



---

*Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
Κατεύθυνσης Δομοστατικών*

---

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΘΕΜΑ:

**«Ποιοτική Εκτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας  
Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων, με βάση  
τους Μελετητές – Ελεγκτές των Μελετών  
Περιβαλλοντικών Επιπτώσεών τους »**

**ΝΑΣΗΣ ΜΠΙΣΤΙΚΑ**

Αριθμός Μητρώου: 44095

**Επιβλέπων Καθηγητής: Πλούταρχος Κέρπελης**

Λέκτορας Εφαρμογών ΠΑ.Δ.Α.

Αθήνα, Μάρτιος 2022



---

*University of West Attica*  
*Department of Civil Engineering*  
*Direction of Structural Engineering*

---

## **DIPLOMA THESIS**

Title:

**«Qualitative Assessment of the Seismic Vulnerability  
of Wastewater Treatment Plants, based on the  
Designers - Auditors of their Environmental Impact  
Assessments»**

**NASI BISTIKA**

Registration number: 44095

**Supervisor: Ploutarchos Kerpelis**

**Lecturer**

Athens, March 2022



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
Κατεύθυνσης Δομοστατικών

**«Ποιοτική Εκτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας Εγκαταστάσεων  
Επεξεργασίας Λυμάτων, με βάση τους Μελετητές – Ελεγκτές των Μελετών  
Περιβαλλοντικών Επιπτώσεών τους»**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

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

A/α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΠΛΟΥΤΑΡΧΟΣ ΚΕΡΠΕΛΗΣ	ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	
2	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΛΕΞΑΚΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
3	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΡΕΠΑΠΗΣ	ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Μπίστικα Νάσης** του **Μινέλα** , με αριθμό μητρώου **44095** φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής **Μηχανικών** του Τμήματος **Πολιτικών Μηχανικών**, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής 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».

Ο Δηλών

Νάσης Μ. Μπίστικα



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (ΠΑ.Δ.Α.) με κατεύθυνση Δομοστατικών Έργων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου Κέρπελη Πλούταρχο που μου έδωσε τη δυνατότητα να αναλάβω την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, καθώς και για την εξαιρετική συμβουλευτική καθοδήγησή που μου προσέφερε κατά την διάρκεια υλοποίησης της.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες σε όλους τους μελετητές, ελεγκτές/ επιθεωρητές, περιβαλλοντολόγους μελετητές, διευθυντές, τμηματάρχες και υπαλλήλους των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων που με τη συμβολή τους βοήθησαν να ολοκληρωθεί η έρευνα της παρούσας διπλωματικής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου και τους φίλους μου για την στήριξη και την γενική βοήθεια που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου για να ολοκληρώσω και να αποφοιτήσω.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

Περίληψη – Σκοπός Διπλωματικής	9
Abstract – Purpose of thesis	11
Εισαγωγή	13

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Βασικοί στόχοι των ΕΕΛ

1.1 Διαχείριση λυμάτων	15
1.2 Προστασία της δημόσιας υγείας	16

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Περιγραφή και λειτουργία των Εγκαταστάσεων

2.1 Προ-επεξεργασία	18
2.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία	19
2.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία	19
2.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία	21
2.5 Απολύμανση	21
2.6 Διαχείριση Ιλύος	21

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και ΕΕΛ

3.1 Η σχέση των ΕΕΛ με τις ΜΠΕ	23
3.1.1) Περιβαλλοντικά Πλεονεκτήματα των ΕΕΛ	
– Εξοικονόμηση νερού και αξιοποίηση του τριτοβάθμιου επεξεργασμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς	24
– Διαφύλαξη χλωρίδας και πανίδας	26
– Προστασία των υδάτινων πόρων του υδροφόρου ορίζοντα	27
– Αξιοποίηση της παραγόμενης λάσπης	28
3.1.2) Περιβαλλοντικά Μειονεκτήματα των ΕΕΛ	
– Εκτεταμένος κίνδυνος ρύπανσης σε περιπτώσεις καταστροφών	30
– Ευαλωτότητα των ΕΕΛ λόγω σεισμών και πλημμυρών	31
Πλημμύρες	32
Σεισμοί	33



– Προβλήματα δυσσομίας	34
– Σχετικά υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις	35
3.2 Η ανάγκη εκτίμησης της σεισμικής τρωτότητας	37
3.2.1 Σεισμικότητα των περιοχών που διαθέτουν ΕΕΛ	37
3.2.2 ΜΠΕ και η σχέση τους με τη σεισμική τρωτότητα	39

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: Μεθοδολογία Έρευνας ως προς την σεισμική τρωτότητα**

### **Σκοπός της εργασίας**

4.1 Αντιπροσωπευτικό δείγμα– Πιλοτική έρευνα	40
4.2 Αποδέκτες ερωτηματολογίου-Μέθοδος χορήγησης	40
4.3 Χρονική διάρκεια	41

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων** 42

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ** 65

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ** 67

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ** 72

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ** 75



## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

---

ΕΕΛ: Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων

ΜΠΕ: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

ΔΤ: Δομική Τρωτότητα

ΜΔΤ: Μη Δομική Τρωτότητα

ΛΤ: Λειτουργική Τρωτότητα

ΠΠ: Ισοδύναμος Πληθυσμός

Π.Ο.Υ: Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

Δ.Ε.Υ.Α.Λ.: Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Λάρισας

ΕΥΑΘ: Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης

ΕΛ.Γ.Ο.: Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός.

Ε.Υ.Α.: Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης

Υ.Π.ΕΝ.: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας

ΥΠΕΧΩΔΕ: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων

Κ.Υ.Α: Κοινή Υπουργική Απόφαση

ΧΥΤΑ: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

ΔΕΥΑΜΒ: Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Μείζονος Βόλου

ΟΗΕ: Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

ΗΠΜ: Ηλεκτρονικό Περιβαλλοντικό Μητρώο

Η/Μ: Ηλεκτρομηχανολογικός (εξοπλισμός)





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

---

Η παρούσα διπλωματική εργασία, φέρει τον τίτλο « Ποιοτική Εκτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων, με βάση τους Μελετητές – Ελεγκτές των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεών τους » και εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος πενταετούς σπουδών, στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Σκοπός της εργασίας είναι η ποιοτική εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων της χώρας μας, σύμφωνα με την ΜΠΕ τους. Στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναλύεται η διαχείριση των λυμάτων και η προστασία της δημόσιας υγείας, όπου αποτελούν τους βασικούς στόχους μια εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων. Στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή όλων των λειτουργιών μιας ΕΕΛ. Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναλύονται οι σχέσεις των ΜΠΕ με τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων καθώς και τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των εγκαταστάσεων, ενώ στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναφέρεται η μεθοδολογία της έρευνας για την σεισμική τρωτότητα των ΕΕΛ. Να σημειωθεί ότι η αναζήτηση του θεωρητικού μέρους, που καλύπτουν τα παραπάνω κεφάλαια, έγινε κυρίως από Ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, με την υποβοήθηση από το διαδίκτυο. Η βιβλιογραφία περιελάμβανε άρθρα από επιστημονικά περιοδικά, βιβλία σε έντυπη μορφή ή ηλεκτρονική μορφή και ιστοσελίδες όπως της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων ή του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας καθώς και διπλωματικές εργασίες ή παρουσιάσεις μαθημάτων.

Μετά από την αναζήτηση και εξέταση ήδη υπάρχουσών μελετών σε ΕΕΛ, η έρευνα ολοκληρώθηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου, όπου αποτελεί και το τελευταίο Κεφάλαιο (5<sup>ο</sup>) της παρούσας εργασίας. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από μελετητές περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ελεγκτές/επιθεωρητές, περιβαλλοντολόγους μελετητές και άλλους υπεύθυνους των εγκαταστάσεων. Αρχικά, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν τις πληροφορίες που αφορούν την ταυτότητα τους και την εκτίμηση της συνολικής σεισμικής τρωτότητας των εγκαταστάσεων (όπου έχουν κάνει μελέτη ή έχουν ελέγξει) και την αναμενόμενη συνολική σεισμική τρωτότητα λόγω Ρύπανσης Εδάφους - Υδάτων, σύμφωνα με την ΜΠΕ τους. Στην συνέχεια απάντησαν ερωτήσεις που αφορούν την Δομική, Μη Δομική και Λειτουργική Τρωτότητα της εγκατάστασης καθώς και τις Σεισμικές επιπτώσεις σε ΡΕΥ, με βάση τις ΜΠΕ, ενώ στο τέλος οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν όλες τις ενότητες – ερωτήσεις του ερωτηματολογίου μεταξύ τους.

Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου έδειξαν σαν μια πρώτη εικόνα ότι οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων δεν είναι αρκετά τρωτές σε περίπτωση σεισμού. Σε γενικές γραμμές δεν αναμένονται έντονα δομικά προβλήματα όπως ρηγματώσεις ή στατικές ανεπάρκειες, μη δομικές επιπτώσεις είτε σοβαρά λειτουργικά προβλήματα. Ιδιαίτερα η αναμενόμενη ρύπανση εδάφους και των υδάτων εντός 24 ώρων μετασεισμικά εκτιμάται ότι θα παραμείνει μικρή έως μέτρια και σταθερή.

Όμως η σεισμική τρωτότητα θα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω, λόγω της ποιοτικής ανάλυσης που υιοθετήθηκε. Οποιαδήποτε δομικά, μη δομικά είτε λειτουργικά προβλήματα μπορεί να είναι σημαντικά λόγω των σημαντικών επιπτώσεων που μπορούν να επιφέρουν στο περιβάλλον και



**Ποιοτική Εκτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων,  
με βάση τους Μελετητές – Ελεγκτές των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεών τους**

τον άνθρωπο. Όσον αφορά την ανησυχία σχετικά με τις τρωτότητες (πχ για την διακοπή της υδροδότησης).

Λέξεις κλειδιά: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων, ερωτηματολόγιο, ποιοτική έρευνα.



## ABSTRACT – PURPOSE OF THESIS

---

This thesis is entitled "Qualitative Assessment of the Seismic Vulnerability of Wastewater Treatment Plants, based on the Designers - Auditors of their Environmental Impact Assessments" and was prepared within the framework of the undergraduate five-year program of studies at the Department of Civil Engineering of the University of West Attica. The aim of the thesis is the qualitative assessment of the Wastewater Treatment Plants of our country, according to the Environmental Impact Study. Chapter 1 analyses the management of wastewater and the protection of public health, which are the main objectives of a Wastewater Treatment Plant. Chapter 2 describes all the functions of a wastewater treatment plant. Chapter 3 analyses the relationship between Environmental Impact Assessments and Wastewater Treatment Plants as well as the environmental advantages and disadvantages of the plants, while Chapter 4 describes the methodology of the seismic vulnerability for Wastewater Treatment Plants. It should be noted that the search for the theoretical part, covered in the above chapters, was mainly done from Greek and foreign literature, with the help of the internet. The literature included articles from scientific journals, books in print or electronic format and web pages such as those of the Special Secretariat for Water or the Ministry of Environment and Energy, as well as theses or course presentations.

After searching and examining existing studies on Wastewater Treatment Plant, the research was completed using a questionnaire, which is the last Chapter (5th) of this thesis. The questionnaire was completed by environmental impact assessors, auditors/inspectors, environmental planners and other facility managers. Initially, the participants filled in the information regarding their identity and the assessment of the total seismic vulnerability of the facilities (where they have made a study or belong) and the total seismic vulnerability due to Soil-Water Pollution according to their Environmental Impact Study. Then they answered questions related to the Structural, Non-Structural and Operational Vulnerability of the facility as well as the Seismic Impact on Soil and Water Pollution, based on the Environmental Impact Studies, and finally the participants evaluated all the sections - questions of the questionnaire against each other.

The results of the questionnaire showed as a first picture that the wastewater treatment plants are not sufficiently vulnerable in case of an earthquake. In general, no severe structural problems such as cracking or structural deficiencies, non-structural impacts or severe operational problems are expected. In particular, the expected soil and water contamination within 24 hoursearthquake is estimated to remain low to moderate and stable.

However, seismic vulnerability will need to be further studied due to the qualitative analysis adopted. Any structural, non-structural or operational problems may be significant due to the significant impacts they may have on the environment and humans. Regarding the concern about vulnerabilities (e.g. for water supply interruption).



Keywords: Environmental Impact Assessment, Wastewater Treatment Plant, questionnaire, qualitative research.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για τη προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Χάρη σε αυτές γίνεται μια εκτίμηση δυνητικών επιπτώσεων όπου μπορούμε να λάβουμε μέτρα αλλά και να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης με αποτέλεσμα να μειωθούν και εν τέλει να εξαφανιστούν αν είναι εφικτό.

Τις προηγούμενες δεκαετίες άρχισαν να εμφανίζονται ορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω βιομηχανικής και αστικής ανάπτυξης, οι οποίες απασχόλησαν ελάχιστους. Με το πέρασμα των χρόνων όμως, αυτή η κατάσταση αδιαφορίας και άγνοιας κινδύνων άλλαξε ριζικά και το περιβάλλον πλέον αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα παγκοσμίως. Έτσι, τα κράτη και οι πολιτείες έχουν αποκτήσει περιβαλλοντική συνείδηση, η οποία εμπεριέχεται νομοθετικά με τη λήψη μέτρων και κανονισμών αλλά και με την ενσωμάτωσή της στην παιδεία και στη κοινωνία ευρύτερα. Παρόλες τις προσπάθειες της εκάστοτε πολιτείας-κράτους για τη διατήρηση των περιβαλλοντικών όρων και μέτρων, παρατηρούνται αρκετά φαινόμενα μη συμμόρφωσης και μόλυνσης του περιβάλλοντος. Το φαινόμενο αυτό το συναντάμε ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα διότι τα λύματα αποτελούν ένα κύριο ζήτημα εξαιτίας του αυξημένου πληθυσμού. Ως επακόλουθο, στα αστικά κέντρα παρατηρούνται και οι περισσότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αν δεν υπάρχει συμμόρφωση των κανονισμών και η τήρηση κατάλληλων μέτρων, υποβαθμίζουν την ευρύτερη περιοχή και επηρεάζουν αρνητικά την καθημερινότητα των πολιτών.

Τα λύματα χαρακτηρίζονται ως τα παραπροϊόντα τα οποία προέρχονται κυρίως από την ανθρώπινη δραστηριότητα και πρέπει να υποστούν σε επεξεργασία για να μπορέσουν να οδηγηθούν στους φυσικούς αποδέκτες, με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να διασφαλιστεί η προστασία του αποδέκτη αλλά και του περιβάλλοντος ευρύτερα. Την επεξεργασία αυτή την υλοποιούν οι ΕΕΛ (Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων) ή αλλιώς Κέντρα Βιολογικού Καθαρισμού. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων ορίζονται ως το σύνολο των μονάδων που συμβάλλουν σημαντικά στην προστασία των υδάτων, του περιβάλλοντος καθώς και της δημόσιας υγείας. Η κάθε εγκατάσταση παραλαμβάνει ένα συγκεκριμένο ποσοστό λυμάτων-μέσων που τίθενται σε επεξεργασία για να γίνει ο διαχωρισμός των επικίνδυνων ουσιών από το νερό, έτσι ώστε να μπορεί να εξαχθεί άμεσα και αβλαβή στο υδάτινο περιβάλλον ή και να επαναχρησιμοποιηθεί.

Όπως προαναφέραμε, οι εγκαταστάσεις αυτές λειτουργούν με βάση το νομοθετικό πλαίσιο που διαθέτει η κάθε χώρα. Η διαχείριση των αστικών λυμάτων και η διάθεσή τους στο περιβάλλον, καθορίζεται με βάση την Οδηγία 91/271 ΕΟΚ, όπως αυτή τροποποιήθηκε με την Οδηγία 98/15/ΕΕ. Η εν λόγω Οδηγία ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο της χώρας μας με την Κ.Υ.Α. 5673/400/1997 (Φ.Ε.Κ192Β/14-3-1997) με τίτλο « Μέτρα και όροι για την επεξεργασία Αστικών Λυμάτων ». Στα πλαίσια της παραπάνω Οδηγίας σημειώνεται ότι τα αστικά κέντρα και οι οικισμοί θα πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη αναγκαία τεχνική υποδομή ανάλογα με τον Ισοδύναμο Πληθυσμό κατοίκων (Ι.Π.) και τον φυσικό αποδέκτη των εγκαταστάσεων αυτών.



**Ποιοτική Εκτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων,  
με βάση τους Μελετητές – Ελεγκτές των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεών τους**

Ο Ισοδύναμος Πληθυσμός κατηγοριοποιεί τις Ε.Ε.Λ. σε 5 κατηγορίες: (1) πολύ μεγάλες ΕΕΛ:  $I.Π > 150000$ , (2) μεγάλες ΕΕΛ:  $I.Π = 15000 - 150000$ , (3) μεσαίες ΕΕΛ:  $I.Π = 10000 - 15000$ , (4) μικρές ΕΕΛ:  $I.Π = 2000 - 10000$  και (5) πολύ μικρές ΕΕΛ:  $I.Π < 2000$ . Επίσης, οι υδάτινοι αποδέκτες διακρίνονται σε κανονικούς, ευαίσθητους και λιγότερο ευαίσθητους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Βασικοί στόχοι των ΕΕΛ

### 1.1 Διαχείριση λυμάτων



Εικόνα 1.1: Λύματα εγκαταστάσεων επεξεργασίας (RachelThomas, 2020).



Εικόνα 1.2: Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων ( SalmanZafar, 2022).

Τα απόβλητα των πόλεων και βιομηχανιών διαχωρίζονται σε στερεά, υγρά και αέρια. Τα υγρά απόβλητα διαθέτουν μεγάλες ποσότητες νερού και διαπιστώνεται ότι ειδικά στις βιομηχανίες που η κάθε μια τους χρησιμοποιεί δικιά της μέθοδο εργασίας, ρυπαίνει το νερό με διαφορετικούς τρόπους. Επομένως τα απόβλητα χρειάζονται ιδιαίτερη μέθοδο επεξεργασίας έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ποιότητα του νερού για να επαναχρησιμοποιηθεί ή να απορριφθεί άμεσα στο περιβάλλον χωρίς να προκαλέσει ρύπανση ( Γ. Λυμπεράτος & Δ. Βαγενάς, 2011).

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων αποβλέπουν στην μεταφορά και την κατάλληλη τροποποίηση που μπορεί να χρειαστούν τα λύματα, έτσι ώστε να διατεθούν στο φυσικό περιβάλλον. Παρόλα αυτά, τα λύματα μπορούν να περιέχουν επιβλαβής ουσίες οι οποίες θα πρέπει να εξαλειφθούν ή να μειωθούν σε ένα ικανοποιητικό ποσοστό, διαφορετικά θα υπάρχουν επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στον πολίτη που κατοικεί στην ευρύτερη περιοχή. Ένα σύστημα διαχείρισης λυμάτων μπορεί να εξοικονομήσει τους υδατικούς πόρους και να αντιμετωπίσει σημαντικά τις επιπτώσεις της λειψυδρίας και ξηρασίας. Τι γίνεται όμως στη περίπτωση που η περιοχή έχει πληθυσμό κάτω των 2000 κατοίκων (όπου εκτιμάται ότι αντιστοιχεί σε περίπου 2,5 εκατομμύρια ισοδύναμους κατοίκους); (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2017)

Στη περίπτωση αυτή, στην Ελλάδα έχουν θεσμοθετηθεί πλαίσια, καθώς η δημιουργία μιας ΕΕΛ σε μικρό οικισμό αποτελεί δαπανηρό έργο. Για τα λύματα αυτά, εφαρμόζονται κατάλληλα συστήματα διαχείρισης, όπου βασίζονται σε αποκεντρωμένα συστήματα και μπορεί να αποδειχθεί ότι προσφέρουν μια βέλτιστη και παράλληλα οικονομική, χωρίς εξειδικευμένες απαιτήσεις εφαρμογή (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2012). Επίσης, η εφαρμογή αυτή ακολουθεί



εξίσου την προστασία των υδάτινων πόρων και του ευρύτερου περιβάλλοντος. Παράλληλα, πολλές μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες διαθέτουν ένα δικό τους σύστημα επεξεργασίας λυμάτων για να επαναχρησιμοποιούν το νερό σε κήπους της μονάδας ενώ τα λύματα που προέρχονται από κατοικίες δεν μπορούν να υποστούν κάποια επεξεργασία σε κάθε μια από αυτές (Ράλλης Π., 2019). Για το λόγο αυτό, μεταφέρονται στον υπόνομο και στη συνέχεια γίνεται η μεταφορά των λυμάτων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας για να υποστούν τις κατάλληλες διεργασίες.

Η μεταφορά των λυμάτων σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων γίνεται κυρίως μέσω υπόγειων αγωγών και σε κάποιες περιπτώσεις η μεταφορά τους γίνεται με βυτιοφόρα οχήματα (Ροδιτάκης Α., 2018). Τα λύματα διαθέτουν συγκεκριμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργάζονται σε ικανοποιητικό επίπεδο. Η επεξεργασία τους εξαρτάται σύμφωνα με τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους, ακόμη και από τις απαιτήσεις τους προς την εναπόθεση τους στους αποδέκτες, ανάλογα με την ευαισθησία και τη χρήση (Παπαδημητρίου Χ., 2004). Οι αποδέκτες μπορεί να είναι υδάτινοι όπως λίμνες, ποτάμια και θάλασσες ή να επαναχρησιμοποιηθούν συνήθως για γεωργική χρήση. Παρακάτω υπάρχουν εικόνες με τους τρόπους μεταφοράς των λυμάτων.



Εικόνα 1.3: Υπόγειο δίκτυο μεταφοράς λυμάτων στη Σύρο (Cyclades24, 2020).



Εικόνα 1.4: Μεταφορά λυμάτων με βυτιοφόρο όχημα στην Ε.Ε.Λ Ασπροβάλτας (Δ.Ε.Υ.Α.Β.).

Συνοψίζοντας, χάρη στις ΕΕΛ έχει βελτιωθεί σημαντικά η ποιότητα ζωής των κατοίκων και αποβλέπει στην προστασία της δημόσιας υγείας αλλά και του περιβάλλοντος.

## 1.2 Προστασία της δημόσιας υγείας

Η διασφάλιση της σωστής επεξεργασίας των λυμάτων είναι εξαιρετικά σημαντική για την διατήρηση και προστασία της δημόσιας υγείας, επομένως η ελλιπής και λανθασμένη αντιμετώπιση των λυμάτων τα καταστεί πολύ επικίνδυνα.





Στην πραγματικότητα, η διασφάλιση της κατάλληλης επεξεργασίας και διάθεσης των λυμάτων είναι εξίσου σημαντική για την προστασία της υγείας, της κοινότητας με την επεξεργασία του πόσιμου νερού και τη συλλογή των απορριμμάτων. Τα ανεπεξέργαστα λύματα μπορούν να εξαπλώσουν ασθένειες και να μολύνουν τις πηγές πόσιμου νερού. Η μηνιγγίτιδα, η χολέρα και άλλες ασθένειες που σχετίζονται με τα υγρά λύματα θεωρούνται γενικά απειλές μόνο για τις υποανάπτυκτες χώρες. Οπότε ο εφησυχασμός σχετικά με την επεξεργασία των λυμάτων μπορεί να είναι επικίνδυνος για τις υπόλοιπες ανεπτυγμένες χώρες. Οι διαρροϊκές ασθένειες που εντοπίζονται σε μολυσμένο νερό αφαιρούν τη ζωή σε περίπου 2 εκατομμύρια παιδιά και προκαλούν περίπου 900 εκατομμύρια επεισόδια ασθένειας κάθε χρόνο παγκοσμίως ([PipelinebyNationalSmallFlowsClearinghouse](#) , 1996).

