

**ΑΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**



**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΙΤΛΟΣ:**

**Περιβαλλοντικές επιπτώσεις – επεξεργασία υγρών αποβλήτων από  
βιομηχανίες**

**ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ: ΒΕΡΝΑΡΔΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ**

**ΟΝΟΜΑ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ ΜΙΑΤΙΑΔΗΣ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ, 2019**

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τη καθηγήτρια μου Βερνάρδου Δήμητρα, η οποία με βοήθησε και με συμβούλευσε προκειμένου να ολοκληρώσω τη πτυχιακή μου εργασία. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω το οικογενειακό και φιλικό μου περιβάλλον για την ενθάρρυνση και υποστήριξή τους.

## Περίληψη

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων απασχολούν σήμερα την Ευρωπαϊκή Κοινότητα και τους Διεθνείς Οργανισμούς. Η περιβαλλοντική διαχείριση και κυρίως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθορίζουν σίγουρα τη βιωσιμότητα του ανθρώπου, αλλά και τη μελλοντική ισορροπία που θα υπάρχει στο περιβάλλον. Το βασικό πεδίο μελέτης της παρούσας εργασίας είναι η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από βιομηχανίες. Συγκεκριμένα, αφού οριστεί αρχικά ο σκοπός και ο στόχος της εργασίας θα ακολουθήσει η βιβλιογραφική προσέγγιση του θέματος. Στο πρώτο μέρος, θα γίνει αναφορά σε όλες τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και γενικά στο πως έχει επιβαρυνθεί το περιβάλλον σήμερα. Στο δεύτερο μέρος, θα υπάρξει μια αναφορά στη μόλυνση του περιβάλλοντος από τις βιομηχανίες γενικά, και ειδικά από τα υγρά απόβλητα. Η εργασία θα ολοκληρωθεί με τη διαδικασία της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων με τις σύγχρονες τεχνικές που αναφέρονται σήμερα στη βιβλιογραφία ως βασικές και σχετικές με το θέμα. Τέλος, θα υπάρξουν σχετικά με το εξεταζόμενο πεδίο συμπεράσματα και προτάσεις.

## Abstract

Environmental pollution is an important concern for the European Community and International Organizations. Environmental management and, above all, environmental impacts certainly determine the sustainability of humankind as well as the future balance that will exist in the environment. The main field of study is the treatment of wastewater by industries. In particular, once the aim and purpose of the study will be defined, a literature approach will be followed. The first part will refer to all the environmental impacts and, in general, how the environment has been affected today. In the second part, there will be a reference to environmental pollution by the industries in general, and especially by wastewater. The study will be completed with the process of wastewater treatment through the modern techniques mentioned in the current literature. Finally, there will be conclusions and suggestions on the subject.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> Εισαγωγή</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Σκοπός και στόχοι</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Αντικείμενο της μελέτης</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Λόγοι επιλογής του θέματος</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Δομή της μελέτης</b>	<b>4</b>
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> Γενικά στοιχεία για το νερό</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Γενικά χαρακτηριστικά του νερού</b>	<b>5</b>
2.1.1 Υδρολογικός κύκλος	5
2.1.2 Σύσταση φυσικών νερών	7
<b>2.2 Ρύπανση-μόλυνση νερού</b>	<b>8</b>
2.2.1 Διάφοροι τρόποι ρύπανσης νερού	8
2.2.1.1 Ρύπανση νερού με οργανική ύλη	8
2.2.2 Ρύπανση νερού με θρεπτικά άλατα	9
2.2.3 Ρύπανση νερού με τοξικές ουσίες	10
2.2.4 Ρύπανση νερού με άλλα στοιχεία	10
<b>2.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Η χημική μόλυνση και η υδατική διάβρωση</b>	<b>13</b>
<b>Εικόνα 4: Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων νερών..</b>	<b>13</b>
2.4.1 Μείωση του διαθέσιμου νερού	17
2.4.2 Κίνδυνοι έλλειψης νερού	19
2.4.3 Η αύξηση του πληθυσμού και τα προβλήματα ύδρευσης	20
<b>Οι τρόποι με τους οποίους οι άνθρωποι επηρεάζουν αρνητικά τον κύκλο του νερού είναι οι εξής:</b>	<b>20</b>
2.4.4 Προβλήματα ανάπτυξης πληθυσμού και ύδρευσης	22
2.4.5 Ανησυχίες για τη δημόσια υγεία σχετικά με το πόσιμο νερό παγκοσμίως	24
2.4.6 Έλλειψη καθαρού νερού για τον πληθυσμό	25
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> Υγρά απόβλητα</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Γενικά</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Επεξεργασία αποβλήτων</b>	<b>30</b>
<b>3.3 Στάδια επεξεργασίας</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Πρωτοβάθμια επεξεργασία</b>	<b>32</b>
3.4.1 Πρωτοβάθμια καθίζηση	32
<b>3.5 Δευτεροβάθμια επεξεργασία</b>	<b>32</b>
<b>3.6 Τριτοβάθμια επεξεργασία</b>	<b>33</b>
<b>3.7 Επεξεργασία και Διάθεση παραγόμενης λάσπης</b>	<b>34</b>
3.7.1 Επεξεργασία λάσπης	34
3.7.2 Αποκεντρωμένη επεξεργασία	34
3.7.3 Σηπτικές δεξαμενές	35
3.7.4 Κεντρική επεξεργασία	35
3.7.5 Οικονομίες κλίμακας	36
3.7.6 Βαθμός συγκέντρωσης	37
3.7.7 Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων	38
Άρδευση δασικών εκτάσεων και πυροπροστασία	40
<b>Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες</b>	<b>42</b>

4.1 Γενικά	42
4.2 Βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου	44
4.3 Διαχείριση αποβλήτων από γαλακτοβιομηχανίες	45
4.4 Διαχείριση υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία	45
4.5 Διαχείριση αποβλήτων από την παραγωγή ζύθου	47
4.6 Διαχείριση αστικών αποβλήτων	47
<i>Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> Συμπεράσματα</i>	<i>50</i>
<i>Βιβλιογραφία</i>	<i>54</i>

## **Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> Εισαγωγή**

### **1.1 Σκοπός και στόχοι**

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση του νερού και της επεξεργασίας αποβλήτων. Οι επί μέρους στόχοι είναι οι εξής:

- Η διερεύνηση της σημασίας του νερού.
- Η μελέτη του υδρολογικού κύκλου.
- Το θέμα της ρύπανσης του νερού.
- Το ζήτημα της επεξεργασίας αποβλήτων.
- Η επεξεργασία και διάθεση παραγόμενης λάσπης.
- Οι γενικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

### **1.2 Αντικείμενο της μελέτης**

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των επεξεργασιών υγρών αποβλήτων από βιομηχανίες.

### **1.3 Λόγοι επιλογής του θέματος**

Οι λόγοι επιλογής του συγκεκριμένου θέματος, σχετίζονται με το έντονο ενδιαφέρον για το περιβαλλοντικό ζήτημα, το οποίο θεωρείται σημαντικό για την προστασία του περιβάλλοντος και τις απειλές που υπάρχουν σχετικά με τη ρύπανση των υδάτων και την ανάγκη διερεύνησης της δυναμικής που δίνουν τα προληπτικά μέτρα μέσα από τη σωστή διαχείριση αποβλήτων.

#### **1.4 Δομή της μελέτης**

Η εργασία θα ολοκληρωθεί μέσα από τέσσερα κεφάλαια. Πιο αναλυτικά, το πρώτο κεφάλαιο θα αποτελέσει εισαγωγικό σημείωμα σχετικά με το σύνολο της εργασίας.

Στη συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο θα αναφερθεί σε γενικά στοιχεία για το νερό μέσα από την ανάλυση του υδρολογικού κύκλου, αλλά και τους διάφορους τύπους ρύπανσης νερού καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού.

Το τρίτο κεφάλαιο έπειτα, θα εστιάσει στα υγρά απόβλητα. Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθεί η διαδικασία επεξεργασίας σε κάθε στάδιο και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες.

Τέλος, η εργασία θα ολοκληρωθεί μέσα από το τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο όπου θα καταγραφούν τα συμπεράσματα.

## **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> Γενικά στοιχεία για το νερό**

### **2.1 Γενικά χαρακτηριστικά του νερού**

Το νερό είναι ένας από τους πιο πολύτιμους πόρους της Γης που καλύπτει το 70,9 % της επιφάνειας της. Κάθε ζωντανό πλάσμα στη Γη εξαρτάται από αυτό προκειμένου να ζει. (David, et al., 2017)

Αποτελείται από οξυγόνο (O) και υδρογόνο (H), τα οποία συγκρατούνται μαζί με ομοιοπολικούς δεσμούς. Το νερό είναι μία από τις λίγες ουσίες που μπορεί να υπάρχει ως στερεό (πάγος), αέριο (ατμός) και υγρό (νερό). Βρίσκεται σε όλα τα μέρη του κόσμου από τους βόρειους έως τους νότιους πόλους. Κινείται γύρω από τα ρεύματα μέσω των ωκεανών και βοηθά στη ρύθμιση των θερμοκρασιών του βυθού.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, το νερό οδήγησε σε νομικές συζητήσεις και δικαστικές υποθέσεις. Οι άνθρωποι μιλούν για τα δικαιώματα των υδάτων και ποιος θα πρέπει να ελέγχει την εκροή και τη διανομή τους.

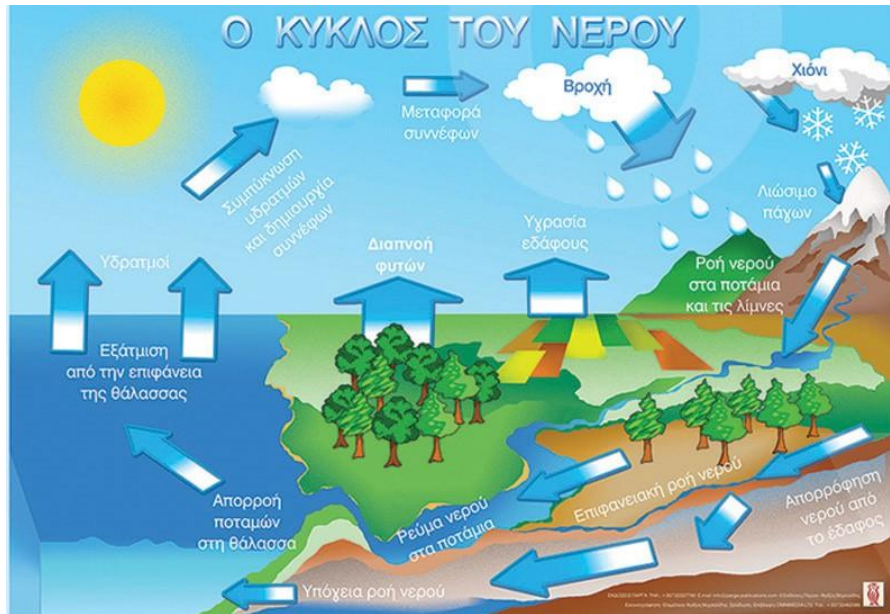
Τα τελευταία χρόνια, οι εταιρείες εμπορεύονται το νερό, γεγονός που καθιστά ακόμη πιο εύκολη τη διανομή τους σε περιοχές απομακρυσμένες από άμεση πρόσβαση σε πόσιμο νερό (Di Nardo, et al., 2017).

#### **2.1.1 Υδρολογικός κύκλος**

Ο κύκλος του νερού, γνωστός επίσης ως υδρολογικός κύκλος περιγράφει τη συνεχή κίνηση του νερού πάνω και κάτω από την επιφάνεια της Γης (Εικόνα 1). Η μάζα του νερού στη Γη παραμένει αρκετά σταθερή με την πάροδο του χρόνου, αλλά ο διαχωρισμός του νερού στις μεγάλες δεξαμενές πάγου, γλυκού νερού, αλατούχου νερού και ατμοσφαιρικού νερού ποικίλει ανάλογα με ένα ευρύ φάσμα κλιματικών μεταβλητών.

Το νερό μετακινείται από μία δεξαμενή σε άλλη, όπως από τον ποταμό στον ωκεανό ή από τον ωκεανό στην ατμόσφαιρα, μέσω φυσικών διεργασιών εξάτμισης, συμπύκνωσης, καθίζησης, διήθησης, επιφανειακής απορροής και υπόγειας ροής. Με τον τρόπο αυτό, το νερό περνάει από διάφορες μορφές: υγρό,

στερεό (πάγος) και ατμός (Di Nardo, et al., 2017).



Εικόνα 1: Ο κύκλος του νερού (Πηγή: Ε.Δ.Ε.Υ.Α, 2018).

Ο κύκλος του νερού περιλαμβάνει την ανταλλαγή ενέργειας, η οποία οδηγεί σε αλλαγές θερμοκρασίας. Όταν το νερό εξατμίζεται, καταναλώνει ενέργεια από το περιβάλλον και δροσίζει το περιβάλλον. Όταν συμπυκνώνεται, απελευθερώνει ενέργεια και θερμαίνει το περιβάλλον. Αυτές οι ανταλλαγές θερμότητας επηρεάζουν το κλίμα.

Η διαδικασία εξάτμισης του κύκλου καθαρίζει το νερό, το οποίο στη συνέχεια αναπληρώνεται στη Γη με γλυκό νερό. Η ροή του νερού και του πάγου μεταφέρει ορυκτά σε ολόκληρο τον πλανήτη. Συμμετέχει επίσης στην αναμόρφωση των γεωλογικών χαρακτηριστικών της Γης, μέσω διεργασιών που περιλαμβάνουν διάβρωση και καθίζηση. Ο κύκλος του νερού είναι επίσης απαραίτητος για τη συντήρηση των περισσότερων ζωντανών οικοσυστημάτων στον πλανήτη.

Το μεγαλύτερο μέρος των υδάτων πέφτει πίσω στους ωκεανούς ή στη Γη ως βροχή. Όλες οι απορροές ρέουν σε ποτάμια, μεγάλο μέρος από το οποίο απορροφάται στο έδαφος. Το νερό διεισδύει βαθιά στο έδαφος και αναπληρώνει υδροφορείς, οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύουν γλυκό νερό για μεγάλες χρονικές περιόδους. Επιπλέον, μπορεί να κατευθυνθεί στα επιφανειακά υδάτινα

σώματα (και στον ωκεανό) ως εκροή υπόγειων υδάτων. Στη συνέχεια, ορισμένα υπόγεια ύδατα βρίσκουν ανοίγματα στην επιφάνεια της Γης και εξέρχονται ως πηγές γλυκού νερού.

Στις κοιλάδες ποταμών και τις πλημμυρικές περιοχές υπάρχει συχνά συνεχής ανταλλαγή νερού μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων υδάτων στην υδρόθερμη ζώνη. Με την πάροδο του χρόνου, το νερό επιστρέφει στον ωκεανό, για να συνεχίσει τον κύκλο του νερού (Zhang, et al., 2016).

### **2.1.2 Σύσταση φυσικών νερών**

Η πηγή σχεδόν όλου του γλυκού νερού είναι η βροχόπτωση από την ατμόσφαιρα, με τη μορφή ομίχλης, βροχής και χιονιού. Το γλυκό νερό που πέφτει ως ομίχλη, βροχή ή χιόνι περιέχει υλικά διαλυμένα από την ατμόσφαιρα και υλικό από τη θάλασσα και τη Γη.

Στις βιομηχανικές περιοχές, η βροχή είναι συνήθως όξινη λόγω των διαλυμένων οξειδίων του θείου και του αζώτου που προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων σε αυτοκίνητα, εργοστάσια, τρένα, αεροσκάφη και από τις ατμοσφαιρικές εκπομπές της βιομηχανίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτή η όξινη βροχή έχει ως αποτέλεσμα τη ρύπανση των λιμνών και των ποταμών.

Στις παράκτιες περιοχές, το γλυκό νερό μπορεί να περιέχει σημαντικές συγκεντρώσεις αλάτων προερχόμενων από τη θάλασσα εάν οι θυελλώδεις συνθήκες έχουν ανυψώσει τις σταγόνες θαλάσσιου ύδατος στα νεφελώδη νερά. Αυτό μπορεί να προκαλέσει αυξημένες συγκεντρώσεις νατρίου, χλωρίου, μαγνησίου και θειικού όπως επίσης και πολλών άλλων ενώσεων σε μικρότερες συγκεντρώσεις.

Σε ερημικές περιοχές ή σε περιοχές με φτωχά ή σκονισμένα εδάφη, οι βροχοφόροι άνεμοι μπορούν να πάρουν άμμο και σκόνη και αυτό μπορεί να εναποτεθεί αλλού στην κατακρήμνιση και να προκαλέσει τη μολυσματική μετρίαση της ροής γλυκού νερού τόσο από αδιάλυτα στερεά, αλλά και από τα διαλυτά συστατικά που προέρχονται από τα εδάφη (Nightingale, et al., 2015). Σημαντικές ποσότητες σιδήρου μπορούν να μεταφερθούν με τον τρόπο αυτό,



συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς βροχοπτώσεων πλούσιων σε σίδηρο.

Συνεπώς, το νερό είναι ένα κρίσιμο ζήτημα για την επιβίωση όλων των ζωντανών οργανισμών. Συνοπτικά, οι λίμνες γλυκού νερού περιέχουν περίπου το 87 % των γλυκών επιφανειακών υδάτων, συμπεριλαμβανομένων 29 % στις Μεγάλες Λίμνες της Αφρικής, 22 % στη λίμνη Baikal στη Ρωσία, 21 % στις Μεγάλες Λίμνες της Βόρειας Αμερικής και 14 % σε άλλες λίμνες (Conway, et al., 2015).

## **2.2 Ρύπανση-μόλυνση νερού**

Μια σημαντική ανησυχία για τα υδρολογικά οικοσυστήματα είναι η εξασφάλιση της ελάχιστης ροής, ειδικά η διατήρηση και αποκατάσταση των κατανεμημένων υδάτινων πόρων. Το γλυκό νερό είναι ένας σημαντικός φυσικός πόρος που είναι απαραίτητος για την επιβίωση όλων των οικοσυστημάτων. (Nightingale, et al., 2015).

