



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
Τμήμα Πολιτικών Δημόσιας Υγείας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων
στην βιομηχανία**

Συγγραφέας

Κουμουσίδου Όλγα

Επόπτρια Δημόσιας Υγείας

A.M.20014

Αθήνα, Μάρτιος 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF PUBLIC HEALTH
Department of Public Health Policies

POSTGRADUATE PROGRAMME
IN OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH

DIPLOMA THESIS

Reuse of treated liquid waste in industry

Koumousidou Olga
Public Health Inspector
Registration Number :20014

Supervisor: Damikouka Ioanna

Athens ,March 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
Τμήμα Πολιτικών Δημόσιας Υγείας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

**Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων
στην βιομηχανία**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

α/α	Όνοματεπώνυμο Εξεταστή	Τίτλος	Ψηφιακή Υπογραφή
	Δαμικούκα Ιωάννα	Επίκουρη Καθηγήτρια	
	Εβρένογλου Λευκοθέα	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια	
	Ζέρβας Γεώργιος	ΕΔΠ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Όλγα Κουμουσίδου του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 20014, φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Επαγγελματική και περιβαλλοντική Υγεία του Τμήματος Πολιτικών Δημόσιας Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



* Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα (Υπογραφή)

Περίληψη

Η βιομηχανία, είναι ένας μεγάλος καταναλωτής νερού, μιας και χρειάζεται μεγάλο όγκο νερού για να λειτουργήσει. Αποτέλεσμα όλης αυτής της χρήσης, είναι να έχουμε πολύ υψηλές ροές αποβλήτων. Πολλές φορές αυτά τα υγρά απόβλητα, φέρουν μεγάλο ρυπαντικό φορτίο με αποτέλεσμα, να ρυπαίνουν τους υδάτινους αποδέκτες που οδηγούνται.

Στην Ατζέντα του 2030 για τη βιώσιμη ανάπτυξη αναφέρεται ο στόχος της επαναχρησιμοποίησης των πόρων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεσμοθετεί όρια για την επαναχρησιμοποίηση.

Η επεξεργασία των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, πλέον είναι μονόδρομος, για τη διάσωση των πόρων του πλανήτη. Η επιστημονική κοινότητα, έχει στρέψει τις μελέτες της, προς αυτή την κατεύθυνση, με αποτέλεσμα, νέες τεχνικές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων να αναδύονται.

Η επεξεργασία των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, πλέον γίνεται με προηγμένες τεχνολογίες, όπως η διήθηση μεμβρανών, η αντίστροφη ώσμωση, διαδικασίες ηλεκτροπηξίας, ηλεκτροδιάλυση, οξειδωση με fenton, φωτοκατάλυση κ.α.

Είναι συνήθως πρακτική, σε πολλές βιομηχανίες, να χρησιμοποιούν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα τους, σε διάφορες χρήσεις εντός του εργοστασίου, προκειμένου να μειώσουν την αυξημένη ζήτηση νερού και τις εκροές τους.

Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, σε διάφορα τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας, όπως για επανάπλυση μπουκαλιών στην ποτοποιία, για πλύση υφασμάτων στην κλωστοϋφαντουργία, στη βυρσοδεψία, να οδηγηθούν στους πύργους ψύξης του εργοστασίου ή για άρδευση στη γεωργία. Στη βιομηχανία τροφίμων που είναι ένας μεγάλος καταναλωτής νερού οι μελέτες έχουν δείξει το θετικό τους αντίκτυπο.

Οι βιομηχανίες χάρτου και τα βυρσοδεψεία σε αρκετές περιπτώσεις, ανακυκλώνουν σχεδόν το σύνολο του νερού που χρησιμοποιούν. Προσπάθειες γίνονται και στην κλωστοϋφαντουργία και τα διυλιστήρια.

Πρόβλημα στην επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων αποτελούν οι τυχόν μικροοργανισμοί και ρύποι που θα έχουν παραμείνει στο ανακτημένο νερό. Για αυτό τον σκοπό έρευνες πραγματοποιούνται στις βιομηχανίες φαρμάκων για την εξουδετέρωση/απομάκρυνση των επίμονων ρύπων.

Λέξεις – κλειδιά: υγρά απόβλητα, επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, βιομηχανικά υγρά απόβλητα, βιομηχανίες

Abstract

Industry is a large consumer of water, as it needs a large volume of water to operate. The result of this, is to have very high waste flows. Many times this liquid waste carries a large pollutant load, as a result of which it pollutes the water recipients that are being driven.

The 2030 Agenda for Sustainable Development sets out the goal of reusing resources. The European Union sets limits on reuse.

The treatment of liquid industrial waste is now the only way to save the planet's resources.. The scientific community has turned its studies in this direction, with the result that new wastewater treatment techniques are emerging.

The treatment of liquid industrial waste is now done with advanced technologies, such as membrane filtration, reverse osmosis, electrocoagulation procedures, electrodilution, fenton oxidation, photocatalysis, etc.

It is common practice, in many industries, to use their treated liquid waste, in various uses within the plant, in order to reduce the increased water demand and their discharges.

The treated liquid waste can be reused in various parts of the production process, such as for re-rinsing bottles in the distillery, for washing fabrics in the textile industry, in the tannery, to lead to the cooling towers of the factory or for irrigation in agriculture. In the food industry, which is a major consumer of water, studies have shown a positive impact.

The paper industries and tanneries, in many cases, recycle almost all of the water they use. Efforts are also being made in the textile and refineries.

Problems in the reuse of waste are any microorganisms and pollutants that will have remained in the recovered water. For this purpose, research is carried out in the pharmaceutical industry in order to neutralize / remove persistent pollutants.

Keywords: liquid waste, liquid waste reuse, industrial liquid waste, industries

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	12
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο-ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΟΡΙΣΜΟΙ.....	18
1.1.Νομοθεσία-ISO.....	18
1.2. Ορισμοί.....	20
1.3. Κυκλική οικονομία-Χρήσεις ανακυκλωμένων επεξεργασμένων αποβλήτων	23
1.4.Οδηγίες επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων	26
1.5.Λειψυδρία - Βιομηχανικές εκπομπές ρύπων στα ύδατα στην Ευρώπη	27
1.6.Τρέχουσα κατάσταση και πίεση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°-ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ-ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	52
2.1 Διαδικασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	52
2.2.Συστήματα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων	54
2.2.1.Προκαταρκτική επεξεργασία	55
2.2.2.Πρωτοβάθμια επεξεργασία	56
2.2.3.Δευτεροβάθμια επεξεργασία (ή βιολογική επεξεργασία).....	57
2.2.4.Τριτοβάθμια επεξεργασία	58
2.2.5. Απολύμανση	59
2.2.6 Ειδικές προηγμένες επεξεργασίες	59
2.3 Διάθεση Υγρών Αποβλήτων	63
2.4 Ιλύς Βιομηχανικών Αποβλήτων.....	64
2.5 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές Εξοικονόμησης Νερού στη Βιομηχανία.....	64
2.6 Χρήση νερού στη βιομηχανία	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	70
3.1Εισαγωγή	70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ	78
4.1.Βιομηχανίες τροφίμων	78
4.1.1.Βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων	78
4.1.1.1. Σφαγεία	80
4.1.1.2.Βιομηχανία Γάλακτος	83
4.1.1.3. Βιομηχανίες ψαριών και θαλασσινών	86
4.1.1.4. Παραγωγή Ελαιολάδου	87
4.1.1.5.Βιομηχανίες επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων	90
4.1.1.6 Βιομηχανία Ζάχαρης.....	92
4.1.2 Βιομηχανίες ποτών.....	95
4.1.2.1. Βιομηχανίες αλκοολούχων ποτών	95
4.1.2.2.Οινοπνευματοποιία	96
4.1.2.3.Οινοποιία	96
4.1.2.4.Παραγωγή μη αλκοολούχων ποτών	97
4.1.2.5.Ζυθοποιία.....	98
4.2 Βιομηχανία Χάρτου	100
4.3.Βιομηχανίες Επεξεργασίας Δέρματος-Βυρσοδεψεία	102
4.4 Βιομηχανίες Κλωστοϋφαντουργίας	104
4.5 Φαρμακευτικές Βιομηχανίες.....	105
4.6 Διυλιστήρια Πετρελαίου	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο -ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	110
5.1.Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων -μελέτες περίπτωσης .	110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο -ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	117
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	121
<i>ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i>	121
<i>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i>	127
<i>ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ</i>	128

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Σελίδα 29 : Γράφημα 1.1. συνθήκες λειψυδρίας όπως μετρήθηκαν ανά χώρα στην ΕΕ κατά το έτος 2017 χρησιμοποιώντας το δείκτη εκμετάλλευσης νερού WEI + (Water Exploitation index) (πηγή: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/development-of-the-water-exploitation/#tab-googlechartid_chart_11)

Σελίδα 31: Γράφημα 1.2.Βιομηχανικές εκλύσεις ρύπων στο νερό από την βιομηχανία ΕΕ-27 (πηγή:https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/industrial-releases-of-pollutants-to#tab-chart_1)

Σελίδα 32: Γράφημα 1.3.Βιομηχανικές εκλύσεις νερού ως ποσοστό του συνόλου ανά τομέα, ΕΕΑ-33, 2017(Με βάση δεδομένα από το E-PRTR)(πηγή:<https://www.eea.europa.eu/themes/industry/>)

Σελίδα 37: Γράφημα 1.4. Συνολικά η συνεισφορά της βιομηχανίας σε ρύπους στην Ευρώπη των 33 χωρών το 2016 (εκτός από τα 27 κράτη μέλη, συμπεριλαμβάνεται και το Ηνωμένο Βασίλειο ,η Ελβετία,το Λίχτενσταϊν,η Τουρκία, η Νορβηγία και η Ισλανδία). (πηγή:<https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution/industrial-pollution-country-profiles-2020/eea33>)

Σελίδα 38: Γράφημα1.5. Προφίλ βιομηχανικής ρύπανσης 31 χωρών της Ευρώπης ανά βιομηχανικό κλάδο(πηγή: <https://www.eea.europa.eu>)

Σελίδα 42: Γράφημα 1.6.Βιομηχανικές εκλύσεις νερού ως ποσοστό του συνόλου της χώρας ανά τομέα, Ελλάδα, 2017 (Με βάση τα δεδομένα που αναφέρονται στο E-PRTR) (πηγή: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution/industrial-pollution-country-profiles-2020/greece>)

Σελίδα 44: Γράφημα 1.7.Βιομηχανικές εκλύσεις νερού ως ποσοστό του συνόλου της χώρας ανά τομέα, Ελλάδα, το 2017 (Με βάση τα δεδομένα που αναφέρονται στο E-PRTR)(πηγή: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/>)

Σελίδα 45 : Γράφημα 1.8. Ποσοστό επί του συνόλου των επικίνδυνων αποβλήτων στην Ελλάδα, 2016 (πηγή: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution/industrial-pollution-country-profiles-2020/greece>)

Σελίδα 48 : Γράφημα 1.9.Χρήση νερού στην Ελλάδα το 2018 (πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

Σελίδα 49: Γράφημα 1.10.Αριθμός Νομικών Μονάδων, Κύκλος Εργασιών, Αριθμός Απασχολούμενων(πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

Σελίδα 50 : Γράφημα 1.11.Ποσοστιαία Συμμετοχή στο σύνολο του Κύκλου Εργασιών ανά τομέα Οικονομικής Δραστηριότητας NACE Αναθ.2 (πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

Σελίδα 51: Γράφημα 1.12..Ποσοστιαία Συμμετοχή στο σύνολο των Νομικών Μονάδων ανά τομέα Οικονομικής Δραστηριότητας NACE Αναθ.2 (πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Σελίδα 81: Διάγραμμα 4.1. Διάγραμμα ροής σφαγείου(πηγή: Asgharnejad et al.,2021).

Σελίδα 85: Διάγραμμα 4.2.Διάγραμμα ροής γαλακτοβιομηχανίας για την παρασκευή τυριού (Asgharnejad et al,2021)

Σελίδα 88: Διάγραμμα 4.3..Διάγραμμα ροής κλασσικού ελαιουργείου(Λουκάκης,2010)

Σελίδα 91: Διάγραμμα 4.4.Διάγραμμα ροής εργοστασίου βασικής επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών (Asgharnejad et al,2021

Σελίδα 94: Διάγραμμα 4.5.Διάγραμμα ροής βιομηχανίας ζάχαρης που χρησιμοποιεί ζαχαρότευτλα(Asgharnejad et al,2021).

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Σελίδα 34: Εικόνα 1.1.Οι εκλύσεις ρύπων του νερού αλλάζουν από το 2010 έως το 2019 για τα κράτη μέλη της ΕΕ (21 Ιουνίου 2021)(πηγή:<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-pollutant-releases>)

Σελίδα 101: Εικόνα 4.1:Διαφορετικοί τύποι χαρτιού και απορριμμάτων χαρτιού. Πηγή A.Gupta et.al., 2019

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σελίδα 24: Πίνακας 1.1. Επαναχρησιμοποίηση νερού δίπλα σε μεγάλες πόλεις, τυπικά παραδείγματα. (πηγή:G.Tchobanoglous ,2018)

Σελίδα 46: Πίνακας 1.2. :Απολήψεις υδάτων, για τα έτη 2017 και 2018 στην Ελλάδα, κατά πηγή και κατά κλάδο(σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού)(πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

Σελίδα 47: Πίνακας 1.3. :Χρήση υδάτων, για τα έτη 2017 και 2018 στην Ελλάδα, κατά κατηγορία παρόχου και κατά κλάδο, σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού.(πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

Σελίδα 66: Πίνακας 2:Κύριες χρήσεις και απαιτήσεις ποιότητας νερού στη βιομηχανία (πηγή:*M.Gutierrez et.al.,2012*)

Σελίδα 71: Πίνακας 3.1.Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων (πηγή:Βλυσίδης,2007)

Σελίδα 72 : Πίνακας 3.2.:Χαρακτηριστικά διαφόρων βιομηχανικών λυμάτων(πηγή:R.L. Singh et al 2019)

Σελίδα 74: Πίνακας 3.3.. Επιπτώσεις των ρύπων των βιομηχανικών λυμάτων (πηγή:R.L. Singh et al 2019)

Σελίδα 77: Πίνακας 3.4.: Χαρακτηριστικά αποβλήτων τυπικών βιομηχανικών μονάδων(πηγή:Γ.Ζέρβας 2020)

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ATW	Προηγμένα επεξεργασμένο νερό
BOD	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο
COD	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο
(E-PRTR)	Ευρωπαϊκό Μητρώο Έκλυσης και Μεταφοράς Ρύπων
FAO	Διεθνής Οργανισμός τροφίμων και Γεωργίας
HACCP	(Hazard Analysis and Critical Control Points) Ανάλυση Κινδύνου και Κρίσιμα Σημεία Έλεγχου
ISO	Διεθνής Οργανισμός Πιστοποίησης
LPG	Υγροποιημένο Αέριο Πετρελαίου(Liquefied Petroleum Gas)
MBR	Βιοαντιδραστήρες Μembranών
PAH	Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες
PCB	Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια
PCP	Πενταχλωροφαινόλη
TDS	Συνολικά διαλυμένα στερεά
TSS	Ολικά Αιωρούμενα στερεά
TS	Συνολικά στερεά
WEI+	Water Exploitation index
WHO(ΠΟΥ)	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
WPA	Water Pins Analysis
WWTP	Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών λυμάτων
ΒΙΠΕ	Βιομηχανική Περιοχή
ΒΔΤ	Βέλτιστες διαθέσιμες Τεχνικές
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση
ΚΝΣ	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
ΜΙΠ	Μονάδα Ισοδύναμου Πληθυσμού
ΣΕΒ	Σύνδεσμος Ελληνικών Βιομηχανιών
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβέρνησης
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Επαγγελματική και Περιβαλλοντική Υγεία» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Δημόσιας Υγείας τμήμα Πολιτικών Δημόσιας Υγείας.

Θέλω να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες στη Σχολή, με πρώτο τον διευθυντή κο Γεώργιο Ντουσιά, για την εξαιρετική βοήθεια τους, στο να πραγματοποιηθεί αυτό το πρόγραμμα, σε μια ιδιαίτερα δύσκολη εποχή λόγω της πανδημίας covid19.

Ιδιαίτερα δε την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα Ιωάννα Δαμικούκα η οποία , στάθηκε πολύτιμη καθοδηγήτρια μου για την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής.

Ευχαριστώ επίσης την κα Λευκοθέα Εβρένογλου, που με την ατελείωτη υπομονή και βοήθεια της, ήταν πάντα δίπλα μας.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω την γραμματέα της Σχολής, κα Ιωάννα Γιαννάκη, η οποία μας βοήθησε ουσιαστικά στο να λύνουμε τα προβλήματα της τηλεεκπαίδευσης.

*Αφιερώνω αυτή τη διπλωματική στους εκλιπόντες γονείς μου Παναγιώτη και
Σμαράγδα.*

*Στην αδερφή μου Μαρίνα, καθώς και τον σύζυγο μου Χρήστο, θερμές ευχαριστίες,
που χωρίς την αμέριστη συμπαράσταση τους δεν θα μπορούσα να υλοποιήσω το
όνειρο που άφησα στην νιότη μου*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πρόσβαση σε καθαρό νερό είναι ανθρώπινο δικαίωμα. Το νερό είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την ανθρώπινη ζωή αλλά και τη ζωή όλων των έμβιων όντων, είναι ένας φυσικός πόρος ζωτικής σημασίας για την ανθρώπινη δραστηριότητα π.χ. γεωργία, βιομηχανία κ.λ.π. Παρά την τεράστια σημασία του, το νερό δυστυχώς διαχειρίζεται λάθος από τον άνθρωπο με αποτέλεσμα να μειώνονται σημαντικά τα αποθέματα του.

Η πρόσβαση και η ποιότητα του νερού πάντα προσδιορίζουν την ποιότητα ζωής. Η αύξηση του πληθυσμού της γης δημιουργεί συνεχώς νέες απαιτήσεις σε νερό. Στη γη υπάρχουν 785 εκατομμύρια άνθρωποι που δεν έχουν πρόσβαση σε βασική παροχή πόσιμου νερού (Δαμικούκα,2021) . Η έλλειψη παροχής γλυκού νερού είναι επίσης συνέπεια της. Η κακή οικιακή, βιομηχανική και αρδευτική χρήση των υδάτων ,σε πολλά μέρη του κόσμου οδήγησε σε υποβάθμιση αυτών των πόρων.

Στην φυσική του κατάσταση το νερό έχει κάποιες φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες. Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα μπορεί να μεταβάλλουν τις ιδιότητες του νερού και μπορεί να το καταστήσουν ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση.

Η έντονη βιομηχανική δραστηριότητα, δημιούργησε νέας σύστασης υγρά απόβλητα, τα οποία, ανάλογα με τη δραστηριότητα της εκάστοτε βιομηχανίας, επιφορτίζονται με διάφορους ρυπαντές, ξένους ως προς τη συνήθη σύσταση του νερού. Αυτά τα απόβλητα αν διοχετευθούν στους συνήθεις αποδέκτες των επεξεργασμένων λυμάτων (ποτάμια, λίμνες κλπ) θα ρυπάνουν ή μολύνουν τους αποδέκτες στους οποίους οδηγούνται.

Είναι καίριας σημασίας να εξελίσσεται η επεξεργασία τους, προκειμένου να επαναχρησιμοποιούνται, είτε από την ίδια τη βιομηχανία μέσω της ανακύκλωσης, είτε να οδηγούνται σε αποδέκτες όπου μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν.

Γενικότερα η άνιση κατανομή των υδατικών πόρων παγκοσμίως, συντέμνουν στην ανάπτυξη και εφαρμογή αποτελεσματικών τεχνολογιών επεξεργασίας, για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υδάτων. Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, είναι σήμερα αποδεκτή, ως μια στρατηγική, που μπορεί να συμβάλει σημαντικά, σε μια αποδοτική και βιώσιμη χρήση του νερού.

Ωστόσο, η αναποτελεσματική απομάκρυνση μεγάλου αριθμού μολυσματικών ουσιών που αναδύονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, μπορεί να αποτελεί περιορισμό. Σήμερα είναι αποδεκτό ότι η απομάκρυνση αυτών των ενώσεων πριν από την απόρριψη του επεξεργασμένου νερού είναι απαραίτητη για την αποφυγή ρύπανσης ή μόλυνσης των υδάτινων πόρων.

Στο πρώτο μέρος της διπλωματικής εργασίας θα αναφερθεί η κείμενη νομοθεσία. Στοιχεία για τη λειψυδρία και για τους πόρους νερού στην Ευρώπη και στη χώρα μας θα παρατεθούν. Επίσης θα εξεταστούν, τα χαρακτηριστικά των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων καθώς και οι τρόποι επεξεργασίας τους, για την αφαίρεση πολλές φορές από τα επεξεργασμένα ύδατα, διαφόρων επικίνδυνων για το περιβάλλον ουσιών.

Στο δεύτερο τμήμα της θα γίνει παρουσίαση παραδειγμάτων ανά βιομηχανικό κλάδο, για τον τρόπο μείωσης του ρυπαντικού φορτίου των υγρών αποβλήτων τους. Έτσι αυτά τα υγρά απόβλητα, να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, είτε από την ίδια τη βιομηχανία, είτε διοχετεύοντας τα σε άλλες χρήσεις όπως άρδευση, επαναφόρτιση υδροφορέων κ.λ.π.

Αυτό θα βοηθήσει, στην αποτύπωση και αξιολόγηση, της παρούσας κατάστασης και στην χώρα μας, αλλά και παγκοσμίως, στην σύγκριση μεταξύ των κλάδων της βιομηχανίας όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση ανακτημένου νερού, ώστε να διεξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα και να γίνουν προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις και ενέργειες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο-ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΟΡΙΣΜΟΙ

1.1.Νομοθεσία-ISO

Η εθνική νομοθεσία περιλαμβάνει μία πληθώρα νόμων και διατάξεων σε ότι αφορά την περιβαλλοντικά κριτήρια, που πρέπει να πληρούν οι βιομηχανίες, προκειμένου να λάβουν άδεια ίδρυσης και λειτουργίας. Σημαντικό κριτήριο είναι η διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων τους, έτσι θεσπίζονται τα κριτήρια, που πρέπει να πληρούν αυτά τα υγρά, πριν διατεθούν στο περιβάλλον. Σημαντική παράμετρος στο νομοθετικό έργο είναι ο ορισμός των αποδεκτών (ποτάμια, λίμνες κ.λ.π.) όπου διατίθενται τα υγρά απόβλητα.

Στη νομοθεσία περιλαμβάνονται και τα κριτήρια για την ασφαλή επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων. Ήδη βιομηχανίες, που φροντίζουν για το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα, επαναχρησιμοποιούν τα υγρά επεξεργασμένα απόβλητα τους

Παρακάτω παρατίθενται οι νόμοι που αυτή τη στιγμή ισχύουν στην Ελλάδα.

1.«Η ΚΥΑ με Αριθμ. οικ. 135207/1801 (ΦΕΚ 4333/β/2017) Τροποποίηση της υπ' αριθμ. Φ.15/4187/266/ 2012 (Β' 1275) κοινής απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»

2.«Η ΚΥΑ με αριθμ. οικ. 127402/1487/Φ15 (ΦΕΚ 3924/2016) Τροποποίηση της υπ' αρ. Φ. 15/4187/266/2012 (Β' 1275) κοινής απόφασης των Υπουργών Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής «Καθορισμός Πρότυπων Περιβαλλοντικών Δεσμεύσεων (ΠΠΔ)»

3.«Η Κοινή Υπουργική Απόφαση 36060/1155 /Ε.103/2013 - ΦΕΚ 1450/Β/14-6-2013 Καθορισμός πλαισίου κανόνων, μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης του περιβάλλοντος από βιομηχανικές δραστηριότητες, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 2010/75/ΕΕ περί βιομηχανικών εκπομπών»

4.«Η Υ.Α.οικ. 191002 (ΦΕΚ 2220/Β/2013) Τροποποίηση της υπ' αριθμ.145116/2011 κοινής υπουργικής απόφασης Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων(354/Β) και συναφείς διατάξεις»

5. «Η Υ.Α.οικ.145116/2011(ΦΕΚ 354/Β/2011)Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις όπως τροποποιήθηκε με: την Υ.Α.οικ.100079/2015(ΦΕΚ135/Β/2015) τροποποίηση της υπ' αριθμ. 20488/2010 κοινής υπουργικής απόφασης Καθορισμός Ποιοτικών Περιβαλλοντικών Προτύπων στον ποταμό Ασωπό και Οριακών Τιμών Εκπομπών υγρών βιομηχανικών αποβλήτων στη λεκάνη απορροής του Ασωπού (Β' 749) και συναφείς διατάξεις και την Υ.Α. οικ. 191002 (ΦΕΚ 2220/Β/2013) Τροποποίηση της υπ' αριθ. 145116/2011 κοινής υπουργικής απόφασης Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (Β' 354) και συναφείς διατάξεις».

6. «Η Εγκύκλιος 1589/3-11-2011 Διευκρινίσεις σχετικά με την ορθή εφαρμογή της ΚΥΑ 45116/02-02-2011 (ΦΕΚ Β'354/2011) Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις» μετά την έκδοση του Ν. 4014/2011 (ΦΕΚ 209/21-09-2011)».

7. «Η Εγκύκλιος 145447/23-6-2011 Διευκρινίσεις σχετικά με την ορθή εφαρμογή της ΚΥΑ 45116/02-02-2011 (ΦΕΚ Β'354/2011) Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις».

8. «Η Υ.Α. 338/1977 (ΦΕΚ 483/Β` 25.5.1977)Περί των όρων διαθέσεως λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων εις φυσικούς αποδέκτες και καθορισμού των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων τοξικών ουσιών περιεχομένων εις αυτά»

9. «Η Υ.Α. Κ.Υ 20688/1973 (ΦΕΚ 219/Β` 19.2.1973)Περί των όρων διαθέσεων λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και καθορισμού των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων τοξικών εν γένει ουσιών περιεχομένων εις τα απόβλητα»

Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης πολύ πρόσφατα προστέθηκε ο: «Κανονισμός (ΕΕ) 2020/741 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Μαΐου 2020, σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων».

Τίθεται σε ισχύ ο νέος κανονισμός που ορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις για την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων που προορίζονται για άρδευση γεωργικών εκτάσεων.

Οι προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την **κυκλική οικονομία** στο πλαίσιο του σχεδίου δράσης περιλαμβάνουν το νέο κανονισμό που εγκρίθηκε το 2020. Το σχέδιο δράσης ανακοινώνει επίσης ότι η Επιτροπή θα διευκολύνει την επαναχρησιμοποίηση των υδάτων σε άλλους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών διεργασιών.

Η Επιτροπή, σε συνεργασία με τα κράτη μέλη και τους ενδιαφερόμενους, με το νέο κανονισμό στοχεύει στην προετοιμασία για την πλήρη εφαρμογή του.

Η Νομοθετική διαδικασία στηρίχθηκε στο ότι η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων εφαρμόζεται με επιτυχία σε πολλά κράτη μέλη της ΕΕ, καθώς και για παράδειγμα, στο Ισραήλ, την Καλιφόρνια, την Αυστραλία και τη Σιγκαπούρη. (Πηγή: <https://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Μάρτιος 2021).

Ο Διεθνής οργανισμός πιστοποίησης ISO θέσπισε το **ISO 14001:2015** καθορίζοντας τις απαιτήσεις που πρέπει να πληροί ένας οργανισμός για να βελτιώσει την περιβαλλοντική του απόδοση μέσα από το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης του. Έτσι ο οργανισμός θα βελτιώσει τις περιβαλλοντικές του επιδόσεις, θα συμμορφωθεί με τα περιβαλλοντικά πρότυπα και να εκπληρώσει τους περιβαλλοντικούς του στόχους.

Εφαρμόζεται σε οποιοδήποτε οργανισμό μεγάλο ή μικρό ανεξαρτήτως φύσεως κύκλου εργασιών. Το ISO 14001:2015 δεν αναφέρει συγκεκριμένα κριτήρια περιβαλλοντικής απόδοσης. Όλα τα ISO αναθεωρούνται κάθε πέντε χρόνια, αυτό το πρότυπο ISO αναθεωρήθηκε το 2021 και ισχύει ως σήμερα (<https://www.iso.org/standard/60857.html>)

Το **ISO 14005:2019** Το ISO 14005, αφορά «*Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης – Κατευθυντήριες γραμμές για μια ελέγκτη προσέγγιση στη σταδιακή εφαρμογή*» είναι βοηθητικό για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις ώστε να συμμορφωθούν και τελικά να πληρούν τις απαιτήσεις του ISO 14001. Το πρότυπο μόλις αναθεωρήθηκε για να διασφαλιστεί ότι είναι ενημερωμένο και συνεχίζει να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της αγοράς. (<https://www.iso.org/news/ref2393.html>)

1.2. Ορισμοί

Σύμφωνα με το ΦΕΚ 354/Β/8-03-2011 στην Ελλάδα ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί

α) **«Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων:** Η εν γένει διαχείριση των υγρών αποβλήτων, έτσι ώστε να μπορούν να ανακτηθούν ως νερό με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους».

β) **«Υγρά Απόβλητα:** Τα οικιακά ή αστικά υγρά απόβλητα καθώς και τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα, που αναφέρονται στην υπ. αριθ. 5673/400/1997 ΚΥΑ (Β'192), ανεξαρτήτως μεγέθους βιομηχανικής εγκατάστασης».

γ) **«Άμεση Επαναχρησιμοποίηση:** Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (ανακτημένο νερό), χωρίς να προηγηθεί αποθήκευση ή ανάμιξη με άλλα νερά.»

δ) **«Έμμεση Επαναχρησιμοποίηση:** Η αποθήκευση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (ανακτημένο νερό) σε επιφανειακούς ή υπόγειους ταμιευτήρες πριν από την επαναχρησιμοποίησή τους και κατά κανόνα η ανάμιξη τους με άλλα νερά.»

ε) **«Ανακύκλωση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων:** Η εσωτερική ανάκτηση υγρών αποβλήτων μιας εγκατάστασης και η ανακύκλωση τους στην παραγωγική διαδικασία της εγκατάστασης αυτής.»

Για τους όρους «Βιομηχανικά Υγρά Απόβλητα», «Μονάδα Ισοδύναμου Πληθυσμού (ΜΙΠ)» κ.α. ισχύουν οι ορισμοί που προβλέπονται στο άρθρο 2 της υπ. αριθ. 5673/400/1997 ΚΥΑ (Β'192).

1. **«Βιομηχανικά υγρά απόβλητα:** οποιαδήποτε υγρά απόβλητα που απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα, και τα οποία δεν είναι οικιακά υγρά απόβλητα ή όμβρια ύδατα»

2. **«ΜΙΠ (Μονάδα Ισοδύναμου Πληθυσμού):** το αποικοδομήσιμο οργανικό φορτίο που παρουσιάζει βιοχημικές απαιτήσεις σε οξυγόνο πέντε ημερών (BOD 5) ίσες προς 60g/ημέρα. Η ΜΙΠ αναλογεί σε διοχέτευση λυμάτων στο αποχετευτικό δίκτυο ίση με 125 - 150 l/άτομο την ημέρα».

3. **«Πρωτοβάθμια επεξεργασία:** η επεξεργασία των αστικών λυμάτων με φυσική ή/ και χημική μέθοδο που περιλαμβάνει την καθίζηση των αιωρούμενων στερεών, ή με άλλες μεθόδους με τις οποίες το BOD5 των εισερχομένων λυμάτων μειώνεται τουλάχιστον κατά 20% πριν από την έξοδο

και το συνολικό φορτίο των αιωρούμενων στερεών στα εισερχόμενα υγρά απόβλητα μειώνεται κατά 50% τουλάχιστον»

4. **«Δευτεροβάθμια επεξεργασία:** η επεξεργασία των αστικών λυμάτων με μέθοδο που, κατά κανόνα, περιλαμβάνει βιολογική επεξεργασία με δευτεροβάθμια καθίζηση, ή με άλλες μεθόδους δια των οποίων τηρούνται οι απαιτήσεις που καθορίζονται στον πίνακα I του παραρτήματος I του άρθρου 16 της παρούσας απόφασης»

5. **«Κατάλληλη επεξεργασία:** η επεξεργασία των αστικών λυμάτων με μέθοδο ή και σύστημα διάθεσης που επιτρέπει στον υδάτινο αποδέκτη να ανταποκρίνεται στους σχετικούς ποιοτικούς στόχους με βάση την καθοριζόμενη χρήση και τις συναφείς διατάξεις της παρούσας απόφασης καθώς και άλλων διατάξεων της κείμενης νομοθεσίας»

6. **«Διάθεση λυμάτων:** η απόρριψη αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων και ιλύος στους υδάτινους αποδέκτες».

7. **«Ιλύς:** το στερεό κατάλοιπο, επεξεργασμένο ή όχι, που προέρχεται από σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων».

8. **«Ευτροφισμός:** ο εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικές ουσίες, ιδίως ενώσεις αζώτου ή/ και φωσφόρου, που προκαλεί την ταχύτερη ανάπτυξη φυκών και ανωτέρων μορφών φυτικής ζωής, με συνακόλουθη ανεπιθύμητη διαταραχή της ισορροπίας των οργανισμών που ζουν στα ύδατα και υποβάθμιση της ποιότητας των εν λόγω υδάτων»

9. **«Εκβολές ποταμών:** η μεταβατική ζώνη στο στόμιο ενός ποταμού, μεταξύ γλυκών και παράκτιων υδάτων. Για τους σκοπούς της παρούσας απόφασης το Υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ σε συνεργασία με τα συναρμόδια Υπουργεία προσδιορίζει τα εξωτερικά (προς τη θάλασσα) όρια των εκβολών στα πλαίσια του εκτελεστέου προγράμματος, που προβλέπεται στο άρθρο 13 της παρούσας απόφασης».

10. **«Παράκτια ύδατα:** τα ύδατα πέραν της γραμμής της αμψότιδας ή του εξωτερικού ορίου των εκβολών ενός ποταμού»

1.3. Κυκλική οικονομία-Χρήσεις ανακυκλωμένων επεξεργασμένων αποβλήτων

Ο όρος κυκλική οικονομία έχει εισέλθει δυναμικά στην καθημερινότητα των πολιτών. Στόχος είναι η αειφόρος ανάπτυξη μετά την αυξανόμενη πίεση για εντατικοποίηση της παραγωγής, αλλά και την υπέρμετρη κατανάλωση των φυσικών πόρων του περιβάλλοντος του πλανήτη. Μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν ότι κάθε προϊόν φτάνει στο τέλος της ζωής του εφόσον χρησιμοποιηθεί.

Τα αστικά και βιομηχανικά υγρά απόβλητα, βάσει του πλαισίου της κυκλικής οικονομίας δεν θεωρούνται πλέον απόβλητα, αλλά πρώτη ύλη, αφού μέσω διαφόρων επεξεργασιών αλλά και ανακύκλωσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή νερού, ως λιπάσματα, ή για την ανάκτηση μετάλλων και άλλων πολύτιμων συστατικών.

Έχει αποδειχθεί διεθνώς, ότι είναι εφικτή η παραγωγή νερού υψηλής ποιότητας, από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, κατάλληλου για έναν μεγάλο αριθμό χρήσεων, όπως άρδευση καλλιεργειών, πότισμα χώρων αναψυχής, επαναφόρτιση του υδροφόρου ορίζοντα, βιομηχανική χρήση, έκπλυση δρόμων, παραγωγή νερού για διάφορες χρήσεις όπως πυροπροστασία και κλιματισμός κ.α.

Μέσω της επαναχρησιμοποίησης, προστατεύεται το περιβάλλον, μιας και μειώνονται ουσιαστικά τα υγρά απόβλητα, τα οποία χυνόταν σε υδάτινους αποδέκτες.

Η επαναχρησιμοποίηση, επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, θα μπορεί να συμβάλει κατά πολύ, στην μείωση της έλλειψης νερού και στα προβλήματα που αυτό συνεπάγεται.

Στις περιοχές με έντονα προβλήματα έλλειψης νερού (π.χ. Ισραήλ, Κανάριες και Βαlearίδες Νήσοι, κ.ά.) έχουν αναπτυχθεί οι πιο ανεπτυγμένες πρακτικές επαναχρησιμοποίησης λυμάτων. (Ενωση Ελλήνων Χημικών, 2017).

Η στρατηγική της κυκλικής οικονομίας στηρίζεται στην επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των πολύτιμων εισροών συμπεριλαμβανομένου του νερού (Morsetto, 2020).

Προσεγγίσεις για τη διαχείριση των πόρων, όπως το Water Pinch Analysis (WPA) και η μαθηματική βελτιστοποίηση έχουν αναπτυχθεί για βιώσιμη διαχείριση και βελτιστοποίηση πολύτιμων πόρων όπως το νερό και η ενέργεια στις βιομηχανίες (Pukšec et al., 2019; Skouteris et al., 2018; Wong et al., 2020).

Η γεωργική άρδευση αποτελεί ιστορικά την κύρια εφαρμογή για την επαναχρησιμοποίηση του νερού, σημαντικό περιορισμό σε αυτό αποτελεί το γεγονός ότι η ζήτηση για άρδευση γεωργικών εκτάσεων είναι εποχική. Οι συνήθεις χρήσεις των επεξεργασμένων λυμάτων δίπλα σε μεγάλες πόλεις παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. (Tchobanoglous, 2018)

Πίνακας 1.1. Επαναχρησιμοποίηση νερού δίπλα σε μεγάλες πόλεις, τυπικά παραδείγματα. (πηγή: Tchobanoglous, 2018)

Εφαρμογή	Χαρακτηριστικά παραδείγματα	Περιορισμοί - ανησυχίες
Αγροτική άρδευση	Άρδευση καλλιεργειών; εμπορικά φυτώρια	Περιορισμένη περιοχή για γεωργική άρδευση εντός κατοικημένων περιοχών, εποχιακή ζήτηση-ανάγκη για χειμερινή αποθήκευση, κόστος υποδομής και άντλησης
Άρδευση τοπίου	Πάρκα; διάμεσοι αυτοκινητόδρομοι, γήπεδα γκολφ, αθλητικά γήπεδα	Σημείο χρήσης συχνά μακριά από το σημείο ανάκτησης νερού. Απαιτείται διπλό σύστημα διανομής· μεταβλητή ζήτηση
Βιομηχανική ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση	Νερό ψύξης, νερό τροφοδοσίας λέβητα, νερό επεξεργασίας, νερό υψηλής ποιότητας για την κατασκευή ηλεκτρονικών	Σταθερή ζήτηση- ειδικές απαιτήσεις ποιότητας νερού για κάθε τοποθεσία
Ψυχαγωγικές και	Λίμνες, αύξηση ροής ρεμάτων,	Συγκεκριμένη τοποθεσία. συχνά

Εφαρμογή	Χαρακτηριστικά παραδείγματα	Περιορισμοί - ανησυχίες
περιβαλλοντικές χρήσεις	παραγωγή χιονιού για σκι και λιώσιμο χιονιού στις πόλεις	εποχιακά
Αστικές χρήσεις μη πόσιμου	Πυροπροστασία, πλύσιμο αυτοκινήτων, Καθαρισμός δρόμων, έκπλυση τουαλέτας, νερό ψύξης και άρδευση τοπίου σε μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα	Διακοπτόμενη χρήση, περιορισμένη ζήτηση· Απαιτούνται διπλές σωληνώσεις για το ξέπλυμα της τουαλέτας, οι διπλές σωληνώσεις είναι πιο εφικτές σε νέες κατασκευές-δαπανηρή η μετασκευή παλαιότερων κτιρίων με διπλή υδραυλική εγκατάσταση
Έλεγχος διείσδυσης θαλασσινού νερού	Εισαγωγή ATW στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα για τον έλεγχο της διείσδυσης θαλασσινού νερού	Περιορίζεται σε παράκτιες περιοχές- κόστος επεξεργασίας και υποδομής
Αύξηση υπόγειων υδάτων	Εισαγωγή ATW σε υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα για αναπλήρωση υπόγειων υδάτων (έμμεση επαναχρησιμοποίηση πόσιμου)	Διαθεσιμότητα κατάλληλου υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα- κόστος υποδομής και άντλησης
Αύξηση επιφανειακών υδάτων	Εισαγωγή ATW σε επιφανειακά ύδατα (έμμεση επαναχρησιμοποίηση πόσιμου)	Διαθεσιμότητα κατάλληλων εγκαταστάσεων αποθήκευσης επιφανειακών υδάτων.-κόστος υποδομής και άντλησης
Αύξηση ακατέργαστου νερού	Ανάμειξη του ATW με άλλες πηγές νερού μπροστά από μια εγκατάσταση επεξεργασίας νερού (άμεση επαναχρησιμοποίηση πόσιμου)	Μη ελεγχόμενο από τους υπάρχοντες κανονισμούς,-μεταβλητή ποιότητα εκροών, μεταβλητή διαθέσιμη αραίωση
Αύξηση πόσιμου νερού,	Εισαγωγή του ATW απευθείας στο σύστημα διανομής νερού (άμεση επαναχρησιμοποίηση πόσιμου)	Χωρίς κυβερνητικούς κανονισμούς- ανησυχίες για τη δημόσια υγεία, Οι υπάρχοντες κανονισμοί για το πόσιμο νερό είναι ανεπαρκείς.,κοινωνική αποδοχή

ΑΓW = προηγμένο επεξεργασμένο νερό.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 1.1., η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, αποτελεί επιλογή και συμβάλλει στην εξοικονόμηση των πόρων του νερού. Για την αυξημένη διαχείριση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων χρειάζεται ολοκληρωμένη στρατηγική από τις βιομηχανικές μονάδες.