Τα παραδείγματα των πρόσφατων επιδημιών μεγάλης κλίμακας της υδατογενούς ασθένειας κρυπτοσποριδίωση στο Ηνωμένο Βασίλειο και Καναδά βοηθούν να καταδειχθεί ο κίνδυνος και για τις ανεπτυγμένες χώρες. Για παράδειγμα κρυπτοσποριδίωση προκαλείται από έναν μικροοργανισμό που βρίσκεται στο νερό που έχει μολυνθεί από ανθρώπινα ή ζωικά περιττώματα. Ωστόσο, τα περισσότερα κρούσματα υδατογενών ασθενειών μπορούν να εντοπιστούν σε μεμονωμένα πηγάδια ή μικρά κοινοτικά συστήματα. Το πόσιμο νερό που έχει μολυνθεί από λύματα είναι η κυριότερη αιτία ([PipelinebyNationalSmallFlowsClearinghouse](#) , 1996).



Εικόνα 1.5: Κίνδυνος της δημόσιας υγείας των γύρω περιοχών λόγω ρύπανσης υδάτων (Parosnews, 2020).



Εικόνα 1.6: Κίνδυνος για τη δημόσια υγεία η ρύπανση του κόλπου (Αργολικά, 2021).

Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι το νερό είναι το μέσο για τη μετακίνηση οποιουδήποτε παθογόνου μικροοργανισμού στα λύματα. Οποιοδήποτε ρυθμιστικό πρόγραμμα πρέπει πρώτα να εστιάζει στην αναχαίτιση αυτών των παθογόνων μικροοργανισμών και στην αδρανοποίησή τους. Η πρώτη επιλογή είναι η σωστή επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Δεν υπάρχει ιδανική διαδικασία επεξεργασίας, αλλά ο μακροπρόθεσμος στόχος θα πρέπει να είναι η μείωση του κινδύνου από τα λύματα με την τήρηση των κατευθυντήριων γραμμών που υιοθετήθηκαν από τον Π.Ο.Υ. (1989). Εάν η διαδικασία επεξεργασίας των ΕΕΛ είναι ικανή να πληροί σταθερά τις κατευθυντήριες γραμμές του Π.Ο.Υ. και των νομοθετικών πλαισίων της εκάστοτε χώρας, τότε τα λύματα εκροής θα πρέπει να είναι ασφαλή για την δημόσια υγεία και να προστατεύουν τον πληθυσμό ([WorldHealthOrganisation](#), 1989).





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: Περιγραφή και λειτουργία των Εγκαταστάσεων

Η επεξεργασία λυμάτων είναι η διαδικασία απομάκρυνσης ρύπων από αστικά λύματα, που περιέχουν κυρίως οικιακά λύματα και κάποια βιομηχανικά λύματα. Φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση μολυσματικών ουσιών και την παραγωγή επεξεργασμένων λυμάτων, τα οποία μετέπειτα είναι αρκετά ασφαλή για την απελευθέρωση τους στο περιβάλλον. Ένα υποπροϊόν της επεξεργασίας λυμάτων είναι ένα ημιστερεό απόβλητο ή πολτός, που ονομάζεται ιλύς αποχέτευσης. Η ιλύς πρέπει να υποβληθεί σε περαιτέρω επεξεργασία πριν να είναι κατάλληλη για διάθεση ή εναπόθεση στο φυσικό περιβάλλον.

Για τις περισσότερες πόλεις, το σύστημα αποχέτευσης μεταφέρει επίσης ένα ποσοστό βιομηχανικών λυμάτων στη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων που συνήθως έχει λάβει προ-επεξεργασία στα εργοστάσια για τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου του. Εάν το σύστημα αποχέτευσης έχει συνδυασμένο αποχετευτικό δίκτυο, τότε μεταφέρει και την αστική απορροή όμβριων στη Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων. Το νερό αποχέτευσης μπορεί να ταξιδέψει προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας μέσω σωληνώσεων και σε ροή με τη βοήθεια της βαρύτητας και αντλιών. Το πρώτο μέρος της διήθησης των λυμάτων περιλαμβάνει χαρακτηριστικά ένα φράγμα για να φιλτράρει τα στερεά και τα μεγάλα αντικείμενα που στη συνέχεια συλλέγονται σε απορρίμματα και απορρίπτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής (Κορνάρος Μ., 2014).

### 2.1 Προ-επεξεργασία

Η Προ-επεξεργασία αποτελεί μια ιδιαίτερα κρίσιμη διαδικασία διότι εάν δεν λειτουργεί σωστά επηρεάζεται αρνητικά η απόδοση των επόμενων διαδικασιών και μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο σύστημα. Στην διαδικασία αυτή, απομακρύνονται όλα τα φερτά υλικά, όπως σκουπίδια, λίπη και άμμος που επιπλέουν στα λύματα, έτσι ώστε να μην προκληθούν ζημιές στο μηχανολογικό εξοπλισμό. Η διαδικασία αυτή βοηθά να διαχωριστούν τα αδρανή συστατικά από τα οργανικά.

Οι συνηθέστεροι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την διαδικασία αυτή είναι:

- Η εσχάρωση για να απομακρυνθούν τα ευμεγεθή αντικείμενα
- Η άλεση στην οποία θρυμματίζονται τα μεγάλα αντικείμενα σε μικρότερα
- Η εξάμμωση όπου απομακρύνεται η άμμος
- Η λιποσυλλογή που στόχο έχει την συλλογή ελαίων και λίπων (Γιάγκος Κ., 2021).



Εικόνα 2.1: Διαδικασία Προ-επεξεργασία. Χειροκαθαριζόμενη και μηχανική τοξωτή σχάρα (Προεπεξεργασία, 2006).

Τέλος, στην προ-επεξεργασία συνήθως λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπιση πιθανών οσμών, έτσι ώστε να εξαληφθεί η πιθανότητα ρύπανσης του αέρα και συνεπώς να διασφαλιστεί η υγεία των εργαζομένων της εγκατάστασης και των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής.

## 2.2 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Στόχος της διαδικασίας αυτής είναι να απομακρυνθεί μια ορισμένη ποσότητα των αιωρούμενων στερεών, ένα μέρος βιολογικού απαιτούμενου οξυγόνου (BOD) καθώς και κάποια θρεπτικά συστατικά αζώτου και φωσφόρου (Σαββάκης Ν., 2016).

Πρακτικά λοιπόν, στο στάδιο πρωτοβάθμιας επεξεργασίας ή πρωτογενούς καθίζησης τα λύματα ρέουν μέσω μεγάλων δεξαμενών συνήθως κυκλικής διατομής. Οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιούνται για την καθίζηση της ιλύος και είναι συνήθως εξοπλισμένες με μηχανικά κινούμενες ξύστρες που οδηγούν τη συλλεγμένη ιλύ προς μια χοάνη στην βάση της δεξαμενής (Ροϊκός, 2012). Στη συνέχεια αντλείται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας ιλύος και το υπερκείμενο υγρό αποτελεί την πρωτοβάθμια επεξεργασμένη εκροή, που διατίθεται προς περαιτέρω επεξεργασία.

## 2.3 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

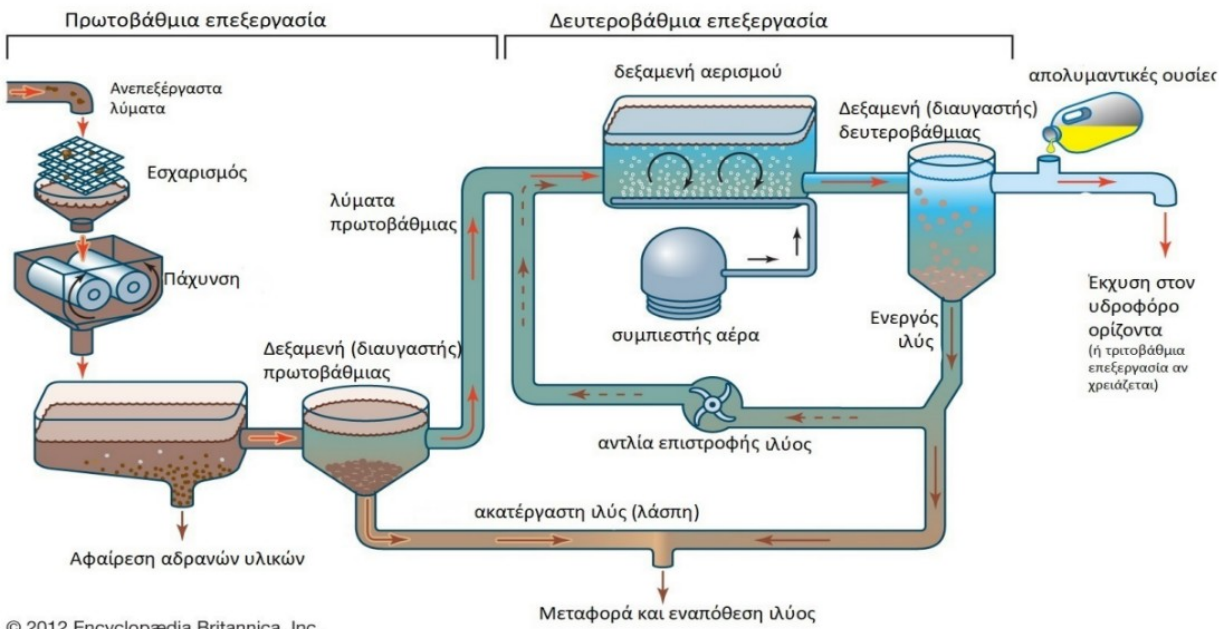
Η δευτεροβάθμια επεξεργασία είναι αποτελεί την πιο προχωρημένη διαδικασία στην οποία απομακρύνονται με τη χρήση βιολογικών, φυσικών και χημικών εργασιών, περίπου το 85% των βιοαποικοδομήσιμων οργανικών ουσιών και των αιωρούμενων στερεών από τα υγρά

απόβλητα. Για τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες, δηλαδή τεχνητή παροχή οξυγόνου και προσθήκη οργανικών συστατικών για τροφή. Το μίγμα μικροοργανισμών – τροφής αποτελεί τη γνωστή ενεργό ιλύ. Η ιλύς ή αλλιώς λάσπη καθιζάνει στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης και όταν παχυνθεί μεταφέρεται σε μονάδες αερόβιας σταθεροποίησης ή σε μονάδες αναερόβιας σταθεροποίησης και ενεργειακής αξιοποίησης. Μετέπειτα, αφού αποξηραθεί με τεχνικές διήθησης ή φυγοκέντρισης οδηγείται σε μονάδες κομποστοποίησης εφόσον είναι κατάλληλη ή θάβεται μαζί με άλλα αστικά απορρίμματα.

Για την επεξεργασία αυτή χρησιμοποιείται κάποια από τις παρακάτω μεθόδους:

- Ενεργός ιλύς
- Βιολογική αφαίρεση θρεπτικών συστατικών
- Αερόβια χώνευση
- Αναερόβια χώνευση
- Λίμνες επεξεργασίας
- Αντιδραστήρες με περιστρεφόμενο μέσο επαφής
- Σταλαγματικά φίλτρα
- Αναερόβιοι αντιδραστήρες ανοδικής ροής δια μέσου στρώματος λάσπης
- Αναερόβιες διατάξεις τύπου επαφής
- Αντιδραστήρες ρευστοποιημένης κλίνης
- Αντιδραστήρες με σταθερή κλίνη πληρωτικού υλικού
- Αναερόβια φίλτρα (Τριανταφυλλάκου Μ., Βούβλα Σ., Μπρατσάϊ Ν., 2018)

Στην εικόνα 2.2 παρακάτω παρατίθεται μια τυπική διάταξη μιας Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων.



Εικόνα 2.2: Στάδια Πρωτοβάθμιας – Δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Αποτελεί μια τυπική διάταξη μιας ΕΕΛ (Encyclopædia Britannica).

## 2.4 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία εφαρμόζεται μόνο σε ορισμένες ΕΕΛ, όπου αυτή κρίνεται απαραίτητη. Πραγματοποιείται συνήθως όταν τα λύματα προέρχονται και από βιομηχανίες ή βιοτεχνίες. Στη διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων και άλλων μολυντικών ουσιών, όπως ενώσεις αζώτου, φωσφόρου και παθογόνοι μικροοργανισμοί που δεν κατακρατήθηκαν στα δύο πρώτα στάδια. Επίσης, καθιστά δυνατή την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων (Σαββάκης Ν., 2016).

Συναντάμε τις εξής βασικές μεθόδους για την υλοποίηση της τριτοβάθμιας επεξεργασίας:

- Διύλιση- φιλτράρισμα
- Προσθήκη κροκιδωτικών ή συσσωμάτωση κροκίδωση
- Απολύμανση
- Απομάκρυνση φωσφόρου και αζώτου (Προκόπη Θ., 2016)

## 2.5 Απολύμανση

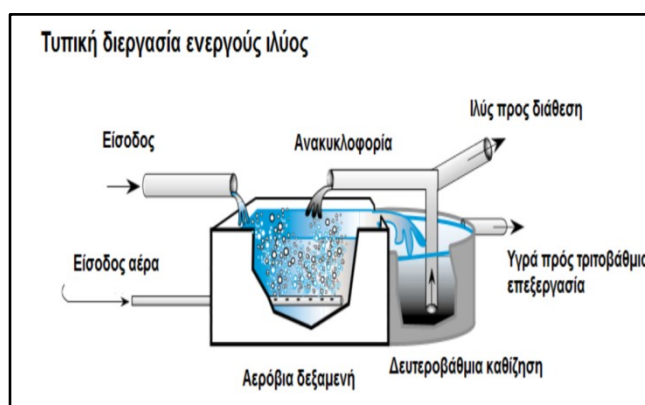
Αμέσως μετάπραγματοποιείται η διαδικασία της απολύμανσης με σκοπό την εξουδετέρωση ή την αδρανοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών (βακτηρίων, ιών κλπ) ώστε να μην μολυνθεί ο τελικός φυσικός αποδέκτης (Σαββάκης Ν., 2016). Οι διεργασίες αυτές που απαιτούνται συνιστούν την τριτοβάθμια επεξεργασία του νερού. Στη χώρα μας η πιο γνωστή και αποτελεσματικότερη μέθοδος απολύμανσης είναι η χλωρίωση με υποχλωριώδες νάτριο αλλά χρησιμοποιούνται επίσης και η οζόνωση καθώς και η χρήση υπεριώδης ακτινοβολίας UV για την εξόντωση παθογόνων μικροοργανισμών (Βλυσίδης Α., 2021).

Η τελική διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να διατεθεί είτε σε κάποιον υδάτινο φορέα ή στο έδαφος, πέρα όμως από την απλή απόρριψή του συνήθως αποβλέπει στην επαναχρησιμοποίηση του.

## 2.6 Διαχείριση Ιλύος



Εικόνα 2.3: Παραγόμενη ιλύς (Χ. Χατζηλιόντος, 2016).



Εικόνα 2.4: Διαδικασία διεργασίας ενεργούς ιλύος (Σαρηγιάννης, 2015).



Η σωστή διαχείριση της λάσπης που παράγεται από την επεξεργασία των λυμάτων αποτελεί μια μέθοδο ανακύκλωσης των συστατικών της για γεωργική χρήση κυρίως και έχει πολλά οφέλη. Προτού διατεθεί στον τελικό φυσικό αποδέκτη θα πρέπει να ελέγχεται και να ρυθμίζεται κατάλληλα η λάσπη για να αποφευχθούν τυχόν περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τα στάδια επεξεργασίας της είναι η πάχυνση, η σταθεροποίηση, η προετοιμασία για αφυδάτωση, αφυδάτωση και τελική διάθεση (Βλυσίδης Α., Γρηγοροπούλου Ε., Λυμπεράτος Γ., 2019). Στην χώρα μας η εναπόθεση της λάσπης καταλήγει συνήθως σε δασικά εδάφη, γήπεδα, τσιμεντοβιομηχανίες, αποκαταστάσεις εδαφών, μεγάλους κήπους και σε καλλιεργούμενα εδάφη για πρόσθετο υλικό.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και ΕΕΛ

### 3.1 Η σχέση των ΜΠΕ με τις ΕΕΛ

Οι περιβαλλοντικές μελέτες εκπονούνται προκειμένου να παρουσιαστούν και να αξιολογηθούν όλες οι πληροφορίες του έργου και συγκεκριμένα με την έρευνά μας σε έργα όπως οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Τις πληροφορίες αυτές, είναι υποχρεωμένος ο κύριος του έργου να τις καταχωρίσει στις αρμόδιες υπηρεσίες. Οι αρμόδιες υπηρεσίες (όπως είναι το ΥΠΕΧΩΔΕ, Περιφέρειες της Ελλάδας κ.α) είναι αυτές που εκδίδουν τις διοικητικές άδειες του έργου για την υλοποίησή του, καθώς και μελέτες που απαιτούνται προκειμένου να επιβληθεί καθεστώς προστασίας του περιβάλλοντος, με βάση τις διατάξεις του νομοθετικού πλαισίου (ΚΥΑ 69269/5387/1990 , 1990). Συνεπώς, μια ΜΠΕ αποτελεί σημαντική έρευνα ιδιαίτερα εάν το έργο αφορά άμεσα το περιβάλλον. Μια ΜΠΕ έχει τις εξής βασικές προδιαγραφές:

1. Εισαγωγή
2. Μη-τεχνική περίληψη
3. Συνοπτική περιγραφή του έργου
4. Στόχος και σκοπιμότητα υλοποίησης του έργου
5. Συμβατότητα του έργου με θεσμοθετημένες χωρικές και πολεοδομικές δεσμεύσεις της περιοχής.
6. Αναλυτική περιγραφή σχεδιασμού του έργου
7. Εναλλακτικές λύσεις
8. Υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος
9. Εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
10. Αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
11. Περιβαλλοντική διαχείριση και παρακολούθηση
12. Κωδικοποίηση αποτελεσμάτων και προτάσεων για την έγκριση περιβαλλοντικών όρων
13. Πρόσθετα στοιχεία
14. Φωτογραφική τεκμηρίωση
15. Χάρτες και Σχέδια
16. Παραρτήματα
17. Υπογραφές – θεωρήσεις (X. Χατζηλιόντος, 2016)

Οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων είναι προαπαιτούμενες για την λειτουργία των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων. Παρακάτω ακολουθεί η ανάλυση πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων για την ύπαρξη και λειτουργία των ΕΕΛ ως προς τις ΜΠΕ τους είτε στη χώρα μας είτε και σε παγκόσμιο επίπεδο.



### 3.1.1) Πλεονεκτήματα των ΕΕΛ

#### Εξοικονόμηση νερού και αξιοποίηση του τριτοβάθμιου επεξεργασμένου νερού για γεωργικούς σκοπούς



Εικόνα 3.1: Τρόποι εξοικονόμησης νερού (Δ.Ε.Υ.Α.Α.).



Εικόνα 3.2: Επαναχρησιμοποίηση του νερού στη γεωργία (Ecopress, 2019).

Το νερό αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την ανάπτυξη της ζωής στον πλανήτη μας. Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται έντονα το φαινόμενο της υπερκατανάλωσης του νερού και σε συνδιασμό με τις κλιματακές αλλαγές αποτελούν άλλο ένα μεγάλο ζήτημα προς επίλυση. Αυτό συμβαίνει διότι τα αποθέματα τα νερού λιγοστεύουν σημαντικά σε καθημερινή βάση. Σε παγκόσμιο επίπεδο αρκετά κράτη-πολιτείες λαμβάνουν δράση για την μείωση του φαινομένου αυτού αλλά και τρόπους αντιμετώπισης, ώστε να μην γίνεται η αλόγιστη χρήση του.

Ένας από τους πιο διαδεδομένους τρόπους είναι η επαναχρησιμοποίηση του νερού. Όπως προαναφέραμε, οι ΕΕΛ επεξεργάζονται τα αστικά λύματα έτσι ώστε το νερό να αφαιρεθεί από αυτά και στη συνέχεια να διατεθεί ξανά στο περιβάλλον. Η επαναχρησιμοποίηση του νερού διακρίνεται σε δύο κατηγορίες: τη μη-πόσιμη επαναχρησιμοποίηση και την πόσιμη. Γενικότερα, η μη-πόσιμη επαναχρησιμοποίηση του νερού εφαρμόζεται κυρίως για γεωργικούς σκοπούς, για επαναφόρτιση υπόγειων υδροφόρων οριζόντων, για βιομηχανική χρήση, σε χώρους αναψυχής και για αστική χρήση. Από την άλλη πλευρά, η επαναχρησιμοποίηση του πόσιμου νερού γίνεται είτε άμεσα, όπου αποτελούν τα έργα εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων, είτε έμμεσα όπου η εκροή δευτεροβάθμιας επεξεργασίας μετά από χλωρίωσή της συγκεντρώνονται για 5 μήνες σε ταμιευτήρα και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για υδροδότηση της πόλης (Σταθοπούλου Ε., 2021). Σαφώς στη περίπτωση αυτή πρέπει να ικανοποιούνται τα ποιοτικά κριτήρια του νερού καθώς ακόμα καθίσταται αδύνατη αυτή η διαδικασία μέχρι και σήμερα. Παρά τις επανειλημμένες δοκιμές σε παγκόσμιο επίπεδο υπήρχαν αρκετές αντιδράσεις από το κοινό, καθώς το νερό είχε ελαφρώς κίτρινο χρωματισμό και με μηδαμινή ευχάριστη γεύση και οσμή (Λιαντράκη Μ., 2019).



Εικόνα 3.3: Ανακυκλούμενο νερό μετά από επεξεργασία λυμάτων(DanDeBaun, 2019).



Εικόνα 3.4: Άρδευση καλλιεργειών με νερό επανακυκλούμενο από επεξεργασμένα λύματα, ΕΥΑΘ(Αλέξης Ιωάννης, 2018).

Η συνεχόμενη αρδευτική ανάγκη στον αστικό και γεωργικό τομέα εξασφαλίζεται χάρη στην επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων. Αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για να διατεθούν για αστική και γεωργική χρήση να έχουν υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία. Η ελάχιστη επεξεργασία που απαιτείται για άρδευση είναι η δευτεροβάθμια επεξεργασία, καθώς σε περίπτωση που τα λύματα έχουν αποθηκευτεί σε επιφανειακούς ταμιευτήρες για μεγάλο χρονικό διάστημα απαιτείται προχωρημένη επεξεργασία. Στην περίπτωση αυτή η προχωρημένη επεξεργασία είναι απαραίτητη για την απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου. Πέρα από την χρήση σε καλλιέργειες και θερμοκήπια (γεωργική χρήση), μερικές αστικές χρήσεις από την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων αποτελούν οι παρακάτω:

- Πότισμα κήπων σε πάρκα, γήπεδα-αθλητικές εγκαταστάσεις, κέντρα αναψυχής, αυλές σχολείων, νησίδες αυτοκινητοδρόμων, νεκροταφείων.
- Πότισμα κήπων σε ξενοδοχειακές μονάδες, δημόσια κτίρια-εγκαταστάσεις, εμπορικά κέντρα, μονοκατοικιών, πολυκατοικιών.
- Χρήση σε συντριβάνια
- Πυροπροστασία κ.α.(Λύρα Β., 2017).

Όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων στον ελλαδικό χώρο, πέρα από τους γεωργικούς σκοπούς, με βάση την αστική χρήση επιτυγχάνεται κυρίως με την άρδευση και ένα αρκετά μικρό ποσοστό χρησιμοποιείται για τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα και για τη πυρόσβεση. Μερικά από τα πιο γνωστά έργα που υπάρχουν στην χώρα μας είναι:

- Στο Ινστιτούτο ΕΛ.Γ.Ο. ΔΗΜΗΤΡΑ, όπου γίνεται άρδευση με εκροές δευτεροβάθμιας επεξεργασίας πειραματικού αμπελώνα.
- Στην Ε.Υ.Α. Θεσσαλονίκης, όπου γίνεται άρδευση με εκροές επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων με φυσικά συστήματα για καλλιέργειες πειραματικών θερμοκηπίων.



- Στη Λειβαδιά, περίπου 3.500 m<sup>3</sup>/δεκρών, χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιέργειας βαμβακιού.
- Στην Άμφισσα, περίπου 400 m<sup>3</sup>/δεκρών, χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιέργειας ελιάς.
- Στο Παλαιόκαστρο Κρήτης, περίπου 280 m<sup>3</sup>/δεκρών, χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιέργειας ελιάς.
- Στην Κω, περίπου 4.000 m<sup>3</sup>/δεκρών, σχεδιάζεται η άρδευση γεωργικών εκτάσεων κ.α (Λύρα Β., 2017).

Συνοψίζοντας, η Ελλάδα αποτελεί μια από τις λίγες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που διαθέτει το δικό της νομικό πλαίσιο για την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων και μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην βελτίωση των ποσοτήτων του νερού μελλοντικά.

Τα νομικά πλαίσια που διαθέτει η Ελλάδα για την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων είναι τα παρακάτω, σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Υ.Π.ΕΝ.):

- Κοινή Υπουργική Απόφαση 145116/ 2011 με τίτλο «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις».
- Εγκύκλιος 145447 με διευκρινίσεις σχετικά με την ορθή εφαρμογή της Κ.Υ.Α45116/ 02-02-2011 (ΦΕΚ Β 354/ 2011), με τίτλο «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις».
- Εγκύκλιος 1589 με διευκρινίσεις σχετικά με την ορθή εφαρμογή της Κ.Υ.Α 45116/ 02-02-2011 (ΦΕΚ Β 354/ 2011), με τίτλο «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)
- Κ.Υ.Α 191002/ 2013 με τροποποίηση της 145116/ 2011 κοινής υπουργικής απόφασης «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (Β 354)» και συναφείς διατάξεις(Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, 2017).

### Διαφύλαξη χλωρίδας και πανίδας

Είναι γνωστό ότι η διαφύλαξη της χλωρίδας και της πανίδας αποτελεί επένδυση για το μέλλον της ζωής στη γη. Παρόλα αυτά όμως, η εξαφάνιση των ειδών αυξάνεται δραματικά ιδιαίτερα λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας, σύμφωνα με την Εκτίμηση της Χιλιετίας για τα Οικοσυστήματα. Η ανεξέλεγκτη διάθεση λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων αποτελεί μια σημαντική περιβαλλοντική παράβαση.



Εικόνα 3.5: Επιπτώσεις στη χλωρίδα και πανίδα (Xalazi.gr, 2016).



Εικόνα 3.6: Οργανισμός Natura 2000 (Dasarxeio.com, 2017).

Οι ΕΕΛ καταβάλλουν καθημερινά συνεχείς και συστηματικές προσπάθειες για τη προστασία της χλωρίδας και πανίδας αλλά και γενικότερα στη προστασία του περιβάλλοντος. Όλες οι εγκαταστάσεις λυμάτων οφείλουν να ακολουθήσουν τις Οδηγίες που προβλέπονται και ειδικότερα αυτές που εντάσσονται σε περιοχές Δικτύου Natura 2000. Το Δίκτυο Natura 2000 είναι ένα πανευρωπαϊκό δίκτυο ζωνών για την προστασία της χλωρίδας και πανίδας, όπου έχει ως σκοπό να εξασφαλίσει τη διατήρηση σπάνιων, πολύτιμων και απειλούμενων ειδών που υπάρχουν κοντά στις ΕΕΛ (European Commission). Επίσης, το 1992, στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ προστέθηκε το ζήτημα προστασίας οικοτόπων και ειδών που προβλέπεται από τον Ν. 1650/1986 «για τη προστασία περιβάλλοντος»

### **Προστασία των υδάτινων πόρων του υδροφόρου ορίζοντα**

Η συνεχής ζήτηση για επαρκή ποιότητα και ποσότητα νερού καθιστά αναγκαία την εφαρμογή βιώσιμης διαχείρισης των υδατικών πόρων. Με τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αποτελεσματική λειτουργία έργων υποδομής και εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων μπορεί να περιοριστεί η αλόγιστη χρήση του νερού. Συγκεκριμένα επιτυγχάνεται με τη λήψη μέτρων εξοικονόμησης και με την επαναχρησιμοποίηση του νερού που προέρχεται από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων από τις ΕΕΛ. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί, ότι μια πολιτική ανάπτυξη πρέπει να λάβει υπόψιν τη διαχείριση ακραίων φαινομένων, όπως προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν λόγω πλημμυρών ή λειψυδρίας, ακόμη και μακροπρόθεσμα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις για την εξάλλειψη αυτών.



Εικόνα 3.7: Διαχείριση υδάτινων πόρων  
(Σκεκериάνης Ν., 2019).



Εικόνα 3.8: Η ποιότητα του νερού και η  
διάθεση του στο περιβάλλον (Unwater)

Η προστασία του υδροφόρου ορίζοντα εντάσσεται στον ευρύτερο όρο της διαχείρισης των υδατικών πόρων. Ως υδροφόρος ορίζοντας ή αλλιώς υπόγειες δεξαμενές, ορίζεται ως την κοιλότητα συσσώρευσης του ύδατος που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της γης. Η προστασία του υδροφόρου ορίζοντα έχει άμεση επαφή με τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, καθώς διαθέτουν άδειες χρήσης νερού και εγκεκριμένα σχέδια διαχείρισης λεκανών απορροής.

Ένας από τους αρμόδιους φορείς που συμβάλλει για κάθε ζήτημα που αφορά την προστασία και διαχείριση υδάτων είναι η Ειδική Γραμματεία Υδάτων που εντάσσεται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Η ΕΓΥ έχει ως αρμοδιότητα την κατάρτιση των προγραμμάτων προστασίας και διαχείρισης των υδατικών πόρων της Ελλάδας και συντονίζει τις υπηρεσίες και τους κρατικούς φορείς για την προστασία και την καλύτερη διαχείριση των υδάτινων πόρων (LifeNaturaThemis, 2019).

### Αξιοποίηση της παραγόμενης λάσπης

Ένα αναπόφευκτο ποσοστό του συνολικού ρυπαντικού φορτίου των ανεπεξέργαστων λυμάτων παρατηρείται ότι συσσωρεύεται στη λάσπη (ιλύς). Το γεγονός αυτό αποτελεί ένα περίπλοκο πρόβλημα από τις αυξανόμενες ποσότητες που παράγεται από τις ΕΕΛ. Στην Ελλάδα, έχει εντοπιστεί ότι το σύνολο των βιομηχανικών και αστικών ιλύων μεταφέρονται σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμάτων (ΧΥΤΑ) ή σε χωματερές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αποτελεί μια μέθοδο χαμηλού κόστους. Η εύρεση του κατάλληλου ΧΥΤΑ για την εναπόθεση της ιλύος είναι μια δύσκολη διαδικασία διότι έχει ως επακόλουθο τις αντιδράσεις των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής (Δημόπουλος Γ., 2001). Πρόσθετα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει επισημάνει την επιλογή της επαναχρησιμοποίησης της ιλύος και όχι την μεταφορά σε ΧΥΤΑ με βάση την Οδηγία 1999/31/ΕΕ «περί υγειονομικής ταφής απορριμάτων» και την ελληνική νομοθεσία Κ.Υ.Α 29407/3508/2002 με τίτλο «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων» (Στουραϊτή Χ., 2013).



Εικόνα 3.9: Εναπόθεση λυματολάσπης στο ΧΥΤΑ του Μαυρόλιθου (Ημερήσιος Κήρυκας, 2012)



Εικόνα 3.10: Εναπόθεση λυματολάσπης από την Ψυτάλεια στα Άνω Λιόσα (alter ego, 2005).

Επομένως, σύμφωνα με την Οδηγία 1999/31 είναι σημαντικό να παρθούν μέτρα και μέθοδοι με χαμηλό κόστος και σκοπό τη διαφύλαξη τόσο του περιβάλλοντος όσο και της δημόσιας υγείας, για την επαναχρησιμοποίηση της ιλύος. Ήδη ένα ικανοποιητικό ποσοστό των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων ακολουθούν την οδηγία της επαναχρησιμοποίησης στη γεωργία με τη χρήση ως λίπασμα. Βέβαια η χρήση της εφαρμόζεται υπό την προϋπόθεση επαρκούς τροποποίησης – επεξεργασίας, έτσι ώστε να διατίθεται ακίνδυνα με την κατάλληλη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων.



Εικόνα 3.11: Αρχικό στάδιο χρήσης ιλύος για τη παραγωγή βαμβακιού(Τσαντήλας Χ., 2011).



Εικόνα 3.12: Τελικό στάδιο από τη χρήση ιλύος για την παραγωγή βαμβακιού(Τσαντήλας Χ., 2011).

Μερικά παραδείγματα στον Ελλαδικό χώρο με την επαναχρησιμοποίηση ιλύος στην γεωργία:

- Χρήση ιλύος ως λίπασμα για την παραγωγή βαμβακιού, ΔΕΥΑΜΒ (1996 – 2000).
- Χρήση ιλύος για τη ανάπτυξη του σίτου, ΔΕΥΑΛ (1990)
- Χρήση ιλύος ως λίπασμα για την παραγωγήκαλαμποκιού, Διδακτορική διατριβή, Σαμαράς (2000)



- Μελέτη για τη διαχείριση ιλύος ΕΤΒΑ ΒΙ.ΠΕ. Λάρισας, ΕΤΒΑ (2010 – 2011)
- Χρήση ιλύος για την αποκατάσταση διαταραγμένων γαιών, Πρόγραμμα Υπ. Παιδείας Αρχιμήδης Ι.



Εικόνες 3.13 – 3.14: Χρήση ιλύος για τη παραγωγή καλαμποκιού (Τσαντήλας Χ., 2011).

Παρόλα αυτά, υπάρχει ακόμα μια επιφύλαξη στην χρήση της ιλύος. Ένας από τους λόγους είναι ότι ο εξοπλισμός και η τεχνογνωσία δεν είναι ακόμα στα επιθυμητά επίπεδα για τις απαιτούμενες δειγματοληψίες και αναλύσεις που απαιτούνται τόσο για την λάσπη όσο και για το έδαφος το οποίο την παραλαμβάνει (Τσαντήλας Χ., 2011).

### 3.1.2) Μειονεκτήματα των ΕΕΛ

#### Εκτεταμένος κίνδυνος ρύπανσης σε περιπτώσεις καταστροφών



Εικόνα 3.15: Πλημμύρα σε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων (KavyaBalaraman, 2016).



Εικόνα 3.16: Υπερχείλιση αποχετευτικού αγωγού (AlanCressler, USGS, 2009).



Με τον όρο του κινδύνου ορίζεται ως η φυσική διεργασία ή το φαινόμενο που μπορεί να συμβεί στη βιόσφαιρα, προκαλώντας με την εξέλιξη του μια καταστροφή, η οποία μπορεί να βλάψει το ανθρώπινο είδος ή να καταστρέψει ιδιοκτησίες, περιουσιακά στοιχεία και έργα. Ένας φυσικός κίνδυνος μπορεί να εκδηλωθεί σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα, τα αποτελέσματά του να είναι άμεσα, ανεξέλεγκτα, με πιθανές καταστροφές και καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Ο κίνδυνος συνδέεται άμεσα με τον όρο της καταστροφής. Πιο συγκεκριμένα, όταν υπάρχει κίνδυνος προκαλώντας τρωτότητα και ζημιές τότε εμφανίζεται το φαινόμενο της φυσικής καταστροφής. Μια φυσική καταστροφή μπορεί να οφείλεται από κάποιο σεισμό, πλημμύρα, τυφώνα, ανεμοστρόβιλο, εκρήξεις ηφαιστείου, καταιγίδα, ξηρασία κ.ά. Οι καταστροφές που προκαλούνται από σεισμούς, ηφαιστειακές εκρήξεις και κατολισθήσεις ξηρής μάζας ονομάζονται γεωφυσικές καταστροφές, ενώ αυτές που προκαλούνται από πλημμύρες και κατολισθήσεις υγρής μάζας (όπως είναι η χιονοστιβάδα) χαρακτηρίζονται ως υδρολογικές. Μια άλλη κατηγορία καταστροφών είναι οι μετεωρολογικές καταστροφές, οι οποίες εμφανίζονται με τη μορφή θύελλας ή καταιγίδας, ενώ αυτές που εμφανίζονται με τη μορφή ακραίων θερμοκρασιών, ξηρασίας και δασικών πυρκαγιών αποτελούν τις κλιματικές καταστροφές. Οι βιολογικές καταστροφές είναι αυτές που επηρεάζουν άμεσα τον άνθρωπο, καθώς προκαλούνται από την έκθεση των ζώντων οργανισμών σε παθογόνους μικροοργανισμούς. Μια φυσική καταστροφή δεν πρέπει να θεωρηθεί ως ένα αναπόφευκτο επακόλουθο ενός φυσικού κινδύνου. Η κοινωνία λαμβάνει τις κατάλληλες συνθήκες λειτουργίας δημιουργώντας ένα υπόβαθρο, ώστε με την εμφάνιση ενός κινδύνου, να μπορέσει να προσαρμοστεί και να ανταποκριθεί άμεσα για την εξάλειψη του.

Ο ΟΗΕ το 1992, όρισε τις φυσικές καταστροφές ως «σοβαρές διαταραχές στη λειτουργία της κοινωνίας, οι οποίες προκαλούν εκτεταμένες ανθρώπινες, υλικές ή περιβαλλοντικές απώλειες που υπερβαίνουν την ικανότητα της κοινωνίας να τις αντιμετωπίσει με τους ίδιους πόρους». Μάλιστα, ο ΟΗΕ συμβάλλει ενεργά με την ενημέρωση, πρόληψη και αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών διοργανώνοντας δράσεις και εκδηλώσεις με σκοπό την ενημέρωση και πρόληψη των πολιτών για να μειωθούν οι επιπτώσεις που προκαλούνται από τις καταστροφές.

## **Ευαλωτότητα των ΕΕΛ λόγω σεισμών και πλημμυρών**

Οι σεισμοί και οι πλημμύρες είναι η «Αχίλλειος πτέρνα» των Βιολογικών Εγκαταστάσεων διότι έχουν χαρακτηριστεί, με το πέρασμα των χρόνων, αρκετά ευάλωτες σε αυτές τις καταστροφές. Αναλυτικότερα παρακάτω στις Εικόνες 3.17 – 3.18 και 3.19 – 3.20 αναφέρονται περιπτώσεις καταστροφών σε ΕΕΛ οι οποίες οφείλονταν σε αυτούς τους λόγους:



## α) Πλημμύρες



Εικόνα 3.17: Αστοχία δεξαμενής μετά από πλημμύρα στη Φιλαδέλφεια ( DanSokil, 2020).



Εικόνα 3.18: Ολική καταστροφή εγκατάστασης (πλημμύρα) μετά από τυφώνα Χάρβεη στο Τέξας (HunterPowell, 2018)

Οι έντονες πλημμύρες είναι συχνές τα τελευταία χρόνια ειδικά στην χώρα μας και μπορεί να προκληθούν από έντονες βροχοπτώσεις, κύματα καταιγίδων, βλάβες αναχωμάτων ή φραγμάτων, ανεπαρκή αποστράγγιση και γενικότερα ελλιπή αντιπλημμυρικά έργα γύρω από την εκάστοτε εγκατάσταση. Τα φαινόμενα αυτά συμβαίνουν συχνά με μικρή ή καθόλου προειδοποίηση και μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές στις υποδομές πόσιμου νερού και αποχέτευσης. Οι πιο συχνές επιπτώσεις πλημμυρών που έχουν παρατηρηθεί είναι οι εξής:

- Σπασίματα σωληνώσεων λόγω εκροών, που μπορεί να οδηγήσουν σε διαρροές λυμάτων ή χαμηλή πίεση νερού σε όλη την περιοχή που εξυπηρετεί μια εγκατάσταση.
- Αποφράξεις από διάφορα σκουπίδια που εμποδίζουν την είσοδο ή την απομάκρυνση των γραμμών ύδρευσης και αποχέτευσης.
- Προσωρινή απώλεια της ηλεκτρικής ενέργειας και των γραμμών επικοινωνίας.

-Μεταβολή της ποιότητας του εισερχόμενου νερού και στα επεξεργασμένα λύματα, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης θολότητας, αυξημένα θρεπτικά συστατικά και άλλους πιθανούς μολυσματικούς παράγοντες.



- Περιορισμένη πρόσβαση στην εγκατάσταση λόγω θραυσμάτων, πλημμυρικών υδάτων και φθορών σε διαδρόμους της εγκατάστασης.
- Απώλεια της δυνατότητας ελέγχου της ποιότητας του νερού λόγω περιορισμένης πρόσβασης στην εγκατάσταση και στα εργαστήρια καθώς και φθορών στον εξοπλισμό της εγκατάστασης (EPA, 2015).

## β) Σεισμοί



Εικόνα 3.19: Αποκομμένος σωλήνας μετά από έντονες σεισμικές δονήσεις σε εγκατάσταση επεξεργασία λυμάτων (EPA Office of Water, 2018).



Εικόνα 3.20: Κατεστραμμένος διανυστήρας μετά από δυνατό σεισμό (EPA, 2015).

Οι επιπτώσεις του σεισμού στις ΕΕΛ επηρεάζουν τόσο άμεσα όσο και έμμεσα στη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Οι άμεσες επιπτώσεις των σεισμών στα συστήματα αποχέτευσης είναι οι ζημιές που προκαλούνται άμεσα λόγω της εδαφικής δόνησης ή της μόνιμης μετακίνησης του εδάφους (Heubach, 2002). Οι άμεσες ζημιές στις εγκαταστάσεις ή στα αντλιοστάσια λυμάτων μπορεί να είναι δομικές, μη δομικές βλάβες και λειτουργικές σε διάφορα τμήματα μιας εγκατάστασης (Heubach, 2002). Οι έμμεσες ζημιές από ένα σεισμό στα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων μπορεί να προκληθούν από ένα τσουνάμι, μια πλημμύρα (Edwards, 2005) ή ακόμη και από μια αλλαγή των ωκεανογραφικών χαρακτηριστικών κοντά στην έξοδο της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων (Morkocetal, 2007).

Η έντονη εδαφική κίνηση των σεισμών έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει μεγάλες ζημιές στις εγκαταστάσεις, ιδίως δεδομένου ότι οι πλειοψηφία των περισσότερων εγκαταστάσεων είναι κατασκευασμένες από άκαμπτα υλικά (π.χ. σκυρόδεμα, μεταλλικοί σωλήνες). Οι σεισμοί δημιουργούν πολλές αλυσιδωτές και δευτερογενείς επιπτώσεις που μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τα εξής:



- Δομικές ζημιές στις υποδομές και τον εξοπλισμό των εγκαταστάσεων.
- Βλάβες ή και κατάρρευση των δεξαμενών νερού
- Βλάβη στις γραμμές μεταφοράς νερού.
- Βλάβες στις γραμμές διανομής λόγω μετατόπισης του εδάφους και εδαφικής συμπίεσης, με αποτέλεσμα πιθανή απώλεια νερού, διακοπή της παροχής υπηρεσιών νερού, χαμηλή πίεση, μόλυνση και καταβόθρες ή/και μεγάλες λίμνες νερού σε όλη την περιοχή εξυπηρέτησης.
- Απώλεια υποδομών ηλεκτρικής ενέργειας και επικοινωνιών.
- Περιορισμένη πρόσβαση στις εγκαταστάσεις λόγω συντριμμιών και ζημιών στους δρόμους όπως και στην περίπτωση πλημμύρας(EPA, 2015).

### Προβλήματα δυσοσμίας

Οι ΕΕΛ είναι πολύ γνωστές ως έντονη πηγή οσμών. Οσμέςπου διαφεύγουν από την επεξεργασία λυμάτων έχουν καταστεί σημαντική πηγή περιβαλλοντικής ενόχλησης, δεδομένου ότι τα παράπονα που σχετίζονται με τις οσμέςαπό τις κοινότητες που περιβάλλουν τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων έχουν αυξηθείαρκετά τα τελευταία χρόνια(Kalogerakis, 2010).

Η οσμή οφείλεται κυρίως στην παρουσία υδρόθειου, αλλά μπορεί επίσης να περιλαμβάνει θειόλες και οργανικά οξέα που συμβάλλουν για την ανάπτυξη βακτηρίων που μειώνουν το θείο. Ορισμένες δύσοσμες ενώσειςπροκαλούν σοβαρούς επαγγελματικούς κινδύνους σε κλειστούς χώρους εντός των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων ( R. Stuetz - F. B. Frechen, 2005). Το αέριο υδρόθειο είναι εξαιρετικά διαβρωτικό και, ως εκ τούτου, πρέπει να απομακρύνεται και να επεξεργάζεταικατάλληλα προκειμένου να αποφευχθούν βλάβες στον μεταγενέστερο εξοπλισμό(Makwater, 2017).

Οι καιρικές συνθήκες μπορούν να προκαλέσουν εντονότερες οσμές. Οι θερμοκρασιακές αναστροφές, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου συμβάλλουν στο πόσο μακριά μεταφέρονται οι εκπομπές οσμών. Οι οσμές είναι συνήθως χειρότερες σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Αν συνυπολογίσουμε και την αυξημένη δραστηριότητατους καλοκαιρινούς μήνες, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι οι πολίτες διαμαρτύρονται περισσότερο αυτές τις περιόδους για τις έντονες οσμές.Από εκεί και πέρα, η κατάλληλη συντήρηση των εγκαταστάσεων, είτε προγραμματισμένη είτε μη προγραμματισμένη, και οι αναβαθμίσεις των διεργασιών επεξεργασίας είναι άλλες αιτίες που μπορεί να επηρεάσουν τη σοβαρότητα των επιπτώσεων από τις οσμές (Waterworld, 2016).



