέσμευση ηλιακής ακτινοβολίας-στήριξη τροφικών πλεγμάτων.

Ως υγροβιότοποι ορίζονται περιοχές οι οποίες είτε πλημυρίζουν από επιφανειακό νερό, είτε τα εδάφη τους βρίσκονται σε κατάσταση κορεσμού λόγω της υψηλής στάθμης του υπόγειου νερού, τόσο συχνά και με τέτοια διάρκεια, ώστε να έχουν χαρακτηριστικά εδάφη, να υποστηρίζουν βλάστηση που έχει προσαρμοσθεί σε υγρές συνθήκες και να λαμβάνουν χώρα σε αυτές τις περιοχές βιολογικές λειτουργίες και δραστηριότητες προσαρμοσμένες στο υγρό περιβάλλον (Τσιχριντζής, 2000).

Θεωρούνται μεταξύ των σπουδαιότερων οικοσυστημάτων του πλανήτη, καθώς παρέχουν το περιβάλλον διαβίωσης για μια μεγάλη ποικιλία ειδών πανίδας και χλωρίδας, επιτρέπουν την πραγματοποίηση πολύτιμων διεργασιών των υδρολογικών και χημικών κύκλων με τελικό αποτέλεσμα τον καθαρισμό των ρυπασμένων υδάτων, συμβάλλουν στην αποτροπή πλημμύρων, στην προστασία των ακτογραμμών και στην επαναφόρτιση των υπόγειων υδροφορέων, παρουσιάζοντας σημαντική οικονομική αξία στην παραγωγή τροφής και ενέργειας (Prescott and Tsanis, 1997).

Οι υγροβιότοποι αποτελούν τμήματα του εδάφους κατακλυζόμενα με νερό, συνήθως μικρού βάθους (μικρότερο των 0,6 m), στα οποία αναπτύσσονται φυτά όπως είναι: διάφορα είδη κύπερης, καλάμια, είδη βούρλων και άλλα είδη ψαθιού και αφράτου. Η φυτική βλάστηση προσφέρει το βασικό υπόστρωμα ανάπτυξης των βακτηριακών μεμβρανών, βοηθά

στη διήθηση και την προσρόφηση συστατικών των αποβλήτων, μεταφέρει οξυγόνο στη μάζα του νερού και περιορίζει την ανάπτυξη αλγών με τον έλεγχο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Στην επεξεργασία των ρυπασμένων υδάτων έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο τεχνητοί, όσο και φυσικοί υγροβιότοποι.

Οι φυσικοί όμως υγροβιότοποι έχουν περιορισμένη χρήση που συνίσταται στην αποδοχή και/ή περαιτέρω επεξεργασία εκροών δευτεροβάθμιας ή ακόμη προωθημένης επεξεργασίας (Αγγελάκης και Τσοπανόγκλους, 1995).

Πολλοί υγρότοποι υποβαθμίστηκαν εξαιτίας της κατασκευής αρδευτικών ή υδροηλεκτρικών έργων. Άλλος σημαντικός είναι η ρίψη υγρών και στερεών αποβλήτων από βιομηχανίες και οικισμούς. Διάφορες ασύνετες ενέργειες όπως η εγκατάσταση εντατικών ιχθυοκαλλιεργειών σε ακατάλληλες τοποθεσίες, η παράνομη αλιεία, κτλ. οδηγούν επίσης στην υποβάθμιση των υγροτόπων.

Οι συνηθέστεροι τύποι υγροτόπων είναι: ποταμοί, ρύακες, εκβολές και δέλτα ποταμών, λίμνες, λιμνοθάλασσες, έλη, πηγές, παρόχθιες περιοχές, αλυκές, τεχνητοί ταμιευτήρες νερού.

4.1.1 Φυσικός Υγρότοπος(Natural wetlands)

Στους φυσικούς υγροτόπους ανήκουν οι ποταμοί, οι εκβολές, τα δέλτα, οι λίμνες, οι λιμνοθάλασσες, τα έλη και οι πηγές. Οι φυσικοί υγρότοποι δημιουργούνται χωρίς τη μεσολάβηση του ανθρώπου.

Οι φυσικοί υγροβιότοποι θεωρούνται από τα πιο σημαντικά οικοσυστήματα του πλανήτη. Εντούτοις, η σπουδαιότητά τους δεν αναγνωρίστηκε παρά μόνο τα τελευταία χρόνια, ενώ παλαιότερα συχνά καταστρέφονταν με σκοπό την επέκταση αστικών και αγροτικών περιοχών. Έτσι, έχει χαθεί ένα μεγάλο μέρος τους, κάτι που επέφερε δραματικές επιπτώσεις και στην εξαιρετική ποικιλία πανίδας και χλωρίδας που αναπτύσσεται σε αυτούς. (Τσιχριντζής, 2000)

Στις ΗΠΑ υπολογίζεται ότι έχει καταστραφεί το 35 έως 50% των φυσικών υγροβιότοπων λόγω αποστράγγισης ή επιχωμάτωσης της επιφάνειας έκτασης που καταλάμβαναν (Τσιχριντζής, 1999). Τα τελευταία έτη, οι φυσικοί υγροβιότοποι προστατεύονται μέσω διεθνών συμβάσεων, όπως είναι η συνθήκη Ramsar και η διάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (www.un.org), οι οποίες έχουν προσυπογραφεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ελλάδα. Έτσι, η οποιαδήποτε μετατροπή της υδρολογικής κατάστασης κάποιου φυσικού υγροβιότοπου είναι εξαιρετικά δύσκολο να λάβει χώρα (Τσιχριντζής 2000). Οι περισσότεροι φυσικοί υγροβιότοποι είναι

ΤΕΙ Κρήτη

συστήματα επιφανειακής ροής που περιλαμβάνουν βαλτώδη βλάστηση (βασική βλάστηση βρύων, βλάστηση γρασιδιού και αναδυόμενα μακρόφυτα) (US.EPA, 2000).

Οι φυσικοί υδροβιότοποι μπορούν να θεωρηθούν ως υδατικοί αποδέκτες. Υπάρχουν σχετικά λίγα παραδείγματα φυσικών υδροβιότοπων για επεξεργασία ρυπασμένου ύδατος στις ΗΠΑ. Επειδή κάθε εκροή σε ένα φυσικό υδροβιότοπο πρέπει να ικανοποιεί τα όρια του Εθνικού Μολυσματικού Συστήματος Απαλλαγής Αποβολών (NPDES), αυτοί οι υδροβιότοποι χρησιμοποιούνται τυπικά για προχωρημένη επεξεργασία (US.EPA, 2000). Τροποποιήσεις σε υπάρχοντες υδροβιότοπους με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών επεξεργασίας πρέπει γενικά να αποφεύγονται, γιατί είναι πιθανόν να προξενήσουν προβλήματα στο οικοσύστημα (Αγγελάκης και Τσοπανόγκλους, 1995).

Στην πλειονότητα των Πολιτειών των ΗΠΑ δε γίνεται διάκριση μεταξύ ενός υδροβιότοπου και των γειτονικών επιφανειακών νερών και παρουσιάζονται οι ίδιες απαιτήσεις και στα δύο. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, από οικονομικής απόψεως δεν ευνοείται η χρησιμοποίηση φυσικών υδροβιότοπων στη διαδικασία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, αφού η βασική επεξεργασία πρέπει να παρασχεθεί πριν την απόρριψη στον υδροβιότοπο (Αγγελάκης και Τσοπανόγκλους, 1995).

Η χρήση φυσικών υδροβιότοπων για άμεση επεξεργασία λυμάτων επιπλέον δημιουργεί προβλήματα μηχανικής απόψεως, έχοντας επιπτώσεις στην απόδοση του συστήματος. Το υδραυλικό καθεστώς στους περισσότερους φυσικούς υδροβιότοπους έχει αναπτυχθεί για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μπορεί να είναι «υγρό», όμως λόγω της δημιουργίας καναλιών στη ροή το μεγαλύτερο κομμάτι της ροής διαμέσου του υδροβιότοπου εμφανίζεται διαμέσου ενός σχετικά μικρού μέρους της συνολικής περιοχής.

Στην ακραία περίπτωση, μόνο 10% της επιφάνειας του υδροβιότοπου ίσως έλθει σε επαφή με τα λύματα που εισάγονται στον υδροβιότοπο, οπότε μόνο το 10% της συνολικής περιοχής μπορεί να θεωρηθεί ως αποτελεσματικό στην επεξεργασία. Θεωρείται απίθανο να διορθωθεί το πρόβλημα αυτό με ισοπέδωση του εδάφους ή κάποια άλλη δραστηριότητα του μηχανικού και να συνεχίζεται να συντηρείται η αξία που είχε αρχικά ο φυσικός υδροβιότοπος (Reed et al., 1995)

Δέλτα ποταμών

Δέλτα ονομάζονται οι εκτάσεις που σχηματίζονται από τα στερεά υλικά που μεταφέρουν οι ποταμοί και τα εναποθέτουν στις εκβολές τους. Μολονότι όλοι οι ποταμοί μεταφέρουν στερεά υλικά, δεν έχουν όλοι τη δυνατότητα να σχηματίζουν δέλτα. Για να σχηματιστεί ένα δέλτα, πρέπει

ΤΕΙ Κρήτη

Τμήμα Μηχανολογίας

να υπάρχει ευνοϊκός συνδυασμός παραγόντων τόσο στη λεκάνη απορροής όσο και στις εκβολές. Συνήθως, αξιόλογα δέλτα σχηματίζουν οι ποταμοί που δέχονται πολλές βροχοπτώσεις, συλλέγουν τα νερά τους από μεγάλες εκτάσεις, έχουν δηλαδή μεγάλη λεκάνη απορροής, και εκβάλλουν σε σχετικά ήρεμα, αβαθή θαλασσινά ή λιμναία νερά.

Καθώς το ορμητικό νερό του ποταμού συναντά τα σχετικά ήσυχα νερά της θάλασσας ή κάποιας λίμνης, η ταχύτητά του μειώνεται απότομα. Έτσι, η λάσπη και τα υπόλοιπα υλικά, που έχει συλλέξει ο ποταμός, αποτίθενται σε μεγάλες εκτάσεις στις εκβολές. Με πάροδο του χρόνου παίρνουν το σχήμα της βεντάλιας. Αυτός ο σχηματισμός είναι το δέλτα. Πήρε το όνομα του από το ελληνικό γράμμα Δ.

- Εκβολές ποταμών: Το χαμηλότερο και πιο διαπλατυσμένο τμήμα της κοίτης ενός ποταμού, εκεί όπου συμβαίνει μείξη του ποτάμιου νερού με το θαλασσινό ονομάζεται εκβολή του ποταμού.
- Έλη: Έλη είναι πολύ ρηχές περιοχές που συγκεντρώνεται νερό μόνιμα ή περιοδικά.
- Λίμνες: Οι περισσότερες λίμνες είναι λίμνες γλυκού νερού και σχηματίζονται κατά το πλείστον μακριά από τις ακτές της θάλασσας ως αποτέλεσμα τεκτονικών ή ηφαιστειακών δυνάμεων ή από τη δράση των παγετώνων.
- Λιμνοθάλασσες: Λιμνοθάλασσες είναι αβαθείς παράκτιες περιοχές που συγκεντρώνεται νερό και οι οποίες επικοινωνούν με τη θάλασσα μέσω ενός, συνήθως, διαύλου. Ευνοϊκές συνθήκες σχηματισμού τους είναι οι εξής: επίπεδες και αμμώδεις ακτές, εκβολή ποταμού και κατάλληλη δράση των θαλάσσιων ρευμάτων.
- Πηγές: Πηγές, καλούνται οι τοποθεσίες από τις οποίες συμβαίνει ελεύθερη εκροή υπόγειου νερού. Συνήθως στην Ελλάδα οι τοποθεσίες αυτές έχουν εμβαδόν πολύ λίγων τετραγωνικών μέτρων και σπανιότερα μερικών εκατοντάδων τετραγωνικών μέτρων.
- Παρόχθιες περιοχές: Περιοχές οι οποίες αναπτύσσονται στις όχθες υδάτινων οικοσυστημάτων.
- Ποταμοί: Ποταμός είναι μια επιμήκης περιοχή συγκέντρωσης τρεχούμενου νερού, το οποίο ρέει προς τα κατάντη με τη βαρύτητα.

4.1.2 Τεχνητός Υγρότοπος

Τεχνητοί υγρότοποι είναι οι αλυκές, οι τεχνητές λίμνες και οι ορυζώνες. Οι τεχνητοί υγρότοποι δημιουργούνται πρώτιστα για να καλύψουν συγκεκριμένες ανάγκες του ανθρώπου. Στη συνέχεια όμως, πολλοί εξελίσσονται σε σπουδαία οικοσυστήματα.

Οι τεχνητοί υγροβιότοποι αποτελούν μια σχετικά νέα τεχνολογία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, που βασίζεται στη χρησιμοποίηση φυτών που αναφύονται όπως νεροκάλαμα, βούρλα και ψαθί. Σε τέτοια συστήματα η εφαρμογή αποβλήτου λαμβάνει χώρα πάνω ή κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (Reed et al., 1984). Η δημιουργία και η απόδοση των υγροβιότοπων πρέπει να πραγματοποιείται μέσω οικολογικά υγιών τρόπων. Η δημιουργία υγροβιότοπου αναφέρεται στην κατασκευή του σε μια περιοχή όπου δεν υπήρχε υγροβιότοπος προηγουμένως. Οι τεχνητοί υγροβιότοποι δεν έχουν υπολογισθεί με ακρίβεια στις ΗΠΑ, αλλά πιθανότατα είναι χιλιάδες (Mitsch, 1992).

Οι υγροβιότοποι θεωρούνται χαμηλού κόστους εναλλακτικές λύσεις για την επεξεργασία δημοτικών, βιομηχανικών και αγροτικών υγρών αποβλήτων. Οι τεχνητοί υγροβιότοποι προτιμώνται επειδή έχουν περισσότερα μηχανικά συστήματα και είναι ευκολότερο να ελεγχθούν (Kadlec, 1995; Ayaz & Akca, 2001).

Η κατασκευή ενός υγροβιότοπου σε μια περιοχή επιτρέπει την αποφυγή ρυθμίσεων και περιβαλλοντικών εμπλοκών που συνδέονται με τη διάθεση εκροών σε φυσικά οικοσυστήματα (όπως θεωρούνται οι φυσικοί υγροβιότοποι) και επιτρέπουν το σχεδιασμό του υγροβιότοπου με σκοπό αποκλειστικά τη βέλτιστη επεξεργασία των ρυπασμένων υδάτων.

Τυπικά, ένας τεχνητός υγροβιότοπος αποδίδει περισσότερο σε σχέση με ένα φυσικό ίσης έκτασης, εφόσον το έδαφος έχει προσεκτικά ισοπεδωθεί και στο υδραυλικό καθεστώς του συστήματος πραγματοποιείται σωστός έλεγχος. Η αξιοπιστία ενός τεχνητού υγροβιότοπου αυξάνεται εφόσον η βλάστηση και τα άλλα μέρη του συστήματος μπορούν να υποστούν την απαραίτητη διαχείριση, ώστε η απόδοση του να βελτιστοποιηθεί (Bendoricchio et al., 2000).

Οι τεχνητοί υγροβιότοποι όπως όλα τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας βασίζονται (σε μικρό ή μεγάλο βαθμό) στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιλαμβάνοντας την ηλιακή ακτινοβολία, την κινητική ενέργεια του ανέμου, την ενέργεια του νερού της βροχής, το επιφανειακό νερό, το έδαφος και την αποθήκευση ενδεχόμενης ενέργειας σε βιομάζα και στα εδάφη (Ζουραράκη, 2002). Οι τεχνητοί υγροβιότοποι σήμερα χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία αστικών αποβλήτων, αποστραγγίσεων ορυχείων, αστικών απορροών, κτηνοτροφικών αποβλήτων, σηπτικών δεξαμενών που έχουν αστοχήσει, αγροτικών απορροών και διαφόρων βιομηχανικών αποβλήτων.

Τέτοια συστήματα επεξεργασίας εντοπίζονται σε περιοχές που βρίσκονται στο επίπεδο της θάλασσας έως περιοχές υψομέτρου 1500 μέτρων και από τροπικές έως ημιαρκτικές περιοχές, όπως στο Οντάριο των ΗΠΑ και σε σκανδιναβικές χώρες. Αφού η λειτουργία τους βασίζεται σε χημικές και βιολογικές, η αποτελεσματικότητα απομάκρυνσης ρύπων μειώνεται

σε κάποιο βαθμό κατά τη διάρκεια χαμηλών θερμοκρασιών, αλλά τα επίπεδα εκροής παραμένουν ικανοποιητικά κάτω από επιτρεπτά όρια (Hammer, 1992).

Για την επεξεργασία ρυπασμένων υδάτων έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί δύο κύριοι τύποι τεχνητών υδροβιότοπων: α) Τεχνητοί υδροβιότοποι ελεύθερης επιφανείας ή επιφανειακής ροής (free water surface wetland - FWS) και β) Τεχνητοί υδροβιότοποι υποεπιφανειακής (ή υπόγειας) ροής (subsurface flow wetland- SFS).

Επίσης, στην κατηγορία αυτών των συστημάτων μπορεί να καταταγεί και ένας τρίτος τύπος τεχνητού υδροτόπου, ο οποίος είναι ένας συνδυασμός των εδαφικών συστημάτων ταχείας διήθησης και των συστημάτων με τεχνητούς υδροτόπους.

Για τη λειτουργία του τελευταίου συστήματος οι λεκάνες κατακλύζονται διαδοχικά με μεγάλες παροχές λυμάτων και η ροή γίνεται στην κατακόρυφη διεύθυνση. Για το λόγο αυτό ονομάζονται συστήματα τεχνητών υδροτόπων με λεκάνες περιοδικής κατάκλισης ή περιοδικής άρδευσης ή περιοδικής διήθησης με κατακόρυφη ροή.

4.1.2.α Επιφανειακής Ροής (Water Surface Systems)

Τα συστήματα επιφανειακής ροής αποτελούνται, συνήθως, από παράλληλες λεκάνες, κανάλια ή τάφρους με αδιαπέρατους πυθμένες, με αναφυόμενη φυτική βλάστηση και μικρό βάθος νερού (0,1 έως 0,6 m). Σε τέτοια συστήματα εφαρμόζονται συνεχώς προεπεξεργασμένα υγρά απόβλητα και η περαιτέρω επεξεργασία τους διενεργείται, καθώς η εφαρμοζόμενη παροχή ρέει με μικρή ταχύτητα διαμέσου των στελεχών των ριζωμάτων της υφιστάμενης φυτικής βλάστησης και του υφιστάμενου υποστρώματος.

Επίσης, τα συστήματα αυτά είναι δυνατόν να σχεδιάζονται με σκοπό την ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης για την αποδοχή υδροβιότοπων ή ενίσχυση υπαρχόντων φυσικών υδροβιότοπων. Σε τέτοιες περιπτώσεις, αναπτύσσεται ένας συνδυασμός υδατικών επιφανειών, με βλάστηση και ανοικτών μικρών νησίδων με την κατάλληλη βλάστηση και ενίσχυση της ροής του νερού .

Με ανάλογο τρόπο, τα συστήματα υποεπιφανειακής ροής σχεδιάζονται με σκοπό την επίτευξη δευτεροβάθμιας ή προωθημένης επεξεργασίας. Αυτά τα συστήματα καλούνται επίσης συστήματα «ριζόσφαιρας» ή «φίλτρων εδάφους – καλαμιών» και αναπτύσσονται μέσα σε κανάλια ή τάφρους με σχετικά στεγανούς πυθμένες που περιέχουν άμμο ή άλλα γήινα μέσα υποστήριξης της αναπτυσσόμενης (επιφανειακά) φυτικής βλάστησης (Αγγελάκης και Τσοπανόγκλους, 1995).