1.4.Οδηγίες επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων

Τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, είναι η προστασία του πληθυσμού και η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών ζημιών. Οδηγίες επαναχρησιμοποίησης έχουν εκδοθεί στις ΗΠΑ, τη Νότια Αφρική, την Αυστραλία, την Ιαπωνία, πολλές χώρες της λεκάνης της Μεσογείου και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ), το 2006, εξέδωσε κατευθυντήριες γραμμές υποδεικνύοντας μια ευέλικτη προσέγγιση αξιολόγησης και διαχείρισης κινδύνου που συνδέεται με στόχους που βασίζονται στην υγεία και μπορούν να καθοριστούν σε ρεαλιστικό επίπεδο , πάντα βέβαια υπό αυστηρά μέτρα παρακολούθησης .

Τα υγρά απόβλητα μπορεί να έχουν κινδύνους από παθογόνους παράγοντες και χημικούς ρύπους από βιομηχανικές απορρίψεις ή απορροή ομβρίων υδάτων. Ο ΠΟΥ εξέδωσε κατευθυντήριες γραμμές όπου ορίζει τις μέγιστες ανεκτές συγκεντρώσεις στο έδαφος διαφόρων τοξικών χημικών ουσιών με βάση την έκθεση των ανθρώπων μέσω των τροφίμων που παράγονται σε αυτά ,στις οδηγίες του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) για την ποιότητα του νερού άρδευσης. Έκθεση των ανθρώπων σε μη επεξεργασμένα υγρά απόβλητα, μπορεί να εκτινάξει των εμφάνιση διαρροϊκής νόσου .

Επιδημιολογικές μελέτες που έγιναν σε καταναλωτές ή πληθυσμούς που ζουν κοντά σε αρδευόμενες περιοχές με ύποπτα υγρά απόβλητα έχουν υποδείξει ότι αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υψηλό κίνδυνο μόλυνσης. Οι κάτοικοι ίσως να εκτεθούν σε αεριοϋγρά(σπρέι) αποβλήτων από τα μη επεξεργασμένα υγρά απόβλητα με κίνδυνο βακτηριακών και ιογενών λοιμώξεων. Πολλές επιδημιολογικές μελέτες έχουν βρει συσχέτισμό των παρασιτικών, διαρροϊκών και

δερματικών λοιμώξεων σε αγρότες και τις οικογένειές τους που ζουν σε άμεση επαφή με τα υγρά απόβλητα. Πολλές διαρροϊκές ασθένειες όπως, η χολέρα, ο τύφος η σιγκέλωση, έχουν συνδεθεί με την κατανάλωση λαχανικών που καταναλώνονται ωμά και αρδεύονται με ύποπτα υγρά απόβλητα (Barbera et al.,2018).

Τα επεξεργασμένα υγρά βιομηχανικά απόβλητα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μόνο εφόσον πληρούν τις προδιαγραφές που ορίζει η νομοθεσία. Είναι θέμα Δημόσιας Υγείας ο έλεγχος των επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων που διοχετεύονται σε άλλες χρήσεις.

1.5.Λειψυδρία - Βιομηχανικές εκπομπές ρύπων στα ύδατα στην Ευρώπη

Σύμφωνα με προβλέψεις των Ηνωμένων Εθνών, ως το 2050, πάνω από το 65% του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζει σε αστικά κέντρα. Το 75% των Ευρωπαίων πολιτών ζει σε αστικά, ή σε προάστια αστικών κέντρων με πρόβλεψη να φτάσει περισσότερο από το 80% του συνολικού πληθυσμού (Lazarova et.al.,2020). Είναι λογικό λοιπόν ότι το νερό θα πρέπει να τροφοδοτεί και να φτάνει σε αυτά τα αστικά κέντρα. Αυτό το δεδομένο τροποποιεί τη φυσική ροή του νερού, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αλλαγές στο φυσικό τοπίο.

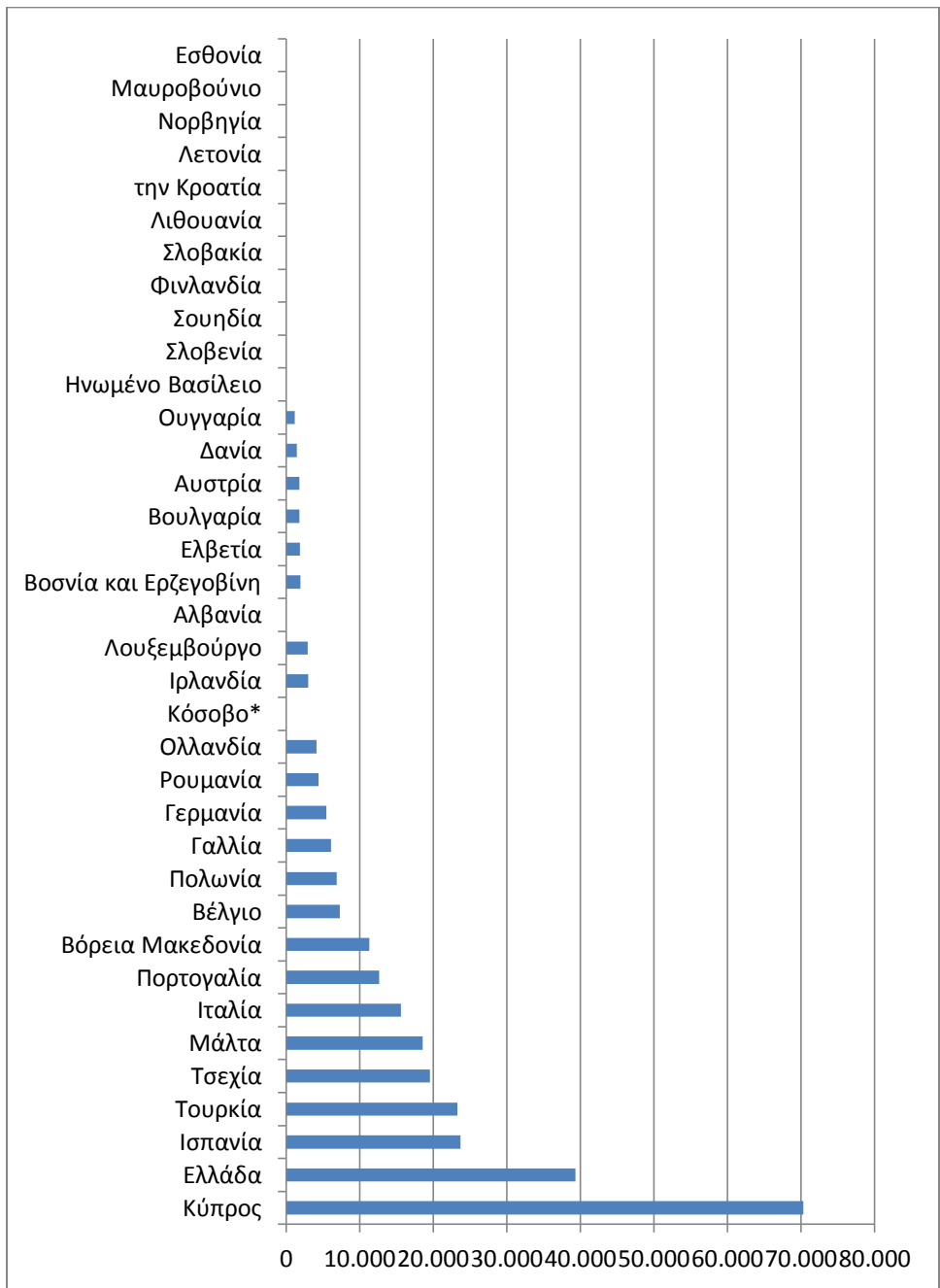
Στην Ατζέντα του 2030 στη Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ ,ένα μέρος του ψηφίσματος αφορά στο καθαρό νερό. Προτεραιότητα τίθεται η ανάπτυξη για την επεξεργασία και ανάκτηση των υγρών αποβλήτων που παράγονται από όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, σε αυτό περιλαμβάνονται και τα υγρά απόβλητα από τις βιομηχανίες (Nadal-Bach et. al.,2021)

Η λειψυδρία λόγω της κλιματικής αλλαγής απασχολεί όλη την Ευρώπη, για αυτό το λόγο και εξέδωσε την οδηγία 741 το 2020, όπου τα κράτη μέλη από τις 26 Μαΐου του 2023 θα πρέπει να συμμορφωθούν με τις κείμενες διατάξεις. Το γλυκό νερό που χρησιμοποιείται για άρδευση αυτή τη στιγμή φτάνει στο 70% των πόρων και σε ορισμένες περιοχές ξεπερνά αυτό το μέγεθος.

Στο γράφημα 1.1 παρατίθενται οι συνθήκες λειψυδρίας όπως μετρήθηκαν ανά χώρα στην ΕΕ κατά το έτος 2017 χρησιμοποιώντας το δείκτη εκμετάλλευσης νερού WEI + (Το WEI+ απεικονίζει το ποσοστό χρήσης νερού έναντι των ανανεώσιμων πηγών γλυκού νερού σε

δεδομένο χρόνο και τόπο) (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/development-of-the-water-exploitation/#tab-googlechartid_chart_11 ενημερώθηκαν τα δεδομένα τον Ιανουάριο του 2022)

Γράφημα 1.1. συνθήκες λειψυδρίας όπως μετρήθηκαν ανά χώρα στην ΕΕ κατά το έτος 2017 χρησιμοποιώντας το δείκτη εκμετάλλευσης νερού WEI +(πηγή: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/development-of-the-water-exploitation/#tab-googlechartid_chart_11)



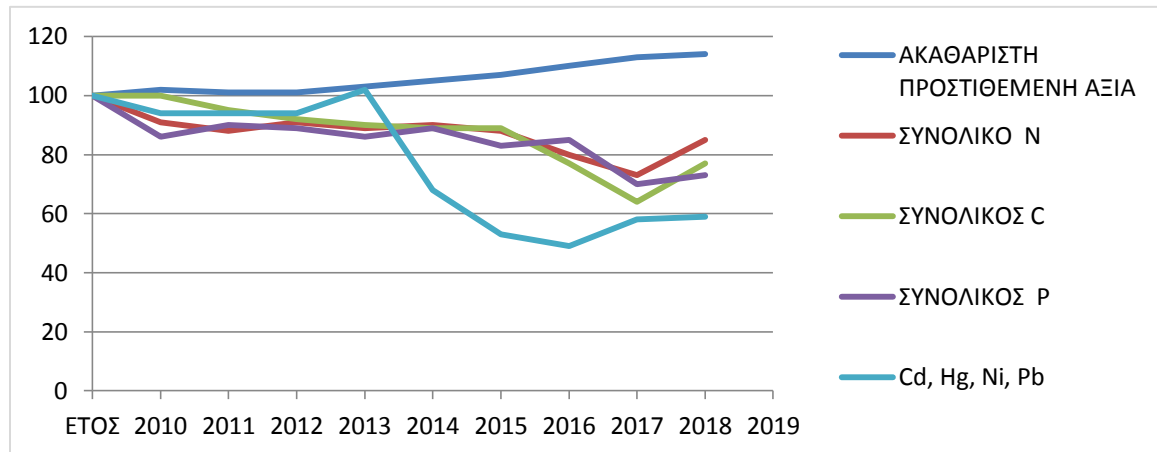
Η Κύπρος και η Ελλάδα κατέχουν τις δύο πρώτες θέσεις στις μετρήσεις λειψυδρίας και ακολουθεί η Ισπανία. Με εξαίρεση την Τσεχία όλες οι χώρες του Ευρωπαϊκού Νότου έχουν ήδη αρχίσει να μετρούν συνθήκες λειψυδρίας.

Στην Ευρώπη, το 40% από τα επιφανειακά ύδατα είναι σε καλή οικολογική κατάσταση και 38% σε καλή χημική κατάσταση. Μεταξύ 2010 και 2019, οι βιομηχανικές εκλύσεις στα υδατικά συστήματα της Ευρώπης ρύπων, (Γράφημα 1.2.)(Εικόνα 1.1.) που είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον μειώθηκαν συνολικά. Αυτό είναι απόρροια, εν μέρει, της ευρωπαϊκής πολιτικής για την προστασία των υδάτων από βιομηχανικά απόβλητα, θέτοντας όρια εκπομπών. Παρότι υπήρξε αύξηση κατά 14% της αξίας που παρήγαγε η ευρωπαϊκή βιομηχανία για την οικονομία, μετρούμενη ως ακαθάριστη προστιθέμενη αξία. .

Οι βιομηχανικές εκπομπές στο νερό αναφέρονται στο Ευρωπαϊκό Μητρώο Μεταφοράς και Έκλυσης Ρύπων (E-PRTR). Το Μητρώο καλύπτει 45 ουσίες που περιλαμβάνονται στον κατάλογο ουσιών προτεραιότητας, (Γράφημα 1.3.), όμως δεν περιλαμβάνει πολυάριθμους οργανικούς ρύπους, φυτοφάρμακα και αναδυόμενες ενώσεις, όπως π.χ. φαρμακευτικά και μικροπλαστικά. Η βελτίωση και η διεύρυνση του πεδίου υποβολής εκθέσεων στο E-PRTR θα επιτρέψει μια πιο ουσιαστική ανάλυση των επιπτώσεων των βιομηχανικών εκπομπών στα υδατικά συστήματα της Ευρώπης .

Με βάση εκτιμήσεις των χωρών της ΕΕ, στις περισσότερες χώρες, οι μεγάλες βιομηχανίες προσδιορίζονται ως μια σχετικά μικρή μόνο πηγή ρύπανσης για τα υδατικά συστήματα. Αυτό υποδηλώνει ότι οι μικρότερες επιχειρήσεις, που δεν ρυθμίζονται από τη νομοθεσία της ΕΕ, ενδέχεται να ασκήσουν επί του παρόντος μεγαλύτερη πίεση στην ποιότητα του νερού από τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις που καλύπτονται από τη νομοθεσία. (www.eea.europa.eu,2022).

Γράφημα 1.2.Βιομηχανικές εκλύσεις ρύπων στο νερό από την βιομηχανία ΕΕ-27 (πηγή:https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/industrial-releases-of-pollutants-to#tab-chart_1)

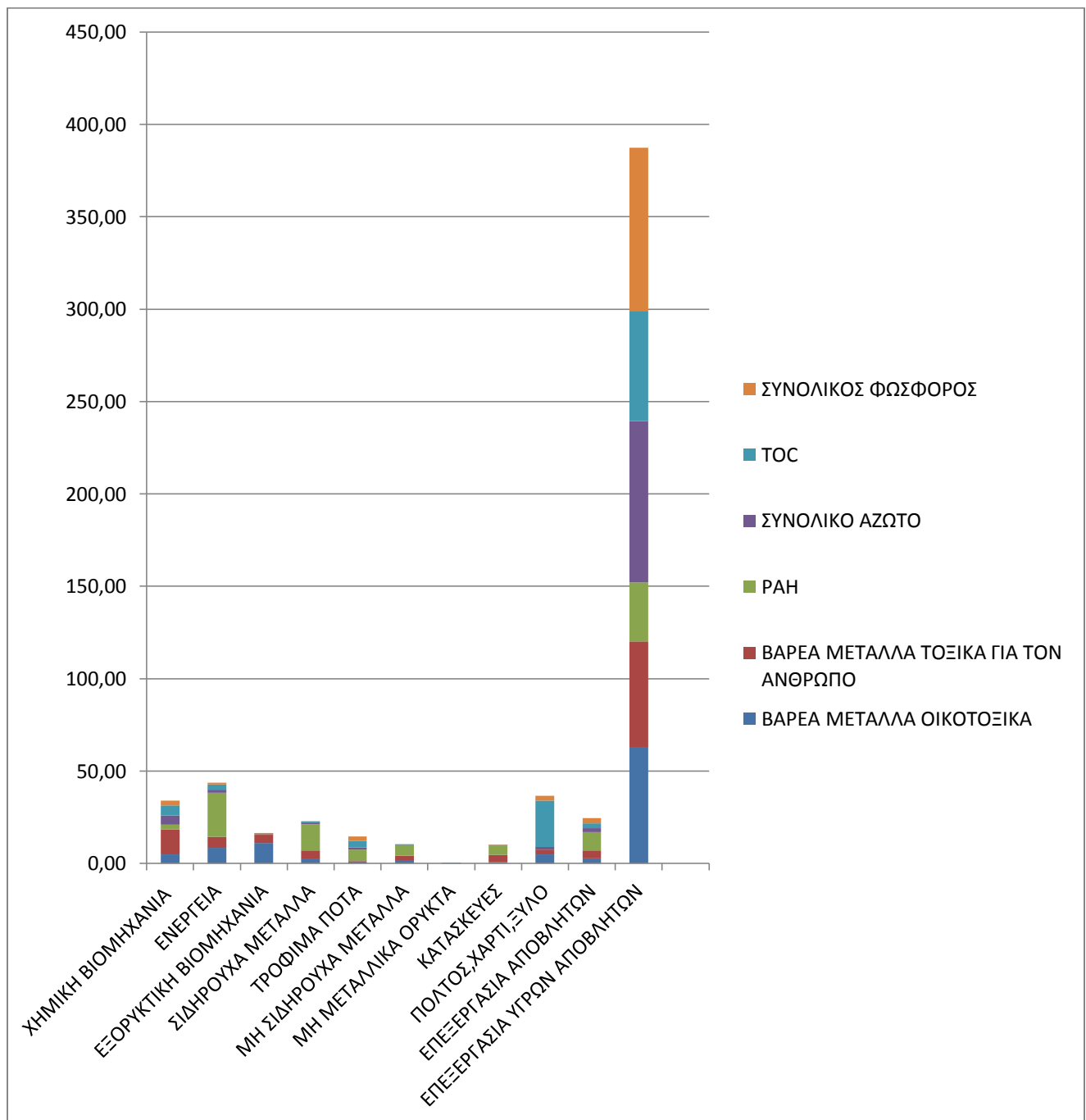


Το 2017 η βιομηχανία ήταν υπεύθυνη, στην Ευρώπη, για το 24,6% της ενέργειας που καταναλώθηκε και για το 47,2% του νερού που καταναλώθηκε.

Οι βιομηχανικές δραστηριότητες, αποτελούν βασική πηγή ρύπανσης των υδάτων.

Η βιομηχανία, απελευθερώνει ρύπους του νερού, που μπορεί να βλάψουν τους ανθρώπους και το περιβάλλον.

Γράφημα 1.3.Βιομηχανικές εκλύσεις νερού ως ποσοστό του συνόλου ανά τομέα, ΕΕΑ-33, 2017(Με βάση δεδομένα από το E-PRTR)(πηγή:<https://www.eea.europa.eu/themes/industry/>)



Στην Ελλάδα οι εκλύσεις βαρέων μετάλλων όπως Cd (κάδμιο), Hg(υδράργυρος), Ni(νικέλιο), Pb(μόλυβδος) στο νερό, αυξήθηκαν τη δεκαετία 2010-2019 κατά 236,7%. Αύξηση 5,4% υπήρξε και στην έκλυση αζώτου, ενώ οι εκλύσεις συνολικού άνθρακα και συνολικού φωσφόρου μειώθηκαν κατά 55,4% και 1,7% αντίστοιχα (Εικόνα 1.1.)(www.eea.europa.eu,2022)

Εικόνα 1.1. Οι εκλύσεις ρύπων του νερού αλλάζουν από το 2010 έως το 2019 για τα κράτη μέλη της ΕΕ (21 Ιουνίου 2021). (πηγή: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-pollutant-releases>)

	Cd, Hg, Ni, Pb	TOC	Total N	Total P
Austria	● -33.6%	● -22.6%	● 0.7%	● -21.9%
Belgium	● -40.3%	● -4.4%	● -14.0%	● 20.7%
Bulgaria	● -63.1%	● -52.2%	● -59.4%	● -78.3%
Croatia	● 222.6%	● 0.2%	● 165.3%	● 235.0%
Cyprus	● 12294.7%	● -20.4%	● -3.7%	● 2677.2%
Czechia	● -48.0%	● -10.4%	● -39.7%	● -26.4%
Denmark	● -20.1%	● 21.4%	● 35.5%	● 30.8%
Estonia	● 15.4%	● 55.3%	● -34.9%	● -60.5%
Finland	● -59.3%	● -63.0%	● -7.8%	● 52.4%
France	● -81.8%	● -89.9%	● -37.5%	● -20.7%
Germany	● -26.6%	● -19.1%	● -28.8%	● -32.2%
Greece	● 236.7%	● -55.4%	● 5.4%	● -1.7%
Hungary	● -80.4%	● -55.5%	● -70.4%	● -76.0%
Ireland	● -41.8%	● 40.5%	● 39.6%	● 18.2%
Italy	● -24.8%	● -23.1%	● -24.8%	● -40.9%
Latvia	● 35.1%	● -47.1%	● -48.2%	● 33.0%
Lithuania	● -72.4%	● -86.4%	● -83.8%	● 20.2%
Luxembourg	● -44.4%	● -70.7%	● -55.1%	● -61.6%
Malta	● -94.7%	● 0.7%	● 162.7%	● 105.3%
Netherlands	● -53.4%	● -45.0%	● -42.5%	● -48.2%
Poland	● -53.0%	● -13.1%	● -43.1%	● -32.2%
Portugal	● -15.9%	● -38.0%	● 28.3%	● -11.2%
Romania	● -72.5%	● -15.1%	● -25.1%	● -33.7%
Slovakia	● -37.5%	● -36.3%	● -42.8%	● -52.0%
Slovenia	● 61.1%	● -5.8%	● -46.4%	● -18.5%
Spain	● 2.6%	● 169.2%	● 49.9%	● 21.3%
Sweden	● -20.2%	● -5.8%	● 0.0%	● -3.8%

Με μπλε κύκλο απεικονίζονται οι μειώσεις των μετρούμενων στοιχείων, ενώ με κόκκινο οι αυξήσεις.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, για να μετριαστεί η ζήτηση για άρδευση ,προωθεί μια προσέγγιση ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδάτινων πόρων, στην οποία τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα, από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων (WWTP), μπορούν να αντιπροσωπεύουν μια εναλλακτική πηγή νερού. Η ανάκτηση του νερού και η επαναχρησιμοποίηση, για άρδευση στη γεωργία, αποτελούν καινοτόμες πρακτικές αλλά απαραίτητες .

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση δεν είναι ανεπτυγμένη η μέθοδος της επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Μειονεκτήματα αποτελούν το κόστος επαναχρησιμοποίησης, η δυσπιστία του κοινού, σχετικά με τους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και η έλλειψη εναρμόνισης στο ρυθμιστικό πλαίσιο, για τη διαχείριση των κινδύνων για την υγεία και το περιβάλλον. Κάποια από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπως η Κύπρος, η Ελλάδα, η Γαλλία, η Ιταλία, η Πορτογαλία και η Ισπανία είχαν ήδη κάποια πρότυπα για την επαναχρησιμοποίηση του νερού .

Ένα κοινό νομικό πλαίσιο, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, κρίνεται σκόπιμο για να επιτευχθεί μια κοινή γραμμή, μεταξύ των υφιστάμενων προτύπων των διαφόρων κρατών μελών. Η μη ύπαρξη του μπορεί να δημιουργήσει εμπορικούς φραγμούς στην Ευρώπη, για προϊόντα που αρδεύονται με ανακυκλωμένο νερό και να μην επικρατήσει η αντίληψη, στους τελικούς χρήστες των προϊόντων ότι υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα ασφάλειας για παρόμοιες πρακτικές άρδευσης.

Τα κράτη μέλη του Νότου, όπως η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Μάλτα και η Κύπρος, καθώς και τα κράτη μέλη του Βορρά, όπως το Βέλγιο, η Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο έχουν ήδη αναλάβει πολλές πρωτοβουλίες σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση νερού για άρδευση, βιομηχανικές χρήσεις και επαναφόρτιση υδροφορέων(Truchado et al.,2021).

Η Κύπρος και η Μάλτα περισσότερο από το 90% και το 60% αντίστοιχα, επαναχρησιμοποιούν τα υγρά απόβλητα τους, ενώ η Ελλάδα, η Ιταλία και η Ισπανία βρίσκονται μεταξύ 5 και 12% στην επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων τους, αφήνοντας σίγουρα μεγάλα περιθώρια για περαιτέρω απορρόφηση (<https://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Μάρτιος 2021).

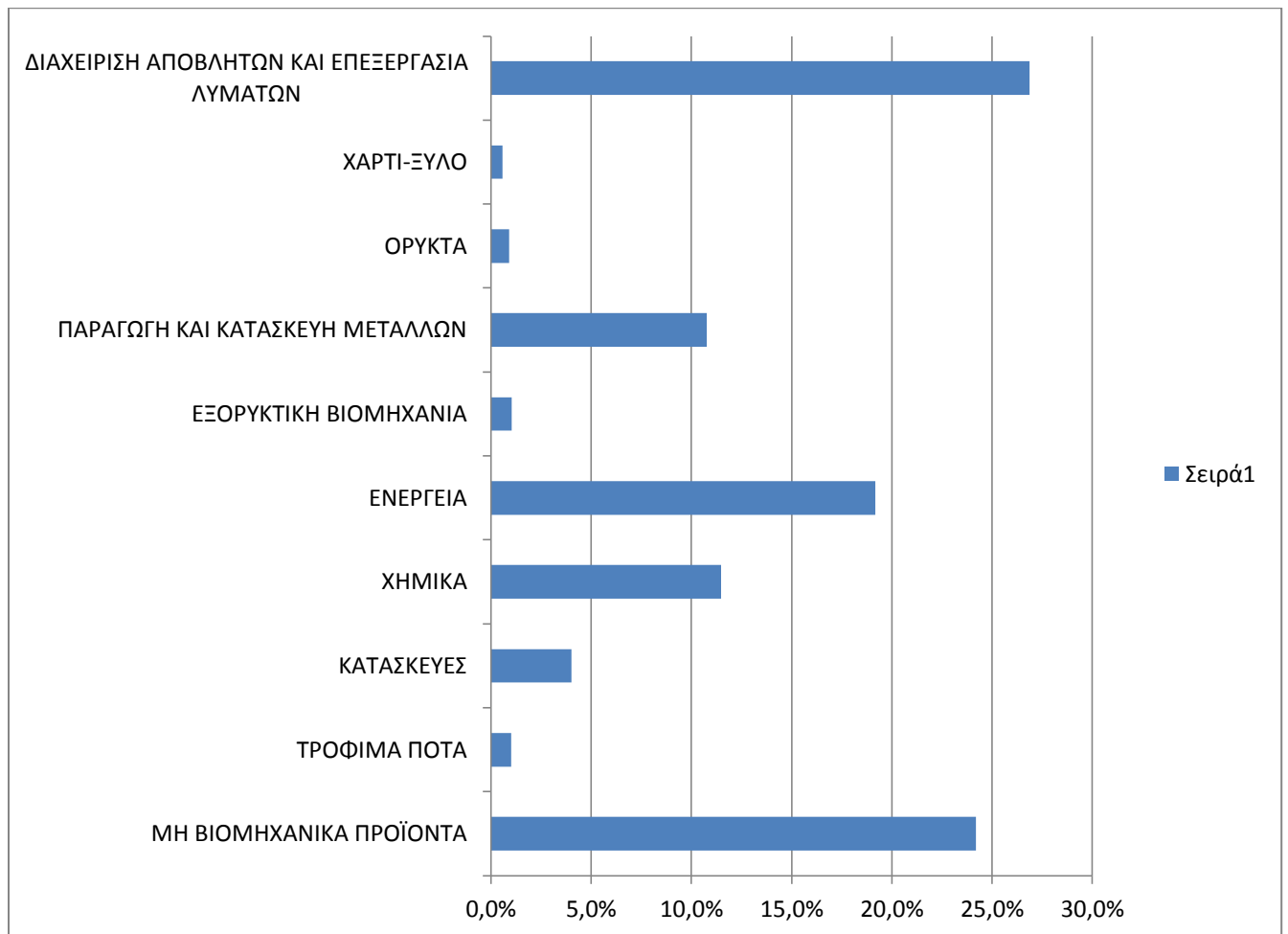
Σύμφωνα με την Έκθεση παρακολούθησης που δημοσιεύει η Eurostat στην έκδοση του 2021 για τη Βιώσιμη ανάπτυξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση:

A) Οι υδατικοί πόροι της Ευρώπης ρυπαίνονται από απορρίψεις σε αυτούς, οικιακών και βιομηχανικών λυμάτων, καθώς και από την γεωργία. Η υπεράντληση από την άλλη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την ασφάλεια των υδάτινων πόρων, ιδιαίτερα μάλιστα στον Νότο της Ευρώπης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, άρα η διαφύλαξη αυτών των πόρων είναι σημαντική για την ΕΕ, για αυτό και τίθεται ως 6^{ος} στόχος «Εξασφάλιση της διαθεσιμότητας και βιώσιμης διαχείρισης του καθαρού νερού για όλους».

B) Στην οδηγία-στόχο 2 της ΕΕ για την εξάλειψη της πείνας, την υγεία και την ασφάλεια των τροφίμων, ρυθμίζεται η συλλογή και διάθεση των οικιακών και βιομηχανικών αποβλήτων, έτσι ώστε να μην υποβαθμίζονται οι υδατικοί πόροι και τα εδάφη. Η πιο πρόσφατη έκθεση σχετικά με την οδηγία αυτή έχει ενθαρρυντικά αποτελέσματα, με τάσεις συμμόρφωσης από τα κράτη μέλη που δείχνουν ότι από τα απόβλητα (οικιακά και βιομηχανικά), το 95% συλλέγονται και το 88% υφίσταται βιολογική επεξεργασία (Γράφημα 1.4., Γράφημα 1.5.). Η ΕΕ για τρίτες χώρες που γειτνιάζουν υποστηρίζει τις προσπάθειες τους μέσω διμερών συμφωνιών για μια βιώσιμη ανάπτυξη.

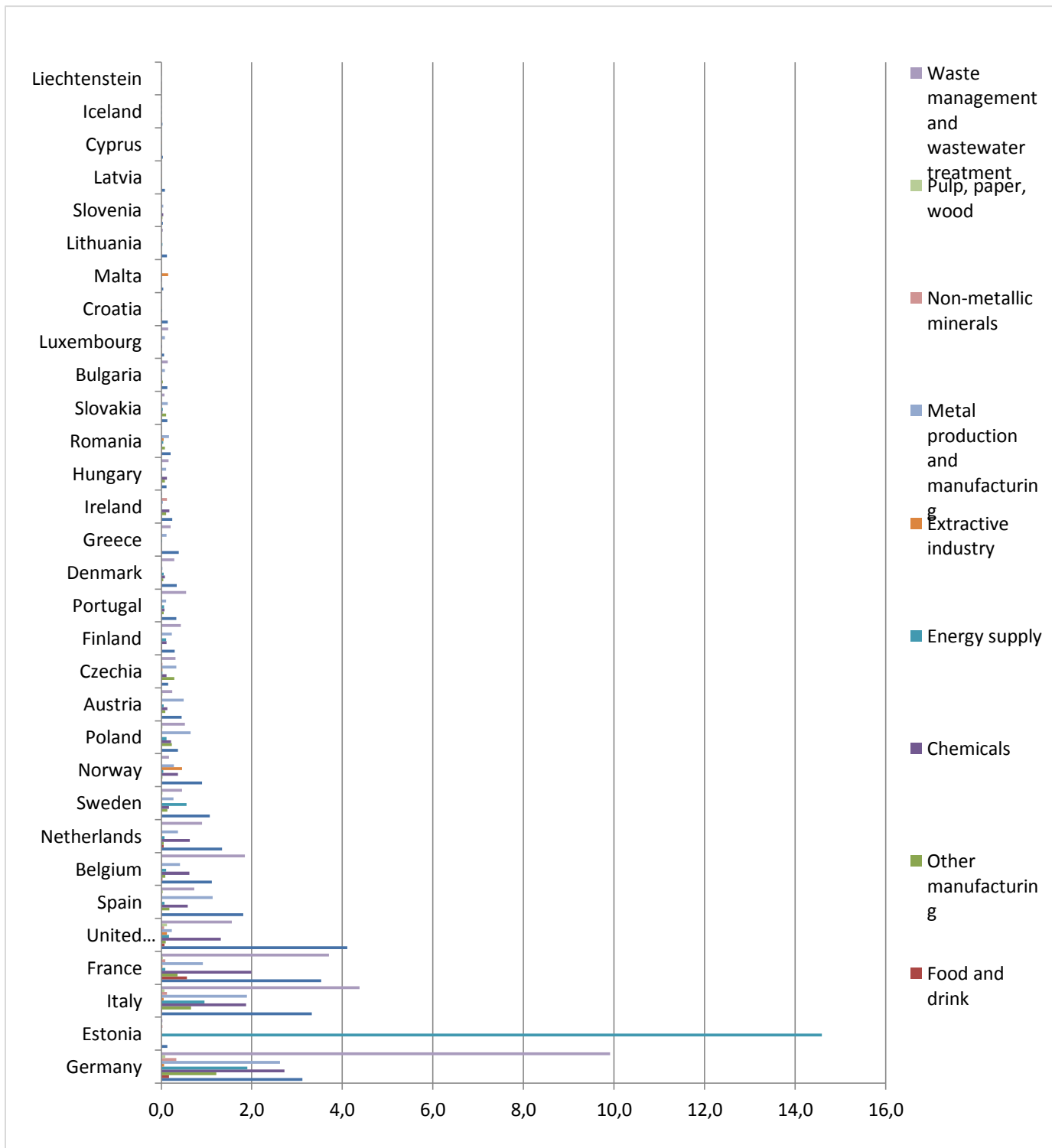
Γ) Σύμφωνα με την νέα Οδηγία-πλαίσιο, τα κράτη μέλη υποχρεούνται να εξασφαλίσουν ότι τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα τους θα διατηρούνται σε καλή κατάσταση με όριο συμμόρφωσης το 2027 (<https://ec.europa.eu/eurostat>, 2022).

Γράφημα 1.4. Συνολικά η συνεισφορά της βιομηχανίας σε ρύπους στην Ευρώπη των 33 χωρών το 2016 (εκτός από τα 27 κράτη μέλη, συμπεριλαμβάνεται και το Ηνωμένο Βασίλειο ,η Ελβετία,το Λίχτενσταϊν,η Τουρκία, η Νορβηγία και η Ισλανδία).
 (πηγή:<https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution/industrial-pollution-country-profiles-2020/eea33>)



Γράφημα 1.5. Προφίλ βιομηχανικής ρύπανσης 31 χωρών της Ευρώπης ανά βιομηχανικό κλάδο

(πηγή: <https://www.eea.europa.eu>)



Στο ανωτέρω γράφημα παρατηρούμε, ότι στην Ελλάδα, ο τομέας που ρυπαίνει περισσότερο είναι η διαχείριση αποβλήτων και η βιομηχανία μετάλλων.

Στην Ελλάδα ο Σύνδεσμος Ελληνικών Βιομηχανιών ΣΕΒ στηρίζει πλήρως την ευρωπαϊκή φιλοδοξία να καταστεί η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος μέχρι το 2050. Σύμφωνα με τη Συμφωνία του Παρισιού για τη Στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ και την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, στην επόμενη δεκαετία ο ΣΕΒ επενδύει 1 τρις ευρώ μπορεί να βοηθήσει την ελληνική παραγωγή. (www.sev.org.gr,2021)

1.6. Τρέχουσα κατάσταση και πίεση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα

Το Ελληνικό Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης Υδάτων (ΚΥΑ 140384/2011) περιλαμβάνει 50 υδάτινα σώματα λιμνών, φυσικών και τεχνητών ταμιευτήρων. Τα περισσότερα υδατικά συστήματα έχουν από έναν σταθμό δειγματοληψίας το καθένα, εκτός από τις διασυννοριακές λίμνες Μεγάλη Πρέσπα, Μικρή Πρέσπα και Δοϊράνη, που έχουν δύο σταθμούς δειγματοληψίας η καθεμία. Η εντατική γεωργία και η αστικοποίηση, που περιγράφονται ως πυκνότητα πληθυσμού, αποδείχθηκαν η κύρια πίεση των λιμνών που επηρεάστηκαν σοβαρά, καθώς και οι δύο συνδέονταν σε μεγάλο βαθμό με τον συνολικό φώσφορο (Mavromati et.al.,2018).

Στην Ελλάδα περισσότερα από τα μισά ποτάμια υποβαθμίζονται πλέον από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Σε ορισμένες λεκάνες απορροής ποταμών τα ανεπαρκώς επεξεργασμένα αστικά απόβλητα, τα αγροχημικά, τα αγροβιομηχανικά και τα μεταλλευτικά υγρά απόβλητα επηρεάζουν την ποιότητα των υδάτων, ενώ η διαχείριση των υδάτινων πόρων (π.χ. υπερεκμετάλλευση νερού για άρδευση και λειτουργία φράγματος) αλλάζει το υδρολογικό καθεστώς, επηρεάζοντας έτσι έμμεσα τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των υδάτινων σωμάτων (Skoulikidis,2017).

Στον ποταμό Αλιάκμονα διάφορα σενάρια μελλοντικής κλιματικής αλλαγής έχουν αποδείξει την ευπάθεια του ακόμη και σε μικρές υδρολογικές αλλαγές.(Stillas,2017)

Υπολογίζεται ότι το 68% των υγροτόπων της Ελλάδας αποξηράνθηκαν ή καταστράφηκαν εντελώς κατά τον εικοστό αιώνα. Ιστορικοί και πολιτιστικοί λόγοι εξηγούν μια σημαντική υστέρηση σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες στη διατήρηση και αποκατάσταση των ποταμών και των υγροτόπων της Ελλάδας. Η ελονοσία μέχρι το 1974, ήταν νόσος ευρέως

διαδεδομένη στη χώρα, με τον υψηλότερο επιπολασμό στην Ευρώπη κατά τις αρχές του εικοστού αιώνα .

Οι περιοχές που ήταν κοντά σε ποτάμια και λίμνες, ή οι υγρότοποι επίσης θεωρήθηκαν «ανθυγιεινές» περιοχές και χρειαζόταν έργα αποστράγγισης. Εκτεταμένες προσπάθειες για την αγροτική ανάπτυξη και την αποκατάσταση της γης ξεκίνησαν τις δεκαετίες του 1920 και του 1930, σε μια προσπάθεια να βοηθηθεί η εγκατάσταση περισσότερων από ένα εκατομμύριο προσφύγων που ήρθαν από τη Μικρά Ασία μετά τον ελληνοτουρκικό πόλεμο 1919-1922.