Εικόνα 3.21: Έντονες δυσοσμίες ιδιαίτερα στις μονάδες κοπρανώδους ιλύος (AndreasUlrich, 2020).



Εικόνα 3.22: Άσχημες οσμές μετά από καθυστέρηση εργασιών επισκευής στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων στο Δουβλίνο (StephenMcDermott, 2019).

Παρόλο όμως που οι περισσότερες οσμές περιορίζονται εντός των εγκαταστάσεων, ορισμένες οσμές μεταφέρονται και στις γύρω περιοχές. Αιωρούνται σε δημόσια πάρκα και κατοικίες που έχουν χτιστεί γύρω από τις εγκαταστάσεις. Όπως είναι κατανοητό, οι εκάστοτε κοινότητες δεν είναι ανεκτικές σε αυτές τις ενοχλητικές οσμές, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσανασχετισμοί. Ανάλογα με την ένταση των οσμών, οι πολίτες συχνά διαμαρτύρονται έντονα και πιέζουν τους υπευθύνους να βρεθεί κάποια λύση, ή απευθύνονται στους δημάρχους και στα μέσα ενημέρωσης. Οι ανεξέλεγκτες οσμές μπορούν επίσης να επηρεάσουν όπως προαναφέραμε, τη συνολική εργασιακή ικανοποίηση των εργαζομένων. Αυτό είναι ένα επιπλέον κίνητρο για τους ίδιους τους εργαζομένους των εγκαταστάσεων να τους ωθεί να καταβάλλουν προσπάθειες για τη βελτίωση του εργασιακού τους περιβάλλοντος με καλύτερο έλεγχο των οσμών (Waterworld, 2016).

Συμπερασματικά, λόγω της επιβολής περιβαλλοντικών κανονισμών και της αυξανόμενης ευαισθητοποίησης των εταιρειών που λειτουργούν ΕΕΑ για τη δημόσια εικόνα τους, η διαχείριση των οσμών έχει καταστεί προτεραιότητα στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των ΕΕΑ (VincenzoB. - VincenzoN. - TizianoZ., 2015).

### Υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις

Οι ΕΕΑ απαιτούν αρκετά υψηλά ποσοστά ενέργειας για την ομαλή λειτουργία τους και ειδικότερα αυτές των μεγάλων πόλεων. Και καθώς οι ανάγκες επεξεργασίας γίνονται όλο ένα και πιο αυστηρές, η απαιτούμενη ενέργεια αυξάνεται συνεχώς. Οι ενεργειακές απαιτήσεις ποικίλουν από εγκατάσταση σε εγκατάσταση με βάση τον ισοδύναμο πληθυσμό που εξυπηρετούν, την ποιότητα των λυμάτων που ζητείται, την τοποθεσία τους, τον Η/Μ εξοπλισμό τους και τις μεθόδους που χρησιμοποιούν (Σιάτου Α., 2018). Η κατανάλωση ενέργειας των εγκαταστάσεων αυξάνεται με τα χρόνια διότι αυξάνονται και τα επίπεδα-μέθοδοι επεξεργασίας



των λυμάτων και του νερού. Την ίδια στιγμή πληθαίνουν και αυστηροποιούνται οι περιβαλλοντικοί όροι, πράγμα που οδηγεί όλο και περισσότερες ΕΕΛ (που θέλουν να συμμορφωθούν) να χρησιμοποιούν και την τρίτοβάθμια επεξεργασία η οποία αυξάνει τις ενεργειακές απαιτήσεις σε μεγαλύτερο ποσοστό και έτσι ωθεί σε ακριβά κόστη λειτουργίας τους. Η κατανάλωση ισχύος δεν εξαρτάται μόνο από το μέγεθος μιας μονάδας, αλλά και από το σχεδιασμό της (Μπαμπίλης Χ., 2018). Οι εγκαταστάσεις χωρίς απομάκρυνση θρεπτικών ουσιών καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια ενώ οι εγκαταστάσεις χωρίς αναερόβια χώνευση καταναλώνουν περισσότερη. Επομένως, παρατηρείται ότι ο αερισμός είναι η κύρια διεργασία που καταναλώνει ενέργεια στην επεξεργασία λυμάτων, αντιπροσωπεύοντας το μισό κόστος της συνολικής επεξεργασίας λυμάτων, ακολουθούμενη από την επεξεργασία των βιοστερεών και την άντληση (Lyn Corum, 2018).



Εικόνα 3.23: Ενεργειακές απαιτήσεις εγκαταστάσεων (Fluence News Team, 2020).



Εικόνα 3.24: Ενεργειακές αποδόσεις των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων (LynCorum, 2018).

Ο χειρισμός και η επεξεργασία των βιοστερεών μπορεί να αντιπροσωπεύει το ένα τρίτο της συνολικής χρήσης ενέργειας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων. Εάν η ανάκτηση ενέργειας δεν αποτελεί λύση, ο στόχος θα είναι να καταστούν τα βιοστερεά αβλαβή ώστε να μπορούν να διατεθούν. Εάν γίνει αφυδάτωση, που απαιτεί τη χρήση φυσικού αερίου, το κόστος μπορεί να είναι σημαντικό, ενώ εάν τα βιοστερεά ξηραίνονται σε κλίνες, το ενεργειακό κόστος είναι μικρό. Από την άλλη πλευρά, εάν τα βιοστερεά αποτεφρώνονται, το κόστος θα μπορούσε και πάλι να είναι σημαντικό, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν μόνο περίπου 100 εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων με αποτεφρωτήρες σε σύνολο 15.000 δημόσιων εγκαταστάσεων επεξεργασίας παρατηρούνται στις ΗΠΑ (Lyn Corum, 2018).

Οι προσπάθειες για εξοικονόμηση ενέργειας δεν πρέπει να θέτουν σε κίνδυνο την ποιότητα της επεξεργασίας των λυμάτων και της ιλύος, αλλά η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης συνήθως συμβαδίζει με αποτελεσματικότερη επεξεργασία και λειτουργία. Οι δυνατότητες



εφαρμογής λύσεων μετατροπής αποβλήτων σε ενέργεια σε μικρότερη κλίμακα παραμένουν σε μεγάλο βαθμό ανεκμετάλλευτες. Υπάρχει ανάγκη να διευκολυνθεί και να επιταχυνθεί η εφαρμογή καινοτομιών ανάκτησης πόρων, όπου τα περισσότερα αστικά λύματα εξακολουθούν να καταλήγουν στο περιβάλλον ανεπεξέργαστα. Αυτό αφορά κυρίως τις αναπτυσσόμενες μικρές και μεσαίου μεγέθους πόλεις, όπου η γεωργική γη εξακολουθεί να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση, αλλά και τις αστικές γεωργικές περιοχές γύρω από τις μεγαλύτερες πόλεις.

Καθώς το νερό γίνεται όλο και πιο σπάνιο στην εποχή της κλιματικής αλλαγής, η αποκεντρωμένη επεξεργασία (που βρίσκεται δίπλα στο σημείο ανάγκης και παροχής) βρίσκει εξαιρετικά διευρυμένες αγορές σε μικρή και μεσαία κλίμακα. Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να μετατραπεί σε πλεονέκτημα εάν η ενέργεια που ανακτάται τροφοδοτεί τη διαδικασία επεξεργασίας έτσι θα οδηγήσει ακόμη και σε θετική ροή εσόδων (Fluence News Team, 2020).

## 3.2 Η ανάγκη εκτίμησης της σεισμικής τρωτότητας

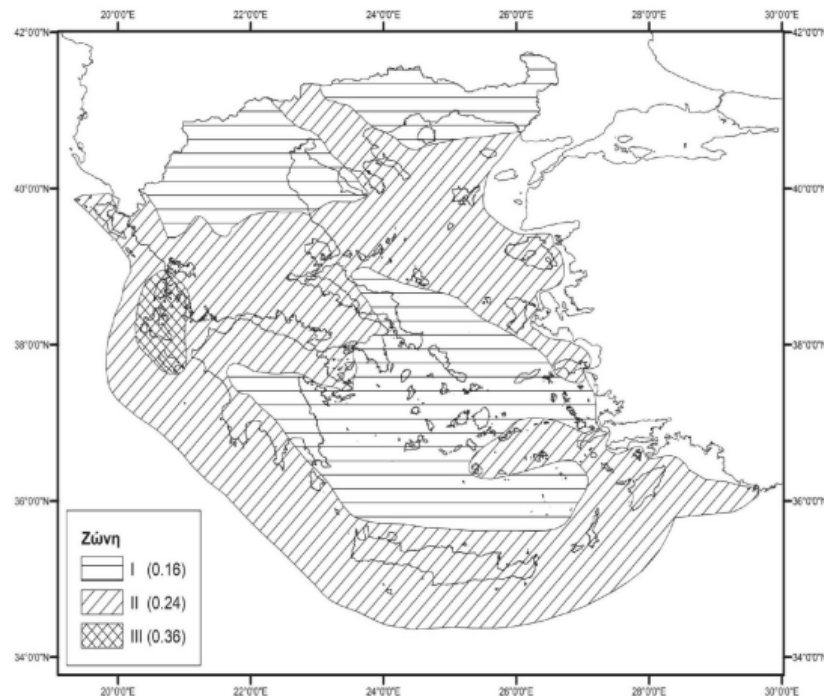
### 3.2.1 Σεισμικότητα των περιοχών που διαθέτουν ΕΕΛ

Ο σεισμός αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο εκδηλώνεται σε αρκετές χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι περισσότεροι σεισμοί που έχουν εκδηλωθεί οφείλονται κυρίως στις κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών. Η Ελλάδα βρίσκεται στα όρια επαφής και σύγκλισης της Ευρασιατικής πλάκας με την Αφρικανική, επομένως παρουσιάζει έντονη σεισμική δραστηριότητα. Η σεισμικότητα μιας περιοχής καθορίζεται από τη συχνότητα εμφάνισης των σεισμών και τα μεγέθη τους (Ο.Α.Σ.Π., 1983). Κύριο φορέα για την χάραξη αντισεισμικής πολιτικής στον ελλαδικό χώρο αποτελεί ο ΟΑΣΠ. Ανάλογα με τις περιοχές υπάρχει η πιθανότητα να πληγούν από έντονες σεισμικές δονήσεις καθορίζονται και τα αντισεισμικά μέτρα τα οποία θα πρέπει να εφαρμοστούν (Δ. Γιαννακόπουλος, 2015).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το 2004 τέθηκε σε εφαρμογή ο χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας, όπου η χώρα μας χωρίζεται σε 3 Ζώνες Σεισμικής επικινδυνότητας. Όπως παρατηρούμε και στην Εικόνα 3.25 έχουμε την σεισμική ζώνη III όπου είναι οι περιοχές με μεγάλη σεισμική επικινδυνότητα, η ζώνη II με μέτρια επικινδυνότητα και ζώνη I περιοχές με μικρή σεισμική επικινδυνότητα. Σεισμική επικινδυνότητα εννοούμε την πιθανότητα να συμβεί μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και σε μια συγκεκριμένη περιοχή σεισμός ίσος ή μεγαλύτερος από ένα ορισμένο μέγεθος (Δ. Γιαννακόπουλος, 2015).

Με βάση τον παραπάνω χάρτη μπορούμε να διακρίνουμε και τη σχέση του με τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Αναλυτικότερα, οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται στο Ιόνιο Πέλαγος (συγκεκριμένα είναι συνολικά 9 εγκαταστάσεις σύμφωνα με την Ειδική Γραμματεία Υδάτων), όπως ΕΕΛ Ζακύνθου, Σάμης, Ληξούρι, Αργοστόλι, Βασιλικής και Λευκάδας υπάγονται στη ζώνη III, επομένως εμφανίζουν έντονη σεισμική επικινδυνότητα. Είναι οι εγκαταστάσεις που πιθανόν έχουν περισσότερες βλάβες από την εμφάνιση ενός σεισμού σε σχέση με αυτές στον υπόλοιπο ελλαδικό χώρο. Στη συνέχεια έχουμε την σεισμική ζώνη II

δηλαδή οι εγκαταστάσεις που έχουν μέτρια επικινδυνότητα. Οι εγκαταστάσεις αυτές βρίσκονται κυρίως στη Κρήτη, Δυτική Ελλάδα, Στερεά Ελλάδα, Θεσσαλία και Βόρειο Αιγαίο. Ενδεικτικά αυτές είναι οι ΕΕΛ Λάρισας, Βόλου, Πάτρας, Χανίων, Ηρακλείου και Ρόδου. Συμπληρωματικά, έχουμε και τις εγκαταστάσεις που βρίσκονται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I με μικρή σεισμική επικινδυνότητα. Οι εγκαταστάσεις αυτές που ανήκουν σε αυτή τη ζώνη βρίσκονται κυρίως στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, τη Δυτική Μακεδονία και το Νότιο Αιγαίο. Ενδεικτικά, κάποιες σημαντικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων που βρίσκονται σε σεισμική ζώνη I είναι της Ψυττάλειας, της Θεσσαλονίκης, της Καβάλας και της Βέροιας.



Εικόνα 3.25: Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας (ΦΕΚ, 2003).

Μετά από έναν σεισμό είναι απαραίτητο τα συστήματα αυτά να λειτουργούν πλήρως ή τουλάχιστον εν μέρει για την ορθή λειτουργία τους. Επιπλέον, η αστοχία του συστήματος μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση του περιβάλλοντος με τη διαρροή ανεπεξεργαστων λυμάτων σε έδαφος ή/και την απόρριψή τους σε επιφανειακά υδάτινα σώματα.

### 3.2.2 ΜΠΕ και η σχέση τους με τη σεισμική τρωτότητα

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων βρίσκονται συχνά σε παράκτιες ζώνες ή/και κοντά σε ποτάμια, δεδομένου ότι τα λύματά τους απορρίπτονται στη θάλασσα ή σε άλλα επιφανειακά υδάτινα σώματα (π.χ. ποτάμια και λίμνες). Οι ζώνες αυτές αποτελούνται συνήθως



από μαλακάζιματογενείς αποθέσεις ή κορεσμένα στρώματα χαλαρής άμμου και, για το λόγο αυτό, η σεισμική απόκριση των εγκαταστάσεων θα μπορούσε να επηρεαστεί έντονα από τις γεωτεχνικές επιδράσεις (A. Panico, I. Floriana, G. Fabbrocin, F. Pirrozi, 2015). Συνεπώς, δημιουργείται η ανάγκη για την ανάλυση της σεισμικότητας των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων υπό το πρίσμα των ΜΠΕ.

Οι βλάβες που παρατηρούνται έπειτα από την εμφάνιση ενός ισχυρού σεισμού, καθώς και το γεγονός ότι η υποχρεωτική εφαρμογή των Αντισεισμικών Κανονισμών ισχύει για κτίρια μετά το 2000, καθιστούν κρίσιμη την ανάγκη για αποτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των εγκαταστάσεων. Δεδομένου της ύπαρξης ΜΠΕ των εγκαταστάσεων μπορεί να γίνει περαιτέρω έρευνα σε ότι αφορά τις σεισμικές δονήσεις αλλά και τις επιπτώσεις που μπορεί να εμφανιστούν, ιδιαίτερα στο περιβάλλον αλλά και στους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούμε για να γίνει εκτίμηση τρωτότητας είναι είτε με ποιοτική αξιολόγηση (όπως η μέθοδος της χορήγησης ερωτηματολογίου), είτε με αναλυτική αξιολόγηση (όπως η μέθοδος με βάση τις καμπύλες τρωτότητας) (Α. Ι. Κάππος, 2012). Στη παρούσα διπλωματική δημιουργήθηκε η ανάγκη ποιοτικής έρευνας λόγω:

- της υψηλής σεισμικότητας της Ελλάδας
- του μειωμένου χρόνου που είχαμε στη διάθεσή μας, καθώς δεν υπάρχει δυνατότητα βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης των επερχόμενων σεισμών
- των ιδιαιτεροτήτων της σεισμικής δόνησης ως προς άλλες καταστροφές (πχ εξελίσσεται πολύ γρήγορα κλπ)
- Της κρισιμότητας των ΕΕΛ καθώς είναι έργα υποδομής και οι σεισμικές επιπτώσεις τους μπορεί να επηρεάσουν μεγάλο μέρος του πληθυσμού καθώς και το περιβάλλον.

Επίσης, ένας ακόμα λόγος επιλογής της ποιοτικής έρευνας μέσω των ΜΠΕ είναι διότι αυτές διαθέτουν θεσμοθετημένο πλαίσιο, είναι καταγεγραμμένες από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων, έχουν διεξαχθεί σε μεγάλο ποσοστό σε όλο τον ελλαδικό χώρο (100%) και έχουν εγκριθεί με Αποφάσεις της Περιφέρειας από την Ελληνική Πολιτεία. Συνολικά όλες οι ΕΕΛ διαθέτουν ΜΠΕ, όπου προβλέπουν πιθανές βλάβες (είτε στην ιδανική περίπτωση καταγραφονται παρελθοντικές βλάβες) έτσι ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις τόσο στον άνθρωπο όσο και στο περιβάλλον. Στην Ελλάδα παρόλο που υπάρχουν έντονες σεισμικές δονήσεις δεν έχουν παρατηρηθεί ιδιαίτερες βλάβες ακόμα και μετά από μεγάλους σεισμούς, λόγω της μικρής ηλικίας των εγκαταστάσεων και του θεσμοθετημένου πλαισίου που τις διέπει. Αναλυτικά μέσω των ΜΠΕ των εγκαταστάσεων και με τη χρήση του ερωτηματολογίου μπορούμε να εκτιμήσουμε τις πιθανές μελλοντικές βλάβες λόγω της σεισμικής τρωτότητας τους.

Συμπληρωματικά η παρούσα διπλωματική αποτελεί την αφετηρία για την έρευνα των εγκαταστάσεων σε ότι αφορά τις σεισμικές δονήσεις και τις βλάβες που προκαλούνται, ενώ θα αποτελέσει σημαντική ρόλο και σε μελλοντικές έρευνες που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: Μεθοδολογία Έρευνας ως προς την σεισμική τρωτότητα

### 4.1 Αντιπροσωπευτικό δείγμα – Πιλοτική έρευνα

Μετά από πιλοτική έρευνα (τυχαίας δειγματοληψίας) επτά (7) Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων (Νικήτης, Σέρβια, Μονεμβασιάς, Πύργου, Αιγίου, Δικαίου και Λαμίας) δημιουργήθηκε το Ερωτηματολόγιο του Παραρτήματος. Επίσης, η μορφοποίηση των ερωτήσεων που δημιουργήθηκαν πραγματοποιήθηκε σε συνάρτηση με την αναλυτική εξέταση των ήδη υπαρχόντων ΜΠΕ.

Για την εύρεση του αντιπροσωπευτικού δείγματος, κατηγοριοποιήθηκαν οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις της Ελλάδας σύμφωνα με την Ειδική Γραμματεία Υδάτων. Το συνολικό πλήθος που λειτουργούν με Β' Βάθμια και Γ' Βάθμια επεξεργασία είναι 231 (και συγκεκριμένα 34 εγκαταστάσεις με Β' Βάθμια και 197 με Γ' Βάθμια). Η κατηγοριοποίηση των εγκαταστάσεων έγινε σύμφωνα με την Σεισμική Επικινδυνότητα στην οποία ανήκει η κάθε εγκατάσταση (Α, Β ή Γ Ζώνη), την επεξεργασία που διαθέτει (δηλαδή Β' Βάθμια ή Γ' Βάθμια επεξεργασία), το πλήθος των κατοίκων που εξυπηρετεί (σύμφωνα με το Μέσο Ισοδύναμο Πληθυσμό της) και την κατηγορία του αποδέκτη (ευαίσθητος ή όχι). Ακολουθήθηκε μια στρωματοποιημένη δειγματοληψία με την απαίτηση να περιλαμβάνει όλες τις κατηγορίες των ανωτέρω κατηγοριών, ώστε να βρεθούν τυχόν διαφοροποιήσεις.

Επομένως, με βάση των παραπάνω διαμορφώσαμε το αντιπροσωπευτικό δείγμα όπου αποτελείται από 118 εγκαταστάσεις, σε όλη την Ελλάδα, μαζί με την πιλοτική έρευνα, η οποία αποτελείται από επτά εγκαταστάσεις (καθώς δεν υπήρξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ του ερωτηματολογίου που διαμορφώθηκε μέσω της πιλοτικής έρευνας και του τελικού ερωτηματολογίου). Η περίοδος διεξαγωγής της πιλοτικής έρευνας ήταν ένας μήνα (Απρίλιος 2021), καθώς έγιναν κάποιες αλλαγές ως προς την σαφήνεια των ερωτήσεων κυρίως και επεξηγήσεις για τη δημιουργία του τελικού ερωτηματολογίου. Στην συνέχεια ακολούθησε η χορήγηση και στις υπόλοιπες εγκαταστάσεις, όπου απαντήθηκε επιτυχώς από τους αποδέκτες σε ποσοστό 100%.

### 4.2 Αποδέκτες ερωτηματολογίου - Μέθοδος χορήγησης

Οι αποδέκτες του ερωτηματολογίου ήταν κυρίως μελετητές, καθώς επίσης και ελεγκτές/επιθεωρητές, περιβαλλοντολόγους μελετητές και άλλοι υπεύθυνοι των εγκαταστάσεων. Για την εύρεση των αποδεκτών πολύτιμη βοήθεια αποτέλεσε η εγγραφή και μελέτη αρκετών ΜΠΕ στο ΗΠΜ (Ηλεκτρονικό Περιβαλλοντικό Μητρώο, link: <https://eprm.ypen.gr/>) καθώς και



μέσω κοινοποιήσεων στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (όπως LinkedIn και Facebook) ιδιαίτερα σε ομάδες αποκεντρωμένης διοίκησης σε όλο τον ελλαδικό χώρο.

Αναλυτικότερα, η εύρεση των ερωτώμενων έγινε αρχικά μέσω των ΜΠΕ του Ηλεκτρονικού Περιβαλλοντικού Μητρώου. Μετά από τηλεφωνική επικοινωνία γινόταν η συλλογή των emails και μέσω αυτών έγινε και η χορήγηση του ερωτηματολογίου. Αρκετές εγκαταστάσεις όμως δεν είχαν καταχωρημένη κάποια ΜΠΕ στο ΗΠΜ. Επομένως άλλη μια μέθοδος χορήγησης με αρκετά μεγάλη ανταπόκριση ήταν η εύρεση ομάδων (στο Facebook) από μελετητές ή αποκεντρωμένων διοικήσεων και η χορήγηση του ερωτηματολογίου σε αυτές. Έπειτα, μερικές ακόμα απαντήσεις συλλέχθηκαν μετά από άμεση επικοινωνία με τους ερωτώμενους στο LinkedIn, όπου μετά από συνομιλία γινόταν η χορήγηση του ερωτηματολογίου.