4.1.2.β. Υποεπιφανειακής (Υπόγειας) Ροής (Subsurface Flow)

Όπως ακριβώς περιγράφει ο τίτλος τα συστήματα αυτά έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την κίνηση του νερού (ροή) κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Τα συστήματα υποεπιφανειακής ροής - που για συντομία θα αναφέρονται ως SF, από τη συντομογραφία του αγγλικού ονόματος τους Subsurface Flow - χαρακτηρίζονται ως τεχνητοί υγροβιότοποι (constructed wetlands). Μαζί με τα συστήματα επιφανειακής ροής ή ελεύθερης επιφάνειας νερού (Free Water Surface, FWS) αποτελούν την πλέον κοινή επιλογή φυσικών συστημάτων κυρίως στην Ευρώπη.

Συστήματα οριζόντιας ροής

Στους τεχνητούς υγρότοπους οριζόντιας υποεπιφανειακής ροής (ή φίλτρα οριζόντιας ροής) η δεξαμενή φίλτραρίσματος είναι σχεδόν υπερπληρωμένη με νερό. Η τροφοδοσία των λυμάτων πραγματοποιείται σε όλο το πλάτος και το ύψος του φίλτρου από ένα σύστημα διανομής που βρίσκεται τοποθετημένο στο ένα άκρο του φίλτρου. Τον περισσότερο χρόνο, η τροφοδοσία είναι συνεχής καθώς το παρεχόμενο οργανικό φορτίο είναι χαμηλό.

Η απομάκρυνση του επεξεργασμένου υγρού πραγματοποιείται από έναν αποχετευτικό σωλήνα που είναι τοποθετημένος στο αντίθετο άκρο (από αυτό που γίνεται η τροφοδοσία) στον πυθμένα της κλίνης και είναι θαμμένος μέσα σε ένα χαντάκι με πέτρες διήθησης.

Αυτός ο σωλήνας είναι συνδεδεμένος με ένα σιφόνι που επιτρέπει τη ρύθμιση του ύψους υπερχειλίσης, και επομένως και τη ρύθμιση του νερού μέσα στην κλίση, έτσι ώστε να υπάρχει υπερπλήρωση κατά την περίοδο της τροφοδοσίας. Το επίπεδο του νερού πρέπει να διατηρείται περίπου στα 5 cm κάτω από την επιφάνεια του υλικού. Το νερό δεν πρέπει να κυκλοφορεί πάνω από αυτή τη στάθμη για να μην βραχυκυκλωθεί η γραμμή επεξεργασίας. Δεν υπάρχει επομένως ελεύθερο νερό και κατά συνέπεια δεν υπάρχει κίνδυνος ανάπτυξης εντόμων.

Όσον αφορά την κατασκευή τους, για διαστάσεις μεγαλύτερες των 500 m², ο διαμερισμός σε διάφορες μονάδες μικρότερου μεγέθους διευκολύνει τη συντήρηση και βελτιώνει τον υδραυλικό διαχωρισμό.

Η κλίση στον πυθμένα της κλίνης πρέπει να επιτρέπει την πλήρη εκκένωση του φίλτρου. Η κλίση δεν θα πρέπει όμως να προκαλεί την ξήρανση των ριζών στο επίπεδο της εξόδου. Μία διαφοροποίηση του βάθους της κλίνης ίση με το 10% του ύψους του υλικού στην είσοδο είναι αρκετή (Kadlec, R.H. et al - 2000).

Αρχικά, η τεχνική είχε αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας το υπάρχον έδαφος, επιχειρώντας μακροπρόθεσμα να επιτευχθεί μία υδραυλική αγωγιμότητα των 3·10⁻³m/s. Μεγάλος αριθμός φίλτρων κατασκευάστηκε με βάση την υπόθεση ότι η υδραυλική αγωγιμότητα θα αυξανόταν μαζί με την ανάπτυξη των ριζών.

Ύστερα από αρκετές δυσάρεστες εμπειρίες, συνιστάται στο εξής η χρήση πλυμένου χαλικιού διαφορετικής κοκκομετρίας ανάλογα με την ποιότητα των εισερχομένων υδάτων (3-6, 5-10,6-12 mm) (Vymazal - 1998).

Σχετικά με τα φυτά η πιο συνήθης χρησιμοποιούμενη ποικιλία είναι το βούρλο *Phragmites Australis* λόγω της ταχύτητας ανάπτυξής του, της ανάπτυξης των ριζών και της ανθεκτικότητας του στις συνθήκες υπερπλήρωσης του εδάφους με νερό. Η φύτευση μπορεί να γίνει με τη βοήθεια κόκκων, νεαρών βλασταριών ή ριζωμάτων με μία πυκνότητα της τάξης των 4 ανά m².

Οι περιορισμοί για την κατασκευή μιας τέτοιας μονάδας είναι οι εξής:

- Απαιτείται μεγάλη επιφάνεια εδάφους
- Μία διαφορά στάθμης μερικών μέτρων μερικών μέτρων μεταξύ του σημείου τροφοδοσίας της μελλοντικής μονάδας και του κατάντη μέρους επιτρέπει την τροφοδοσία των φίλτρων λόγω βαρύτητας. Η απαιτούμενη διαφορά στάθμης δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική λόγω της οριζόντιας ροής.
- Χαρακτηριστικά του εδάφους στον πυθμένα του φίλτρου: αν το έδαφος είναι αργιλώδες, η φυσική στεγανότητα μπορεί να επιτευχθεί με απλή συμπίεση του εδάφους (απαιτούμενη αγωγιμότητα 1·10⁻⁸/s). Σε αντίθετη περίπτωση, η τοποθέτηση γεωμεμβράνης είναι απαραίτητη.

Συστήματα κατακόρυφης ροής

Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από την κατακόρυφη ροή των προς επεξεργασία λυμάτων μέσα από τις εδαφικές στρώσεις των λεκανών τους. Η λειτουργία τους προσομοιάζει αρκετά με το περιοδικό πότισμα μιας γλάστρας στην οποία το νερό αρχικά πλημμυρίζει την λεκάνη και εν συνεχεία αφήνεται να στραγγίσει (Καραμούζης, 2003). Οι λεκάνες στα συστήματα αυτά κατασκευάζονται με ένα βάθος περίπου 0,90 έως 1,20 m, με μία μέση κλίση πυθμένα περίπου 1%.

Ο πυθμένας και τα πρανή τους καλύπτονται με γεωμεμβράνη ή κατασκευάζονται από σκυρόδεμα. Στη συνέχεια, γίνεται πλήρωση των λεκανών με αδρανή υλικά συνολικού βάθους μέχρι ενός μέτρου, μειούμενης κοκκομετρίας από τον πυθμένα προς την επιφάνεια. Το

επιφανειακό στρώμα της λεκάνης, βάθους 10 έως 30 cm, καλύπτεται με άμμο, μέσα στην οποία φυτεύονται και αναπτύσσονται είδη καλαμιών. Για τη λειτουργία αυτού του συστήματος οι λεκάνες κατακλύζονται περιοδικά με μεγάλες παροχές λυμάτων και η ροή γίνεται κατά την κατακόρυφη διεύθυνση. Τα πλεονεκτήματα αυτού του είδους τεχνητού υδροβιότοπου έναντι των υπολοίπων είναι η απαίτηση μικρότερης έκτασης για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων και η διατήρηση αερόβιων συνθηκών επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, εξαιτίας της περιοδικής ανάπαυσης και ως εκ τούτου και περιοδικής ξήρανσης κάθε λεκάνης. Αυτό το πλεονέκτημα των υδροβιότοπων με περιοδική κατάκλιση αποδίδεται, κυρίως, στις συνθήκες ακόρεστης ροή επιπρόσθετα στο μεγαλύτερο πάχος της εδαφικής στρώσης των λεκανών, με το οποίο επιτυγχάνεται ένα επιπρόσθετο φιλτράρισμα των υγρών αποβλήτων (Καραμούζης, 2003).

Στις μέρες μας, οι κατακόρυφης ροής τεχνητοί υδροβιότοποι με διακοπόμενη τροφοδοσία χρησιμοποιούνται συχνά στην Ευρώπη λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν σε σχέση με τους άλλους σχεδιασμούς. Οι κατακόρυφης ροής τεχνητοί υδροβιότοποι παρουσιάζουν περισσότερο ισοδύναμη κατανομή ριζών και επαφή ριζών – νερού και λιγότερα προβλήματα κακοσμίας και πολλαπλασιασμού εντόμων, αφού δεν έχουν ελεύθερη επιφάνεια νερού. Ακόμη κι αν οι κατακόρυφης ροής τεχνητοί υδροβιότοποι χρησιμοποιούνται κυρίως για απομάκρυνση COD, TSS και κολοβακτηριδίων, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον στην χρήση τους για απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου.

Στους τεχνητούς υδροβιότοπους, όπου δημιουργούνται αερόβια και αναερόβια περιβάλλοντα ο μικροβιακός υποβιβασμός αποτελεί τον πιο σημαντικό μηχανισμό για νιτροποίηση και απονιτροποίηση, ενώ η προσρόφηση φωσφόρου στο υπόστρωμα είναι ένας σημαντικός μηχανισμός για την απομάκρυνση του (IWA, 2000).

Για τέτοιες διαδικασίες, τα υποστρώματα (κορεσμένα μέσα των τεχνητών υδροβιότοπων) θεωρούνται επίσης πολύ σημαντικά. Με σκοπό την βελτίωση κατακράτησης φωσφόρου, υποστρώματα με μεγαλύτερη ικανότητα προσρόφησης φωσφόρου, με μεγαλύτερο περιεχόμενο σε ασβέστιο, σίδηρο και άργιλο, μεγαλύτερη επιφάνεια σωματιδίων και κατάλληλη υδραυλική αγωγιμότητα χρησιμοποιούνται ευρέως. Για το λόγο αυτό, οι ερευνητές υδροβιότοπων έχουν ξεκινήσει να χρησιμοποιούν βιομηχανικά παραπροϊόντα, όπως μικρού βάρους τσιμεντολάσπη (LWA, LECA κλπ) και απορρίμματα από βιομηχανίες όπως και φυσικά υλικά με υψηλή ικανότητα προσρόφησης (Korkusuz et al., 2004).

4.1.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Τα τελευταία χρόνια έχει αποδειχθεί ότι οι τεχνητοί υγροβιότοποι αποτελούν αξιόπιστη τεχνολογία για την επεξεργασία ρυπασμένου ύδατος, ειδικά για περιοχές με μικρό πληθυσμό. Συγκρινόμενοι με τα συμβατικά συστήματα βιολογικού καθαρισμού οι τεχνητοί υγροβιότοποι επιφανειακής ροής παρουσιάζουν συγκεκριμένα πλεονέκτημα (Ζουραράκη Ε., 2002):

- Τα συστήματα υγροβιότοπων επιφανειακής ροής παρέχουν αποτελεσματική επεξεργασία με παθητικό τρόπο, ελαχιστοποιώντας το μηχανικό εξοπλισμό, την ενέργεια και εξειδικευμένους εξοπλισμούς για τον χειριστή.
- Τα συστήματα υγροβιότοπων επιφανειακής ροής είναι λιγότερο ακριβά στην κατασκευή και κοστίζουν λιγότερο στο χειρισμό και στη συντήρηση.
- Η λειτουργία τους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους για δευτερογενή επεξεργασία είναι πιθανή σε όλους τους κλιματικούς τύπους, εκτός των ιδιαίτερα ψυχρών κλιμάτων. Η λειτουργία τους καθ' ύλη τη διάρκεια του έτους για προχωρημένη ή τριτογενή επεξεργασία είναι πιθανή σε θερμά έως μέτρια κλίματα.
- Τα συστήματα αυτά εξασφαλίζουν πολύτιμη προσθήκη στο «πράσινο» σε μια κοινωνία και περιέχουν τη συγχώνευση περιβάλλοντος και επαρκή ψυχαγωγία του κοινού.
- Δεν παράγουν υπολείμματα βιοστερεών ή ιλύος που απαιτούν επιπρόσθετη επεξεργασία ή απόθεση.

Ωστόσο, παρουσιάζουν και ορισμένα μειονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα (Ζουραράκη, 2002).:

- Η έκταση της γης που απαιτείται για υγροβιότοπους επιφανειακής ροής πρέπει να είναι μεγάλη, ειδικά όταν απαιτείται απομάκρυνση αζώτου ή φωσφόρου. Η απαίτηση έκτασης για διαφορετικές διατάξεις και διαφορετικούς σκοπούς επεξεργασίας (απομάκρυνση BOD, νιτροποίηση, κτλ.) έχει προσδιορισθεί ότι κυμαίνεται από 1,3 έως
- 10,3m²/άτομο (1m² /άτομο για απομάκρυνση BOD και 2m² /άτομο για απομάκρυνση BOD και νιτροποίηση)
- Η απομάκρυνση BOD, COD και αζώτου είναι βιολογικές διαδικασίες και κατά βάση διαρκώς ανανεώνονται. Ο φώσφορος, τα μέταλλα και ορισμένα επίμονα οργανικά απομακρυνόμενα από το σύστημα κατευθύνονται στα ιζήματα του υγροβιότοπου και συσσωρεύονται με το πέρασμα του χρόνου.
- Σε ψυχρά κλίματα, οι χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες περιορίζουν το ρυθμό απομάκρυνσης του BOD και τις βιολογικές αντιδράσεις που είναι υπεύθυνες για

νιτροποίηση και απονιτροποίηση. Ο αυξημένος χρόνος κράτησης μπορεί να αντισταθμίσει αυτό, αλλά τότε το ιδιαίτερα μεγάλο μέγεθος του υγροβιότοπου πιθανόν να είναι αναποτελεσματικό όσον αφορά το κόστος ή να είναι τεχνικά ανέφικτο.

- Το μεγαλύτερο μέρος του νερού στην πλειονότητα των συστημάτων είναι κατά βάση ανοξικό, κάτι που περιορίζει την τάση για ταχεία βιολογική νιτροποίηση της αμμωνίας.
- Κουνούπια και άλλα έντομα που είναι φορείς ασθενειών μπορούν να αποτελέσουν πρόβλημα.
- Ο πληθυσμός των πτηνών σε ένα τεχνητό υγροβιότοπο μπορεί να επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις αν βρίσκεται αεροδρόμιο κοντά.

4.2 Εντατικές Τεχνικές (Βιολογικός Καθαρισμός - ΒΙΟ/ΚΑ)

Στις παλαιότερες κοινωνίες η περιορισμένη ανθρώπινη δραστηριότητα δε δημιουργούσε διαταραχή στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού των υδάτων, σε αντίθεση με την σημερινή κατάσταση όπου η αυξημένη παγκόσμια δραστηριότητα διαταράσσει αυτή την ισορροπία και επιφέρει πολύ σοβαρές συνέπειες. Τα τελευταία χρόνια, εκτός από την αυξημένη ποσότητα, παρατηρείται και τοξικότητα των υγρών αποβλήτων, λόγω της ανεξέλεγκτης διάθεσης επικίνδυνων ουσιών προερχόμενων από τη βιομηχανία. Οι τοξικές ουσίες και οι παθογόνοι οργανισμοί που περιέχονται στα υγρά απόβλητα αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για το οικοσύστημα και την δημόσια υγεία. Η ανάγκη προστασίας από τη ρύπανση και τη μόλυνση του περιβάλλοντος που προκαλεί η ανεξέλεγκτη διάθεση των λυμάτων στους φυσικούς αποδέκτες, επέβαλαν την ανάγκη εξεύρεσης τεχνολογιών για την αποτελεσματική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πριν αυτά καταλήξουν στο έδαφος ή στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα.

Τα τελευταία 25 χρόνια γίνεται μεγάλη προσπάθεια για την κατασκευή μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων αστικών περιοχών. Ο σχεδιασμός και η μελέτη μιας τέτοιας μονάδας είναι στενά συνδεδεμένα με τον φυσικό αποδέκτη (θάλασσα, λίμνη, ποτάμι, έδαφος) της περιοχής που παραλαμβάνει την τελική εκροή από την επεξεργασία. Αυτό σημαίνει ότι ανάλογο με το είδος του φυσικού αποδέκτη και την ποιοτική κατάστασή του θα είναι και το είδος και η ποιότητα της επεξεργασίας.

Η ακολουθούμενη διαδικασία επεξεργασίας πολλές φορές εξαρτάται από το ύψος των κονδυλίων για την κατασκευή μιας μονάδας επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Κατά αυτό τον τρόπο κατασκευάζονται εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας, τριτοβάθμιας, και τα τελευταία χρόνια, τεταρτοβάθμιας επεξεργασίας. Είναι

απαραίτητο να αναφερθεί ότι για το σχεδιασμό της εγκατάστασης η τελική διάθεση είναι καθοριστική από άποψη κόστους λειτουργίας και λαμβάνεται υπόψη εάν υπάρχει η ικανότητα αυτοκαθαρισμού του φυσικού αποδέκτη, οπότε μπορεί να βοηθήσει σε σημαντικό βαθμό στην ελάττωση του κόστους επεξεργασίας της μονάδας.

Η κατανόηση της λειτουργίας των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων είτε δευτεροβάθμιας είτε τριτοβάθμιας καθίζησης, απαιτούν γνώσεις χημείας, βιολογίας και κινητικής ανάπτυξης μικροοργανισμών, τα οποία εν συντομία αναπτύσσονται στη συνέχεια.

4.2.1 Σχεδιασμός συμβατικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ο μελετητής χρειάζεται να λαμβάνει υπόψη διάφορους παράγοντες για την επιτυχία του επιθυμητού βαθμού καθαρισμού. Η σχηματική παράσταση των διαφόρων σταδίων επεξεργασίας μαζί με τις ροές των διαφόρων ρευμάτων, ονομάζονται διάγραμμα ροής (flow sheet) ή διάγραμμα διεργασιών (process diagram). Τα διάφορα στάδια επεξεργασίας των λυμάτων και η επιλογή τους εξαρτώνται (Τσώνης, Νταρακάς, 2004) από:

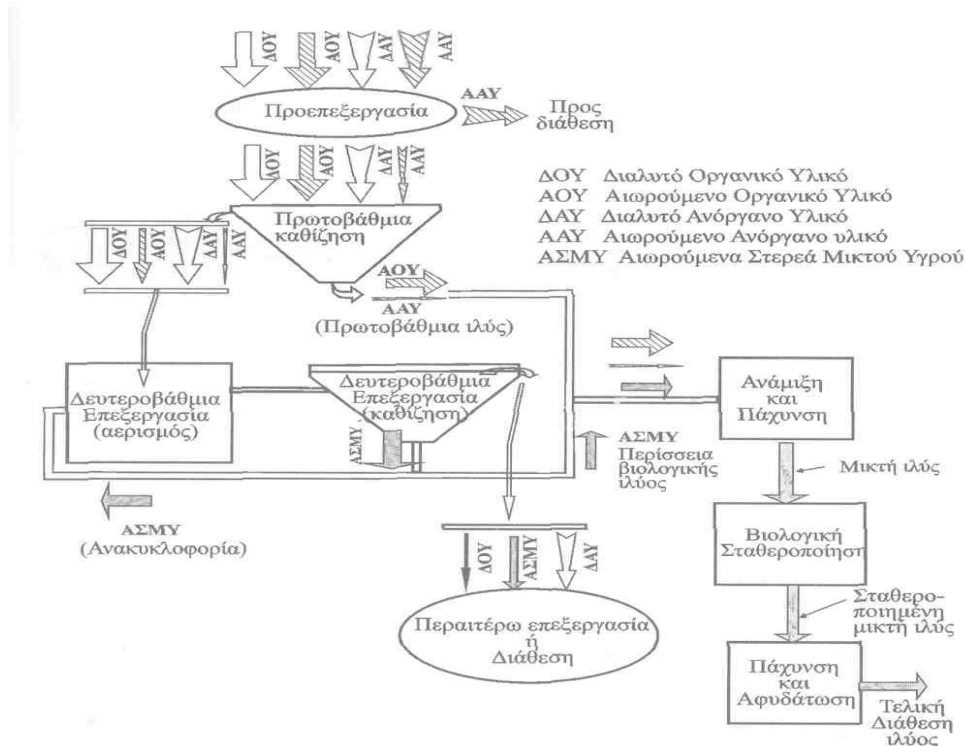
- Τα χαρακτηριστικά των λυμάτων που υποβάλλονται σε επεξεργασία.
- Τις προδιαγραφές που ισχύουν για τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων σε συνάρτηση με τον αποδέκτη διάθεσής τους.
- Τη δυναμικότητα της εγκατάστασης επεξεργασίας.
- Την ποσότητα και τα χαρακτηριστικά της ιλύος που προκύπτει στα διάφορα στάδια.
- Την εμπειρία του προσωπικού λειτουργίας.
- Την απαίτηση για ελαχιστοποίηση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην ευρύτερη περιοχή.