Μετά την κατοχή του Β' Παγκοσμίου Πολέμου στη δεκαετία του 1940 και τον ελληνικό εμφύλιο πόλεμο (1944-1949), μια εντατικοποίηση της λεγόμενης γεωργικής αποκατάστασης και μηχανικής ποταμών έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια των δεκαετιών του 1950 και του 1960. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1990, πολλές από τις μεγαλύτερες περιοχές υγροτόπων και λιμνών χαρακτηρίστηκαν επίσημα προστατευόμενες περιοχές μέσω της συνθήκης Ramsar και του δικτύου Natura 2000 .

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, πολλοί μικρότεροι υγρότοποι και μικρά ρέματα να έχουν υποβαθμιστεί σε μεγαλύτερο βαθμό, από ό,τι, μεγαλύτεροι υγρότοποι τα τελευταία 25 χρόνια. Τα έργα υπεράντλησης και μεταφοράς νερού συνεχίζουν να καταστρέφουν σιωπηλά την υδρόβια ζωή σε μικρά ποτάμια και ρυάκια. Παρόλο που η άρδευση ευθύνεται για το 85% περίπου της κατανάλωσης νερού, δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί επαρκείς περιορισμοί σε αυτόν τον τομέα. Ο οικιακός και βιομηχανικός τομέας δεν βοηθούν προς την κατεύθυνση της μείωσης της κατανάλωσης νερού (Zogaris et al,2017).

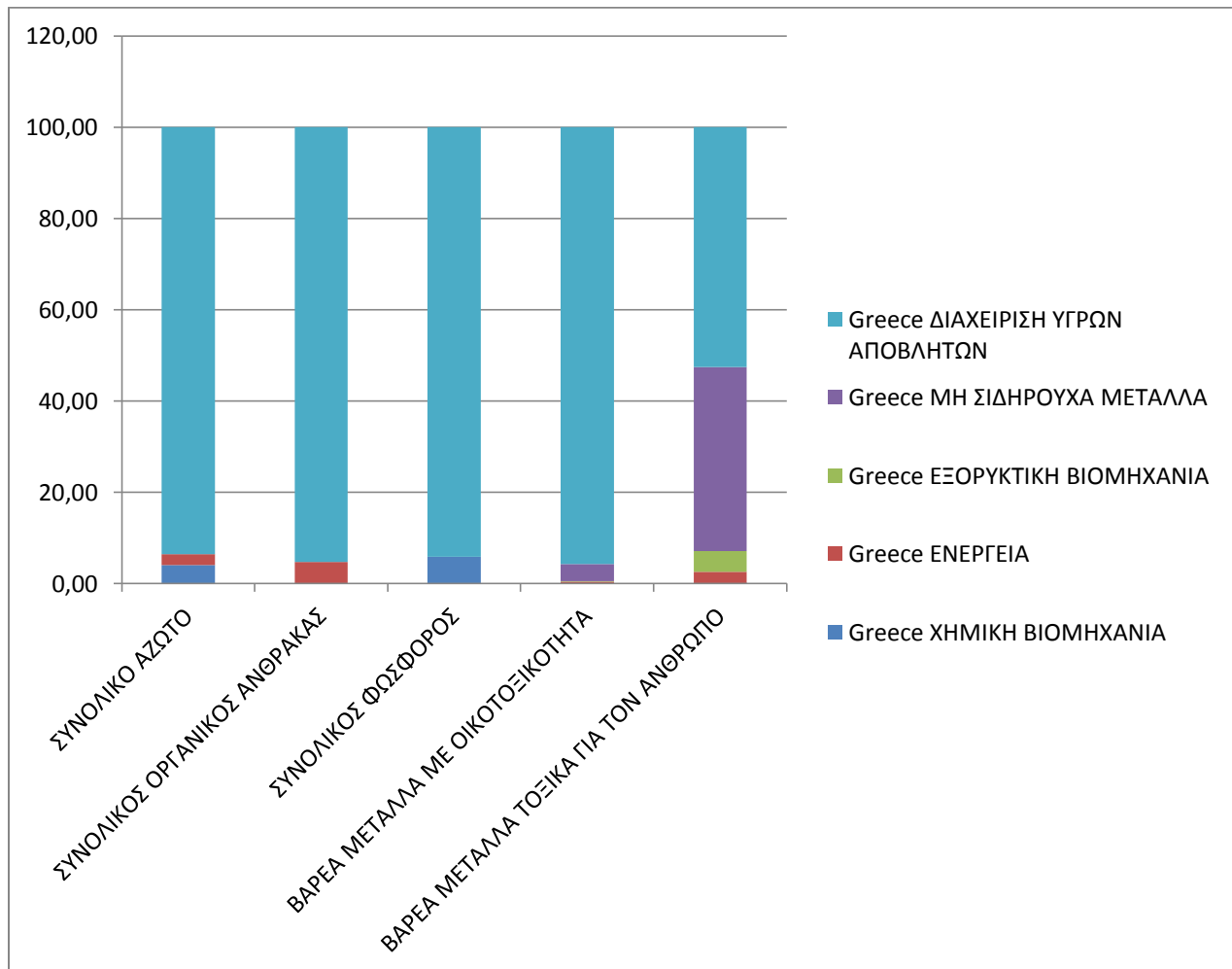
Εξαιτίας της ανομοιόμορφης κατανομής, διαθεσιμότητας νερού και ζήτησης νερού, συχνά οδηγεί σε σημαντικές ελλείψεις νερού, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Το πολύπλοκο ανάγλυφο της χώρας, έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται μικροί ταμιευτήρες απορροής ποταμών και πολυάριθμα υδάτινα σώματα που απαιτούν συνεχή παρακολούθηση από τις διάφορες πηγές ρύπανσης. Στα νησιά πρέπει να εξεταστούν όλες οι διαθέσιμες πηγές υδάτων προκειμένου να καλυφθεί η υψηλή παρουσία τουριστών. (Papavasiliopoulos,2014)

Στη Μεσόγειο, η εποχιακή ρύπανση σχετίζεται στενά με την ξηρασία καλοκαιριού-φθινοπώρου και τις σχετικές μειώσεις των ροών και της στάθμης των υδάτων των

ποταμών. Τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα, οι διάφορες απορρίψεις από αστικά και αγροτικά απόβλητα είναι οι κύριοι ρύποι των ποταμών στην Ελλάδα.

Η παράνομη απόρριψη ακατέργαστων λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων απευθείας σε ποτάμια και υδροτόπους, τεκμηριώνονται συχνά, αλλά οι ρυπαίνοντες σπάνια συλλαμβάνονται. Η εφαρμογή της νομοθεσίας της ΕΕ και των διαρθρωτικών ταμείων τα τελευταία 25 χρόνια ήταν αποφασιστικής σημασίας για την ανάπτυξη υποδομών επεξεργασίας αστικών λυμάτων σε όλες τις μεγάλες πόλεις, κωμοπόλεις και βιομηχανικές περιοχές. (Zogaris et al,2017). Η Ελλάδα είναι μία χώρα που όπως διαφαίνεται, σύντομα θα αντιμετωπίσει πρόβλημα λειψυδρίας.

Γράφημα 1.6.Βιομηχανικές εκλύσεις νερού ως ποσοστό του συνόλου της χώρας ανά τομέα, Ελλάδα, 2017 (Με βάση τα δεδομένα που αναφέρονται στο E-PRTR) (πηγή: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution/industrial-pollution-country-profiles-2020/greece>)



Σύμφωνα με τα στοιχεία της EUROSTAT στην Ελλάδα για το 2017 η βιομηχανία ήταν υπεύθυνη για το 16,52% της ενέργειας που καταναλώνεται, και 10,28% της συνολικής χρήσης νερού.

Βάση των στοιχείων που διαθέτει η EUROSTAT (Γράφημα 1.6) για το συνολικό άζωτο, στα Ελληνικά ύδατα, ευθύνεται η διαχείριση υγρών αποβλήτων, η ενέργεια και η χημική βιομηχανία.

Η διαχείριση υγρών αποβλήτων και η παραγωγή ενέργειας, ευθύνονται, για την επιβάρυνση των υδάτων σε οργανικό άνθρακα.

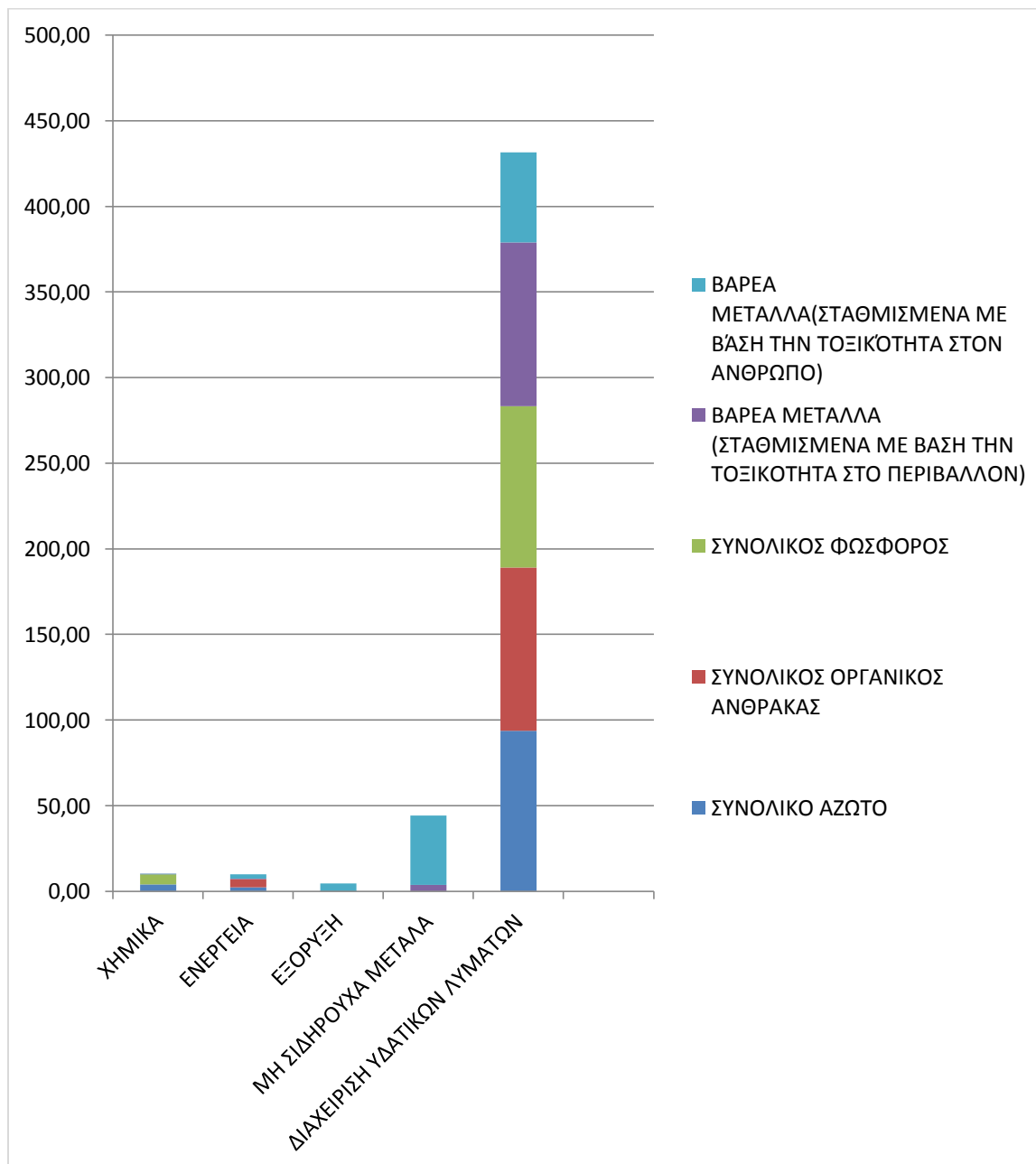
Ο συνολικός φώσφορος, διαφεύγει στα ύδατα, από τη διαχείριση υγρών αποβλήτων και τη χημική βιομηχανία.

Για την παρουσία οικοτοξικών ρύπων, υπαίτιοι είναι η διαχείριση υγρών αποβλήτων, η ενέργεια και η διαχείριση μη σιδηρούχων μετάλλων.

Οι τοξικοί ρύποι για τον άνθρωπο, που ανευρίσκονται στα Ελληνικά ύδατα, υπαίτιες είναι όλες οι κατηγορίες βιομηχανιών που εξετάζονται από την EUROSTAT.

Μεγάλη συνεισφορά στην ρύπανση των υδάτων στη Ελλάδα, έχει η διαχείριση υγρών αποβλήτων και οι μεταλλευτικές βιομηχανίες μη σιδηρούχων μετάλλων (Γράφημα 1.7.)

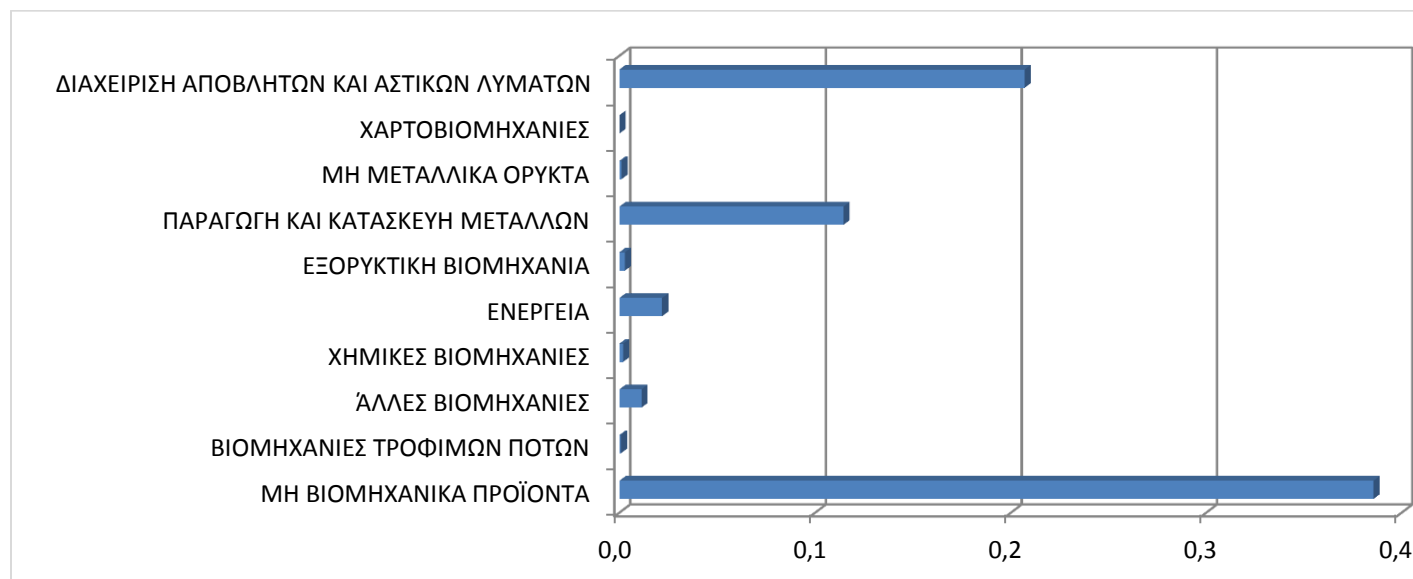
Γράφημα 1.7.Βιομηχανικές εκλύσεις νερού ως ποσοστό του συνόλου της χώρας ανά τομέα, Ελλάδα, το 2017 (Με βάση τα δεδομένα που αναφέρονται στο E-PRTR)(πηγή: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry>)



Επικίνδυνα απόβλητα στην Ελλάδα παράγονται κατά κύριο λόγο από τα μη βιομηχανικά προϊόντα(δηλαδή τα προϊόντα εκτός βιομηχανικής παραγωγής, όπως είναι τα αγροτικά

προϊόντα), τη διαχείριση αποβλήτων και αστικών λυμάτων με ακόλουθη τη βιομηχανία μετάλλων.(Γράφημα 1.8)

Γράφημα 1.8. Ποσοστό επί του συνόλου των επικίνδυνων αποβλήτων στην Ελλάδα, 2016 (πηγή: <https://www.eea.europa.eu/themes/industry/industrial-pollution/industrial-pollution-country-profiles-2020/greece>)



Η ΕΛΣΤΑΤ στα στατιστικά δεδομένα που δημοσιεύει, για τα έτη 2017 και 2018, φαίνεται ότι η βιομηχανική παραγωγή ευθύνεται κατ'έτος, για $180,43 \times 10^6$ κυβικά νερού από απολήψεις γλυκού νερού, εκ των οποίων τα $24,19 \times 10^6$ κυβικά είναι από απολήψεις επιφανειακών υδάτων και τα $156,24 \times 10^6$ από υπόγεια ύδατα. Για άρδευση έχουν χρησιμοποιηθεί $2.789,29 \times 10^6$ από επιφανειακά νερά και $5.231,35 \times 10^6$ κυβικά νερού από υπόγεια ύδατα. (Πίνακας 1.2, Πίνακας 1.3.) .Κύριος καταναλωτής νερού, αποδεικνύεται στην Ελλάδα η γεωργία, η δασοκομεία και η αλιεία με κατανάλωση του 83% των πόρων του νερού. Τα ελληνικά νοικοκυριά δαπάνησαν 14% ενώ, η μεταποιητική βιομηχανία το 2%, των συνολικών πόρων του νερού.

Πίνακας 1.2. :Απολήψεις υδάτων, για τα έτη 2017 και 2018 στην Ελλάδα, κατά πηγή και κατά κλάδο(σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού)(πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

ΠΗΓΗ	ΚΛΑΔΟΣ	NACE(*)	2017	2018
ΓΛΥΚΑ ΥΔΑΤΑ	ΣΥΝΟΛΟ		3.900,63	3.897,59
Γλυκά επιφανειακά ύδατα	Συλλογικό Δίκτυο Ύδρευσης		936,84	936,84
	Γεωργία, Δασοκομία, Αλιεία	01 - 03	2.801,64	2.801,64
	<i>από τα οποία για:</i>			
	<i>Άρδευση</i>		2.795,29	2.795,29
	<i>Υδατοκαλλιέργειες</i>			
	Ορυχεία και λατομεία	05 - 09	: ^(c)	: ^(c)
	Μεταποιητική βιομηχανία	10 - 33	24,19	24,19
	Παραγωγή ηλ.ρεύματος (ψύξη)	35.11 - 35.13	: ^(c)	: ^(c)
	Κατασκευές	41 - 43		
Υπηρεσίες	45 - 99			
Γλυκά υπόγεια ύδατα	ΣΥΝΟΛΟ		6.233,25	6.225,19
	Συλλογικό Δίκτυο Ύδρευσης		750,26	750,26
	Γεωργία, Δασοκομία, Αλιεία	01 - 03	5.305,45	5.305,45
	<i>από τα οποία για:</i>			
	<i>Άρδευση</i>		5.231,35	5.231,35
	<i>Υδατοκαλλιέργειες</i>			
	Ορυχεία και λατομεία	05 - 09	: ^(c)	: ^(c)
	Μεταποιητική βιομηχανία	10 - 33	156,24	156,24
	Παραγωγή ηλ.ρεύματος (ψύξη)	35.11 - 35.13	: ^(c)	: ^(c)
	Κατασκευές	41 - 43		
	Υπηρεσίες	45 - 99		
Γλυκά ύδατα				
ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ		10.133,88	10.122,78
	Συλλογικό Δίκτυο		1.687,09	1.687,09

	Υδρευσης			
	Γεωργία, Δασοκομία, Αλιεία	01 - 03	8.107,09	8.107,09
	από τα οποία για:			
	Άρδευση		8.026,64	8.026,64
	Υδατοκαλλιέργειες			
	Ορυχεία και λατομεία	05 - 09	: ^(c)	: ^(c)
	Μεταποιητική βιομηχανία	10 - 33	180,43	180,43
	Παραγωγή ηλ.ρεύματος (ψύξη)	35.11 - 35.13	: ^(c)	: ^(c)
	Κατασκευές	41 - 43	:	:
	Υπηρεσίες	45 - 99	:	:

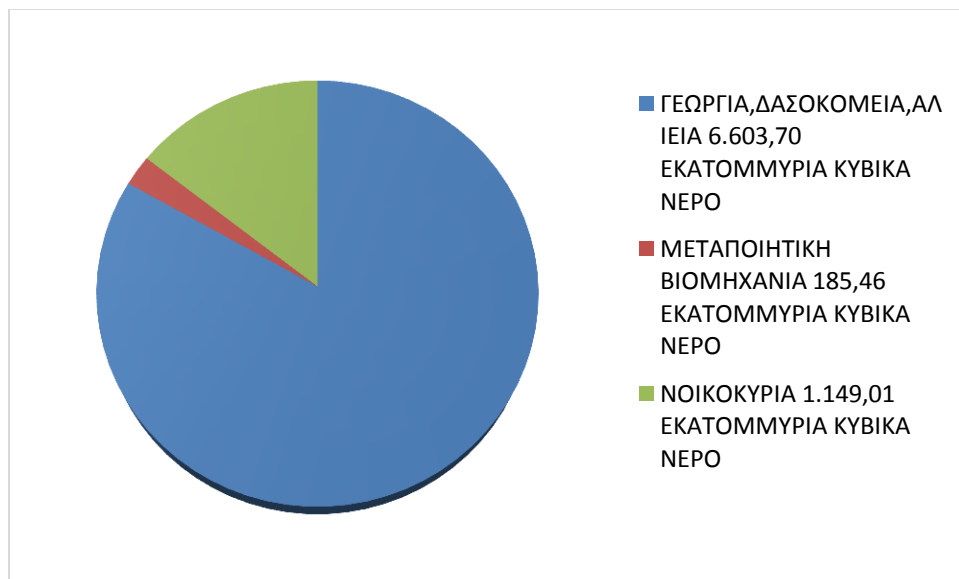
Πίνακας 1.3. :Χρήση υδάτων, για τα έτη 2017 και 2018 στην Ελλάδα, κατά κατηγορία παρόχου και κατά κλάδο, σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού.(πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

ΠΑΡΟΧΟΣ	ΚΛΑΔΟΣ	NACE	2017	2018
Δημόσιο συλλογικό δίκτυο ύδρευσης	ΣΥΝΟΛΟ		1.288,50	1.290,39
		01 - 03	0,00	0,00
	Ορυχεία και λατομεία	05 - 09	: ^(c)	: ^(c)
	Μεταποιητική βιομηχανία	10 - 33	120,45	120,45
	Παραγωγή ηλ.ρεύματος (ψύξη)	35.11 - 35.13	: ^(c)	: ^(c)
	Κατασκευές	41 - 43	:	:
	Υπηρεσίες	45 - 99	:	:
	Νοικοκυριά		1.149,01	1.149,01
Ιδιωτικές απολήψεις και άλλα συλλογικά δίκτυα	ΣΥΝΟΛΟ		7.739,14	7.635,62
	Γεωργία, Δασοκομία, Αλιεία	01 - 03	6.603,70	6.603,70
	Ορυχεία και λατομεία	05 - 09	: ^(c)	: ^(c)
	Μεταποιητική βιομηχανία	10 - 33	65,01	65,01
	Παραγωγή ηλ.ρεύματος (ψύξη)	35.11 - 35.13	: ^(c)	: ^(c)
	Κατασκευές	41 - 43		

	Υπηρεσίες	45 - 99	0,00	0,00
	Νοικοκυριά		0,00	0,00
	ΣΥΝΟΛΟ		9.027,64	8.926,01
ΣΥΝΟΛΟ	Γεωργία, Δασοκομία, Αλιεία	01 - 03	6.603,70	6.603,70
	Ορυχεία και λατομεία	05 - 09	: ^(c)	: ^(c)
	Μεταποιητική βιομηχανία	10 - 33	185,46	185,46
	Παραγωγή ηλ.ρεύματος (ψύξη)	35.11 - 35.13	: ^(c)	: ^(c)
	Κατασκευές	41 - 43	:	:
	Υπηρεσίες	45 - 99	:	:
	Νοικοκυριά		1.149,01	1.149,01

(*) Ο όρος NACE προέρχεται από το γαλλικό *Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne* (Στατιστική ταξινόμηση των οικονομικών δραστηριοτήτων στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα)

Γράφημα 1.9.Χρήση νερού στην Ελλάδα το 2018 (πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)

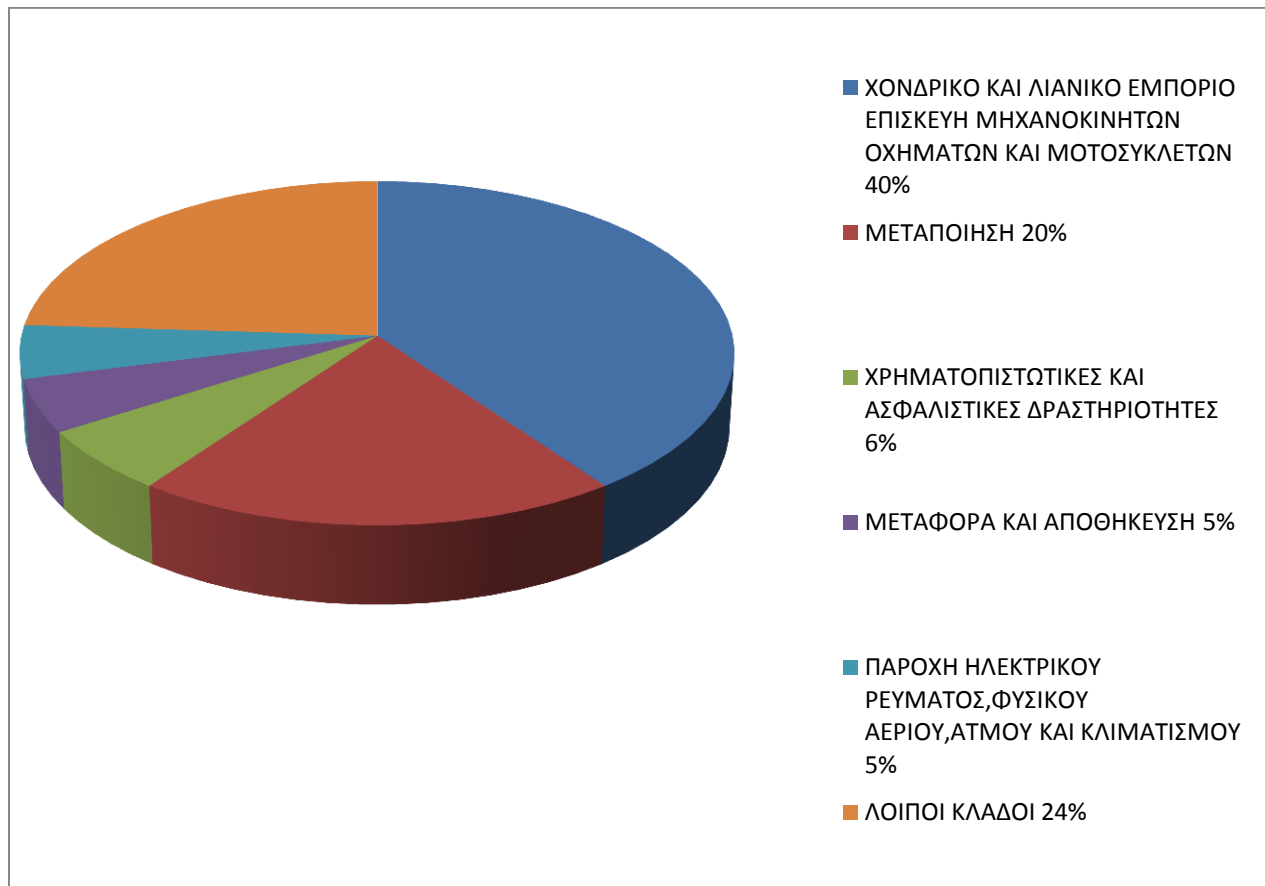


Γράφημα 1.10.Αριθμός Νομικών Μονάδων, Κύκλος Εργασιών, Αριθμός Απασχολούμενων(πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)



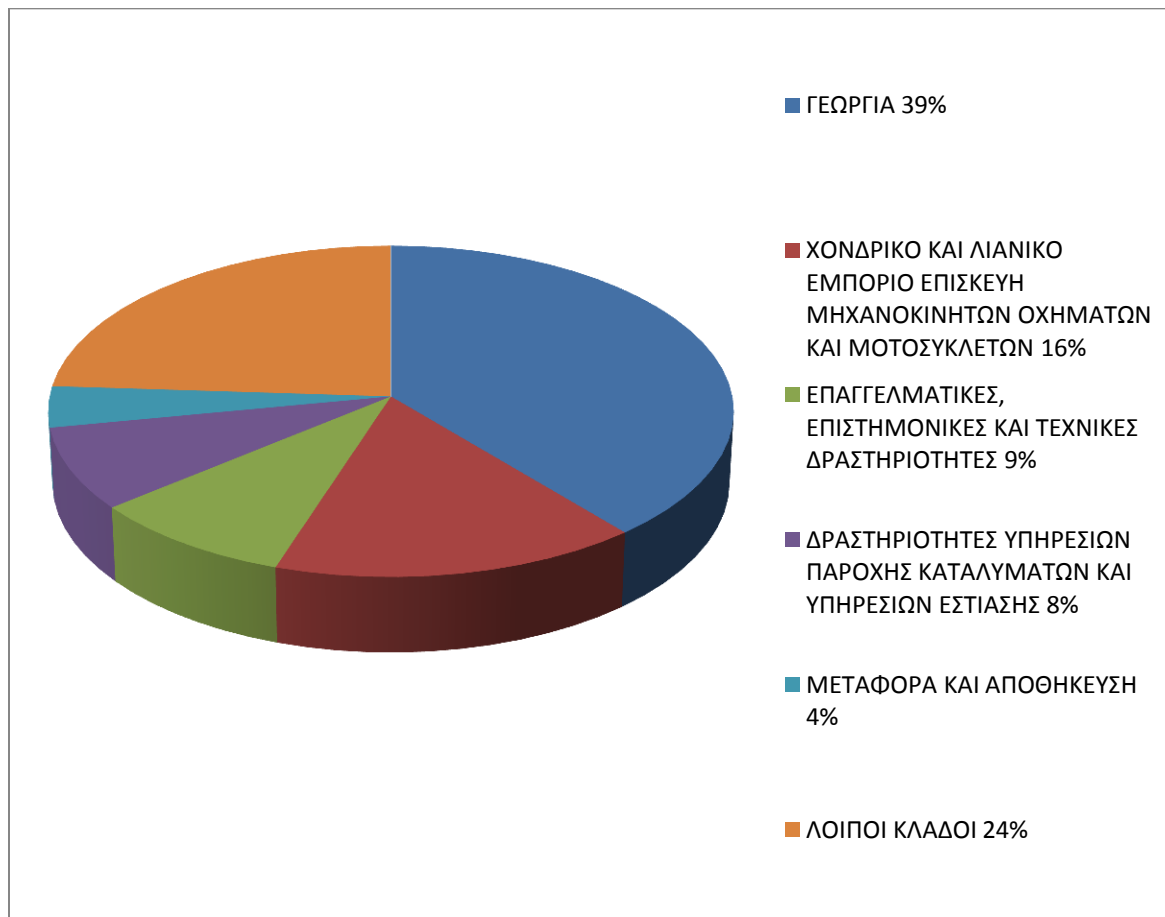
Στο Γράφημα 1.10 της ΕΛΣΤΑΤ καταδεικνύει ότι υπάρχει μία ανοδική πορεία σε ότι αφορά τις νομικές μονάδες που δραστηριοποιούνται στη χώρα , μετά την κάμψη που υπέστησαν κατά τα έτη 2012-2013.Αντίστοιχη είναι και η αύξηση των απασχολουμένων σε αυτές το έτος 2018.Ταυτόχρονα αυτή η άνοδος εκπροσωπείται και στον κύκλο εργασιών τους.

Γράφημα 1.11. Ποσοστιαία Συμμετοχή στο σύνολο του Κύκλου Εργασιών ανά τομέα Οικονομικής Δραστηριότητας NACE Αναθ.2 (πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)



Μεγαλύτερη συμμετοχή στον κύκλο εργασιών, στην Ελλάδα, για το έτος 2018(Γράφημα 1.11), καταλαμβάνει το χονδρικό και λιανικό εμπόριο αυτοκινήτων και μηχανών. Η μεταποίηση καταλαμβάνει το 20% του συνόλου στον Κύκλο Εργασιών, ενώ 5% έχει η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και κλιματισμού, βάσει των στοιχείων της ΕΛΣΤΑΤ.

Γράφημα 1.12..Ποσοστιαία Συμμετοχή στο σύνολο των Νομικών Μονάδων ανά τομέα Οικονομικής Δραστηριότητας NACE Αναθ.2 (πηγή:ΕΛΣΤΑΤ)



Στην Ελλάδα, (Γράφημα 1.12.), το 39% των δραστηριοτήτων σχετίζεται με την Γεωργία, τη δασοκομία και την αλιεία, αυτό συνδέεται και με την απορρόφηση κατά 83% των πόρων του νερού από αυτές τις δραστηριότητες.

Από τα στατιστικά δεδομένα προκύπτει ότι στην Ελλάδα μεγάλο κεφάλαιο αποτελούν η γεωργία η κτηνοτροφία η αλιεία και ο τουρισμός και είναι οι τομείς που απορροφούν τις μεγαλύτερες ποσότητες των υδατικών πόρων. Η βιομηχανία στην Ελλάδα έχει μικρή συμμετοχή στην επιβάρυνση των υδατικών πόρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο-ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ-ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1 Διαδικασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Οι βιομηχανίες που βρίσκονται εντός των ορίων των οικισμών, συνήθως απορρίπτουν τα υγρά απόβλητα τους σε υπονόμους. Πολλές φορές τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα, μπορούν να υποστούν αποτελεσματικότερη επεξεργασία όταν συνδυαστούν με οικιακά υγρά απόβλητα, παρά μόνα τους ειδικά δε, όταν τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα στερούνται θρεπτικών συστατικών. Τα οικιακά υγρά απόβλητα μπορούν να παρέχουν λόγω της ετερογένειας τους, να προσφέρουν στα βιομηχανικά υγρά απόβλητα, θρεπτικά συστατικά όπως άνθρακα, άζωτο ,φώσφορο απαραίτητα για την τροφή των βακτηρίων κατά τη βιολογική επεξεργασία.

Όμως η απόρριψη βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας των οικιακών λυμάτων, μπορεί να προκαλέσει διάφορες συνέπειες στο σύστημα ή παρεμβολές στη λειτουργία επεξεργασίας με εναπόθεση λάσπης, διάβρωση σωλήνων, και επικίνδυνες επιπτώσεις όπως τοξικά αέρια, κίνδυνο έκρηξης ή απελευθέρωση τοξικών ουσιών. Τα προβλήματα αυτά μπορούν να ξεπεραστούν με μια προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων στη βιομηχανία που παράγονται πριν ενσωματωθούν με τα οικιακά υγρά απόβλητα.

Μονάδες πλήρους επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, συνήθως εγκαθίστανται στις ίδιες τις βιομηχανίες, όταν χωροταξικά απέχουν πολύ από το δημόσιο σύστημα υπονόμων. Περιορισμοί επίσης τίθενται και όταν βιομηχανία παράγει απόβλητα επιβαρυσμένα, που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν από τα δημόσια συστήματα επεξεργασίας, ή αν αυτά έχουν μειωμένη χωρητικότητα και δεν μπορούν να τα δεχτούν λόγω υπερφόρτωσης.

Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, οι προκαταρκτικές μηχανικές επεξεργασίες, προηγούνται της φυσικοχημικής ή και βιολογικής επεξεργασίας και χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση άμμου, ινών και επιπλεόντων ουσιών και υλικών, προκειμένου να αποφευχθούν εμπόδια και να ενισχυθεί η απόδοση, των επόμενων σταδίων επεξεργασίας. Για την κροκίδωση

μη καθιζήσιμων στερεών, περιλαμβάνονται δεξαμενές καθίζησης, ή μέθοδοι επίπλευσης, κατά τη φυσικοχημική επεξεργασία .

Εφόσον χρειαστεί γίνεται προσθήκη χημικών ουσιών, κατά τη φάση της χημικής επεξεργασίας, για αλλαγή στα συστατικά των αποβλήτων, για να είναι εφικτή η απομάκρυνσή τους, είτε για να αλλάξουν μορφή σε λιγότερο βλαπτική. Για την απομάκρυνση του διαλυτού και κολλοειδούς οργανικού υλικού, από τα απόβλητα είναι απαραίτητη η βιολογική επεξεργασία, είτε σε βιολογικές λίμνες, ή με φίλτρα ροής, ενεργό ιλύ,ή και φίλτρα άμμου .

Πιο εξειδικευμένες προηγμένες μέθοδοι επεξεργασίας, απομακρύνουν πιο επίμονους ρύπους, από τα υγρά απόβλητα, μετά από τις φυσικοχημικές ή και βιολογικές επεξεργασίες. Έτσι οι πιο κοινές προηγμένες μέθοδοι μπορούν να αφαιρέσουν τον φώσφορο ,να οξειδώσουν την αμμωνία σε νιτρικά (νιτροποίηση), να μετατρέψουν τα νιτρικά σε άζωτο (απονιτροποίηση) και να αφαιρέσουν ή να αδρανοποιήσουν, παθογόνα βακτήρια και ιούς (απολύμανση). Για να έχουμε αποκατάσταση του νερού, πρέπει να συμπεριληφθεί και η απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων, των οργανικών χημικών ουσιών, των ανόργανων αλάτων και την εξάλειψη όλων των παθογόνων .

Ένα από τα πιο δύσκολα προβλήματα που προκύπτουν πολύ συχνά, είναι η διάθεση ιλύος, από διεργασίες επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων. Η επεξεργασία ιλύος, είναι ένας συνδυασμός εργασιών, που περιλαμβάνει διάφορες τεχνικές όπως επεξεργασία, αφυδάτωση, ξήρανση, αποτέφρωση, ανάκτηση υλικών. Η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών επεξεργασίας εξαρτάται από πολλές μεταβλητές.

Η συνεχής ανάπτυξη σε προηγμένα συστήματα επεξεργασίας, επιτρέπει τις απαιτήσεις αναγέννησης υγρών αποβλήτων για διαχωρισμένη ή ολοκληρωμένη ανακύκλωση, ή επαναχρησιμοποίηση του νερού και την απομάκρυνση δύσκολων ρύπων, ώστε να πληρούνται τα περιβαλλοντικά ρυθμιστικά πρότυπα για την απόρριψη. Συστήματα επεξεργασίας όπως φιλτράρισμα άμμου, ανταλλαγή ιόντων, προσρόφηση, απολύμανση, προηγμένες διαδικασίες οξείδωσης, φιλτράρισμα μεμβράνης, αντίστροφη όσμωση και προηγμένη οξείδωση, πληρούν τις απαιτήσεις ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης. Όλα αυτά τα συστήματα, οδηγούν

στον διαχωρισμό των εκροών υγρών αποβλήτων, που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, για οποιονδήποτε σκοπό, ή να ανακυκλωθούν στη βιομηχανική διαδικασία.

Το κόστος της επεξεργασίας, συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού και της λειτουργίας, χρειάζεται αξιολόγηση, τόσο από επιχειρηματική σκοπιά, όσο και από τα ευρύτερα περιβαλλοντικά οφέλη. Κάθε εταιρία έχει να εξετάσει δύο κόστη, που πρέπει να συγκριθούν μεταξύ τους, για την απόφαση, σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση ή την ανακύκλωση. Στην περίπτωση της ανακύκλωσης, θα πρέπει να μετρηθεί το κόστος της σύνδεσης, για την απόκτηση νερού συν το κόστος για την εκφόρτωσή του. Στην περίπτωση της επαναχρησιμοποίησης, το κόστος του νερού και η απόρριψή του είναι αμελητέο, αλλά η επεξεργασία είναι ακριβή. (Gutterres et al,2012).