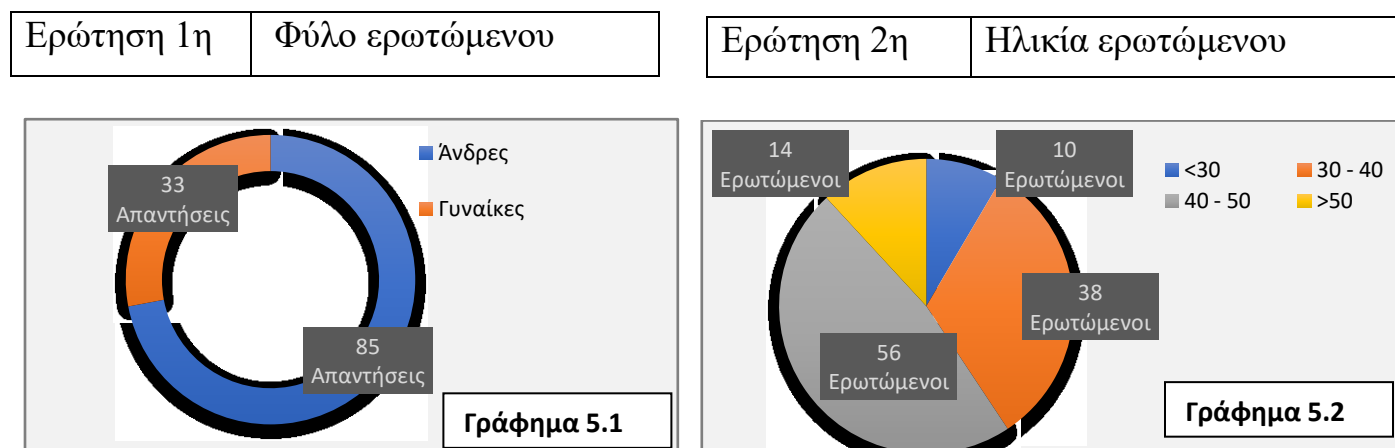
### **4.3 Χρονική διάρκεια έρευνας**

Συνολικά η διπλωματική εργασία διήρκησε σχεδόν 1.5 χρόνο. Στους πρώτους πέντε μήνες (Νοέμβριος 2020 – Μάρτιος 2021) έγινε η έρευνα των ΜΠΕ και η μορφοποίηση των ερωτήσεων για τη δημιουργία του ερωτηματολογίου. Έπειτα, αφού έγινε η κατηγοριοποίηση των ΕΕΛ και βγάλαμε το αντιπροσωπευτικό δείγμα ακολούθησε η χορήγηση του ερωτηματολογίου στις πρώτες επτά εγκαταστάσεις, όπου αποτελεί και την πιλοτική έρευνα. Η πιλοτική έρευνα διήρκησε περίπου ένα μήνα, τον Απρίλιο του 2021 και στην συνέχεια έγιναν κάποιες αλλαγές ως προς την σαφήνεια των ερωτήσεων και προστέθηκαν κάποιες επεξηγήσεις για τη δημιουργία του τελικού ερωτηματολογίου. Τέλος, από τον Μάιο του 2021 μέχρι και τον Ιανουάριο του 2022 (εννέα μήνες) έγινε η χορήγηση του τελικού ερωτηματολογίου και στους υπόλοιπους ερωτώμενους του αντιπροσωπευτικού δείγματος, όπου απαντήθηκε επιτυχώς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται όλα τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις των ερωτώμενων μέσω γραφημάτων καθώς και ο σχολιασμός αυτών.

### Α. Ταυτότητα ερωτώμενου



**Γράφημα 5.1:** Φύλο ερωτώμενων.

**Γράφημα 5.2:** Κατανομή ηλικιών του δείγματος.

Στην ερώτηση 1 καταγράφεται το φύλο των ερωτώμενων. Από τους 118 ερωτώμενους (111 δείγμα + 7 πιλοτικές απαντήσεις) συμμετείχαν 85 άντρες και 33 γυναίκες.

Στην ερώτηση 2 οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να επιλέξουν την ηλικία τους με βάση την ηλικιακή ομάδα που ανήκουν. Παρατηρείται ότι το δείγμα αποτελείται κυρίως από άτομα ηλικίας 40 – 50 ετών.

Ερώτηση 3η Εκπαίδευση σε θέματα υγειονομικής τεχνολογίας (σε επίπεδο Βασικής / Μεταπτυχιακής Α' & Β' επιπέδου).



**Γράφημα 5.3:** Εκπαίδευση σε θέματα υγειονομικής τεχνολογίας (σε επίπεδο Βασικής / Μεταπτυχιακής Α' & Β' επιπέδου).

Παρατηρείται ότι 95 ερωτώμενοι έχουν κάποια εκπαίδευση σε θέματα υγειονομικής τεχνολογίας ενώ 23 ερωτώμενοι δεν διαθέτουν κάποια εκπαίδευση.

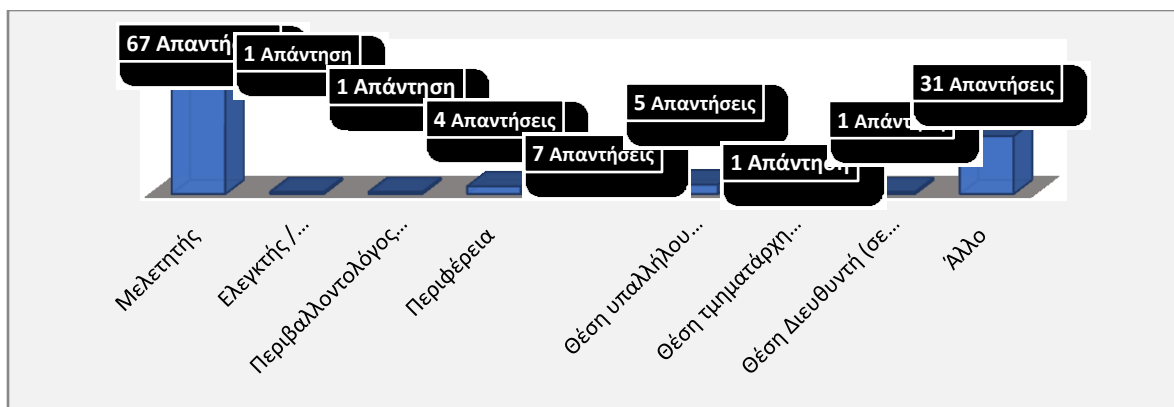
Ερώτηση 4η Εμπειρία σε θέματα ΕΕΛ.



**Γράφημα 5.4:** Εμπειρία σε θέματα ΕΕΛ.

Στο παραπάνω γράφημα οι ερωτώμενοι απάντησαν τα χρόνια εμπειρίας που διαθέτουν είτε στην εγκατάσταση την οποία εργάζονται ή την γενική εμπειρία γνώσεων που διαθέτουν. Παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι ερωτώμενοι έχουν εμπειρία πάνω από 10 έτη.

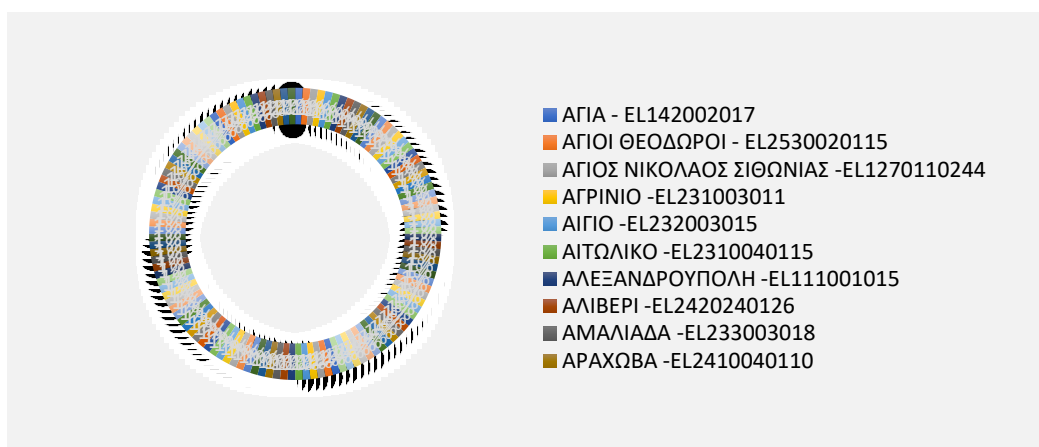
Ερώτηση 5η	Υπεύθυνη θέση ερωτώμενου
------------	--------------------------



**Γράφημα 5.5:** Υπεύθυνη θέση ερωτώμενων στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων.

Οι ερωτώμενοι δήλωσαν την θέση την οποία κατέχουν σε μια εγκατάσταση ή την θέση σε που μπορεί να έχουν εκτός της εγκατάστασης. Συγκεκριμένα το μεγαλύτερο ποσοστό απάντησε ότι είναι Μελετητές με 67 απαντήσεις ενώ με 31 απαντήσεις κατέχουν κάποια άλλη θέση. Αυτή μπορεί να είναι κάποια θέση όπως Υπεύθυνος λειτουργίας και συντήρησης, Τεχνικός ασφαλείας, Εξωτερικός συνεργάτης – Επιβλέπων κ.ά.

Ερώτηση 6η	Ονομασία ΕΕΛ
------------	--------------



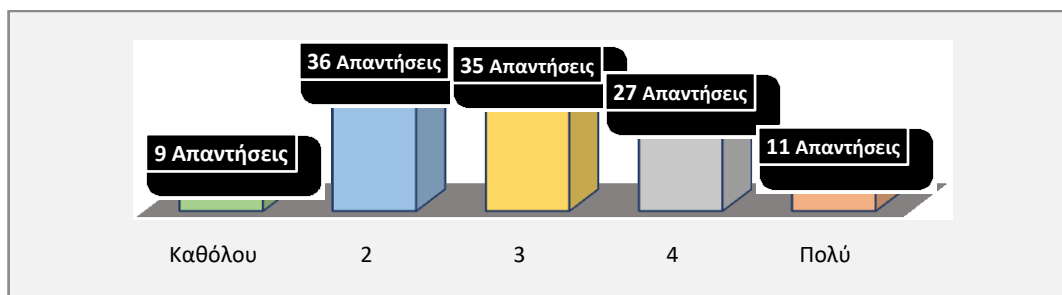
**Γράφημα 5.6:** Ονομασία εγκατάστασης της εργασία ή της ΜΠΕ που έχει υλοποιηθεί.

Στην ερώτηση αυτή ο ερωτώμενος δηλώνει την ονομασία της ΕΕΛ (μαζί με τον μοναδικό κωδικό που διαθέτει η κάθε εγκατάσταση) στην οποία εργάζονται ή έχουν υλοποιήσει ΜΠΕ. Το γράφημα αυτό διαθέτει μια απάντηση από κάθε εγκατάσταση και το σύνολο των



απαντήσεων αποτελεί το αντιπροσωπευτικό δείγμα της έρευνας που είναι 118 εγκαταστάσεις, εκ των οποίων 7 πρώτες αποτελούν την πιλοτική έρευνα.

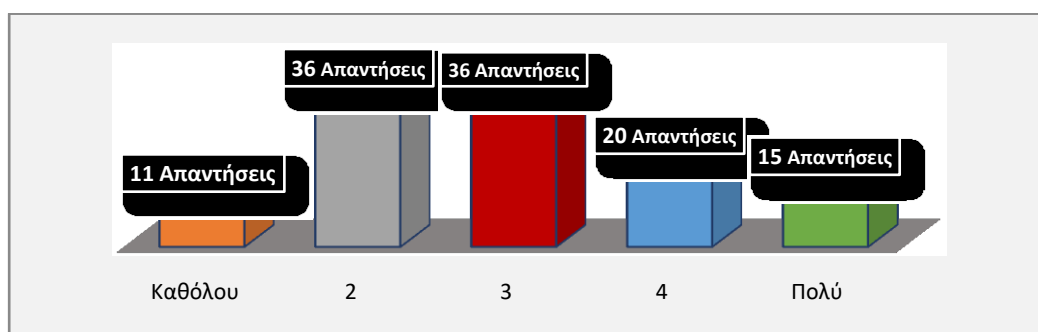
Ερώτηση 7η	Συνολικά, πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική τρωτότητα (ΔΤ, ΜΔΤ, ΛΤ) της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ τους;
------------	--



**Γράφημα 5.7:** Η συνολική σεισμική τρωτότητα (ΔΤ, ΜΔΤ, ΛΤ) της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ.

Σύμφωνα με τη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, οι ερωτώμενοι εκτίμησαν την συνολική σεισμική τρωτότητα (Δομική, Μη Δομική και Λειτουργική) της εγκατάστασης τους. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μικρή σεισμική τρωτότητα σε 36 εγκαταστάσεις. Ακολουθούν οι εγκαταστάσεις με μέτρια σεισμική επικινδυνότητα (35 απαντήσεις), ενώ 27 εγκαταστάσεις έχουν αρκετή σεισμική επικινδυνότητα και 11 ερωτώμενοι εκτίμησαν ότι υπάρχει πολύ μεγάλη.

Ερώτηση 8η	Συνολικά, πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική τρωτότητα (ΔΤ, ΜΔΤ, ΛΤ) της ΕΕΛ με συνέπεια τη Ρύπανση Εδάφους-Υδάτων, με βάση την ΜΠΕ τους;
------------	--

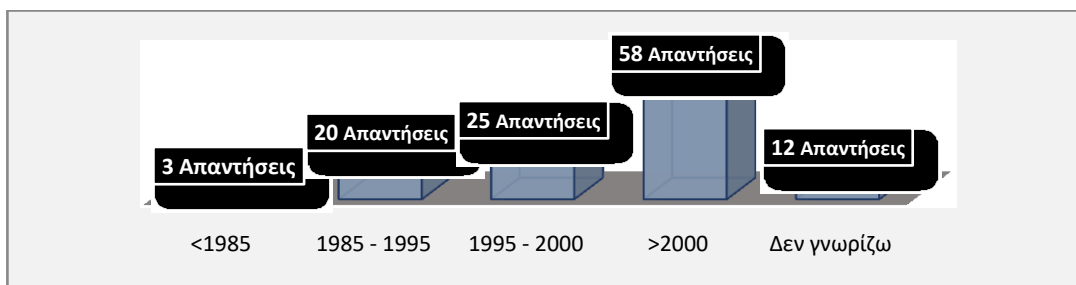


**Γράφημα 5.8:** Η συνολική σεισμική τρωτότητα (ΔΤ, ΜΔΤ, ΛΤ) της ΕΕΛ με συνέπεια τη Ρύπανση Εδάφους-Υδάτων, με βάση την ΜΠΕ.

Με βάση το παραπάνω γράφημα παρατηρούμε ότι έχουμε μια ισοβαθμία των εγκαταστάσεων που έχουν μικρή ή μετρια συνολική σεισμική τρωτότητα με συνέπεια τη Ρύπανση Εδάφους και Υδάτων, σύμφωνα με την ΜΠΕ τους.

**Β. ΔΟΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ** που εντοπίζεται στην ΜΠΕ της ΕΕΛ, για τη μετασεισμική περίοδο.

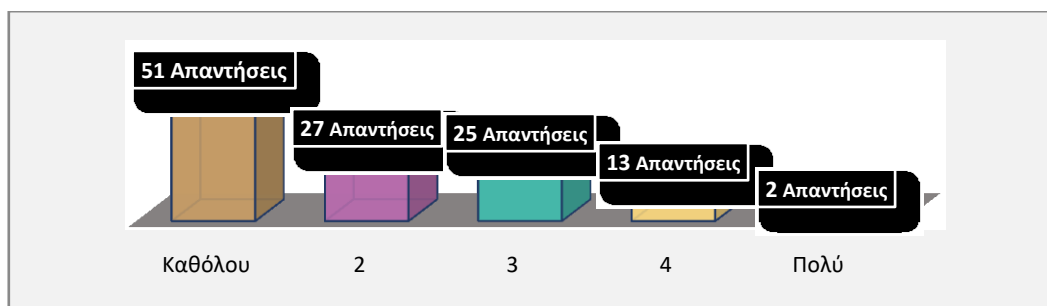
Ερώτηση 9η	Έτος κατασκευής (Παλαιοί Κανονισμοί <1995 και Νέοι Κανονισμοί >1995), της εγκατάστασης.
------------	---



**Γράφημα 5.9:** Έτος κατασκευής (Παλαιοί Κανονισμοί <1995 και Νέοι Κανονισμοί >1995), της εγκατάστασης.

Ο ερωτώμενος κλήθηκε να απαντήσει το έτος κατασκευής της εγκατάστασης. Για μεγαλύτερη διευκόλυνση τα έτη ήταν ομαδοποιημένα σε <1985, 1985 – 1995, 1995 – 2000 και >2000. Σύμφωνα με το παραπάνω γράφημα 58 ερωτώμενοι απάντησαν ότι το έτος κατασκευής της εγκατάστασης είναι >2000. Το συμπέρασμα που μπορούμε να βγάλουμε στην συγκεκριμένη ερώτηση είναι ότι οι περισσότερες εγκαταστάσεις είναι καινούργιες επομένως δεν θα εμφανίζονται σημαντικά προβλήματα όπως εμφανίζονται σε εγκαταστάσεις που κατασκευάστηκαν παλαιότερα έτη.

Ερώτηση 10η	Αστοχία εδάφους (ρήγματα, ρευστοποιήσεις, κλπ). Υπάρχει επικινδυνότητα;
-------------	---

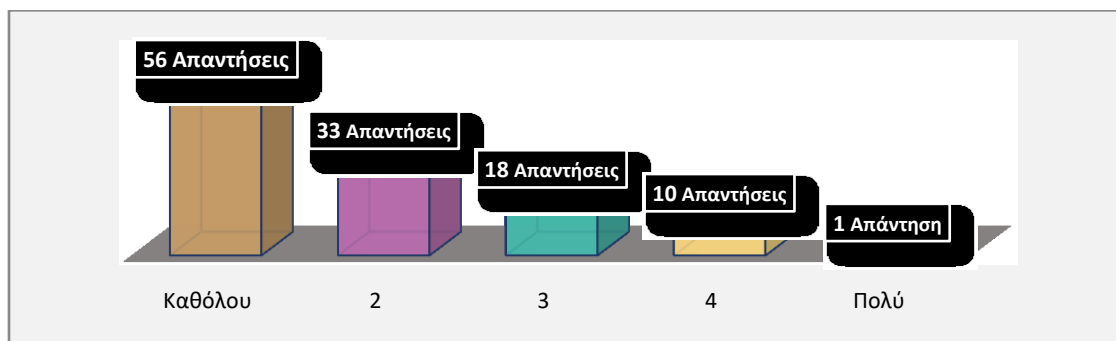


**Γράφημα 5.10:** Επικινδυνότητα αστοχίας εδάφους (ρήγματα, ρευστοποιήσεις, κλπ).

Παρατηρώντας το γράφημα 5.10 διαπιστώνουμε ότι οι περισσότερες εγκαταστάσεις δεν έχουν κάποια επικινδυνότητα ως προς την αστοχία εδάφους. Παρόλα αυτά 25 ερωτώμενοι απάντησαν ότι υπάρχει κάποια επικινδυνότητα και 13 ότι υπάρχει αρκετή και 2 απαντήσεις ότι υπάρχει πολύ μεγάλη επικινδυνότητα. Επομένως ιδιαίτερα στις εγκαταστάσεις αυτές θα πρέπει

να εξεταστεί το φαινόμενο αστοχίας εδάφους καθώς αποτελεί ένα από τα κρίσιμα ζητήματα στη Δομική Τρωτότητα. Χωρίς τη Δομική ανθεκτικότητα υπάρχει πιθανότητα κατάρρευσης της κατασκευής.

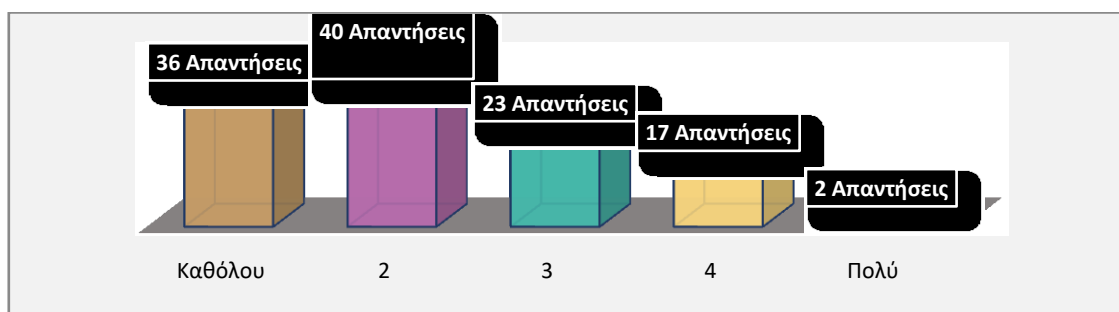
Ερώτηση 11η | Επικίνδυνες ρηγματώσεις δομικών στοιχείων (Ο/Σ, αγωγών, δεξαμενών κλπ)



Γράφημα 5.11: Επικίνδυνες ρηγματώσεις δομικών στοιχείων (Ο/Σ, αγωγών, δεξαμενών κλπ).

Ομοίως στο γράφημα 5.11 παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη επικινδυνότητα με ρηγματώσεις δομικών στοιχείων. Παρόλα αυτά οι 18 απαντήσεις με μέτρια επικινδυνότητα, 10 με αρκετή και 1 απάντηση με πολύ μεγάλη επικινδυνότητα θα πρέπει να εξετασθούν περαιτέρω.

Ερώτηση 12η | Βλάβες σε αποχετευτικούς αγωγούς, δεξαμενές (ανατροπές, ολισθήσεις, κλπ), υποθαλάσσιους αγωγούς κλπ.



Γράφημα 5.12: Βλάβες σε αποχετευτικούς αγωγούς, δεξαμενές (ανατροπές, ολισθήσεις, κλπ), υποθαλάσσιους αγωγούς κλπ.