Όπως, επίσης, χρειάζεται να συνεκτιμηθούν τα εξής (Λέκκας, 2003):

Η παροχή των αποβλήτων η οποία επηρεάζει:

- τη διατομή των αγωγών
- τη δυνατότητα των αντλιών
- το μέγεθος των εξαμωτών, εσχάρων, δεξαμενών, όπου συντελούνται οι
- φυσικοχημικές διεργασίες
- τις ποσότητες των απολυμαντικών και των κροκιδωτικών που θα χρησιμοποιηθούν.
- Η ημερήσια ή εποχιακή διακύμανση της ποσότητας των λυμάτων.
- Η προβλεπόμενη μεταβολή της ποσότητας των λυμάτων λόγω πληθυσμιακής αύξησης.

- Η συγκέντρωση των ρύπων και ρυπαντικού φορτίου, η οποία καθορίζει το μέγεθος των δεξαμενών όπου πραγματοποιούνται οι βιολογικές διεργασίες.
- Η γνώση τόσο της ποσότητας παροχής των λυμάτων, όσο και της συγκέντρωσης ρύπων είναι απαραίτητη για το σωστό σχεδιασμό ενός συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.



Σχήμα: Τυπικό διάγραμμα διεργασιών για την επεξεργασία αστικών λυμάτων (Τσώνης, 2004).

Παροχή και διακυμάνσεις υγρών αποβλήτων

Το 80-90% περίπου της οικιακής κατανάλωσης νερού μετατρέπεται σε υγρά απόβλητα. Η ποσότητα αυτή ποικίλει από κράτος σε κράτος και διαφοροποιείται τοπικά ακόμα και μέσα στην ίδια χώρα. Η ποσότητα νερού που καταναλώνεται θεωρείται δείκτης βιοτικού επιπέδου - όπως από 150 l./pd στις αγροτικές περιοχές της Ελλάδας, της Ιταλίας κ.ά. έως και 500 l./pd στις αστικές περιοχές Η.Π.Α, Καναδά, Ιαπωνία κ.ά. (Λέκκας, 2003)- που διαμορφώνει την παροχή στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων μαζί με τις βιομηχανικές δραστηριότητες και τις εισροές από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

Για τον σωστό σχεδιασμό και τη λειτουργία μιας εγκατάστασης επεξεργασίας αστικών λυμάτων είναι απαραίτητη η συνεκτίμηση των παρακάτω:

ΤΕΙ Κρήτη

Τμήμα Μηχανολογίας

- Της παροχής, που υπολογίζεται μαθηματικά από τη σχέση: παροχή αποβλήτων = πληθυσμός x παραγόμενα λύματα / άτομο (Metcalf & Eddy, 2003).
- Του υδραυλικού φορτίου, το οποίο εξαρτάται από την κατανάλωση του νερού, τα πληθυσμιακά και βιβλιογραφικά δεδομένα παραγόμενων λυμάτων / άτομο.
- Του ρυπαντικού φορτίου των αστικών λυμάτων, το οποίο παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, όχι μόνο κατά τη διάρκεια του έτους, αλλά και κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου και ορίζεται με τα εξής μεγέθη, με βάση τα στοιχεία παροχής ενός έτους (Λέκκας, 2003):
 - Μέγιστη ημερήσια παροχή (είναι η μέγιστη παροχή ενός 24ώρου).
 - Ελάχιστη ημερήσια παροχή (η ελάχιστη παροχή ενός 24ώρου).
 - Μέγιστη ωριαία παροχή (η μέγιστη παροχή που διαρκεί μία ώρα).
 - Ελάχιστη ωριαία παροχή (η ελάχιστη παροχή που διαρκεί μία ώρα).

Ο προσδιορισμός των μεγεθών αυτών είναι σημαντικός για το σχεδιασμό δικτύων αποχέτευσης, αντλιοστασίων, καναλιών απομάκρυνσης άμμου και γενικότερα υδραυλικών εγκαταστάσεων. Είναι, επίσης, σημαντικός για τον υπολογισμό των υδραυλικών χρόνων παρακράτησης των δεξαμενών εξισορρόπησης και των δεξαμενών επαφής της χλωρίωσης.

Οι κύριες διακυμάνσεις του ρυπαντικού φορτίου μπορεί να οφείλονται:

- *Στη τουριστική δραστηριότητα.* Σε περιοχές με έντονο τουρισμό, η μεταβολή του πληθυσμού είναι πολύ μεγάλη. Θα πρέπει να γίνει εκτίμηση των απαιτήσεων της μονάδας κατά τη διάρκεια του έτους. Στην περίπτωση αυτή, εφαρμόζεται η μέθοδος των *ισοδύναμων κατοίκων* και πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία για τις δύο διακριτές χρονικές περιόδους (Προβατάς, 2002).
- *Στη βιομηχανική δραστηριότητα.* Τα βιομηχανικά απόβλητα είναι σημαντικός φορέας ρύπων και έχουν συνήθως μεγάλες σε όγκο εκροές από ένα σημείο και η ροή τους δεν είναι σταθερή, καθώς, επίσης η ποιότητά τους διαφέρει από βιομηχανία σε βιομηχανία.
- *Στην εισροή ομβρίων υδάτων.* Στο αποχετευτικό δίκτυο μπορεί να υπάρξει εισροή ομβρίων υδάτων με αποτέλεσμα την απότομη αύξηση της παροχής των λυμάτων. Πιθανές πηγές είναι οι αποχετεύσεις από αυλές ή ταράτσες που είναι συνδεδεμένες παράνομα με το δίκτυο όταν αυτό είναι χωριστικό (Metcalf & Eddy, 2003).
- Η ποσότητα του νερού που εισρέει στο δίκτυο εξαρτάται από το είδος του εδάφους, το μήκος του αποχετευτικού αγωγού, την πληθυσμιακή πυκνότητα, την κατάσταση του αποχετευτικού δικτύου, το υλικό κατασκευής των αγωγών και των συνδέσεων (Προβατάς,

2002). Εδώ μπορεί να σημειωθεί ότι στα νέα δίκτυα από πλαστικούς αγωγούς PVC οι εισροές μπορεί να είναι και αμελητέες (Λέκκας, 2003).

4.2.2 Σταδία Επεξεργασίας Υγρών Απόβλητων

Προεπεξεργασία

Η προεπεξεργασία είναι ένα από τα σημαντικότερα στάδια στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Ο σωστός σχεδιασμός και η λειτουργία της επηρεάζουν σημαντικά τα επόμενα στάδια επεξεργασίας. Ο στόχος των λειτουργιών που πραγματοποιούνται στο χώρο της προεπεξεργασίας είναι:

- *Ο εσχαρισμός*, που αφαιρεί τα ευμεγέθη αιωρούμενα υλικά.
- *Ο αμμοσυλλέκτης*, ο οποίος λειτουργεί με στόχο τη συλλογή της άμμου που περιέχεται στα λύματα και την απομάκρυνσή της.
- *Ο λιποσυλλέκτης*, που αφαιρεί τα λίπη και τα έλαια από τα εισερχόμενα λύματα.

Οι παραπάνω λειτουργίες, όπως και άλλες διεργασίες (η άντληση για ανύψωση λυμάτων, ο τεμαχισμός ευμεγεθών αιωρούμενων υλικών κ.ά.) λαμβάνουν χώρα σε κλειστό κτίριο.

Μέρος της προεπεξεργασίας θα μπορούσε να θεωρηθεί και η εξισορρόπηση -για την οποία γίνεται εκτενέστερη παρουσίαση παρακάτω- της οποίας οι δεξαμενές κατασκευάζονται εφόσον απαιτείται από το σύστημα.

Στο χώρο της προεπεξεργασίας πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα απόσμισης, λόγω της ανάμειξης στα διάφορα στάδια και ιδιαίτερα στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας βοθρολυμάτων, όπου τα εισερχόμενα λύματα βρίσκονται στο στάδιο της σήψης.

Εσχαρισμός

Οι εσχάρες είναι διατάξεις που παρεμποδίζουν τη δίοδο των ευμεγεθών υλικών (αντικείμενα, χαρτιά, πλαστικά κ.ά.) να εισέλθουν στις εγκαταστάσεις και να προκαλέσουν φθορά του μηχανολογικού εξοπλισμού, πιθανές εμφράξεις και παρεμπόδιση στην απόδοση επόμενων διεργασιών. Οι εσχάρες δεν χρησιμοποιούνται μόνο στο στάδιο της προεπεξεργασίας των λυμάτων, αλλά και σε άλλες περιπτώσεις όπου επιχειρείται διαχωρισμός αιωρούμενων υλικών και κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες (Τσώνης, 2004):

- Χονδρές εσχάρες (coarse screens), με ανοίγματα 40-150 mm.
- Μέσες εσχάρες (microscreens), με ανοίγματα 4-50 mm.

- Λεπτές εσχάρες (*fine screens*) ή πλέγματα εσχαρισμού με ανοίγματα μικρότερα από 5 mm.

Η διάταξη κατασκευής και λειτουργίας των εσχάρων ποικίλει ανάλογα με την εταιρία κατασκευής της. Το υλικό κατασκευής πρέπει να ανταπεξέρχεται στις ιδιαίτερες συνθήκες οξειδωσης και γι'αυτό τον λόγο χρησιμοποιείται συνήθως ανοξείδωτος χάλυβας ή πλαστικό (Metcalf & Eddy, 2003). Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες στο κανάλι εισόδου όπου τοποθετείται η εσχάρα ρυθμίζουν την ομαλή ροή των λυμάτων.

Ο πυθμένας του καναλιού είναι ορθογώνιας διατομής και βρίσκεται σε απόσταση 7-8 cm κάτω από το ρείθρο του αγωγού προσαγωγής λυμάτων (Τσώνης, 2004). Για να αποφευχθεί η εναπόθεση στερεών στο κανάλι, η ταχύτητα προσέγγισης των λυμάτων στην εσχάρα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,25 m/sec, ενώ η ταχύτητα διέλευσης μέσα από τα διάκενα της εσχάρας θα πρέπει να είναι μικρότερη από 1,2 m/sec για την αποφυγή παράσυρσης των συγκρατημένων υλικών (Peavey et al., 1995).

Η συλλογή και απομάκρυνση των εσχαρισμάτων επιτυγχάνεται με δύο τρόπους (Metcalf & Eddy, 2003, Τσώνης, 2004):

- Ο πρώτος αφορά στη συλλογή των εσχαρισμάτων μέσω ενός κάδου και στη συνέχεια στην απομάκρυνσή τους, τρόπος ο οποίος παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα.
- Σύμφωνα με τον δεύτερο, τα εσχαρίσματα μεταφέρονται αυτόματα με τη χρήση μεταφορικής ταινίας σε μηχάνημα συμπίεσης-αφυδάτωσης, όπου επιτυγχάνεται 70% μείωση του όγκου τους και 50% της υγρασίας. Τα προϊόντα των εσχαρισμάτων συνήθως μεταφέρονται ως απορρίμματα προς ενταφιασμό στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων.

Η σημαντικότερη παράμετρος για την ταξινόμηση των εσχάρων είναι η απόσταση των διακένων των σιδερένιων ράβδων. Αυτό το μέγεθος καθορίζει και το μέγεθος των σωματιδίων που συγκρατούνται. Η ποσότητα των σωματιδίων αυτών εξαρτάται, επίσης, από τα διάφορα χαρακτηριστικά και ιδιομορφίες της περιοχής προέλευσης των λυμάτων (Τσώνης, 2004).

Εξάμμωση

Με τον όρο εξάμμωση εννοούμε την αφαίρεση διαφόρων ειδών αιωρούμενων υλικών, όπως κόκκοι άμμου, τεμαχίδια χρώματος ή σκόνης, τα οποία παρουσιάζουν αυξημένη ταχύτητα καθίζησης. Η αφαίρεση αυτών των υλικών και ιδιαίτερα της άμμου, πραγματοποιείται για να αποφεύγονται τα παρακάτω προβλήματα (Τσώνης, 2004):

- Φθορές στο μηχανολογικό εξοπλισμό και κυρίως στις αντλίες.
- Εμφράξεις σωληνώσεων και αποθέσεις σε κανάλια.
- Συσσώρευση αδρανών υλικών στον πυθμένα των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης και χωνευτών λάσπης.
- Συσσώρευση αδρανών υλικών με συνέπεια τη μείωση του ωφέλιμου όγκου στις δεξαμενές των εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

Οι εξαμμοωτές ανάλογα με την κατασκευή και τη λειτουργία τους χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες (Horan, 1990):

- Μακρόστενοι ή τετράγωνοι αμμοσυλλέκτες οριζόντιας ροής (horizontal flow grit chambers).
- Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες (aerated grit chambers).
- Κυκλικοί-κυλινδρικοί αμμοσυλλέκτες ή εξαμμοωτές στροβίλου (vortex type grit chambers).

Οι αναφερόμενοι αμμοσυλλέκτες, των οποίων ο σχεδιασμός και η επιλογή εξαρτάται από την ανάγκη της κάθε μονάδας, παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι τετράγωνοι αμμοσυλλέκτες, ουσιαστικά λειτουργούν και ως δεξαμενές καθίζησης με μεγάλη επιφάνεια φόρτισης, έτσι ώστε να αφαιρεθεί η άμμος και ταυτόχρονα να επιτευχθεί η καθίζηση του οργανικού υλικού που παρουσιάζει μεγάλη ταχύτητα. Στους αεριζόμενους αμμοσυλλέκτες η περιστροφική κίνηση του υγρού στη δεξαμενή δημιουργεί ξέπλυμα των κόκκων της άμμου, διαχωρισμό του οργανικού υλικού και καθίζηση της άμμου στον πυθμένα. Σε κάθε περίπτωση η συλλογή των προϊόντων από τους αμμοσυλλέκτες πραγματοποιείται με βοήθεια αρπάγης, κινούμενης γέφυρας ή αντλίας, ανάλογα με την κατηγορία του αμμοσυλλέκτη (Metcalf & Eddy, 2003).

Τα προϊόντα που συλλέγονται περιέχουν 75-85 % ανόργανα υλικά και έχουν ποσοστό υγρασίας 13-65 %. Η αυξομείωση της ποσότητας των προϊόντων εξάμμοωσης εξαρτάται από το είδος και την κατάσταση του δικτύου αποχέτευσης, τα χαρακτηριστικά της περιοχής και το είδος των βιομηχανικών αποβλήτων (Τσώνης, 2004).

Οι μέθοδοι διάθεσης της άμμου περιλαμβάνουν ταφή, χρήση της ως υλικό επίχωσης ή επιφανειακής κάλυψης, χρήση της σε κλίνες ξήρανσης, εφόσον η περιεκτικότητα σε οργανικά είναι μικρή, ή αποτέφρωση, εάν υπάρχει τέτοια μονάδα για επεξεργασία ιλύος.

Λιποσυλλέκτης

Ο λιποσυλλέκτης είναι ένας θάλαμος διαμορφωμένος έτσι ώστε να επιτρέπει την παραμονή της επιπλέουσας ύλης (λίπη) στην επιφάνεια των εισερχομένων αποβλήτων, μέχρι την απομάκρυνσή της στη συνέχεια. Αυτή η διεργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ξεχωριστή δεξαμενή ή σε συνδυασμό με τη δεξαμενή εξάμμιωσης.

Κατά το στάδιο της λιποσυλλογής, τα ελεύθερα και επιπλέοντα λιπαρά υλικά διαχωρίζονται από τα απόβλητα μέσω διαύγασης βαρύτητας. Τα λιπαρά συστατικά επιπλέουν στην επιφάνεια του διαχωριστή λόγω του μικρότερου ειδικού τους βάρους. Η επίπλευση με αέρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει το διαχωρισμό των λιπαρών συστατικών μέσω ελάττωσης του ειδικού τους βάρους διοχετεύοντας φυσαλίδες αέρα στα λιπαρά σωματίδια (Metcalf & Eddy, 2003, Τσώνης, 2004).

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα λίπη βρίσκονται με τη μορφή κολλοειδών στα υγρά απόβλητα, απαιτείται ειδική επεξεργασία για την απελευθέρωση και το διαχωρισμό τους με βαρύτητα, χημική κροκίδωση ή επίπλευση με αέρα. Η επεξεργασία αυτή είναι πολύπλοκη, απαιτεί έρευνες και πειράματα με πιθανότητα δοκιμής και σφάλματος, πριν αναπτυχθεί η τελική μέθοδος επεξεργασίας.

Οι περισσότερες δεξαμενές λιποσυλλογής έχουν Σχήμα ορθογώνιο ή κυκλικό και ο χρόνος παραμονής των λυμάτων για τη διεργασία αυτή κυμαίνεται από 1 ως 15 min. Το στόμιο εκροής των υγρών βρίσκεται κάτω από τη στάθμη της επιφανείας του συσσωρευμένου λίπους. Ο αγωγός εισροής συνήθως βρίσκεται χαμηλότερα από τον αγωγό εκροής, ώστε να βοηθά στην επίπλευση και τη συλλογή των λιπαρών ουσιών και ελαίων (Peavy et al., 1995).

Εξισορρόπηση

Η εξισορρόπηση της εισερχόμενης παροχής στις συμβατικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων έχει ως στόχο την αναβάθμιση παλαιότερων ή νεότερων εγκαταστάσεων, οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικές απρόβλεπτες διακυμάνσεις της ημερήσιας παροχής. Οι δεξαμενές εξισορρόπησης, συνήθως, κατασκευάζονται μετά τις δεξαμενές εξάμμιωσης - απολίπανσης. Σε κάποιες περιπτώσεις οι δεξαμενές αυτές περιλαμβάνονται στο δίκτυο υπονόμων για την ανακούφιση των κεντρικών αποχετευτικών αγωγών ή στα αντλιοστάσια του δικτύου. Ο σχεδιασμός και ο προσδιορισμός του όγκου της δεξαμενής βασίζεται στα στοιχεία της ωριαίας διακύμανσης της παροχής, με στόχο την ομαλή τροφοδοσία της μονάδας, έτσι ώστε να παρέχει την επιθυμητή βιολογική επεξεργασία (Τσώνη, 2004). Στις δεξαμενές εξισορρόπησης είναι απαραίτητο να υπάρχουν συνθήκες ανάμειξης

τέτοιες, ώστε να παρεμποδίζεται η καθίζηση των στερεών, καθώς και αερόβιες συνθήκες για την αποφυγή σηπτικών καταστάσεων (Peavy et al., 1995).