2.2.Συστήματα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

Ο στόχος της επεξεργασίας των λυμάτων είναι η αφαίρεση των περιεχόμενων ρυπαντικών ουσιών έτσι ώστε να έχουμε την ασφαλή τους διάθεση.

Οι τεχνικές που θα εφαρμοστούν για την επεξεργασία των αποβλήτων θα πρέπει να έχουν κύριο γνώμονα τα εξής (Δεσποτίδου ,2016):

1. Να παράγονται λίγα απόβλητα .
2. Να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν λιγότερο επικίνδυνες ουσίες
3. Οι μέθοδοι των τεχνικών ανάκτησης και ανακύκλωσης των ουσιών που παράγονται κατά την επεξεργασία.
4. Οι μέθοδοι που ήδη έχουν δοκιμαστεί και αποδίδουν σε βιομηχανική κλίμακα.
5. Οι νέες τεχνολογίες
6. Η φύση , ο όγκος και η συχνότητα των συγκεκριμένων εκπομπών
7. Η κατανάλωση νερού και η φύση των πρώτων υλών
8. Η ανάγκη πρόληψης και προστασίας του περιβάλλοντος

9. Η ανάγκη πρόληψης ατυχημάτων.

Τα βασικά στάδια επεξεργασίας των λυμάτων είναι πέντε (Γ.Ζέρβας, 2020).

2.2.1. Προκαταρκτική επεξεργασία

Περιλαμβάνεται η εσχάρωση ή άλεση, η εξάμμωση και απολίπανση. Σκοπός της είναι η α)αφαίρεση άμμου και φερτών υλικών για να προστατευθούν τα αντλιοστάσια και οι αγωγοί από φθορές και β) η αφαίρεση λιπών που βλάπτουν τη βιολογική διαδικασία (Ζέρβας, 2020).

Εσχάρωση

Επιτυγχάνει τη συγκράτηση των ογκωδών αντικειμένων που μπορεί να υπάρχουν στα υγρά απόβλητα για να αποφευχθούν εμφράξεις και προβλήματα στον μηχανολογικό εξοπλισμό. Οι σχάρες ανάλογα με το μέγεθος των κενών τους συνήθως ταξινομούνται βάσει του καθαρού ανοίγματος τους σε χονδρές 20-60mm, μεσαίες 10-20 mm και λεπτές 5-10 mm και συγκρατούν αντικείμενα σε διαφορετικές διαμέτρους από πολύ ογκώδη έως μικρότερα όταν περνούν από εσχάρες που μοιάζουν με λεπτά κόσκινα. Οι εσχάρες μπορεί να είναι μηχανικά ή χειρωνακτικά καθαριζόμενες (Ζέρβας, 2020).

Εξάμμωση

Επιτυγχάνεται με τους εξαμμωτές βαρύτητας οι οποίοι είναι δεξαμενές, όπως οι δεξαμενές καθίζησης, όπου τα υγρά απόβλητα διέρχονται με ρυθμιζόμενη ροή και καθιζάνουν μόνο τα βαρύτερα σωματίδια (συνήθως πάνω από διάμετρο 0,15-0,20mm), όπως η άμμος ενώ τα ελαφρύτερα οργανικά σωματίδια παραμένουν σε αιώρηση και περνούν στο σύστημα. Η εξάμμωση βοηθά στο να μη συσσωρεύονται αδρανή ιζήματα στις δεξαμενές ιλύος ως επίσης με την εξάμμωση προστατεύεται και ο μηχανολογικός εξοπλισμός και οι σωλήνες από εμφράξεις (Ζέρβας, 2020).

Απολίπανση

Στα βιομηχανικά υγρά απόβλητα, είναι μία πολύ σημαντική διαδικασία, γιατί τα περισσότερα εξ αυτών περιέχουν λιπαρές ουσίες, που φράσσουν τον μηχανολογικό εξοπλισμό. Τα ελεύθερα και

επιπλέοντα λιπαρά, απομακρύνονται από τα απόβλητα με διαύγαση βαρύτητας, δηλαδή λόγω του ότι έχουν μικρότερο ειδικό βάρος από το νερό, επιπλέον στην επιφάνεια και απομακρύνονται με ξέστρα και οδηγούνται για περαιτέρω επεξεργασία ή διάθεση. Ανάλογα με τη φύση των λιπαρών, μπορεί να χρειαστεί να προστεθούν επιπλέον χημικά προϊόντα, για να επιτευχθεί κροκίδωση. Πολλές φορές αυτή η διεργασία λαμβάνει χώρα στους εξαμμωτές, ή στην δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης (Δεσποτίδου, 2016)

2.2.2.Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Περιλαμβάνει τη διαδικασία της απλής καθίζησης, ή χημικά υποβοηθούμενης, σκοπός της είναι η αφαίρεση των αιωρούμενων στερεών κατά 50%-70%, επίσης συμβάλει στη μείωση του BOD₅ κατά 25%-35%.

Διακρίνουμε τέσσερις κατηγορίες καθίζησης α) των διακεκριμένων σωματιδίων, β) των συσσωματωμένων στερεών, γ) την καθίζηση ζώνης και δ) την καθίζηση συμπύκνωσης (Γ.Ζέρβας 2020)

Κροκίδωση

Η κροκίδωση λαμβάνει χώρα στη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, ή σε ειδική δεξαμενή, που προορίζεται για αυτό το σκοπό. Σκοπός είναι η απομάκρυνση, των αιωρούμενων και κολλοειδών υλικών, που περιέχονται στα απόβλητα, με αυτή τη διαδικασία μειώνονται τα ολικά στερεά (TS) που είναι και ο στόχος. Αυτή η διαδικασία επιτυγχάνεται με την προσθήκη διαφόρων χημικών ουσιών, που ονομάζονται κροκιδωτικά με συνηθέστερο τα υδροξείδιο του ασβεστίου Ca(OH)₂, ή διάφορα άλατα όπως το θειϊκό,θειϊκό αργίλιο, ή άλατα του σιδήρου κ.α. (Δεσποτίδου, 2016)

Καθίζηση

Η καθίζηση, είναι η διαδικασία κατά την οποία τα συσσωματωμένα πλέον υλικά, έχοντας πλέον αποκτήσει ειδικό βάρος μεγαλύτερο του νερού, θα καθισθήσουν στη δεξαμενή καθίζησης. Μετά την καθίζηση των κροκίδων και μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, σχηματίζεται ίζημα στον

πυθμένα της δεξαμενής (ιλύς), όπου στη συνέχεια αφαιρείται με ξέστρα ή με αντλία (Ζέρβας, 2020).

2.2.3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία (ή βιολογική επεξεργασία)

Με ενεργό ιλύ, βιολογικά φίλτρα ή λίμνες σταθεροποίησης και συμβάλλει στη μείωση του οργανικού φορτίου των λυμάτων ,μεγαλύτερη από 95%.

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία, είναι η κύρια μέθοδος καθαρισμού των λυμάτων .

Ενεργός ιλύς

Τα υγρά απόβλητα, έρχονται σε επαφή με μικροοργανισμούς που βρίσκονται με μορφή αιωρούμενων συσσωμάτων, σε μια αεριζόμενη δεξαμενή πλήρους μίξης, εκεί αναπτύσσονται μικροοργανισμοί που βρίσκουν το οργανικό φορτίο ως τροφή, για να αναπτυχθούν έτσι αποδομούν τις ρυπαντικές ουσίες και αποδομούνται σε νέους μικροοργανισμούς, δηλαδή η νεκρή οργανική ύλη (αιωρούμενα στερεά και διαλυμένες ουσίες), μετατρέπεται σε ζωντανή οργανική ύλη (μικροοργανισμοί). Οι μικροοργανισμοί αυτοί έχουν μεγαλύτερο ειδικό βάρος, από το νερό και για το λόγο αυτό καθιζάνουν, αφού μετά τη δεξαμενή αερισμού, τα υγρά απόβλητα οδηγούνται στη δεξαμενή καθίζησης, που παραμένουν για κάποιο χρονικό διάστημα και με υπερχείλιση εξέρχονται της δεξαμενής. (Ζέρβας, 2020)

Βιολογικά φίλτρα

Το βιολογικό φίλτρο, αποτελείται από μία δεξαμενή που έχει πληρωθεί με υλικό υψηλής διαπερατότητας (συνήθως χαλίκια ομοιόμορφης διαμέτρου ή πλαστικό), όπου στην επιφάνεια αυτού του υλικού πλήρωσης, αναπτύσσεται με τη μορφή φιλμ, μια μικροβιακή μάζα. Καθώς τα υγρά απόβλητα περνούν μέσα από το υλικό πλήρωσης, οι οργανικές ουσίες των λυμάτων συκρατούνται στην επιφάνεια της βιολογικής μεμβράνης, που στην εξωτερική ζώνη της επικρατούν αερόβιες συνθήκες, ενώ στην εσωτερική ζώνη, αναερόβιες. Η ύπαρξη αναερόβιων συνθηκών, προκαλεί την αποκόλληση αυτού του μικροβιακού φιλμ (βιομάζα), από το υλικό

πλήρωσης, ή αυτή η βιομάζα εξαιτίας της ροής διαμέσου του φίλτρου, απολεπίζεται από το υλικό πλήρωσης. Όλα αυτά τα κομμάτια συλλέγονται στη δεξαμενή τελικής καθίζησης. (Ζέρβας 2020)

Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι.

Η συγκεκριμένη τεχνική στηρίζεται στην τεχνογνωσία των βιολογικών φίλτρων, αλλά τα στηρίγματα για το βιοφίλμ, είναι περιστρεφόμενοι δίσκοι, με χαμηλό ρυθμό ταχύτητας (Ζέρβας, 2020).

Δεξαμενές σταθεροποίησης

Οι δεξαμενές σταθεροποίησης, είναι μικρού βάθους λεκάνες, με επίπεδο πυθμένα και είναι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας, που λειτουργούν με φυσικό ή τεχνητό αερισμό, σε αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες. Ο φυσικός αερισμός, στηρίζεται στη διάλυση και διάχυση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου, ή και στην παραγωγή οξυγόνου από τα φύκη, μέσα από τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και εφόσον φτάνει το ηλιακό φως.

Ο τεχνητός αερισμός, επιτυγχάνεται με διαχύτες αέρα, συνήθως με επιφανειακούς αναμικτήρες (Μαρκαντωνάτος, 1984)

2.2.4. Τριτοβάθμια επεξεργασία

Μερικές φορές στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, η ποιότητα της τελικής εκροής, είναι κάτω από την επιθυμητή ποιότητα ακόμη και αν αυτά, έχουν υποστεί πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία, στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και δεν έτσι δεν πληρούνται τα προβλεπόμενα όρια, για την απόρριψή τους, στους διάφορους υδάτινους αποδέκτες, ή σε γεωργικές εκτάσεις, λόγω της παρουσίας υψηλού BOD ή COD ή ακόμη, ορισμένων ενώσεων ή μετάλλων. Έτσι κρίνεται απαραίτητη, η περαιτέρω επεξεργασία τους, δηλαδή τριτοβάθμια επεξεργασία.

Στην τριτοβάθμια επεξεργασία, τα υγρά απόβλητα, επιχειρείτε να μετατραπούν σε υγρό αποδεκτής ποιότητας, ασφαλές για διάφορες χρήσεις όπως οικιακές, βιομηχανικές και

γεωργικές. Με την τριτοβάθμια επεξεργασία, μπορεί να επιτευχθεί απομάκρυνση ως και 90-95% των ρύπων. Στις τεχνολογίες τριτοβάθμιας επεξεργασίας για την εκροή αποδεκτού υγρού, περιλαμβάνεται η βιολογική επεξεργασία, κυριαρχούν όμως, οι φυσικοχημικές μέθοδοι. Οι διαδικασίες περιλαμβάνουν, βιολογική οργανική αποικοδόμηση, νιτροποίηση-απονιτροποίηση, απόσταξη, κρυστάλλωση, εξάτμιση, εκχύλιση διαλύτη, οξείδωση, πήξη, καθίζηση, ηλεκτρόλυση, ανταλλαγή ιόντων, αντίστροφη όσμωση, ηλεκτροδιύλιση και προσρόφηση άνθρακα (Verma et. al.2019)

2.2.5. Απολύμανση

Προκειμένου να μειωθεί το μικροβιακό φορτίο της τελικής εκροής, τα υγρά απόβλητα, μετά την ολοκλήρωση αυτών των επεξεργασιών, απολυμαίνονται πριν απορριφθούν στο περιβάλλον. Για την προστασία της δημόσιας υγείας η απολύμανση των υγρών αποβλήτων είναι απαραίτητη, όταν το υγρό εκροής χρησιμοποιείται για σκοπούς που συνδέονται με τη δημόσια υγεία, όπως παροχή ύδατος, αναψυχή, άρδευση ή και υδατοκαλλιέργεια. Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι απολύμανσης, είναι με τη χρήση χλωρίου, ή ακτινοβολία UV ή με οζονισμό. (Verma et. al.2019).

2.2.6 Ειδικές προηγμένες επεξεργασίες

Τα βιομηχανικά απόβλητα, λόγω της φύσης της σύνθεσης τους, χρειάζονται ειδική επεξεργασία, έτσι αυτή η επεξεργασία, μπορεί να είναι ρύθμιση pH,η εξάτμιση, τα βιολογικά φίλτρα κ.α.

Ρύθμιση pH

Τα βιομηχανικά απόβλητα, παρουσιάζουν αρκετές διακυμάνσεις στο pH τους, εφόσον προέρχονται από διεργασίες, που τα καταστούν έντονα όξινα ή αλκαλικά Είναι ουσιαστικό λοιπόν, να γίνεται εξισορρόπηση του pH, προκειμένου να ρυθμίζετε στο επιθυμητό επίπεδο, ανάλογα με τη μέθοδο επεξεργασίας που ακολουθεί. Στα όξινα απόβλητα συνήθως προστίθεται υδράσβεστος ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), ή διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH). Στα αλκαλικά απόβλητα, η εξουδετέρωση γίνεται με την προσθήκη CO_2 ή H_2SO_4 . Η εξουδετέρωση λαμβάνει χώρα στη

δεξαμενή ομογενοποίησης , ή σε ξεχωριστή δεξαμενή, με πλήρη ανάδευση και έλεγχο του pH (Δεσποτίδου ,2016)

Εξάτμιση

Η διαδικασία της εξάτμισης συνήθως ακολουθεί της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας. (Μ.Δεσποτίδου, 2016).Είναι μια διαδικασία συμπύκνωσης, εφόσον οξέα, βάσεις και μέταλλα, συμπυκνώνονται ,ανακτώνται και απομακρύνονται, ενώ το νερό που λαμβάνεται με απόσταξη, είναι απαλλαγμένο αυτών των ουσιών, με πολύ καλά χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά, και άρα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Μειονέκτημα της μεθόδου, είναι το υψηλό κόστος και η συντήρηση των μηχανημάτων (Barbera et al.,2018).

Φυγοκέντρωση

Η φυγοκέντρωση είναι μια μέθοδος διαχωρισμού μιγμάτων κατά την οποία δημιουργείται ένα τεχνητό πεδίο βαρύτητας ώστε να διαχωριστούν πολύ γρήγορα τα σωματίδια από το υγρό, και να συσσωρευτούν τα βαρύτερα στο πυθμένα (Δαμικούκα 2022).

Είναι μια διαδικασία, για υγρά απόβλητα με αξιοσημείωτες ποσότητες λαδιού και μέγεθος σωματιδίων κάτω των 5000 μm. Τα υγρά απόβλητα με μεγέθη σωματιδίων άνω των 5000 μm μπορούν να επεξεργαστούν με αυτό το σύστημα, αφού όμως πρώτα έχουν απομακρυνθεί μεγάλα σώματα και ενώσεις. (Barbera et al.,2018)

Τεχνολογία μεμβρανών

Στην πραγματικότητα, αυτό το σύστημα είναι μια αναδυόμενη τεχνολογία στο ευρύτερο πεδίο επεξεργασίας φιλτραρίσματος (Barbera et al.,2018).Οι χρησιμοποιούμενες μεμβράνες, εξαρτώνται από τον ρύπο, που χρειάζεται να απομακρυνθεί. Υπάρχουν τρία διαφορετικά ζητούμενα για την κατάλληλη επιλογή των μεμβρανών: α) το είδος των ρύπων, έτσι ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο υλικό της, β) το μέγεθος των ρύπων, ώστε να οριστεί η διαπερατότητα της και τέλος γ) η κατάλληλη διάταξη των μεμβρανών (Δεσποτίδου,2016).Οι βιοαντιδραστήρες

μεμβράνης (MBR), κερδίζουν έδαφος τα τελευταία χρόνια στα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων και βοηθούν στην κατακράτηση των στερεών, από τα υγρά απόβλητα, παρέχοντας πολύ καλή ποιότητα εκροής, σε συνδυασμό με υψηλή κατακράτηση ιλύος (Trapani et.al.,2019).

Αντίστροφη ώσμωση

Διαδικασία για το διαχωρισμό των βαρέων μετάλλων, με το πέρασμα τους μέσα από μια ημιδιαπερατή μεμβράνη, με μεγαλύτερη πίεση από την οσμωτική, που προκαλείται, από τα διαλυμένα στερεά στα υγρά απόβλητα (Δεσποτίδου,2016). Μικροοργανισμοί, διαλυτά άλατα, μονοσθενή κατιόντα, οργανικές ενώσεις, μέταλλα, χρώμα, είναι κάποιοι από τους ρύπους, που απομακρύνονται με την αντίστροφη ώσμωση. Η αντίστροφη ώσμωση ενδείκνυται και για αφαλάτωση, για απομάκρυνση μονοσθενών ιόντων(Δαμικούκα,2022). Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το υψηλό της κόστος (Δεσποτίδου,2016).

Ηλεκτροδιάλυση

Σε αυτή τη διαδικασία, τα συστατικά διαχωρίζονται, μέσα από ημιδιαπερατές μεμβράνες επιλεκτικών ιόντων. Η εφαρμογή ενός ηλεκτρικού δυναμικού, μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων, προκαλεί την μετακίνηση των ιόντων προς τα ηλεκτρόδια της καθόδου ή της ανόδου. Μειονέκτημα της διαδικασίας, ο σχηματισμός υδροξειδίων μετάλλων που φράζουν τη μεμβράνη (P.K. Singh et.al.,2019).

Χημική καθίζηση

Με την προσθήκη προϊόντων πήξης, όπως στυπτηρία, ασβέστη, άλατα σιδήρου και άλλα οργανικά πολυμερών, έχουμε καθίζηση των ρύπων των υγρών αποβλήτων. Η ιλύς που παράγεται είναι αρκετά επιβαρυνμένη με διάφορες τοξικές ενώσεις (P.K.Singh et.al.,2019).

Χημική οξείδωση

Φυσικοχημική μέθοδος, που χρησιμοποιεί για χημικό οξειδωτικό (H_2O_2 , O_3 , $KMnO_4$, κ.λπ.), προκειμένου να οξειδώσει τους επικίνδυνους ρύπους σε ελαφρώς τοξικές, αβλαβείς ουσίες ή να τους μετατρέψει σε πιο φιλική μορφή (P.K.Singh et.al.,2019).

Αντιδράσεις Fenton

Ο συνδυασμός του H_2O_2 (ή και O_2) με Fe_2^+ , αναφέρονται ως αντιδραστήρια Fenton, από το όνομα του εφευρέτη τους ο οποίος, πριν από έναν αιώνα περίπου, τα χρησιμοποίησε για να οξειδώσει το μαλαϊκό οξύ. Η ισχυρή οξειδωτική δράση των αντιδραστηρίων αυτών, οφείλεται στην παραγωγή ριζών υδροξυλίου .

Οι αντιδράσεις fenton, επηρεάζονται, από την θερμοκρασία και το pH, με καλύτερες μετρούμενες αποδόσεις για $T \approx 35^\circ C$ και $pH \approx 2.7$ και αποδείχθηκαν πολύ αποτελεσματικές, για την καταστροφή τοξικών οργανικών ενώσεων, όπως είναι οι φαινολικές ενώσεις ιδιαίτερα του νιτροβενζενίου, τα φυτοφάρμακα και τα ζιζανιοκτόνα. (Βλυσίδης, 2015).

Οι διεργασίες Fenton είναι αποτελεσματικές μεταξύ τιμών pH από 2 έως 4. Σύμφωνα με τον Pignatello, (1992), η διεργασία γίνεται περισσότερο αποτελεσματική σε pH γύρω στο 2.8. Η photo-Fenton δηλαδή η αντίδραση του Fe με το H_2O_2 με τη βοήθεια φωτός δίνει συνήθως ταχύτερους ρυθμούς ανοργανοποίησης, από ότι η σκοτεινή αντίδραση (Λουκάκος ,2010).

Φωτοκατάλυση .

Από το 1980, αναπτύχθηκε σημαντικά η επεξεργασία νερού και των υγρών αποβλήτων με φωτοκατάλυση (Hoffmann et. al., 1995), (Mills & Le Hunte, 1997), (Ollis et. al., 1991), (Parsons, 2004). Στις φωτοκαταλυτικές διεργασίες ένα ημιαγώγιμο οξειδίο μετάλλου, χρησιμοποιείται ως καταλύτης και το οξυγόνο του αέρα, ως οξειδωτικό μέσο. (Ollis & Al-Ekabi, 1993).

Με τη φωτοκατάλυση, αρκετές χημικές ενώσεις, μπορούν να οξειδοαναγωγηθούν, να αποσυντεθούν, ή να κατακαθίσουν. Αυτή η διεργασία είναι αποδοτική σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Μπορεί να απομακρύνει οργανικούς και ανόργανους ρύπους Η φωτοδιέγερση είναι εφικτή στο ορατό φάσμα και κατά συνέπεια το ηλιακό φως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φωτεινή πηγή. (Carp et. al., 2004).

Φωτόλυση

Η φωτόλυση με UV χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση χλωριωμένων αρωματικών ενώσεων, φαινολών, αλογονούχων αλειφατικών, ελαίων, προϊόντων από επεξεργασία μετάλλων και άλλων επικίνδυνων ουσιών που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η μη χρησιμοποίηση πρόσθετων χημικών αντιδραστήριων. Χρησιμοποιείται κυρίως σε συνδυασμό με το O₃, το H₂O₂ ή το TiO₂, αυξάνοντας τις αποδόσεις των εν λόγω μεθόδων.

Ευρεία χρήση της φωτόλυσης συναντά κανείς στην απολύμανση τόσο του πόσιμου ύδατος όσο και των επιφανειακών υδάτων και των υγρών αποβλήτων. Χρησιμοποιείται ακτινοβολία μήκους κύματος των 253,7nm (UV-C) η οποία και καταστρέφει πλήρως το DNA των παθογόνων μικροοργανισμών (Αντωνιάδης,2006),εξαιτίας της απορρόφησης της UV από το γενετικό υλικό των κυττάρων(Δαμικούκα,2022)

2.3 Διάθεση Υγρών Αποβλήτων

Η διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, αποτελεί το τελευταίο στάδιο διαχείρισης των. Η επιλογή του τελικού αποδέκτη, γίνεται με κριτήρια, την προστασία της δημόσιας υγείας, του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση κόστους. Η διάθεση των υγρών αποβλήτων, γίνεται υπεδάφια, επιφανειακά στο έδαφος, σε ποτάμια λίμνες, θάλασσες, ή μπορεί να οδηγηθεί σε κάποιο δίκτυο αποχέτευσης.

Υπεδάφια διάθεση, έχουμε όταν τα υγρά απορροήματα, καταλήγουν σε κάποιο βόθρο (στεγανό, απορροφητικό),σε λεκάνες απορρόφησης, ή σε τάφρους.

Επιφανειακή διάθεση με άρδευση, όπου εξαρτάται από το μέγεθος του πεδίου, που θα οδηγηθούν και αν θα είναι απλή διάθεση, δηλαδή να μην υπερβαίνει τις απορροφητικές ικανότητες του εδάφους, ή υψηλού ρυθμού, με υπέρβαση, αυτής της ικανότητας.

Διάθεση σε επιφανειακά ύδατα, εφόσον τα ποιοτικά συστατικά των αποβλήτων, επιτρέπουν, αυτή την επαναφόρτιση των ποταμών ή των λιμνών κλπ(Δεσποτίδου,2016). .

2.4 Ιλύς Βιομηχανικών Αποβλήτων

Η ιλύς που παράγεται από την επεξεργασία των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, αποτελεί ένα μεγάλο πρόβλημα, εξαιτίας του ότι, στις περισσότερες των περιπτώσεων, είναι επιβαρυνμένη με βαρέα μέταλλα και διάφορες τοξικές ουσίες. Η ποιότητα και η ποσότητα των αποβλήτων, είναι συνδεδεμένα με τις χημικές ή άλλες ουσίες, που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία. Η περαιτέρω επεξεργασία της ιλύος, είναι συνήθως επιβεβλημένη, για τα βιομηχανικά απόβλητα. Οι πιο διαδεδομένες τεχνολογίες επεξεργασίας ιλύος είναι οι:

α)Χώνευση. Αυτή μπορεί να είναι είτε αερόβια είτε αναερόβια. Η αερόβια πραγματοποιείται με ανάδευση και αερισμό της ιλύος. Η αναερόβια λαμβάνει χώρα σε κλειστούς αντιδραστήρες, με συνθήκες απουσίας οξυγόνου (Δεσποτίδου,2016).

β)Αφυδάτωση. Η αφυδάτωση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε κλίνες ξήρανσης, με ταινοφιλτρόπρεσσες, φιλτρόπρεσσες, ή σακκόφιλτρα.

Η όλη διαδικασία επεξεργασίας της ιλύος, έχει στόχο, να σταθεροποιηθεί η ιλύς και να μπορεί να διατεθεί. Η σταθεροποιημένη ιλύς, διατίθεται στο έδαφος ως εδαφοβελτιωτικό, εντός ή εκτός της βιομηχανικής μονάδας, αν τα χαρακτηριστικά της είναι τέτοια που το επιτρέπουν, ή να οδηγηθούν σε ΧΥΤΑ(Δεσποτίδου,2016).

2.5 Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές Εξοικονόμησης Νερού στη Βιομηχανία

Οι βιομηχανίες, θα πρέπει να εξασφαλίσουν με τη λειτουργία τους, ένα σύστημα ολοκληρωμένου ελέγχου και πρόληψης της ρύπανσης. Το σύστημα αυτό, στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων, στο περιβάλλον από τις βιομηχανικές δραστηριότητες, με την υιοθέτηση των Βέλτιστων διαθέσιμων Τεχνικών (ΒΔΤ), που μπορούν να υλοποιηθούν και είναι οικονομοτεχνικά εφαρμόσιμες. Ως Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές, θεωρούνται οι τεχνικές, οι οποίες συμβάλλουν στον έλεγχο και τον περιορισμό της ρύπανσης και μπορούν να υλοποιηθούν από τις βιομηχανικές μονάδες.

«Έτσι σύμφωνα με την ΚΥΑ 36060/1155 /Ε.103/2013 - ΦΕΚ 1450/Β/14-6-2013 ως **βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές**: είναι το πλέον αποτελεσματικό και προηγμένο στάδιο εξέλιξης των δραστηριοτήτων και των μεθόδων άσκησής τους, που αποδεικνύει την πρακτική καταλληλότητα συγκεκριμένων τεχνικών να συνιστούν τη βάση των οριακών τιμών εκπομπών και άλλων όρων αδειοδότησης για την αποφυγή και, όταν αυτό δεν είναι πρακτικά εφικτό, τη μείωση των εκπομπών και των επιπτώσεων στο περιβάλλον στο σύνολό του: α) στις «τεχνικές» περιλαμβάνονται τόσο η τεχνολογία που χρησιμοποιείται όσο και ο τρόπος σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης, λειτουργίας και παροπλισμού της εγκατάστασης, β) ως «διαθέσιμες τεχνικές» νοούνται οι αναπτυχθείσες σε κλίμακα που επιτρέπει την εφαρμογή τους εντός του οικείου βιομηχανικού κλάδου, υπό οικονομικώς και τεχνικώς βιώσιμες συνθήκες, λαμβανομένων υπόψη του κόστους και των πλεονεκτημάτων, ανεξαρτήτως του αν οι ως άνω τεχνικές χρησιμοποιούνται ή παράγονται εντός του οικείου κράτους μέλους, εφόσον εξασφαλίζεται η πρόσβαση του φορέα εκμετάλλευσης σε αυτές με λογικούς όρους, γ) ως «βέλτιστες» νοούνται οι πλέον αποτελεσματικές όσον αφορά την επίτευξη υψηλού γενικού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του »

Στόχος είναι, η παραγωγή όσο το δυνατόν λιγότερων αποβλήτων. Έτσι, η μείωση των αποβλήτων στην πηγή, είναι ένα από τα κύρια μελήματα των εκάστοτε βιομηχανιών.

Οι τεχνικές μείωσης των αποβλήτων στην πηγή, μπορούν να επιτευχθούν, είτε με τροποποίηση της παραγωγικής διαδικασίας της βιομηχανίας, είτε με χρήση τεχνικών ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης ώστε να μειωθούν τα παραγόμενα απόβλητα αλλά και οι αρχικοί πόροι.

Η προσπάθεια για τη μείωση των αποβλήτων στην πηγή, είναι συνδεδεμένη με τον περιορισμό των ρύπων τους. Στόχος είναι να μειωθεί η κατανάλωση νερού, χωρίς να επιμολύνεται με υγρά από τις πρώτες ύλες της βιομηχανίας, εξαιτίας αστοχίας του συστήματος. Τα υγρά απόβλητα, πρέπει να παρακολουθούνται, κατά τη διαδικασία παραγωγής τους, με συστηματικό τρόπο, προκειμένου να λειτουργεί καλά ο μηχανολογικός εξοπλισμός του εργοστασίου και να μην υπάρχουν απώλειες.

Τα παραπροϊόντα που συνήθως καταλήγουν στα απόβλητα να ανακτώνται, επίσης να υπάρχει έλεγχος από το προσωπικό του εργοστασίου για την ποιότητα των υγρών εκροών ως επίσης και να εκπαιδευτεί το προσωπικό προκειμένου να μη γίνεται σπατάλη νερού.(Γεωργιοπούλου,2007).

Πολλές βιομηχανίες, χρησιμοποιούν τεχνικές ανάκτησης, ανακύκλωσης πρώτων υλών, ή τεχνικές διαχωρισμού των ρευμάτων αποβλήτων, για να επαναχρησιμοποιηθούν αυτά σε άλλα σημεία της παραγωγικής διαδικασίας. Εξοικονόμηση νερού, μπορεί να επιτευχθεί, με τη συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού, με χρήση ανακυκλωμένου νερού με την καθαριότητα των χώρων παραγωγής και του εξοπλισμού, στους λέβητες ή στους πύργους ψύξης.(Δεσποτίδου,2016) .

2.6 Χρήση νερού στη βιομηχανία

Οι βιομηχανίες, χρησιμοποιούν νερό, που είτε αντλούν μόνες τους, από επιφανειακά νερά, είτε από πηγάδια, ή από το δημοτικό δίκτυο ύδρευσης .

Το νερό που δεν χρησιμοποιείται από τις παραγωγικές διαδικασίες, καταλήγει στο σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, της βιομηχανικής μονάδας. Η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση στις βιομηχανίες, είναι πολύ σημαντικές για την εξοικονόμηση νερού.

Η ποσότητα και η ποιότητα του νερού, που χρησιμοποιείται, εξαρτάται από το είδος της εκάστοτε βιομηχανίας. Οι βιομηχανίες χρειάζονται πολύ μεγάλους όγκους νερού, ως πρώτη ύλη, για την παραγωγή προϊόντων, για την ψύξη των μηχανημάτων, για την επεξεργασία, για τον καθαρισμό των χώρων και των γραμμών μεταφοράς κ.α. Στις βιομηχανίες, βέβαια, απασχολείται μεγάλος αριθμός προσωπικού, οπότε αυτό συνεπάγεται, την παραγωγή και οικιακών αποβλήτων(Gutterres et.al.,2012). Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται οι κύριες χρήσεις του νερού στη βιομηχανία.

Πίνακας 2.1.:Κύριες χρήσεις και απαιτήσεις ποιότητας νερού στη βιομηχανία (πηγή:Gutterres et.al.,2012)

Χρήσεις νερού στη βιομηχανία	Απαιτήσεις ποιότητας νερού
Ανθρώπινη κατανάλωση: Πόσιμο νερό που χρησιμοποιείται από τους εργαζόμενους τόσο για πόση όσο και για άλλες χρήσεις όπως ντους,	Πρότυπα ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Χρήσεις νερού στη βιομηχανία	Απαιτήσεις ποιότητας νερού
κουζίνες κ.λ.π.	
Ως πρώτη ύλη π.χ. σε ποτά ή αναψυκτικά	Πόσιμο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης
Χρήση ως δευτερεύον υγρό: Όπως για την παρασκευή χημικών διαλυμάτων, π.χ. ενδιάμεσες ενώσεις, σε οχήματα ή σε εργασίες πλύσης	Αν το νερό συνδέεται με το τελικό προϊόν, θα πρέπει να πληροί συγκεκριμένες προδιαγραφές
	Αν το νερό προορίζεται για πλύσιμο ή καθαρισμό που δεν έρχεται σε επαφή με το τελικό προϊόν μπορεί να πληροί λιγότερους περιορισμούς σε σχέση με το πόσιμο νερό.
Χρήση στην παραγωγή ενέργειας	Ανάλογα με τη διαδικασία επεξεργασίας του νερού, το νερό πρέπει να πληροί πολύ διαφορετικά πρότυπα ποιότητας. Όσον αφορά τη χρήση δυναμικής ή κινητικής ενέργειας, το νερό χρησιμοποιείται στη φυσική του κατάσταση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην ακατέργαστη μορφή του, όπως έχει αντληθεί από ποτάμια, λίμνες και ταμιευτήρες. Πρέπει να ληφθεί μέριμνα, για να αποφευχθεί ότι τα μεγάλα φερτά υλικά, που τυχόν

Χρήσεις νερού στη βιομηχανία	Απαιτήσεις ποιότητας νερού
	<p>υπάρχουν, μπορεί να βλάψουν τις μηχανές παραγωγής ενέργειας. Όσον αφορά τη χρήση της θερμικής ενέργειας, μετά τη θέρμανση και την εξάτμιση, το νερό πρέπει να πληροί υψηλά πρότυπα ποιότητας, ώστε να αποφεύγονται προβλήματα, στη γεννήτρια ατμού ή στη συσκευή μετατροπής ενέργειας</p>
<p>Χρήση ως υγρό θέρμανσης ή/και ψύξης: Το νερό χρησιμοποιείται ως ρευστό για την απομάκρυνση της θερμότητας, από αντιδραστικά μείγματα, ή συσκευές που χρειάζονται ψύξη, ή λόγω των συνθηκών λειτουργίας που έχουν δημιουργηθεί, καθώς οι υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο, την απόδοση του συστήματος, καθώς και να προκαλέσουν ζημιά στον εξοπλισμό</p>	<p>Το νερό που χρησιμοποιείται σε μορφή ατμού, πρέπει να πληροί πολύ υψηλά πρότυπα ποιότητας. Με τη σειρά του, η χρήση του νερού ως ψυκτικού υγρού, απαιτεί ένα πολύ λιγότερο περιορισμένο πρότυπο ποιότητας, γιατί αφορά την προστασία και την ωφέλιμη ζωή του εξοπλισμού, που θα έρθει σε επαφή με το νερό.</p>
<p>Άλλες χρήσεις: Χρήση νερού για την καταπολέμηση πυρκαγιών, άρδευση τοπίου ή ενσωματωμένο σε πολλά υποπροϊόντα που παράγονται σε βιομηχανικές διεργασίες, σε στερεά, υγρή ή αέρια φάση</p>	<p>Πολλές εφαρμογές, απαιτούν την παρατήρηση μεγαλύτερου αριθμού παραμέτρων, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι για τη διαδικασία, το προϊόν ή το σύστημα όπου θα χρησιμοποιηθεί το νερό.</p>

Το νερό που καταναλώνεται στη βιομηχανία, ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία, πληροί συγκεκριμένα πρότυπα. Όταν προορίζεται, για άμεση ή έμμεση επαφή με τον άνθρωπο, τα πρότυπα είναι αυστηρά, και πρέπει να τηρούν τα πρότυπα ποιότητας του πόσιμου. Όταν τα υγρά προορίζονται για άλλες χρήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί και νερό κατώτερης ποιότητας, υπό τον όρο ότι δεν είναι βλαπτικά για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τους R.L. Singh and R. P. Singh(2019) η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι συνέπεια της ανθρώπινης δραστηριότητας, η βιομηχανική δραστηριότητα η αστικοποίηση καθώς και η αύξηση του πληθυσμού της γης συντέμνουν ώστε να υπάρχει έντονο το πρόβλημα της ρύπανσης. Απόβλητα συναντούμε εκεί όπου υπάρχει ανθρώπινη δραστηριότητα. Τα απόβλητα αυτά απορρίπτονται σε θάλασσες ή ποτάμια με αποτέλεσμα να μολύνονται οι υδατικοί πόροι και να υπάρχει έντονο πρόβλημα λειψυδρίας.

Το νερό έχει ορισμένες φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες στη φυσική του κατάσταση. Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα μπορεί να μεταβάλλουν τις ιδιότητες του νερού και να το καταστήσουν ακατάλληλο για κατανάλωση. Τις τελευταίες δεκαετίες η ραγδαία βιομηχανική ανάπτυξη έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται μεγάλη ποσότητα γλυκού νερού ως πρώτη ύλη. Τα επιφανειακά ύδατα είναι η κύρια πηγή διάθεσης λυμάτων των βιομηχανιών. Η ρύπανση των υδάτων λόγω ακατάλληλης διάθεσης μη επεξεργασμένων βιομηχανικών λυμάτων σε υδάτινα σώματα είναι ένα αξιοσημείωτο ζήτημα στο παγκόσμιο πλαίσιο.

Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα, είναι υγρά απόβλητα, που απορρίπτονται από βιομηχανίες που σχετίζονται με την επεξεργασία και την παραγωγή πρώτων υλών π.χ. βιομηχανία χάρτου, βυρσοδεψείο, γαλακτοβιομηχανία, αποστακτήριο, οινοποιείο, βιομηχανία ζάχαρης, κλωστοϋφαντουργία, φαρμακοβιομηχανία, διυλιστήριο πετρελαίου/βιομηχανία πετρελαίου, βιομηχανία εμφιάλωσης ποτών/αναψυκτικών κ.λπ. Η ακατάλληλη διάθεση των λυμάτων, έχει αυξήσει το επίπεδο ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων, με συνέπεια αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα όλων των μορφών ζωής .

Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται ως προς τα φυσικά, χημικά (ανόργανα και οργανικά) και βιολογικά χαρακτηριστικά τους (R.L. Singh et al, 2019).

Στον πίνακα που ακολουθεί αποτυπώνονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των αποβλήτων (Πίνακας 3.1.) .

Πίνακας 3.1.Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων (πηγή:Βλυσίδης,2007)

ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
	ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	ΑΝΟΡΓΑΝΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	
Στερεά	Υδατάνθρακες	pH	Δείκτες μικροοργανισμών
Χρώμα	Λίπη´-Ελαια -Λιπαντικά	Αλκαλικότητα	Παθογόνοι μικροοργανισμοί
Οσμή	Πρωτεΐνες	Χλωροϊόντα	
Θερμοκρασία	Οργανικό άζωτο (ολικό άζωτο κατά kjeldahl)	Νιτρικά – νιτρώδη	
Θολότητα (ή Θολερότητα)	Φαινολικές ενώσεις	Ολικός φώσφορος – Φωσφορικά	
Διαλυμένο Οξυγόνο	Παρασιτοκτόνα – Εντομοκτόνα – Φυτοφάρμακα	Θείο – θειικά – θειώδη	
	Επιφανειακά Ενεργές Ενώσεις	Μεταλλικά κατιόντα – Βαρέα μέταλλα	
		Τοξικές ενώσεις	
		Χλώριο (ελεύθερο και δεσμευμένο)	

Υπάρχουν διάφοροι ρύποι στα βιομηχανικά υγρά απόβλητα, με τους οργανικούς ρύπους να αποτελούν το κρίσιμο μέρος. Πολλές οργανικές ενώσεις όπως αλειφατικές και ετεροκυκλικές ενώσεις, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ΡΑΗ), πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB), φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα, φαινόλες συναντώνται στα βιομηχανικά απόβλητα.Επίσης όμως και πολλές ανόργανες ενώσεις (φωσφορικά, νιτρικά, θειικά) καθώς και βαρέα μέταλλα (Cd, Cr, Ni, Pb) υπάρχουν επίσης στα βιομηχανικά υγρά απόβλητα.