Η χρήση νερού από ανθρώπους για δραστηριότητες όπως η άρδευση και οι βιομηχανικές εφαρμογές μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στα οικοσυστήματα που βρίσκονται κάτω από το ρεύμα. Η χημική μόλυνση του γλυκού νερού μπορεί επίσης να βλάψει σοβαρά οικοσυστήματα.

Η ρύπανση από την ανθρώπινη δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένων των πετρελαιοκηλίδων, αποτελεί επίσης πρόβλημα για τους πόρους γλυκού νερού. Η μεγαλύτερη διαρροή πετρελαίου που έχει συμβεί ποτέ σε γλυκό νερό προκλήθηκε από πλοίο Royal Dutch Shell στη Μαγκνταλένα της Αργεντινής στις 15 Ιανουαρίου 1999, που ρύπανε το περιβάλλον, το πόσιμο νερό, τα φυτά και τα ζώα. (Conway, et al., 2015).

### **2.2.1 Διάφοροι τρόποι ρύπανσης νερού**

#### **2.2.1.1 Ρύπανση νερού με οργανική ύλη**

Η οργανική ρύπανση εμφανίζεται όταν εισέρχεται στο νερό μια περίσσεια οργανικής ύλης, όπως η κοπριά. Όταν η οργανική ύλη αυξάνεται σε μια λίμνη, ο αριθμός των αποσυνθετών θα αυξηθεί. Αυτοί οι αποσυνθέτες αναπτύσσονται

γρήγορα και χρησιμοποιούν πολύ οξυγόνο κατά την ανάπτυξή τους. Αυτό οδηγεί σε εξάντληση του οξυγόνου καθώς συμβαίνει η διαδικασία αποσύνθεσης. Η έλλειψη οξυγόνου μπορεί να σκοτώσει υδρόβιους οργανισμούς (Εικόνα 2).

Η ρύπανση των υδάτων συμβαίνει όταν επηρεάζεται αρνητικά το νερό λόγω της προσθήκης μεγάλων ποσοτήτων υλικών. Οι πηγές ρύπανσης των υδάτων χαρακτηρίζονται ως σημειακή πηγή ή σημείο μη ρύπανσης.

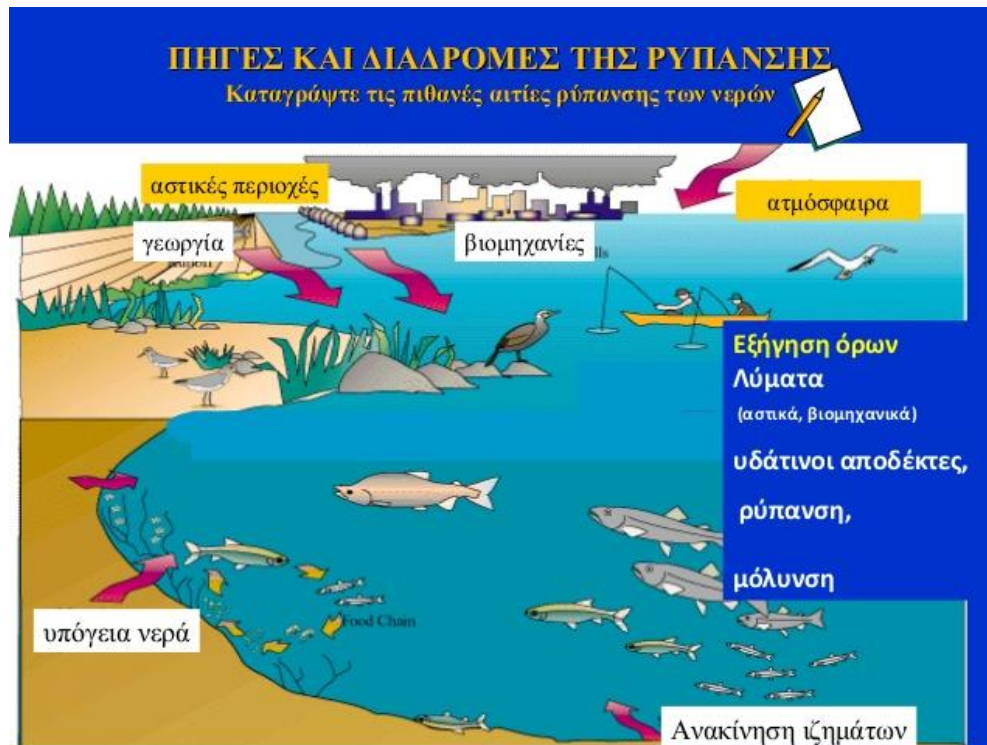


Εικόνα 2: Ρύπανση υδάτων (Πηγή: Conway, et al., 2015).

Σημειακές πηγές ρύπανσης συμβαίνουν όταν η ρυπογόνα ουσία εκπέμπεται απευθείας στην υδάτινη οδό. Ένας σωλήνας που εκπέμπει τοξικά χημικά απευθείας σε ποτάμι είναι ένα παράδειγμα. (Conway, et al., 2015).

### **2.2.2 Ρύπανση νερού με θρεπτικά άλατα**

Καθώς οι υδρόβιοι οργανισμοί πεθαίνουν, διασπώνται με αποσυνθέτες, γεγονός που οδηγεί σε περαιτέρω εξάντληση των επιπέδων οξυγόνου (Εικόνα 3). Ένας τύπος οργανικής ρύπανσης μπορεί να συμβεί όταν ανόργανες ρυπογόνες ουσίες όπως το άζωτο και τα φωσφορικά άλατα συσσωρεύονται σε υδρόβια οικοσυστήματα. Τα υψηλά επίπεδα αυτών των θρεπτικών ουσιών προκαλούν υπερβολική ανάπτυξη φυτών και φυκών. Καθώς τα φυτά και τα άλγη πεθαίνουν, γίνονται οργανικά υλικά στο νερό (Settimio et al., 2015). Η τεράστια αποσύνθεση αυτής της φυτικής ύλης, με τη σειρά της, μειώνει το επίπεδο οξυγόνου. Η διαδικασία ταχείας ανάπτυξης των φυτών που ακολουθείται από αυξημένη δραστηριότητα από αποσυνθέτες και από την εξάντληση του επιπέδου οξυγόνου ονομάζεται ευτροφισμός (Nightingale, et al., 2015).



Εικόνα 3: Πηγές και διαδρομές της ρύπανσης (Πηγή: slide share 2017).

### 2.2.3 Ρύπανση νερού με τοξικές ουσίες

Μια τοξική ουσία είναι ένας χημικός ρύπος που δεν είναι μια φυσικά υπάρχουσα ουσία στα υδρόβια οικοσυστήματα. Οι μεγαλύτεροι παράγοντες που συμβάλλουν στην τοξική ρύπανση είναι τα ζιζανιοκτόνα, τα παρασιτοκτόνα και οι βιομηχανικές ενώσεις. (Nightingale, et al., 2015).

### 2.2.4 Ρύπανση νερού με άλλα στοιχεία

**Θερμική ρύπανση** - Η θερμική ρύπανση μπορεί να συμβεί όταν το νερό χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο κοντά σε ηλεκτρική ή βιομηχανική εγκατάσταση και στη συνέχεια επιστρέφει στο υδάτινο περιβάλλον σε υψηλότερη θερμοκρασία από ότι ήταν αρχικά. Η θερμική ρύπανση μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του επιπέδου του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, ενώ ταυτόχρονα αυξάνει τη βιολογική ζήτηση των υδρόβιων οργανισμών για το

οξυγόνο. (Food and Agriculture, 2013)

Οικολογική ρύπανση - Η οικολογική ρύπανση λαμβάνει χώρα όταν η χημική ρύπανση, η οργανική ρύπανση ή η θερμική ρύπανση προκαλούνται από τη φύση και όχι από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Ένα παράδειγμα οικολογικής ρύπανσης είναι ένας αυξημένος ρυθμός εκτόξευσης μιας πλωτής οδού μετά από μια κατολίσθηση, η οποία θα αυξήσει την ποσότητα των ιζημάτων σε νερό απορροής. Ένα άλλο παράδειγμα είναι όταν ένα μεγάλο ζώο, όπως ένα ελάφι, πνιγεί σε μια πλημμύρα και μια μεγάλη ποσότητα οργανικού υλικού προστίθεται στο νερό. Τα μεγάλα γεωλογικά γεγονότα, όπως η έκρηξη ενός ηφαιστείου, μπορούν επίσης να αποτελέσουν πηγές οικολογικής ρύπανσης. (Nightingale, et al., 2015).

### **2.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού**

Η ποιότητα του νερού προσδιορίζεται από τις φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές ιδιότητες του νερού. Αυτά τα χαρακτηριστικά ποιότητας νερού σε ολόκληρο τον κόσμο χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλία. Συνεπώς, η ποιότητα των φυσικών πηγών ύδατος που χρησιμοποιούνται για διαφορετικούς σκοπούς θα πρέπει να καθοριστεί με βάση τις συγκεκριμένες παραμέτρους ποιότητας του νερού που επηρεάζουν περισσότερο την πιθανή χρήση του νερού. Συνεπώς, σκοπός αυτής της ενότητας είναι να παράσχει μια επισκόπηση των χαρακτηριστικών ποιότητας του νερού - Φυσικά, Χημικά, Μικροβιολογικά και Βιολογικά χαρακτηριστικά.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του νερού (θερμοκρασία, χρώμα, γεύση, οσμή κ.λπ.) καθορίζονται από τις αισθήσεις της αφής, της όρασης, της οσμής και της γεύσης. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία με το άγγιγμα, το χρώμα, η θολερότητα και τα αιωρούμενα στερεά από την όραση και η γεύση και η οσμή με οσμή.

Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει μερικές από τις σημαντικές φυσικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά του νερού: θερμική ικανότητα, πυκνότητα, ειδικό βάρος, ιξώδες, επιφανειακή τάση, ειδική αγωγιμότητα, αλατότητα και διαλυτότητα διαλυμένων αερίων κ.λπ. Οι ρυθμοί χημικής και βιολογικής αντίδρασης αυξάνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Οι ρυθμοί αντίδρασης

συνήθως υποτίθεται ότι διπλασιάζονται για αύξηση της θερμοκρασίας στους 10 °C. Η θερμοκρασία του νερού σε ρέματα και ποτάμια σε όλο τον κόσμο κυμαίνεται από 0 έως 35 °C.

Το χρώμα στο νερό αποτελεί πρωταρχικό μέλημα της ποιότητας του νερού για αισθητικούς λόγους. Το χρωματισμένο νερό δίνει την εντύπωση ότι είναι ακατάλληλο για κατανάλωση, παρόλο που το νερό μπορεί να είναι απολύτως ασφαλές για δημόσια χρήση. Από την άλλη πλευρά, το χρώμα μπορεί να υποδηλώνει την παρουσία οργανικών ουσιών, όπως οι άλγες ή οι χημικές ενώσεις. Πιο πρόσφατα, το χρώμα χρησιμοποιήθηκε ως ποσοτική εκτίμηση της παρουσίας δυνητικά επικίνδυνων ή τοξικών οργανικών υλικών στο νερό.

Η γεύση και η οσμή είναι ανθρώπινες αντιλήψεις για την ποιότητα του νερού. Η ανθρώπινη αντίληψη της γεύσης περιλαμβάνει ξινό (υδροχλωρικό οξύ), αλμυρό (χλωριούχο νάτριο), γλυκό (σακχαρόζη) και πικρό (καφεΐνη). Σχετικά απλές ενώσεις παράγουν ξινή και αλμυρή γεύση. Ωστόσο, γλυκές και πικρές γεύσεις παράγονται από πιο περίπλοκες οργανικές ενώσεις. Ο άνθρωπος ανιχνεύει πολλές περισσότερες οσμές παρά γεύσεις. Τα οργανικά υλικά που απορρίπτονται απευθείας στο νερό, όπως πτώση των φύλλων, απορροή, κ.λπ., είναι πηγές γεύσεων και ενώσεων που παράγουν οσμές που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της βιοαποικοδόμησης.

Η θολότητα είναι ένα μέτρο των ιδιοτήτων του νερού που μεταδίδει το φως και αποτελείται από αιωρούμενο και κολλοειδές υλικό. Είναι σημαντικό για λόγους υγείας και αισθητικής.

Η ολική περιεκτικότητα στερεών σε νερό ορίζεται ως το υπόλειμμα που απομένει μετά την εξάτμιση του νερού και ξήρανση του υπολείμματος σε ένα σταθερό βάρος στους 103 °C έως 105 °C. Το οργανικό κλάσμα (ή περιεκτικότητα πτητικών στερεών) θεωρείται ότι σχετίζεται με την απώλεια βάρους του υπολείμματος που απομένει μετά την εξάτμιση του ύδατος και μετά την ανάφλεξη του υπολείμματος σε θερμοκρασία 500 °C. Τα πτητικά στερεά οξειδώνονται σε αυτή τη θερμοκρασία και απομακρύνονται ως αέρια, ενώ τα ανόργανα (ή σταθερά στερεά) ως αδρανή στάχτη. Τα στερεά ταξινομούνται ως καθιζήσιμα στερεά, αιωρούμενα στερεά και διηθητικά στερεά. Καθιζήσιμα

στερεά (λάσπη και βαριά οργανικά στερεά) είναι αυτά που εγκαθίστανται υπό την επίδραση της βαρύτητας. Τα αιωρούμενα στερεά και τα διηθήσιμα στερεά ταξινομούνται με βάση το μέγεθος των σωματιδίων και τη συγκράτηση των αιωρούμενων στερεών σε τυποποιημένα φίλτρα από ίνες υάλου (Martin & McCutcheon 2018).

## 2.4 Η χημική μόλυνση και η υδατική διάβρωση

Η μόλυνση του νερού (Εικόνα 4) περιλαμβάνει την αλλοίωση της επιφάνειας της Γης με χημικές ουσίες που είναι επιβλαβείς για τη ζωή σε διάφορους βαθμούς, θέτοντας σε κίνδυνο το οικοσύστημα και την υγεία μας (Van Leeuwen, et al., 2012).

Η διάβρωση του εδάφους από το νερό είναι μια από τις πιο σοβαρές διεργασίες υποβάθμισης στα μεσογειακά περιβάλλοντα και θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά φαινόμενα ή συμπτώματα της ερημοποίησης σε πολλά γεωγραφικά σημεία του κόσμου. Η υδατική διάβρωση συμβαίνει όταν το έδαφος μένει εκτεθειμένο στη βροχή ή την αιολική ενέργεια (Conway, et al., 2015).



Εικόνα 4: Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων νερών. (Πηγή: Δούκα 2015).

Πιο συγκεκριμένα, όταν οι σταγόνες της βροχής χτυπούν το εκτεθειμένο χώμα με μεγάλη δύναμη εύκολα εκτοπίζονται τα σωματίδια του εδάφους από την

επιφάνεια. Με τον τρόπο αυτό, οι σταγόνες της βροχής αφαιρούν μια λεπτή επίστρωση του εδάφους από την επιφάνεια της Γης και έτσι δημιουργείται η υδατική διάβρωση. Αυτή η διάβρωση είναι η κυρίαρχη μορφή της υποβάθμισης του εδάφους. Η επίδραση της υδατικής διάβρωσης εντείνεται στα επικλινή εδάφη, όπου συχνά περισσότερο από το ήμισυ της επιφάνειας του εδάφους έχει παρασυρθεί καθώς τα πιτσιλίσματα του νερού κατηφορίζουν σε κοιλάδες και υδάτινες οδούς.

Η ποιότητα της εδαφικής δομής επηρεάζει την ευκολία ή δυσκολία με την οποία μπορεί αυτή να διαβρωθεί. Χώματα με μέτρια έως λεπτή υφή, χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη και αδύναμη διαρθρωτική ανάπτυξη είναι πιο επιρρεπή στη διάβρωση (Conway, et al., 2015). Συνήθως, αυτά τα εδάφη έχουν χαμηλά ποσοστά διείσδυσης νερού και, ως εκ τούτου, υπόκεινται σε υψηλά ποσοστά διάβρωσης, ενώ τα σωματίδια του εδάφους μετατοπίζονται εύκολα και από την αιολική ενέργεια.

Οι εκτάσεις που καλύπτονται από φυτική βιομάζα (ζωντανή ή νεκρή) είναι περισσότερο προστατευμένες και έτσι παρουσιάζουν σχετικά μικρή διάβρωση του εδάφους επειδή οι σταγόνες της βροχής διαλύονται από το στρώμα βιομάζας, η οποία υπάρχει άφθονη στη φυτική Γη. Για παράδειγμα, στη Γιούτα και τη Μοντάνα το ποσοστό της εδαφοκάλυψης μειώθηκε από 100 % σε λιγότερο από 1 %, ενώ τα ποσοστά διάβρωσης αυξήθηκαν περίπου 200 φορές.

Σε δασικές περιοχές, τουλάχιστον το 60 % της δασοκάλυψης είναι αναγκαία για να αποτρέψει τον κίνδυνο της διάβρωσης του εδάφους και τις κατολισθήσεις. Συνεπώς, η εκτεταμένη αφαίρεση των δασών για καλλιέργειες και βοσκοτόπια ακολουθείται από εκτεταμένη διάβρωση του εδάφους.

Η απώλεια φυτοκάλυψης είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου οι πληθυσμοί είναι μεγάλοι, και οι γεωργικές πρακτικές είναι συχνά ανεπαρκείς για να την προστατεύσουν. Επιπλέον, το μαγείρεμα και η θέρμανση συχνά εξαρτώνται από την καύση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών που συγκομίζονται για τα καύσιμα. (Conway, et al., 2015). Για παράδειγμα, περίπου το 60 % των υπολειμμάτων των καλλιεργειών στην Κίνα και το 90 % στο Μπαγκλαντές συνήθως αφαιρούνται από τη Γη και στη συνέχεια καίγονται για

τα καύσιμα Επιπλέον, σε περιοχές όπου τα καυσόξυλα και άλλα είδη βιομάζας είναι λιγοστά, ακόμη και οι ρίζες των χόρτων και θάμνων συλλέγονται και καίγονται για τον ίδιο σκοπό. Όμως, όλες αυτές οι πρακτικές αφήνουν το έδαφος άγονο και πλήρως εκτεθειμένο στις καταστροφικές δυνάμεις της βροχής και του ανέμου. (Conway, et al., 2015).