Με την κατασκευή αυτών των δεξαμενών επιδιώκεται όχι μόνο η εξισορρόπηση της παροχής, αλλά η εξισορρόπηση και άλλων χαρακτηριστικών των εισερχομένων λυμάτων. Χωρίς την εξισορρόπηση, παρατηρείται ότι η δευτεροβάθμια δεξαμενή αερισμού, ιδιαίτερα στην περίπτωση των βιομηχανικών αποβλήτων, παρουσιάζει σημαντική διακύμανση λόγω συσσωρευμένου φορτίου. Μετά από την παρεμβολή της δεξαμενής εξισορρόπησης επιτυγχάνεται εξομάλυνση της διακύμανσης με αποτέλεσμα τη σταθερή λειτουργία του βιολογικού σταδίου (Τσώνη, 2004).

Καθίζηση

Η καθίζηση είναι μια φυσική διεργασία η οποία χρησιμοποιείται σε πολλά στάδια επεξεργασίας λυμάτων στα συμβατικά συστήματα. Με τη διεργασία αυτή επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός του αιωρούμενου υλικού με βαρύτητα, που λαμβάνει χώρα στις παρακάτω θέσεις επεξεργασίας (Τσώνης, 2004):

- Στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας επεξεργασίας για την αφαίρεση καθιζανόντων στερεών.
- Στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας επεξεργασίας για την παραλαβή διαυγασμένης εκροής.
- Στην τριτοβάθμια επεξεργασία για την κατακράτηση του αιωρούμενου υλικού από το νερό πλύσης των φίλτρων.
- Στους παχυντές για την πάχυνση των διαφόρων τύπων ιλύος.

Ανάλογα με τη διεργασία που πραγματοποιείται σχεδιάζονται οι δεξαμενές καθίζησης οι οποίες διακρίνονται σε τέσσερις διαφορετικούς τύπους (Βογιατζής & Στάμου, 1986):

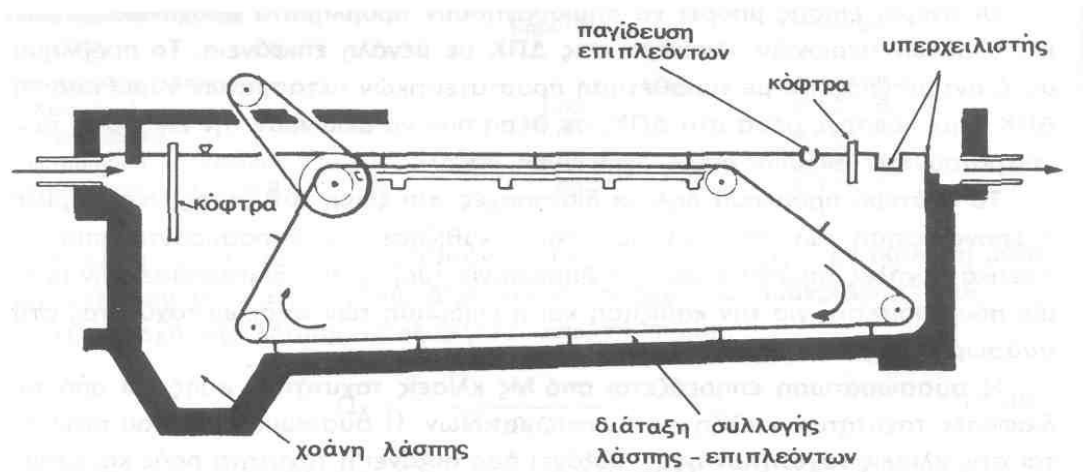
- *Καθίζηση τύπου I*, όπου δεν παρατηρούνται μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων σωματιδίων και δεν σχηματίζονται συσσωματώματα ή άλλου τύπου ενότητες με άλλα σωματίδια (πχ. η καθίζηση άμμου στον αμμοσυλλέκτη).
- *Καθίζηση τύπου II*, όπου παρατηρούνται μικρές συγκεντρώσεις αιωρούμενου υλικού, το οποίο θρομβώνει όταν καθιζάνει (πχ. η πρωτοβάθμια καθίζηση αστικών λυμάτων).
- *Καθίζηση τύπου III*, όπου παρατηρούνται μεγάλες ποσότητες συγκέντρωσης αιωρούμενου υλικού, το οποίο καθιζάνει με την μορφή μάζας εκτεταμένης σε όλη την κατεχόμενη επιφάνεια.
- *Καθίζηση τύπου IV*, όπου παρατηρείται πολύ μεγάλη ποσότητα συγκέντρωσης αιωρούμενου υλικού με μεγάλη συμπύκνωση, καθώς τα σωματίδια βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους (πχ. η πάχυνση ιλύος).

Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με την καθίζηση τύπου II και III -της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας καθίζησης- των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Πρωτοβάθμια Καθίζηση

Σκοπός της διεργασίας που πραγματοποιείται στη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών μεγέθους 0,1-0,001 mm από τα απόβλητα. Η απομάκρυνση αυτή στοχεύει στη μείωση των αιωρούμενων στερεών (SS) κατά 50-70 % και στην απομάκρυνση του οργανικού υλικού (BOD) κατά 25-40 % (Winkler, 1981). Αποτελεί την πρώτη βασική μονάδα επεξεργασίας των λυμάτων, ύστερα από το προκαταρκτικό στάδιο των λειτουργιών της προεπεξεργασίας. Κατά την πρωτοβάθμια καθίζηση η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και των ολικών αιωρούμενων στερεών εξαρτάται από το χρόνο παραμονής των λυμάτων στη δεξαμενή. Όσο αυξάνεται ο χρόνος τόσο αυξάνεται αντίστοιχα και η συσσώρευση των στερεών (Metcalf & Eddy, 2003).

Η θερμοκρασία τόσο της εισερχόμενης μάζας, όσο και της υφιστάμενης στη δεξαμενή, επηρεάζουν τη λειτουργία της καθίζησης. Όταν η εισερχόμενη μάζα είναι θερμότερη από την υφιστάμενη, τότε επιπλέει, ενώ όταν είναι ψυχρότερη, περνάει από κάτω δημιουργώντας αδρανείς περιοχές (ASCE, 1977). Κατά το σχεδιασμό της δεξαμενής της πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι: η επιφανειακή φόρτιση, η διάταξη της ροής, η διάταξη εκροής, το μέγεθος της δεξαμενής, η διάταξη της ενεργού ιλύος.



Σχήμα: Τυπική τομή ορθογωνικής δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης (US EPA, 1975).

Η επιφανειακή φόρτιση είναι σημαντική, μαζί με το χρόνο παραμονής, για την επιτυχία της επιθυμητής απομάκρυνσης στερεών. Ο υπολογισμός των παραπάνω παραμέτρων βασίζεται σε πειραματικά στοιχεία και σε περίπτωση που αυτά δεν υπάρχουν, χρησιμοποιούνται τιμές που έχουν προκύψει από εμπειρικά στοιχεία της επεξεργασίας.

Η διάταξη της ροής είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες και επηρεάζει άμεσα την απόδοση της δεξαμενής καθίζησης. Η κατασκευή του στομίου εισροής πρέπει να έχει τέτοια διάταξη ώστε να επιτυγχάνεται η ομοιόμορφη κατανομή της μάζας μειώνοντας την ταχύτητα ροής για την αποφυγή διαταραχής στη ζώνη καθίζησης (Τσώνης, 2004).

Είναι απαραίτητο να τονιστεί ότι κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας της πρωτοβάθμιας καθίζησης υπάρχει ενδεχόμενο απόκλισης από τις προβλεπόμενες ομαλές συνθήκες ροής των λυμάτων. Έχει διαπιστωθεί ότι η απόδοση της δεξαμενής εξαρτάται βασικά από την επιφανειακή φόρτιση, παρά από τις ταχύτητες ροής (EPA, 1975) και αυτό οφείλεται κυρίως στην πυκνότητα εισροής καθώς και στην είσοδο και έξοδο των λυμάτων.

Σε αρκετές εγκαταστάσεις δεν κατασκευάζονται δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης για τους παρακάτω κατά περίπτωση λόγους (EPA, 1977):

- Μείωση του κόστους κατασκευής λειτουργίας.
- Μείωση της συνολικής μάζας της λάσπης της εγκατάστασης.
- Μείωση πιθανών οσμών.

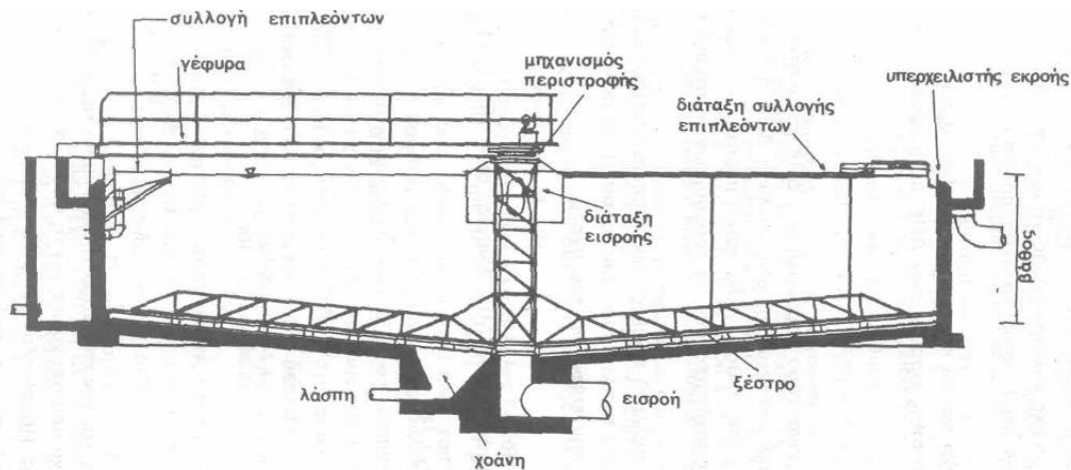
Δευτεροβάθμια Καθίζηση

Οι δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης εντάσσονται στο λειτουργικό στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων. Ο σχεδιασμός και λειτουργία αυτών των δεξαμενών είναι όμοια και έχουν πολλά κοινά κατασκευαστικά στοιχεία με τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης (Βογιατζής & Στάμου, 1986).

Τα κριτήρια στα οποία στηρίζεται ο σχεδιασμός των δεξαμενών καθίζησης είναι:

- Η ταχύτητα υπερχειλίσης.
- Ο χρόνος παραμονής των λυμάτων.
- Ο ρυθμός υπερχειλίσης.
- Η φόρτιση των στερεών, και η ελάχιστη ροή.

Οι διεργασίες στη δευτεροβάθμια καθίζηση έχουν σκοπό την απομάκρυνση των οργανικών ουσιών των υγρών αποβλήτων που εισέρχονται από τη δεξαμενή αερισμού. Εκτενέστερη περιγραφή αυτών των δεξαμενών γίνεται στην παρακάτω ενότητα.

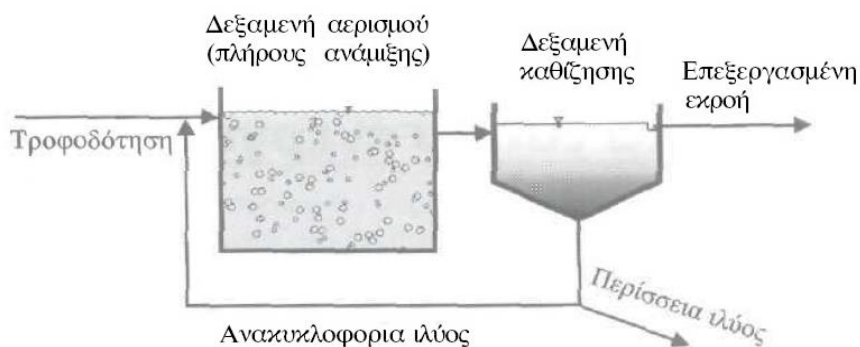


Σχήμα: Τυπική τομή κυκλικής δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης (Metcalf & Eddy, 1979).

Συστήματα Ενεργού Ιλύος

Η μέθοδος της ενεργού ιλύος επινοήθηκε στην Αγγλία το 1914 από τους E. Arden και N. Lockett, οι οποίοι παρατήρησαν το σχηματισμό αιωρούμενων στερεών με κάποια χαρακτηριστικά θρόμβωσης σε αεριζόμενα λύματα (Τσώνης, 2004). Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα για την επεξεργασία τόσο των αστικών λυμάτων όσο και των βιομηχανικών αποβλήτων. Παλαιότερα ο σχεδιασμός των συστημάτων της ενεργού ιλύος βασιζόταν στην εμπειρική γνώση. Τις τελευταίες, όμως, δεκαετίες εφαρμόζονται διάφορα επιστημονικά μαθηματικά μοντέλα, όπως των Eckenfelder (1966) και Lawrence-McCarty (1970) τα οποία δεν έχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ τους.

Τα συστήματα της ενεργού ιλύος αποτελούνται από τη δεξαμενή αερισμού και τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης. Σκοπός των δεξαμενών αυτών είναι η απομάκρυνση, μέσω βιολογικών διεργασιών, των διαλυμένων οργανικών ουσιών που υπάρχουν στα λύματα. Στην δεξαμενή αερισμού οι οργανικές ουσίες καταναλώνονται από τους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούν οξυγόνο.



Σχήμα: Τυπικό διάγραμμα ροής συστήματος ενεργού ιλύος (Τσώνης, 2004).

Στη δευτεροβάθμια καθίζηση γίνεται διαχωρισμός των μικροοργανισμών από την μάζα των λυμάτων, η οποία ονομάζεται και δευτεροβάθμια επεξεργασία. Η δευτεροβάθμια επεξεργασία αποσκοπεί, κυρίως, στην απομάκρυνση των οργανικών ουσιών και των θρεπτικών συστατικών από τα υγρά απόβλητα. Στο σύστημα ενεργού ιλύος η βασική μονάδα είναι η δεξαμενή αερισμού.

Η ροή των λυμάτων στην δεξαμενή αυτή πρέπει να έχει υπολογιστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα παραμονής των αποβλήτων για μερικές ώρες. Σε αυτό το χρονικό διάστημα οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν το οργανικό υλικό για την ανάπτυξή τους και τις ενεργειακές τους ανάγκες. Βασική προϋπόθεση αυτής της διεργασίας είναι η παροχή οξυγόνου από τον αέρα και πραγματοποιείται μέσα από μια διαχωριστική επιφάνεια τριών σταδίων μεταξύ του αέρα και του υγρού (Sundstrom & Kfei, 1979).

Μετά από αυτήν τη διεργασία, τα υγρά αναμεμειγμένα λύματα διοχετεύονται στην δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου γίνεται κατακράτηση των αιωρούμενων στερεών μικτού υγρού (MLSS) στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης. Ένα μέρος του μικτού υγρού επανέρχεται, μέσω της ανακυκλοφορίας, στην δεξαμενή αερισμού και ένα άλλο μέρος διοχετεύεται για περαιτέρω επεξεργασία.

Οι τύποι των συστημάτων ενεργού ιλύος ποικίλουν ανάλογα με τις προσπάθειες που έγιναν κατά καιρούς για την αντιμετώπιση λειτουργικών προβλημάτων, όπως απεικονίζεται στον παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας: Ταξινόμηση συστημάτων τύπων ενεργού ιλύος (Τσώνης, 2004).

A. Διαφοροποίηση με βάση τη διαμόρφωση
<ol style="list-style-type: none"> 1. Εμβολικής ροής (συμβατικό ή κλασσικό) 2. Βηματικής τροφοδότησης 3. Πλήρους ανάμιξης 4. Επαφής-σταθεροποίησης 5. Ενεργού ιλύος με επιλογήα.
B. Διαφοροποίηση με βάση τον αερισμό
<ol style="list-style-type: none"> 1. Συμβατικό 2. Με σταδιακά μειούμενο αερισμό 3. Με καθαρό οξυγόνο.
Γ. Διαφοροποίηση με βάση την οργανική φόρτιση
<ol style="list-style-type: none"> 1. Συμβατικό 2. Τροποποιημένου αερισμού 3. Ταχύρρυθμο 4. Παρατεταμένου αερισμού.

Το οξυγόνο απαιτείται από τους οργανισμούς για την κατανάλωση οργανικών ουσιών. Αυτό επιτυγχάνεται με τον αερισμό, ο οποίος συμβάλλει, επίσης, στην ανάμιξη των λυμάτων ώστε να υπάρχει ομοιόμορφη συγκέντρωση των μικροοργανισμών, του οξυγόνου και των οργανικών ουσιών σε όλο τον όγκο της δεξαμενής αερισμού. Στο πρώτο στάδιο η επιφάνεια εμπλουτίζεται με οξυγόνο, στο δεύτερο στάδιο το οξυγόνο μεταφέρεται στο υγρό με μοριακή διάχυση και στο τρίτο στάδιο διανέμεται σε όλο τον όγκο του υγρού. Οι αεροσυμπιεστές, οι οποίοι συμβάλλουν στην οξυγόνωση, πρέπει να έχουν τέτοια ισχύ, ώστε να μπορούν να παρέχουν την απαιτούμενη ποσότητα αέρα, τόσο κατά τις ζεστές μέρες του καλοκαιριού, όσο και κατά τις κρύες μέρες του χειμώνα (Metcalf & Eddy, 1972).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν πολλές παραλλαγές του συστήματος της ενεργού ιλύος που χρησιμοποιούνται στην πράξη και οι οποίες είναι (Metcalf & Eddy, 1979):

- Συμβατική.
- Αερισμός κατά βαθμίδες.
- Αερισμός κατά τμήμα.
- Ενεργού ιλύος με πλήρη ανάμειξη.
- Ενεργού ιλύος με καθαρό οξυγόνο.
- Επαφή- σταθεροποίηση.
- Ενεργού ιλύος υψηλής φόρτισης.
- Ενεργού ιλύος τροποποιημένη.
- Παρατεταμένου αερισμού.

Όσον αφορά στις δεξαμενές καθίζησης, απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο σωστός σχεδιασμός ο οποίος να εξασφαλίζει τη σωστή διεργασία της διαύγασης και πύκνωσης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των δεξαμενών αυτών είναι το είδος του αερισμού, η συγκέντρωση των MLSS, ο υδραυλικός χρόνος παραμονής στον αερισμό και η παροχή της ανακυκλοφορίας. Έχουν διατυπωθεί πολλές απόψεις παλαιότερα για την απόδοση των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης, αλλά και σήμερα οι απόψεις από τις έρευνες εξακολουθούν να μη συμπίπτουν.

Κατά την μελέτη και το σχεδιασμό πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις παρακάτω παραμέτρους (Βογιατζής & Στάμου, 1986):

- Η επιφανειακή φόρτιση και η φόρτιση στερεών.
- Η φόρτιση στον υπερχειλιστή.
- Οι διαστάσεις της δεξαμενής.

- Η διάταξη εισροής.
- Η διάταξη εκροής.
- Ο μηχανισμός συλλογής λάσπης.
- Ο μηχανισμός συλλογής επιπλεόντων.
- Ο αριθμός των δεξαμενών.