Οι μεγάλες ποσότητες ρύπων στους υδάτινους αποδέκτες προκαλούν αύξηση του BOD και του COD, των συνολικών διαλυμένων στερεών (TDS) και των συνολικών αιωρούμενων στερεών (TSS). Έτσι καθίστανται ακατάλληλοι οι υδάτινοι αποδέκτες, για άντληση νερού, για ύδρευση ή άρδευση, καθώς επηρεάζουν αρνητικά τους ανθρώπους, τα ζώα, τα φυτά και τους υδρόβιους οργανισμούς .

Τα υγρά απόβλητα που εκλύονται από τις βιομηχανίες, είναι μεταβλητά ως προς τη σύνθεσή τους, ανάλογα με τη φύση της βιομηχανίας και τους ρύπους. Ακόμη και στην ίδια βιομηχανία μπορούν να ποικίλουν οι ρύποι ανάλογα με την ύλη που επεξεργάζεται αυτή π.χ. κατά την πλύσιμο των φρούτων, σε μια βιομηχανία τροφίμων, παράγονται διαφορετικοί ρύποι ανάλογα με τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς, έτσι κάθε βιομηχανία παράγει το δικό της ιδιαίτερο συνδυασμό ρύπων. Τα υγρά απόβλητα που απελευθερώνονται από την κλωστοϋφαντουργία, έχουν υψηλό COD, BOD και χρώμα ενώ τα υγρά απόβλητα που απελευθερώνονται από τη βιομηχανία βυρσοδεψίας, έχουν υψηλή συγκέντρωση μετάλλου, όπως χρώμιο και κάδμιο (Πίνακας 3.2.) (R.L. Singh et al, 2019).

Πίνακας 3.2.:Χαρακτηριστικά διαφόρων βιομηχανικών λυμάτων(πηγή:R.L. Singh et al 2019).

Βιομηχανία	Χαρακτηριστικά των λυμάτων
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΧΑΡΤΟΥ	Υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών, BOD, COD, ανόργανες βαφές, χλωριωμένες οργανικές ενώσεις, υδροξείδιο του νατρίου, ανθρακικό νάτριο, θειούχο νάτριο και διάφορες άλλες ενώσεις όπως λιγνίνη, κυτταρίνη κα.
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΒΥΡΣΟΔΕΨΙΩΝ	Υψηλές συγκεντρώσεις χλωριούχων, τανινών, χρωμίου, θεικών, θειούχων, συνθετικών χημικών όπως βαφές και βαρέα μέταλλα, τοξικές χημικές ουσίες, ασβέστη με υψηλά διαλυμένα και αιωρούμενα άλατα, BOD, COD και άλλους ρύπους
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	Υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών υλικών όπως πρωτεΐνες (καζεΐνη), υδατάνθρακες και λιπίδια, συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών, BOD και COD, υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου, χλωριδίων και θεικών, αιωρούμενα έλαια και λίπος,

Βιομηχανία	Χαρακτηριστικά των λυμάτων
	ανόργανα άλατα , απορρυπαντικά και απολυμαντικά και μεγάλες διακυμάνσεις στο pH
ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΠΟΙΕΙΟ	Χρώμα, οσμή, υψηλές συγκεντρώσεις ολικών στερεών (TS), TDS, TSS, BOD, COD, αμμωνιακό άζωτο, φώσφορος, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο, αλκαλικότητα, και μεγάλες διακυμάνσεις του pH
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΟΤΩΝ ΑΝΑΨΥΚΤΙΚΩΝ	Αιωρημένα στερεά (χυμός, πολτός και κεριά από την κερωση των φρούτων), διαλυτά οργανικά (ζάχαρη και οξέα), ανόργανα (καυστική σόδα) και πτητικά οργανικά (από λάδια φλούδας) με υψηλή αναλογία BOD: COD, άλατα χλωριδίων, φωσφορικά, θειικά, νάτριο, κάλιο και ασβέστιο, μεγάλη ποσότητα αζώτου και φωσφόρου
ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ	Οργανικά οξέα, αιθανόλη, σάκχαρα, αλδεΐδες, φαινολικές ενώσεις, απορρυπαντικά, υψηλά επίπεδα BOD, COD, TSS
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΖΑΧΑΡΗΣ	Χρώμα, υψηλή τέφρα ή στερεό υπόλειμμα, υψηλό ποσοστό διαλυμένης οργανικής και ανόργανης ύλης, από τα οποία το 50% μπορεί να υπάρχει ως αναγωγικά σάκχαρα με υψηλό BOD, COD, TS, TDS και TSS
ΚΛΩΣΤΟΪΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑ	Χρώματα, υψηλό COD και BOD, μεγάλη ποικιλία χρωστικών, φυσικές ακαθαρσίες που εξάγονται από τις ίνες και άλλα προϊόντα όπως οξέα, αλκάλια, άλατα, σουλφίδιο, φορμαλδεΐδη, φαινολικές ενώσεις και βαρέα μέταλλα
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΑΡΜΑΚΩΝ	Δραστικές φαρμακευτικές ενώσεις, υψηλό BOD, COD, TSS, TDS, TS και υψηλές συγκεντρώσεις οξέων, φαινόλης, χλωριδίων, αζώτου, θειικού άλατος, ελαίου και λίπους
ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	Πετρέλαιο, γράσο, πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH), βενζόλιο, τολουόλιο, αιθυλοβενζόλιο, ξυλόλιο, φαινόλες, αμμωνία, υδρόθειο και αιωρούμενα στερεά με υψηλό BOD και COD

Οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, από τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα είναι πολύ μεγάλοι. Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα είναι οι σημαντικότεροι ρυπαντές σε ποτάμια, λίμνες και παράκτιες περιοχές, προκαλώντας αρνητικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και στους ανθρώπους.

Οι συνθετικές ουσίες, που πολλές από αυτές δεν είναι βιοδιασπώμενες, ή διασπώνται πολύ δύσκολα, παράγονται και χρησιμοποιούνται από τις βιομηχανίες. Αυτές οι ουσίες, παραμένουν στο περιβάλλον, για παρατεταμένα χρονικά διαστήματα και, ως εκ τούτου, μπορούν να συγκεντρωθούν αθροιστικά με την πάροδο των χρόνων. Πολλές από αυτές τις ουσίες είναι τοξικές, μεταλλαξιγόνες ή καρκινογόνες. Από την βιοσυσσώρευση ή τη βιομεγέθυνση, στους οργανισμούς των αποδεκτών, μέσω της τροφικής αλυσίδας, καταλήγουν στον άνθρωπο. Στον Πίνακα 3.3. αποτυπώνονται οι επιπτώσεις, στον άνθρωπο και στα έμβια όντα, από τις ρυπαντικές ουσίες που απαντώνται στα βιομηχανικά υγρά απόβλητα (R.L. Singh et al 2019).

Πίνακας 3.3.. Επιπτώσεις των ρύπων των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων (πηγή:R.L. Singh et al 2019)

ΡΥΠΟΙ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
ΟΞΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ	Αν οι τιμές του pH παραβιαστούν από τους ρύπους, αυτό μπορεί να επηρεάσει την υδρόβια ζωή, να προκαλέσει προβλήματα υγείας σε ανθρώπους και ζώα και να υπάρξει απώλεια παραγωγικότητας στη γεωργία
ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	Η παρουσία βαρέων μετάλλων μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην υδρόβια χλωρίδα και πανίδα και μπορεί να αποτελεί πρόβλημα δημόσιας υγείας. Αλλεργικές αντιδράσεις, δερματικά εξανθήματα, ερεθισμός της αναπνευστικής οδού, γαστρεντερικές διαταραχές, νεφρική ανεπάρκεια και νευροτοξικότητα είναι μερικά παραδείγματα προβλημάτων υγείας του ανθρώπου που προκαλούνται από βαρέα μέταλλα. Παραδείγματα ορισμένων ασθενειών που προκαλούνται από βαρέα μέταλλα: Νόσος Minamata που προκαλείται από υδράργυρο, διαταραχές του ΚΝΣ από Pb, κ.α.
ΦΩΣΦΟΡΟΣ-ΑΖΩΤΟ -ΑΝΟΡΓΑΝΑ	Ο φώσφορος και το άζωτο προκαλούν ανάπτυξη φυκιών και

ΡΥΠΟΙ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
ΔΙΑΛΥΜΕΝΑ ΑΛΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ TDS	δημιουργούν ευτροφισμό στον αποδέκτη. Τα ανόργανα διαλυμένα άλατα αυξάνουν τα συνολικά διαλυμένα στερεά (TDS) τα οποία μπορεί να επηρεάσουν τη χρήση νερού . Η εξάντληση του οξυγόνου από την υπερβολική παραγωγή φυκιών προσδίδει άσχημη οσμή και γεύση στο νερό. Είναι επιβλαβείς για την υδρόβια ζωή και τοξικές για τη ζωή των ανθρώπων και των ζώων εάν η συγκέντρωση είναι πέρα από τα επιτρεπτά όρια
ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΟΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (PAH)	Μπορούν να συσσωρευτούν στο περιβάλλον και να επηρεάσουν τους ζωντανούς οργανισμούς λόγω της οξείας τοξικότητας, της καρκινογένεσής τους
ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΑΘΟΓΟΝΑ	Τα παθογόνα βακτήρια, οι ιοί κ.λπ. αποτελούν κινδύνους για την υγεία. Ο αριθμός των ασθενειών που μεταδίδονται από το νερό μπορεί να μεταδοθούν από αυτά τα παθογόνα όπως ο τύφος, η χολέρα, η πολιομυελίτιδα, η δυσεντερία και η λοιμώδης ηπατίτιδα σε ανθρώπους
ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΔΙΦΑΙΝΙΛΙΑ (PCB)	Τα PCB είναι καρκινογόνα και μεταλλαξιογόνα στη φύση και μπορούν να συσσωρευτούν στον λιπώδη ιστό. Μπορεί να προσβάλλουν τα εσωτερικά όργανα των ανθρώπων ,ως επίσης επηρεάζουν το ανοσοποιητικό σύστημα, το νευρικό σύστημα και το αναπαραγωγικό σύστημα
ΠΑΡΑΣΙΤΟΚΤΟΝΑ/ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ	Είναι πολύ δηλητηριώδεις και έχουν οξεία τοξικότητα στους ανθρώπους και τα ζώα. Μπορούν να βλάψουν το συκώτι και να επηρεάσουν το αναπνευστικό και το νευρικό σύστημα. Παίζουν επίσης ρόλο στην ανάπτυξη της νόσου του Πάρκινσον στους ανθρώπους. Στη γεωργία, επηρεάζουν τη βλάστηση των σπόρων
ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	Τα προϊόντα πετρελαίου είναι επιβλαβή για το έδαφος, την υδρόβια ζωή, τη ζωή των ανθρώπων και των φυτών. Το ελαιώδες υγρό, που περιέχεται στο πετρέλαιο, εξαπλώνεται στην επιφάνεια του νερού, με αποτέλεσμα τη μείωση της μετάδοσης του φωτός που εμποδίζει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των υδρόβιων φυτών. Η συσσώρευση λιπαρών αποβλήτων επηρεάζει τον αερισμό και τη γονιμότητα της γεωργικής γης
ΦΑΙΝΟΛΕΣ	Οι φαινόλες είναι τοξικές για τους ζωντανούς οργανισμούς και

ΡΥΠΟΙ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
	προσθέτουν δυσάρεστη οσμή. Ορισμένες φαινόλες είναι καρκινογόνες για τον άνθρωπο. Επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών και έχουν την ικανότητα να μειώσουν την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των υδρόβιων οργανισμών
ΣΟΥΛΦΙΔΙΑ	Προσδίδουν άσχημη μυρωδιά και είναι τοξικά για τα ζώα και τους υδρόβιους οργανισμούς
ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ	Αναστέλλουν τον αυτοκαθαρισμό του νερού και είναι επιβλαβείς για τους υδρόβιους οργανισμούς, τα ζώα και τους ανθρώπους
ΕΞΑΣΘΕΝΕΣ ΧΡΩΜΙΟ	Υπάρχουν επαρκή στοιχεία σε ανθρώπους για την καρκινογένεση των ενώσεων του χρωμίου (VI).Οι ενώσεις του χρωμίου (VI) προκαλούν καρκίνο του πνεύμονα. Επίσης, θετικές συσχετίσεις υπήρξαν μεταξύ της έκθεσης στο χρώμιο (VI) και καρκίνου της μύτης και των ιγμόρειων Υπάρχουν επαρκή στοιχεία σε πειραματικό επίπεδο στα ζώα για την καρκινογένεση του χρωμίου(VI)Το εξασθενές χρώμιο ανήκει στο Group 1 της IARC δηλαδή είναι καρκινογόνο για τους ανθρώπους (https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-9.pdf) Υψηλά διαλυτό στο νερό με τοξικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.Με την εισπνοή μπορεί να προκαλέσει διάτρηση του ρινικού βλεννογόνου, άσθμα βρογχίτιδα κ.λ.π. Σε επαφή με το δέρμα προκαλεί αλλεργίες και δερματικές αλλοιώσεις(Δέρμου,2007)

Η εκτίμηση του όγκου των υγρών αποβλήτων, που παράγει μια βιομηχανική μονάδα, πρέπει να γίνεται με βάση εργαστηριακές μετρήσεις, ή τα βιβλιογραφικά στοιχεία. Για πρακτικούς λόγους και για να υπολογιστεί το μέγεθος του εξοπλισμού που απαιτείται, για τον καθαρισμό των υγρών αποβλήτων ,το βιομηχανικό ρυπαντικό φορτίο (αν είναι παρόμοιο με αυτό των λυμάτων) εκφράζεται με ισοδύναμο πληθυσμό, αυτός προκύπτει αν διαιρεθεί το ολικό φορτίο BOD, της βιομηχανίας με το αντίστοιχο BOD, που αντιστοιχεί σε ένα άτομο (Πίνακας 3.4.) (Ζέρβας 2020).

Πίνακας 3.4.: Χαρακτηριστικά αποβλήτων τυπικών βιομηχανικών μονάδων(πηγή:Ζέρβας 2020)

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΠΑΡΟΧΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (L/μον.αναφοράς)	ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)
Σιδηρουργεία	1ton σιδήρου	4.500-9.100	100-1000	-
Επιμετάλλωση	93m ³	45-90	-	-
Χαρτοποιεία	1ton πολτού	45.000-270.000	150-1.000	20-100
Πλυντήρια	45 kg ρούχα	450-1.800	400-1.000	300-1.000
Υφαντουργεία-Βαφή- τελείωμα-πλύσιμο μαλλιού	0,45kg ύφασμα 45kg μαλλί	20-250 220-900	200-2.000 2.000-20.000	100-2.000 500-10.000
Βυρσοδεψεία	0,45kg ακατέργαστο δέρμα	9-90	1.000-5.000	500-5.000
Σφαγεία	1 μοσχάρι 1 χοίρος, 1 αρνί	220-1.300 90-540	400-1.500	500-2.000
Γάλακτος	4,5 Lγάλα	4,5-25	100-300	300-2.000
Κονσερβοποιεία φρούτων -λαχανικών	1tonπρώτης ύλης	910-3.200	200-3.000	300-3.000
Ποτοποιεία	4,5L μύρα	25-130	250-650	400-1.200

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ

4.1.Βιομηχανίες τροφίμων

4.1.1.Βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων

Η αύξηση του πληθυσμού της γης, καθώς και η οικονομική ανάπτυξη, μετατράπηκε σε ζήτηση, για πιο ποικίλη διατροφή, πλέον τα τρόφιμα από οποιαδήποτε γωνιά του κόσμου, φτάνουν στην άλλη άκρη της γης εφόσον υπάρχει αγοραστικό ενδιαφέρον. Το κρέας και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, δεν θα μπορούσαν να λείπουν από αυτή τη ζήτηση, έτσι και αυτά με τη σειρά τους, ασκούν μια πρόσθετη πίεση στους υδάτινους πόρους .

Η βιομηχανία επεξεργασίας, τροφίμων και ποτών, απαιτεί άφθονο νερό. Στην πραγματικότητα, αυτός ο τομέας, είναι ο τρίτος μεγαλύτερος βιομηχανικός χρήστης νερού. Πάνω από τα δύο τρίτα της παγκόσμιας άντλησης γλυκού νερού (και έως και το 90% σε ορισμένες χώρες), χρησιμοποιούνται στην παραγωγή τροφίμων, με αποτέλεσμα οι πόροι γλυκού νερού, να εξαντλούνται σε πολλές περιοχές του κόσμου. Εκτιμήσεις αναφέρουν ότι ως το 2025, το 35% του παγκόσμιου πληθυσμού, θα ζει σε χώρες που θα υπάρχει έλλειψη νερού, ή θα υφίστανται έντονη πίεση οι υδατικοί πόροι .

Η βιομηχανία τροφίμων, που για να λειτουργήσει χρειάζεται νερό με ποιοτικές προδιαγραφές, θα πρέπει, από κοινού με άλλες βιομηχανίες, να αντιμετωπίσει τις πιέσεις, που υφίστανται, οι υδατικοί πόροι και να κινηθεί προς την αύξηση της αποδοτικότητας στη χρήση τους. Η κατανάλωση νερού, στην παραγωγή και επεξεργασία της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών, ποικίλλει ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία, το είδος του τροφίμου, την ποσότητα της παραγωγής, τη δυναμικότητα του εργοστασίου, τις διαδικασίες παραγωγής αλλά και το μηχανολογικό εξοπλισμό του εκάστοτε εργοστασίου, έτσι ώστε να αποφεύγεται η δαπάνη νερού. Οι βιομηχανίες τροφίμων ποικίλλουν, από μεσαίας έως μεγάλης κλίμακας. (Barbera et al.,2018).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει κατηγοριοποιήσει τις βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων σε οκτώ διαφορετικές ομάδες: α)αυτές που χειρίζονται το κρέας και τα προϊόντα του, β) όσες επεξεργάζονται ψάρια, καρκινοειδή και μαλάκια, γ)τα φρούτα και λαχανικά, δ)τα βρώσιμα έλαια, ε) τις γαλακτοκομικές βιομηχανίες, στ) τα προϊόντα δημητριακών, ζ) τα αρτοποιεία και η) τα υπόλοιπα προϊόντα διατροφής όπως ζάχαρη, τσάι και καφές, καρυκεύματα και έτοιμα κονσερβοποιημένα γεύματα (Ranken, 2012).

Σύμφωνα με τους Flörke et al., 2013 και Walsh et al., 2016 η κατανάλωση νερού στην επεξεργασία τροφίμων χωρίζεται σε δύο κύριες ομάδες Α) στις λειτουργίες επεξεργασίας όταν το νερό καταναλώνεται στην διαδικασία ως πρώτη ύλη για την παραγωγή του τελικού προϊόντος και Β) μη βοηθητικές ή λειτουργικές διαδικασίες όταν το νερό καταναλώνεται για πλύσιμο μηχανών , πλύσιμο δαπέδου , ψύξη ή θέρμανση(Asgharnejad et al.,2021).

Σε μελέτη των Compton et al., 2018 αποδείχθηκε ότι ένα μεγάλο μέρος του βιομηχανικού νερού καταναλώνεται για βοηθητικές λειτουργίες στις βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων. Με χαμηλότερο αντίκτυπο της ποιότητας του νερού στις πρώτες ύλες ή στα τελικά προϊόντα στην επεξεργασία τροφίμων, υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής νέων προσεγγίσεων όπως η επαναχρησιμοποίηση του νερού με χαμηλότερο κόστος (Meneses et al., 2017). Ως εκ τούτου, τα υγρά απόβλητα έχουν γίνει ένας βιώσιμος πόρος για την παροχή νερού σε βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων (Biragova et al., 2020).

Τα υγρά απόβλητα από μονάδες επεξεργασίας τροφίμων, τα οποία συνήθως προέρχονται από τις βοηθητικές λειτουργίες, περιέχουν ως επί το πλείστον υψηλά επίπεδα οργανικών ρύπων όπως BOD και COD , υψηλές θρεπτικές ουσίες N και Ph και διάφορες χημικές ουσίες όπως διαλύτες και ιόντα (Saxena et al., 2020 ; Shahid et al., 2020).

Η απομάκρυνση των αποβλήτων, με περιεκτικότητα σε άζωτο, είναι ένα μεγάλο κεφάλαιο στις βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων, το οποίο συνήθως πραγματοποιείται μέσω της οδού νιτροποίησης-απονιτροποίησης(Neogi et.al.,2019).

Τα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων , περιέχουν αξιοσημείωτες ποσότητες πρώτων υλών από τα προϊόντα που διαχειρίζονται ,ή προϊόντων με τη μορφή οργανικών φορτίων, θρεπτικών ουσιών και αιωρούμενων στερεών, τα οποία μπορούν να διαχωριστούν και να ανακτηθούν κατά τη διαδικασία επεξεργασίας (Udugama et al., 2020). Νέες προσεγγίσεις

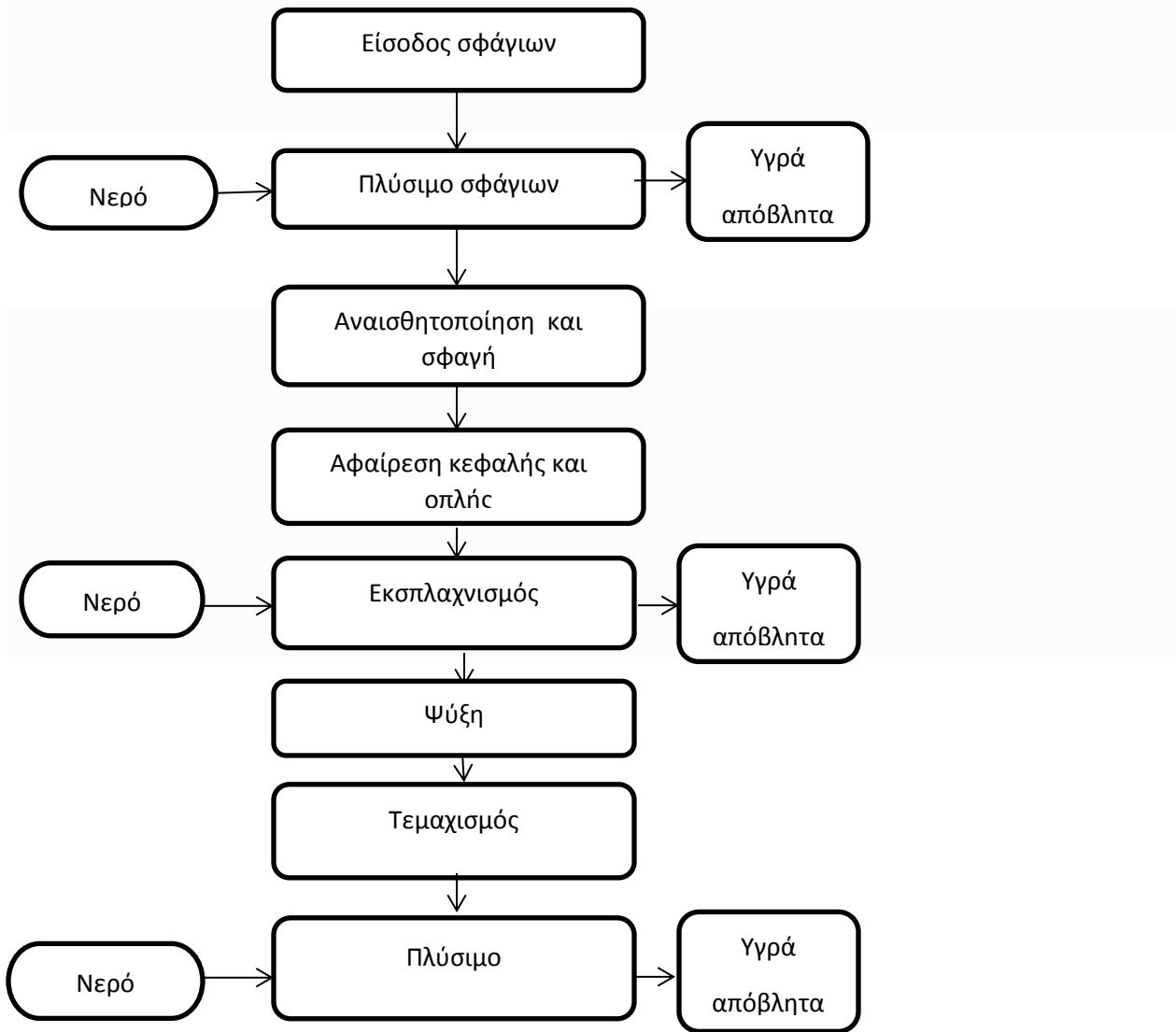
διαχείρισης της κατανάλωσης νερού στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας μπορούν να διευκολύνουν την ανάκτηση των πόρων και να παρέχουν υψηλότερη παραγωγικότητα και βιωσιμότητα στην παραγωγή τροφίμων (Narasimmalu & Ramasamy, 2020).

4.1.1.1. Σφαγεία

Τα σφαγεία, είναι μία βιομηχανική δραστηριότητα, που χρησιμοποιεί πολύ νερό στην διαδικασία της. Τα σφαγεία αποτελούν ένα μεγάλο κεφάλαιο στις βιομηχανίες τροφίμων, παγκοσμίως, αφού το κρέας και τα προϊόντα του είναι σημαντικό μέρος της ανθρώπινης διατροφής . Με βάση την «Ευρωπαϊκή βιομηχανία τροφίμων και ποτών, το 2010 για την ΕΕ-27, ο τομέας επεξεργασίας κρέατος ήταν ο μεγαλύτερος υποτομέας, αντιπροσωπεύοντας το 20% του συνολικού κύκλου εργασιών της ευρωπαϊκής βιομηχανίας τροφίμων και ποτών με 40.000 εταιρείες». Το 2011, οι εξαγωγές αυξήθηκαν κατά 31% σε σύγκριση με το 2010 από 7.914 εκατομμύρια ευρώ σε 10.379 εκατομμύρια ευρώ Το βοδινό, το χοιρινό και τα πουλερικά είναι τα κύρια ζωϊκά προϊόντα που επεξεργάζονται στην Ευρώπη (Valta et.al.,2013). Το 2019 η ετήσια παραγωγή των βιομηχανιών κρέατος παγκόσμια άγγιξε τους 325 εκατομμύρια τόνους (FAO, 2019).

Στην επεξεργασία κρέατος, το νερό χρησιμοποιείται κυρίως για το πλύσιμο των σφάγιων, για καθαρισμό και απολύμανση εξοπλισμού και εγκαταστάσεων και για την ψύξη του μηχανικού εξοπλισμού, όπως συμπιεστές και αντλίες, που περιλαμβάνουν πλύσιμο του αίματος του σφάγιου, αποστείρωση εξοπλισμού και καθαρισμό χώρων εργασίας. Τα πουλερικά αναφέρεται ότι χρειάζονται 11,5 L γλυκού νερού ανά ζώο, ενώ τα βοοειδή 1325 L νερού, που συνήθως καταναλώνονται για το πλύσιμο τους (Ziara, 2015).

Διάγραμμα 4.1. Διάγραμμα ροής σφαγείου(πηγή: Asgharnejad et al.,2021).



Κατά τον εκσπλαχνισμό, δαπανάται το 44%-60% της συνολικής κατανάλωσης νερού, με δεύτερο στάδιο σε κατανάλωση 25%-50% τον καθαρισμό του κρέατος . Για το πλύσιμο των παραπροϊόντων χρειάζεται το 7%-40%, ενώ το 9%–20% δαπανάται για την επεξεργασία

δερμάτων (π.χ. λίπος, αίμα, υπολείμματα κρέατος και τρίχες). Για την πρόπλυση των ζώων χρειάζεται 7%–22% νερού, το οποίο γίνεται σε πισίνες νερού ή με ψεκάσμο (Fornarelli et al., 2017).

Το νερό που χρησιμοποιείται είναι υψηλής ποιότητας, εφόσον τα σφάγια, προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Το 98% περίπου του νερού που καταναλώνεται στις βιομηχανίες επεξεργασίας κρέατος απορρίπτεται ως υγρό απόβλητο.

Τα υγρά απόβλητα των σφαγείων, περιέχουν υψηλές ποσότητες οργανικού υλικού και κατά συνέπεια υψηλές απαιτήσεις (BOD) και (COD) λόγω της παρουσίας αίματος, λίπους και βλεννογόνου. (Bustillo-Lecompte & Mehrvar, 2015).

Τα υγρά απόβλητα της βιομηχανίας κρέατος μπορεί επίσης να έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο (από το αίμα) και φώσφορο, καθώς και (TSS). Τα απορρυπαντικά και τα απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των χώρων και των επιφανειών επιβαρύνουν τα υγρά απόβλητα.

Η κοπριά, μιας και τα ζώα σταβλίζονται μέχρι να σφαγιαστούν, μπορεί να επιβαρύνει τα υγρά απόβλητα με χαλκό (πρόσθετη ύλη ζωοτροφών σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1334/2003 της Επιτροπής και τον κανονισμό αριθ. 479/2006 της Επιτροπής, σύμφωνα με την οδηγία 70/524/ΕΟΚ), αρσενικό (το αρσενικό συνήθως ανευρίσκεται ως υπόλειμμα από ψάρια που προστίθενται στις ζωοτροφές, η ΕΕ έχει θέσει όρια για την παρουσία του As, ως ανεπιθύμητη ουσία, ωστόσο, η παρουσία αρσενικού στις εν λόγω πρώτες ύλες ζωοτροφών είναι κυρίως με τη μορφή οργανικού αρσενικού, η οποία είναι και η λιγότερο τοξική μορφή) και ψευδάργυρο (ο Zn χρησιμοποιείται ως ιχνοστοιχείο στις ζωοτροφές εκτελεστικός κανονισμός (ΕΕ) 2016/1095 της επιτροπής της 6ης Ιουλίου 2016).

Η παρουσία κοπριάς, επιβαρύνει τα υγρά απόβλητα με μικροβιακά φορτία, που αποδίδονται, σε κολοβακτηρίδια και στρεπτόκοκκους. Επειδή τα ζώα, κατά τη διάρκεια της ζωής τους λαμβάνουν αντιβιοτικά, είναι πιθανό ,τα αντιβιοτικά να επιβαρύνουν τα υγρά απόβλητα. Η απόρριψη ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων σφαγείων μπορεί να προκαλέσει αποξυγόνωση των ποταμών και μόλυνση των υπόγειων υδάτων (Barbera et al.,2018).

Για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων, η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί, εξαρτάται, από το παραγόμενο ρυπαντικό φορτίο της μονάδας. Οι συνήθης μέθοδοι

επεξεργασίας θα πρέπει να περιλαμβάνουν: Πρωτοβάθμια επεξεργασία με εσχαρισμό, λιποσυλλογή και εξισορρόπηση παροχής. Δευτεροβάθμια επεξεργασία αποτελούμενη από αερισμό και καθίζηση (Δεσποτίδου, 2016).

4.1.1.2.Βιομηχανία Γάλακτος

Η ζήτηση γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, έχει αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω της αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού. Οι βιομηχανίες γάλακτος, χρησιμοποιούν διάφορες διαδικασίες όπως ομογενοποίηση, παστερίωση και ψύξη και περιλαμβάνουν την επεξεργασία του νωπού γάλακτος έτσι ώστε να παραχθούν διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα όπως ξινόγαλα, γιαούρτι, τυρί, κρέμα, βούτυρο κ.α. .

Το γάλα ως ένα βιολογικό υγρό αποτελείται από νερό, λίπος γάλακτος, πρωτεΐνες, λακτόζη και μεταλλικά άλατα. Κατά τη διάρκεια παρασκευής διαφόρων προϊόντων μπορεί να προστεθεί ζάχαρη, αλάτι, αρώματα, γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές και συντηρητικά .

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται από τις βιομηχανίες γάλακτος προέρχονται κυρίως από το ξέπλυμα ή πλύσιμο των σωλήνων μεταφοράς, το πλύσιμο του εξοπλισμού και των δεξαμενών, καθώς επίσης και από την καθαριότητα των χώρων με απορρυπαντικά ή απολυμαντικά (Ritambhara et.al.,2019).

Για κάθε κιλό προϊόντος που παράγεται καταναλώνονται 2-4 L νερού και παράγονται 0,5-20,5 L υγρών αποβλήτων, ανάλογα με τη σύνθεση και την ποικιλία των τελικών προϊόντων (Palhares & Pezzopane, 2015 ; Ridoutt et al., 2010).

Το οργανικό περιεχόμενο των λυμάτων της γαλακτοβιομηχανίας, μειώνει την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου (DO) και έτσι οι ανεξέλεγκτες απορρίψεις μπορεί να δημιουργήσουν ευτροφισμό στους αποδέκτες .

Εκτός από την πρόκληση σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων, ο ρύπος των λυμάτων της γαλακτοβιομηχανίας επηρεάζει επίσης την υδρόβια ζωή.

Τα γαλακτοκομικά απόβλητα έχουν υψηλή συγκέντρωση βουτυρικού οξέος και πρωτεΐνης που ευθύνονται για την άσχημη οσμή και τη βαριά μαύρη κροκιδωμένη μάζα λάσπης.

Έχει επίσης αναφερθεί, ότι η δυσάρεστη οσμή των λυμάτων της γαλακτοβιομηχανίας οφείλεται στον σχηματισμό υδρόθειου και συχνά δημιουργεί πρόβλημα σε κοντινές περιοχές επηρεάζοντας την υγεία του πληθυσμού καθώς και την υδρόβια ζωή .

Τα υγρά απόβλητα γαλακτοκομικών προϊόντων έχουν αζωτούχες ενώσεις όπως τα νιτρικά άλατα, τα οποία όταν μεταβολίζονται εντός των οργανισμών μετατρέπονται σε νιτρώδη, δημιουργώντας περιβάλλον για την πρόκληση μεθαιμοσφαιριναιμίας .

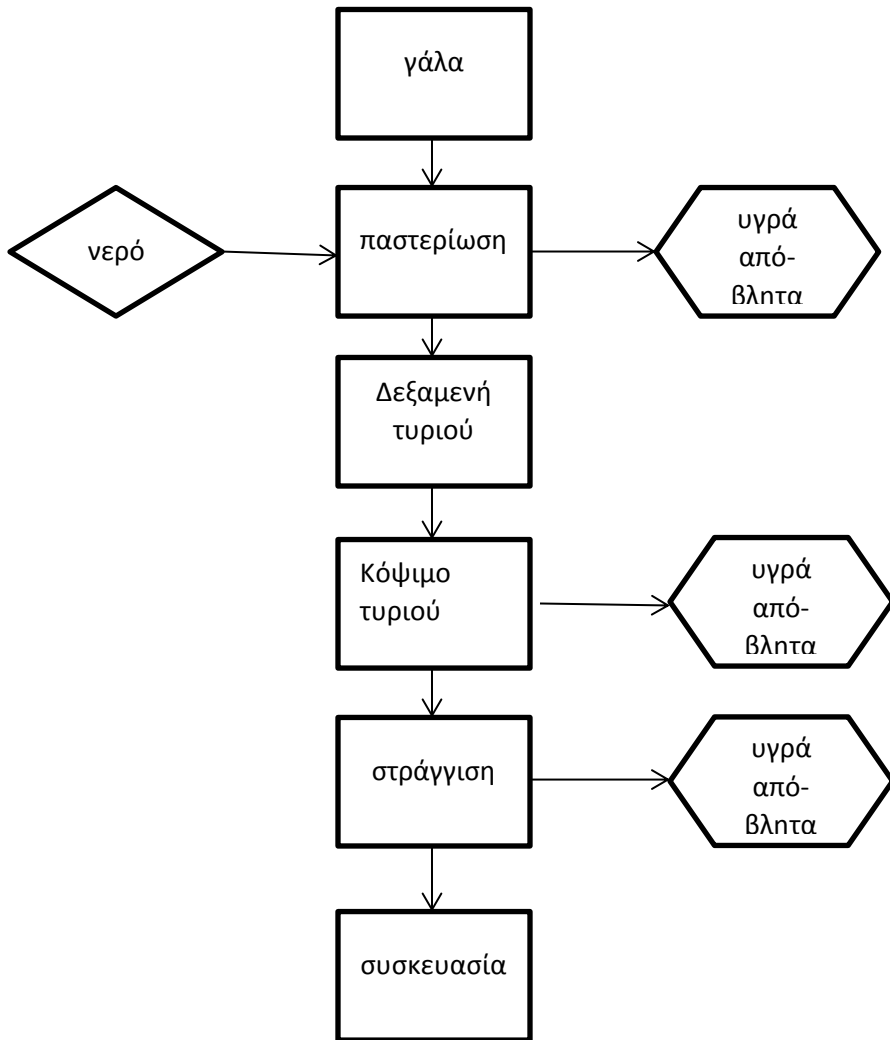
Τα υγρά απόβλητα από τη γαλακτοβιομηχανία έχουν υψηλό BOD, COD, ολικά διαλυμένα στερεά, συγκέντρωση CO₂ που δημιουργεί υψηλό οργανικό φορτίο και επίσης είναι πλούσια σε ασβέστιο, μαγνήσιο, ενώσεις αζώτου και φωσφόρου.

Οι μέθοδοι για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων γαλακτοκομικών μονάδων, είναι γενικά φυσικές, χημικές και βιολογικές ,όπως πχ η αναερόβια χώνευση, οι αερόβιες βιομετατροπές, η ηλεκτροχημική επεξεργασία και η διαδικασία μεμβράνης.

Για την παραγωγή επαναχρησιμοποιήσιμου νερού και την ανάκτηση θρεπτικών ουσιών από τα υγρά απόβλητα γαλακτοκομικών βιομηχανιών, οι επεξεργασίες μεμβρανών, ιδιαίτερα νανοδιήθησης και αντίστροφης ώσμωσης φαίνεται ότι επιτυγχάνουν πολύ καλά αποτελέσματα.

Η διαδικασία της αντίστροφης ώσμωσης επιτρέπει την ανακύκλωση του νερού και το κατακράτημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διατροφή ζώων .Το επεξεργασμένο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση, πλύσιμο, οικιακούς σκοπούς και σε βιομηχανίες (Ritambhara et.al.,2019).

Διάγραμμα 4.2. Διάγραμμα ροής γαλακτοβιομηχανίας για την παρασκευή τυριού (Asgharnejad et al, 2021)



Σύμφωνα με τους (Prasad et al., 2005) για κάθε λίτρο επεξεργασμένου γάλακτος για την παρασκευή τυριού χρειάζεται να καταναλωθεί 0,64-2,9 λίτρα νερού.

4.1.1.3. Βιομηχανίες ψαριών και θαλασσινών

Τα ψάρια και τα προϊόντα θαλασσινών είναι πλούσιες πηγές πρωτεϊνών, διαφορετικών βιταμινών, λιπών και μετάλλων όπως ασβέστιο, φώσφορος, ιώδιο και μαγνήσιο (Asgharnejad et al,2021). Η κατανάλωση ψαριών αυξάνεται γρήγορα παγκοσμίως.

Τα ψάρια επειδή εύκολα αλλοιώνονται προτιμάται να επεξεργάζονται για να διατηρούνται. Η ψύξη και η κατάψυξη, το αλάτισμα, το κάπνισμα, η ξήρανση και η κονσερβοποίηση είναι οι πιο κοινές μέθοδοι επεξεργασίας ψαριών (Hall, 2012).Μεταξύ της αλίευσης και της μεταποίησης απαιτούνται κάποιες εργασίες που συνήθως γίνονται στο σημείο αλίευσης. Αυτές οι εργασίες περιλαμβάνουν αφαίρεση κεφαλών, πλύσιμο, απολέπιση, εκσπλαχνισμό, κοπή πτερυγίων, φιλετάρισμα κ.α.(Renuka et al., 2019).