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο εύρος από λοφώδεις και ορεινές περιοχές των οποίων διέρχονται ποταμοί και χείμαρροι όπου κουβαλούν υψηλές ποσότητες ιζημάτων και τις τοποθετούν στις κατώτερες περιοχές. Εκτιμάται ότι περίπου το 49 % της επιφάνειας της χώρας μας χαρακτηρίζεται από κλίσεις μεγαλύτερες του 10 %, ενώ μόνο το 36 % θεωρείται ως πεδινό με κλίσεις μικρότερες του 5 %. Είναι γεγονός ότι η ύπαρξη των μεγάλων κλίσεων με μικρό ποσοστό φυτοκάλυψης έχουν οδηγήσει στην δημιουργία διάβρωσης, υποβάθμισης και τελικά ερημοποίησης αυτών των περιοχών. Ύστερα από την υιοθέτηση του μοντέλου διάβρωσης των εδαφών (PESERA) διαπιστώθηκε πως το μεγαλύτερο τμήμα της χώρας χρήζει άμεσης ανάγκης εξαιτίας του υψηλού κινδύνου της διάβρωσης.

Οι συνέπειες της ερημοποίησης (το φαινόμενο της υποβάθμισης του εδάφους) αναμφίβολα εξαρτώνται από τέσσερα φαινόμενα που διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή, τη χώρα και το έτος (Di Nardo, et al., 2017):

- τη σοβαρότητα της υποβάθμισης και την επέκτασή της.
- τις σκληρές κλιματολογικές συνθήκες κατά το χρόνο (κυρίως οι ετήσιες βροχοπτώσεις).
- τον αριθμό και την οικονομική κατάσταση των πληθυσμών που έχουν πληγεί.
- το επίπεδο ανάπτυξης της χώρας.

Το αποτέλεσμα αυτής της απώλειας είναι μη αναστρέψιμο, επειδή το έδαφος για να σχηματιστεί απαιτεί χιλιάδες χρόνια, ενώ ο άνθρωπος το υποβιβάζει μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα (Conway, et al., 2015).

**Η διάβρωση του εδάφους έχει ήδη πενιχρά αποτελέσματα στη μειωμένη**



**παραγωγή**, οπότε οι χωρικοί αναγκάζονται να **επεκτείνουν τα δικά τους σύνορα παραγωγής** και έτσι δημιουργείται ένας φαύλος κύκλος που εντείνει τη φτώχεια και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος ολοένα και περισσότερο.

Στην κοινωνική πτυχή, **η υποβάθμιση του εδάφους** έχει σαφώς αρνητική επίδραση στις αγροτικές κοινότητες με αρνητικά αποτελέσματα: **λιγότερο φαγητό, λιγότερη εκπαίδευση, κακή υγεία και χαμηλότερο προσδόκιμο ζωής**.

Ένα άλλο αξιοσημείωτο αποτέλεσμα είναι η **μετανάστευση**, ιδιαίτερα των νέων ανθρώπων που δεν έχουν κοινωνικοοικονομικές ευκαιρίες ανάπτυξης κι έτσι εγκαθίστανται σε αστικά κέντρα, ενώ στα χωριά παραμένουν οι ηλικιωμένοι και πολλές φορές και τα παιδιά. Αυτή η μετακίνηση της εργατικής τάξης προκαλεί σοβαρές απώλειες στις κοινότητες, τόσο στην οικονομία όσο και στην κοινωνική δομή, την οικογένεια και στα πολιτισμικά πρότυπα.

Αναλυτικά παρακάτω περιγράφονται μια σειρά από δείκτες που συνδέονται με τις συνέπειες της ερημοποίησης:

- Υποβάθμιση της βλάστησης: απώλεια της βιοποικιλότητας (εξαφάνιση ειδών), μειωμένη φυτοκάλυψη.
- Υποβάθμιση του εδάφους: φυσικές, χημικές και βιολογικές αλλαγές, απώλεια των θρεπτικών ουσιών.
- Επιτάχυνση της αιολικής διάβρωσης (ανεμοθύελλες, στρόβιλοι): έκθεση του ριζικού συστήματος των φυτών, αμμοθίνες, κλπ.
- Επιτάχυνση της διάβρωσης από το νερό: απομάκρυνση του εδάφους και κατάρρευση σχηματίζοντας βάρθρα των εγκαταστάσεων σε αυλάκια και ρεματιές, σωροί αποβλήτων.
- Υποβάθμιση των υπόγειων και των επιφανειακών υδάτων.
- Αλάτωση: υπερβολική συγκέντρωση των αλάτων οδηγώντας στον σχηματισμό κρουστών.

- Αύξηση των ανθεκτικών ειδών στην ξηρασία: έλλειμμα στο ισοζύγιο του νερού, στη μετατόπιση της βλάστησης, στην αντικατάσταση των ειδών με άλλα που αντέχουν στο ξηρό κλίμα.

#### **2.4.1 Μείωση του διαθέσιμου νερού**

Η λειψυδρία ήταν πάντα ένα χαρακτηριστικό των περισσότερων χωρών της Γης. Σε όλη την ιστορία του νερού έχει γίνει ένα απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη, την οικονομική και κοινωνική σταθερότητα των κοινωνιών όλου του κόσμου καθώς αποτελεί ένα στοιχείο ουσιαστικό για την ύπαρξη ζωής.

Οι προκλήσεις και οι απειλές της λειψυδρίας σήμερα, ιδιαίτερα στις ξηρές περιοχές έχουν αυξηθεί σε μέγεθος και πεδίο εφαρμογής. Ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει ξεπεράσει τα 6 δισεκατομμύρια ανθρώπους και ορισμένες χώρες έχουν ήδη φθάσει στα όρια των υδάτινων πόρων τους (Conway, et al., 2015).

Με το υφιστάμενο σενάριο της κλιματικής αλλαγής, σχεδόν το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζει σε περιοχές με υψηλή ανάγκη για νερό από το 2030 και μετά, συμπεριλαμβανομένων 250 εκατομμυρίων ανθρώπων στην Αφρική. Επιπλέον, η λειψυδρία σε ορισμένες άνυδρες και ημι-άνυδρες περιοχές εκτιμάται ότι θα εκτοπίσει 24 με 700 εκατομμύρια ανθρώπους.

Σε όλο τον κόσμο, η ανθρώπινη δραστηριότητα και οι φυσικές δυνάμεις έχουν αντίκτυπο στη μείωση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων. Παρά το γεγονός ότι η συνειδητοποίηση της ανάγκης για καλύτερη διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων έχει αυξηθεί κατά την τελευταία δεκαετία, τα οικονομικά κριτήρια και οι πολιτικές σκοπιμότητες εξακολουθούν να εφαρμόζουν μια μη αποτελεσματική πολιτική του νερού σε όλα τα επίπεδα.

Ωστόσο, η λειψυδρία είναι η μακροπρόθεσμη ανισορροπία μεταξύ των διαθέσιμων υδάτινων πόρων και των απαιτήσεων των πληθυσμών σε νερό. Τα αυξημένα ποσοστά έλλειψης νερού είτε προκληθούν φυσικά είτε από την ανθρώπινη παρέμβαση έχουν επιδεινώσει τις επιπτώσεις της ερημοποίησης μέσω της άμεσης μακροπρόθεσμης επιβάρυνσης της δομής του εδάφους μειώνοντας την ποιότητά του και οδηγώντας σε ξηρασία, σε μείωση της περιεκτικότητας σε

οργανική ύλη και τελικά, σε μικρότερα επίπεδα υγρασίας του εδάφους.

Οι άμεσες φυσικές επιδράσεις της υποβάθμισης της Γης περιλαμβάνουν την αποξήρανση του γλυκού νερού, την αυξημένη συχνότητα της ξηρασίας και της αμμοθύελλας, καθώς και μια μεγαλύτερη εμφάνιση των πλημμύρων λόγω ανεπαρκούς αποστράγγισης ή κακών πρακτικών άρδευσης.

Σε περίπτωση που αυτή η τάση συνεχιστεί, θα επιφέρει μια απότομη πτώση στα θρεπτικά συστατικά του εδάφους και θα επιταχύνει την απώλεια της φυτοκάλυψης. Όλο αυτό θα οδηγήσει σε περαιτέρω υποβάθμιση της Γης και του νερού, όπως η ρύπανση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων, η προσάμμιση, η αλάτωση και η αλκαλοποίηση των εδαφών.

Οι φτωχές και μη βιώσιμες τεχνικές διαχείρισης της Γης επιδεινώνουν την ήδη επιβαρυνόμενη κατάσταση. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, η υπερβόσκηση και η αποψίλωση των δασών θέτει σε μεγάλη πίεση τους υδάτινους πόρους λόγω μείωσης της γόνιμης φυτικής Γης και φυτοκάλυψης, και έτσι οδηγεί σε μεγαλύτερη εξάρτηση από τις αρδευόμενες καλλιέργειες. Τα παρατηρούμενα αποτελέσματα περιλαμβάνουν την μειωμένη ροή των ποταμών που τροφοδοτούν μεγάλες λίμνες, όπως π.χ. τη λίμνη Αράλη και τη λίμνη Τσαντ, που οδηγεί στην ανησυχητικά γρήγορη υποχώρηση των ακτών αυτών στην Κεντρική Ασία και τη Βόρεια Αφρική (Conway, et al., 2015).

Για την επίτευξη των στόχων της επισιτιστικής ασφάλειας στις άνυδρες περιοχές απαιτείται η εφαρμογή βιώσιμων γεωργικών πολιτικών, με την οποία οι τοπικοί πληθυσμοί, ιδιαίτερα στις φτωχές και αγροτικές περιοχές θα επωφελούνται περισσότερο. Οι τρέχουσες αρδευόμενες καλλιέργειες απαιτούν συστήματα με μεγαλύτερο μερίδιο νερού στις περισσότερες χώρες. Επομένως, η ζήτηση αναμένεται να αυξηθεί 14 % κατά τα επόμενα 30 χρόνια. Η προσαρμογή σε αυτή την αύξηση είναι ζωτικής σημασίας, απαιτώντας μεταβλητότητα και ευκαμψία.

Οι αλλαγές στη χρήση Γης και τα πρότυπα καλλιέργειας είναι μια επιλογή για την ορθή προσαρμογή. Μια πρώτη λύση θα ήταν η εισαγωγή ανθεκτικών καλλιεργειών στην ξηρασία και σε λιγότερες απαιτήσεις για νερό. Η άμεση

σπορά και η καλλιέργεια μη άροσης (ή μηδενική άροση) αποτελούν πρακτικές που αφενός αφήνουν ποσοστά φυσικών συστατικών στο χώμα στα χωράφια και αφετέρου μπορούν να αυξήσουν τη διείσδυση του νερού, να μειώσουν την εξάτμιση, καθώς και να οδηγήσουν σε αποφυγή της αιολικής και υδατικής διάβρωσης.

Η χρήση άλλων τεχνικών λίπανσης του εδάφους, όπως το βιοκάρβουνο, είναι επίσης πολλά υποσχόμενη και ταυτόχρονα αυξάνει τη συγκέντρωση της υγρασίας, η οποία συνδέεται με την συγκράτηση άνθρακα στο έδαφος.

Η εναλλαγή από ετήσιες σε μόνιμες ή ημι-μόνιμες καλλιέργειες θα μπορούσε να είναι μια ακόμα καλή επιλογή. Τα πλεονεκτήματα αυτών των γεωργικών πρακτικών περιλαμβάνουν μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις που συνδέονται με περιορισμένη διαταραχή της φυτικής Γης και την πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους.

Οι πολυετείς καλλιέργειες θα φέρουν επίσης τα οφέλη της εύκολης πρόσβασης στο νερό και στο έδαφος, με τον εμπλουτισμό θρεπτικών συστατικών στα βαθιά στρώματα του εδάφους. Οι αλλαγές στη χρήση της Γης θα πρέπει να θεωρείται η νέα πρακτική, η οποία αντικαθιστά τα τρέχοντα γεωργικά πρότυπα, τα οποία δεν είναι πλέον βιώσιμα από την άποψη της υπερβολικής κατανάλωσης νερού.

Οι αλλαγές που προκύπτουν στη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων δύναται να έχουν επιπτώσεις στα εδάφη, με αποτέλεσμα την εγκατάλειψη της Γης και (μοιραία) την μετανάστευση των πολιτών στα αστικά κέντρα.

#### **2.4.2 Κίνδυνοι έλλειψης νερού**

Η έλλειψη καθαρού νερού θα μπορούσε να γίνει ένα σημαντικό εμπόδιο για τη δημόσια υγεία και την ανάπτυξη. Εκτιμάται ότι σήμερα 1,1 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε ύδρευση και 2,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν επαρκείς εγκαταστάσεις υγιεινής.

Η παγκόσμια επιβάρυνση για την υγεία που συνδέεται με αυτές τις συνθήκες είναι συγκλονιστικό, με κατ' εκτίμηση 1,6 εκατομμύρια θανάτους κάθε χρόνο από ασθένειες που σχετίζονται με την έλλειψη πρόσβασης σε ασφαλές πόσιμο

νερό, ανεπαρκή αποχέτευση και κακή υγιεινή.

Επιπλέον, προβλήματα όπως η ξηρασία, η επαναδρομολόγηση των υδάτων και η διαρροή του θαλασσινού νερού μπορεί να καταστήσουν το γλυκό νερό ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση. Αυτή η κατάσταση δίνει μεγαλύτερη ζήτηση στην περιορισμένη παροχή νερού, οδηγώντας σε ακόμα μεγαλύτερο κίνδυνο έλλειψης.

Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και η πολιτική δέσμευση καθορίζουν επίσης την πιθανότητα και τη διάρκεια αυτών των προβλημάτων. Οι συνθήκες αυτές υπογραμμίζουν την ανάγκη για καλύτερες πολιτικές και προγράμματα για να εξασφαλιστεί μια καθαρή, ασφαλής, επαρκής και προσιτή παροχή νερού (F.A.O., United Nations, 2013).

#### **2.4.3 Η αύξηση του πληθυσμού και τα προβλήματα ύδρευσης**

Η ανάπτυξη προγραμμάτων για την επαρκή παροχή νερού απαιτεί την κατανόηση του ρόλου που παίζει η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού για τα προβλήματα ύδρευσης. Όσον αφορά στον πληθυσμό, η αύξησή του έχει το ρόλο του προσδιορισμού της ζήτησης για κατανάλωση και γενική χρήση νερού.

Για παράδειγμα, στις Ηνωμένες Πολιτείες τα αστικά και βιομηχανικά κέντρα έχουν την υψηλότερη ζήτηση για νερό. Αυτές οι περιοχές είναι επίσης εκείνες που διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο λόγω έλλειψης νερού. Στην Κίνα, το Πεκίνο αντιμετωπίζει ραγδαία αύξηση της ζήτησης για νερό, λόγω της μεγάλης αύξησης του πληθυσμού, κυρίως εξαιτίας της εσωτερικής μετανάστευσης. Αυτή η κατάσταση οδηγεί σε ελλείψεις της παροχής νερού (F.A.O., United Nations, 2013).

Οι τρόποι με τους οποίους οι άνθρωποι επηρεάζουν αρνητικά τον κύκλο του νερού είναι οι εξής:

**Η ανθρώπινη δραστηριότητα επηρεάζει τον κύκλο του νερού με 1) αύξηση της κατανάλωσης, 2) εκτροπές και μαζικές αλλαγές στη σύσταση του νερού και 3) ρύπανση των υδάτων (Gohari et al., 2013).**

**Η αύξηση της κατανάλωσης του νερού** έρχεται με την αύξηση του πληθυσμού. Αυτό σημαίνει ότι περισσότερο νερό προέρχεται από φορείς του γλυκού νερού για την υποστήριξη των αναγκών σε νερό του πληθυσμού. Ως αποτέλεσμα, λιγότερο νερό γίνεται διαθέσιμο για τα ζώα και τα φυτά. Οι άνθρωποι μειώνουν τη φυσική παροχή νερού ή τη μεταφορά του σε άλλα μέρη.

**Εκτροπές και μαζικές αλλαγές.** Φράγματα, υδροηλεκτρικά εργοστάσια, καθώς και η αλλαγή πορείας των ποταμών και των υδάτων έχει οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στον κύκλο του νερού, επειδή η φυσική διαδρομή του νερού έχει διαταραχθεί. Αυτές οι αλλαγές οδηγούν σε σοβαρό προβληματισμό όσον αφορά στο ζήτημα της παροχής του νερού και της διαταραχής του κύκλου του νερού (Gohari et al., 2013).

**Η ασφάλεια** είναι πάντα μια ανησυχία, όταν πρόκειται για την παροχή φρέσκου πόσιμου νερού. Παρά τις σοβαρές ζημιές που προκαλεί η ερημοποίηση, (λειψυδρία) ακόμη και η ύπαρξη πηγών γλυκού νερού δεν λύνουν το πρόβλημα. Επιπλέον, ορισμένες πηγές γλυκού νερού περιέχουν ουσίες που είναι επιβλαβείς για τον άνθρωπο. Για παράδειγμα, η ανάμειξη γλυκού νερού με εκπόρευση από ένα εργοστάσιο εξόρυξης καθίσταται ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση. Η προκύπτουσα μολυσμένη εγκατάσταση ύδρευσης περιέχει τοξικές ουσίες από το εργοστάσιο εξόρυξης.