Επεξεργασία ιλύος

Από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων προκύπτει η ιλύς (λάσπη) στην οποία έχει μεταφερθεί ένα σημαντικό μέρος από το ρυπαντικό φορτίο. Αυτό το φορτίο περιέχει τόσο οργανικά όσο και ανόργανα υλικά, τα οποία μετά από κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να διατεθούν για επωφελείς χρήσεις.

Οι στόχοι επεξεργασίας της ιλύος είναι: πρώτον, η μείωση του όγκου για να μειωθεί κατά συνέπεια το κόστος επεξεργασίας και δεύτερον, η μετατροπή της σε σταθερή μάζα, ώστε να χρησιμοποιηθεί ακίνδυνα στο έδαφος για διάφορες εφαρμογές. Τα χαρακτηριστικά της ιλύος εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά των λυμάτων, το σχεδιασμό και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων. Ο καλός σχεδιασμός και η αποτελεσματική λειτουργία των σταδίων επεξεργασίας της ιλύος είναι μείζονος σημασίας. Αυτό γίνεται αντιληπτό από το γεγονός ότι αν και ο όγκος της λάσπης στο συνολικό όγκο των αποβλήτων είναι περίπου 1%, η επεξεργασία της ιλύος απορροφάει το 25 - 50% του συνολικού κόστους κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων (EPA, 1977).

Η επεξεργασία της ιλύος περιλαμβάνει τα στάδια προεπεξεργασίας, πάχυνσης, σταθεροποίησης και αφυδάτωσης.

Προεπεξεργασία Ιλύος

Η ιλύς προερχομένη από την πρωτοβάθμια και την περίσσια της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας εισέρχεται, με κατάλληλες αντλίες, στο στάδιο της προεπεξεργασίας, η οποία περιλαμβάνει την εξάμμωση, τη μίξη και την αποθήκευση (EPA, 1979).

- Η εξάμμωση στοχεύει στην απομάκρυνση της άμμου, ώστε να αποφευχθούν προβλήματα βλάβης ή δυσλειτουργίας των μηχανημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται συνήθως με υδροκυκλώνες κάτω από την επίδραση φυγόκεντρης δύναμης. Η άμμος συσσωρεύεται στον πυθμένα από όπου και αφαιρείται.
- Η μίξη απαιτείται επειδή η πρωτοβάθμια ιλύς διαφέρει από την περίσσια δευτεροβάθμια ιλύ τόσο ως προς την περιεκτικότητα σε αιωρούμενο υλικό όσο και ως προς το οργανικό

φορτίο. Με τη μίξη επιτυγχάνεται μια ομοιόμορφη ιλύς, πράγμα ιδιαίτερα σημαντικό για ορισμένες μεθόδους επεξεργασίας.

- Η αποθήκευση επιτυγχάνει τον περιορισμό μεταξύ της διαφοράς φάσης στη λειτουργία της γραμμής επεξεργασίας ιλύος και την ομοιόμορφη φόρτωση των διαφόρων τμημάτων της. Η αποθήκευση της υγρής ιλύος γίνεται σε ειδικές δεξαμενές, όπου μπορεί να υλοποιείται και η μίξη.

Σε αρκετές περιπτώσεις η μίξη, η αποθήκευση και η πάχυνση υλοποιούνται στον ίδιο χώρο.

Πάχυνση Της Ιλύος

Μετά από τις διεργασίες της προεπεξεργασίας, η ιλύς υποβάλλεται σε συμπύκνωση (πύκνωση ή πάχυνση). Σε αυτό το στάδιο αφαιρείται ένα μέρος του νερού, με συνέπεια τη μείωση του όγκου της ιλύος. Η μείωση του όγκου συμβάλλει στην ευκολότερη διαχείρισή της στα επόμενα στάδια και αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι ο όγκος που προκύπτει από την πάχυνση περίσσιας ιλύος είναι πέντε φορές μικρότερος του αρχικού όγκου. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους οι παχυντές χωρίζονται σε συνεχούς και διακεκομμένης ροής. Υπάρχουν πολύ τρόποι πάχυνσης ιλύος με συνηθέστερους τους εξής (Τσώνης, 2004):

- Η πάχυνση με καθίζηση.
- Η πάχυνση με επίπλευση.
- Η πάχυνση με φιλτροταινία βαρύτητας.
- Η πάχυνση με περιστρεφόμενο κυλινδρικό τύμπανο.
- Η πάχυνση με φυγοκέντριση.

Η πάχυνση της ιλύος αυξάνει τη συγκέντρωση των στερεών με αποτέλεσμα το οικονομικό όφελος από την κατασκευή μικρότερων δεξαμενών για τη χώνευση και μικρότερων αγωγών και αντλιών για τη μεταφορά της στα επόμενα στάδια επεξεργασίας.

Οι δεξαμενές πάχυνσης σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει επάρκεια στη χωρητικότητα για να αντιμετωπίζονται οι μέγιστες παροχές. Στις δεξαμενές δημιουργούνται σηπτικές συνθήκες, προβλήματα οσμών και επιπλεύσεις στερεών, όταν υπάρχουν χαμηλές φορτίσεις (Metcalf & Eddy, 2003).

Σταθεροποίηση Ιλύος

Με τη σταθεροποίηση της ιλύος επιτυγχάνεται η μείωση του ρυπαντικού φορτίου και των οσμών. Η μείωση των παθογόνων οργανισμών γίνεται με αναερόβια ή αερόβια χώνευση,

όπως επίσης, με χημική ή βιολογική οξείδωση και έχει ως συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσης του αποδομούμενου υλικού καθώς και των εκλυόμενων οσμών.

Στην αναερόβια χώνευση πραγματοποιείται η σταθεροποίηση των στερεών, η μείωση των παθογόνων οργανισμών και η παραγωγή βιοαερίου (μεθάνιο). Η διαδικασία αυτή είναι δυνατό να θεωρηθεί διεργασία τριών σταδίων, των οποίων ο ρυθμός επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες (Τσώνης, 2004):

- Ο χρόνος κράτησης των στερεών.
- Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής.
- Η θερμοκρασία.
- Το pH.
- Η ρύπανση τοξικών ουσιών.

Η αναερόβια επεξεργασία αποτελεί μια αργή διαδικασία με υψηλό κόστος κατασκευής, καθώς οι δεξαμενές που απαιτούνται πρέπει να είναι κλειστές, μεγάλης χωρητικότητας.

Η αερόβια χώνευση έχει χαμηλότερο κόστος κατασκευής και πραγματοποιείται συνήθως σε ανοιχτές δεξαμενές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Βασική διεργασία σε αυτό το είδος χώνευσης είναι η οξείδωση του οργανικού υλικού με παράλληλη νιτροποίηση και αυτό επιτυγχάνεται με αυτόθερμη αερόβια χώνευση ή λιπασματοποίηση. Τα πλεονεκτήματα της αυτόθερμης αερόβιας χώνευσης, έναντι της συνήθους αερόβιας χώνευσης είναι (Horan, 1990):

- Υψηλότερος ρυθμός επεξεργασίας.
- Μικρότερος σε όγκο αντιδραστήρας.
- Μείωση παθογόνων μικροοργανισμών.
- Μείωση πτητικών αιωρούμενων στερεών.

Κατά τη λιπασματοποίηση της ιλύος, η οργανική ύλη με τη βοήθεια μικροοργανισμών μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και νέο οργανικό υλικό με ταυτόχρονη έκλυση ενέργειας. Τα προϊόντα από την λιπασματοποίηση της ιλύος χρησιμοποιούνται ως εδαφοβελτιωτικά και λίπασμα.

Αφυδάτωση Ιλύος

Η αφυδάτωση της ιλύος στοχεύει στη μείωση του περιεχομένου νερού, ώστε να προκύψει ένα στερεόμορφο υλικό μικρότερο σε όγκο. Η μείωση του όγκου της ιλύος στο

στάδιο αυτό ελαττώνει το κόστος μεταφοράς της (Βογιατζής & Στάμου, 1986). Ανάλογα με την επεξεργασία που έχει υποστεί η ιλύς παρουσιάζει ορισμένες δυσκολίες στην αφυδάτωση.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι αφυδάτωσης της ιλύος: οι φυσικές και οι μηχανικές. Οι φυσικές μέθοδοι περιλαμβάνουν (Τσώνης, 2004):

- Συμβατικές κλίνες ξήρανσης.
- Κλίνες ξήρανσης με επιστρωμένες επιφάνειες κυκλοφορίας.
- Κλίνες αφυδάτωσης με πυθμένα από στοιχεία σφηνοειδών σχισμών στράγγισης.
- Κλίνες αφυδάτωσης υποβοηθούμενες από εφαρμογή κενού.
- Λίμνες αφυδάτωσης ιλύος.

Οι μηχανικές μέθοδοι περιλαμβάνουν (US EPA, 1979):

- Αφυδάτωση με φυγόκεντρο.
- Αφυδάτωση με ταινιοφιλτρόπρεσα.
- Αφυδάτωση με περιστροφική πρέσα.
- Αφυδάτωση με κοχλιωτή πρέσα.

Οι διεργασίες που απαιτούνται για την αφυδάτωση με μηχανικές μεθόδους είναι η προσθήκη κροκιδωτικού, η πύκνωση της ιλύος υπό συνθήκες κενού και στη συνέχεια η συμπίεσή της. Η τελική διάθεση της ιλύος μπορεί να γίνει για εμπλουτισμό εδάφους, παραγωγή ενέργειας, ανάκτηση χρήσιμων ουσιών κ.ά. Ανάλογα με τον τρόπο διάθεσής της καθορίζονται και τα απαιτούμενα στάδια επεξεργασίας, ώστε η χρήση της να είναι ασφαλής για το περιβάλλον και την υγεία.

Απολύμανση

Η απολύμανση είναι το τελευταίο στάδιο στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων και αποσκοπεί στην εξουδετέρωση ή αδρανοποίηση -και όχι απαραίτητα στη θανάτωση- των παθογόνων οργανισμών για την αποφυγή μετάδοσης ασθενειών (Τσώνης, 2004).

Η απολύμανση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων επιτυγχάνεται, κυρίως, με το χλώριο. Από τη δεκαετία του '70 άρχισαν να χρησιμοποιούνται και φυσικά μέσα, όπως η οζόνωση και η υπεριώδης ακτινοβολία.

Τα απολυμαντικά επιδρούν στους παθογόνους μικροοργανισμούς επιφέροντας είτε καταστροφή ή βλάβη στο κυτταρικό τους υλικό, είτε παρεμβολή στους μηχανισμούς μεταβολισμού, βιοσύνθεσης και ανάπτυξής τους (Metcalf & Eddy, 2003).

Η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης εξαρτάται από την ικανότητα των απολυμαντών να επιδρούν στο κυτταρικό υλικό και αυτό εξαρτάται από τους εξής παράγοντες (Τσώνης, 2004):

- Το είδος του μικροοργανισμού.
- Το είδος, τις ιδιότητες και τη δόση του απολυμαντικού.
- Το χρόνο έκθεσης των μικροοργανισμών στο απολυμαντικό μέσο.
- Τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της δεξαμενής απολύμανσης.
- Τα φυσικά χαρακτηριστικά των λυμάτων.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί η ανάγκη για περαιτέρω επεξεργασία απολύμανσης των υγρών απορροών. Η περαιτέρω μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών είναι σκόπιμο να εξετάζεται κατά περίπτωση, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του αποδέκτη.

Χλωρίωση

Το χλώριο είναι η πλέον διαδεδομένη μορφή απολύμανσης και χρησιμοποιείται είτε υπό μορφή μοριακού χλωρίου είτε υπό μορφή διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου σε ποσοστό 10-13%. Τα βασικά στοιχεία σχεδιασμού δεξαμενών χλωρίωσης εξαρτώνται από (Βογιατζής & Στάμου, 1986· Metcalf & Eddy, 2003):

- Τις διαστάσεις της δεξαμενής επαφής.
- Τον υδραυλικό χρόνο παραμονής (μέγιστη παροχή).
- Τη δόση και την ποσότητα χλωρίου.
- Το επιδιωκόμενο ποσοστό μείωσης κολοβακτηριδίων.
- Τα τεχνικά στοιχεία (κατασκευή, εξοπλισμός, είδος χλωρίου κ.ά.).

Η πλέον σημαντική παράμετρος είναι ο υδραυλικός χρόνος παραμονής των επεξεργασμένων λυμάτων στη δεξαμενή χλωρίωσης. Γι' αυτό το λόγο η δεξαμενή θα πρέπει να σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται η παραμονή του 90% περίπου της τροφοδοτούμενης μάζας για διάστημα τόσο ώστε να επέλθει πλήρης αδρανοποίηση των παθογόνων οργανισμών. Πάντως, υπάρχουν πολλές βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την υδραυλική συμπεριφορά της δεξαμενής επαφής (Marske & Boyle, 1973, Βογιατζής & Στάμου, 1986· Horan, 1990, Peavy et al., 1995, Metcalf & Eddy, 2003).

Έχει βρεθεί ότι η απόδοση της χλωρίωσης εξαρτάται από την αναλογία συγκέντρωσης του χλωρίου και το χρόνο επαφής, εφόσον οι παράμετροι της χλωρίωσης παραμένουν αμετάβλητες (Metcalf & Eddy, 1979, Τσώνης, 2004).

Τα θεμέλια για τη μαθηματική περιγραφή της διαδικασίας της απολύμανσης τέθηκαν από τον Chik (1908) ο οποίος υπέθεσε ότι η εξουδετέρωση των μικροοργανισμών ακολουθεί μια αντίδραση πρώτης τάξεως. Ο ερευνητής Watson στηριζόμενος στα ίδια στοιχεία επεκτάθηκε και συμπεριέλαβε και τη συγκέντρωση του απολυμαντικού. Αργότερα, οι Collins και Selleck διατύπωσαν τη σχέση της χλωρίωσης - κολοβακτηριδίων λαμβάνοντας υπόψη το ενωμένο διαθέσιμο χλώριο (Selleck et al, 1978). Η τελευταία αυτή σχέση προέκυψε από τη συνηθισμένη πρακτική της χλωρίωσης αστικών αποβλήτων. Η εφαρμογή της είναι η πλέον διαδεδομένη μέχρι και σήμερα.

Το χλώριο ως απολυμαντικό μέσο χρησιμοποιείται με την μορφή υγρού χλωρίου, αερίου χλωρίου, υποχλωριώδους νατρίου (σε μορφή υδατικού διαλύματος) ή υποχλωριώδους ασβεστίου (σε μορφή κοκκώδους υλικού ή συμπιεσμένων ταμπλετών) (WPCF, 1976).

Η σταθερότητα ενός διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου εξαρτάται από τους εξής παράγοντες (Τσώνης, 2004):

- Την αρχική περιεκτικότητα του διαλύματος σε υποχλωριώδες νάτριο.
- Τη θερμοκρασία του χώρου όπου αποθηκεύεται.
- Το χρόνο αποθήκευσης.
- Τις ακαθαρσίες που περιέχει από τη διαδικασία παραγωγής του.
- Την έκθεση στο φως.

Στις εγκαταστάσεις όπου χρησιμοποιείται χλώριο για την απολύμανση πρέπει να δοθεί η δέουσα σημασία σε δύο βασικά θέματα. Πρώτον, στον κατάλληλο εξοπλισμό για τη φορτοεκφόρτωση και την αποθήκευση, καθώς και στην τροφοδότηση της δεξαμενής επαφής. Δεύτερον, σε ότι αφορά στην ασφάλεια, επειδή το χλώριο επιδρά τοξικά σε διάφορους οργανισμούς και διαβρωτικά στα μέταλλα.

Για τον άνθρωπο είναι εξαιρετικά επικίνδυνο και ιδιαίτερα για το αναπνευστικό του σύστημα, το δέρμα και τα μάτια. Ο τρόπος με τον οποίο το χλώριο καταστρέφει τους μικροοργανισμούς δεν είναι απόλυτα εξακριβωμένος. Για τους ιούς και ορισμένους άλλους μικροοργανισμούς η πιο πιθανή εξήγηση είναι ότι επιδρά κατευθείαν στο DNA και RNA του πυρήνα τους (AWWA, 1971).

Οι δεξαμενές χλωρίωσης στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σχεδιάζονται συνήθως μακρόστενες και σε μαιανδρική γεωμετρία. Στο σημείο εισροής της δεξαμενής χλωρίωσης κατασκευάζεται το κανάλι parshall, το οποίο συμβάλλει με τα κατάλληλα μηχανήματα στην ακριβή μέτρηση της παροχής.

4.3. Αειφορική Χρήση Του Ανακτημένου Νερού

4.3.1. Αειφόρος Ανάπτυξη και Περιβάλλον

Αειφόρος Ανάπτυξη μεταφράστηκε στα ελληνικά ο αγγλικός όρος sustainable development, ο οποίος έχει τις ρίζες του στο λατινικό 'sus tenere' που σημαίνει συγκρατώ-υποστηρίζω. Ξεκινώντας από την ανάγκη διασφάλισης της προτεραιότητας της ζωής εντός οικολογικών ορίων και δυνατοτήτων, χωρίς όμως ταυτόχρονα να απορρίπτει τη συμβολή της επιστήμης και την αισιόδοξη συμβολή της προόδου, η Αειφόρος Ανάπτυξη φαίνεται να προσπαθεί να συμβιβάσει τις δύο ακραίες θεωρίες για το μέλλον του κόσμου: την άκρατη "τεχνοκρατική" από τη μια, που έχει τις ρίζες της στον 19ο αιώνα και κυριάρχησε κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, και την ακραία "οικολογική" από την άλλη, που αναπτύχθηκε τις τελευταίες δεκαετίες ως αντίδραση στην τρέχουσα κυρίαρχη αντίληψη της τεχνολογικής προόδου.

Η σύζευξη της παραδοχής της αειφορίας με τη θεμελιώδη αρχή της ανάπτυξης φαίνεται να αποτελεί μια ιστορική εξέλιξη για την υπόθεση του περιβάλλοντος καθώς σηματοδοτεί μια νέα εποχή για την ανθρωπότητα. Οι αρχές της ανάπτυξης και της προόδου τώρα μπορούν να νομιμοποιηθούν, καθώς σύμφωνα με την παραδοχή της αειφορίας συνδέονται άρρηκτα πλέον με τα φυσικά όρια και τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Η Αειφόρος Ανάπτυξη γίνεται λοιπόν ένα μοντέλο σχεδιασμού για τη διαχείριση του περιβάλλοντος αλλά και μια κοινωνική και πολιτική θεωρία, διάδοχος της τρέχουσας τεχνοκρατικής, που υπόσχεται την έξοδο από τη σημερινή περιβαλλοντική κρίση και συγχρόνως εγγυάται τη διατήρηση της ζωής.

Σύμφωνα με τον αρχικό ορισμό η Αειφόρος Ανάπτυξη για το Περιβάλλον ορίζεται ως η ανάπτυξη με την προσοχή στραμμένη στο μέλλον, η ανάπτυξη δηλαδή που προσπαθεί να καλύψει τις ανάγκες της σημερινής γενιάς, χωρίς όμως να θέτει σε κίνδυνο την προσπάθεια και των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες. Στον Πίνακα γίνεται μια αντιπαράθεση του παραδοσιακού μοντέλου ανάπτυξης με εκείνο της Αειφόρου Ανάπτυξης.

Η αειφόρος ανάπτυξη είναι πρωτίστως μία διαδικασία οικονομικής και κοινωνικής μεταβολής, της οποίας βασικό στοιχείο είναι η θεώρηση των πόρων στο σύνολο τους ως μη

ελεύθερων αγαθών, που απαιτούν συνετή διαχείριση, για την αποφυγή της κατασπατάλησης και τελικά της εξάντλησή τους. Έτσι από αυτή τη διαδικασία θα διαμορφωθεί σε σημαντικό βαθμό το νέο παγκόσμιο μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης.