Οι μονάδες επεξεργασίας ψαριών συνήθως είναι κοντά σε θάλασσα για να μειωθεί ο χρόνος και το κόστος μεταφοράς .Για κάθε τόνο παρασκευασμένων ψαριών απαιτείται 11 m³ νερό, όπου σχεδόν το σύνολο καταλήγει ως υγρό απόβλητο (Queiroz et al., 2013a).

Ανάλογα με τη φάση της διαδικασίας αυξάνεται ή μειώνεται η χρήση νερού. Κατά την αφαίρεση των κεφαλών, τον εκσπλαχνισμό και το πλύσιμο παράγονται απόβλητα που περιέχουν κυρίως αίμα, υψηλό BOD, θολότητα και TSS (Muthukumaran & Baskaran, 2013).

Μετά το φρέσκο ψάρι , στην αγορά επικρατεί η πώληση κατεψυγμένων ψαριών και κονσερβοποιημένων ψαριών σε αναλογίες 26% και 11% αντίστοιχα (Asgharnejad et al,2021).. Τα υγρά απόβλητα που παράγονται στις βιομηχανίες κονσερβοποίησης ψαριών είναι 8 -18 m³ , ανά τόνο προϊόντος (Compton et al., 2018). Αυτά τα υγρά απόβλητα έχουν υψηλή αλατότητα και οργανικό φορτίο .

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται από την επεξεργασία των ψαριών έχουν υψηλό BOD και COD, στερεά ,θρεπτικές ουσίες. Για να απομακρυνθούν οι ρύποι από τα υγρά απόβλητα βιομηχανίας επεξεργασίας ψαριών ,απαιτείται ένας συνδυασμός φυσικοχημικών και βιολογικών μεθόδων . Οι συνήθεις τεχνικές είναι καθίζηση-επίπλευση, υπερδιήθηση, αντιστροφή ώσμωση, απολύμανση με UV ,βιοαντιδραστήρες κ.λ.π. (Asgharnejad et al,2021).

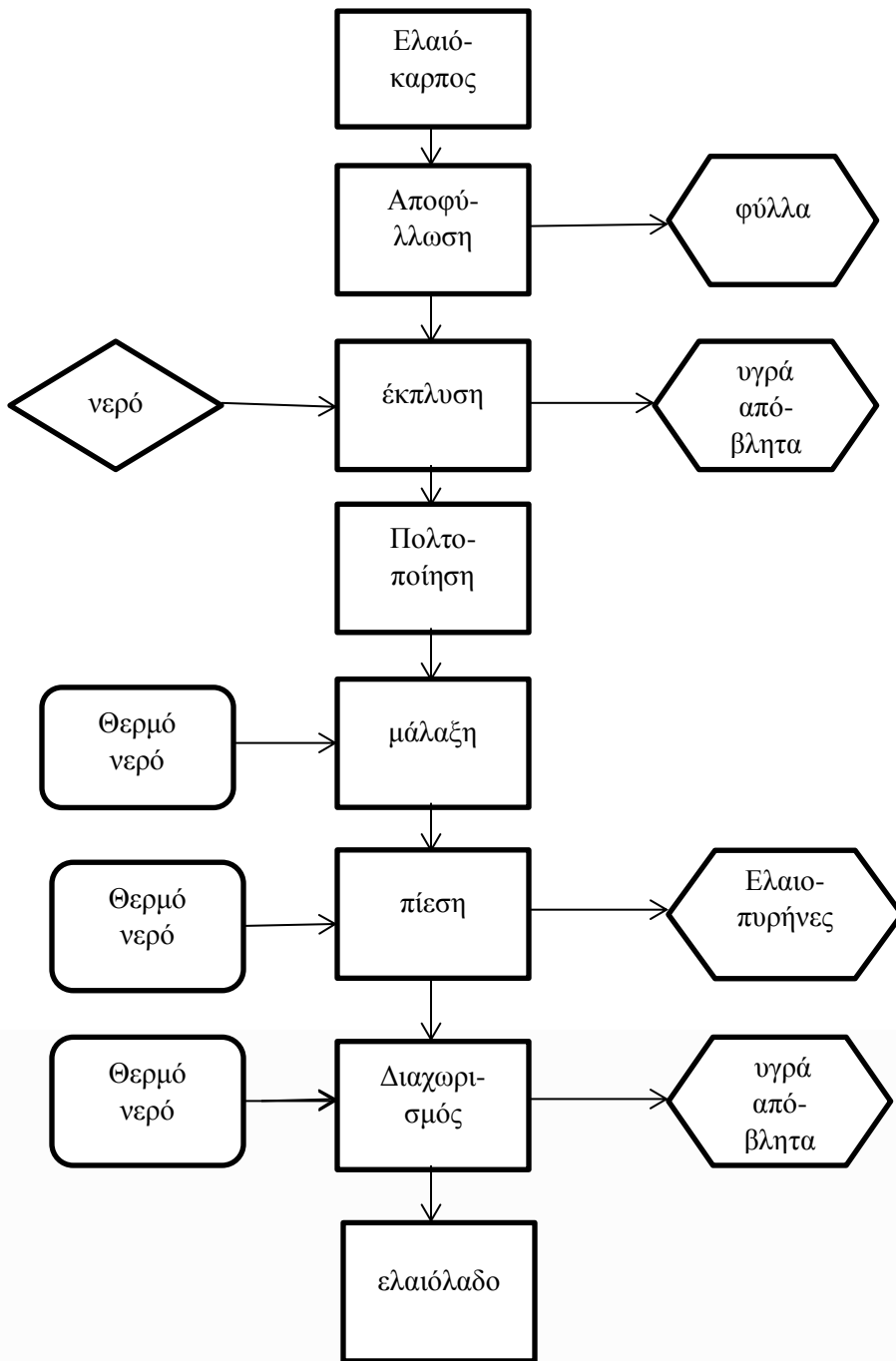
4.1.1.4. Παραγωγή Ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο είναι το κύριο λιπαρό συστατικό της μεσογειακής διατροφής. «Η μέση παραγωγή ελαιολάδου στην ΕΕ τα τελευταία χρόνια ήταν 2 εκατομμύρια τόνοι, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 73% της παγκόσμιας παραγωγής. Η Ισπανία παράγει 65% του ελαιολάδου, η Ιταλία το 15%, η Ελλάδα το 13%, η Πορτογαλία το 5% αντιπροσωπεύουν περίπου το 98% της παραγωγής ελαιολάδου της Ευρωπαϊκής Ένωσης». (<https://ec.europa.eu>).

Το ελαιόλαδο εξάγεται στα ελαιοτριβεία από τις ελιές με διάφορες μεθόδους όπως ασυνεχούς πίεσης ή συνεχούς φυγοκέντρωσης. Μετά την παραλαβή των ελιών στο ελαιοτριβείο, το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τον καθαρισμό τους ώστε να απομακρυνθούν ακαθαρσίες, όπως μίσχοι, φύλλα, κομμάτια ξύλου, κλαδάκια και άλλα υπολείμματα. Κατόπιν για να απομακρυνθούν ακαθαρσίες, κυρίως φυτοφάρμακα και βρωμιές πλένονται με άφθονο νερό στη συνέχεια αφού πλυθούν, συνθλίβονται. Η διαδικασία σύνθλιψης, είναι σημαντική, για να εξασφαλιστεί η γεύση και το άρωμα του ελαιολάδου, καθώς και η απόδοση της διαδικασίας εκχύλισης. Η πάστα, που είναι αποτέλεσμα σύνθλιψης, υφίσταται μάλαξη. Μέσω της μάλαξης, η πάστα αναδεύεται αργά με αποτέλεσμα τη συνένωση μικρών σταγόνων σε μεγαλύτερες και ευνοεί τη διάσπαση των αδιάσπαστων κυττάρων που περιέχουν λάδι. Στη συνέχεια γίνεται η εξαγωγή του λαδιού (Δεσποτίδου,2016).

Υπάρχουν διαφορετικού τύπου ελαιοτριβεία. Σε όλα τα ελαιοτριβεία το τελικό αποτέλεσμα είναι το παρθένο ελαιόλαδο και δύο τύποι αποβλήτων: τα υγρά απόβλητα ή κατσίγαρος και ο ελαιοπυρήνας. Στα παραδοσιακά ελαιοτριβεία υπολογίζεται ότι για κάθε τόνο καρπού παράγονται περίπου 350 kg ελαιοπυρήνας με ποσοστό υγρασίας 25%, και περίπου 450 kg υγρά απόβλητα. Στα ελαιοτριβεία τριών φάσεων (τριφασικού φυγοκεντρικού διαχωριστήρα) όπου για κάθε τόνο ελιών παράγονται 500 kg ελαιοπυρήνα με υγρασία 50% και 1.200 kg υγρά απόβλητα. Στα ελαιοτριβεία δύο φάσεων για κάθε τόνο καρπού παράγονται 800 kg ελαιοπυρήνα με μεγάλο ποσοστό υγρασίας (Καλογεράκου, 2009).

Διάγραμμα 4.3..Διάγραμμα ροής κλασσικού ελαιουργείου(Λουκάκης,2010)



Τα απόβλητα από τα ελαιοτριβεία είναι ιδιαίτερος επιβαρυνόμενα με ρύπους, το BOD και το COD είναι ιδιαίτερος υψηλά, μάλιστα το BOD αγγίζει τα 40.000-80.000 ppm. Επίσης υπάρχουν

πολλά αιωρούμενα στερεά, φαινολικές ενώσεις ,οργανικά οξέα ,ταννίνες, αυξημένες χρωστικές και το pH προσεγγίζει όξινες τιμές 4-6 (Λουκάκης ,2010).

Τα υγρά απόβλητα του ελαιοτριβείου έχουν διερευνηθεί εκτενώς ως ροή αποβλήτων, καθώς το υψηλό οργανικό φορτίο και η σχετική τοξικότητα καθιστούν επιτακτική την επεξεργασία τους. Επιπλέον, λόγω της υψηλής τοξικότητας της συγκεκριμένης ροής αποβλήτων, οι ερευνητές έχουν αναπτύξει νέες προσεγγίσεις συνδυάζοντας διαφορετικές τεχνολογίες. Έχουν γίνει μελέτες για την άμεση εφαρμογή των μη επεξεργασμένων αποβλήτων ελαιοτριβείου σε εδάφη .

Κάποιοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η άμεση εφαρμογή τους στο περιβάλλον έχει μια προσωρινή θετική επίδραση στα εδάφη. Σε αργιλώδη εδάφη όμως, η συσσώρευση αλάτων από αυτά τα υγρά απόβλητα θα μπορούσε να οδηγήσει σε αποσύνθεση της δομής τους με αποτέλεσμα τη μείωση της υδραυλικής αγωγιμότητας του εδάφους. Έχει προταθεί από κάποιους επιστήμονες, η αξιοποίηση τους με ανάκτηση των πολύτιμων φυτοχημικών ενώσεων, με ευεργετικές ιδιότητες για τις βιομηχανίες φαρμακευτικών, καλλυντικών και τροφίμων (Tchobanoglous ,2018).

Ένα μεγάλο πρόβλημα είναι ότι, τα ελαιοτριβεία είναι μικρές επιχειρήσεις, που εργάζονται λίγους μήνες το χρόνο, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν υποδομές για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων τους.

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου, είναι ένα μεγάλο πρόβλημα για το περιβάλλον .Πολλοί ερευνητές, ασχολήθηκαν με αυτό το πρόβλημα και προτάθηκαν πολλές λύσεις, για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου .

Αυτές οι μέθοδοι είναι βιολογικές (αερόβια και αναερόβια χώνευση κ.α.), χημικές (φωτοκαταλυτική αποικοδόμηση, αντιδραστήρα μεμβράνης, ηλεκτροπηξία, συνδυασμένες διεργασίες Fenton και όζον/Fenton και ηλεκτρο-υδρόλυση),φυσικές (εκχύλιση, διήθηση, νανοδιήθηση, προσρόφηση, κροκίδωση, πήξη) μεμονωμένες ή και σε συνδυασμό.

Όμως αυτές οι μέθοδοι, εξακολουθούν να είναι δύσκολα εφαρμόσιμες, σε μεγάλη κλίμακα και ορισμένες από αυτές, ιδιαίτερα δαπανηρές ή χρονοβόρες. Διαπιστώθηκε επίσης, ότι δεν μπορούσαν να αντιμετωπιστούν, όλοι οι τύποι υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου, με τη χρήση των παραπάνω μεθόδων.

Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου, παρόλο που είναι επιβλαβή για τη φύση, είναι πολύτιμη πηγή συστατικών, όπως οι πολυφαινόλες, που είναι υψηλής διατροφικής αξίας. Πρέπει να καταβληθούν περισσότερες προσπάθειες για να μετατραπεί αυτό το παραπροϊόν από επιβλαβή ρύπο σε πολύτιμη πηγή φυσικών βιοδραστικών συστατικών (Zahi et al,2022).

4.1.1.5.Βιομηχανίες επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων

Η γεωργία είναι ο κύριος χρήστης πόρων γλυκού νερού στον κόσμο. Σε παγκόσμια κλίμακα, περίπου το 80% του γλυκού νερού (από λίμνες, ποτάμια, υπόγειους υδροφορείς κ.λπ.) χρησιμοποιούνται στη γεωργία. Περισσότερο από το 40% της παραγωγής τροφίμων προέρχεται από αρδευόμενες εκτάσεις. Ως αποτέλεσμα, το 70% των γλυκών υδάτων που λαμβάνονται από ποτάμια και υπόγεια ύδατα χρησιμοποιούνται για άρδευση. Λόγω της πιθανολογούμενης αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού προβλέπεται ότι μια επιπλέον ποσότητα τροφίμων (+60%) θα χρειαστεί μεταξύ 2016 και 2050 με στόχο την ικανοποίηση της ζήτησης .

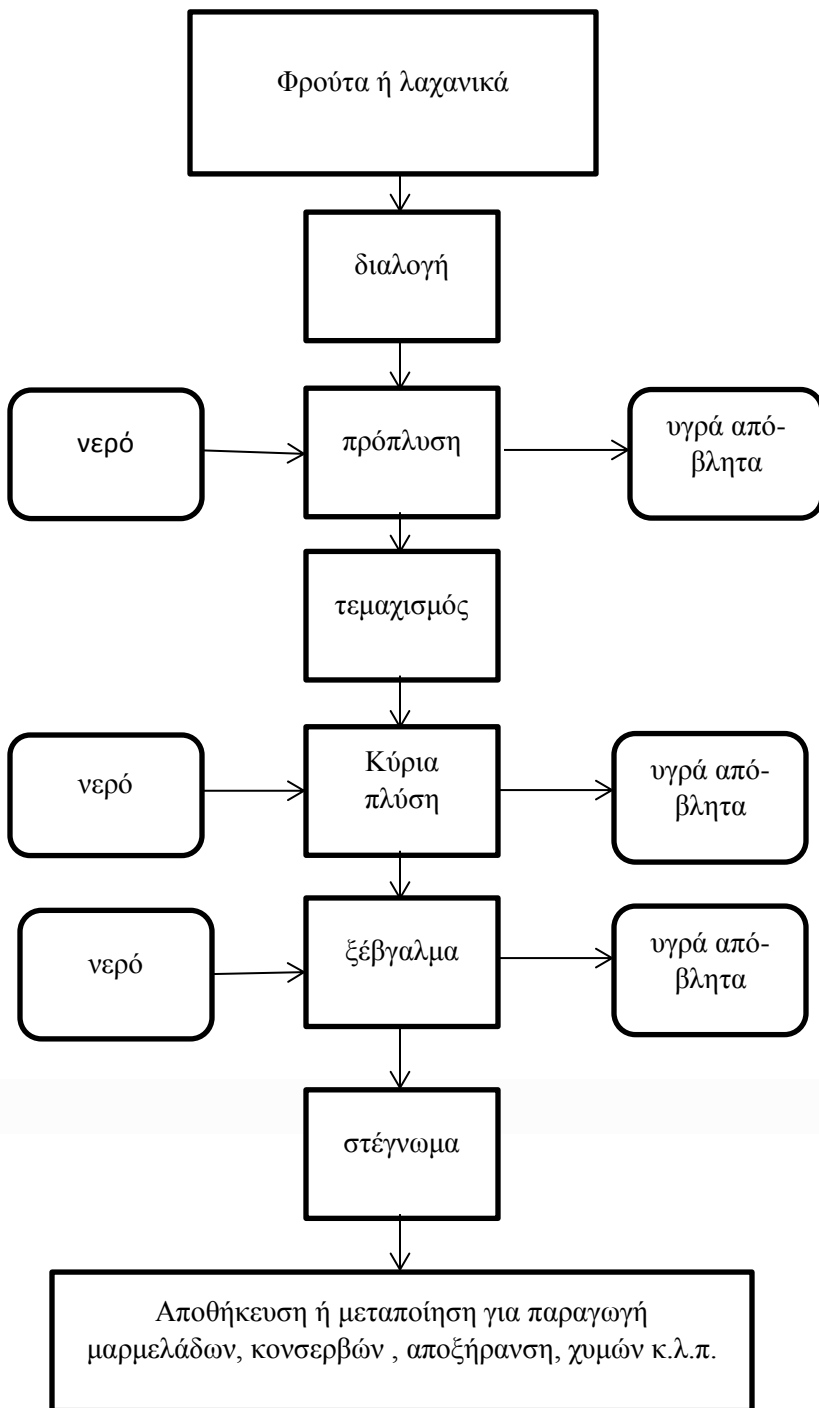
Οι βιομηχανίες που συσκευάζουν και επεξεργάζονται φρούτα και λαχανικά, χρησιμοποιούν πολύ νερό με αποτέλεσμα να παράγουν μεγάλο όγκο υγρών αποβλήτων. Βέβαια τα φρούτα και τα λαχανικά παράγονται σε συγκεκριμένες εποχές του χρόνου και έτσι υπάρχει αυξομείωση τόσο στη ζήτηση νερού όσο και στην παραγωγή υγρών αποβλήτων (Barbera et al.,2018)

Το νερό καταναλώνεται σε διάφορες φάσεις του πλυσίματος όπως την πρόπλυση την κύρια πλύση και το ξέβγαλμα των φρούτων ή των λαχανικών. Υπολογίζεται ότι για κάθε τόνο τελικού προϊόντος χρειάζονται 1,5-5 m³ νερού (Lehto et al,2014). Όλη αυτή η ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται για το πλύσιμο των φρούτων ή των λαχανικών θα απορριφθεί εξ ολοκλήρου ως υγρό απόβλητο.

Τα υγρά απόβλητα γενικά από την πλύση του χώματος και τη βρωμιά των προϊόντων περιέχουν αξιοσημείωτη ποσότητα αιωρούμενων στερεών .Η παρουσία φύλλων κλαδιών και σάπιων καρπών αυξάνει σημαντικά το BOD. Η παρουσία αζώτου και φωσφόρου στα υγρά απόβλητα είναι επίσης αξιοσημείωτη λόγω της χρήσης λιπασμάτων στα φρούτα και στα λαχανικά.

Επιπλέον, η χρήση φυτοφαρμάκων, προκάλεσε αύξηση του COD των υγρών αποβλήτων, αφού συνήθως αποτελούνται από υδρογονάνθρακες (Nougadère et al, 2020).

Διάγραμμα 4.4. Διάγραμμα ροής εργοστασίου βασικής επεξεργασίας φρούτων και λαχανικών (Asgharnejad et al, 2021)



Τα υγρά απόβλητα από την επεξεργασία φρούτων και λαχανικών λόγω του υψηλού ρυπαντικού τους φορτίου δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να απορριφθούν στο περιβάλλον χωρίς κατάλληλη επεξεργασία. Τα υψηλά COD και το BOD απαιτούν συνδυασμό βιολογικών και χημικών μεθόδων για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων τους. Οι κύριες μέθοδοι που εφαρμόζονται είναι Fenton, ηλεκτροπηξία, συνδυασμός fenton και πήξης, κ.α. (Asgharnejad et al, 2021).

Στο ανωτέρω διάγραμμα ροής μπορεί μέσω κυκλώματος τα νερά της τελικού πλυσίματος, να οδηγηθούν χωρίς κάποια επεξεργασία στο στάδιο της πρώτης πλύσης προκειμένου να επιτευχθεί μεγάλη εξοικονόμηση νερού. Μετά την τρίτη πλύση τα υγρά απόβλητα είναι ελαφρά ρυπασμένα και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για την πρώτη πλύση που έχει υψηλό ρυπαντικό φορτίο.

4.1.1.6 Βιομηχανία Ζάχαρης

Η ζάχαρη παράγεται σε 115 χώρες, 67 χώρες παράγουν ζάχαρη από ζαχαροκάλαμο, 39 χώρες από ζαχαρότευτλα και 9 χώρες από ζαχαροκάλαμο καθώς και ζαχαρότευτλα. Γενικότερα η ζάχαρη παράγεται κατά 70% από ζαχαροκάλαμο και 30% από ζαχαρότευτλα κ.α. Κατά την παραγωγή ζάχαρης παράγεται πολύ μεγάλη ποσότητα αποβλήτων. Τα απόβλητα από τη βιομηχανία ζάχαρης, που χειρίζεται ζαχαροκάλαμο, περιέχουν ποσότητες ρυπαντικών φορτίων μέτριας ποσότητας μαζί με, αιωρούμενα και διαλυμένα στερεά, οργανική ύλη κ.λπ. Σε αυτά τα απόβλητα καταλήγουν και διάφορες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση τυχόν ακαθαρσιών και τον εξευγενισμό των τελικών προϊόντων.

Για να παραχθεί η ζάχαρη, από το ζαχαροκάλαμο, χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες μεγάλος όγκος νερού με επακόλουθο τη μεγάλη ποσότητα υγρών αποβλήτων. Τα υγρά απόβλητα της εργοστασίων ζάχαρης έχουν χρώμα, οργανικές ενώσεις, χαμηλό pH, υψηλή θερμοκρασία, BOD, COD, στερεό ολικής διάλυσης (TDS), λάσπη κ.λπ. .

Το pH είναι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες που χρησιμεύει ως δείκτης ρύπανσης. Η αλλαγή στην τιμή του pH, μπορεί να αλλάξει τις βιοχημικές αντιδράσεις και να επιβιώσουν διάφοροι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στο νερό. Η παρουσία ή η απουσία διαφορετικών ανιόντων και κατιόντων μπορεί να έχει άμεση σχέση με το pH των λυμάτων (Doke et al.,2011). Από τη βιβλιογραφία, έχει βρεθεί ότι το pH των λυμάτων των εργοστασίων ζάχαρης που χειρίζονται ζαχαροκάλαμο, ποικίλλει από 4,8, στα ακατέργαστα λύματα και 6,9, στα επεξεργασμένα λύματα .

Διάφορες φυσικοχημικές μέθοδοι όπως η πήξη, η κροκίδωση, η υπερδιήθηση, η ηλεκτροδιάλυση και η αντίστροφη ώσμωση, χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, της βιομηχανίας ζάχαρης που χειρίζονται ζαχαροκάλαμο. Βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, που χρησιμοποιούνται συχνά από βιομηχανία ζάχαρης που χειρίζονται ζαχαροκάλαμο, για την βιοαποκατάσταση τους, αποδεικνύονται αποτελεσματικότερες και προσφέρουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τις φυσικοχημικές μεθόδους. Οι βιομηχανίες ζάχαρης κατευθύνονται πλέον στο να ελαχιστοποιήσουν την κατανάλωση νερού και να ανακυκλώσουν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα.(P.K.Singh,et al.,2019) .

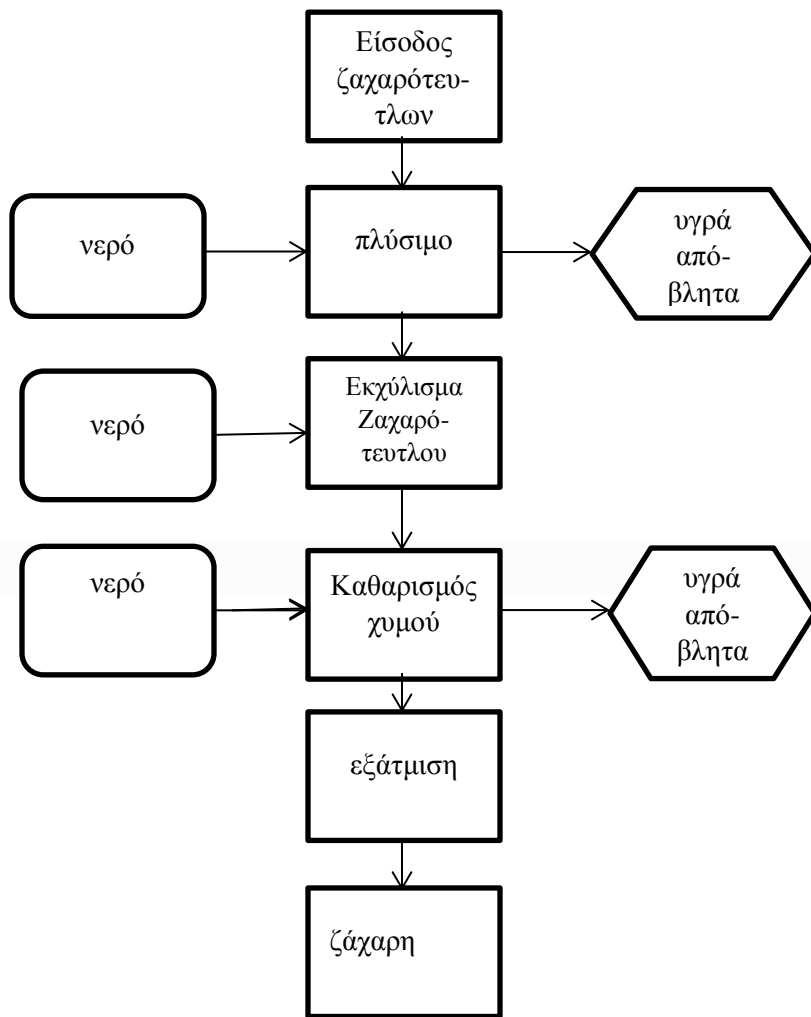
Στο Βόρειο ημισφαίριο η συμβατική μέθοδος παραγωγής της ζάχαρης είναι από ζαχαρότευτλα.(Asgharnejad et al,2021).

Η μεγαλύτερη ποσότητα νερού στα εργοστάσια ζαχαρότευτλων, χρησιμοποιείται για το πλύσιμο μεταφορά ζαχαρότευτλων. Λόγω του ότι τα ζαχαρότευτλα, είναι επιβαρυνμένα με χόμα και λάσπη, τα υγρά απόβλητα που παράγονται από την πλύση τους, είναι επιφορτισμένα με υψηλό BOD και TSS (Duraisam et al., 2017). Τα εργοστάσια ζάχαρης ,τα τελευταία χρόνια με τη χρήση της τεχνολογίας, προσπαθούν να εφαρμόσουν το στεγνό καθάρισμα των ζαχαρότευτλων και έτσι έχει μειωθεί σημαντικά, η ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται(Asgharnejad et al,2021).

Σε εργοστάσιο που χειρίζεται ζαχαροκάλαμο, για κάθε τόνο ζαχαροκάλαμου, χρησιμοποιείται 1,3- 4,36 m³ νερό και από αυτό το 20% καταλήγει ως υγρό απόβλητο (Ramjeawon, 1995).Για την επεξεργασία ζαχαρότευτλων το εργοστάσιο ζάχαρης χρειάζεται για κάθε τόνο προϊόντος 3- 10 m³ νερού, ενώ το 60%-80% αυτού του νερού καταλήγει ως υγρό απόβλητο, με υψηλό BOD, COD, TSS και δυσάρεστη οσμή (Chaurasia & Tiwari, 2012) .

Οι περισσότερες βιομηχανίες επεξεργασίας ζάχαρης από ζαχαρότευτλα, για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων τους, χρησιμοποιούν βιολογικές μεθόδους ή συνδυασμό βιολογικών και φυσικοχημικών μεθόδων για τη μείωση του BOD, του COD και του TSS. (Asgharnejad et al,2021).

Διάγραμμα 4.5. Διάγραμμα ροής βιομηχανίας ζάχαρης που χρησιμοποιεί ζαχαρότευτλα (Asgharnejad et al,2021).



4.1.2 Βιομηχανίες ποτών

Η βιομηχανία ποτών είναι μία σημαντική κατηγορία στον τομέα των τροφίμων, καθώς παράγονται μια σειρά προϊόντων από αλκοολούχα (οινοποιεία, οινοπνευματώδη ποτά) και ζυθοποιεία έως μη αλκοολούχα (αναψυκτικά ,χυμοί φρούτων και λαχανικών, μεταλλικό νερό κ.λ.π.). (Barbera et al,2017).

Μια βασική αιτία της σπατάλης νερού, στην ποτοποιεία, είναι η επαναχρησιμοποίηση των γυάλινων φιαλών, για κάθε πλύσιμο μιας γυάλινης φιάλης, χρησιμοποιείται 150-200ml νερού, στα σύγχρονα πλυντήρια, που μπορεί να φτάσει ως και τα 600ml (Haroon et al, 2012).

Η πλύση των φιαλών, έχει στόχο την απομάκρυνση μικροοργανισμών και χημικών ουσιών, για να είναι οι φιάλες ασφαλείς για χρήση από τον άνθρωπο. Το πλύσιμο των μπουκαλιών γίνεται συνήθως στα εξής στάδια: ξέβγαλμα, πρόπλυση, πλύση και τελικό ξέβγαλμα. Υδροξείδιο του νατρίου, απορρυπαντικά και διάλυμα χλωρίου είναι κάποιες από τις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για το πλύσιμο των φιαλών. (Barbera et al,2017).

Ένα σημαντικό ποσό υγρών αποβλήτων (κάποιες βιβλιογραφικές αναφορές το ορίζουν και στο 50%) στην ποτοποιεία προέρχονται από τη διαδικασία πλύσης μπουκαλιών. Σε γενικές γραμμές, το BOD,COD, συνολικά στερεά είναι υψηλά στα υγρά απόβλητα της ποτοποιείας ,η ποσότητα του συνολικού αζώτου, του συνολικού φωσφόρου και του pH μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τις χρησιμοποιούμενες χημικές ουσίες.(Minal Garg,2019).

4.1.2.1. Βιομηχανίες αλκοολούχων ποτών

Οι Οινοπνευματοποιείες, τα οινοποιεία και οι ζυθοποιείες παράγουν κατά βάση ποτά με βάση το αλκοόλ. Ως βιομηχανίες παρουσιάζουν ομοιότητες μεταξύ τους, τόσο στις διαδικασίες παραγωγής, όσο και στις διαδικασίες ζύμωσης και διαχωρισμού .Είναι υδροβόρες βιομηχανίες, μιας και το νερό είναι απαραίτητο στις διαδικασίες τους και έτσι παράγουν μεγάλο όγκο υγρών αποβλήτων. Η απόρριψη των ακατέργαστων λυμάτων από τις βιομηχανίες ποτοποιείας, οινοποιείας και ζυθοποιείας θεωρείται περιβαλλοντικός κίνδυνος παγκοσμίως: εάν τα υγρά

απόβλητα απορρίπτονται στο περιβάλλον χωρίς επεξεργασία, θα παρατηρηθεί αλατοποίηση και ευτροφισμός των πόρων γλυκού νερού (Barbera et al,2017).

4.1.2.2.Οινοπνευματοποιία

Τα υγρά απόβλητα της οινοπνευματοποιίας , δηλαδή τα υγρά απόβλητα που παράγονται από αποστακτήρια αλκοόλης έχουν σκούρο καφέ χρώμα. Περιέχουν όξινη υψηλή οργανική ύλη και έχουν δυσάρεστη οσμή .

Η οινοπνευματοποιία, είναι μια από τις σημαντικότερες βιομηχανίες που βασίζεται στη γεωργία, και χρησιμοποιεί τη μελάσα ως πρώτη ύλη για την παραγωγή οινοπνεύματος. Η παραγωγή αιθανόλης από μελάσα παράγει υγρά απόβλητα τα οποία είναι ιδιαίτερα επιβαρυνμένα, με υψηλό COD και BOD χαμηλό pH, δυσάρεστη οσμή και σκούρο καφέ χρώμα .

Εκτός από την υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικά, τα υγρά απόβλητα της οινοπνευματοποιίας περιέχουν επίσης θρεπτικά συστατικά, με τη μορφή αζώτου, φωσφόρου και καλίου που μπορεί να οδηγήσουν σε ευτροφισμό των υδάτινων σωμάτων. Το σκούρο χρώμα αυτών των υγρών αποβλήτων εμποδίζει τη φωτοσύνθεση μη επιτρέποντας το ηλιακό φως να διαπεράσει στα κατώτερα στρώματα των υδάτινων σωμάτων (Tiwari et.al.,2019).

4.1.2.3.Οινοποιία

Η οινοποιεία είναι βιομηχανία, που απαιτεί πολύ νερό για την παραγωγή του κρασιού και έτσι παράγει μεγάλη ποσότητα λυμάτων . Τα υγρά απόβλητα των οινοποιείων περιέχουν διάφορους ρύπους όπως σάκχαρα, αιθανόλη, οργανικά οξέα, αλδεϋδες, φαινολικές ενώσεις, προϊόντα μικροβιακής ζύμωσης αλλά και απορρυπαντικά από τον καθαρισμό των χώρων και των μηχανών. Τα υγρά απόβλητα, που παράγονται στην οινοποιία, είναι αποτέλεσμα μιας σειράς διαδικασιών, που περιλαμβάνουν τον καθαρισμό των δεξαμενών, το πλύσιμο των δαπέδων και του εξοπλισμού, το πλύσιμο των γραμμών μεταφοράς, τον καθαρισμό των βαρελιών, την απώλεια κρασιού και προϊόντων κ.λ.π(Vijayaraghavalu et.al.,2019).

Κάθε οινοποιείο παράγει τον δικό του όγκο υγρών αποβλήτων, ανάλογα με το μέγεθος του, με έντονη εποχιακή διακύμανση. Τα υγρά απόβλητα που παράγονται από τα οινοποιεία, έχουν έντονο περιβαλλοντικό αντίκτυπο. Κατά τη φάση της ζύμωσης, τα οργανικά οξέα που παράγονται επηρεάζουν το pH των λυμάτων του οινοποιείου που είναι ελαφρώς όξινο (6,5-6,9), αλλά μπορεί να ποικίλει από ήπια όξινο (5,0) έως βασικό (10) κατά τη διάρκεια των εργασιών καθαρισμού (Nara Sanitation District,2009). Λόγω της αύξησης του BOD και του COD η απελευθέρωση του μη επεξεργασμένου νερού οινοποιείου στο περιβάλλον θα μπορούσε να είναι επιζήμια τόσο για τη χλωρίδα όσο και για την πανίδα.

Ένα οινοποιείο παράγει 1,3-1,5 κιλά υπολείμματα ανά λίτρο παραγόμενου κρασιού και το 75% αυτής της ποσότητας είναι τα υγρά απόβλητα του (Barbera et al,2017).

Τα υγρά απόβλητα οινοποιείας, αν διοχετευθούν σε αποδέκτες, αφού ρυπαίνουν τα ύδατα, ευθύνονται για ευτροφισμό, υποβαθμίζουν το έδαφος και κάνουν ζημιές στη βλάστηση, επίσης εκλύονται και οσμές, κατά κύριο λόγο από τα υψηλά οργανικά φορτία. Ως εκ τούτου, η επεξεργασία των λυμάτων του οινοποιείου σύμφωνα με την κατάλληλη μέθοδο επεξεργασίας είναι πρωταρχικής σημασίας για την προστασία του περιβάλλοντος (Vijayaraghavalu et.al.,2019).

4.1.2.4. Παραγωγή μη αλκοολούχων ποτών

Τα μη αλκοολούχα ποτά περιλαμβάνουν μία ευρεία γκάμα προϊόντων. Άλλα περιέχουν χυμούς φρούτων με άλλα συστατικά όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), καφεΐνη, γλυκαντικά, αρωματικές ουσίες. Σε αυτές τις βιομηχανίες το νερό είναι η πρώτη ύλη. Η περιεκτικότητα σε νερό σε διάφορα ποτά κυμαίνεται από 90% έως 99%. Πολλές φορές επειδή απαιτείται καθαρό και άγευστο νερό, συνιστάται η επεξεργασία του νερού πριν τη χρήση. Βασικό συστατικό των αναψυκτικών είναι η ζάχαρη (Garg ,2018).

Τα τελευταία χρόνια επικρατούν αναψυκτικά διαίτης , ή χυμοί φρούτων που περιέχουν περίπου 7-14% διαφορετικών γλυκαντικών κυρίως γλυκόζη φρουκτόζη, ασπαρτάμη, σακχαρίνη, σουκραλόζη κ.α. Για να διατηρηθεί η ισορροπία της γλυκύτητας στα ποτά,

προστίθενται οξέα όπως το κιτρικό οξύ, φωσφορικό οξύ και μηλικό οξύ. Αυτά τα οξέα λειτουργούν ως συντηρητικά, και ενισχύουν τη γεύση (Garg ,2018).

Μερικές φορές, διάφοροι χυμοί φρούτων συμπυκνώνονται .Τα συμπυκνώματα, το επεξεργασμένο νερό, τα γλυκαντικά και τα συντηρητικά, μεταφέρονται με σωλήνες σε μια δεξαμενή. Το διοξείδιο του άνθρακα που αποθηκεύεται σε υγρή κατάσταση, διοχετεύεται και επιτρέπει στα διάφορα ποτά να απορροφούν το CO₂ . Το προϊόν λαμβάνεται τελικά για εμφιάλωση και κονσερβοποίηση (Garg ,2018).

Η βιομηχανία μη αλκοολούχων ποτών, παράγει υγρά απόβλητα, που αποτελούνται από διάφορα μείγματα χημικών. Οι ρύποι στα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών παραγωγής αναψυκτικών, παράγονται από τις γλυκαντικές ύλες που χρησιμοποιούνται και από τα διάφορα συμπυκνώματα φρούτων. Επίσης το πλύσιμο των μηχανημάτων, των σωληνώσεων και των χώρων, προσδίδει υγρά απόβλητα σε αυτές τις βιομηχανίες (Barbera et al.,2018).

4.1.2.5.Ζυθοποιία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες περιοχές παραγωγής μπίρας στον κόσμο, με κύρια παραγωγό χώρα, τη Γερμανία κατασκευάζοντας το 25% της συνολικής παραγωγής ,ακολουθούμενη από το Ηνωμένο Βασίλειο (12%), την Πολωνία (10%) και την Ισπανία (9%)(Valta et al,2013).

Τα υγρά απόβλητα ζυθοποιίας, έχουν υψηλά επίπεδα οργανικού άνθρακα και φωσφόρου και επίπεδα αζώτου, στα επίπεδα των οικιακών λυμάτων ή και λίγο ψηλότερα. Τα υγρά απόβλητα ζυθοποιίας όμως, δεν είναι επιβαρυνμένα, με προβληματικούς ρύπους, όπως φαρμακευτικά προϊόντα και εντερικά παθογόνα (Hultberg & Bodin 2017) .

Η παραγωγή μπίρας, είναι μια διαδικασία που καταναλώνει πολύ νερό, το νερό είναι η πιο σημαντική πρώτη ύλη ,καθώς η μπίρα αποτελείται από περίπου 92% νερό, ενώ το υπόλοιπο 8% είναι αιθανόλη και εκχυλίσματα από πρώτες ύλες. Η κατανάλωση νερού, ποικίλλει, ανάλογα με τον τύπο της μπίρας, το μέγεθος των παρασκευασμάτων, την ύπαρξη πλυντηρίου φιαλών, τον τρόπο συσκευασίας και παστερίωσης της μπίρας, την ηλικία της εγκατάστασης, το σύστημα που χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό και τον τύπο εξοπλισμού που χρησιμοποιείται. Ο κλάδος

της ζυθοποιίας καταγράφει υψηλή παραγωγή υγρών αποβλήτων, αφού σχεδόν το 70% του χρησιμοποιημένου νερού καταλήγει εκεί (Valta et al,2013).