**Η υγιεινή** που αφορά τα θέματα ύδρευσης, τα οποία συνδέονται με την αποχέτευση. Ακόμα κι αν μια πηγή γλυκού νερού μπορεί να είναι προσιτή σε ένα πληθυσμό, αυτό δεν σημαίνει ότι το εν λόγω νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόση. Η παροχή νερού μπορεί να εξακολουθεί να περιέχει επιβλαβείς μικροβιακούς παράγοντες ή ουσίες. (Hounslow, 2018)

Η κακή υγιεινή - ιδιαίτερα στις φτωχές χώρες και στις αγροτικές περιοχές - οδηγεί στην αχρηστία σημαντικού ποσοστού γλυκού νερού. Η έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού και μηχανημάτων για την αποχέτευση καθιστά το γλυκό νερό ακατάλληλο.

**Η προσβασιμότητα** είναι ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα δημόσιας υγείας, όταν πρόκειται για την παροχή νερού για πόση και συναφείς χρήσεις. Σε πολλές

αναπτυσσόμενες χώρες της Ασίας, το νερό δεν είναι προσβάσιμο όσο είναι στις Ηνωμένες Πολιτείες ή στην Ευρώπη.

Οι άνθρωποι σε πολυσύχναστα αστικά κέντρα σε ορισμένες χώρες της Ασίας μερικές φορές πρέπει να πάρουν νερό από μια μεγάλη απόσταση. Η έλλειψη εύκολης πρόσβασης σε νερό κάνει το πλύσιμο των χεριών και το νοικοκυριό εξαιρετικά δύσκολο για πολλούς ανθρώπους. Το δύσβατο της παροχής νερού αυξάνει τον κίνδυνο και την εξάπλωση σοβαρών ασθενειών (U.S. Department of the Interior, 2003).

Υπάρχουν ανεξέλεγκτα θέματα ασφάλειας, υγιεινής και προσβασιμότητας στα συστήματα παροχής νερού σε πολλές χώρες. Αυτά τα προβλήματα ύδρευσης είναι αποτέλεσμα διαφόρων επιρροών, όπως το μοτίβο της ανθρώπινης εγκατάστασης και αστικοποίησης.

#### **2.4.4 Προβλήματα ανάπτυξης πληθυσμού και ύδρευσης**

Η ανάπτυξη προγραμμάτων για επαρκή παροχή νερού απαιτεί κατανόηση του ρόλου που διαδραματίζει η αύξηση του πληθυσμού στα προβλήματα υδροδότησης. Επηρεάζοντας τα προβλήματα ύδρευσης, η αύξηση του πληθυσμού έχει τον ρόλο του προσδιορισμού της ζήτησης για κατανάλωση νερού.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, τα αστικά και βιομηχανικά κέντρα έχουν τη μεγαλύτερη ζήτηση για νερό. Αυτές οι περιοχές είναι επίσης αυτές που κινδυνεύουν περισσότερο από την έλλειψη νερού. Στην Κίνα, το Πεκίνο αντιμετωπίζει ραγδαία αύξηση της ζήτησης νερού λόγω της υψηλής πληθυσμιακής αύξησης, ιδίως λόγω της εσωτερικής μετανάστευσης. Έτσι, καθώς αυξάνεται ο πληθυσμός, η ζήτηση για παροχή νερού αυξάνεται. Αυτή η κατάσταση οδηγεί σε έλλειψη παροχής νερού.

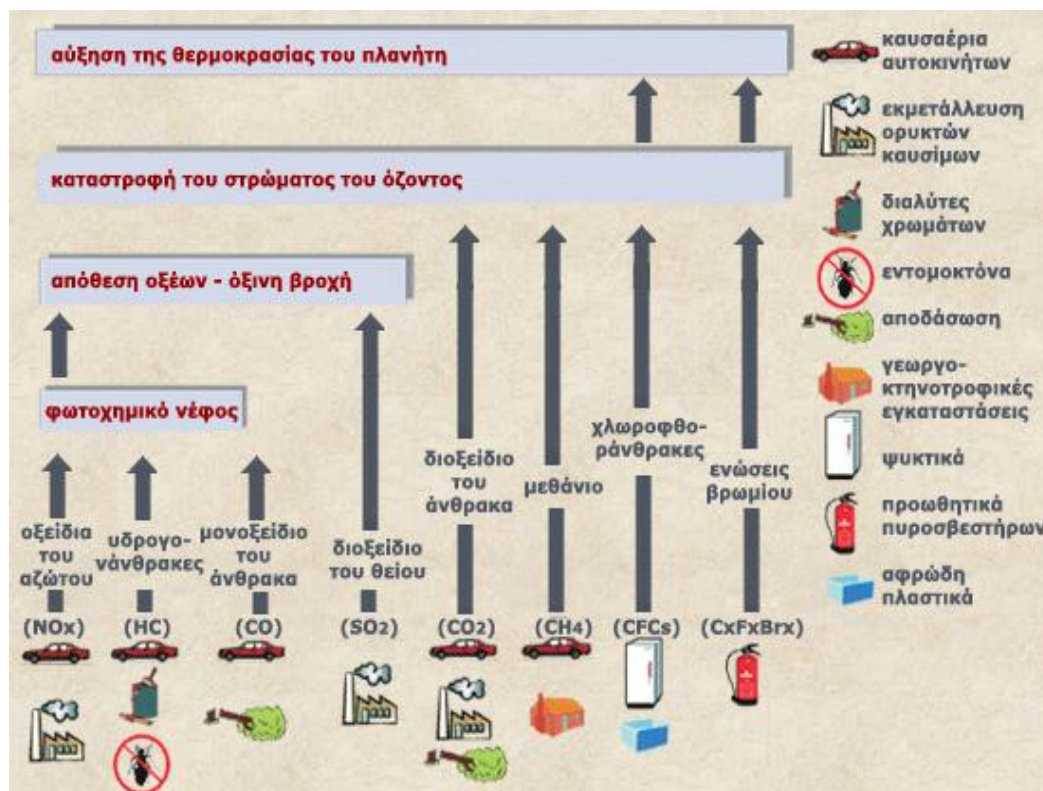
Οι άνθρωποι και συγκεκριμένα η ανθρώπινη δραστηριότητα επηρεάζουν αρνητικά τον κύκλο του νερού (Εικόνα 5). Τρεις τρόποι που οι άνθρωποι επηρεάζουν αρνητικά τον κύκλο του νερού είναι οι εξής:

- Αύξηση της κατανάλωσης

- Εκτροπές και τεράστιες μεταβολές στους υδάτινους όγκους
- Ρύπανση των υδάτων

Η αυξανόμενη κατανάλωση νερού έρχεται με αυξανόμενο πληθυσμό. Αυτό σημαίνει ότι αντλείται περισσότερο νερό από σωρούς γλυκού νερού για να υποστηριχθούν οι ανάγκες νερού του πληθυσμού. Ως αποτέλεσμα, λιγότερα ύδατα διατίθενται για τα ζώα και τα φυτά. Οι άνθρωποι μειώνουν τη φυσική παροχή ύδατος ή μεταφέρουν νερό σε άλλα μέρη.

Επιπλέον, τα φράγματα, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και η επανατοποθέτηση ποταμών και πλωτών οδών οδηγούν σε σημαντικές αλλαγές στον κύκλο του νερού, καθώς διαταράσσεται η φυσική διαδρομή του νερού. Αυτές οι αλλαγές οδηγούν σε προβλήματα ύδρευσης και διακοπή του κύκλου του νερού.



Εικόνα 5: Χημική ρύπανση (Πηγή: Kastor 2018).

Τέλος, η ρύπανση των υδάτων είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την παροχή νερού και τον κύκλο του νερού. Η ρύπανση των υδάτων οδηγεί σε αλλαγές στη σύνθεση του νερού. Οι διαλύτες και οι μολυσματικές ουσίες



οδηγούν σε αλλαγές στα χαρακτηριστικά του νερού, όπως το σημείο βρασμού του. Αυτές οι αλλαγές διαταράσσουν την παροχή νερού για ζώα και φυτά. Η ανθρώπινη κατανάλωση νερού για πόση, άρδευση, αποχέτευση και άλλες χρήσεις μπορεί επίσης να διαταράξει τον κύκλο του νερού (Gohari, et al., 2013).

#### **2.4.5 Ανησυχίες για τη δημόσια υγεία σχετικά με το πόσιμο νερό παγκοσμίως**

Το νερό επηρεάζει τη δημόσια υγεία. Η κατάσταση και η ποιότητα της ύδρευσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην αποχέτευση και τον έλεγχο των ασθενειών. Παγκόσμιες ανησυχίες για τη δημόσια υγεία που σχετίζονται με το πόσιμο νερό έχουν ως εξής:

Η **ασφάλεια** είναι πάντα μια ανησυχία όταν πρόκειται για την παροχή πόσιμου νερού. Ωστόσο, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα γλυκά νερά για κατανάλωση. Ορισμένες πηγές γλυκού νερού περιέχουν ουσίες που είναι επιβλαβείς για τον άνθρωπο. Για παράδειγμα, τα γλυκά ύδατα που αναμιγνύονται με εκροή από μονάδα εξόρυξης καθίστανται ακατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Η προκύπτουσα μολυσμένη παροχή νερού περιέχει τοξικές ουσίες από τη μονάδα εξόρυξης.

Παρόλο που το γλυκό νερό μπορεί να είναι προσβάσιμο σε έναν πληθυσμό, αυτό δεν σημαίνει ότι το γλυκό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κατανάλωση. Η παροχή ύδατος μπορεί να περιέχει ακόμη επιβλαβείς μικροβιακούς παράγοντες ή ουσίες. Η κακή **υγιεινή**, ιδιαίτερα στις φτωχές χώρες και τις αγροτικές περιοχές, οδηγεί σε γλυκό νερό που δεν είναι κατάλληλο για κατανάλωση. Η έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού και μηχανημάτων αποχέτευσης καθιστά το γλυκό νερό ακατάλληλο ως παροχή νερού για πόσιμο και άλλες ανάγκες.

Η **προσβασιμότητα** είναι ένα άλλο σημαντικό ζήτημα δημόσιας υγείας όσον αφορά την παροχή νερού για πόσιμο και συναφείς χρήσεις. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες της Ασίας, το νερό δεν είναι τόσο προσιτό όσο στις Ηνωμένες Πολιτείες ή στην Ευρώπη. Οι άνθρωποι σε γεμάτα αστικά κέντρα ορισμένων ασιατικών χωρών χρειάζεται μερικές φορές να πάρουν νερό από

μεγάλη απόσταση. Η έλλειψη εύκολης πρόσβασης στο νερό, αυξάνει τον κίνδυνο και την εξάπλωση της νοσημάτων (Siems, et al., 2013)

#### **2.4.6 Έλλειψη καθαρού νερού για τον πληθυσμό**

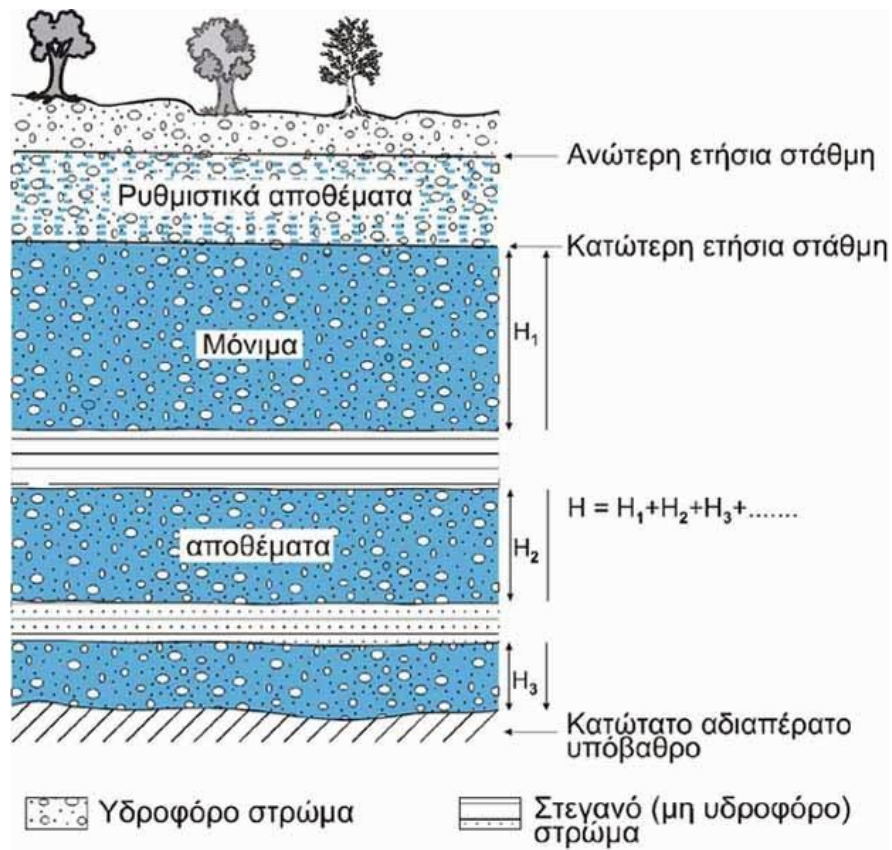
Υπάρχει έλλειψη καθαρού νερού για τον πληθυσμό του κόσμου να καταναλώνει, επειδή μόνο 1 % του συνόλου των υδάτων στον κόσμο είναι διαθέσιμο ως γλυκό νερό κατάλληλο για πόσιμο και οικιακή χρήση (Smith, 2015). Καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός μεγαλώνει, η ζήτηση για νερό αυξάνεται. Ωστόσο, η φυσική παροχή νερού δεν αυξάνεται ανάλογα.

Επιπλέον, προβλήματα όπως η ξηρασία και η ανατροπή του νερού, καθώς και η διαρροή θαλασσινού νερού μπορούν να καταστήσουν το γλυκό νερό ακατάλληλο για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Αυτός ο όρος θέτει περισσότερη ζήτηση στην περιορισμένη παροχή νερού, οδηγώντας σε ακόμη μεγαλύτερο κίνδυνο.

Η έλλειψη νερού οφείλεται εν μέρει και στην αυξανόμενη χρήση νερού στην άρδευση των αγροκτημάτων. Καθώς ο πληθυσμός μεγαλώνει, έτσι και η ζήτηση για φαγητό. Για την παραγωγή περισσότερων τροφίμων, γίνονται περισσότερες εκμεταλλεύσεις με αποτέλεσμα οι γεωργικές εκτάσεις να απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού. Η κατάσταση αυτή αυξάνει τη ζήτηση για νερό άρδευσης επιπλέον της αυξανόμενης ζήτησης για πόσιμο νερό (Smith, 2015).

Η συνδυασμένη επίδραση αυτών των παραγόντων οδηγεί σε έλλειψη νερού. Η περίπτωση των αστικών κέντρων είναι ακόμη χειρότερη. Η υψηλή πυκνότητα πληθυσμού στις αστικές περιοχές οδηγεί σε μεγαλύτερη ζήτηση για πόσιμο νερό, αλλά η παροχή νερού παραμένει περιορισμένη (Van et al., 2012).

Η παρακάτω Εικόνα 6 παρουσιάζει τα αποθέματα νερού μέσα στο έδαφος, τα οποία με το πέρασμα των χρόνων μειώνονται λόγω των αιτιών που προαναφέρθηκαν.



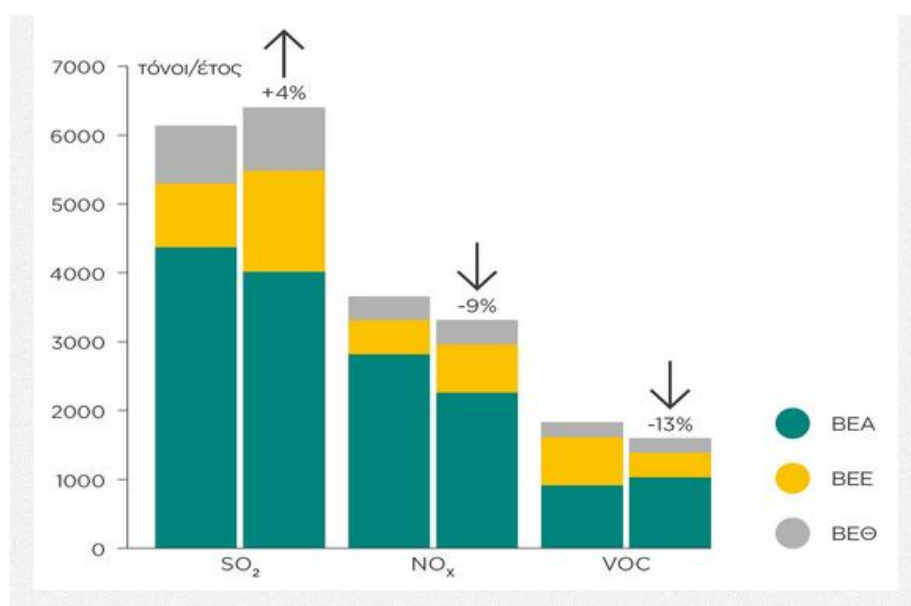
Εικόνα 6 Εδαφικά στρώματα και αποθέματα νερού (Πηγή: Μονοπάτι 2018).

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> Υγρά απόβλητα

### 3.1 Γενικά

Τα υγρά απόβλητα ορίζονται ως ακάθαρτα νερά, λόγω του ότι είναι σε ποσοστό 99,9 % νερό. Το υπόλοιπο ποσοστό αναφέρεται σε ουσίες διαλυμένες ή αιωρούμενες στο νερό. Τα υγρά απόβλητα προέρχονται κυρίως από ανθρώπινες δράσεις μιας πόλης ή χωριού δηλαδή από κατοικίες ή τουριστικά συγκροτήματα, ξενοδοχεία ή ακόμα και βιομηχανίες). Τα υγρά απόβλητα όσο περισσότερο βρίσκονται δίχως επεξεργασία, δηλαδή δίχως αερισμό τόσο περισσότερο δύσοσμα είναι, άρα και μη υποφερτά για τη περιοχή στην οποία αναπτύσσονται (Garrido-Baserba et. al., 2014).