Πίνακας : Από την Περιβαλλοντική Προστασία στην Αειφόρο Ανάπτυξη.

Παραδοσιακό μοντέλο Ανάπτυξης	Αειφόρος Ανάπτυξη
Διαχείριση Αποβλήτων	Ελαχιστοποίηση αποβλήτων <ul style="list-style-type: none"> • Επαναχρησιμοποίηση • Περιορισμός • Ανακύκλωση
Έλεγχος ρύπανσης	Πρόληψη - παρεμπόδιση ρύπανση <ul style="list-style-type: none"> • Έλεγχος στην πηγή • Τροποποίηση διαδικασιών • Επιλογή προϊόντων
Διάχυση, διασπορά και αραίωση ρυπαντών, Έλεγχος σημειακών πηγών ρύπανσης	Μηδενική Διάθεση ρυπαντών Διαχείριση Οικοσυστημάτων (Ολοκληρωμένες Παρεμβάσεις)
Διαχείριση παροχής ενέργειας Ενημέρωση του κοινού Πληροφόρηση	Διαχείριση ενεργειακής ζήτησης Ενίσχυση του ρόλου των πολιτών Συμμετοχή στη διαμόρφωση πολιτικών αποφάσεων
Διμερείς διαπραγματεύσεις και συμφωνίες (π.χ κυβέρνηση Βιομηχανία)	Λήψη αποφάσεων με συμμετοχή όλων των αρμόδιων φορέων
Εθνικά πρότυπα και οδηγίες	Διεθνείς -Παγκόσμιες Συμφωνίες
Περιβάλλον Οικονομία διαχωρισμός	Περιβάλλον - Οικονομία ολοκλήρωση χρήση οικονομικών εργαλείων αποτίμηση περιβαλλοντικών παραμέτρων σύμφωνα με την πλήρη αξία τους
Περιβαλλοντική Προστασία	Αειφόρος Ανάπτυξη

Συνεπώς η αρχή της αειφορίας αποτελεί μία ευρύτατη προσέγγιση, η οποία αφορά όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες και ιδιαίτερα μάλιστα τις παραγωγικές. Γι' αυτό το λόγο είναι συνδεδεμένη ως διαδικασία με την κατάσταση του περιβάλλοντος, όσο και με τη γενικότερη οικονομική κατάσταση, που διαφοροποιείται, βεβαίως σε σχέση με το επίπεδο ανάπτυξης της κάθε χώρας.

4.3.2. Βιώσιμη ανάπτυξη - Βιοποικιλότητα

Με βάση τον ορισμό της Επιτροπής Brundtland, βιώσιμη ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να δεσμεύει την δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες. Με άλλα λόγια, η ανάπτυξη είναι

αδιαμφισβήτητα ουσιαστικής σημασίας για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών και τη βελτίωση της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να βασίζεται στην αποτελεσματική και περιβαλλοντικά υπεύθυνη χρήση όλων των ανεπαρκών πόρων της κοινωνίας, είτε φυσικών, είτε ανθρωπίνων είτε οικονομικών πόρων.

Ως βιολογική ποικιλότητα, βιοποικιλότητα, ορίζουμε κυρίως το σύνολο των γονιδίων, των βιολογικών ειδών, των οικοσυστημάτων και των πολιτισμών μιας περιοχής. Ο μεγάλος αριθμός και η ποικιλομορφία των σύγχρονων μορφών ζωής στη Γη είναι το αποτέλεσμα εκατοντάδων εκατομμυρίων χρόνων εξελικτικής ιστορίας. Δυστυχώς στις μέρες μας παρατηρείται μείωση της βιοποικιλότητας στον πλανήτη, γεγονός που οφείλεται σε μια σειρά από αιτίες όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος, η καταστροφή των δασών, η ερημοποίηση των εδαφών και η μόλυνση των υδάτων.

Ο σκοπός της Βιώσιμης Ανάπτυξης είναι να "καλύψει τις ανάγκες των παρόντων γενεών χωρίς να διακυβεύσει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες". Για να αντιληφθεί κάποιος τη Βιωσιμότητα, πρέπει να λάβει υπόψη τις τρεις κύριες ζώνες επιρροής, τους λεγόμενους «Τρεις Πυλώνες της Βιωσιμότητας» και τις αντίστοιχες πτυχές αυτής που αποτελούνται από την κοινωνική, την οικονομική και περιβαλλοντική.

Αυτές οι τρεις πτυχές είναι αλληλένδετες και αν συνδυαστούν και εφαρμοστούν στην πράξη μπορούν να δημιουργήσουν μια σταθερή βάση για έναν βιώσιμο κόσμο από τον οποίο μπορούν να επωφεληθούν όλοι: "Οι φυσικοί πόροι διατηρούνται, το περιβάλλον προστατεύεται, η οικονομία δεν πλήττεται και η ποιότητα της ζωής των πολιτών βελτιώνεται ή συντηρείται."(The Three Pillar of Sustainability,2015)

Η Βιώσιμη Ανάπτυξη είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το περιβάλλον. Καθώς ο άνθρωπος έχει άμεση ανάγκη το περιβάλλον για όλες τις δραστηριότητές του, η προστασία του και η σωστή διαχείριση του είναι από τα πιο σημαντικά θέματα που απασχολούν την διεθνή κοινότητα. Έχει γίνει πλέον εμφανές ότι πέρα από τη μεγάλη ανάπτυξη των ανθρώπινων κοινωνιών έχει επέλθει και μεγάλη καταστροφή του πλανήτη.

Η σημασία της συνετής διαχείρισης των φυσικών πηγών, παρότι είναι παράγοντας που επηρεάζει σοβαρά την ανθρώπινη ανάπτυξη, ξεκίνησε σχετικά πρόσφατα να έρχεται στο προσκήνιο. Κατά το μεγαλύτερο μέρος της ανθρώπινης ιστορίας η Γη θεωρούνταν πως διέθετε ανεξάντλητους φυσικούς πόρους, ικανούς να ικανοποιήσουν κάθε ανάγκη του ανθρώπου για πάντα.

Η βιωσιμότητα του περιβάλλοντος αφορά το περιβάλλον (τεχνητό και φυσικό) ως οικοσύστημα. Οικοσύστημα είναι ένα σύστημα που περιλαμβάνει τους βιοτικούς και τους αβιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής καθώς και τις αλληλεπιδράσεις που υπάρχουν μεταξύ

τους. Μελετάται λοιπόν η αντοχή του οικοσυστήματος σε αλλαγές καθώς και η προσαρμοστικότητα του. Ανάλογα με τα αποτελέσματα της εκάστοτε μελέτης πρέπει να επιλεγεί και το κατάλληλο σχέδιο διαχείρισης του οικοσυστήματος. Η χρήση των πόρων που διαθέτει ένα οικοσύστημα πρέπει να γίνεται με βάση την διαθεσιμότητα τους αλλά και τις ανάγκες των μελών του. (Harris M., 2000)

Δεν πρέπει να δοθεί μόνο προσοχή στην παραγωγική διαδικασία και στη χρήση των διαφόρων πηγών ενέργειας και φυσικών πόρων. Εξίσου σημαντική είναι και η κατανάλωση των προϊόντων της παραγωγικής διαδικασίας και τα απόβλητα αυτής. Ο ρυθμός αυτών των δύο αλληλένδετων διαδικασιών αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ομαλή λειτουργία του κάθε οικοσυστήματος.

Πέραν από το ενδιαφέρον για τη σωστή χρήση του περιβάλλοντος για την κάλυψη των άμεσων αναγκών των ανθρώπων, η βιώσιμη ανάπτυξη ασχολείται και με την προστασία του περιβάλλοντος με σκοπό τη χρήση του από της μελλοντικές γενιές. Καθώς η Γη είναι ένα κλειστό σύστημα, δηλαδή έχει συγκεκριμένο αριθμό πόρων προς χρήση, πρέπει οι ανάγκες των τωρινών κατοίκων της να καλύπτονται με σύνεση και χωρίς να σπατάλες έτσι ώστε οι μελλοντικοί κάτοικοί της να είναι κι αυτοί σε θέση να καλύψουν τις δικές τους.

Ένα περιβαλλοντικό οικοσύστημα όμως είναι πιο ευάλωτο στις αλλαγές από ότι ένα κοινωνικό ή ένα οικονομικό σύστημα. Γίνεται σαφές επομένως ότι η οικονομική ανάπτυξη, και συνεπώς η κοινωνική, έχει όρια που καθορίζονται από το πεπερασμένο περιβάλλον του πλανήτη. Ισορροπία επιτυγχάνεται μέσω της βιώσιμης ανάπτυξης, η οποία επειδή αποτελεί συνδυασμό των τριών αυτών συστημάτων μπορεί να βρει τη βέλτιστη λύση που θα δώσει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα χωρίς να διαταράξει την ισορροπία του καθενός ξεχωριστά.

Οποιαδήποτε πολιτική αποφασιστεί για την βιώσιμη ανάπτυξη του περιβάλλοντος ελέγχεται μέσω περιβαλλοντικών δεικτών. Οι δείκτες αποφασίζονται με διεθνή συνεργασία και είναι ευρέως αποδεκτοί. Μπορούν να υιοθετηθούν σε οποιοδήποτε τομέα τόσο σε κρατικό επίπεδο όσο και σε διεθνές. Υπάρχουν δείκτες που αφορούν το νερό, το έδαφος, τον αέρα, διάφορες φυσικές πηγές, καθώς και δείκτες που ασχολούνται με τα απόβλητα. Χωρίζονται σε ποιοτικούς, οι οποίοι περιγράφουν τις ενέργειες και τα αποτελέσματά τους, και ποσοτικούς, οι οποίοι ασχολούνται με τις αριθμητικές μετρήσεις των εμπλεκόμενων ποσοτήτων.

Το περιβάλλον αποτελεί ένα από τους τρεις πυλώνες της Βιώσιμης ανάπτυξης και ίσως έως ένα σημείο τη βάση για την ανάπτυξη των άλλων δύο. Είναι πλέον σίγουρο ότι είναι επιτακτική η ανάγκη της προστασίας του και της συνετής διαχείρισής του εάν θέλουμε η ανάπτυξή μας, τόσο σε οικονομικό πλαίσιο όσο και σε κοινωνικό, να μας οδηγήσει σε ένα καλύτερο μέλλον και όχι στην καταστροφή.

4.3.3. Η ελληνική βιοποικιλότητα

Η Ελλάδα, με έκταση 132.000 km² και πληθυσμό 10.500.000 κατοίκους, βρίσκεται στο νοτιότερο τμήμα της Βαλκανικής Χερσονήσου και ανήκει στη μεσογειακή ζώνη της παλαιαρκτικής βιογεωγραφικής περιοχής. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη κλιματική ποικιλότητα (29 κλιματικές ζώνες, σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Thornwaite), γεγονός που οφείλεται στη γεωγραφική της θέση, το σύνθετο του ανάγλυφου της και την παρουσία της θάλασσας. Ωστόσο, στο μεγαλύτερο τμήμα της έκτασής της, το κλίμα μπορεί να θεωρηθεί ως μεσογειακού τύπου, με ήπιους και υγρούς χειμώνες και θερμά και ξηρά καλοκαίρια. Είναι χώρα με έντονο ανάγλυφο, με τα 2/3 της έκτασής της να καλύπτονται από όρη μέσου ύψους περίπου 1500 m.

Χαρακτηρίζεται επίσης από την εκτεταμένη ακτογραμμή (μήκους 16.300 χιλιομέτρων) και τα πολλά συγκροτήματα νησιών στα πελάγη του Αιγαίου και του Ιονίου. Η Ελλάδα βρίσκεται στα όρια τριών ηπείρων (Ευρώπης, Ασίας και Αφρικής), διαθέτει μεγάλη τοπογραφική ποικιλότητα (μεγάλο αριθμό νησιών, απότομη μεταβολή του τοπίου από το επίπεδο της θάλασσας στα ορεινά και ορομεσογειακά ανωδασικά υψόμετρα μέσα σε ευθεία απόσταση λίγων χιλιομέτρων - εκτεταμένο κατακερματισμό της χέρσου, πολυάριθμους ποταμούς, ρέματα, χαράδρες, κοιλάδες, χερσονήσους κ.λπ.), διακρίνεται για τη σύνθετη γεωλογική δομή και ιστορία της και για την, έως πρόσφατα, ηπιότητα των ανθρώπινων παρεμβάσεων στο περιβάλλον.

Επίσης, παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία γεωμορφολογικών σχηματισμών (μεγάλο αριθμό σπηλαίων και άλλων υπόγειων δομών) και πετρωμάτων (προαλπικών, αλπικών και μεταλπικών) και διαθέτει όλες τις κατηγορίες εδαφών που σχηματίζονται κάτω από μεσογειακές κλιματικές συνθήκες (entisols, inceptisols, alfisols, vertisols). Ο συνδυασμός όλων αυτών των παραγόντων έχουν συντελέσει στο μεγάλο βιολογικό πλούτο της χώρας. (Παναγιώτης & Δημόπουλος, 2014)

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα πλούσια χλωρίδα και πανίδα, εξαιρετικά μεγάλο αριθμό μακρομυκήτων, μεγάλη ποικιλία οικοσυστημάτων και τοπίων, καθώς και μεγάλο βαθμό ενδημισμού τόσο φυτών όσο και ζώων.

Η χλωρίδα της Ελλάδας αποτελείται, σήμερα, από 5752 (Strid A, Tan K. 1997,2002) είδη και 1893 υποείδη αγγειοσπέρμων φυτών, τα οποία αντιπροσωπεύουν 6600 taxa και ανήκουν σε 1072 γένη και 185 οικογένειες. Η Ελλάδα είναι, επίσης, ένα από τα σημαντικότερα κέντρα ενδημισμού της Ευρώπης και της Μεσογείου, με 1278 ενδημικά είδη (22.2% του συνολικού αριθμού ειδών) και 452 ενδημικά υποείδη, τα οποία αντιπροσωπεύουν 1461 taxa

(22.1% του συνολικού αριθμού taxa). Όσον αφορά στην πανίδα (Λεγάκις Α., Μαραγκού Π. 2009) της, έχουν μέχρι σήμερα καταγραφεί 23.130 είδη ζώων της ξηράς και των γλυκών νερών, από τα οποία 3.956 είναι ενδημικά στη χώρα (Fauna Europaea, 2004), καθώς και άλλα 3.500 θαλάσσια είδη.

Πολλά ενδημικά είδη έχουν πολύ περιορισμένη εξάπλωση (π.χ. σε μια μόνο νησίδα ή μια πηγή) και συνεπώς είναι πολύ ευαίσθητα σε διαταραχές. Εξαιτίας του υψηλού ενδημισμού της και επειδή είναι από τα τελευταία καταφύγια πολλών απειλούμενων και σπάνιων στην υπόλοιπη Ευρώπη ειδών, η Ελλάδα αποτελεί σημαντική περιοχή για την ευρωπαϊκή και τη μεσογειακή πανίδα και χλωρίδα. Από τα ιθαγενή είδη της Ελλάδας, κοινοτικού ενδιαφέροντος είναι 60 είδη θηλαστικών, 48 είδη ερπετών, 12 είδη αμφιβίων, 62 είδη ψαριών, 49 είδη ασπονδύλων, 63 είδη φυτών, καθώς και 85 τύποι οικοτόπων.

Η μεγάλη ποικιλότητα των ειδών της χώρας συνδέεται με την ποικιλότητα των τύπων οικοσυστημάτων της, από τα ημερημικά του φοινικοδάσους στο Βάι της Κρήτης έως τα ψυχρόβια δάση της σημύδας και της ερυθρελάτης στη Ροδόπη. Η Ελλάδα εμφανίζει, επίσης, μεγάλη ποικιλότητα τοπίων, για τους ίδιους λόγους για τους οποίους εμφανίζει μεγάλη γενετική ποικιλότητα, ποικιλότητα ειδών και οικοσυστημάτων, αλλά και ως συνέπεια της μακρόχρονης παρουσίας του ανθρώπου και των πολιτισμών του στην περιοχή. Στη χώρα απαντούν ποικίλα τοπία, από τα ημερημικά της ανατολικής Κρήτης, τα ορο-μεσογειακά (ανωδασικά) του Ολύμπου, του Σμόλικα, της Τύμφης, του Βόρα και άλλων οροσειρών της βόρειας Ελλάδας, έως τα βόρεια (κέντρο ή βόρειο-Ευρωπαϊκά) της Ροδόπης.

4.3.4 Αειφορική Ανάπτυξη Βιοποικιλότητας

Με τον όρο «βιοποικιλότητα» εννοούμε τον αριθμό, την ποικιλία και την ποικιλομορφία των ζωντανών οργανισμών. Εννοούμε επίσης την ποικιλία μεταξύ των ειδών, εντός των ειδών και μεταξύ των οικοσυστημάτων, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας και εξέλιξής τους, τοπικής και χρονικής.

Η προστασία των ειδών χλωρίδας και πανίδας, καθώς και των οικοσυστημάτων τους αποτελεί επένδυση για το μέλλον της ζωής στον πλανήτη. Τα υγιή οικοσυστήματα αποδίδουν οφέλη που αποτελούν τη βάση της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτιστικής ευμάρειας του πολίτη.

Αντίθετα, η απώλεια βιοποικιλότητας υποβαθμίζει τις υπηρεσίες που παρέχουν τα φυσικά οικοσυστήματα όπως η παραγωγή τροφίμων, καυσίμων, ινών και φαρμάκων, η ρύθμιση της ποιότητας και ποσότητας των υδάτων, του αέρα και του κλίματος, η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, ο οικοτουρισμός και η υπαίθρια αναψυχή.

Η Σύμβαση του ΟΗΕ για τη Βιολογική Ποικιλότητα που υιοθετήθηκε κατά τη Συνδιάσκεψη της Γης, στο Ρίο ντε Τζανέιρο το 1992 και τέθηκε σε εφαρμογή το Δεκέμβριο του 1994 στοχεύει στη διατήρηση και την αειφορική χρήση της βιοποικιλότητας, καθώς και στη δίκαιη και ισόνομη διανομή των ωφελειών που προκύπτουν από τη χρήση των γενετικών πόρων. Το 2010, κηρύχθηκε από τον ΟΗΕ Διεθνές Έτος Βιοποικιλότητας, στοχεύει στον επαναπροσανατολισμό της παγκόσμιας κοινότητας προς τη διαφύλαξη του πλούτου της ζωής στο σύνολο του πλανήτη. (ΕΠΠΕΡΑΑ,2007-2013)

Η Ελλάδα είναι χώρα προικισμένη με ιδιαίτερη βιολογική κληρονομιά. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής διαμόρφωσε το νέο θεσμικό πλαίσιο για την προστασία της βιοποικιλότητας, όπως και τη νέα Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα. Σκοπός των ρυθμίσεων αυτών είναι η αειφόρος διαχείριση και αποτελεσματική προστασία της βιοποικιλότητας, ως πολύτιμου και αναντικατάστατου εθνικού οικολογικού και πολιτιστικού πλούτου.