Η ποσότητα των παραγόμενων υγρών αποβλήτων, εξαρτάται από το νερό που καταναλώνεται, ενώ το φορτίο ρύπανσης εξαρτάται από τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα ζυθοποιείο. Με βάση τις ζυθοποιίες της Ευρώπης, το 2010, για κάθε 1 λίτρο παραγόμενης μπίρας, παράγονται κατά μέσο όρο 2,7 λίτρα λυμάτων, 5,9% λιγότερο σε σύγκριση με το 2008 (Tchobanoglous ,2018).

Οι μικροζυθοποιίες στην Ευρώπη, έχουν κάνει ισχυρή την εμφάνιση τους και σε χώρες που παραδοσιακά, δεν παρασκεύαζαν μπίρες. Οι μικροζυθοποιίες συνήθως απορρίπτουν τα υγρά απόβλητα τους, χωρίς επεξεργασία, στο δημοτικό δίκτυο αποχέτευσης μαζί με τα οικιακά λύματα. Αυτό πολλές φορές δημιουργεί προβλήματα οσμών και διάβρωσης στο σύστημα επεξεργασίας των οικιακών λυμάτων (Sudarjanto et al. 2011). .

Το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων, είναι γενικά εύκολα βιοαποδομήσιμο και αποτελείται κυρίως από σάκχαρα, διαλυτά άμυλα, αιθανόλη, λιπαρά οξέα κ.λπ., ενώ τα βαρέα μέταλλα υπάρχουν συνήθως σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις .Το φορτίο ρύπανσης είναι κυρίως οργανικό, εφαρμόζονται βιολογικές διεργασίες, αερόβιες και αναερόβιες. Συνήθως για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στις ζυθοποιίες, χρειάζεται συνδυασμός επεξεργασίας (Tchobanoglous ,2018).

Οι αερόβιες και αναερόβιες διεργασίες χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω του ότι έχουν την ικανότητα να αφαιρούν οργανικές μολυσματικές ουσίες παράγοντας παράλληλα βιοαέριο (Haydon ,2011), επιτυγχάνοντας απομάκρυνση COD, αλλά έχουν μεγάλο λειτουργικό κόστος και κόστος αρχικού κεφαλαίου, επίσης χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία. Η διήθηση μεμβράνης επίσης χρησιμοποιείται για βιομηχανική επεξεργασία των αποβλήτων ζυθοποιίας (Gupta & Suhas, 2009). Η χρήση ενεργού άνθρακα μπορεί να είναι κατάλληλη και για τη βιομηχανία ζυθοποιίας ,καθώς αποτελεί μια φτηνή επιλογή που βοηθά στην απομάκρυνση των οργανικών που υπάρχουν στα υγρά απόβλητα ζυθοποιίας.(Παυλίδης,2019)

4.2 Βιομηχανία Χάρτου

Η βιομηχανία χάρτου θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους βιομηχανικούς κλάδους στον κόσμο λόγω της σημαντικής συμβολής της στην οικονομία μιας χώρας, βρίσκεται στην έκτη θέση μετά τις βιομηχανίες πετρελαίου, τσιμέντου, δέρματος, κλωστοϋφαντουργίας και χάλυβα. Η βιομηχανία χάρτου βασίζεται σε φυσικούς πόρους, επειδή για τη λειτουργία της καταναλώνει ξύλο, νερό και ενέργεια (ορυκτά καύσιμα, ηλεκτρική ενέργεια). Η βιομηχανία χάρτου παράγει συνήθως μεγάλη ποσότητα υγρών αποβλήτων, η οποία απαιτεί κατάλληλη επεξεργασία και ανακύκλωση πριν από την απόρριψή της, διαφορετικά μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή απειλή για το περιβάλλον και τον οικονομικό πλούτο μιας χώρας.

Η διαδικασία κατασκευής χαρτιού, περιλαμβάνει πέντε βασικά βήματα και κάθε βήμα μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορες μεθόδους. Τα βήματα αυτά είναι α) απογείωση όπου μετατρέπονται οι φυτικές ίνες σε μικρότερα κομμάτια και αφαιρείται ο φλοιός β) πολτοποίηση όπου τα μικρότερα αυτά κομμάτια πολτοποιούνται. Αυτή η διαδικασία αφαιρεί το μεγαλύτερο μέρος της περιεκτικότητας σε λιγνίνη και ημικυτταρίνες από την πρώτη ύλη, με αποτέλεσμα τον πολύ πλούσιο σε κυτταρίνη γ) λεύκανση όπου στον καφέ πολύ που παράγεται από την προηγούμενη διαδικασία προστίθενται λευκαντικές ουσίες δ) στάδιο εκχύλισης αλκαλίων όπου προστίθενται αλκάλια για να απομακρυνθούν οι λευκαντικές ουσίες ε) Πλύσιμο με υλικό πλήρωσης (π.χ. πηλός, CaCO_3).

Τελικά το χαρτί και τα προϊόντα του, παράγονται με ανάμιξη του πλυμένου πλέον πολτού, με κατάλληλα υλικά όπως ο άργιλος, το διοξείδιο του τιτανίου και το ανθρακικό ασβέστιο. Έτσι λοιπόν τα υγρά απόβλητα που παράγονται, είναι ένας συνδυασμός προϊόντων που προέρχονται από τις πέντε διαφορετικές διαδικασίες. Λόγω των διαφορετικών ουσιών που χρησιμοποιεί η κάθε βιομηχανία χάρτου τα απόβλητα τους είναι διαφορετικά και έχουν διαφορετικό COD, BOD, pH κ.λπ..

Τα απόβλητα της βιομηχανίας χάρτου, αποτελούνται από πολλές τοξικές ουσίες συμπεριλαμβανομένων των ενώσεων θείου, οργανικών οξέων, χλωριωμένης λιγνίνης, οξέος ρητίνης, φαινολικών, ακόρεστων λιπαρών οξέων κ.α. Τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα χωρίς επεξεργασία είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον λόγω υψηλού BOD και COD, επίσης

χλωριωμένων ενώσεων, αιωρούμενα στερεά, pH, θολερότητα, υψηλή θερμοκρασία και έντονο χρώμα .

Τα απόβλητα που απελευθερώνονται από τη βιομηχανία χάρτου περιλαμβάνουν 41,8% ως λευκασμένο πολτό, 4,2% ως στερεά απόβλητα, 5,25% ως διαλυμένη οργανική ύλη και 2,3% ως αιωρούμενα στερεά. Οι πηγές ρυπαντών πολτού και χαρτιού εξαρτώνται από τη διαδικασία παραγωγής (Gurta et.al., 2019).



Εικόνα 4.1: Διαφορετικοί τύποι χαρτιού και απορριμμάτων χαρτιού. Πηγή A.Gurta et.al., 2019

Η διαδικασία για την παραγωγή χαρτιού απαιτεί άφθονο γλυκό νερό περίπου $250-300 \text{ m}^3$ ανά τόνο χαρτιού, η κατανάλωση νερού εξαρτάται από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται στις βιομηχανικές διαδικασίες.

Η επίδραση του πολλού και των απορριμμάτων χαρτιού, επηρεάζει το περιβάλλον με διάφορους τρόπους:

Επίδραση στα υδάτινα σώματα: τα απόβλητα της βιομηχανίας χάρτου προκαλούν χημική ρύπανση στα υδάτινα σώματα και μειώνουν σημαντικά τους υδρόβιους οργανισμούς μιας και εξαντλείται το οξυγόνο λόγω της παρουσίας χημικών προκαλώντας μείωση της αναπαραγωγικής τους ικανότητας και αλλοιώσεις στην φυσιολογία τους.

Προβλήματα στη γεωργία: Τα ανεπεξέργαστα απόβλητα της βιομηχανίας χάρτου έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά και συνήθως οδηγούν σε προβλήματα αλατοποίησης και διάβρωσης που επηρεάζουν τις αρδευόμενες περιοχές (Gurta et.al., 2019).

Η βιομηχανία χάρτου για τη λειτουργία της χρειάζεται πολύ μεγάλες ποσότητες νερού, τις τελευταίες τρεις δεκαετίες η χρήση γλυκού νερού σε αυτόν τον τομέα έχει μειωθεί κατά 90%, γεγονός που δείχνει επί του παρόντος τη μακρά παράδοση επαναχρησιμοποίησης του νερού (Blanco et.al., 2016).

Η ευαισθητοποίηση για την προστασία του περιβάλλοντος και η αυστηρή πλέον νομοθεσία ανάγκασαν τις βιομηχανίες χάρτου να μειώσουν την κατανάλωση νερού και να βασίζονται στην ανακύκλωση μεταχειρισμένου νερού. Η διήθηση μεμβρανών είναι μία από τις μεθόδους καθαρισμού των λυμάτων για τη βελτίωση της ποιότητάς τους, συνήθως με μικροδιήθηση, υπερδιήθηση ή και νανοδιήθηση. Ένας νέος τύπος μεμβράνης, γνωστός ως κεραμική μεμβράνη άρχισε να χρησιμοποιείται πρόσφατα με ένα σημαντικό πλεονέκτημα στο φίλτρο άνθρακα που καθαρίζεται εύκολα (Gurta et.al., 2019)

4.3.Βιομηχανίες Επεξεργασίας Δέρματος-Βυρσοδεψεία

Τα βυρσοδεψεία θεωρούνται ως μία από τις πιο ρυπογόνους βιομηχανίες. Αν μεγάλη ποσότητα, βιομηχανικών ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων, καταλήξει στο περιβάλλον, το θέτει σε κίνδυνο, γιατί αυτά περιέχουν σε μεγάλες ποσότητες, πέραν του ανώτατου επιτρεπόμενου ορίου, άλατα χρωμίου, οργανικούς και ανόργανους ρύπους, χλωρίδια, σουλφίδια, διάφορα άλατα, διαλυμένα και αιωρούμενα στερεά, αζωτούχες ενώσεις, πενταχλωροφαινόλη, τανίνες, βαρέα μέταλλα, κ.λπ. (Verma et. al., 2019)

Όταν αυτά τα υγρά απόβλητα απορρίπτονται σε διάφορα υδάτινα σώματα ή και σε αγροτικές εκτάσεις προκαλούν ρύπανση αποτελώντας σοβαρή απειλή για την ανθρώπινη υγεία. Μεταξύ των διαφόρων ρύπων, το χρώμιο (Cr) και η πενταχλωροφαινόλη (PCP) είναι οι κύριοι επικίνδυνοι ρύποι που απορρίπτονται μέσω των λυμάτων βυρσοδεψείου. Τόσο το Cr όσο και το PCP είναι εξαιρετικά τοξικά και καρκινογόνα για όλες τις μορφές ζωής, επομένως, απαριθμούνται ως ρύποι προτεραιότητας από τον Οργανισμό Προστασίας του Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών (Verma et. al.,2019).Τα απόβλητα παράγονται κυρίως στη φάση της προεπεξεργασίας των δορών και ιδιαίτερα κατά τη φάση της αποτρίχωσης και αποσάρκωσης. (Δεσποτίδου ,2016) .

Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης από τα απόβλητα βυρσοδεψείου, στόχος είναι να μειωθούν τα χρησιμοποιούμενα χημικά από τις βιομηχανίες με πιο εξελιγμένες τεχνολογίες επεξεργασίας των δερμάτων. Οι συνήθεις τύποι επεξεργασίας με τη χρησιμοποίηση περαιτέρω χημικών (χημική μείωση που ακολουθείται από κατακρήμνιση, ανταλλαγή ιόντων, απορρόφηση σε άνθρακα, στυπτηρία, ενεργό άνθρακα, αντίστροφη ώσμωση, ηλεκτροδιύλυση, διήθηση μεμβράνης κ.λπ.) επιβαρύνει το περιβάλλον περισσότερο και επίσης είναι υψηλού κόστους .

Η συγκέντρωση τοξικών ρύπων μειώνεται, αλλά παραμένει σε επίπεδο τοξικό για τη χλωρίδα και την πανίδα. Οι εύκολες, οικονομικές και φιλικές προς το περιβάλλον τεχνικές επεξεργασίας λυμάτων της μικροβιακής αποικοδόμησης φαίνεται πως κερδίζουν έδαφος στην επεξεργασία των λυμάτων βυρσοδεψείου .

Αρκετά μικρόβια είναι ανθεκτικά στη φύση και είναι ικανά να επιβιώσουν και να αποικίσουν τέτοια επιβλαβή μολυσμένα περιβάλλοντα. Η μικροβιακή αποικοδόμηση έχει αναδειχθεί μια ελκυστική και πολλά υποσχόμενη καθαρή τεχνική αποκατάστασης για την απομάκρυνση των τοξικών ρύπων από τα υγρά απόβλητα βυρσοδεψείου, εφόσον είναι χαμηλού κόστους και εφαρμόζεται εντός της βιομηχανίας.

Πρέπει να γίνουν προσπάθειες για τη συλλογή των βιομηχανικά επεξεργασμένων λυμάτων, που θα πρέπει να επανεπεξεργαστούν με προηγμένες τεχνικές, έτσι ώστε το επεξεργασμένο νερό να μπορεί να ανακυκλωθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί στα βυρσοδεψεία κατά τη διάρκεια διαφόρων σταδίων κατασκευής δέρματος.

Με την ανακύκλωση αντιμετωπίζεται σοβαρά το πρόβλημα της δαπάνης πολύ μεγάλων ποσοτήτων νερού και ενθαρρύνεται η επαναχρησιμοποίηση του.

Πέρα από την μείωση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των κινδύνων που αναδύονται για την ανθρώπινη υγεία, η αποτελεσματική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων βυρσοδεψείου πριν από την απόρριψη τους στο περιβάλλον, προσφέρει επίσης ένα ευρύ φάσμα για την επαναχρησιμοποίηση τους για διάφορους μη πόσιμους σκοπούς, όπως υδατοκαλλιέργεια, καλλιέργεια αγροτικών προϊόντων, πλύσιμο οχημάτων κ.λ.π..

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του δέρματος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Με την επαναχρησιμοποίηση εκτός από την εξοικονόμηση νερού, μπορεί να μειωθεί και η κατανάλωση διαφόρων αντιδραστηρίων όπως άλατα χρωμίου, χλωριούχο νάτριο, παράγοντες αλκαλοποίησης κ.λπ. Φυσικά, θα υπάρξει και μείωση στην απόρριψη των υγρών αποβλήτων βυρσοδεψείου, σε υδάτινους αποδέκτες ή σε γεωργικές εκτάσεις, προσφέροντας επίσης μείωση της ρύπανσης. (Verma et. al.,2019)..

4.4 Βιομηχανίες Κλωστοϋφαντουργίας

Η κλωστοϋφαντουργία είναι μία από τις μεγαλύτερες μονάδες παραγωγής υγρών αποβλήτων, εξαιτίας της πολύ μεγάλης χρήσης νερού, που γίνεται στις διάφορες παραγωγικές διαδικασίες όπως βαφή και το φινίρισμα(Santra et.al.,2019). Τα σημαντικότερα προβλήματα, των βιομηχανικών μονάδων που δραστηριοποιούνται στην κλωστοϋφαντουργία, είναι η παραγωγή σημαντικής ποσότητας υγρών αποβλήτων, επιβαρυνμένων με οργανικό φορτίο,χρώμα,διαλυμένα στερεά και βαρέα μέταλλα.(Δεσποτίδου,2016).

Τα υγρά απόβλητα από τις κλωστοϋφαντουργίες, μπορούν να αλλάξουν τη φυσική, χημική και βιολογική φύση των υδάτινων αποδεκτών αυξάνοντας το BOD, το COD, τα (TDS), τα (TSS) και το pH. Ο πιο επιβαρυντικός ρύπος από τις κλωστοϋφαντουργίες, είναι οι βαφές, αυτές επηρεάζουν τη διαύγεια του νερού και τη διαλυτότητα των αερίων σε λίμνες, ποτάμια και άλλα υδάτινα σώματα, μειώνοντας και τη διείσδυση του φωτός στα βαθύτερα στρώματα.

Εξαιτίας του ότι, σε κάθε κλωστοϋφαντουργία χρησιμοποιούνται διαφορετικού τύπου βαφές, υφάσματα, κλπ, τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων τους, είναι πολύ μεταβλητά.. Ένα μεγάλο μέρος των υγρών αποβλήτων που παράγονται από τις κλωστοϋφαντουργικές βιομηχανίες, είναι στα στάδια της υγρής επεξεργασίας, που περιλαμβάνουν το μέγεθος, το σχεδιασμό, το τρίψιμο, τη λεύκανση, τη μερσερίωση, τη βαφή, την εκτύπωση, το φινίρισμα και τελικά το πλύσιμο.

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του κλωστοϋφαντουργικού προϊόντος, τεράστιες ποσότητες χρωστικών ουσιών διαφεύγουν στα υγρά απόβλητα, λόγω της αναποτελεσματικότητας στις διαδικασίες βαφής και έτσι καταλήγουν στο περιβάλλον. Το σύστημα επεξεργασίας, που ενδείκνυται, εξαρτάται από το ρυπαντικό φορτίο της εκάστοτε βιομηχανίας.

Αρκετές φυσικοχημικές τεχνικές, έχουν χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία χρωστικών στα απόβλητα κλωστοϋφαντουργίας, αλλά αυτές είναι δαπανηρές, και επίσης δεν μπορούν να απομακρύνουν πλήρως τις βαφές από τα απόβλητα. Η εφαρμογή μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες και φύκια) και φυτών για την απομάκρυνση χρωμάτων, από υφαντικά υγρά απόβλητα, είναι μια ελκυστική επιλογή, έναντι των φυσικοχημικών μεθόδων, αυτές οι μέθοδοι είναι φιλικές προς το περιβάλλον, παράγουν λιγότερη ιλύ και είναι φθηνές.

Η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αποβλήτων από κλωστοϋφαντουργίες, αφορά στην ανακύκλωση λυμάτων, από τις βιομηχανίες και είναι σημαντική για τον περιορισμό της ποσότητας των αποβλήτων, καθώς και των εξόδων παραγωγής (R. P. Singh, et.al., 2019).

4.5 Φαρμακευτικές Βιομηχανίες

Τα σημαντικότερα προβλήματα των φαρμακοβιομηχανιών, σε σχέση με τα υγρά απόβλητα που παράγουν, είναι η ύπαρξη επικίνδυνων χημικών ουσιών και το υψηλό οργανικό φορτίο. Οι φαρμακοβιομηχανίες, παράγουν ποικιλομορφία προϊόντων και έτσι τα ρεύματα των αποβλήτων τους, ποικίλουν, ανάλογα με τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούν, διαφοροποίηση υπάρχει και στο αν η βιομηχανία πραγματοποιεί χημικές συνθέσεις, ή απλά αναμιγνύει και τυποποιεί τα προϊόντα .

Στην περίπτωση που, η βιομηχανία πραγματοποιεί τις χημικές συνθέσεις, τότε τα απόβλητα που παράγονται, είναι επιβαρυνμένα με επικίνδυνους διαλύτες και αντιδραστήρια. (Δεσποτίδου, 2016).

Οι διαδικασίες παραγωγής, στη φαρμακοβιομηχανία, είναι πολύ διαφορετικές και ανάλογες με τα παραγόμενα φάρμακα, κάτι που αντικατοπτρίζεται από πλήρεις διαφορετικές χημικές συνθέσεις των εκροών. Τα υγρά απόβλητα, μιας γερμανικής πιλοτικής μονάδας επεξεργασίας, περιείχαν την αντισταμινική σιμετιδίνη, το ηρεμιστικό βρωμαζεπάμη, το παυσίπονο δικλοφαινάκη και το αντισπασμωδικό μεταρβιτάλη. Κυρίως στεροειδή, που σχετίζονται δομικά με την ανδροστερόνη, βρέθηκαν σε υγρά απόβλητα άλλης γερμανικής εταιρείας, πιθανά ως υποπροϊόντα παρασκευής συμπληρωμάτων ορμονών. Περαιτέρω στεροειδείς ορμόνες, συμπεριλαμβανομένης της κορτιζόλης, της κορτιζόνης, της δεξαμεθαζόνης και της πρεδνιζολόνης προσδιορίστηκαν στα υγρά απόβλητα της φαρμακευτικής βιομηχανίας στις Κάτω Χώρες (Dsikowitsi,2013).

Τα φαρμακευτικά προϊόντα, αντιπροσωπεύουν μια ομάδα μολυσματικών ουσιών, με σημαντική χημική ετερογένεια. Τα φάρμακα, είναι ενώσεις με ισχυρή βιολογική ισχύ, εφόσον, για αυτό σκοπίμως έχουν κατασκευαστεί. Εξαιτίας της υψηλής παρουσίας χημικών ενώσεων, αυτές ανευρίσκονται σε $ng-\mu g/L$, ακόμη και μετά την δευτεροβάθμια, ή και τριτοβάθμια επεξεργασία (Gupta et.al.,2019).

Αρκετές δημοσιεύσεις, έχουν αφιερωθεί στην αξιολόγηση της τοξικότητας των φαρμακευτικών προϊόντων, σε διάφορες μήτρες μοντέλων (π.χ. προσομοιωμένα υγρά απόβλητα, επιφανειακά ύδατα κ.λπ.), με κύρια εστίαση, ωστόσο, στο υπερκαθαρό νερό.

Δεδομένου ότι η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων, είναι μια στρατηγική που κερδίζει ευρύτερη αποδοχή και επεκτείνεται ταχέως, είναι επιτακτική η διεξαγωγή ολοκληρωμένων δοκιμών τοξικότητας, σε πραγματικά υγρά απόβλητα, που περιέχουν όλους τους ρύπους και τα προϊόντα μετατροπής τους.(Vasquez,2015).

Τα υγρά απόβλητα από τις φαρμακοβιομηχανίες, περιέχουν, θρεπτικά συστατικά, μεταβολίτες και οργανικούς διαλύτες, αντιβιοτικά, αναλγητικά κ.α. και είναι πλούσια σε οργανικές ουσίες, προκαλώντας σοβαρή περιβαλλοντική ρύπανση.

Πιο διαδεδομένες τεχνολογίες, επεξεργασίας αυτών των αποβλήτων, είναι, η υπερδιήθηση, νανοδιήθηση, μέθοδος ανταλλαγής ιόντων, προσρόφηση. Η προσρόφηση, έχει μεγάλες δυνατότητες, για την απομάκρυνση των οργανικών ρύπων, από τα υγρά απόβλητα

φαρμακοβιομηχανίας, επίσης κερδίζει έδαφος, λόγω του χαμηλού κόστους της. Έχουν χρησιμοποιηθεί ως προσροφητικά, γεωργικά και βιομηχανικά απόβλητα. Ο ενεργός άνθρακας, είναι ένας από τους πιο αποτελεσματικούς και ευρέως χρησιμοποιούμενους προσροφητές. Έχει παρασκευαστεί από φύλλα δέντρων, φλούδες λεμονιού ή βερίκοκου (Bhattacharyya et.al.,2019).

Πολλές φορές, για την ανακύκλωση των υγρών αποβλήτων από τις φαρμακευτικές βιομηχανίες, χρησιμοποιούνται υβριδικές τεχνολογίες, όπως συνδυασμός συμβατικής, βιολογικής επεξεργασίας με διάφορα προηγμένα συστήματα όπως: σύστημα φιλτραρίσματος μεμβράνης, νανοτεχνολογία, μικροβιακές κυψέλες καυσίμου (Gurta et.al.,2019). Επί του παρόντος, καμία μεμονωμένη τεχνολογία, δεν μπορεί να επιτύχει αφαίρεση των ρύπων των υγρών αποβλήτων φαρμακοβιομηχανίας (Ankush et.al.,2019).

4.6 Διυλιστήρια Πετρελαίου

Τα απόβλητα διυλιστηρίων πετρελαίου, είναι γενικά τα απόβλητα που παράγονται από βιομηχανίες που ασχολούνται κυρίως με τον εξευγενισμό αργού πετρελαίου, την παραγωγή καυσίμων, λιπαντικών και πετροχημικών. Αυτά τα υγρά απόβλητα που παράγονται, θεωρούνται ως κύρια πηγή ρύπανσης, του υδάτινου περιβάλλοντος. Τα υγρά απόβλητα, αποτελούνται κυρίως από πετρέλαιο, γράσο και πολλές άλλες τοξικές οργανικές ενώσεις. Κατά τη διαδικασία διύλισης χρειάζεται αρκετή ποσότητα νερού, με αποτέλεσμα να παράγονται μεγάλοι όγκοι υγρών αποβλήτων. Οι ανάγκες σε νερό εξαρτώνται, από το μέγεθος, τα ακατέργαστα προϊόντα και την πολυπλοκότητα να παραχθούν χρήσιμα προϊόντα όπως LPG (Liquefied Petroleum Gas), βενζίνη, άσφαλτος, ντίζελ, καύσιμα αεροπλάνων, πρώτες ύλες πετρελαίου κλπ .

Το νερό, χρησιμοποιείται σε πολλές διαδικασίες, των διυλιστηρίων πετρελαίου. Το νερό, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε πολλά σημεία. Στα διυλιστήρια πετρελαίου, το νερό σε μεγάλο ποσοστό μπορεί να ανακυκλώνεται συνεχώς, λόγω του ότι δεν χρειάζεται στη διαδικασία διύλισης, καθαρό νερό. Ποσότητες νερού, χάνονται στην ατμόσφαιρα, λόγω των απωλειών αμού της εξάτμισης ή από τους πύργους ψύξης, όπου αυτές οι διαδικασίες απαιτούν συνεχή παροχή νερού. Επίσης νερό μπορεί να διαφύγει μαζί με τα προϊόντα, σε ελάχιστες ποσότητες. (S. Singh et.al.,2019)

Τα διυλιστήρια εφοδιάζονται από διάφορες πηγές νερού. Από τα γλυκά επιφανειακά ύδατα (λίμνες και ποτάμια) και «γλυκά» υπόγεια ύδατα (υδροφορείς). Ορισμένα διυλιστήρια μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν επιφανειακό ή υπόγειο αλμυρό νερό (θαλασσίνο νερό και υφάλμυρο νερό), για τουλάχιστον ορισμένες από τις ανάγκες τους .

Ένα τυπικό διυλιστήριο «αποσύρει» (δηλαδή, λαμβάνει, καθαρίζει, χρησιμοποιεί στις μονάδες διεργασίας ή στα συστήματα νερού ψύξης, επεξεργάζεται και στη συνέχεια απορρίπτει σε ένα τοπικό σύστημα επιφανειακών υδάτων) περίπου 1,5 λίτρο γλυκού νερού για να επεξεργαστεί 1,0 λίτρο του αργού πετρελαίου. Ωστόσο, η απόσυρση νερού και η επακόλουθη κατανάλωση μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των διυλιστηρίων, ανάλογα με το σχεδιασμό και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης (Sun et al.,2018).

Σύμφωνα με μελέτη των Sun et al.,(2018), στα διυλιστήρια, η κατανάλωση νερού διαφέρει, ανάλογα με το είδος του παραγόμενου προϊόντος (λαμβάνοντας υπόψη τρεις τυπικές διαμορφώσεις διυλιστηρίου που περιλαμβάνουν πυρόλυση, ελαφριά οπτανθρακοποίηση και βαριά οπτανθρακοποίηση).

Τα υγρά απόβλητα, που παράγονται από διυλιστήρια πετρελαίου, περιέχουν διάφορους υδρογονάνθρακες. Τα υγρά απόβλητα, που απορρίπτονται σε υδάτινους αποδέκτες, περιέχουν πετρέλαιο που είναι βλαπτικό για τους υδρόβιους οργανισμούς. Ο σχηματισμός πετρελαιοκηλίδας, πάνω στην επιφάνεια του νερού μειώνει τη διείσδυση του φωτός, και έχει ως αποτέλεσμα, τη μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και την παραγωγή οξυγόνου, επηρεάζοντας έτσι την επιβίωση των υδρόβιων οργανισμών .

Κάποιοι από τους μολυσματικούς παράγοντες που υπάρχουν στα υγρά απόβλητα διυλιστηρίων, είναι: αιωρούμενα στερεά, φαινόλες, βενζόλιο, αιθυλοβενζόλιο, ξυλένια, σουλφίδια, αμμωνία, πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες και υψηλό COD .Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH), βρίσκονται κανονικά στο αργό πετρέλαιο. Οι PAH υφίστανται βιοαποικοδόμηση, αργά υπό αερόβιες συνθήκες, σε υδάτινα περιβάλλοντα (S.Singh et al.,2019).

Οι διαδικασίες διαχωρισμού, η επεξεργασία υγρών αποβλήτων ,η αφαίρεση βαρέων μετάλλων από αυτά, και η επαναχρησιμοποίηση τους, είναι ένα σημαντικός στόχος των διυλιστηρίων

πετρελαίου .Πέρα από την πολύ μικρή απόρριψη, στο περιβάλλον υγρών αποβλήτων, έχουν σημαντικό όφελος από την επαναχρησιμοποίηση των. (Salehi et.al.,2020)

Εκτιμάται, ότι η ζήτηση για πετρέλαιο, παγκόσμια, θα αυξηθεί στα 107 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως, τις επόμενες δύο δεκαετίες, με το πετρέλαιο, να αντιπροσωπεύει το 32% του παγκόσμιου ενεργειακού εφοδιασμού μέχρι το 2030.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων διυλιστηρίου, περιλαμβάνουν προσρόφηση, πήξη, χημική οξειδωση, βιολογικές τεχνικές καθώς και σύγχρονες τεχνολογίες όπως μεμβράνες και καταλυτικές οξειδώσεις (S. Singh et.al.,2019).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο-ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

5.1.Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων - μελέτες περίπτωσης

Το ανακτημένο νερό, μετά από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις βιομηχανίες, ανάλογα με τη χρήση και το προϊόν που παράγεται.

Η ανάπτυξη των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, έχει βοηθήσει πολύ στο να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, το ανακτημένο νερό. Ωστόσο, η επαναχρησιμοποίηση ανακτημένου νερού, από τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα, δεν είναι ευρέως διαδεδομένη και δεν εφαρμόζεται σε αρκετές βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Το οικονομικό όφελος, από την επαναχρησιμοποίηση του ανακτημένου νερού, είναι τεράστιο στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, ακόμη και αν αυτές πρέπει να βελτιωθούν (Gutterres et al.,2012).

Βιομηχανία Τροφίμων

Στη βιομηχανία τροφίμων, το νερό που πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθεί, πρέπει να ελέγχεται με αυστηρά κριτήρια, για την ποιότητα του και να παρακολουθείται συνεχώς, έτσι έχει θεσπιστεί και χρησιμοποιείται το κρίσιμο σημείο ελέγχου της ανάλυσης κινδύνου (HACCP), το οποίο είναι ένα συστηματικό εργαλείο διαχείρισης ασφαλείας. Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα, από τη βιομηχανία τροφίμων, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, για διαδικασίες καθαρισμού και ψύξης, νερό τροφοδοσίας λέβητα κ.α. (Gutterres et al.,2012)

Το σύστημα HACCP, στοχεύει στο να εφαρμόζεται, από όλες τις επιχειρήσεις που χειρίζονται τρόφιμα (βιομηχανίες ή μικρά εστιατόρια), έτσι ώστε να υπάρχει καταγραφή και έλεγχος, όλων των κρίσιμων σημείων, που μπορεί να επιμολυνθεί ένα τρόφιμο. Ξεκινά, από την καταγραφή του προμηθευτή των πρώτων υλών, συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης, χειρισμός, επεξεργασία, αποθήκευση κλπ ώσπου να φτάσει μέχρι τον τελικό καταναλωτή (ΕΦΕΤ, 2012).

«Σύμφωνα με το άρθρο 5 του κανονισμού (ΕΚ) 852/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την υγιεινή των τροφίμων είναι υποχρεωτική για τους υπεύθυνους των επιχειρήσεων τροφίμων η θέσπιση, η εφαρμογή και η τήρηση μιας διαρκούς διαδικασίας που θα βασίζεται στις αρχές του HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points = Ανάλυση Κινδύνων Κρίσιμων Σημείων Έλεγχου)»(ΕΦΕΤ, 2012).

Αν στις βιομηχανίες τροφίμων, γίνεται επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων τους, είναι υψίστης σημασίας να υπάρχει καταγραφή του σημείου ή των σημείων όπου χρησιμοποιείται νερό, που έχει προέλθει από επεξεργασία των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, έτσι ώστε, να μπορεί να αποφευχθεί, η οποιαδήποτε επιμόλυνση του παραγόμενου προϊόντος και να μη κινδυνεύσει η δημόσια Υγεία. Επίσης, βοηθά στην ιχνηλάτηση, σε οποιοδήποτε σημείο ελέγχου, παρουσιαστεί αστοχία.

Η κατηγοριοποίηση των βιομηχανιών τροφίμων ανάλογα με την ποσότητα νερού που χρησιμοποιούν είναι οι εξής (από την μεγαλύτερη στην μικρότερη κατανάλωση) (Asgharnejad et al,2021):

1.Βιομηχανία κρέατος: με δαπάνη του 24% από το συνολικό νερό που χρειάζεται η παγκόσμια παραγωγή τροφίμων και ποτών, και ως 29% του νερού που καταναλώνει ο αγροτικός τομέας παγκοσμίως .

2.Γαλακτοβιομηχανία: περίπου 0,2-10 λίτρα αποβλήτων ανά λίτρο επεξεργασμένου γάλακτος(Barbera et al.,2017).

Μετά από τη βιομηχανία κρέατος και τη γαλακτοβιομηχανία, σε σχέση με τη χρήση νερού, ακολουθούν κατά σειρά:3)επεξεργασία άλλων τροφίμων, 4)επεξεργασία φρούτων και λαχανικών,5)αρτοποιεία, 6)επεξεργασία δημητριακών,7)βιομηχανία παραγωγής βρώσιμου λαδιού, 8)επεξεργασία ψαριών.Η παραγωγή υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, ακολουθεί την ίδια σειρά, με τη χρήση νερού στις βιομηχανίες τροφίμων .

Η επεξεργασία των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων της βιομηχανίας τροφίμων είναι σημαντική όσον αφορά (α) την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση του νερού, (β) την ανάκτηση πόρων και (γ) την προστασία του περιβάλλοντος.

Τα υγρά απόβλητα, κατηγοριοποιούνται σε τρεις κύριες ομάδες λευκού, γκρίζου και μαύρου νερού με βάση τον χαρακτηρισμό και τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής τους. Το λευκό νερό είναι σχεδόν ισοδύναμο με το γλυκό από άποψη ποιότητας με διαφορά σε οριακές παραμέτρους όπως η θερμοκρασία. Το λευκό νερό παράγεται σε μικρές ποσότητες σε βιομηχανίες επεξεργασίας τροφίμων, όπως η βιομηχανία αρτοποιίας που έχει τις υψηλότερες δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης χωρίς καμία απαιτούμενη επεξεργασία .

Το γκρίζο νερό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί μετά από μικρή επεξεργασία για την απομάκρυνση στερεών. Αν το επίπεδο του COD, του BOD ή των θρεπτικών ουσιών σε ένα ρεύμα νερού αυξάνεται, και η επεξεργασία του γίνεται πιο περίπλοκη ,δεν μπορεί πλέον να θεωρείται γκρίζο νερό(Asgharnejad et al,2021). Μια αξιολογούμενη ποσότητα πρώτων υλών και προϊόντων της διαδικασίας στο γκρίζο νερό αυξάνει τις δυνατότητές του για ανάκτηση πόρων και επαναχρησιμοποίηση νερού (Bavar et al., 2018).Οι μέθοδοι φυσικής επεξεργασίας είναι οι πιο ευνοϊκές μέθοδοι για την επεξεργασία του γκρίζου νερού στην επεξεργασία τροφίμων(Asgharnejad et al,2021).

Το νερό που προορίζεται για ψύξη των πύργων ,από επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων των βιομηχανιών τροφίμων, έχει κινήσει υπόνοιες στην επιστημονική κοινότητα, για την ανάπτυξη λεγεωνέλλας σε αυτούς τους πύργους.Η μόνιμη επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, στους πύργους ψύξης, πιθανά θα μπορούσε να δημιουργήσει διάφορα προβλήματα. Μελέτη που έγινε στην Ισπανία, σε ένα εργοστάσιο παραγωγής τροφίμων, όπου βιοκτόνα συμπληρώθηκαν στους πύργους ψύξης για την αποφυγή ανάπτυξης λεγεωνέλλας φαίνεται να είχε καλή απόκριση στο σύστημα.(Bozjia ,2021).

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Ιταλία από τους ,Tarantino et al.,2017, στην εταιρία Fiordelisi (περιοχή Απουλίας ,Νότια Ιταλία), η οποία επεξεργάζεται λαχανικά (δηλαδή ντομάτα, μπρόκολο, μελιτζάνα, κολοκυθάκια, πιπεριά) και έχει μονάδα επεξεργασίας βιομηχανικών υγρών αποβλήτων με βάση τα ακόλουθα βήματα: κοσκίνισμα, αφαίρεση λαδιού, εξισορρόπηση, διαδικασία ενεργού λάσπης(ανοξικές συν αερόβιες φάσεις), χημικά υποβοηθούμενη καθίζηση, διήθηση με άμμο (προηγείται χλωρίωση), υπερδιήθηση μεμβράνης,απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία.

Κατά τη διάρκεια της μελέτης τρεις τύποι υδάτων 1)υπόγεια ύδατα 2)·υγρά απόβλητα του εργοστασίου μετά την δευτεροβάθμια επεξεργασία και β) υγρά απόβλητα του εργοστασίου μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία , χρησιμοποιήθηκαν για άρδευση των καλλιεργειών ντομάτας και μπρόκολου, για την αξιολόγηση των κυριότερων επιπτώσεων στην περιεκτικότητα των φυτών σε θρεπτικά συστατικά του εδάφους.

Στην παρούσα μελέτη, η μακροχρόνια επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων του εργοστασίου μετά από δευτεροβάθμια ή τριτοβάθμια επεξεργασία για άρδευση καλλιεργούμενων καλλιεργειών ντομάτας και μπρόκολου, σε περίοδο τριών ετών συγκρίθηκε με τα υπόγεια ύδατα

Τα φυτά που αρδεύτηκαν από τα δύο επεξεργασμένα αγροτοβιομηχανικά υγρά απόβλητα παρουσίασαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά,ιδιαίτερα σε περιεκτικότητα σε Κάλιο. Σύμφωνα με αυτή την μελέτη, τα ευρήματα της πειραματικής δραστηριότητας δείχνουν ότι τα επεξεργασμένα αγροτοβιομηχανικά υγρά απόβλητα, έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν καλές ποσότητες θρεπτικών ουσιών που θα ληφθούν υπόψη από αγρότες στην καλλιέργεια στα σχέδια λίπανσης (Tarantino et al.,2017).

Η βιομηχανία ζυθοποιίας είναι ένας μεγάλος καταναλωτής νερού, για την παρασκευή της μύρας, αλλά και για την πλύση των μπουκαλιών. Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων, από την πλύση των μπουκαλιών, μετά από υπερδιήθηση και συστήματα επεξεργασίας με μεμβράνη αντίστροφης ώσμωσης, όχι μόνο μειώνει την κατανάλωση πόσιμου νερού, αλλά συμβάλλει επίσης, στην εξοικονόμηση ενέργειας(Gutterres et al.,2012).