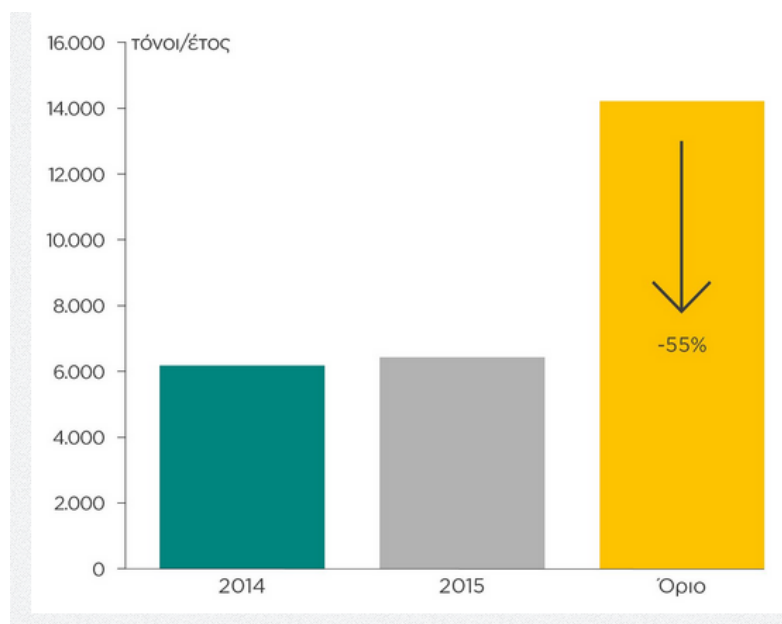
Παρακάτω (Εικόνα 7), παρουσιάζονται οι εκπομπές αερίου διοξειδίου του θείου που είναι πιο αυξημένο σε σχέση με το άζωτο. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις είναι μειωμένες σε ποσοστό -13 %.



Εικόνα 7: Εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>), οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>), πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) (Πηγή: Helpe 2015).

Η έντονη συγκέντρωση πληθυσμών στα μεγάλα αστικά κέντρα, σε συνδυασμό με τη μεγάλη και συνεχή ανάπτυξη της βιομηχανίας, οδήγησε στην αυξημένη κατανάλωση νερού πράγμα που είχε ως αποτέλεσμα το νερό αυτό να καταστεί βρώμικο δηλαδή απόβλητο. Οι ουσίες (Εικόνα 8) που εντοπίζονται στο βρώμικο

νερό είναι δυνατόν να είναι είτε ρυπαντικές είτε μολυσματικές και η διάθεση τους στο φυσικό περιβάλλον, είναι επικίνδυνη για κάθε ζωντανό οργανισμό (Ramalho, 2012).

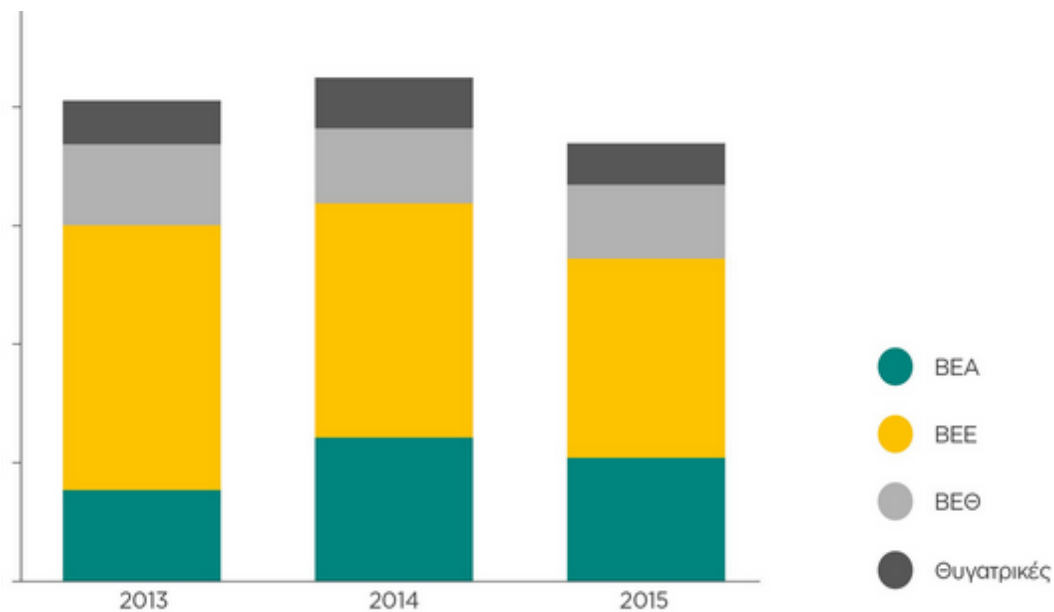


Εικόνα 8: Σύγκριση εκπομπών Διοξειδίου του Θείου ( $\text{SO}_2$ ) 2014-2015 με το ισχύον όριο (Πηγή: Helpe 2015).

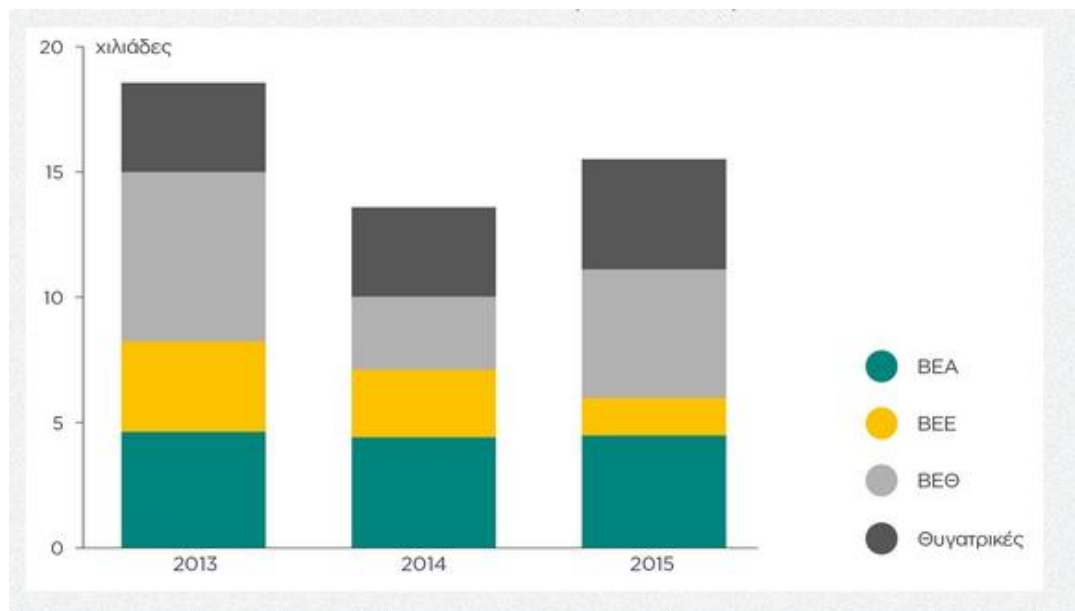
Αναφορικά με την οδηγία της οποίας το περιεχόμενο αναφέρεται στη προστασία του περιβάλλοντος από τα υγρά απόβλητα, αναφέρεται ότι τα υγρά απόβλητα που δημιουργούνται από τους χώρους υγιεινής, τα καταστήματα, τα γραφεία κ.λπ., αποκαλούνται αστικά λύματα. Στον αντίποδα υφίστανται τα βιομηχανικά απόβλητα, τα οποία ορίζονται ως τα απόβλητα που απορρίπτονται από βιομηχανικούς χώρους και ευρύτερα χώρους που αναπτύσσουν εμπορικές και βιομηχανικές δράσεις. Τέλος, τα γεωργικά υγρά απόβλητα παράγονται από γεωργικές δράσεις, όπως για παράδειγμα από κτηνοτροφικές μονάδες.

Όπως υποστηρίζεται μέσα από την οδηγία 2000/59 / ΕΚ, ο εκάστοτε κοινοτικός λιμένας είναι σκόπιμο να έχει αποδεχθεί ένα εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων. Τα λιμάνια είναι απαραίτητο να έχουν συχνές διαβουλεύσεις σχετικά με το σχέδιο χρήσης. Μέσα από διαβουλεύσεις, τα ενδεχόμενα προβλήματα, θα μπορούσαν να δεχτούν βελτιώσεις (Εικόνες 9 και 10). Είναι αισθητή η ελάττωση των υγρών αποβλήτων κατά 13 %, τα οποία συνδέονται

άμεσα με την παραγωγική διαδικασία και την αποτελεσματικότερη διαχείριση αυτής.



Εικόνα 9: Υγρά απόβλητα ομίλου ανά εγκατάσταση (2013 - 2015) (Πηγή: Helpe 2015).



Εικόνα 10: Σύγκριση επιδόσεων στερεών αποβλήτων (2013 - 2015) (Πηγή: Helpe 2015).

Υφίσταται ένας τιμοκατάλογος στην Ε.Ε., ενώ στην Ελλάδα δεν γίνεται

αναφορά στις τιμές των επικίνδυνων αποβλήτων και είναι συνήθως σκόπιμο να συμβουλευτεί ο κάθε ενδιαφερόμενος τις τιμές και τον τρόπο διεξαγωγής ολόκληρης της διαδικασίας συλλογής και διαχείρισης. Εκτός από τα κοινά απόβλητα και τα μη επικίνδυνα στερεά απόβλητα, δεν υφίστανται επίσημα δημοσιευμένες τιμές για άλλα είδη αποβλήτων.

Υφίσταται μια αντίφαση λόγω του ότι με την υποχρέωση της παράδοσης και την ύπαρξη ενός μοναδικού αποκλειστικού εργολάβου, κάθε θεωρία της διαπραγμάτευσης είναι θεωρητική. Αποδέχεται όλες τις τιμές, που στη συνέχεια ανακοινώνονται κατά περίπτωση.

### **3.2 Επεξεργασία αποβλήτων**

Ανάλογα με τα σχέδια ροής εργασίας της εκάστοτε εταιρείας που αναλαμβάνει την επεξεργασία αποβλήτων, καθορίζονται συγκεκριμένες διαδικασίες έως ότου τα απόβλητα έρχονται στους νομικούς συμβαλλόμενους για να παραληφθούν για επεξεργασία. Για επικίνδυνα υγρά και στερεά απόβλητα, συγκεντρώνονται για τελική διάθεση ή επεξεργασία σε εγκεκριμένα εργοστάσια στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό. Τα απόβλητα από υγρές ουσίες που απορρίπτονται στη θάλασσα από καθαρισμό δεξαμενών ή από υγειονομική ταφή θεωρούνται ως λιγότερο επικίνδυνα για τους θαλάσσιους πόρους ή την ανθρώπινη υγεία και συνεπώς δικαιολογούν λιγότερο αυστηρούς περιορισμούς στην ποιότητα και την ποσότητα της απόρριψης στο θαλάσσιο περιβάλλον (Garrido-Baserba et. al., 2014).

Οι επιβλαβείς ουσίες σε συσκευασμένη μορφή δεν απαιτούν εγκαταστάσεις φιλοξενίας. Σε περίπτωση καταστροφής της συσκευασίας, υπόκειται σε διαφορετική κατηγορία ανάλογα με το περιεχόμενο και τα απορρίμματα συσκευασίας που μπορούν να ταξινομηθούν στο παράρτημα V (ANEEX IV NEPO - ΜΑΥΡΟ NEPO). Για τα ελληνικά πλοία PD τέθηκε σε ισχύ το 400/96 για τη θέσπιση κανονισμών για την πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης από τα λύματα.

Ως "ύδατα αποχέτευσης" νοούνται τα απόβλητα που παράγονται από πλοία, συμπεριλαμβανομένων των αποχετεύσεων, των σκευών, των γραφείων του πλοίου και οποιονδήποτε άλλων αποβλήτων που αναμιγνύονται με τα ανωτέρω.

Ορισμένα υγρά απόβλητα που παράγονται σε πλοία (π.χ. από ντους, μαγειρεία, πλυντήρια κ.λπ.) ονομάζονται "γκρίζα νερά". Διατίθενται ξεχωριστά συστήματα σωληνώσεων για λύματα και καφέ νερό όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικοί τρόποι διαχείρισης αυτών των αποβλήτων. Οι απαγορεύσεις αποβλήτων δεν ισχύουν εάν η διάθεση αποβλήτων από πλοίο αποτελεί απαραίτητο μέτρο για την ασφάλεια του πλοίου και των επιβατών ή για τη διάσωση της ζωής στη θάλασσα. Σε τέτοιες περιπτώσεις, καταγράφεται το μητρώο των απορριμμάτων ή του επίσημου ημερολογίου πλοίων κάτω των 400 κ.ο.χ. (κόροι ολικής χωρητικότητας).

Τα απόβλητα συλλέγονται με τα ακόλουθα μέσα:

- Δεξαμενόπλοια
- Ναυτικά σκάφη
- Παράδοση στις εγκαταστάσεις της εταιρείας συλλογής και διαχείρισης αποβλήτων

Τα στερεά απόβλητα συλλέγονται σε:

- Βάζα
- Φορτηγίδες
- Φορτηγά απορριμμάτων

Όλα τα χρησιμοποιούμενα μέσα ναυσιπλοΐας είναι εγκεκριμένου τύπου από τις αρμόδιες αρχές σύμφωνα με τα πρότυπα που ορίζονται στο εθνικό και διεθνές δίκαιο και διαθέτουν τα απαιτούμενα πιστοποιητικά (Garrido-Baserba et. al., 2014).



### **3.3 Στάδια επεξεργασίας**

Στο σταθμό επεξεργασίας γίνεται μια προ-επεξεργασία λυμάτων, πρωτοβάθμια καθίζηση, βιολογική επεξεργασία δευτεροβάθμια καθίζηση, τριτοβάθμια επεξεργασία, απολύμανση με χλώριο, επεξεργασία λάσπης (Ramalho, 2012).

### **3.4 Πρωτοβάθμια επεξεργασία**

Τα λύματα με την είσοδο τους στην εγκατάσταση υφίστανται την προκαταρκτική επεξεργασία. Σε αυτή τη φάση συγκρατούνται όλα τα στερεά σωματίδια όπως πέτρες, ξύλα, πλαστικά, τα οποία έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 1 cm. Η λειτουργία είναι αυτόματη και τα στερεά που συλλέγονται, συμπιέζονται και απομακρύνονται με σκυβαλλοδοχεία.

Στη συνέχεια τα λύματα καταλήγουν σε δύο επιμήκεις αεριζόμενες δεξαμενές. Στο κεντρικό τμήμα της δεξαμενής διαχέεται αέρας. Η άμμος, τα χαλίκια και άλλα βαρύτερα του νερού στερεά καθιζάνουν, αντλούνται σε κανάλι αμμοσυλλογής, διαχωρίζονται από το νερό και διατίθενται στη χωματερή. Στο πλαϊνό τμήμα της δεξαμενής πάλι με τη βοήθεια του αέρα περισυλλέγονται τα επιπλέοντα λίπη και έλαια, τα οποία και απομακρύνονται (Ramalho, 2012).

#### **3.4.1 Πρωτοβάθμια καθίζηση**

Τα λύματα οδηγούνται στις δεξαμενές πρώτης καθίζησης όπου έχουμε και την πρωτοβάθμια επεξεργασία κατά την οποία είτε με φυσικά είτε με χημικά μέσα επιτυγχάνεται η μείωση του οργανικού φορτίου κατά 30 - 40 % και των αιωρούμενων στερεών κατά 40 - 60 % (Ramalho, 2012).

### **3.5 Δευτεροβάθμια επεξεργασία**

Στη συνέχεια, τα λύματα υπερχειλίζουν προς τις δεξαμενές αερισμού όπου χρησιμοποιείται η πιο κοινή μέθοδος επεξεργασίας, αυτή της ενεργούς λάσπης

με ταυτόχρονη απονιτροποίηση.

Σύμφωνα με την επεξεργασία αυτή, λύματα και μικροοργανισμοί αναμειγνύονται, έρχονται και παραμένουν σε επαφή μερικές ώρες σε δύο μεγάλες δεξαμενές με ελεγχόμενη παροχή αέρα και ρυθμό ανάδευσης. Απαιτείται φροντίδα ώστε παράγοντες όπως θερμοκρασία, οξυγόνο και χρόνος επαφής να κυμαίνονται στα επίπεδα εκείνα, που διασφαλίζουν την αποδόμηση του οργανικού φορτίου. Οι δεξαμενές λειτουργούν εναλλάξ βάση προγράμματος σε κύκλους αερόβιων συνθηκών και σε κύκλους ανοξικών συνθηκών (Garrido-Baserba et. al., 2014).

Όταν τα λύματα βρίσκονται στην αερόβια δεξαμενή, η αμμωνία που υπάρχει σ' αυτά ενώνεται με το οξυγόνο, το οποίο διοχετεύεται στις δεξαμενές με τη λειτουργία τεράστιων επιφανειακών αναδευτήρων και μετατρέπεται σε νιτρικά. Εδώ γίνεται και η μερική μείωση του φωσφόρου. Ενώ, όταν τα λύματα βρίσκονται στη δεξαμενή όπου έχουμε αναερόβιες συνθήκες τα νιτρικά στην απουσία οξυγόνου μετατρέπονται σε αέριο άζωτο, το οποίο φεύγει στην ατμόσφαιρα. (Garrido-Baserba et. al., 2014).

Από τις δεξαμενές αερισμού με βαρύτητα το μείγμα νερού και βιολογικής λάσπης οδηγείται στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης. Στις δεξαμενές αυτές η λάσπη καθιζάνει και το επεξεργασμένο νερό υπερχειλίζει και συνεχίζει την πορεία του προς την τριτοβάθμια επεξεργασία.

Το μεγαλύτερο ποσοστό της ενεργούς λάσπης που έχει καθιζάνει στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης επιστρέφει στις δεξαμενές αερισμού έτσι ώστε να διατηρείται μια σταθερή ποσότητα σ' αυτές. (Ramalho, 2012).