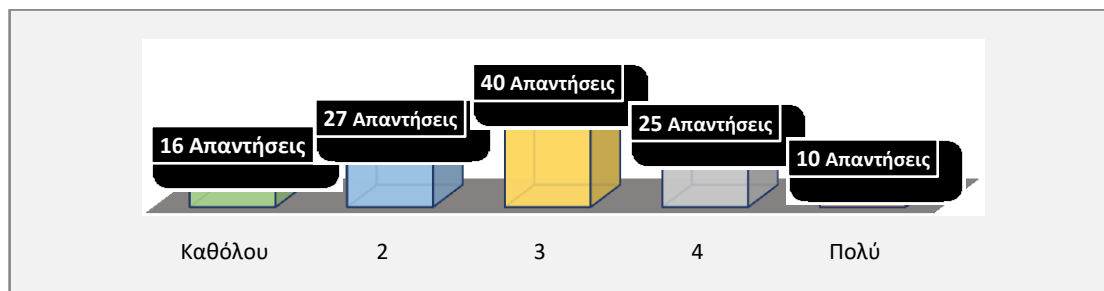
Το γράφημα 5.12 αφορά την επικινδυνότητα σε βλάβες στους αποχετευτικούς αγωγούς, στις δεξαμενές και στους υποθαλάσσιους αγωγούς (εάν υπάρχουν). Παρατηρούμε ότι αρκετές εγκαταστάσεις εκτιμάται ότι έχουν μια μικρή επικινδυνότητα ενώ οι εγκαταστάσεις με μέτρια





(23 απαντήσεις), αρκετή με 17 εγκαταστάσεις και 2 με πολύ θα πρέπει να εξετασθούν και να μελετηθούν για τις παραπάνω βλάβες

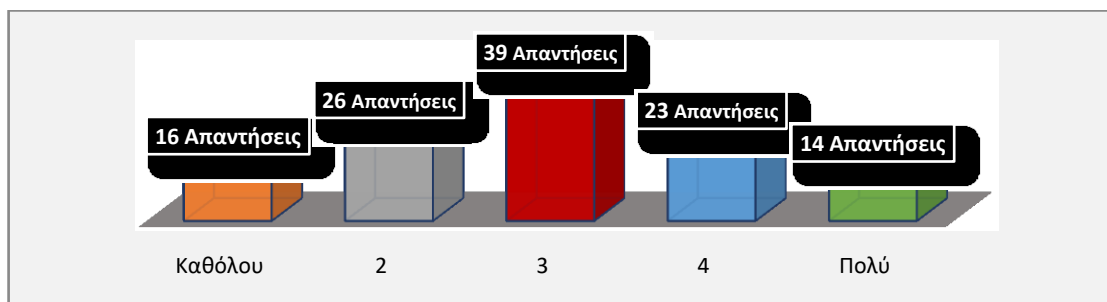
Ερώτηση 13η	Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Δομική Τρωτότητα της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ της;
-------------	---



**Γράφημα 5.13:** Η συνολική σεισμική Δομική Τρωτότητα της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ.

Σύμφωνα με τη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, οι ερωτώμενοι απάντησαν για την συνολική σεισμική Δομική Τρωτότητα της εγκατάστασης τους. Παρατηρούμε ότι υπάρχει καθόλου σεισμική τρωτότητα σε 16 ΕΕΛ, λιγιστή σε 27, μέτρια σεισμική επικινδυνότητα σε 40 εγκαταστάσεις ενώ 25 ερωτώμενοι απάντησαν αρκετή και 10 ερωτώμενοι ότι υπάρχει πολύ.

Ερώτηση 14η	Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ με συνέπεια ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ της;
-------------	---

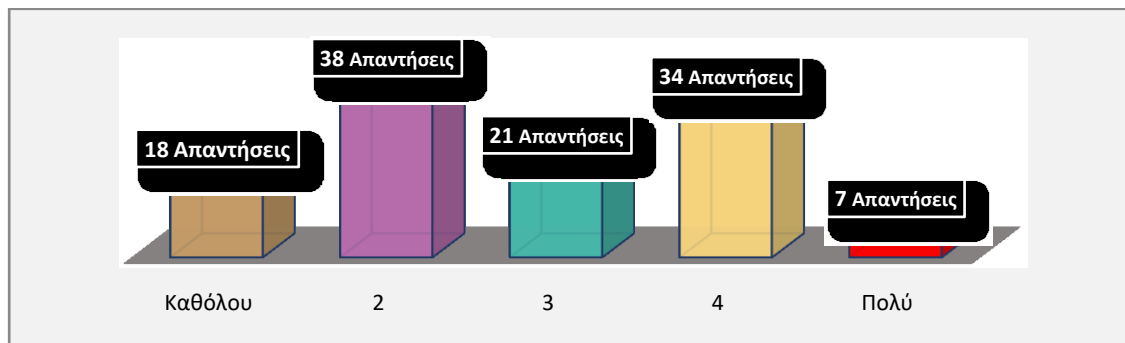


**Γράφημα 5.14:** Η συνολική σεισμική Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ με συνέπεια ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ.

Με όμοιες περίπου απαντήσεις παρατηρούμε και στη συνολική σεισμική Δομική Τρωτότητα των ΕΕΛ με συνέπεια Ρύπανση Εδάφους και Υδάτων. Επομένως οι εγκαταστάσεις με μέτρια, αρκετή και πολύ μεγάλη σεισμική επικινδυνότητα θα πρέπει να μελετηθούν περαιτέρω.

**Γ. ΜΗ ΔΟΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ** που εντοπίζεται στην ΜΠΕ της ΕΕΛ, για τη μετασεισμική περίοδο.

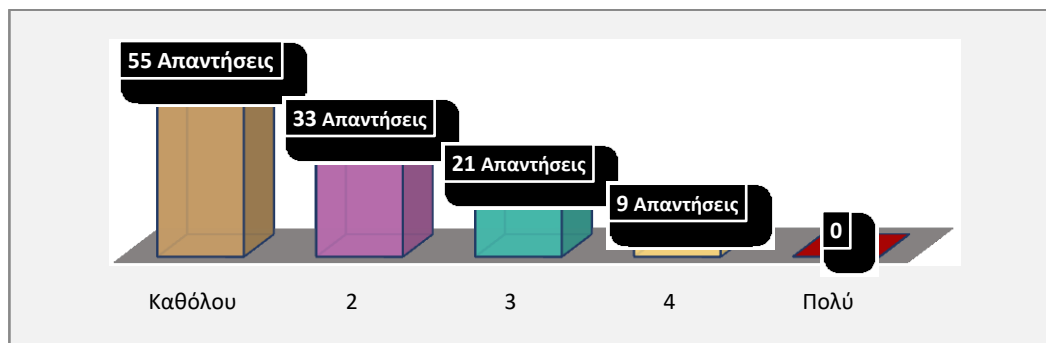
Ερώτηση 15η	Ποια η επικινδυνότητα από εισροή λάσπης σε σωλήνες και φρεάτια προκαλώντας μπλοκάρισμα και μείωση χωρητικότητας αυτών;
-------------	--



**Γράφημα 5.15:**Επικινδυνότητα από εισροή λάσπης σε σωλήνες και φρεάτια προκαλώντας μπλοκάρισμα και μείωση χωρητικότητας αυτών

Παρατηρώντας το γράφημα 5.15 βλέπουμε ότι 18 ΕΕΛ δε έχουν επικινδυνότητα, 38 εγκαταστάσεις έχουν μια μικρή επικινδυνότητα από εισροή λάσπης στους σωλήνες και τα φρεάτια. Οι ερωτώμενοι από 34 εγκαταστάσεις απάντησαν ότι έχουν αρκετή επικινδυνότητα από εισροή λάσπης και 7 με πολύ μεγάλη επικινδυνότητα. Επομένως, θα πρέπει να ληφθούν από τις εγκαταστάσεις αυτές τα κατάλληλα μέτρα για την μείωση των βλαβών σε σωλήνες και φρεάτια.

Ερώτηση 16η	Ανεπάρκεια στηρίξεων γενικώς (πχ σε μηχανήματα, σε μπαταρίες κα). Υπάρχει επικινδυνότητα;
-------------	---

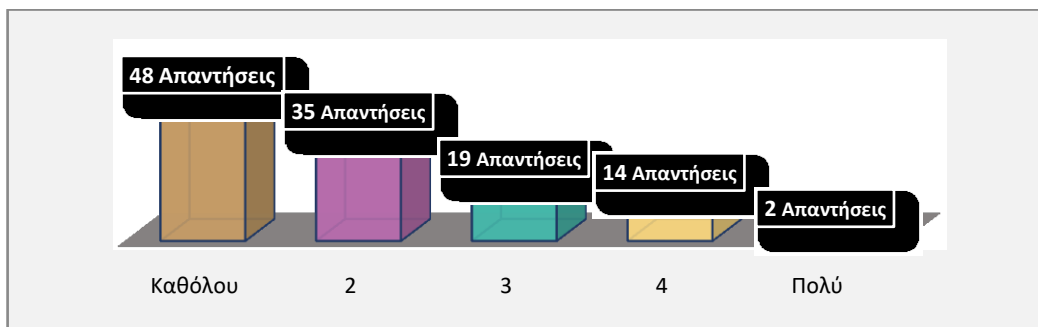


**Γράφημα 5.16:**Επικινδυνότητα από ανεπάρκεια στηρίξεων γενικώς (πχ σε μηχανήματα, σε μπαταρίες κα).

Ένα ικανοποιητικό ποσοστό με 55 εγκαταστάσεις διαθέτει στήριξη μηχανημάτων, μπαταριών και γενικά τον εξοπλισμό που χρειάζεται για να λειτουργήσει με ασφάλεια. Ενώ 33

εγκαταστάσεις έχουν μια μικρή επικινδυνότητα και 21 εγκαταστάσεις μέτρια. Επομένως σύμφωνα με το παραπάνω γράφημα δεν παρατηρείται κάποια ιδιαίτερη επικινδυνότητα – ανεπάρκεια στηρίξεων των εγκαταστάσεων.

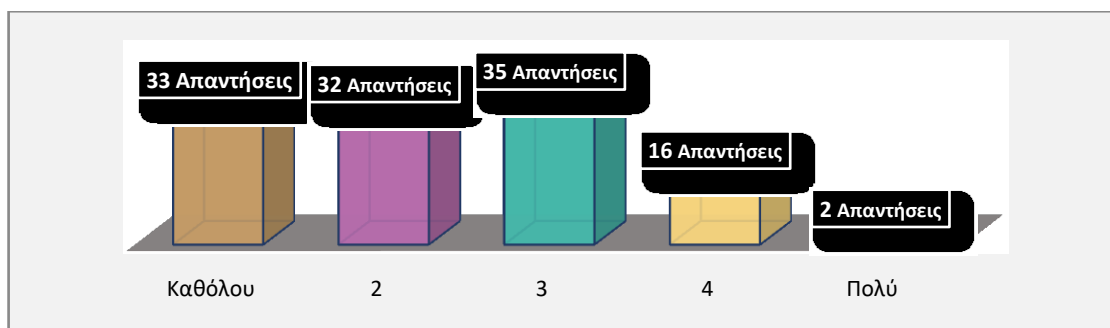
Ερώτηση 17η | Πυρασφάλεια / πυρανίχνευση. Υπάρχει επικινδυνότητα;



Γράφημα 5.17: Επικινδυνότητα στην Πυρασφάλεια / πυρανίχνευση.

Ομοίως στο παραπάνω γράφημα 48 εγκαταστάσεις δεν έχουν κάποια επικινδυνότητα, ενώ 35 έχουν λίγη. Μέτρια επικινδυνότητα έχουν 19 ΕΕΛ. Παρόλα αυτά οι εγκαταστάσεις με αρκετή (14 εγκαταστάσεις) και μεγάλη (2 εγκαταστάσεις) επικινδυνότητα θα πρέπει να μελετηθούν και να εξεταστούν περαιτέρω ως προς τη πυρασφάλεια και πυρανίχνευσης.

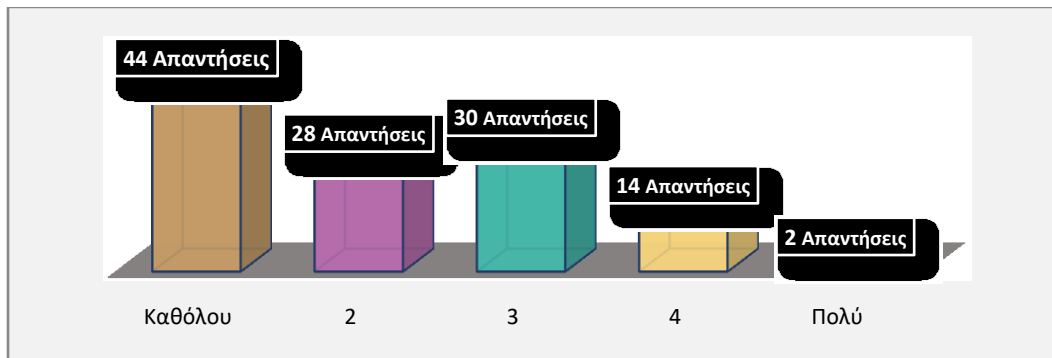
Ερώτηση 18η | Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις (πχ υπερθέρμανση, φθορά μηχανημάτων, κλπ). Υπάρχει επικινδυνότητα;



Γράφημα 5.18: Επικινδυνότητα στις Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις (πχ υπερθέρμανση, φθορά μηχανημάτων, κλπ).

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε ότι η κλίμακα με τις περισσότερες απαντήσεις έχει αυτή με τη μέτρια επικινδυνότητα ως προς τις Η/Μ εγκαταστάσεις, ενώ 32 εγκαταστάσεις έχουν μια μικρή επικινδυνότητα και 33 καθόλου. Οι εγκαταστάσεις που είναι στη κλίμακα 4 με αρκετή επικινδυνότητα (16 εγκαταστάσεις) και με πολύ μεγάλη (2 εγκαταστάσεις) θα πρέπει να μελετηθούν ως προς τις Η/Μ εγκαταστάσεις που διαθέτει η εγκατάστασή τους.

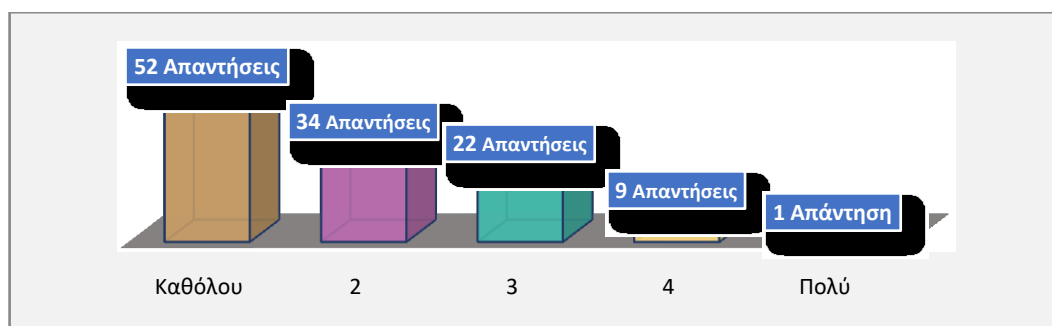
Ερώτηση 19η Ανυπαρξία / πρόβλημα παρακολούθησης / συναγερμού / επικοινωνιών/ ειδοποίησης (κάμερες, αισθητήρες κλπ).



**Γράφημα 5.19:** Ανυπαρξία / πρόβλημα παρακολούθησης / συναγερμού / επικοινωνιών/ ειδοποίησης (κάμερες, αισθητήρες κλπ).

Το γράφημα 5.19 αναφέρεται στην ανυπαρξία όλων των συστημάτων παρακολούθησης που διαθέτει η κάθε εγκατάσταση. Αποτελεί σημαντικό κριτήριο για τη λειτουργία σε όλες τις εγκαταστάσεις καθώς στην περίπτωση βλαβών με την σωστή χρήση αυτών μπορεί μια εγκατάσταση να δράσει άμεσα και να αντιμετωπίσει αρκετές βλάβες. Στο γράφημα παρατηρείται ότι 30 εγκαταστάσεις έχουν μια μέτρια επικινδυνότητα ως προς την παρακολούθηση, επικοινωνία, συστήματα ειδοποίησης και συναγερμών επομένως οι εγκαταστάσεις αυτές μαζί με τις εγκαταστάσεις που έχουν αρκετή επικινδυνότητα (14 εγκαταστάσεις) και πολύ μεγάλη (2 εγκαταστάσεις) θα πρέπει να μελετηθούν περαιτέρω στο παραπάνω ζήτημα.

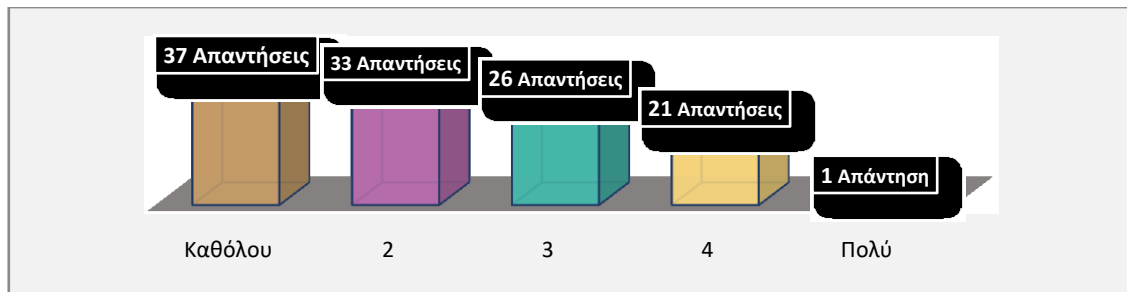
Ερώτηση 20η Πρόβλημα φωτισμού, σημάτων, οδύσεων διαφυγής κλπ. σύμφωνα με το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης.



**Γράφημα 5.20:** Πρόβλημα φωτισμού, σημάτων, οδύσεων διαφυγής κλπ. σύμφωνα με το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης.

Σύμφωνα με το παραπάνω γράφημα οι περισσότερες εγκαταστάσεις του δείγματος δεν έχουν κάποια επικινδυνότητα με προβλήματα φωτισμού, σημάτων και οδεύσεων διαφυγής (σύμφωνα με το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης). Παρόλα αυτά ομοίως οι εγκαταστάσεις με αρκετή ( 9 εγκαταστάσεις) και πολύ ( 1 εγκατάσταση) θα πρέπει να μελετηθούν περαιτέρω.

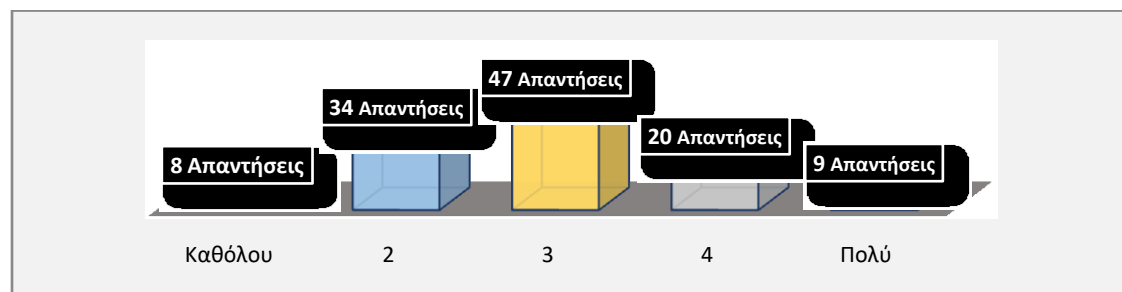
Ερώτηση 21η	Ανεπαρκής συντήρηση (Φράξιμο σωλήνων, αγωγών, φίλτρων, έλεγχος κλπ) / κακοτεχνίες. Επιθεώρηση-έλεγχος μηχανημάτων. Οξειδώσεις, διαβρώσεις κ.α.
-------------	--



**Γράφημα 5.21:** Ανεπαρκής συντήρηση (Φράξιμο σωλήνων, αγωγών, φίλτρων, έλεγχος κλπ) / κακοτεχνίες. Επιθεώρηση - έλεγχος μηχανημάτων. Οξειδώσεις, διαβρώσεις κ.α.

Η παραπάνω ερώτηση αφορά την επικινδυνότητα η οποία μπορεί να υπάρχει λόγω κακοτεχνιών ελλειψής συντήρησης, επιθεωρήσεις, μηχανήματα σε μια εγκατάσταση κ.α. Παρατηρούμε ότι παρόλο που κάποιες εγκαταστάσεις δεν έχουν κάποια επικινδυνότητα ή μπορεί να έχουν μια μικρή, 26 εγκαταστάσεις έχουν μια μέτρια επικινδυνότητα και 21 εγκαταστάσεις αρκετή. Επομένως, στις εγκαταστάσεις αυτές θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για να μειωθεί η παραπάνω επικινδυνότητα.

Ερώτηση 22η	Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Μη Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ , με βάση την ΜΠΕ τους;
-------------	--



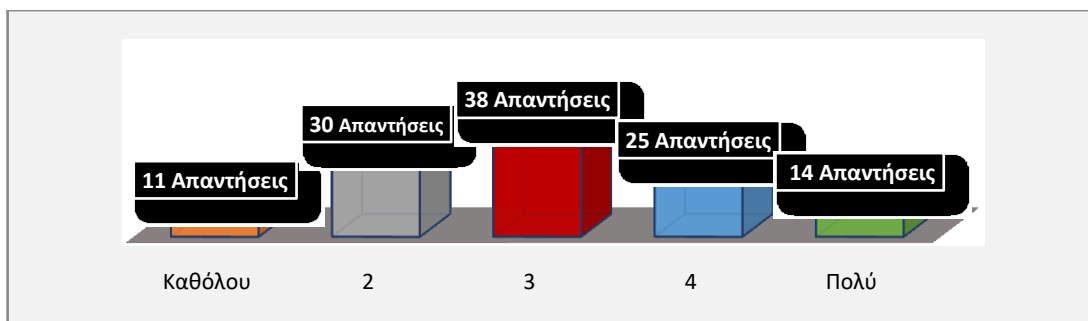
**Γράφημα 5.22:** Η συνολική σεισμική Μη Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ , με βάση την ΜΠΕ.

Με βάση τις απαντήσεις των ερωτώμενων παρατηρείται ότι η συνολική σεισμική Μη Δομική τρωτότητα - επικινδυνότητα των εγκαταστάσεων είναι μέτρια σύμφωνα με την ΜΠΕ



τους. Άρα για την σωστή λειτουργία των εγκαταστάσεων σε ότι αφορά τον εξοπλισμό (για τη Μη Δομική τρωτότητα δηλαδή) θα πρέπει να ελεγχθούν και να καλύψουν όλες τις ανεπάρκειες οι οποίες μπορούν να υπάρχουν και σαφώς να μειώσουν τυχόν επικινδυνότητες σε βλάβες ή ζημιές.

Ερώτηση 23η	Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Μη Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ λόγω ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ τους;
-------------	--

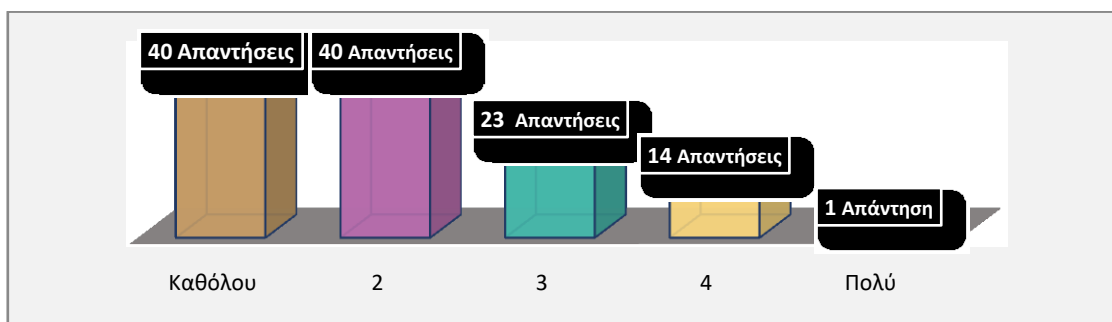


Γράφημα 5.23: Η συνολική σεισμική Μη Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ λόγω ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ.

Ομοίως το ίδιο παρατηρείται και στη συνολική σεισμική Μη Δομική Τρωτότητα των εγκαταστάσεων λόγω ρύπανσης εδάφους & υδάτων.

**Δ. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ** που εντοπίζεται στην ΜΠΕ της ΕΕΛ, για τη μετασεισμική περίοδο.