Με το νέο θεσμικό πλαίσιο, στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής εκσυγχρονίζουμε τη νομοθεσία βάσει των διεθνών συμβάσεων, των οδηγιών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ενώ επιλύουμε προβλήματα της προϋπάρχουσας νομοθεσίας. Συγκεκριμένα: (ΕΠΠΕΡΑΑ,2007-2013)

- Αναγνωρίζουμε τη σημασία της βιοποικιλότητας ως αναντικατάστατο εθνικό κεφάλαιο, το οποίο δεν αποτελεί διακοσμητικό στοιχείο στη ζωή μας αλλά πηγή κρίσιμων οικολογικών υπηρεσιών και υποδομών, ειδικά στο αβέβαιο μέλλον που διαμορφώνει η κλιματική αλλαγή.
- Εκσυγχρονίζουμε το εθνικό σύστημα προστατευόμενων περιοχών και εναρμονίζουμε τις κατηγορίες προστασίας που ισχύουν από το δασικό κώδικα με εκείνες που ισχύουν από την περιβαλλοντική νομοθεσία
- Ξεκαθαρίζουμε το ομιχλώδες τοπίο των περιοχών Natura 2000, στοχεύοντας οι σημαντικές αυτές περιοχές να αποτελέσουν υπόδειγμα σωστής διαχείρισης των προστατευόμενων από την κοινοτική νομοθεσία οικοτόπων και ειδών, και πρότυπα περιβαλλοντικά βιώσιμης ανάπτυξης, ‘πράσινης’ ανάπτυξης.
- Εισάγουμε ρυθμίσεις για το σύνολο του φυσικού χώρου, ώστε να επιτύχουμε ικανοποιητικό επίπεδο αναχαίτισης της καταστροφής των δασών, των υγροτόπων (κυρίως εκείνων που λόγω μικρού μεγέθους απειλούνται πιο άμεσα), των ακτών και του θαλάσσιου περιβάλλοντος.
- Μεριμνούμε για την προστασία των σημαντικών ειδών χλωρίδας και πανίδας, με ιδιαίτερη έμφαση στα αμιγώς «δικά μας», δηλαδή τα πολλά ενδημικά είδη που απαντώνται μόνο στην Ελλάδα, ενώ ταυτόχρονα καθορίζουμε το πλαίσιο για την αναχαίτιση της βιολογικής εισβολής από ξενικά είδη που απειλούν πολλά σπάνια και σημαντικά είδη της χώρας.

- Προβλέπουμε κίνητρα για την προστασία της βιοποικιλότητας, καθώς και ποινικές κυρώσεις για όσους εσκεμμένα υποβαθμίζουν τη βιοποικιλότητα.

4.3.5 Αειφορική Χρήση Ανακτημένου (Γκρίζου) Νερού

Η λειψυδρία είναι ένα από τα βασικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα δημιουργώντας ένα δύσκολο παρόν και ένα αβέβαιο μέλλον. Ο πόλεμος για το νερό έχει ξεκινήσει εδώ και αρκετά χρόνια και στην Ελλάδα, βλέπουμε τακτικά διεκδικήσεις και σοβαρά προβλήματα μεταξύ δήμων και ιδιωτών, Δ.Ε.Υ.Α. και ιδιωτών, ιδιωτών μεταξύ τους. Ένας πόλεμος διεκδικήσεων πηγών, γεωτρήσεων και πηγαδιών, ακόμα και ποταμών. Μεγάλο πρόβλημα υπάρχει στην γεωργία, στην κτηνοτροφία και ιδιαίτερα στην ύδρευση. Εκτός της λειψυδρίας υπάρχει και η ποιοτική ακαταλληλότητα των νερών και η ανυπαρξία σχεδιασμού και ορθής διαχείρισης των υπόγειων υδάτων.

Η άγνοια του μέσου ανθρώπου είναι ένας απ' τους λόγους που η ποσότητα πόσιμου νερού έχει μειωθεί σημαντικά. Η ενημέρωση αποτελεί σημαντικό παράγοντα, τόσο για την κατανόηση όσο και, για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Φυσικά η χρήση και εφαρμογή της τεχνολογίας βοηθά στην διαχείριση καθώς και στην εξοικονόμηση του αγαθού αυτού. Ένας τρόπος είναι η χρήση γκρίζων υδάτων, που μπορούν να καλύψουν το 40-50% της ποσότητας των αναγκών αντί φρέσκου νερού. Πρώτα όμως πρέπει να γίνει κατανοητό, το τί είναι το γκρίζο νερό. Το γκρίζο νερό είναι το ημιακάθαρτο νερό που απορρέει από την αποχέτευση της μπανιέρας, του νιπτήρα και του πλυντηρίου ρούχων και αποτελούν το 50-80 % των οικιακών λυμάτων.

Ονομάζεται έτσι λόγω της θολερότητάς του καθώς και της σύστασής του η οποία βρίσκεται μεταξύ του καθαρού πόσιμου νερού και του νερού των λυμάτων. Γίνεται κατανοητό ότι το γκρι νερό είναι το νερό που δεν περιέχει καθόλου ανθρώπινα απόβλητα (ούρα, περιττώματα) ή υψηλά ρυπαντικά φορτία (λίπη, έλαια, κλπ). Βέβαια δεν είναι πόσιμο, γι' αυτό και βρίσκει εφαρμογές σε γενικούς καθαρισμούς, για το πλύσιμο αυτοκινήτων στο πότισμα των κήπων-λουλουδιών και στο καζανάκι της τουαλέτας όσον αφορά την αξιοποίηση του σε οικιακή χρήση. Τα ελάχιστα κριτήρια σε σχέση με την σύσταση του επεξεργασμένου γκρίζου νερού διαφέρουν σημαντικά στα διάφορα ανεπτυγμένα κράτη. Συνεπώς, εντοπίζονται σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα διάφορα τεχνολογικά συστήματα επεξεργασίας των γκρίζων νερών, αναλόγως με τη χώρα προέλευσής τους.

Οι τεχνολογίες οι οποίες εφαρμόζονται για τη διαχείριση και επεξεργασία γκρίζου νερού περιλαμβάνουν συστήματα φυσικής, χημικής και βιολογικής επεξεργασίας. Οι περισσότερες από αυτές τις τεχνολογίες στηρίζονται στην αρχή του διαχωρισμού των

στερεών από τα υγρά, ως πρώτο βήμα, και της απολύμανσης του υγρού, ως καταληκτικό στάδιο. Προκειμένου να αποφευχθεί το φράξιμο των συστημάτων, ενδέχεται στο πρώτο στάδιο του διαχωρισμού στερεών και υγρών να γίνει εφαρμογή απλών μηχανικών συστημάτων, όπως σιτών ή άλλων φίλτρων σωματιδίων. Στο στάδιο της απολύμανσης, επιτυγχάνονται οι ελάχιστες απαιτήσεις σε σχέση με τη μικροβιολογική και χημική σύσταση του ανακυκλωμένου νερού.

Στο Μαρόκο, την Ιταλία και την Τουρκία γίνεται σε ευρεία κλίμακα καθαρισμός γκρίζων νερών σε τεχνητούς υγρότοπους για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων ποιότητας, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση. Στην Κύπρο έχει αναπτυχθεί ερευνητικά από το 1985 και από το 1999 έχει αρχίσει συστηματική εγκατάσταση του συστήματος ανακύκλωσης νερού CYPROBELL, με κρατική επιχορήγηση ύψους 3.000€ το 2009 (περίπου το 80% του κόστους της επένδυσης). Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του συστήματος για μια κατοικία δυναμικότητας 1 κυβ. μέτρου ανακυκλωμένου γκρίζου νερού την ημέρα ξεκινά από 3.600€. Το κόστος επεξεργασίας του νερού ανέρχεται στα 0,35 €/κυβ. μέτρο.

Το μέγεθος του συστήματος αυξάνεται ανάλογα με την ποσότητα του γκρίζου νερού που θα ανακυκλωθεί και κυμαίνεται μεταξύ 1 – 20 κυβ. μέτρων / ημέρα. Το νερό μετά την επεξεργασία είναι κατάλληλο για άρδευση κήπων ή/και χρήση σε τουαλέτες για εξοικονόμηση πόσιμου νερού. Το σύστημα αυτό μπορεί να εγκατασταθεί σε μία ή περισσότερες κατοικίες, σε πολυκατοικίες, σε σχολεία, σε γήπεδα, σε γηροκομεία, κ.λπ. Η ποσότητα γκρίζου νερού που παράγεται από ένα μέσο νοικοκυριό της Κύπρου (τετραμελή οικογένεια) εκτιμάται κατά μέσο όρο σε τρεις τόνους εβδομαδιαίως. Με επαναχρησιμοποίηση αυτών των υδάτων, εξοικονομούνται έως και 130.000 λίτρα νερού ετησίως. Από σχετική μελέτη προέκυψε, ότι η Κύπρος με το σύστημα CYPROBELL μείωσε την κατανάλωση νερού ανά κάτοικο μέχρι και 40% (CYPROBELL,2008).

Συμπεράσματα - Συζήτησης

Η επαναχρησιμοποίηση του νερού στις σύγχρονες κοινωνίες, ειδικά σήμερα που οι υδατικοί πόροι εξαντλούνται, είναι αναγκαία και επιβάλλεται στις χώρες όπου τα υδατικά αποθέματα είναι περιορισμένα, έως και μηδενικά. Όμως, τα ανακτώμενα νερά θα πρέπει να πληρούν τις απαραίτητες ποιοτικές προδιαγραφές που ορίζει η νομοθεσία, ανάλογα με τις χρήσεις για τις οποίες προορίζονται, ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια ασφάλεια και υγιεινή.

Τα οφέλη από την επαναχρησιμοποίηση του νερού είναι σημαντικά και πολλά, όπως η περιβαλλοντική προστασία, η ορθολογική διαχείριση της λειψυδρίας, η αντιμετώπιση τοπικών διαμαχών για την έλλειψη υδατικών πόρων, η οικονομική ανάπτυξη και η εξασφάλιση των επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων θα συμβάλλει ουσιαστικά στην διαχείριση τους, αλλά και γενικότερα στην διαχείριση των υδατικών πόρων διεθνώς. Εξάλλου, αυτό έχει ήδη αποδειχθεί από τις ήδη επιτυχημένες εφαρμογές προγραμμάτων επαναχρησιμοποίησης νερού που έχουν γίνει στον κόσμο, καθώς και σε πιλοτικές εφαρμογές στην Ελλάδα. Για αυτό το λόγο παρατηρείται τα τελευταία χρόνια συνεχής αύξηση των προγραμμάτων επαναχρησιμοποίησης ύδατος διεθνώς, και βεβαία έχουν περισσότερη χρησιμότητα σε χώρες που πλήττονται από λειψυδρία. Η Ελλάδα δεν πλήττεται από κίνδυνο λειψυδρίας, αλλά η κλιματική αλλαγή και οι αυξανόμενες ανάγκες για νερό, ειδικά τη θερινή περίοδο, οδηγούν στην εφαρμογή της επαναχρησιμοποίησης των υγρών λυμάτων, πλην της χρήσης για πόσιμο νερό. Όμως, η τρέχουσα επαναχρησιμοποίηση του νερού που γίνεται στην Ελλάδα, είναι πολύ χαμηλή, σε σύγκριση με τη συνολική χρήση νερού στη χώρα, όπως επίσης το ποσοστό των ανακτημένων λυμάτων σε σύγκριση με τη συνολική ποσότητα των επεξεργασμένων λυμάτων, είναι επίσης εξαιρετικά χαμηλή.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι τώρα δεν έχει επενδύσει στην επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων, λόγω των γενικά άφθονων υδατικών πόρων της Ευρώπης. Οι συνθήκες που επικρατούν στο Βορρά και το Νότο είναι πολύ διαφορετικές, ωστόσο η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να εφαρμοστεί προς όφελος και των βόρειων και των νότιων ευρωπαϊκών χωρών. Στη Βόρεια Ευρώπη μόλις που εφαρμόζεται, αλλά θα μπορούσε να αναπτυχθεί για την προστασία του περιβάλλοντος, λόγω των όλο και περισσότερο αυστηρών περιβαλλοντικών κανονισμών. Στη Νότια Ευρώπη (έλλειψη υδατικών πόρων) η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων θα μπορούσε να έχει σημαντικά πλεονεκτήματα στη γεωργία και τον τουρισμό (π.χ. άρδευση συγκομιδών, γηπέδων γκολφ) λόγω των πρόσθετων υδατικών πόρων. Όμως σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, δεν υπάρχει κανένας

νομοθετικός κανονισμός σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων μέχρι τώρα, εκτός από την Οδηγία επεξεργασίας αστικών λυμάτων (91/271/ΕΟΚ) που παρέχει τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των αστικών λυμάτων «εάν είναι κατάλληλα». Έτσι, σε ολόκληρη την Ευρώπη τα προγράμματα επεξεργασμένων λυμάτων πραγματοποιούνται σύμφωνα με συγκεκριμένες εθνικές ή ακόμη και περιφερειακές οδηγίες των χωρών.

Έτσι λοιπόν, αφού ληφθούν υπόψη όλα τα μέτρα και οι κανονισμοί, πραγματοποιηθεί σωστά η ενημέρωση και συμμετοχή του κοινού στην διαδικασία λήψης αποφάσεων, το ανακυκλωμένο νερό θα μπορούσε να συνεισφέρει σημαντικά γενικότερα σε όλη τη χώρα. Ειδικότερα στα νησιά του Αιγαίου, σε κάποια από αυτά, τα υδατικά αποθέματα είναι ανεπαρκή (όπως στην Ρόδο), και η αξιοποίηση των επιφανειακών νερών είναι αναγκαία. Τα επιφανειακά νερά μπορούν να αποθηκευτούν σε φράγματα λιμνοδεξαμενές και στέρνες, καθώς και με τη μέθοδο του τεχνητού εμπλουτισμού των υπογείων υδροφορέων, δίνοντας ταυτόχρονα προτεραιότητα στις περιοχές όπου παρατηρούνται φαινόμενα υφαλμύρισης. (ΣΔΛΑΠ ΥΔ Νήσων Αιγαίου, 2015)

Όμως για να υλοποιηθεί η πρόταση, θα πρέπει πρωτίστως να γίνει κεντρικός σχεδιασμός των έργων επαναχρησιμοποίησης λυμάτων αλλά με λύσεις και δράσεις που θα είναι αποκεντρωμένες και τοπικές, ανάπτυξη μηχανισμών ελέγχου της καλής λειτουργίας των εγκαταστάσεων και της ποιότητας των εκροών, άμεση αξιοποίηση των εκροών προς επαναχρησιμοποίηση όπου είναι αυτό φυσικά εφικτό και υλοποιήσιμο και τέλος εντατικοποίηση των δράσεων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των καταναλωτών, με θέματα σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση του νερού. Η αποδοχή του κοινού στη χρήση του ανακτημένου νερού θα ήταν μεγαλύτερη εφόσον θεσπιστεί ευνοϊκή τιμολογιακή πολιτική για τους χρήστες.

Τέλος, στόχος της έρευνας που διεξήχθη στον Βιολογικό ΔΕΥΑ της Ρόδου είναι να δούμε ποιες είναι απόψεις και αντιλήψεις του καθένα ξεχωριστά για θέματα όπως το τη ρυπαίνουν κυρίως τα αστικά λύματα, ποιες είναι οι επιπτώσεις του χωρίς επεξεργασία από το Βίο/κα στην θάλασσα, ποιες είναι κατά την γνώμη τους καλύτερη μέθοδο χρήσης του γκρίζου νερού. και αν γνωρίζουν αν υπήρξε διαβούλευση για το γκρίζο νερό.

Από τα αποτελέσματα της δειγματοληπτικής έρευνας καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως οι εργαζόμενοι του Βιολογικού ΔΕΥΑ της Ρόδου, έχουν μια μέτρια προς αρκετοί βάση γνώσεων όσο αναφορά γενικός για την ρύπανση που προκαλείτε από τα λύματα και ποιες οι επιπτώσεις αυτού στο περιβάλλον, τον ρολό λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού και τα οφέλη αυτής καθώς και την σημασία του γκρίζου νερού αλλά και τις εναλλακτικές του χρήσης για ωφέλιμη και αειφορική χρήση αυτού. Μεν όμως πάραυτα δείχνουν να μην έχουν ούτε στο ελάχιστο, γνώσεις για το νομοθετικό πλαίσιο, την διαβούλευση και γενικός τους νομούς γύρο

από αυτά τα ζητήματα (γκρίζο νερό, αστικά λύματα, επαναχρησιμοποίηση λυμάτων) πάρα μόνο ένα μικρό ποσοστό ατόμων που παρόλο που είχαν την δυνατότητα να το κάνουν, δεν απάντησαν περιληπτικά όταν τους ρωτήθηκε η ερώτηση για το αν έχουν γνώσεις ή όχι για την διαβούλευση για το γκρίζο νερό.

Η ερευνα που έγινε όμως δύστυχος ήταν περιορισμένη μονάχα σε ένα Βιολογικό με αποτέλεσμα να έχουμε μια εικόνα, αλλά όχι πλήρες. Καλό θα ήταν οι εργαζόμενοι όχι μόνο της ΔΕΥΑ Ρόδου αλλά και των γύρω περιοχών στην Ρόδο να διευρύνουν τους ορίζοντες τους και να ευαισθητοποιηθούν πάνω σε αυτά τα ζητήματα καθώς και να απαιτήσουν την καλύτερη δυνατή λειτουργία του βιολογικού ώστε να επωφεληθούν όχι μόνο οι κάτοικοι του νησιού αλλά η θάλασσα και ο υδροφόρος ορίζοντας γύρω από το ίδιο το νησί.

Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο 1

Στο πλαίσιο της πτυχιακής μου εργασίας πραγματοποιώ μια έρευνα σε θέματα που αφορούν την σημασία ύπαρξης και λειτουργίας των μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Το ερωτηματολόγιο αυτό στοχεύει στη συλλογή πληροφοριών, σχετικά με την αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδάτων μέσω της λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού.

Η συμπλήρωση των ερωτημάτων είναι πολύ σημαντική για την πραγματοποίηση της έρευνας και η συμβολή σας απαραίτητη.

Παρακαλώ, συμπληρώστε με ειλικρίνεια και προσοχή το ερωτηματολόγιο που ακολουθεί, σύμφωνα με τις σύντομες οδηγίες της κάθε ερώτησης, ώστε να αποδώσει η έρευνα έγκυρα και αξιόπιστα αποτελέσματα.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι το ερωτηματολόγιο είναι εμπιστευτικό και ανώνυμο, συνεπώς, μη διστάσετε να γράψετε αυτό που πραγματικά πιστεύετε. Προορίζεται αποκλειστικά για ερευνητική χρήση και θα τηρηθούν όλοι οι κανόνες επιστημονικής δεοντολογίας.

Σας ευχαριστώ πολύ για τον πολύτιμο χρόνο που θα αφιερώσετε για να απαντήσετε και σας εύχομαι κάθε επιτυχία στην επίτευξη των στόχων σας.

Με εκτίμηση

Αναμουρλής Χαράλαμπος

ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

➤ Ηλικία: 20-30 31-40 41-50 51-60 61και άνω

➤ Έτη υπηρεσίας στο βιολογικό:

➤ Ειδικότητα:

➤ Έχω τελειώσει:

Δημοτικό	
Γυμνάσιο	
Λύκειο	
Πανεπιστήμιο	
Μεταπτυχιακά	
Δεν απαντώ	

➤ Σε τι βαθμό είστε ικανοποιημένοι από τα παρακάτω, στο χώρο εργασίας σας τα ;
(σημειώστε με ✓ την απάντησή σας στο ανάλογο τετράγωνο)

Πηγές	Πάρα πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου	Δεν γνωρίζω
α. Καθαριότητα χώρων					
β. Βαθμό επεξεργασίας των λυμάτων					
γ. Διαχείριση λυματολάσπης					
δ. Ποιότητα ανακτημένου νερού					
ε. Μέριμνα για σωστή λειτουργία					
στ. Χρήση του ανακτημένου νερού					

ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τα αστικά λύματα ρυπαίνουν κυρίως (σημειώστε με ✓ στο αντίστοιχο τετράγωνο όσες απαντήσεις θεωρείτε σωστές):

- Τη θάλασσα.
- Την ατμόσφαιρα.
- Το έδαφος.
- Τον υδροφόρο ορίζοντα.
- Τους υδρόβιους οργανισμούς.