### **3.6 Τριτοβάθμια επεξεργασία**

Στη μονάδα αυτή τα λύματα περνούν δια μέσου στρωμάτων άμμου και χαλικιών, με τον τρόπο αυτό συγκρατούνται στην άμμο μικρού μεγέθους σωματίδια, που τυχόν να περιέχονται ακόμη στα λύματα. Το οργανικό φορτίο BOD<sub>5</sub>, τα αιωρούμενα στερεά και το ολικό άζωτο των τριτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων έχουν τιμές που δεν ξεπερνούν τα 10 mg/l. (Ramalho, 2012).

### **3.7 Επεξεργασία και Διάθεση παραγόμενης λάσπης**

Στην συνέχεια, γίνεται απολύμανση των τριτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων με χλώριο, το οποίο δοσολογείται ανάλογα με την ροή των επεξεργασμένων λυμάτων στην είσοδο της δεξαμενής επαφής χλωρίου. Το τελικό προϊόν, οδηγείται στις αποθηκευτικές δεξαμενές του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων (Τ.Α.Υ) και διατίθενται στη γεωργία για άρδευση.

Όπως είχε αναφερθεί στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας καθίζησης συσσωρεύεται λάσπη, η οποία απομακρύνεται στην μεν πρώτη περίπτωση στον παχυντή βαρύτητας στη δε δεύτερη στο μηχανικό παχυντή (Ramalho, 2012).

#### **3.7.1 Επεξεργασία λάσπης**

Όπως είχε αναφερθεί, στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας καθίζησης συσσωρεύεται λάσπη, η οποία απομακρύνεται στην μεν πρώτη περίπτωση στον παχυντή βαρύτητας στη δε δεύτερη στο μηχανικό παχυντή.

#### **3.7.2 Αποκεντρωμένη επεξεργασία**

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μπορεί να διακριθεί σε αποκεντρωμένη και σε κεντρική. Αυτό εξαρτάται από τον μηχανικό, ο οποίος καλείται να επιλέξει μεταξύ αποκεντρωμένης και κεντρικής επεξεργασίας (Ramalho, 2012).

Ως αποκεντρωμένη επεξεργασία ορίζεται αυτή όπου δεν κατασκευάζει αποχετευτικό δίκτυο, αλλά μονάδες επιτόπιας συνολικής επεξεργασίας ή προ-επεξεργασίας όπως είναι οι απορροφητικοί βόθροι, στεγανοί βόθροι, δεξαμενές Imhoff και άλλες. Ενώ, αποκεντρωμένη επεξεργασία με την αποφυγή κεντρικού αποχετευτικού δικτύου επιβάλλεται για απομακρυσμένους οικισμούς και μπορεί να εφαρμοστεί σε μεμονωμένες κατοικίες ή συστάδες κατοικιών (Garrido-Baserba et. al., 2014).

### 3.7.3 Σηπτικές δεξαμενές

Οι σηπτικές δεξαμενές συνήθως χρησιμοποιούνται για σπίτια ή οικισμούς και γραφεία ως το πρώτο ή το συνολικό στάδιο επεξεργασίας. Είναι το πιο συνηθισμένο στάδιο για επί τόπου επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Η δεξαμενή μπορεί να έχει διάφορα σχήματα και να έχει κατασκευαστεί από διάφορα υλικά, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ορθογώνια και κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η δεξαμενή αυτή τυπικά αποτελείται από δύο τμήματα για τον περιορισμό εκροής αιωρούμενων στερεών. Η ιλύς και ο αφρός συγκεντρώνονται κυρίως στην πρώτη θάλαμη. Ο Malan (1964) περιγράφει τρεις κύριες λειτουργίες που πραγματοποιούνται σε μια σηπτική δεξαμενή:

(α) **Καθίζηση των αιωρούμενων στερεών:** Πρόκειται για μια μηχανική διεργασία, που οδηγεί στο σχηματισμό τριών διακριτών στρωμάτων στις δεξαμενές (ιλύς στον πυθμένα, επιπλέον στρώμα αφρού στην επιφάνεια και σχετικά καθαρό στρώμα υγρού στο ενδιάμεσο).

(β) **Βιολογική δραστηριότητα:** Είναι οι ζωντανοί οργανισμοί, κυρίως βακτήρια που αποσυνθέτουν την οργανική ουσία. Έτσι, οι όγκοι ιλύος και αφρού ελαττώνονται. Αυτή η βιολογική δραστηριότητα είναι αναερόβια. Πραγματοποιείται σε όλα τα επίπεδα και παράγει αέρια όπως μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.

(γ) **Αποθήκευση της ιλύος και του αφρού:** Η συγκέντρωση της ιλύος και του αφρού δημιουργούν την ανάγκη για την πρόβλεψη αποθήκευσης αυτών των συστατικών στις σηπτικές δεξαμενές. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να είναι επαρκής, ώστε να αντισταθμίζουν την μείωση του ωφέλιμου όγκου και να συνεπάγονται την συγκέντρωση ιλύος και αφρού. (Garrido-Baserba et. al., 2014).

### 3.7.4 Κεντρική επεξεργασία

Κεντρική επεξεργασία ορίζεται εκείνη η επεξεργασία, η οποία κατασκευάζει αποχετευτικό δίκτυο και που οδηγεί τα απόβλητα σε μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων. Συγκέντρωση των υγρών αποβλήτων, σημαίνει ότι μεγάλος αριθμός κατοικιών - περιοχών συγκεντρώνονται από το ίδιο

αποχετευτικό δίκτυο, αντί να γίνεται επιτόπια επεξεργασία. Αποτέλεσμα της συνεχούς απομάκρυνσης νέο - πολεοδομημένων περιοχών από τα νοητά όρια μιας πόλης, αυξάνει το κόστος ανά κάτοικο για τη σύνδεσή τους με το κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο.

Ο βαθμός συγκέντρωσης είναι μία σημαντική παράμετρος που θα πρέπει να απασχολεί τον αρμόδιο μελετητή. Ο μελετητής καλείται να επιλέξει μεταξύ μικρού ή μεγάλου βαθμού συγκέντρωσης, δηλαδή εάν θα συγκεντρώσει τα απόβλητα μίας ολόκληρης πόλης ή πιθανόν και γειτονικών ή και μεμονωμένων κατοικιών, ή συγκροτημάτων κατοικιών σε μια κεντρική μονάδα και ενός μικρότερου βαθμού που θα τα συγκεντρώνει για επεξεργασία χωριστά (Garrido-Baserba et. al., 2014).

### **3.7.5 Οικονομίες κλίμακας**

Στην επιλογή συστημάτων διαχείρισης αστικών υγρών αποβλήτων είναι χρήσιμο να επεξηγηθεί πως και γιατί επιτυγχάνονται οικονομίες κλίμακας.

Με την αύξηση της δυναμικότητας της εγκατάστασης, μειώνεται το κόστος επεξεργασίας κατά μονάδα όγκου υγρών αποβλήτων. Σημαντικός παράγοντας σε αυτό είναι η εξειδίκευση εργασίας, που παρατηρείται με την αύξηση του αριθμού των εργαζομένων και την επέκταση του μηχανικού εξοπλισμού της μονάδας με αποτέλεσμα να προκύπτουν σημαντικά οφέλη από τη συνεχώς αυξανόμενη υποδιαίρεση των επιμέρους καθηκόντων και την εξειδίκευση των εργαζομένων σε κάθε ιδιαίτερη εργασία (Garrido-Baserba et. al., 2014). Επίσης, όταν υπάρχουν πολλά μηχανικά στάδια, επιτρέπεται μεγαλύτερη αξιοποίησή τους, εξαιτίας της ιδιαιτερότητάς τους. Συγκεκριμένα, για μία εφεδρική αντλία ανύψωσης υγρών, το κόστος που αναλογεί ανά μονάδα όγκου υγρών αποβλήτων είναι μικρότερο στην περίπτωση που έχουμε τρεις κύριες και μία εφεδρική από ότι μία κύρια και μία εφεδρική. Τέλος, σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις μπορεί να γίνουν μεγαλύτερες προμήθειες αγαθών σε προσφορότερες τιμές.

Τα παραπάνω ισχύουν μέχρι τα όρια, που η κατάσταση αυτή αντιστρέφεται σε αρνητικές οικονομίες κλίμακας. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μείωση της

διοικητικής αποτελεσματικότητας. Παράλληλα, επεκτείνεται η γραφειοκρατία και αυξάνει κατά πολύ το κόστος της διευθυντικής λειτουργίας. Έτσι, το κατά μονάδα κόστος αυξάνει ανάλογα.

Σε τέτοιες περιπτώσεις δεν είναι πάντοτε δυνατόν να προσδιοριστεί με ακρίβεια πότε αρχίζουν οι αρνητικές οικονομίες κλίμακας και πότε γίνονται τόσο ισχυρές, ώστε να εξουδετερώνουν τις θετικές οικονομίες κλίμακας.

### **3.7.6 Βαθμός συγκέντρωσης**

Η ορθή επιλογή του βαθμού συγκέντρωσης για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων επιβάλλει τη γνώση όλων των παραγόντων, που εισάγουν οικονομικές αξίες στο έργο. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση, μπορούν να διακριθούν δύο μεγάλες κατηγορίες. Το κόστος επεξεργασίας και το κόστος συγκέντρωσης, μεταφοράς και διάθεσης των υγρών στις κεντρικές μονάδες. Τα κόστη αυτά θα πρέπει να θεωρούνται ως οικονομικές τιμές και να αναλύονται στη διάρκεια ζωής του έργου.

Ο βαθμός συγκέντρωσης προσδίδει ένα επιπλέον κόστος, το οποίο οφείλεται κυρίως στην αύξηση κάλυψης του αποχετευτικού δικτύου. Συνεπώς, το συνολικό κόστος σύμφωνα με το βαθμό συγκέντρωσης συνίσταται στο κόστος επεξεργασίας, που μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους της μονάδας, και το κόστος συγκέντρωσης, που αυξάνει όσο αυξάνει ο αριθμός οικισμών και διαφόρων εγκαταστάσεων, που συνδέονται με το αποχετευτικό δίκτυο σε σχέση με τις μεταξύ τους αποστάσεις. Έτσι, το κόστος του αποχετευτικού δικτύου αυξάνει απαγορευτικά, όταν γίνει προσπάθεια να συνδεθούν πολύ απομακρυσμένες εγκαταστάσεις (Garrido-Baserba et. al., 2014).

Δεν είναι όμως μόνο το κόστος κατασκευής των δικτύων και η άντληση που αυξάνουν το κόστος συγκέντρωσης, αλλά και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της εγκατάστασης.

Επίσης, όταν τα υγρά απόβλητα μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις μπορούν να επικρατήσουν αναερόβιες συνθήκες με αποτέλεσμα την παράγωγή οσμών.

Στην περίπτωση αυτή απαιτούνται επιπρόσθετα έξοδα για τη στέγαση των έργων εισόδου και των πρώτων σταδίων επεξεργασίας, καθώς και για την μετέπειτα επεξεργασία.

Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι το κόστος συγκέντρωσης θα πρέπει να εξετάζεται συνολικά με το κόστος επεξεργασίας με οικονομική ανάλυση και να διερευνάται η δυνατότητα εφαρμογής της. Επομένως, σε μία αθροιστική αξιολόγηση των δύο συνιστωσών, το κόστος συγκέντρωσης μπορεί να εξουδετερώσει το όφελος της οικονομίας κλίμακας.

Ο καλύτερος βαθμός συγκέντρωσης βρίσκεται όταν το κόστος των δύο αυτών παραμέτρων ελαχιστοποιείται. Σε μια υποθετική περίπτωση, μετά από ένα βαθμό συγκέντρωσης, πιθανόν να μην ήταν οικονομικά αποδεκτή η σύνδεση άλλων κατοικιών-περιοχών, γιατί το πρόσθετο αυτό μοναδιαίο κόστος που θα προσέδιδαν θα ήταν μεγαλύτερο από το μοναδιαίο όφελος, που επιτυγχάνεται από την οικονομία κλίμακας

### **3.7.7 Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων**

Η όλη παραπάνω διαδικασία επεξεργασίας που περιγράφηκε, έχει σαν στόχο την επεξεργασία των λυμάτων προκειμένου να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν ξανά σε διάφορες χρήσεις. Ειδικότερα, η διαδικασία της επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων χρησιμοποιείται ως μέσο παραγωγής κατάλληλης ποιότητας νερού για διάφορες ωφέλιμες χρήσεις, όπως (Garrido-Baserba et. al., 2014):

- άρδευση γεωργικών εκτάσεων και κοινόχρηστων χώρων,
- βιομηχανική χρήση, όπως ψύξη,
- εμπλουτισμό υδροφορέων και
- άλλες χρήσεις, όπως δημιουργία λιμνών και πυρόσβεση.

Η επιλογή ενός κατάλληλου σχήματος επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό:

- στον περιορισμό έως και την πλήρη εξάλειψη των ρυπαντών,

- στην εξοικονόμηση εναλλακτικών πηγών νερού,
- σε οικονομικά οφέλη από τις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται στις εκροές υγρών αποβλήτων.

Η σημασία της ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων στην ενιαία διαχείριση των υδατικών πόρων μιας περιοχής, είναι πολύ σημαντική διαδικασία και έχει αναγνωριστεί ευρέως για τις πολλές εφαρμογές της σε όλα τα μέρη του κόσμου.

Την σημερινή εποχή, οι διαθέσιμες τεχνολογίες (δείτε παρακάτω) δίνουν την δυνατότητα επίτευξης της τελικής κατάλληλης εκροής για κάθε είδους χρήση. Το επιπλέον κόστος σε τέτοιες περιπτώσεις είναι συνήθως μικρότερο από αυτό της οποιασδήποτε άλλης πηγής εξοικονόμησης νερού (Garrido-Baserba et. al., 2014).

#### Άρδευση γεωργικών εκτάσεων

Κατά την εφαρμογή των επεξεργασμένων εκροών υγρών αποβλήτων στο έδαφος, πραγματοποιείται μια πρόσθετη επεξεργασία, η οποία οφείλεται στη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους, στην προσρόφιση ρυπαντών και παθογόνων στα κολλοειδή του εδάφους, στην εξάχνωση οργανικών ρυπαντών και στη πρόσληψη θρεπτικών από τα φυτά.

Συνεπώς επιτυγχάνεται μια περαιτέρω μείωση των ρυπαντικών φορτίων. Με την εφαρμογή των προ-επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Η εφαρμογή της εκροής μπορεί επίσης να γίνει με επιφανειακές ή με υπο - επιφανειακές μεθόδους.

Οι εκροές υγρών απόβλητων περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών που μπορεί να περιορίσουν την χρήση εμπορικών λιπασμάτων. Σε πολλές χώρες όπως το Ισραήλ, την Κύπρο, την Αμερική και την Ν. Αφρική, η τεχνολογία και η νομοθεσία επιτρέπει την πλήρη χρήση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για λόγους άρδευσης. Ειδικότερα στο Ισραήλ, το 25 % του αρδευτικού νερού προέρχεται από τις εκροές επεξεργασμένων υγρών



αποβλήτων. Στην Ελλάδα, έχει αρχίσει να εξετάζεται σοβαρά η ανακύκλωση του νερού τα τελευταία έτη. Υπολογίζεται ότι με μεγαλύτερη επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων δευτεροβάθμιας επεξεργασίας από μονάδες, που ευρίσκονται σε περιοχές ελλειμματικές σε υδατικούς πόρους, θα ήταν δυνατόν να εξοικονομηθεί ποσότητα ισοδύναμη με το 3,2 % του χρησιμοποιούμενου αρδευτικού νερού στην Ελλάδα (Di Nardo et. al., 2017).

#### Άρδευση κοινόχρηστων χώρων

Η χρήση εκροών υγρών αποβλήτων για άρδευση κοινόχρηστων χώρων όπως για παράδειγμα πάρκα και νησίδες κήπων αποτελεί μια διαδεδομένη πρακτική σε πολλές προηγμένες χώρες. Η προστασία της δημόσιας υγείας ιδιαίτερα σε χώρους με αυξημένη πρόσβαση του κοινού αποτελεί το σημαντικότερο ενδιαφέρον στις περιπτώσεις αυτές.

Η εφαρμογή υψηλού επιπέδου επεξεργασίας και πρακτικών που περιορίζουν τους κινδύνους για την δημόσια υγεία όπως η εφαρμογή άρδευσης τις βραδινές ώρες θα πρέπει να εφαρμόζονται για την μείωση των κινδύνων.

#### Άρδευση δασικών εκτάσεων και πυροπροστασία

Τα φυτά των δασών έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να αρδευτούν με χαμηλής ποιότητας εκροή. Η υψηλή περιεκτικότητα των επεξεργασμένων υγρών σε θρεπτικά συστατικά βοηθά στη γρήγορη ανάπτυξη των δένδρων. Στη Χαλκίδα, ολοκληρώθηκε ένα έργο άρδευσης δασικών εκτάσεων 300 στρεμμάτων περίπου με τη χρήση 14.000 m<sup>3</sup>/ημέρα εκροών επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

Η πρόκληση των πυρκαγιών, ειδικά τους θερινούς μήνες είναι μεγάλη. Οι φωτιές μεταδίδονται κυρίως με τη βοήθεια των ανέμων, δια μέσου της αποξηραμένης επιφανειακής βλάστησης. Ένας γνωστός τρόπος παρεμπόδισης της πορείας της φωτιάς είναι με τη δημιουργία αντιπυρικών ζωνών, δηλαδή με την απομάκρυνση κάθε είδους φυτικής βλάστησης από τις ζώνες αυτές.

Με την εφαρμογή επεξεργασμένων εκροών για άρδευση ζωνών σε μια δασική έκταση μπορούν να δημιουργηθούν αντίστοιχες ζώνες προστασίας πρασίνου. Το

μέγεθος της ζώνης προστασίας θα καθοριστεί από το ύψος των δέντρων και τη μέγιστη ένταση των ανέμων.

Η φυτική βλάστηση που θα αρδεύεται με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα θα αποτελέσει ασπίδα προστασίας για διάφορες περιοχές. Η συνολική διαχείριση των επεξεργασμένων εκροών για πυροπροστασία, προϋποθέτει τη συγκέντρωση σημαντικών ποσοτήτων εκροών σε δεξαμενή ή στεγανή λίμνη κατά προτίμηση σε περιοχή με μεγαλύτερο υψόμετρο από την περιοχή που πρόκειται να πραγματοποιηθεί η άρδευση.