Ερώτηση 24η	Πρόβλημα συστήματος αυτοματισμού για τον έλεγχο των λειτουργιών. Επικινδυνότητα από ανύπαρκτη ή ελλιπή παρακολούθηση, επιτήρηση των λειτουργιών από το προσωπικό (σε 24ωρη βάση).
-------------	---

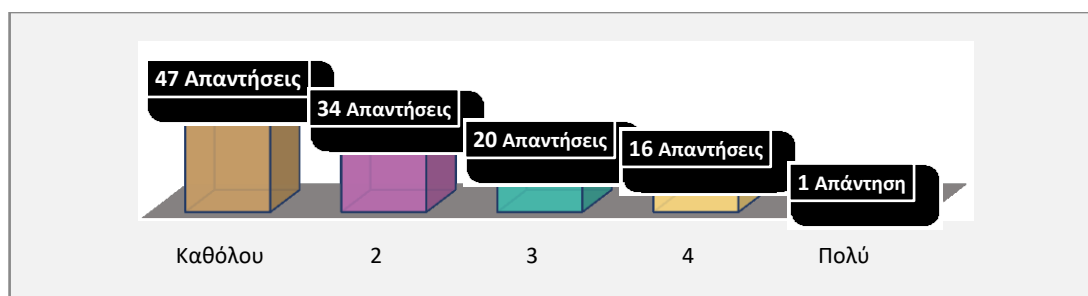




**Γράφημα 5.24:** Πρόβλημα συστήματος αυτοματισμού για τον έλεγχο των λειτουργιών. Επικινδυνότητα από ανύπαρκτη ή ελλιπή παρακολούθηση, επιτήρηση των λειτουργιών από το προσωπικό (σε 24ωρη βάση).

Με βάση το παραπάνω γράφημα παρατηρούμε ότι κάποιες εγκαταστάσεις δεν έχουν καθόλου επικινδυνότητα σε προβλήματα συστήματος αυτοματισμού καθώς 40 εγκαταστάσεις έχουν μια μικρή επικινδυνότητα. Οι εγκαταστάσεις με αρκετή και πολύ θα πρέπει να εξετασθούν περαιτέρω για να καλυφθεί τα τυχόν προβλήματα στο σύστημα αυτοματισμού για τον σωστό και ασφαλή έλεγχο των λειτουργιών.

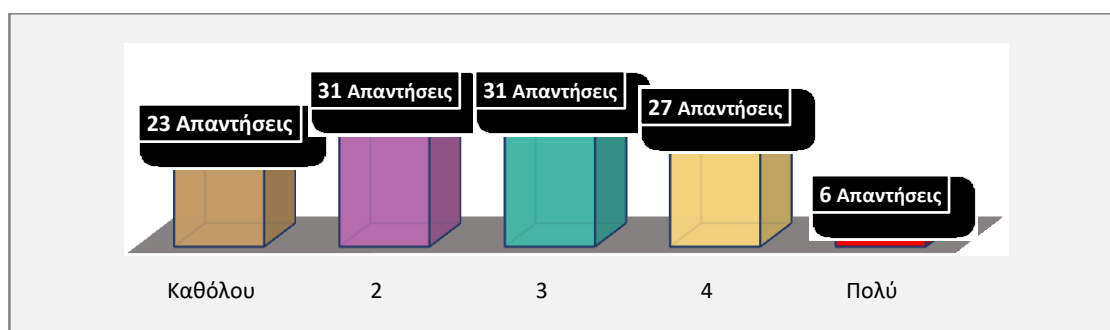
Ερώτηση 25η	Πρόβλημα ως προς τις διατάξεις Υγείας και ασφάλειας (Μέσα ατομικής προστασίας, εκπαιδεύσεις, εμβολιασμοί, βραχυκυκλωματα, ηλεκτροπληξίες κλπ).
-------------	--



**Γράφημα 5.25:** Πρόβλημα ως προς τις διατάξεις Υγείας και ασφάλειας (Μέσα ατομικής προστασίας, εκπαιδεύσεις, εμβολιασμοί, βραχυκυκλωματα, ηλεκτροπληξίες κλπ).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (με 47 απαντήσεις) δεν υπάρχει ιδιαίτερη επικινδυνότητα σε προβλήματα ως προς τις διατάξεις υγείας και ασφάλειας. Παρόλα αυτά οι εγκαταστάσεις με αρκετή (6 εγκαταστάσεις) και 1 εγκατάσταση με πολύ θα πρέπει να εξετασθούν ως προς αυτό το ζήτημα.

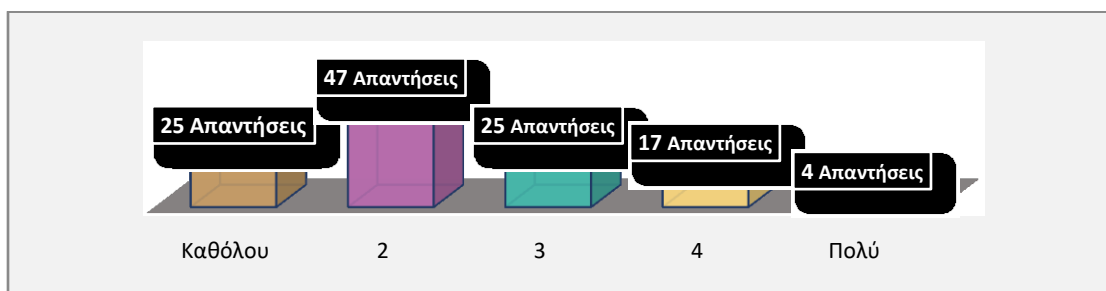
Ερώτηση 26η	Δίκτυο υδροδότησης της ΕΕΛ (διακοπή υδροδότησης κα ). Υπάρχει επικινδυνότητα;
-------------	--



**Γράφημα 5.26:** Επικινδυνότητα στο δίκτυο υδροδότησης της ΕΕΛ (διακοπή υδροδότησης κ.α.).

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρούμε μια επικινδυνότητα ως προς το δίκτυο υδροδότησης σε αρκετές ΕΕΛ στον ελλαδικό χώρο. Επομένως, θα πρέπει να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπιση στο συγκεκριμένο πρόβλημα που έρχονται αντιμετωπίσει αρκετές εγκαταστάσεις.

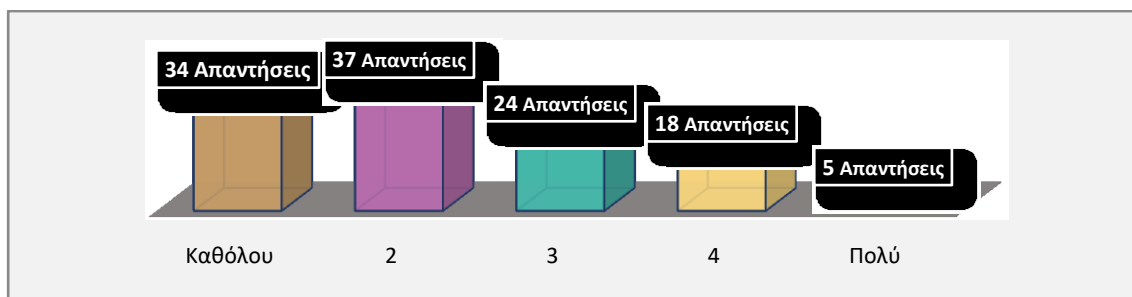
Ερώτηση 27η	Ρύπανση εδάφους: Διαρροές ή υπερχειλίσεις λυμάτων, καυσίμων προς το έδαφος και η οποία να οφείλεται στη ΛΤ (Λειτουργική Τρωτότητα). Υπάρχει επικινδυνότητα;
-------------	---



**Γράφημα 5.27:** Επικινδυνότητα Ρύπανσης εδάφους - Διαρροές ή υπερχειλίσεις λυμάτων, καυσίμων προς το έδαφος και η οποία να οφείλεται στη ΛΤ (Λειτουργική Τρωτότητα).

Ένα μεγάλο ζήτημα αποτελεί η ρύπανση εδάφους σε αρκετές εγκαταστάσεις σε όλο τον ελλαδικό χώρο. Παρατηρούμε ότι αρκετές εγκαταστάσεις και συγκεκριμένα 47 εγκαταστάσεις έχουν μια μικρή επικινδυνότητα, ενώ 25 μέτρια και 4 με πολύ μεγάλη επικινδυνότητα. Με λίγα λόγια πιθανών κάποιες εγκαταστάσεις να μην συμμορφώνονται στους κανονισμούς για τη μείωση του φαινομένου αυτού. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να γίνει περαιτέρω μελέτη.

Ερώτηση 28η	Ρύπανση επιφανειακών ή υπόγειων νερών (μόλυνση υδροφορέακλπ), λόγω διαρροών ή υπερχειλίσεων λυμάτων (οφειλόμενη στη ΛΤ). Υπάρχει επικινδυνότητα ;
-------------	---

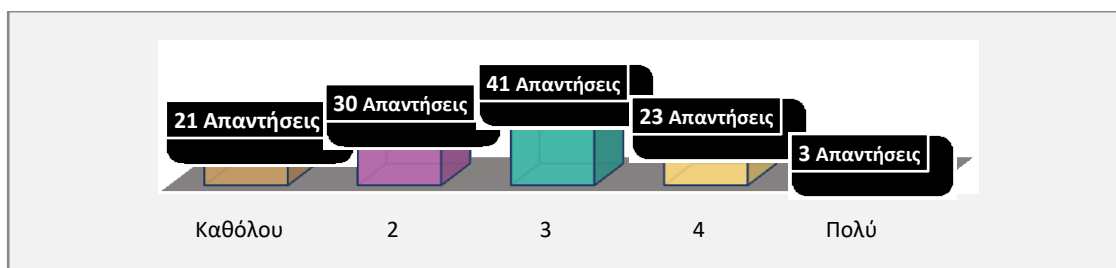


**Γράφημα 5.28:** Επικινδυνότητα Ρύπανσης επιφανειακών ή υπόγειων νερών (μόλυνση υδροφορέακλπ), λόγω διαρροών ή υπερχειλίσεων λυμάτων (οφειλόμενη στη ΛΤ).



Ομοίως με περίπου ίδιες απαντήσεις ισχύει και για την ρύπανση επιφανειακών ή υπόγειων νερών.

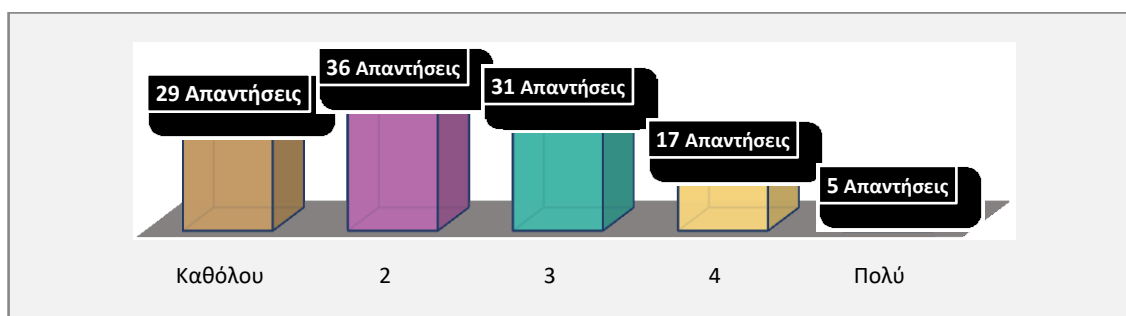
Ερώτηση 29 <sup>η</sup>	Ρύπανση του αέρα με την διάδοση δυσάρεστων οσμών. Υπάρχει επικινδυνότητα;
-------------------------	---



**Γράφημα 5.29:** Επικινδυνότητα Ρύπανσης του αέρα με την διάδοση δυσάρεστων οσμών.

Με ακόμα περισσότερα προβλήματα παρατηρούνται σύμφωνα με τις απαντήσεις των ερωτώμενων σε ότι αφορά τη ρύπανση του αέρα με την εμφάνιση δυσάρεστων οσμών. Για το λόγω αυτό είναι πολύ σημαντικό να ακολουθούνται οι κανονισμοί και να υπάρχουν μηχανήματα ιδιαίτερα εξαερισμού για την αποφυγή των οσμών αυτών.

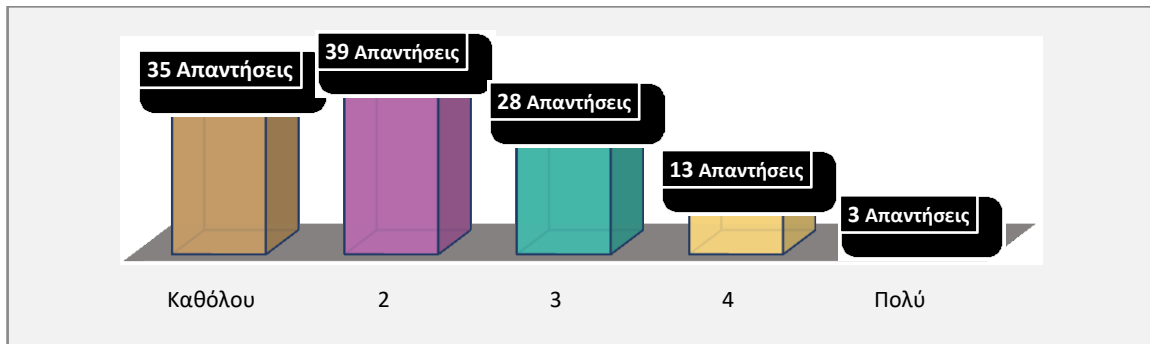
Ερώτηση 30 <sup>η</sup>	Αντλιοστασίο λυμάτων. Υπάρχει επικινδυνότητα;
-------------------------	---



**Γράφημα 5.30:** Επικινδυνότητα στο Αντλιοστασίο λυμάτων.

Με βάση το παραπάνω γράφημα παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μικρή επικινδυνότητα στο αντλιοστάσιο των λυμάτων. Επομένως θα πρέπει να εντοπιστούν τα προβλήματα και να βρεθούν τρόποι – λύσεις που θα μπορούσαν να βοηθήσουν να λειτουργήσουν σωστά.

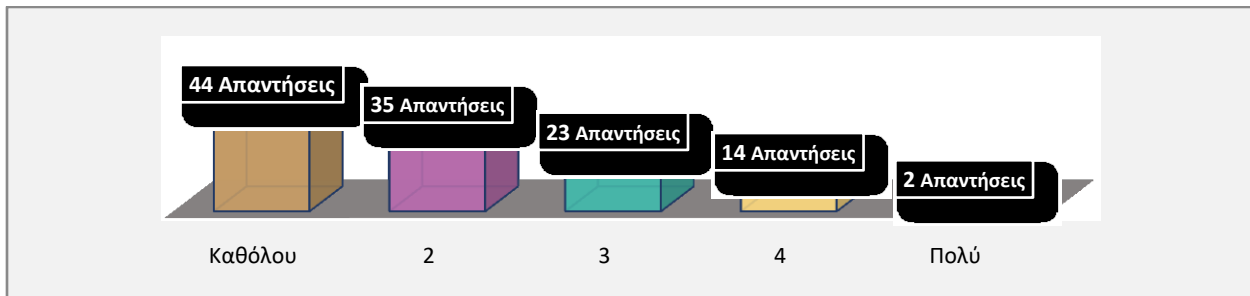
Ερώτηση 31<sup>η</sup> Παρακολούθηση εκδήλωσης βλαβών και δυσλειτουργιών.  
Υπάρχει επικινδυνότητα;



**Γράφημα 5.31:** Επικινδυνότητα στη παρακολούθηση εκδήλωσης βλαβών και δυσλειτουργιών.

Ομοίως και για την παρακολούθηση εκδήλωσης βλαβών και δυσλειτουργιών καθώς οι περισσότερες εγκαταστάσεις έχουν μικρή ή μέτρια επικινδυνότητα.

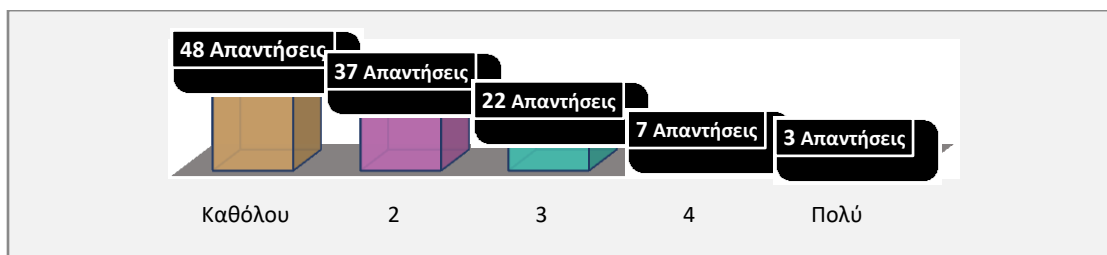
Ερώτηση 32<sup>η</sup> Πρόβλημα λειτουργίας (εύφλεκτα υλικά, τοξικά υλικά, αφρισμός, υπερχειλίσσεις, φύκη, ανομοιόμορφη ανάμειξη λυμάτων κλπ).



**Γράφημα 5.32:** Πρόβλημα λειτουργίας (εύφλεκτα υλικά, τοξικά υλικά, αφρισμός, υπερχειλίσσεις, φύκη, ανομοιόμορφη ανάμειξη λυμάτων κλπ).

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των ερωτώμενων δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα στη λειτουργία των εγκαταστάσεων. Παρόλα αυτά οι εγκαταστάσεις που έχουν αρκετή και μεγάλη επικινδυνότητα θα πρέπει να εξεταστούν.

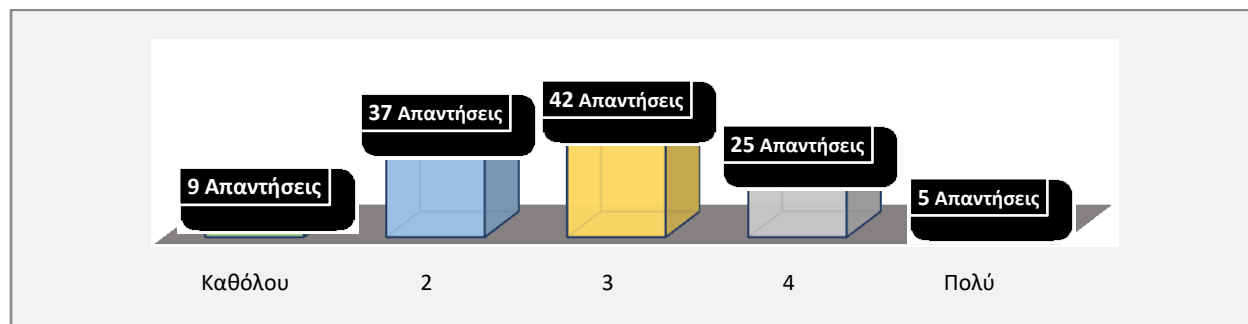
Ερώτηση 33η	Υπάρχει έλλειμα εφεδρείας (γεννητριών ηλεκτρικού ρεύματος, by-pass αγωγών κα), για την περίπτωση της εκτακτης ανάγκης;
-------------	--



**Γράφημα 5.33:**Υπαρξη ελλείματος εφεδρείας (γεννητριών ηλεκτρικού ρεύματος, by-pass αγωγών κα), για την περίπτωση της εκτακτης ανάγκης.

Ομοίως με περίπου ίσες απαντήσεις παρατηρείται και για το έλλειμα εφεδρείας.

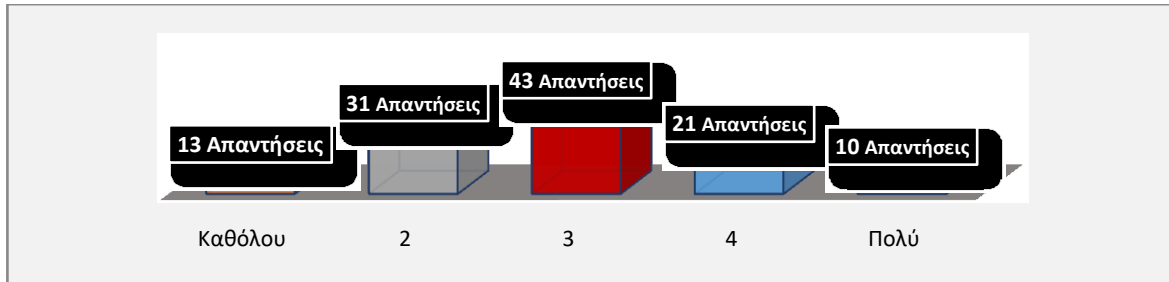
Ερώτηση 34η	Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Λειτουργική Τρωτότητα της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ τους;
-------------	---



**Γράφημα 5.34:**Η συνολική σεισμική Λειτουργική Τρωτότητα της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ.

Περίπου στα ίδια πλαίσια κυμαίνεται και η συνολική σεισμική Λειτουργική Τρωτότητα των ΕΕΛ με τη Δομική και Μη δομική. Λιγότερες όμως παρατηρούνται στη πολύ μεγάλη επικινδυνότητα (με 5 μόνο απαντήσεις) σε σχέση με τις υπόλοιπες ενότητες.

Ερώτηση 35η	Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Λειτουργική Τρωτότητα της ΕΕΛ με συνέπεια ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ τους;
-------------	---

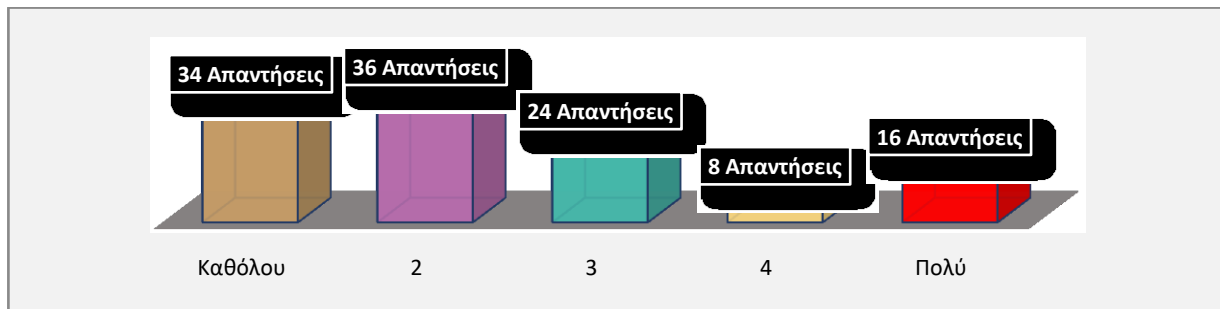


**Γράφημα 5.35:** Η συνολική σεισμική Λειτουργική Τρωτότητα της ΕΕΛ με συνέπεια ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ.

Ομοίως ισχύει και για τη συνολική σεισμική Λειτουργική Τρωτότητα των ΕΕΛ με συνέπεια ΡΕΥ. Κυμαίνεται περίπου το ίδιο με αυτές της Δομικής και Μη Δομικής.