Η πιο σημαντική πρόκληση για την επεξεργασία των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων στη βιομηχανία τροφίμων είναι η διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας των προϊόντων (Meneses et al., 2017 ; Casani et al., 2005). Οι εμπορικές εταιρείες στα πλαίσια της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης τους βοηθούν τη φήμη τους φροντίζοντας για το περιβάλλον. Η επαναχρησιμοποίηση των υγρών βιομηχανικών τους αποβλήτων στοχεύει και σε αυτό τον παράγοντα. Εταιρείες όπως η Coca-Cola επαναχρησιμοποιούν περίπου 173 δισεκατομμύρια λίτρα νερού από τα 804 δισεκατομμύρια λίτρα υγρών αποβλήτων, που παράγονται στις βιομηχανικές τους εγκαταστάσεις (The Coca-Cola Company, 2021). Το ανακτημένο νερό στην Coca-Cola χρησιμοποιείται για διαδικασίες παραγωγής, λειτουργία και συντήρηση. Η πρωτοβουλία της Coca-Cola αποτέλεσε βάση έτσι ώστε να την ακολουθήσουν και άλλες

μεγάλες βιομηχανίες όπως η P&G και η Heineken, συμβάλλοντας στον θετικό ανταγωνισμό και συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση νερού. Πρόσφατα η Heineken (Water and Digest, 2021) ,δεσμεύτηκε να επαναχρησιμοποιήσει το 100% των υγρών αποβλήτων της μέχρι το έτος 2030 στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας «Every Drop» (Shrivastava et al,2022).

Βυρσοδευγεία

Στα βυρσοδευγεία, το πλείστον των σταδίων επεξεργασίας τους, πραγματοποιούνται με γλυκό νερό, το οποίο χρησιμοποιείται για τη διάχυση χημικών προϊόντων και την εξαγωγή ανεπιθύμητων υλικών από το δέρμα. Τα νερά επεξεργασίας, των εργασιών αδυνατίσματος/αποτρίχωσης και μαυρίσματος, επαναχρησιμοποιούνται συχνά, ως εισροή των ίδιων αντίστοιχων εργασιών στη βιομηχανία (Gutterres et al.,2012).

Κλωστοϋφαντουργία

Η κλωστοϋφαντουργία, είναι βιομηχανία με μεγάλη ζήτηση σε νερό, χρειάζεται (80–100 m³ /τόνο τελικού υφάσματος) νερό και τα υγρά της απόβλητα είναι αρκετά επιβαρυνμένα, με ποικιλία οργανικών, χημικών ουσιών, χαμηλή βιοαποδομησιμότητα, χρώμα, αλατότητα. Τα νερά που χρησιμοποιούνται στην κλωστοϋφαντουργία, πρέπει να έχουν χαμηλή θολότητα, χρώμα, σίδηρο και μαγγάνιο προκειμένου να μη λεκιάζουν. Επίσης σκληρό νερό θα μπορούσε να βλάψει ορισμένες από τις διαδικασίες που χρησιμοποιούν σαπούνη στα υφάσματα. Νιτρικά και νιτρώδη μπορεί να επηρεάσουν τη βαφή.

Έχουν αφιερωθεί πολλές επιστημονικές μελέτες για προηγμένες τεχνικές, που εφαρμόζονται για την απομάκρυνση των ρύπων των υγρών αποβλήτων, από την κλωστοϋφαντουργία. Νερό που παράγεται, από επεξεργασία υπερδιήθησης-νανοδιήθησης, αερόβιων προεπεξεργασμένων λυμάτων, είχε ικανοποιητικό COD, χρώμα και αγωγιμότητα, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις επαναχρησιμοποίησης νερού για ειδικές διαδικασίες, όπως η βαφή πολύ ανοιχτών χρωμάτων (Gutterres et al.,2012)

Σε επεξεργασία υγρών αποβλήτων βαφής, η χρήση νανοκαταλυτών ημιαγωγών ως φωτοκαταλύτη, φαίνεται να είχε καλά αποτελέσματα στην αποδόμηση των οργανικών ρύπων, σε σύγκριση με τις συμβατικές τεχνολογίες επεξεργασίας. (Rafiq et.al.,2021).

Βιομηχανία χάρτου

Η βιομηχανία χάρτου, ανακυκλώνει εντός του εργοστασίου, το νερό σε πολύ μεγάλο βαθμό. Τα σύγχρονα εργοστάσια προσεγγίζουν μια αναλογία ανακύκλωσης 100%, χρησιμοποιώντας μόνο 16.000–17.000 γαλόνια γλυκού νερού ανά τόνο (67–71 L/kg) (Gutterres et al.,2012) .

Το 1992, μία εταιρία άνοιξε τον πρώτο μύλο χαρτοπολτού με μηδενικά απόβλητα, υψηλής απόδοσης, στη λίμνη Meadow, στο Saskatchewan. Είναι η πρώτη εταιρία στον κόσμο που δεν απορρίπτει απόβλητα σε κανένα κοντινό ρυάκι, ποτάμι, ή λίμνη. Υπάρχουν δύο γραμμές παραγωγής και περνούν μέσα από στάδια ατμού, αποθήκευσης, χημικής επεξεργασίας και μηχανικής αποδιάρθρωσης. Όλα τα υγρά απόβλητα πηγαίνουν σε μια δεξαμενή, ή μια λίμνη καθίζησης. Το νερό περνά μέσα από διαυγαστή, η περίσσεια ιών πιέζεται ,συμπιέζεται και αποτεφρώνεται. Το υγρό διέρχεται από εξαμιστές, συμπυκνώνεται, μετά συμπυκνώνεται περαιτέρω, μέσω ατμού και χρησιμοποιείται ως καύσιμο στον λέβητα ανάκτησης. Το μίγμα τετηγμένου αλατιού από τον λέβητα ανάκτησης διαλύεται για να παραχθεί πράσινο υγρό. Το πράσινο υγρό φιλτράρεται, οξειδώνεται και επαναχρησιμοποιείται ως καυστικό στη διαδικασία πολτοποίησης(Rossum,2020).

Διυλιστήρια πετρελαίου

Η βιομηχανία ηλεκτρονικών, απαιτεί νερό υψηλής ποιότητας, παρόμοιο με αυτό του απεσταγμένου νερού. Η κλωστουφαντουργία, η χαρτοποιεία, η βυρσοδεψία και η κατασκευή μετάλλων, απαιτούν νερό μέσης ποιότητας. Στη χημική βιομηχανία, οι απαιτήσεις σε νερό ποικίλλουν, ανάλογα με το τελικό προϊόν. Το χαμηλής ποιότητας νερό, μπορεί συνήθως να χρησιμοποιηθεί, για την παραγωγή πετρελαίου και προϊόντων άνθρακα (Gutterres et al.,2012).

Σε διυλιστήριο πετρελαίου στη Regina της Βόρειας Αμερικής , που επέκτεινε τις δραστηριότητές του για να παράγει 30.000 περισσότερα βαρέλια πετρελαίου την ημέρα, η πηγή νερού του διυλιστηρίου, ήταν ένα μείγμα, νερού πηγαδιών και νερού από το δημόσιο δίκτυο υδροδότησης. Το συγκεκριμένο εργοστάσιο, είναι το πρώτο διυλιστήριο της Βόρειας Αμερικής που εφαρμόζει ανακύκλωση 100%, στα υγρά του απόβλητα. Τα υγρά απόβλητα, πρώτα

πηγαίνουν σε ανοιχτές δεξαμενές διαχωρισμού, νερού -πετρελαίου. Δεύτερο στάδιο, αποτελεί μια μονάδα επίπλευσης αερίου διαλυμένου αζώτου, εκεί ανακτάται το πετρέλαιο για περαιτέρω επεξεργασία. Τρίτο στάδιο, αποτελεί μια βιολογική επεξεργασία όπου λαμβάνει χώρα η αποικοδόμηση πτητικών οργανικών ενώσεων και αμμωνίας, κατόπιν τα υγρά απόβλητα περνούν από σύστημα μεμβρανών. Τα στερεά υποβάλλονται σε επεξεργασία, σε φυγόκεντρο και το συμπύκνωμα ανακυκλώνεται. Τα υγρά απόβλητα, οδηγούνται σε μια μονάδα απιονισμού για να αφαιρεθούν, τα διαλυμένα στερεά και τα οργανικά. Πρώτο βήμα, είναι το φιλτράρισμα, μέσω ενός φίλτρου πολλαπλών κλινών, για την αφαίρεση στερεών. Με περαιτέρω επεξεργασίες που περιλαμβάνουν αντίστροφη όσμωση και εναλλάκτη ιόντων, το εξήντα πέντε τοις εκατό των ανακυκλωμένων υγρών αποβλήτων, πηγαίνουν στην παραγωγή ατμού για θέρμανση, παραγωγή υδρογόνου και εξοπλισμό τροφοδοσίας με το υπόλοιπο ανακυκλωμένο νερό, να χρησιμοποιείται σε άλλες διαδικασίες όπως η ψύξη και η παραγωγή υδρογόνου (Rossum,2020)

Στην Ελλάδα, η εταιρία Ελληνικά Πετρέλαια, εφαρμόζει στα πλαίσια της εταιρικής της υπευθυνότητας, επαναχρησιμοποίηση τμήματος των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της. Σε γράφημα που παρουσιάζεται στην ιστοσελίδα της εταιρίας (<https://sustainabilityreport2019.helpe.gr/wp-content/uploads/sites/2/2020/09/perivalon-katanolosi-kai-anakyklosi-nerou-2013-2019.svg>) φαίνεται η σταδιακή άνοδος, της επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, που εφαρμόζει από το 2013 ως το 2019, με ένα μέσο όρο επαναχρησιμοποίησης 20-25% κατά τα έτη 2016-2019.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το νερό, η τροφή και η ενέργεια είναι συνυφασμένες μεταξύ τους, η μείωση της σπατάλης τροφίμων εξοικονομεί πόρους στην ενέργεια και το νερό. Αυτό, αντιστοιχεί στον στόχο 12.3 της Ατζέντας για το 2030, για τη διασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας παγκοσμίως. Η σπατάλη τροφίμων στο δυτικό κόσμο, έχει πλέον λάβει ανησυχητικές διαστάσεις, συμπαρασύροντας μαζί της και τη σπατάλη σε πρώτες ύλες. Τα τρόφιμα, στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας, θα πρέπει να ανακυκλώνονται και να χρησιμοποιούνται είτε για ζωοτροφές, είτε για κομποστοποίηση.

Το νερό που δαπανάται από τις βιομηχανίες τροφίμων, θα μπορούσε να μειωθεί αν μειωνόταν η σπατάλη τροφίμων.

Η λειψυδρία, έχει ήδη κάνει αισθητή την παρουσία της σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Οι χώρες αγωνιούν για την τύχη του γλυκού νερού, που μειώνεται, όχι μόνο από την υπεράντληση, αλλά και από την υποβάθμιση των υδροφορέων εξαιτίας της ανθρώπινης παρέμβασης (υπεράντληση, φυτοφάρμακα, υφαλμύρωση κ.α.).

Οι οικοτεχνίες και οι μικρές βιομηχανικές μονάδες, πολλές φορές απορρίπτουν τα υγρά απόβλητά τους, χωρίς επεξεργασία σε υδάτινους αποδέκτες μολύνοντας ή ρυπαίνοντας τους. Η πολιτεία, θα πρέπει να λάβει μέριμνα θεσπίζοντας κανόνες για αυτές τις μικρές επιχειρήσεις.

Η χρήση μερικώς επεξεργασμένων ή μη επεξεργασμένων βιομηχανικών υγρών αποβλήτων, για αδρευτικούς σκοπούς, εφαρμόζεται σε κάποιες χώρες με αντίκτυπο όμως σε όλες τις μορφές ζωής αλλά και στο περιβάλλον.

Οι βιομηχανίες καταναλώνουν το 19% του συνολικού γλυκού νερού παγκοσμίως.

Από τη μελέτη που έγινε στην παρούσα εργασία, είναι δύσκολο να εξαχθεί ένας μέσος όρος, για τη χρήση νερού ανά βιομηχανία, μιας και αυτό εξαρτάται, από το παραγόμενο προϊόν και τη διαδικασία της εκάστοτε βιομηχανίας. Αυτό ισχύει περισσότερο, για τις βιομηχανίες τροφίμων, που το προϊόν επεξεργασίας ποικίλλει. Από συγκριτικές μελέτες, μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα, ότι από τις βιομηχανίες τροφίμων, αυτές που χρησιμοποιούν το περισσότερο νερό, είναι οι βιομηχανίες σφαγής και επεξεργασίας κρέατος, ακολουθούμενες από τις

γαλακτοβιομηχανίες.Στις λοιπές βιομηχανίες μεγάλος καταναλωτής νερού είναι οι κλωστοϋφαντουργία, τα διυλιστήρια , η παραγωγή χάρτου και τα βυρσοδεψία.

Οι βιομηχανίες εκτός από αυτές που χειρίζονται τρόφιμα, ήδη έχουν υιοθετήσει την επαναχρησιμοποίηση των υγρών βιομηχανικών τους αποβλήτων, και την ανακύκλωση των εντός των βιομηχανιών.

Η επιστημονική κοινότητα, έχει στρέψει τις προσπάθειες της στην εξεύρεση λύσεων, για να μειωθούν οι ρύποι από τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα, για να είναι ασφαλή για να επαναχρησιμοποιηθούν, σταθμίζοντας πάντα και το οικονομικό κόστος των βιομηχανιών.

Τα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, εφόσον επεξεργαστούν σε διάφορες χρήσεις τόσο εντός ,όσο και εκτός της βιομηχανίας. Ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία της εκάστοτε βιομηχανίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε σε κάποιο στάδιο της παραγωγής, είτε για πλύση των μηχανημάτων και των γραμμών παραγωγής ή στους χώρους υγιεινής του προσωπικού και σε πολλές άλλες χρήσεις όπως εξετάσαμε στην παρούσα εργασία.

Η επαναχρησιμοποίηση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων είναι επιθυμητή, θα πρέπει να υπάρχουν κριτήρια ποιότητας στα προς επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένα υγρά απόβλητα.

Είναι ασφαλές να υπάρχει ένα καθορισμένο πλαίσιο για την επαναχρησιμοποίηση, με απόλυτη γνώση από την πλευρά της βιομηχανίας, όλων των χαρακτηριστικών των παραχθέντων υγρών αποβλήτων τους, έτσι ώστε να αποφευχθούν αστοχίες, στη βιομηχανία και φυσικά να μην υπάρχει ενδεχόμενο διακινδύνευσης, για τους εργαζόμενους σε αυτήν, ή για τη Δημόσια Υγεία γενικότερα. Ένα τέτοιο πρόγραμμα, πρέπει να στηρίζεται σε πλήρη γνώση, των αναγκών για νερό, στην εκάστοτε βιομηχανία.

Τα διάφορα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων, είναι σημαντικό, να καλύπτουν τις ανάγκες του εργοστασίου και να μην υπάρχουν αστοχίες, στο σύστημα σχεδιασμού κατασκευής και λειτουργίας τους ,έτσι ώστε τα παραγόμενα υγρά απόβλητα, να πληρούν τις προδιαγραφές και να μην υπάρχει κίνδυνος περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Ένας μεγάλος παράγοντας, που θα βοηθούσε στην εξοικονόμηση των πόρων του νερού, στις βιομηχανίες είναι οι γραμμές νερού, που θα πρέπει να ορίζονται έτσι ώστε νερό που παρείχθει σε

μία διαδικασία, να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε μια άλλη χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα παραγωγής.

Αναφέρεται ως παράδειγμα βιομηχανία που παράγει σχολικά γεύματα και απασχολεί 80 εργαζόμενους χρησιμοποιεί νερό για καθαρισμό των φρούτων, βράσιμο τροφίμων κ.λ.π. και όλο αυτό το νερό οδηγείται ανεκμετάλετο στο βόθρο του εργοστασίου, ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, με μία πρώτη εκτίμηση, για τα καζανάκια στις τουαλέτες προσωπικού. Φυσικά δεν είναι η μόνη βιομηχανία που δεν εφαρμόζει ανακύκλωση νερού, μπορεί να ευδοκημήσει και σε αντίστοιχες εταιρίες όπως τα catering. Αυτού του είδους η ανακύκλωση είναι πολύ εύκολα εφαρμόσιμη χωρίς ιδιαίτερη δαπάνη, με μεγάλο όφελος τόσο στην καταναλωση νερού όσο και στην μείωση των υγρών αποβλήτων. Αντίστοιχες εταιρίες με πολύ μικρό κόστος θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν τα υγρά απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας είτε ως γκρίζο νερό για τα καζανάκια στις τουαλέτες είτε για άλλες δευτερεύουσες χρήσεις.

Ένας ακόμη στόχος είναι οι σειρά των βιομηχανιών στο σχεδιασμό τους, τα υγρά απόβλητα της μιας βιομηχανίας να γίνονται πρώτη ύλη για το επόμενη βιομηχανία, ανάλογα με τις απαιτήσεις προτύπων νερού που απαιτούνται. Αυτό όμως απαιτεί στρατηγικό σχεδιασμό από την αρχή των χωροθετήσεων των βιομηχανιών.

Όλες οι βιομηχανίες χρειάζονται μεγάλες ποσότητες καθαρού νερού, απελευθερώνοντας στο περιβάλλον και μεγάλη ποσότητα υγρών αποβλήτων.

Έτσι με την επαναχρησιμοποίηση βιομηχανικών υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων:

- ✓ Δίνεται λύση στο πρόβλημα της βιομηχανίας σε ζήτηση νερού, μιας και εξοικονομούνται τεράστιες ποσότητες από αυτή τη διαδικασία.
- ✓ Μειώνεται σημαντικά, το ρυπαντικό φορτίων των υδάτινων αποδεκτών .
- ✓ Εξοικονομείται νερό, για τα ευαίσθητα οικοσυστήματα.
- ✓ Μειώνεται η ενεργειακή ανάγκη μεταφοράς νερού προς το εργοστάσιο από την πηγή υδροληψίας.

- ✓ Οι βιομηχανίες που επενδύουν σε φιλοπεριβαλλοντικές τεχνικές, έχουν πλέον ευρύτερη αποδοχή από το κοινό, καθώς οι άνθρωποι πλέον ενδιαφέρονται, για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, της εκάστοτε βιομηχανίας.

Η επαναχρησιμοποίηση των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, αποτελεί μονόδρομο για την επιβίωση των πόρων του γλυκού νερού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ankush, Mandal M.K., Sharma M., Khushboo, Pandey S., Dubey K.K., 2019, *Membrane Technologies for the Treatment of Pharmaceutical Industry Wastewater, Water and Wastewater Treatment Technologies*, Pages 103-116, Springer
2. Barbera M., Gurnari G., 2018, *Wastewater Treatments for the Food Industry: Physical–Chemical Systems, Wastewater Treatment and Reuse in the Food Industry*, Pages 17-22, Springer
3. Barbera M., Gurnari G., 2018, *Water Reuse in the Food Industry: Quality of Original Wastewater Before Treatments, Wastewater Treatment and Reuse in the Food Industry*, Pages 1-16, Springer
4. Bavar, M., Sarrafzadeh, M.-H., Asgharnejad, H., & Norouzi-Firouz, H. (2018). Water management methods in food industry: Corn refinery as a case study. *Journal of Food Engineering*, 238, 78–84.
5. Bhattacharyya S., Das P., Datta S., 2019, *Removal of Ranitidine from Pharmaceutical Waste Water Using Activated Carbon (AC) Prepared from Waste Lemon Peel , Waste Water Recycling and Management 7th IconSWM–ISWMAW 2017, Volume 3*, pages 123-141, Springer
6. Biragova, N., Tinikashvili, N., & Dmitrieva, T. ,2020, *Wastewater treatment for food processing industries. Energy & Environmental Science*, 459, 042023.
7. Blanco A, Hermosilla D., Negro C., 2016, *Water Reuse Within the Paper Industry, Wastewater Reuse and Current Challenges*, Pages 213-237, Springer
8. Bustillo-Lecompte, C. F., & Mehrvar, M. ,2015, *Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. Journal of Environmental Management*, 161, 287–302.
9. C., Fussell, R. J., Hu, R., Leblanc, J.-C., Jean, J., & Rivière, G. ,2020,. *Dietary exposure to pesticide residues and associated health risks in infants and young children—results of the French infant total diet study. Environment International*, 137, 105529.
10. Carp O., Huisman C. & Reller A., 2004, *Photoinduced reactivity of titanium dioxide, Progress in Solid State Chemistry* 32 ,33–177.
11. Casani C., Rouhany M., Knöchel S., 2005, *A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry, Water Res.*, 39 (6) pp. 1134-1146
12. Chaurasia, N. K., & Tiwari, R. K. ,2012, *Physico-chemical characteristics of sugar factory and distillery effluents. Annals of Biological Research*, 3, 4406–4408.
13. Coelho A., Castro A.V., Dezotti M., Sant’Anna Jr G.L., 2006, *Treatment of petroleum refinery sourwater by advanced oxidation processes, Journal of Hazardous Materials, Volume 137, Issue 1, Pages 178-184, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.01.051>*

14. Compton, M., Willis, S., Rezaie, B., & Humes, K. ,2018, *Food processing industry energy and water consumption in the Pacific northwest. Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 47, 371–383
15. Doke KM, Khan EM, Rapolu J et al ,2011,*Physico-chemical analysis of sugar industry effluent and its effect on seed germination of Vigna angularis, Vigna cylindrica and Sorghum Cerium. Annu Environ Sci* 5:7–11
16. Dsikowitzky L., Schwarzbauer J., 2013 ,*Organic Contaminants from Industrial Wastewaters: Identification, Toxicity and Fate in the Environment ,Pollutant Diseases, Remediation and Recycling Pages 45-101, Springer*
17. Duraisam, R., Salelgn, K., & Berekete, A. K. (2017). *Production of beet sugar and bio-ethanol from sugar beet and its bagasse: A review. International Journal of Engineering Trends and Technology*, 43, 222–233.
18. Flörke, M., Kynast, E., Bärlund, I., Eisner, S., Wimmer, F., & Alcamo, J. ,2013,*Domestic and industrial water uses of the past 60 years as a mirror of socio-economic development: A global simulation study. Global Environmental Change*, 23, 144–156.
19. Fornarelli, R., Bahri, P., & Moheimani, N. ,2017,*Utilization of microalgae to purify waste streams and production of value added products. Australian Meat Processor Corporation.*
20. Garg M., 2019 ,*Treatment and Recycling of Wastewater from Beverages/The Soft Drink Bottling Industry, δημοσιευμένο στο Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future, Pages 333-361, Springer*
21. Garrido Arias B., Merayo N., Millan A., Negro C., 2021, *Reclaimed water use in industrial cooling circuits: Compatibility with TP11 biocides, Δημοσιευμένο σε Journal of Water Process Engineering, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102227>*
22. Gupta A., Gupta R., 2019 ,*Treatment and Recycling of Wastewater from Pulp and Paper Mill, Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future, Pages 13-49 , Springer .*
23. Gupta R., Sati B., Gupta A., 2019,*Treatment and Recycling of Wastewater from Pharmaceutical Industry, Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future, Pages 267-302, Springer.*
24. Gutterres M., Monteiro de Aquim P., 2013,*Wastewater Reuse Focused on Industrial Applications, Wastewater Reuse and Management ,Pages 127-164, Springer*
25. Haroon H., Waseem A., Mahmood Q ,2012, *Treatment and Reuse of Wastewater from Beverage Industry*
26. Hoffmann M., Martin S., Choi W. & Bahnemann D., 1995,*Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis, Chemical Reviews* 95 69-96.
27. Hultberg M. & Bodin H,2017, *Fungi-based treatment of brewery wastewater—biomass production and nutrient reduction, Applied Microbiology and Biotechnology volume 101, pages4791–4798*
28. Lazarová M., Varga M., Gažová D., 2019 ,*Transformations of Urbanized Landscape Following the Smart Water Management Concept, Smart Technology Trends in Industrial and Business Management, Pages 115-131, Springe*
29. Lehto, M., Sipilä, I., Alakukku, L., & Kymäläinen, H.-R. (2014). *Water consumption and wastewaters in fresh-cut vegetable production. Agricultural and Food Science*, 23, 246–256.

30. LimnoTech Deloitte, 2015, *Quantifying replenish benefits in community water partnership GETF*, <https://freshwater.issuelab.org/resources/23508/23508.pdf>
31. Martin-Beltran I., Demaria F., Ofelio C., Serra L.M., Turiel A., Ripple W.J., Mukul S.A., Costa M.C., 2022, *Scientists' warning against the society of waste*, *Science of The Total Environment*, Volume 811, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151359>
32. Mavromati E, Kagalou I, Kemitzoglou D., Apostolakis A, Seferlis M, Tsiaoussi V., 2018, *Relationships Among Land Use Patterns, Hydromorphological Features and Physicochemical Parameters of Surface Waters: WFD Lake Monitoring in Greece*, *Environmental Processes* 5, pp. 139-151
33. Meneses Y.E., Stratton J., Flores R.A., 2017, *Water reconditioning and reuse in the food processing industry: current situation and challenges*, *Trends Food Sci. Technol.*, 61 pp. 72-79
34. Migliore L., Bocciardi R., Macri C. & Lo Jacono F., 1993, *Cytogenetic damage induced in human lymphocytes by four vanadium compounds and micronucleus analysis by fluorescence in situ hybridisation with a centromeric probe*, *Mutation Research* 319, 205-213.
35. Morsetto, P. (2020). *Targets for a circular economy*. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553.
36. Muthukumar, S., & Baskaran, K., 2013, *Organic and nutrient reduction in a fish processing facility—a case study*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 563–57
37. Nadal-Bach J., Bruno J.C., Farnós J., Rovira M., 2021, *Solar stills and evaporators for the treatment of agro-industrial liquid wastes: A review*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110825>
38. Napa Sanitation District (NSD), 2009, *Winery waste management – technical memorandum*. Napa County, California, USA <http://www.napasan.com>
39. Narasimalu, A., & Ramasamy, R., 2020, *Food Processing Industry Waste and Circular Economy*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 955, 012089.
40. Neogi S., Dey A., Chatterjee P. K., 2019, *Studies on Rapid Initiation of Anammox Process for Starch Industry Effluent Treatment*, *Waste Water Recycling and Management 7th IconSWM-ISWMAW 2017*, Volume 3, pages 97-110, Springer
41. Ollis D. & Al-Ekabi H., 1993, *Photocatalytic purification of water and air*, Elsevier (Eds) New York).
42. Ollis D., Pelizzetti E. & Serpone N., 1991, *Destruction of Water Contaminants*, *Environmental Science & Technology* 25, 1523-1529.
43. Palhares, J. C. P., & Pezzopane, J. R. M., 2015, *Water footprint accounting and scarcity indicators of conventional and organic dairy production systems*. *Journal of Cleaner Production*, 93, 299–307.
44. Papavasiliopoulos E., 2014, *Water management in Greece: Current situation and future challenges*, *International Journal of Environmental Studies* Τόμος 71, Τεύχος 3, Σελίδες 301 - 314 Μάιος 2014
45. Parsons S., 2004, *Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment*, IWA Publishing, UK,

46. Pignatello J., 1992, *Dark and Photoassisted Fe³⁺ -Catalyzed Degradation of Chlorophenoxy Herbicides by Hydrogen Peroxide*, *Environmental Science & Technology* 26
47. Pukšec, T., Foley, A., Markovska, N., & Duić, N. (2019). *Life cycle to Pinch Analysis and 100% renewable energy systems in a circular economy at sustainable development of energy*, *Water and Environment Systems 2017. Renewable and Sustainable Energy*, 108, 572–577
48. Queiroz, M. I., Hornes, M. O., da Silva Manetti, A. G., Zepka, L. Q., & Jacob-Lopes, E., 2013. *Fish processing wastewater as a platform of the microalgal biorefineries*. *Biosystems Engineering*, 115, 195–202,
49. Rafiq A., Lkram M., S. Ali, Niaz F., Khan M., Khan Q., Magbool M., 2020, *Photocatalytic degradation of dyes using semiconductor photocatalysts to clean industrial water pollution*, *Journal of Water Process Engineering*, Pages 111-128, 2020, Elsevier <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2021.02.017>
50. Ramjeawon, T. (1995). *Integrated management of cane-sugar factory wastewaters in Mauritius using the upflow anaerobic sludge blanket (UASB) process (Doctoral dissertation)*. University of Mauritius, Mauritius
51. Ranken, M. D. ,2012, *Food industries manual*. Springer Science & Business Media.
52. Renuka, V., Zynudheen, A. A., Panda, S. K., & Ravishankar, C. N. R. ,2016, *Nutritional evaluation of processing discards from tiger tooth croaker, *Otolithes ruber**. *Food Science and Biotechnology*, 25, 1251–1257.
53. Ridoutt, B., Williams, S., Baud, S., Fraval, S., & Marks, N., 2010, *The water footprint of dairy products: Case study involving skim milk powder*. *Journal of Dairy Science*, 93, 5114–5117.
54. Ritambhara , Zainab, Vijayaraghavalu S., Himanshu K. Prasad, Kumar M., 2019 ,*Treatment and Recycling of Wastewater from Dairy Industry*, *Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future*, Pages 91-115 , Springer
55. Rossum T.V., 2020, *Water reuse and recycling in Canada — history, current situation and future perspectives* ,*Water Cycle* Volume 1, Pages 98-103, ScienceDirect, <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2020.07.001>
56. Salehi E., Shafie M., 2020 *Adsorptive removal of acetaldehyde from water using strong anionic resins pretreated with bisulfite: An efficient method for spent process water recycling in petrochemical industry*, *Journal of Water Process Engineering Elsevier (Sciencedirect)* <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.101025>
57. Santra B., S. Kar, S. Ghosh, S. Majumdar, 2019 ,*An Integrated Process Development for Treatment of Textile Effluent Involving Ceramic Membrane-Driven Ultrafiltration and Biosorption Waste Water Recycling and Management 7th IconSWM–ISWMAW 2017*, Volume 3, pages 75-84 Springer
58. Saxena G., Purchase D., Bhavagava R.N. (2020). *Environmental hazards and toxicity profile of organic and inorganic pollutants of tannery wastewater and bioremediation*

- approaches. In G. Saxena & R.N. Bharavaga (Eds.) *Bioremediation of industrial waste for environmental safety* (pp. 381-398). Springer
59. Shahid, M., Khalid, S., Murtaza, B., Anwar, H., Shah, A. H., Sardar, A., Shabbir, Z., & Niazi, N. K. (2020). A critical analysis of wastewater use in agriculture and associated health risks in Pakistan. *Environmental Geochemistry and Health*, 1–20. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00702-3>
 60. Shrivastara V., Ali I., Marjub M.M., Rene E.R., Soto A.M.F., 2022, *Wastewater in the food industry: Treatment technologies and reuse potential*, *Chemosphere*, Volume 293, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133553>
 61. Singh P.K., Tripathi M., Singh R.P., Singh P., 2019, *Treatment and Recycling of Wastewater from Sugar Mill*, *Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future*, Pages 199-223, Springer
 62. Singh R.L., Singh R.P., 2019, *Introduction*, *Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future*, Pages 1-11, Springer.
 63. Singh R.P., Singh P.K., Gupta R., Singh R.L., 2019, *Treatment and Recycling of Wastewater from Textile Industry*, *Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future*, Pages 225-266, Springer
 64. Singh S., Shikha, 2019, *Treatment and Recycling of Wastewater from Oil Refinery/Petroleum Industry*, *Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future*, Pages 303-332, Springer
 65. Skoulikidis N., 2018, *The State and Origin of River Water Composition in Greece*, *The Rivers of Greece*, Pages 97-127
 66. Skouteris, G., Ouki, S., Foo, D., Saroj, D., Altini, M., Melidis, P., Cowley, B., Ells, G., Palmer, S., & O'Dell, S. (2018). Water footprint and water pinch analysis techniques for sustainable water management in the brick-manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 172, 786–794.
 67. Styllas M., 2018, *Natural Processes Versus Human Impacts During the Last Century: A Case Study of the Aliakmon River Delta*, *The Rivers of Greece*, Pages 31-49
 68. Sudarjanto G, Sharma KR, Gutierrez O, Yuan Z (2011) A laboratory assessment of the impact of brewery wastewater discharge on sulfide and methane production in a sewer. *Water Sci Technol* 64:1614–1619
 69. Sun P., Elgowainy A., Wang M., Han J., Henderson R.J., 2018, *Estimation of U.S. refinery water consumption and allocation to refinery products*, *Fuel*, Volume 221, Pages 542-557, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.07.089>
 70. Tarantino E., Disciglio G., Gatta G., Libutti A., Frabboni L., Gagliardi A., Tarantino A., 2017, *Agro-industrial Treated Wastewater Reuse for Crop Irrigation: Implication in Soil Fertility*, *Chemical Engineering Transactions* 58, pp. 679-684
 71. Tchobanoglous G., 2018, *Integrated wastewater management: The future of water reuse in large metropolitan areas*, <https://doi.org/10.1002/ieam.4103>
 72. Tiwari S., Gaur R., 2019, *Treatment and Recycling of Wastewater from Distillery*, *Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future*, Pages 117-166, Springer
 73. Trapani D., Corsino SF, Torregrossa M, Viviani G, 2019, *Treatment of high strength industrial wastewater with membrane bioreactors for water reuse: Effect of pre-treatment with aerobic granular sludge on system performance and fouling*

- tendency. *Journal of Water Process Engineering*, Vol: 31,100859, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100859>.
74. Truchado P., Gil M.I., Lopez C., Garre A., Lopez-Aragon, Karolina Bohme R.F., Aliende A., 2021, *New standards at European Union level on water reuse for agricultural irrigation: Are the Spanish wastewater treatment plants ready to produce and distribute reclaimed water within the minimum quality requirements?* δημοσιευμένο σε *International Journal of food microbiology*, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109352>
 75. Udugama I.A., Peterson L. A., Falco F.C., Junicke H., Mitic A., Alsina X.F., Mansouri S.S., Gernaey K.V., 2020, *Resource recovery from waste streams in a water-energy-food nexus perspective: Toward more sustainable food processing*. *Food and Bioprocess Technology*, 119, 133-147
 76. Valta K., Kosanovic T., Malamis D., Moustakas K., Loizidou M., 2013, *Overview of water usage and wastewater management in the food and beverage industry*, <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.934100>
 77. Vasquez M.I., Michael I., Kümmerer K., Fatta-Kassinos D., 2016, *Bioassays Currently Available for Evaluating the Biological Potency of Pharmaceuticals in Treated Wastewater*, *Wastewater Reuse and Current Challenges*, Pages 49-80, Springer
 78. Verma T., Tiwari S., Tripathi M., Ramteke P.W., 2019, *Treatment and Recycling of Wastewater from Tannery*, *Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future*, Pages 51-90, Springer .
 79. Vijayaraghavalu S., Ritambhara, Prasad H.K., Kumar M., 2019, *Treatment and Recycling of Wastewater from Winery*, *Advances in Biological Treatment of Industrial Waste Water and their Recycling for a Sustainable Future*, Pages 167-197, Springer
 80. Walsh, B. P., Cusack, D. O., & O'Sullivan, D. (2016). *An industrial water management value system framework development*. *Sustainable Production and Consumption*, 5, 82–93.
 81. Wong, C. Y., Foo, D. C., & Sin, L. T. (2020). *Design and optimisation of water recovery system for a polylactide production process*. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 4, 149–161
 82. Zahi, MR, Zam, W. , El Hattab, M., 2022, *State of knowledge on chemical, biological and nutritional properties of olive mill wastewater*, *Food Chemistry* 381, 132238 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132238>
 83. Ziara, R. (2015). *Water and Energy Use and Wastewater Production in a Beef Packing Plant (Unpublished Master's thesis)*. University of Nebraska–Lincoln, Lincoln, NE.
 84. Zogaris S., Skoulikidis N., Dimitriou E., 2018, *River and Wetland Restoration in Greece: Lessons from Biodiversity Conservation Initiatives*, *The Rivers of Greece*, Pages 403-431
 85. Asgharnejad H., Khorshidi-Nazloo E., Madani-Larijani M., Hajinajaf N., Rashidi H., 2021, *Comprehensive review of water management and wastewater treatment in food processing industries in the framework of water-food-environment nexus*, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12782>

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αντωνιάδης Α.,2006,Φωτοκαταλυτικές μέθοδοι επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων, Διδακτορική Διατριβή.
2. Βλυσίδης Α.,2007, «Χαρακτηριστικά Υγρών αποβλήτων και νερών»,Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) Σχολή Χημικών Μηχανικών
3. Βλυσίδης Α.,2015, «Βιομηχανική Ρύπανση»,Σημειώσεις Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ
4. Γεωργιοπούλου Μ.,2007, Ανάπτυξη μεθόδων για την επιλογή της καλύτερης διαθέσιμης τεχνολογίας για την επεξεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, Διδακτορική Διατριβή
5. Δαμικούκα Ι.,2021, Επεξεργασία Νερού, Σημειώσεις διαλέξεων
6. Δέρμου Ε.,2007,Απομάκρυνση χρωμίου από βιομηχανικά απόβλητα, Διδακτορική Διατριβή
7. Δεσποτίδου Μ.,2016, Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων περιοχής Ασωπού, Διδακτορική Διατριβή
8. Ένωση Ελλήνων Χημικών,2017,Ποιότητα Επαναχρησιμοποιούμενου νερού
9. ΕΦΕΤ ,2012, Γενικός Οδηγός για την Εφαρμογή Συστήματος Βάσει των Αρχών του HACCP σε Μικρές Γαλακτοκομικές Επιχειρήσεις.
10. Ζέρβας Γ.,2020, Επεξεργασία και Διάθεση λυμάτων και ιλύος, Σημειώσεις διαλέξεων.
11. Καλογεράκου Β.,2009, Ανάπτυξη μοντέλου εκτίμησης κόστους τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον για τη διαχείριση αποβλήτων ελαιοτριβείων,Διπλωματική Εργασία
12. Λουκάκης Χ.,2010,Αποτοξικοποίηση αποβλήτων ελαιοτριβείων με οξειδωτικές διαδικασίες Fenton, Διδακτορική Διατριβή.
13. Μαρκαντωνάτος Γ.Π.,1984,Στοιχεία Υγιεινής Περιβάλλοντος και Υγειονομικής Μηχανικής.
14. Νταϊλιάνης Σ.,2014, Βιολογικές Επιπτώσεις Ρυπογόνων Ουσιών –Οικοτοξικολογία- Προσέγγιση του προβλήματος, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Τμήμα Βιολογίας Βιολογίας Ζώων ,Πανεπιστήμιο Πατρών
15. Παυλίδης Ι.,2019, Τεχνολογίες διαχείρισης υγρών αποβλήτων στη βιομηχανία ζυθοποιίας. Παραγωγή, επεξεργασία και δυνατότητες αξιοποίησης, Διπλωματική Εργασία.
16. Σταματελάτου Κ.,2018, Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων – Διαχείριση ιλύος, σημειώσεις διαλέξεων
17. Τσάρτσου Ε.,2020,Τα απόβλητα των ελαιοτριβείων και οινοποιείων ως πηγή προϊόντων προστιθέμενης αξίας για την ανθρώπινη υγεία (φάρμακα και διατροφικά συμπληρώματα)- Οικονομικά και Περιβαλλοντικά προβλήματα, Διδακτορική Διατριβή

ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. <http://www.opengov.gr/minenv/?c=24561>, Νοέμβριος 2021
2. <https://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm>, Δεκέβριος 2021
3. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/12878705/KS-03-21-096-EN-N.pdf/8f9812e6-1aaa-7823-928f-03d8dd74df4f?t=1623741433852>, Ιανουάριος 2022
4. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/plants_and_plant_products/documents, πρόσβαση στην ιστοσελίδα Φεβρουάριος 2022
5. <https://www.coca-colacompany.com/sustainable-business/water-stewardship/treating-and-recycling-wastewater> Φεβρουάριος 2022
6. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-pollutant-releases> , Φεβρουάριος 2022
7. <https://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Οκτώβριος 2021
8. <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/potable-water-reuse-and-drinking-water> Ιανουάριος 2022
9. <https://www.iso.org/news/ref2393.html> ISO 14005/2019 Δεκέβριος 2021
10. <https://www.iso.org/standard/60857.html> iso 1405/2015 Δεκέβριος 2021
11. <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-9.pdf>, Μάρτιος 2022
12. <https://www.sev.org.gr/proteraiotites/metavasi-stin-prasini-oikonomia/> Νοέμβριος 2021
13. <https://www.sev.org.gr/proteraiotites/metavasi-stin-prasini-oikonomia/> Νοέμβριος 2021
14. <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SBR01/> πρόσβαση στην ιστοσελίδα Ιανουάριος 2022
15. <https://www.wwdmag.com/industrial-wastewater-recyclingreuse/heineken-pledges-reduce-water-use> , Φεβρουάριος 2022