Τα όμβρια νερά μπορούν υπό προϋποθέσεις να συλλεχθούν και να τροφοδοτήσουν την ίδια δεξαμενή ή λίμνη. Ο σχεδιασμός του ωφέλιμου όγκου για τον αποθηκευτικό χώρο, γίνεται με βάση την ετήσια τροφοδοσία σε επεξεργασμένα υγρά, μείον τις ανάγκες για άρδευση.

## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από βιομηχανίες**

### **4.1 Γενικά**

Η αυξανόμενη ανησυχία των ανεπτυγμένων χωρών για την υγεία και το περιβάλλον, σε συνδυασμό με την επίδραση που ασκούν οι διαφορετικοί τύποι των αποβλήτων που παράγονται από τον άνθρωπο απαιτεί την κατάλληλη διαχείρισή τους ούτως ώστε να μετριάσουν στο μεγαλύτερο βαθμό τα αρνητικά αποτελέσματα. Οι μέθοδοι διαχείρισης που ακολουθούνται ιδιαίτερα για τα επικίνδυνα και τοξικά απόβλητα περιλαμβάνει τη θερμική επεξεργασία, την ανάκτηση των υλικών καθώς και την υγειονομική ταφή. Όμως, στις επόμενες δεκαετίες προβλέπεται η υγειονομική ταφή να αποτελέσει το τελευταίο μέσο διαχείρισης που θα προτιμάται γενικά από τα κράτη (Windfeld, et al., 2015).

Λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας δίνεται η ευκαιρία να αναπτυχθούν νέες μέθοδοι, οι οποίες θα συμβάλλουν στην περαιτέρω χρήση των συστημάτων ανάκτησης υλικών και των τεχνικών καύσης που ανακτούν ενέργεια, ενώ το ίδιο θα συμβεί και για τις άλλες τεχνικές θερμικής επεξεργασίας όσον αφορά στα στερεά επικίνδυνα απόβλητα.

Τα τελευταία χρόνια, το πρόβλημα της διασυννοριακής κίνησης τοξικών και επικίνδυνων αποβλήτων έχει λάβει σοβαρές διαστάσεις και έχει δημιουργήσει έντονη ανησυχία και προβληματισμό σε όλο τον κόσμο. Η αύξηση της παραγωγής εκ μέρους των βιομηχανικών χωρών, η εντελώς ανεύθυνη διαχείρισή τους και η ανεξέλεγκτη μεταφορά τους σε χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου δημιουργούν έναν τεράστιο κίνδυνο των επιπτώσεων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Στις βιομηχανοποιημένες κοινωνίες ο τρόπος ζωής έχει αλλάξει σε σημείο που να παράγονται πολύ μεγαλύτερες ποσότητες απορριμμάτων (εκτιμάται ότι το κάθε άτομο ξεχωριστά παράγει κατά μέσο όρο 1 κιλό απορρίμματα ανά ημέρα). Για τον λόγο αυτόν, η διεργασία της συλλογής των αποβλήτων θεωρείται σπουδαίας σημασίας για την ορθή διαχείριση των απορριμμάτων, για πολλούς λόγους. Καταρχήν, συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην αποφυγή υψηλού

ποσοστού δαπάνης που πλησιάζει το 70-85 % του συνολικού κόστους που απαιτεί η διαχείριση. Επιπλέον, παρέχει ένα καθαρό περιβάλλον στις πόλεις και τους κατοίκους. Η οργάνωση ενός συστήματος συλλογής απαιτεί την μελέτη ορισμένων παραμέτρων, όπως (Panagiotidou, et al., 2015):

- την επιλογή των κατάλληλων σημείων συλλογής
- το προσδιορισμό της συχνότητας συλλογής των απορριμμάτων από τους κάδους
- το προσδιορισμό των δρομολογίων συλλογής των απορριμματοφόρων
- την επιλογή κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού και προσωπικού που απαιτείται για τη συλλογή.

Ωστόσο, η μη σωστή εποπτεία για τη διαχείριση των απορριμμάτων δημιουργεί πολλά προβλήματα. Οι κίνδυνοι για την υγεία επαυξάνονται κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ η συλλογή των αποβλήτων θα πρέπει να γίνεται ανά μια ημέρα (ή δυο το πολύ). Όσον αφορά τις μη αστικές περιοχές, λόγω της μικρότερης γεωγραφικής έκτασης και των λιγότερων κατοίκων υπάρχουν περιθώρια να υλοποιείται η συλλογή μία με δυο φορές την εβδομάδα.

Όσον αφορά την ύπαρξη μεγάλων ή ογκωδών οικιακών αντικειμένων, λόγω της πρακτικής δυσκολίας που παρουσιάζει η συλλογή και μεταφορά τους είναι φυσικό να προκύπτουν προβλήματα σε αρκετές περιοχές. Με σκοπό να ξεπεραστούν τα εμπόδια και να γίνει απρόσκοπτη η εν λόγω διαδικασία εφαρμόζονται τρεις μέθοδοι ανάλογα με την ιδιαιτερότητα που παρουσιάζουν (Panagiotidou, et al., 2015):

Ενδείκνυται τα ογκώδη αντικείμενα να συλλέγονται μαζί με τα καθιερωμένα απορρίμματα με τη βοήθεια απορριμματοφόρων που διαθέτουν πρέσα. Για τη διευκόλυνση αυτής της διεργασίας είναι απαραίτητο να υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός, ο οποίος δύναται να δεχτεί τα αντικείμενα αυτά.

Ενδείκνυται να υλοποιείται αυτή η διαδικασία σε σύντομο χρονικό διάστημα και θα πρέπει να αποτελεί μια ξεχωριστή Υπηρεσία Συλλογής Οικιακών Ογκωδών

Απορριμμάτων του Δήμου που θα αναλαμβάνει την απομάκρυνση ογκωδών αντικειμένων από οικίες (καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα αντικειμένων, τα οποία δεν χωρούν κανονικά σε κάδους σκουπιδιών), ενώ θα πρέπει τα σημεία να είναι προκαθορισμένα και γνωστά από τους πολίτες (Rhyner, et al., 2017).

Επιπλέον, θα πρέπει να μπορούν οι πολίτες να ζητήσουν μια συλλογή ογκωδών απορριμμάτων τηλεφωνώντας σε αυτήν την υπηρεσία δίνοντας τα στοιχεία τους. Ο γενικός κανόνας θα είναι να πάρουν τα ογκώδη αντικείμενα και να τα τοποθετήσουν στο μπροστινό μέρος του ακινήτου και να είναι σαφώς ορατά και προσβάσιμα από το δρόμο ούτως ώστε τα πληρώματα συλλογής απορριμμάτων να ειδοποιήσουν την υπηρεσία καθαριότητας.

Η ίδια διαδικασία θα εφαρμόζεται και για τα υπολείμματα της αποτέφρωσης ή μηχανικής διαλογής καθώς δεν είναι εύκολο για τον κάθε πολίτη ξεχωριστά να τα διώξει από το χώρο του. Ή υπάρχουν σε διάφορες εγκαταστάσεις και πρακτικά δεν δύναται να μεταφερθούν με άλλο τρόπο. Έτσι, θα υπάρχουν ειδικοί χώροι για την τοποθέτησή τους οι οποίοι θα διαφέρουν αναλόγως του βαθμού τοξικότητας που αυτά διαθέτουν (Briassoulis, et al., 2014).

## **4.2 Βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου**

Η βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου είναι η κινητήριος δύναμη για την οικονομική ανάπτυξη της χώρας, ενώ ανάπτυξη παρουσιάζουν και οι άλλοι κλάδοι της βιομηχανίας, με αποτέλεσμα η χώρα να θεωρείται σαν μία από τις πλέον αναπτυσσόμενες χώρες διεθνώς.

Τα σημαντικότερα εξαγωγικά προϊόντα είναι πετρέλαιο και προϊόντα πετρελαίου, ενώ στις εισαγωγές υπερτερούν τα μηχανήματα, τα αγαθά πολυτέλειας, οι πρώτες ύλες για την τοπική βιομηχανία και βιοτεχνία και τα δομικά υλικά.

Για τη συλλογή και επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων πετρελαίου και φυσικού αερίου η ευθύνη βαρύνει τον ιδιωτικό τομέα. Γενικά, εφαρμόζεται η διαλογή των απορριμμάτων ενώ λειτουργεί απρόσκοπτα η αποθήκευση σε

χωματερές (Panagiotidou, et al., 2015).

### **4.3 Διαχείριση αποβλήτων από γαλακτοβιομηχανίες**

Σε μια επιχείρηση παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων, η πλειονότητα των οργανικών αποβλήτων θα είναι πιθανώς κοπριά συνδυασμένη με αλλοιωμένο σανό και ζωοτροφές. Η προσθήκη λιπασματοποίησης στο έδαφος αυξάνει την περιεκτικότητα σε οργανικά υλικά. Αυτό, με τη σειρά του, αυξάνει τον πληθυσμό και την ποικιλομορφία των ευεργετικών μικροοργανισμών και των γαιοσκωλήκων στο έδαφος και ως εκ τούτου βελτιώνει πολλά χαρακτηριστικά του εδάφους και επιτρέπει την αργή απελευθέρωση θρεπτικών ουσιών για καλλιέργεια κατά τα επόμενα έτη.

Ο έλεγχος της οσμής των αποθηκευμένων ζωικών αποβλήτων και η ικανοποιητική διάθεσή τους είναι δύο από τα πιο δύσκολα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι γαλακτοπαραγωγοί. Τα συστήματα διακίνησης απορριμμάτων μπορεί να κυμαίνονται από καθαριστικό υδρορροής και καθημερινή μεταφορά με διανεμητή κοπριάς σε εκτεταμένη αποθήκευση σε δεξαμενές από σκυρόδεμα, των οποίων το περιεχόμενο αντλείται και εξαπλώνεται περιοδικά. Η καθημερινή μεταφορά απαιτεί τη χαμηλότερη επένδυση στον εξοπλισμό, αλλά έχει το μειονέκτημα του υψηλότερου κόστους εργασίας και του κινδύνου δυσμενών καιρικών συνθηκών, του εδάφους ή των συνθηκών καλλιέργειας. Τα δάπεδα με αποθηκευτικό χώρο κάτω από το κτίριο προσφέρουν ένα κατάλληλο σύστημα για τη διαχείριση της κοπριάς με ελάχιστη εργασία. Πρέπει να παρέχονται προσεκτικά σχεδιασμένα συστήματα εξαερισμού μεγάλης χωρητικότητας για όλες τις περιορισμένες μονάδες (Das, et al., 2016).

### **4.4 Διαχείριση υγρών αποβλήτων από ελαιοτριβεία**

Τα απόβλητα ελαιοτριβείων αποτελούν σημαντικό παράγοντα ρύπανσης για τις περιοχές παραγωγής ελαιολάδου αλλά και σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί για τη γεωργική βιομηχανία. Οι κυριότεροι λόγοι είναι:

Οι μεγάλες ποσότητες αποβλήτων παράγονται σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα, το οποίο, ιδανικά, πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία ή να διατεθεί με ασφάλεια για το περιβάλλον πριν από την έναρξη της επόμενης παραγωγικής περιόδου. Παρόλο που οι παραγόμενοι όγκοι αποβλήτων εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως η ποικιλία της ελαιοκαλλιέργειας, το στάδιο ωριμότητας, την αποθήκευση πριν από τη μεταποίηση, το χρόνο διαχωρισμού του ελαιολάδου από την καλλιέργεια, το διαθέσιμο νερό για τη μεταποίηση, για κάθε 100 κιλά ελαιοκαλλιέργειας παράγονται 100-120 κιλά υγρών αποβλήτων, ενώ η μέση ημερήσια παραγωγή ανά μύλο κυμαίνεται μεταξύ 15 και 20 τόνων.

Μερικά από τα φυσικοχημικά απόβλητα μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στους αποδέκτες, όπου είναι διατεταγμένοι (π.χ. ευτροφισμός, τοξικά φαινόμενα στην υδρόβια πανίδα, φυτοτοξικότητα, αισθητική υποβάθμιση).

Το ουσιαστικά υψηλό οργανικό φορτίο, το οποίο συνίσταται από ενώσεις / ουσίες που μπορούν εύκολα να αποσυντεθούν (π.χ. σάκχαρα, οργανικά οξέα, αμινοξέα, πρωτεΐνες) και από ουσίες που αποσυντίθενται με δυσκολία (π.χ., λίπη, πολυφαινόλες). Τα απόβλητα περιέχουν πολύ υψηλή συγκέντρωση πολυφαινολών, οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν εμφάνιση βιοτοξικών φαινομένων στους αποδέκτες. Τα απόβλητα ελαιοτριβείων περιέχουν επίσης πολλά ανόργανα συστατικά (άζωτο, φώσφορο, νάτριο, κάλιο, σίδηρο κ.λπ.) (Kavvadias, et al., 2010).

Ακόμη και αν αυτά τα ανόργανα συστατικά δεν είναι τοξικά, η σχετικά υψηλή συγκέντρωσή τους και η περιοδικά επαναλαμβανόμενη διάθεση μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στο περιβάλλον. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι όσον αφορά τη σύνθεση των αποβλήτων του ελαιοτριβείου, οι τιμές των παραμέτρων που δίδονται στη βιβλιογραφία σπανίως έχουν την ίδια αξία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα ελαιοτριβεία έχουν εποχιακή λειτουργία, χρησιμοποιούν διαφορετική τεχνολογία, ενώ οι καλλιέργειες που μεταποιούνται καθημερινά έχουν διαφορετική προέλευση-επεξεργασία-ποικιλία. Η σύνθεση των αποβλήτων διαφέρει επίσης από χώρα σε χώρα (Kavvadias, et al., 2010).

#### **4.5 Διαχείριση αποβλήτων από την παραγωγή ζύθου**

Στα οινοποιεία κατά τη διάρκεια παραγωγής κρασιού και ζύθου δημιουργούνται απόβλητα είτε από τα υλικά που δεν χρειάζονται έπειτα από τη χρήση των σταφυλιών όπως κουκούτσια, φλούδες, φύλλα, απορρίμματα που προκύπτουν από τη ζύμωση. Επικίνδυνες συνθήκες, δημιουργούνται κατά τη διαδικασία θείωσης τόσο του γλεύκους, όσο και αργότερα του ζύθου. Το θειώδες είναι ουσία πτητική και τοξική για τον ανθρώπινο οργανισμό κατά την εισπνοή του. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό ο χώρος παρασκευής να αερίζεται επαρκώς (Γούσιου, 2010).

Τα υγρά απόβλητα πρέπει να φεύγουν στην αποχέτευση μέσω ενός ανοιχτού φρεατίου. Για διαφύλαξη της υγιεινής του χώρου, θα πρέπει να είναι στεγανοποιημένο το φρεάτιο αυτό. Για την καλύτερη διατήρηση του επιπέδου υγιεινής, καλό θα ήταν να υπάρχει σύστημα καθαρισμού, τόσο του χώρου όσο και των δεξαμενών, με μηχάνημα παραγωγής ατμού. Έτσι, υπάρχει καλή αποστείρωση και καθαρισμός και κατ' επέκταση μειώνονται οι κίνδυνοι επιμόλυνσης του γλεύκους ή του κρασιού. Τέλος, για καλύτερη λειτουργία του οινοποιείου, διαπιστώνεται η ανάγκη τοποθέτησης γραμμής εμφιάλωσης στον υπάρχοντα χώρο.

Για να διασφαλισθεί η ορθή λειτουργία του συστήματος HACCP και κατ' επέκταση η εύρυθμη λειτουργία του οινοποιείου, θα πρέπει η διοίκηση να εξασφαλίσει τους απαραίτητους πόρους που χρειάζονται για τον αναγκαίο εξοπλισμό ή τροποποίηση του χώρου οινοποίησης.

#### **4.6 Διαχείριση αστικών αποβλήτων**

Η διαχείριση αστικών στερεών αποβλήτων αποτελεί ένα περίπλοκο πεδίο διαβούλευσης, το οποίο χαρακτηρίζεται για τη πολυπλοκότητα και τη διαφορετικότητα του (Liu et al.2013).

Ο σχεδιασμός, ο οποίος σχετίζεται με τη διαχείριση των αστικών αποβλήτων,



καλείται να αντιμετωπίσει προκλήσεις όπως τη συνεχή αύξηση του πληθυσμού, τη γήρανση, την επιβάρυνση των τοπικών οικονομιών λόγω της οικονομικής κρίσης, η οποία αποτελεί σήμερα βασικό ρυθμιστή της παγκόσμιας οικονομίας (Benito-Lopez et al. 2011).

Η Δημόσια Διοίκηση, η οποία έχει τη βασική ευθύνη στην οργάνωση και ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης αποβλήτων, επιφορτίζεται με την εύρυθμη εφαρμογή του. Συγκεκριμένα, θα πρέπει μέσα από τις επιλεγμένες στρατηγικές να στοχεύσει από τη μια στην αποδοτικότητα και από την άλλη στη παροχή ποιοτικών υπηρεσιών (Plata-Diaz et al. 2014).

Σήμερα όλες οι ανεπτυγμένες χώρες εφάρμοσαν μεθόδους και κατευθύνσεις για την υιοθέτηση αποτελεσματικών πρακτικών, οι οποίες είναι ικανές να αντιμετωπίσουν όλες τις πιθανές προκλήσεις που ανακύπτουν σε επίπεδο διαχείρισης απορριμμάτων. Οι προκλήσεις αυτές αναφέρονται στη διαχείριση προβλημάτων για το περιβάλλον, τη κοινωνία και την οικονομία (Rentizelas et al. 2014).