2. Ποιοι παράγοντες και σε τι βαθμό επηρεάζουν την ποιότητα λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού; (σημειώστε με ✓ στο ανάλογο τετράγωνο την απάντησή σας για κάθε περίπτωση ξεχωριστά).

Πηγές	Πάρα πολύ	Αρκετά	Μέτρια	Λίγο	Καθόλου
α. Η διοίκηση					
β. Η προμήθεια υλικών συντήρησης					
γ. Η ποιότητα των λυμάτων					
δ. Οι εργαζόμενοι					
ε. Η νομοθεσία					

3. Πώς αξιολογείτε τις γνώσεις σας σε καθένα από τα παρακάτω θέματα; (σημειώστε με ✓ στο ανάλογο τετράγωνο την απάντησή σας για κάθε περίπτωση ξεχωριστά)

Πηγές	Πάρα πολλές	Αρκετές	Μέτριες	Λίγες	Καθόλου
α. Ο ρόλος των εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού.					
β. Από τι προέρχεται η ρύπανση των υδάτων.					
γ. Η κομποστοποίηση της λυματολάσπης.					
δ. Η διάθεση της λυματολάσπης για την αγροτική χρήση.					
ε. Η αποτέφρωση της λυματολάσπης.					
στ. Η χρήση του γκριζου νερού από το βιολογικό καθαρισμό για χώρους πρασίνου και πυρόσβεση.					

4. Πιστεύετε ότι η ρύπανση των παράκτιων περιοχών μας μετά από τη λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού (σημειώστε μία απάντηση βάζοντας ✓ στο αντίστοιχο τετράγωνο):

- Βελτιώνεται γρήγορα
- Βελτιώνεται αργά
- Παραμένει η ίδια
- Χειροτερεύει αργά
- Χειροτερεύει γρήγορα

5. Στην περίπτωση που τα αστικά λύματα διοχετεύονται χωρίς επεξεργασία από το βιολογικό καθαρισμό στη θάλασσα τι επιπτώσεις πιστεύετε ότι θα έχουν; (σημειώστε με ✓ στο αντίστοιχο τετράγωνο όσες απαντήσεις θεωρείτε σωστές).

- Ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα.
- Διάφορες επιδημίες.
- Διατάραξη της θαλάσσιας βιοποικιλότητας.
- Επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου από μολυσματικές ασθένειες.
- Επιπτώσεις στην οικονομική δραστηριότητα των ψαράδων.

6. Ποια θα επιλέγατε ως καλύτερη μέθοδο χρήσης του γκρίζου νερού; (σημειώστε μία απάντηση βάζοντας ✓ στο αντίστοιχο τετράγωνο).

- Την απόρριψή του στη θάλασσα.
- Τη διάθεσή του στις καλλιέργειες.
- Την υπόγεια διοχέτευση του.
- Την χρήση του στα οπωροκηπευτικά.
- Την ένταξη του στην ολοκληρωμένη διαχείριση υδάτων.
- Την χρήση του για πυρόσβεση και χώρων πρασίνου.

7. Σε ποια από τα παρακάτω και σε τι βαθμό θα επικέντρωνες την προσοχή σου αν είχες μια θέση υπευθύνου / υπεύθυνης για την προστασία του περιβάλλοντος; (σημείωσε με ✓ στο ανάλογο τετράγωνο την απάντησή σου για κάθε περίπτωση ξεχωριστά).

Ζητήματα	Πάρα πολύ	Αρκετά	Μέτρια	Λίγο	Καθόλου
α. Στη βιομηχανική ανάπτυξη					
β. Στη διαχείριση των απορριμμάτων					
γ. Στις καταναλωτικές συνήθειες					
δ. Στη βελτίωση της αισθητικής της πόλης					
ε. Στα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και ανάκτησης του νερού					

8. Πώς αξιολογείς τις γνώσεις σου σε καθένα από τα παρακάτω θέματα; (σημείωσε με ✓ στο ανάλογο τετράγωνο την απάντησή σου για κάθε περίπτωση ξεχωριστά).

Θέματα	Πάρα πολλές	Αρκετές	Μέτριες	Λίγες	Καθόλου
α. Απολύμανση του γκρίζου νερού					
β. Πηγές ρύπανσης των υδάτων					
γ. Λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού					
δ. Χρήση του γκρίζου νερού από το βιολογικό καθαρισμό για ωφέλιμη χρήση					
ε. Διαχείριση της λυματολάσπης					

9. Γνωρίζετε αν υπήρξε κάποια διαβούλευση για το γκρίζο νερό:

Ευχαριστώ για το χρόνο που διαθέσατε!

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Εργαζόμενοι στους βιολογικούς καθαρισμούς της Ρόδου.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

1. Γνωρίζουν οι εργαζόμενοι για την ρύπανση που προκαλούν τα λύματα;
2. Γνωρίζουν οι εργαζόμενοι τον ρόλο λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού;
3. Γνωρίζουν οι εργαζόμενοι την σημασία του γκρίζου νερού;
4. Διαφοροποιούνται οι γνώσεις των εργαζομένων ανάλογα με την ειδικότητα τους;

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

1. Αγγελάκης & Τσοπανόγκλους, G.,(1995), Υγρά Απόβλητα: “Φυσικά Συστήματα Επεξεργασίας και Ανάκτηση, Επεξεργασία και Διάθεση Εκροών” Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
2. Αραμπατζής X., (2011), Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία Εκπαίδευσης, “Περιβαλλοντικός σχεδιασμός για την ασφαλή επαναχρησιμοποίηση αστικών λυμάτων και ιλύος βιολογικών καθαρισμών του Νομού Αιτωλοακαρνανίας σε εδάφη”
3. Ανδρεαδάκης, Ν. & Βάμβουκας, Μ. (2011). “Οδηγός για την εκπόνηση και τη σύνταξη γραπτής ερευνητικής εργασίας: σεμιναριακής, πτυχιακής, διπλωματικής”. Αθήνα: Ατραπός.
4. Βογιατζής, Ζ. & Στάμου, Α. (1986), “Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων”, Εκδόσεις Τ.Ε.Ε.
5. Βουτυράκης Μ., (2008), “ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ”
6. Γεωργόπουλος, Α., (1996), “Γη, Ένας Μικρός και Εύθραυστος Πλανήτης”, Gutenberg, Αθήνα
7. ΕΠΠΕΡΑΑ, (2007-2013), “Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη”
8. Ζουραράκη Ε, (2002), “Σχεδιασμός και Λειτουργία Τεχνητών Υγροβιοτόπων Επεξεργασίας Λυμάτων”, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Εκδόσεις Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης.
9. Ιωσηφίδης Θ., (2008), “Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες”, Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική
10. Καραμούζης Δ, (2003), “Φυσικά Συστήματα Επεξεργασίας Λυμάτων”, Εκδόσεις Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, (Τεύχος 1: Τεχνητοί Υγρότοποι)
11. Κυριαζή, Ν. (2005), “Η Κοινωνιολογική έρευνα. Κριτική επισκόπηση των μεθόδων και των τεχνικών”
12. Λεγάκις Α. & Μαραγκού Π. (2009). “Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας”, Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα
13. Λέκκας Θ.Δ., (2003), “Περιβαλλοντική Μηχανική II: διαχείριση υγρών αποβλήτων”, Σημειώσεις μαθήματος Τμ. Περιβάλλοντος. Μυτιλήνη: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
14. Νταρακάς Ε., (2010), “Διεργασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων”, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδραυλικής & Τεχνικής Περιβάλλοντος.
15. Νταρακάς Ε., (2004), “Επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων”, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

16. Προβατάς Δ., (2002), “Πως να διαχειριστείτε επιτυχώς Ένα σχέδιο βελτίωσης της αγροτικής σας εκμετάλλευσης”
17. Παναγιώτης Δ. & Δημόπουλος, (2014), “Εθνική Στρατηγική & Σχέδιο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα”
18. Προβατάς, Ν. (2002). “Οριστική υδραυλική μελέτη συστήματος διάθεσης λυμάτων οικισμού”
19. Ρόντος, Κ. (2011). “Ανάλυση στατιστικών δεδομένων και δημογραφικές - κοινωνικές εφαρμογές”
20. Συνθήκη Ramsar, (1971), Συνθήκης για την προστασία των διεθνούς ενδιαφέροντος υγροτόπων (1971).
21. Τσιχριντζής Β.Α., (2000), “Οικολογική Μηχανική και Τεχνολογία, Τόμος Ι (Διαχείριση Απορροής, Ρύπων και Φερτών) & Τόμος ΙΙ (Φυσικές Μέθοδοι Επεξεργασίας Αποβλήτων / Πρόληψη Ρύπανσης)”, Εκδόσεις Δημοκρίτειου Πανεπιστήμιου Θράκης.
22. Τσώνης Στυλιανός, (2004), “Επεξεργασία λυμάτων”. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
23. Τασούλα Α. & Διαμαντόπουλος Ε., “Δυνατότητα Επαναχρησιμοποίησης των Εκροών της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Χανίων”, 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, Θεσσαλονίκη, 2-5 Απριλίου, Πρακτικά σελ. 637-644, 2003.
24. Χρήστος Γεωργίου & Ηλίας Κούτσικος & Γεώργιος Γιανναράς & Σταμάτης Τσίμας “Βιομηχανική Παραγωγή Και Ενέργεια”

Ξενογλώσση

1. Ayaz, S Ç & Akça, L, (2001), “Treatment of Wastewater by Natural Systems”, Environment International
2. ASCE-American Society of Civil Engineers, (1977), “Wastewater treatment plant design manuals and reports on engineering practice”
3. Bendoricchio G. & Cin L.D. & Persson J.,(2000), EcoSys, Vol. 8 “Guidelines for free water surface wetland design”
4. Bell J., (2005), “Μεθοδολογικός σχεδιασμός παιδαγωγικής και κοινωνικής έρευνας”, Αθήνα: Gutenberg.
5. Bryman A. & Bell E., (2015), Oxford University Press, 4th edition, “Business Research Methods”
6. CYPROBELL, Kaleidoscopio Design, (2008), “Hydranos Water Recycling”
7. Cohen L. & Manion L. & Morisson K., (2008), London: Routledge (6th ed.), “Research methods in Education”
8. Dimopoulos P. & Raus Th. & Bergmeier E. & Constantinidis Th. & Iatrou G. & Kokkini S. & Strid A. & Tzanoudakis D., (2013), “Vascular plants of Greece: An annotated checklist”

9. EUREAU, (2005), “Wastewater recycling and reuse in Eureau countries”, Draft, EUREAU, Brussels, Belgium
10. Goudie, A.S., (1990), “The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present and Future”
11. Georgiou K. & Delipetrou P., (2010), “Patterns and traits of the endemic plants of Greece”, *Botanical Journal of the Linnean Society* 162:130–422.
12. Harris M., (2000), “Basic Principles of Sustainable Development”
13. Hammer D.A., (1992), *Ecological Engineering*, Vol. 1 “Designing constructed wetlands systems to treat agricultural nonpoint source pollution”
14. Horan N. J. (1990), “*Biological wastewater treatment systems*”
15. Kadlec R.H. & Ayaz & Akca, (1995),(2001), “Water Science and Technology”, International Water Association
16. Kadlec R.H., (1999), “Constructed Wetlands for Treating Landfill Leachate.”
17. Kadlec R.H. & Ayaz & Akca,(1995), (2001), “Overview Surface Flow Constructed Wetlands”, *Water Science Technology*
18. Kadlec R.H. & Knight R.L. & Vymazal J. & Brix H. & Cooper P.F. & Haberl R., (2000), “Constructed wetlands for pollution control: Processes, performance, design and operation.” IWA Specialist Group on Use of Macrophytes in Water Pollution Control. London: IWA Publishing.
19. Korkusuz E.A. & Beklioglu M & Demirer G.N., (2004), “Treatment Efficiencies of the Vertical Flow Pilot-Scale Constructed Wetlands for Domestic Wastewater Treatment”, *Turkish J. Eng. Env. Sci.*
20. Marske, D.M. & Boyle J.D., (1973), “Chlorine Contact Chamber Design – A Field Evaluation. *Water and Sewage Works*”
21. Mitsch W.J. & Reeder B.C., (1992). “Nutrient and hydrologic budgets of a Great Lakes coastal freshwater wetland during a drought year”, *Wetlands Ecol. Manage.*
22. Mitsch W.J., (1992), “Combining ecosystem and landscape approaches to Great Lakes wetlands”
23. Metcalf, L. & Eddy H.P., (2003), “*Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse*”
24. Metcalf L. & Eddy H.P., (1979), “*Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse*”
25. Prescott and Tسانis, (1997)
26. Peavy H. & Rowe D. & Tsopanoglous G., (1995), “*Environmental engineering*”

27. Reed S.C. & Crites R.W., (1995), “*Handbook of land treatment systems for industrial and municipal waste*”
28. Robson C., (2010), (μετάφραση : Νταλάκου Β. & Κ. Βασιλικού). Αθήνα: Gutenberg. “*Η έρευνα του πραγματικού κόσμου*”
29. Strid A. & Tan K., (1997), Flora hellenica 1, “Konigstein: Koeltz Scientific Books”
30. Strid A. & Tan K., (2002), Flora hellenica 2, “Ruggell: Koeltz Scientific Books”
31. Tan K & Iatrou G., (2001), “Endemic plants of Greece, the Peloponnese”
32. Tchobanoglous G. & Franklin L. B. & Stensel H. D. & Metcalf & Eddy, (2003) “*Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*”, McGraw-Hill Education
33. U.S. Environmental Protection Agency, (EPA), (1975), “*Process design manual for suspended solids removal*”, EPA 625/ 1-75/003a.
34. U.S. Environmental Protection Agency, (EPA), (1977), “*Process design manual for wastewater treatment facilities for sewer small communities*”, EPA 625/1-77/009.
35. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), (2000), “*Wastewater technology fact sheet. Wetlands: subsurface flow*”, in EPA/832/F-00/023. US EPA Office of Water: Washington.
36. Vymazal J. & Brix H. & Cooper & P.F. & Green M.B. & Haberl R., (1998), “Constructed Wetlands for Wastewater Treatment in Europe.” Backhuys Publishers, Leiden The Netherlands, N. J. Horan, (1990), “*Biological Wastewater Treatment Systems: Theory and Operation*”, Wiley & Sons, Incorporated
37. W.H.O. - World Health Organization, (2006), “*Vol.2 Wastewater Use in Agriculture: Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater*”, W.H.O., Geneva, Switzerland
38. Winkler M. (1981), “*Biological treatment of waste-water*”

Διαδίκτυο-Ιστότοποι

1. Αρα Ζω, (2017), “Μόλυνση και Ρύπανση”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://arazw.wikispaces.com/%CE%9C%CF%8C%CE%BB%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%A1%CF%8D%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7>
2. Βικιπαίδεια,(2001), “Οξίνη βροχή”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: https://el.wikipedia.org/wiki/Οξίνη_βροχή
3. Google Sites, “Η μόλυνση του Νερού”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <https://sites.google.com/site/anazitontastinpikrodaphni/to-nero/e-molynse-tou-nerou>
4. Ecocrete, (2004) “Περιβαλλοντικά προβλήματα του Πλανήτη”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:

- http://www.ecocrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=728&Itemid=85
5. Env-Edu, “Ρύπανση του Εδάφους”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=56>
 6. “Γενικές πληροφορίες για τους υδροβιότοπους”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://lsg.ucy.ac.cy/research/wetlands/ygrotopoi_genika.htm
 7. Prontokomi, “Σύλλογος Περιβάλλοντος και Ποιότητας Ζωής Δήμου Δημητρίου Υψηλάντη” Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://pontokomicom.blogspot.it/2009/03/>
 8. The Hiking Experience, (2017), “Οι Υγρότοποι της Ελλάδας”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://hikingexperience.gr/oi-uygrotopoi-tης-ελλάδας/>
 9. Watersave, Δίκτυο Μεσόγειος S.O.S, (2006), “Ρύπανση”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<https://www.watersave.gr/index.php/2013-11-08-12-08/62-2013-11-08-12-55-11>)
 10. Watersave, Δίκτυο Μεσόγειος S.O.S (2006) “Υδρο-δραστήρια σχολεία”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<http://www.watersave.gr/site/content/view/20/35/>)
 11. “Zafiris Petros”, (2014), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/ZafirisPetros/attached-document142139732810904613558/ZafirisPetros2014.pdf>)
 12. “ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:(http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/786/hlg_00682.pdf?sequence=1)
 13. “ΕΔΑΦΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ” Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg887e/PDF/XYTA_8.pdf)
 14. “Ο ευτροφισμός των λιμνών”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (http://earthlab.uoi.gr/earthlab/files/kontogeorgiou/1_Kontogeorgiou_eytrofismos.pdf)
 15. “Μεταφορά Ρυπαντικού Φορτίου Μέσω Των Αγωγών Ομβρίων”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:(<http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/sefe/sdfp/2012/NakouOlga/attached-document-1341998254-594592-27990/NakouOlga2012.pdf>)
 16. “ΡΥΠΑΝΣΗ”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:(http://www.env.upatras.gr/files/announcements/udatina_oikosustemata_-_keph._5.pdf)
 17. “ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΤΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/waterguide_el.pdf)
 18. “ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΙΛΥΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩ, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:(<http://ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/7263/P0007263.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

19. “ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ”, (Μανόλης Βουτυράκης, (2008), Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:[\(https://ecolawgy.wordpress.com/author/ecolawgy/page/12/\)](https://ecolawgy.wordpress.com/author/ecolawgy/page/12/))
20. Fauna Europaea Web Service, (2004) ,Fauna Europaea version 1.1., Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:<http://www.faunaeur.org>)
21. “Βιοποικιλότητα - Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:
<https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjHuz6vMPVAhVJJsAKHQssCisQFggkMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ypeka.gr%2FLinkClick.aspx%3Ffileticket%3DLirNv1FfRvA%253D%26...&usq=AFQjCNEWAx5e0EQs9umnJadmaE6Q5UJm0w>)
22. “Η σημασία της Βιοποικιλότητας, Ελληνικός Οργανισμός Περιβάλλοντος”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<http://www.eop.org.gr/news/91-2011-06-14-15-03-41.html>)
23. “Εισαγωγή στη Βιώσιμη Ανάπτυξη”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<http://www.ypeka.gr/?tabid=223>)
24. “The Three Pillars of Sustainability, 2015, The Three Pillars of Sustainability”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:<http://www.thwink.org/sustain/glossary/ThreePillarsOfSustainability.htm>.)
25. “The Environmental, Economic, and Social Components of Sustainability”, 2015 , Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:<http://cwanamaker.hubpages.com/hub/The-Environmental-Economicand-Social-Components-of-Sustainability>)
26. “The Encyclopedia of Earth, 2007, Sustainable development triangle”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:<http://www.eoearth.org/view/article/156365>.)
27. “Συνθήκη Ramsar”, (www.ramsar.org)
28. “Περιβάλλον και την Ανάπτυξη”, (www.un.org)
29. “Indicators of Sustainable Development. 2015. Indicators of Sustainable Development”, Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:<http://www.ess.co.at/GAIA/Reports/indics.html>.
30. “ΥΠΕΝ , ΣΔΛΑΠΙ ΥΔ Νήσων Αιγαίου, 2015 Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα :
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=qhx3pzHtJus%3D&tabid=924&language=el-GR>)