Στη παρούσα φάση, η κατάσταση των αποβλήτων στην Ελλάδα, εκπορεύεται από το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, το οποίο εστιάζει σ' ένα νέο εναλλακτικό μοντέλο διαχείρισης αποβλήτων φιλικό για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Οι άξονες δράσεις του είναι: α) Η αποκέντρωση των δράσεων σε επίπεδο δήμων, β) Η ποιοτική αναβάθμιση των δήμων και η ποσοτική ενίσχυση της ανακύκλωσης με εστίαση στη διαδικασία της διαλογής, την ανάπτυξη μικρών μονάδων επεξεργασίας, την ενθάρρυνση της κοινωνικής συμμετοχής, και την κατοχύρωση του δημόσιου χαρακτήρα (ΥΠΕ, 2015).

Επιπροσθέτως, το ΕΣΔΑ εστιάζει από τη μια στην εναρμόνιση της εθνικής με τη κοινοτική πολιτική και από την άλλη στην ανταποκρισιμότητα της Ελλάδας στις παρούσες ανάγκες της εποχής, οι οποίες επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την οικονομική κρίση που αφορούν τη μείωση του κόστους και η διαχείριση προς όφελος της κοινωνίας των πολιτών. Οι στόχοι για το 2020 είναι οι ακόλουθοι: α) τα κατά κεφαλή απόβλητα να μειωθούν σε μεγάλο βαθμό, β) η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση με χωριστή συλλογή να εφαρμόζεται στο 50 % των αστικών αποβλήτων, γ) η ανάκτηση ενέργειας να είναι μια

συμπληρωματική διαδικασία, η οποία θα εφαρμόζεται όταν έχουν εξαντληθεί τα περιθώρια κάθε άλλου είδους ανάκτησης, δ) η υγειονομική ταφή να αποτελεί την τελευταία επιλογή (ΥΠΕ, 2015).

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> Συμπεράσματα

Η διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα εξακολουθεί να είναι ένα σημαντικό ζήτημα, ενώ έχει ακόμη πολύ δρόμο να διατρέξει προκειμένου να επιτευχθούν τα απαιτούμενα επίπεδα διαχείρισής τους. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι στη χώρα μας οι ΟΤΑ μέχρι σήμερα δεν εφαρμόζουν τα ανάλογα προγράμματα για το σύνολο των διεργασιών που περιλαμβάνουν, τη συλλογή και μεταφορά τους. Έτσι, παρατηρείται μεγάλη δαπάνη που περιλαμβάνει καύσιμα καθώς και τα ημερομίσθια των εργατών (Plata-Diaz et al. 2014).

Η αναζήτηση για πιο αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων έχει οδηγήσει σε προγράμματα ανακύκλωσης σε πολλούς δήμους, και παρόλο που οι πρωτοβουλίες αυτές έχουν δείξει αυξημένη συμμετοχή και ελπιδοφόρα αποτελέσματα, η ζήτηση για πιο ολοκληρωμένα και αποτελεσματικά προγράμματα παραμένει.

Το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων στη χώρα μας αποκτά μεγαλύτερες διαστάσεις το καλοκαίρι λόγω και της αυξανόμενης άφιξης τουριστών, καθώς προκύπτουν χωρικές και εποχιακές διακυμάνσεις τόσο στο ποσοστό όσο και στη σύσταση των παραγομένων αποβλήτων. Έτσι, πολλοί νησιωτικοί προορισμοί, των οποίων η μορφολογική δομή είναι ασβεστολιθική, λόγω της φύσεως των εδαφών δεν δύναται να αποτελέσουν καλοί αποδέκτες απορριμμάτων με αποτέλεσμα να είναι αρκετά δύσκολο να επιλυθεί το πρόβλημα (Rentizelas et al.2014).

Παρά τις νομικές πράξεις που εκδίδονται, η ακατάλληλη διάθεση αποβλήτων και με τις πρακτικές διαχείρισης που ακόμα εξακολουθούν να υφίστανται είχαν ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων, την ατμοσφαιρική ρύπανση και τις δασικές πυρκαγιές. (Benito-Lopez et al. 2011).

Προκειμένου να υλοποιηθεί ένα πρόγραμμα ορθής διαχείρισης των αποβλήτων είναι σημαντική η μελέτη συγκεκριμένων τεχνικών προδιαγραφών, αλλά και ένα σύστημα έκδοσης αδειών που να επιτρέπει τη συλλογή και μεταφορά των στερεών αποβλήτων (Plata-Diaz et al. 2014).

Επιπλέον, πάρθηκαν μέτρα για την πρόληψη της ρύπανσης μέσω της

αναθεώρησης μιας Ευρωπαϊκής νομοθεσίας. Πιο συγκεκριμένα, η μεθοδολογία της νομοθεσίας για την ατμοσφαιρική ρύπανση είχε ως σκοπό να ρυθμίσει τις πηγές που ρυπαίνουν τον αέρα, σε μια προσπάθεια να περιοριστεί το ποσό της ρύπανσης που προκαλείται. (ΥΠΕ,2015).

Η Ελλάδα ήδη έχει εφαρμόσει την αντίστοιχη Ευρωπαϊκή νομοθεσία, η οποία αποβλέπει στην υιοθέτηση συγκεκριμένων μέτρων που σχετίζονται με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων και αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

- δημιουργία ολοκληρωμένου εθνικού προγράμματος με σκοπό την ασφαλή διαχείριση των αποβλήτων.
- πλήρης εξυγίανση των ανενεργών χωματερών.
- ανάπτυξη καινούργιων χώρων υγειονομικής ταφής και κατασκευή μονάδων λιπασματοποίησης.
- υιοθέτηση ενός δυναμικού τεχνικού μοντέλου που περιλαμβάνει όλα τα στάδια διαχείρισης: συλλογή, επεξεργασία και διάθεση των αποβλήτων.
- κατασκευή ειδικών εγκαταστάσεων, όπου θα δέχονται και θα υλοποιούν την επεξεργασία των αγροτικών και επικίνδυνων προϊόντων.

Οι επενδυτικές ευκαιρίες στον τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων είναι μεγάλες. Ωστόσο, το κράτος ακόμη αδυνατεί να ανταποκριθεί πλήρως στην ανάγκη υιοθέτησης καινοτόμων τεχνολογιών. Όμως, από τη στιγμή που θα υιοθετηθεί κάποια τεχνολογία που ήδη ακολουθείται στο εξωτερικό πρέπει να συμβαδίζει με τα ελληνικά δεδομένα (π.χ. κλιματολογικές συνθήκες, οικονομική ανάπτυξη κλπ). Επειδή κάθε χώρα έχει τις δικές της ιδιαιτερότητες θα πρέπει να μελετηθεί πολύ η κάθε νέα τεχνολογία προκειμένου να βρεθεί εκείνη που να συμβαδίζει απόλυτα με τις ανάγκες που έχει η χώρα μας (να ταιριάζει με το τοπικό περιβάλλον) (ΥΠΕ,2015).

Η σωστή διαχείριση των αποβλήτων είναι ένα θέμα μεγάλου ενδιαφέροντος για τις επιπτώσεις της σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας. Τα σημεία της οδηγίας, τα οποία περιγράφουν τους κανόνες για

τα αστικά στερεά απόβλητα, περιγράφονται παρακάτω (ΥΠΕ,2015):

- Οι κανόνες αυτοί θα αφορούν στα αντικείμενα των οποίων η χρησιμοποίησή τους δεν εξυπηρετεί πια κάποιον σκοπό για τον κάτοχό τους και επιθυμεί ή δεσμεύεται να απαλλαγεί από αυτά σύμφωνα με τις εθνικές διατάξεις όλων των χωρών – μελών.
- Οι χώρες μέλη είναι επιφορτισμένες να δίνουν κίνητρα στους πολίτες ούτως ώστε όταν εκείνοι παράγουν απορρίμματα, αυτομάτως να προβαίνουν σε ανακύκλωση ή να τα μεταποιούν ούτως ώστε αυτά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκ νέου.
- Προκειμένου να υλοποιηθούν τα μέτρα αυτά κρίνεται επιβεβλημένη η συμμετοχή σε ένα συλλογικό έργο μεταξύ των χωρών – μελών ούτως ώστε να αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο δίκτυο εγκαταστάσεων στο οποίο θα συγκεντρώνονται εκεί όλα τα απορρίμματα. Έτσι, θα μπορεί η Κοινότητα με τις δικές της δυνάμεις να έχει επάρκεια υλικών και κάθε κράτος μέλος να υλοποιεί αυτόν τον στόχο.
- Κάθε πολίτης που παράγει απόβλητα να μπορεί να τα διαθέτει σε έναν δημόσιο ή ιδιωτικό φορέα αποκομιδής, ή να τα διαθέτει σε ιδιωτική επιχείρηση, η οποία έχει ειδικές εγκαταστάσεις ή τέλος με δική του πρωτοβουλία να μεριμνά για την τελική τους διάθεση, στο πλαίσιο πάντα των κανόνων που θεσπίζει η Ε.Ε. Επιπλέον, γίνεται αντιληπτό ότι οι επιχειρήσεις που θα αναλάβουν αυτό το έργο πρέπει να πληρούν τις γενικές και τεχνικές προδιαγραφές που απαιτούνται.
- Επιπλέον, οι μονάδες-επιχειρήσεις που αξιοποιούν τα απόβλητα οι οποίες στην ουσία και οι ίδιες παράγουν τα δικά τους οφείλουν να διαθέτουν ειδική άδεια.
- Ο πολίτης που παραδίδει τα στερεά απόβλητά του σε φορέα ή επιχείρηση αποκομιδής οφείλει επίσης να πληρώσει κάποιο φόρο βάσει των συνθηκών της Ευρωπαϊκής αρχής ‘Ο ρυπαίνων πληρώνει’.

Τέλος, βάσει των κανόνων που περιλαμβάνει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία, είναι επιβεβλημένο να υπάρχει μια ισόρροπη διάταξη στη διεργασία αποδοχής των

στερεών αποβλήτων στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων. Πιο αναλυτικά είναι απαραίτητο:

- Τα απόβλητα να υπόκεινται σε μια συγκεκριμένη διεργασία προτού τοποθετηθούν στο χώρο ταφής βάσει ορισμένων κριτηρίων, ενώ όσον αφορά στα επικίνδυνα απόβλητα πρέπει να τοποθετούνται σε ειδικά εξοπλισμένες μονάδες ταφής για επικίνδυνα απόβλητα.
- Τα μη επικίνδυνα απόβλητα (τα αστικά) να τοποθετούνται σε χώρους ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων.
- Οι χώροι ταφής για αδρανή απόβλητα, καθώς αυτά δεν αποτελούν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία, να προορίζονται μονάχα για τα αδρανή απόβλητα.

## Βιβλιογραφία

- Benito-López, B., Moreno-Enguix, M.R., Solana-Ibañez, J. (2011). Determinants of efficiency in the provision of municipal street-cleaning and refuse collection services. *Waste Management*, 31, 1099–1108.
- Briassoulis, D., Hiskakis, M., Karasali, H., & Briassoulis, C. (2014). Design of a European agrochemical plastic packaging waste management scheme— Pilot implementation in Greece. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 72-88.
- Conway, J. R., Adeleye, A. S., Gardea-Torresdey, J., & Keller, A. A. (2015). Aggregation, dissolution, and transformation of copper nanoparticles in natural waters. *Environmental Science & Technology*, 49, 2749-2756.
- Das, B., Sarkar, S., Sarkar, A., Bhattacharjee, S., & Bhattacharjee, C. (2016). Recovery of whey proteins and lactose from dairy waste: A step towards green waste management. *Process Safety and Environmental Protection*, 101, 27-33.
- David, W., Hee, J., Matthew, N., Kristin, C., & David, R. (2017). Life Cycle Water Footprint Analysis for Rapeseed Derived Jet Fuel in North Dakota. *ACS Sustainable Chemistry*. 5.5 (2017): 3845-3854
- Di Nardo, A., Di Natale, M., Giudicianni, C., Musmarra, D., Varela, J. R., Santonastaso, G. F., ... & Tzatchkov, V. (2017). Redundancy features of water distribution systems. *Procedia Engineering*, 186, 412-419.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013). Water Scarcity. Available from: <http://www.fao.org/land-water/water/water-scarcity/en/> [20.6.2018]
- Garrido-Baserba, M., Hospido, A., Reif, R., Molinos-Senante, M., Comas, J., and Poch, M. (2014). Including the environmental criteria when selecting a

wastewater treatment plant. *Environmental Modelling & Software*, 56, 74-82

- Gohari, A., Eslamian, S., Mirchi, A., Abedi-Koupaei, J., Bavani, A. M., & Madani, K. (2013). Water transfer as a solution to water shortage: a fix that can backfire. *Journal of Hydrology*, 491, 23-39.
- Hounslow, A. (2018). *Water quality data: analysis and interpretation*. CRC press.
- kastor (2018) Ανάκτηση από: [http://kpe-kastor.kas.sch.gr/biodiversity\\_site/b/chemical\\_pollution.htm](http://kpe-kastor.kas.sch.gr/biodiversity_site/b/chemical_pollution.htm) [3.7.2018]
- Martin, J. L., & McCutcheon, S. C. (2018). *Hydrodynamics and transport for water quality modeling*. CRC Press.
- Molyneux, P. (2018). *Water-Soluble Synthetic Polymers: Volume II: Properties and Behavior*. CRC press.
- Nightingale, A. M., Beaton, A. D., & Mowlem, M. C. (2015). Trends in microfluidic systems for in situ chemical analysis of natural waters. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 221, 1398-1405.
- Panagiotidou, N., Stavrakakis, G. S., & Diakaki, C. (2015). Sustainable urban solid waste management planning with the use of an advanced interactive decision support system based on the PROMETHEE II method. *International Journal of Decision Support Systems*, 1, 294-324.
- Plata-Díaz, A.M., Zafra-Gómez, J.L., Pérez-López, G., López-Hernández, A.M. (2014). Alternative management structures for municipal waste collection services: The influence of economic and political factors. *Journal of Environmental Management*, 34, 1967–1976.
- Ramalho, R. (2012). *Introduction to wastewater treatment processes*. Elsevier.



- Rentizelas, A.A., Tolis, A.I., Tatsiopoulou, I.P. (2014). Combined Municipal Solid Waste and biomass system optimization for district energy applications. *Waste Management*, 34, 36–48.
- Rhyner, C. R., Schwartz, L. J., Wenger, R. B., & Kohrell, M. G. (2017). *Waste Management and Resource Recovery*. CRC Press.
- Settimo, L., McLaughlin, M. J., Kirby, J. K., Langdon, K. A., Janik, L., & Smith, S. (2015). Complexation of silver and dissolved organic matter in soil water extracts. *Environmental Pollution*, 199, 174-184.
- slide share (2017) Πηγές και διαδρομές της ρύπανσης <https://www.slideshare.net/arkoudaki1973/ss-44824944>
- Siems, R., Sahin, O., Talebpour, M. R., Stewart, R., & Hopewell, M. (2013, June). Energy intensity of decentralized water supply systems utilized in addressing water shortages. In European Water Resources Association 8th International Conference (pp. 26-29). Available at: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39742817/Energy\\_intensity\\_of\\_decentralised\\_water\\_20151106-29636-p4ssho.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1530039786&Signature=ebsaFq6AHCrQUkAsxZJGq0t66ho%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEnergy\\_intensity\\_of\\_decentralised\\_water.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39742817/Energy_intensity_of_decentralised_water_20151106-29636-p4ssho.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1530039786&Signature=ebsaFq6AHCrQUkAsxZJGq0t66ho%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEnergy_intensity_of_decentralised_water.pdf)
- V. Kavvadias, M.K. Doula, K. Komnitsas, N. Liakopoulou. 2010. Disposal of olive oil mill wastes in evaporation ponds: Effects on soil properties" *Journal of Hazardous Materials*, 182, 144-155.
- Van Leeuwen, C. J., Frijns, J., van Wezel, A., & van de Ven, F. H. (2012). City blueprints: 24 indicators to assess the sustainability of the urban water cycle. *Water Resources Management*, 26, 2177-2197.
- Zhang, Y., Chen, J., Xu, C., Zhou, K., Wang, Z., Zhou, J., & Cen, K. (2016).

A novel photo-thermochemical cycle of water-splitting for hydrogen production based on  $\text{TiO}_2-x/\text{TiO}_2$ . *International Journal of Hydrogen Energy*, 41, 2215-2221.

- Windfeld, E. S., & Brooks, M. S. L. (2015). Medical waste management—A review. *Journal of Environmental Management*, 163, 98-108.
- Γούσιου Κ. Σ., (2010), *Ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων σε επιχείρηση παραγωγής αλκοολούχων ποτών*. Αθήνα 29-35.
- Δούκα (2015) "Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων νερών. Πηγές, συμπεριφορά και τύχη των ρύπων" Ανάκτηση από: [https://www.researchgate.net/publication/293314131\\_In\\_Greek\\_Rypanse\\_epi\\_phaneiakon\\_kai\\_yrogeion\\_neron\\_Peges\\_symperiphora\\_kai\\_tyche\\_ton\\_rypon](https://www.researchgate.net/publication/293314131_In_Greek_Rypanse_epi_phaneiakon_kai_yrogeion_neron_Peges_symperiphora_kai_tyche_ton_rypon) [3.7.2018]
- Ε.Δ.Ε.Υ.Α, (2018) "Ο κύκλος του νερού" Το θαύμα της φύσης Ανάκτηση από: <http://www.deyamp.gr/oikologia-periballon-nero/o-kuklos-tou-nerou/> [25.1.2019]
- Ελληνικά πετρέλαια helpe (2015) "Απολογισμός Βιώσιμης Ανάπτυξης & Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης 2015" Ανάκτηση από: <http://sustainabilityreport2015.helpe.gr/environment-energy/emissions/> [3.7.2018]
- Μονοπάτι (2018) "Που οφείλεται η μείωση των αποθεμάτων του πόσιμου νερού" Ανάκτηση από: <http://monopatimas.blogspot.com/2014/01/blog-post.html> [6.6.2018]
- ΥΠΕ (2015) *Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Πρόληψης Παραγωγής Αποβλήτων*. [Online] Available from: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=238&> [Accessed 12- 7-18] .