### Ε. ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΡΕΥ- σε διάφορους χρόνους

Ερώτηση 36η	Ρύπανση Εδάφους σε 0 χρόνο (άμεσα μόλις πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση).
-------------	--

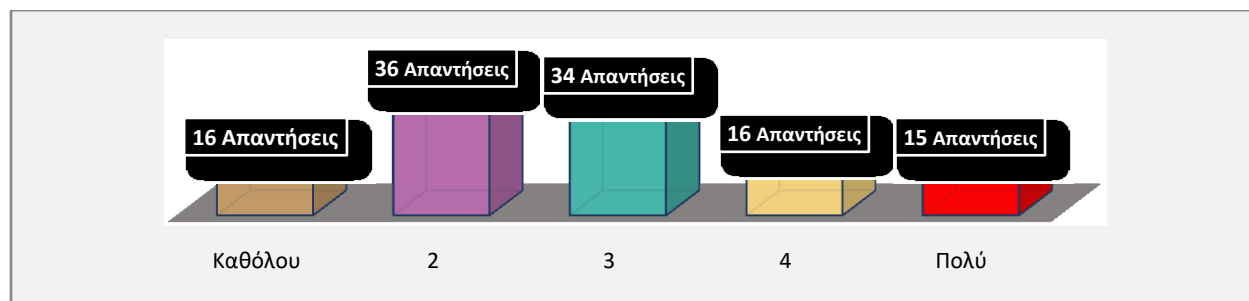


**Γράφημα 5.36:** Ρύπανση Εδάφους σε 0 χρόνο (άμεσα μόλις πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση).

Σε αρχικό στάδιο (0 χρόνο), παρατηρούμε ότι σε μια ισχυρή δόνηση αρχικά οι εγκαταστάσεις δεν εμφανίζουν κάποια ρύπανση ως προς το έδαφος. Κάποιες εμφανίζουν πολύ μικρή. Παρόλα αυτά βλέπουμε ότι 16 εγκαταστάσεις εμφανίζουν πολύ μεγάλα προβλήματα ρύπανσης. Άρα σύντομα θα πρέπει οι αρμόδιοι να πάρουν τα κατάλληλα μέτρα για να μειώσουν τη ρύπανση.

Ερώτηση 37η

Ρύπανση Εδάφους σε 12 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση).

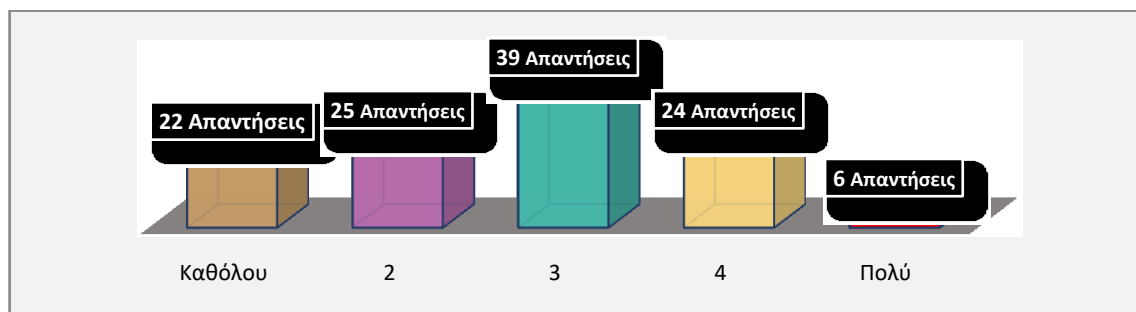


**Γράφημα 5.37:** Ρύπανση Εδάφους σε 12 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Αφότου έχουν περάσει 12 ώρες από τη σεισμική δόνηση, παρατηρούμε ότι αρχίζουν και εμφανίζονται εντονότερα τα προβλήματα σε ρύπανση εδάφους σε σχέση με αυτά σε 0 χρόνο. Παρόλα αυτά όμως οι περισσότερες εγκαταστάσεις έχουν χαρακτηρίσει ότι υπάρχει μικρή ή μέτρια εμφάνιση ρύπανσης εδάφους.

Ερώτηση 38η

Ρύπανση Εδάφους σε 24 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση).

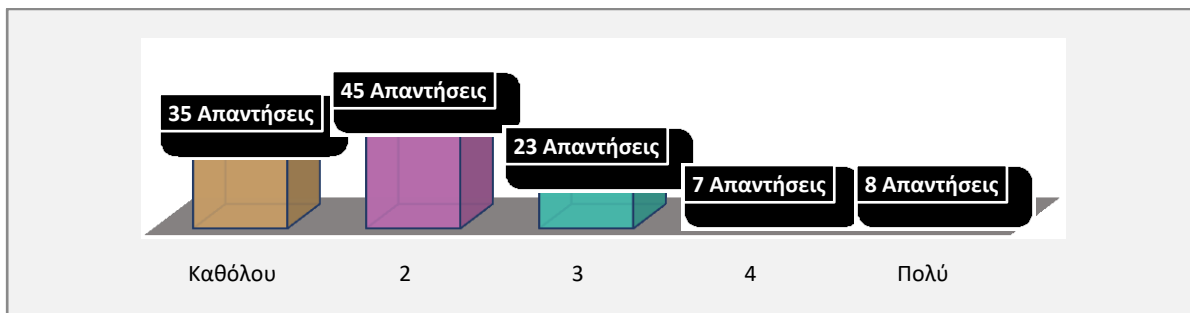


**Γράφημα 5.38:** Ρύπανση Εδάφους σε 24 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Ως φυσικό επακόλουθο, μετά από 24 ώρες αφότου έχει πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση παρατηρούμε ότι οι εγκαταστάσεις που είχαν απαντήσει σε 12 ώρες ως πολύ μεγάλη ρύπανση αρχίζουν σιγά σιγά να έχουν τη τάση να μειωθούν, αφού έχουν εντοπιστεί τα προβλήματα και αρχίζουν να μειώνουν με τα κατάλληλα μέτρα τη ρύπανση στο έδαφος.

Ερώτηση 39η

Ρύπανση Υδάτων σε 0 χρόνο (άμεσα μόλις πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση).

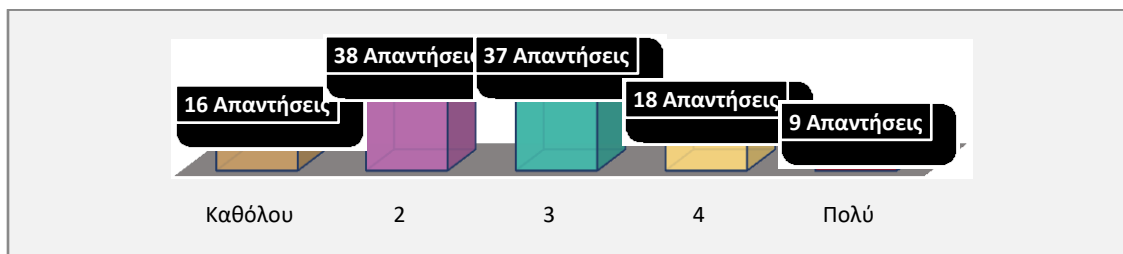


**Γράφημα 5.39:** Ρύπανση Υδάτων σε 0 χρόνο (άμεσα μόλις πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Με ακόμα μικρότερη ρύπανση εμφανίζεται αρχικά στα ύδατα σε σχέση με το έδαφος. Παρατηρούμε ότι οι εγκαταστάσεις που στο έδαφος αρχικά είχαν κάποια προβλήματα, σε ρύπανση υδάτων έχουμε λιγότερες εμφανίσεις. Βέβαια αναφαιρόμαστε σε 0 χρόνο επομένως δεν έχει αρχίσει να φαίνονται τα προβλήματα.

Ερώτηση 40η

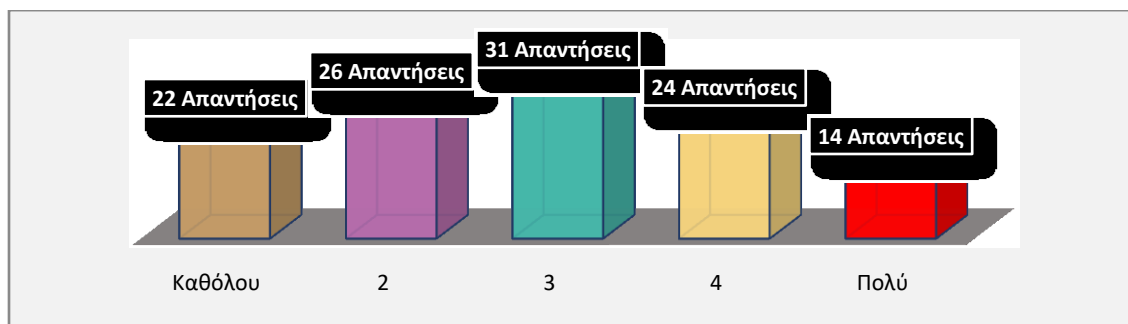
Ρύπανση Υδάτων σε 12 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση).



**Γράφημα 5.40:** Ρύπανση Υδάτων σε 12 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Η ίδια τακτική παρατηρείται και σε 12 ώρες (όπως ακριβώς και στο έδαφος). Αρχικά σε 0 χρόνο δεν εμφανίζονται ιδιαίτερα προβλήματα, ενώ σε 12 ώρες αρχίζουν να εμφανίζονται όλο ένα και περισσότερο. Παρόλα αυτά οι περισσότερες εγκαταστάσεις έχουν μικρή ή μέτρια ρύπανση στα ύδατα.

Ερώτηση 41η	Ρύπανση Υδάτων σε 24 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση).
-------------	--

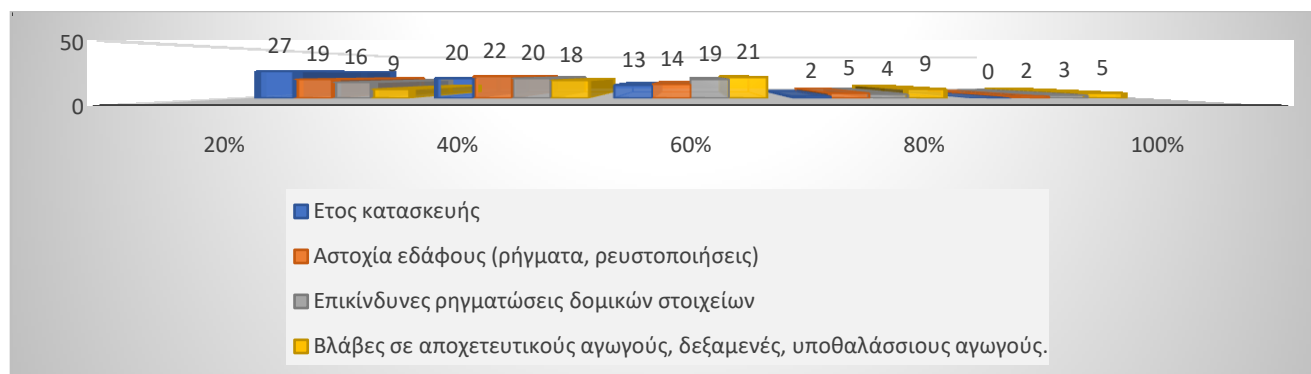


**Γράφημα 5.41:** Ρύπανση Υδάτων σε 24 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Σε αυτό το σημείο παρατηρούμε ότι η ρύπανση εδάφους με αυτή των υδάτων έχει αρκετή διαφορά, καθώς τα ύδατα έχουν τη τάση να μειώνονται πιο αργά σε σχέση με το έδαφος. Παρόλα αυτά θα πρέπει ομοίως να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για να μειώνεται η ρύπανση τόσο στο έδαφος όσο και στα ύδατα

### ΣΤ. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ των προηγούμενων ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ / ΕΝΟΤΗΤΩΝ

Ερώτηση 42η	Δομική Τρωτότητα (ΔΤ), συγκριτική αξιολόγηση των ερωτήσεων της ενότητας.
-------------	--



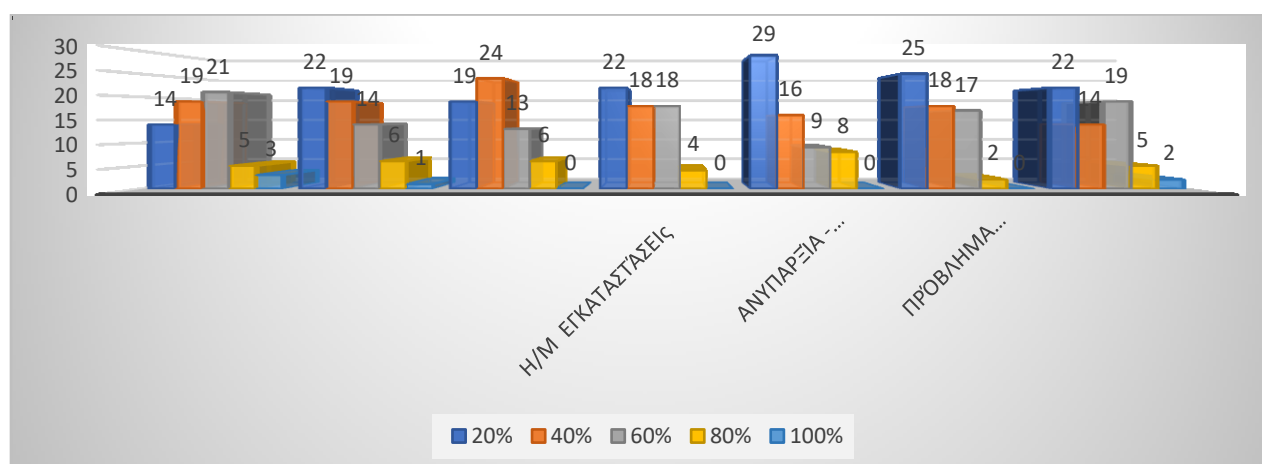
Ερωτήσεις ενότητας	20%	40%	60%	80%	100%
Ετος κατασκευής	27	20	13	2	0
Αστοχία εδάφους (ρήγματα, ρευστοποιήσεις)	19	22	14	5	2
Επικίνδυνες ρηγματώσεις δομικών στοιχείων	16	20	19	4	3



Βλάβες σε αποχετευτικούς αγωγούς, δεξαμενές, υποθαλάσσιους αγωγούς.	9	18	21	9	5
---	---	----	----	---	---

Στην συγκεκριμένη ενότητα βλέπουμε ότι οι βλάβες σε αποχετευτικούς/ υποθαλάσσιους αγωγούς και δεξαμενές είναι πιο κρίσιμη ερώτηση, συγκριτικά πάντα με τις υπόλοιπες.

Ερώτηση 43η	Μη Δομική Τρωτότητα (ΜΔΤ), συγκριτική αξιολόγηση των ερωτήσεων της ενότητας.
-------------	--



Ερωτήσεις ενότητας	20%	40%	60%	80%	100%
Επικινδυνότητα από εισροή λάσπης σε σωλήνες και φρεάτια	14	19	21	5	3
Ανεπάρκεια στηρίξεων γενικώς.	22	19	14	6	1
Πυρασφάλεια / πυρανίσχευση.	19	24	13	6	0
Η/Μ εγκαταστάσεις	22	18	18	4	0
Ανεπαρκής συντήρηση, κακοτεχνίες.	22	14	19	5	2
Ανεπαρκεία - πρόβλημα παρακολούθησης / συναγερμού / επικοινωνιών/ ειδοποίησης.	29	16	9	8	0
Πρόβλημα φωτισμού, σημάτων σύμφωνα με Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης	25	18	17	2	0

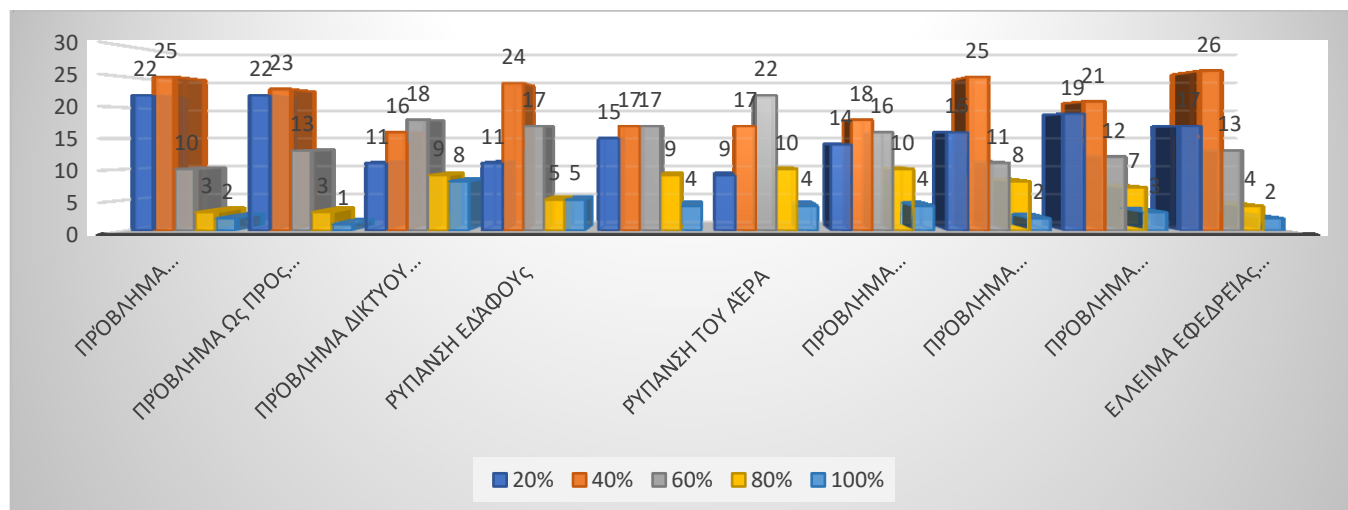
Εδώ οι ερωτώμενοι έκριναν πως η επικινδυνότητα από εισροή λάσπης σε σωλήνες και φρεάτια είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας συγκριτικά στην ενότητα της Μη Δομικής Τρωτότητας.





Ερώτηση 44η

Λειτουργική Τρωτότητα (ΛΤ), συγκριτική αξιολόγηση των ερωτήσεων της ενότητας.



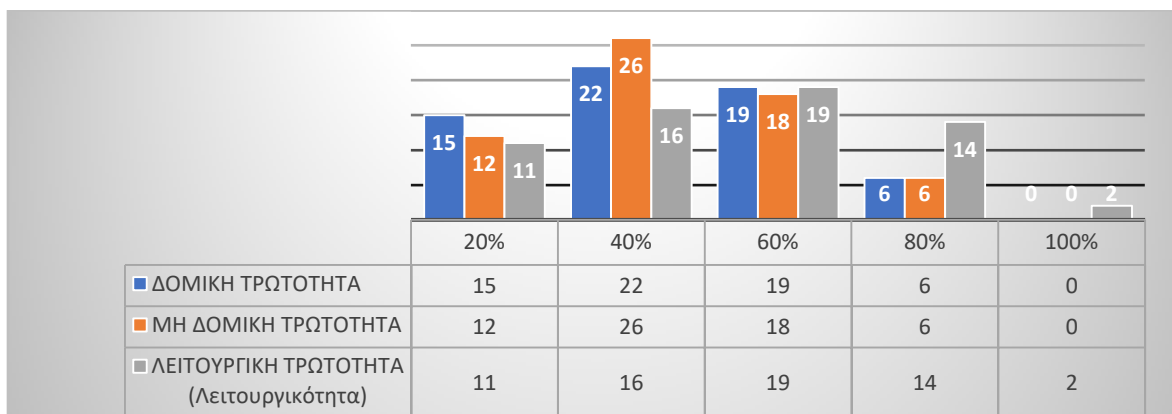
Ερωτήσεις ενότητας	20%	40%	60%	80%	100%
Πρόβλημα συστήματος αυτοματισμού για τον έλεγχο των λειτουργιών	22	25	10	3	2
Πρόβλημα ως προς τις διατάξεις Υγείας και ασφάλειας	22	23	13	3	1
Πρόβλημα δικτύου υδροδότησης	11	16	18	9	8
Ρύπανση εδάφους	11	24	17	5	5
Ρύπανση επιφανειακών ή υπόγειων νερών	15	17	17	9	4
Ρύπανση του αέρα	9	17	22	10	4
Πρόβλημα αντλιοστασίου λυμάτων	14	18	16	10	4
Πρόβλημα εκδήλωσης βλαβών και δυσλειτουργιών	16	25	11	8	2
Πρόβλημα λειτουργίας	19	21	12	7	3
Ελλείμμα εφεδρείας για την περίπτωση της εκτακτης ανάγκης;	17	26	13	4	2

Στην Λειτουργική τρωτότητα το πρόβλημα δικτύου υδροδότησης και η ρύπανση του αέρα κρίθηκαν ως οι κρισιμότερες ερωτήσεις συγκριτικά.



Ερώτηση 45η

Σύγκριση της ενότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες ενότητες.



Από το συγκεκριμένο διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι η Δομική Τρωτότητα με την Μη Δομική έχουν σχεδόν την ίδια σημαντικότητα, ενώ η Λειτουργική Τρωτότητα κρίνεται από τους ερωτώμενους μας ως η πιο σημαντική / κρίσιμη ενότητα.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

---

Η διασφάλιση της σωστής και ομαλής λειτουργίας των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων είναι μείζον ζήτημα που θα πρέπει να απασχολεί όλη την κοινωνία. Οι ΕΕΛ είναι αρκετά ευάλωτες, όπως έχουμε προαναφέρει, σε ακραία καιρικά φαινόμενα και φυσικές καταστροφές, ειδικότερα όταν βρίσκονται κοντά ή μέσα σε μεγάλες πόλεις της χώρας.

Ένας κύριος λόγος που συντάχθηκε η συγκεκριμένη διπλωματική μαζί με το ερωτηματολόγιο της, ήταν για να μας βοηθήσει να αντιληφθούμε καλύτερα την σεισμική τρωτότητά τους και τις ρυπαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας πραγματοποιήθηκε ποιοτικά με τη χορήγηση ερωτηματολογίων σε “ειδικούς” (Μελετητές – Ελεγκτές των ΕΕΛ), ώστε να εξαχθούν πορίσματα και συμπεράσματα, που θα είναι πολύ κοντά στην πραγματικότητα.

Έτσι, με τα στατιστικά αποτελέσματα αυτά που μας έδωσε το πρωτότυπο ερωτηματολόγιο της διπλωματικής εργασίας μπορούμε να εστιάσουμε καλύτερα στα σημαντικότερα προβλήματα που έχουν οι ΕΕΛ καθώς στους πιθανούς κινδύνους που εγκυμονούν.

Αναλυτικότερα κάποια από τα κυριότερα συμπεράσματα είναι:

Οι ΕΕΛ σαν μια πρώτη εικόνα δεν είναι αρκετά τρωτές σε περίπτωση σεισμού, ιδιαίτερα οι εγκαταστάσεις που κατασκευάστηκαν μετά το 2000. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η υποχρεωτική εφαρμογή των Αντισεισμικών Κανονισμών ισχύει για κτίρια μετά το 2000. Το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση που θα υπάρξει ρύπανση εδάφους και υδάτων μεταγενέστερα.

Η σεισμική τρωτότητα που οφείλεται στη ΔΤ είναι μικρή, ενώ για τη ΜΔΤ υπάρχει μια ανησυχία ως προς την εισροή λάσπης και το μπλοκάρισμα των αγωγών. Οι άλλες μεταβλητές της ΜΔΤ δείχνουν ότι η σεισμική τρωτότητα λόγω ΜΔΤ είναι μικρή.

Επίσης, η σεισμική τρωτότητα λόγω ΛΤ είναι χαμηλή με μία μικρή ανησυχία για τη λειτουργία του δικτύου υδροδότησης και τη διάδοση δυσάρεστων οσμών. Για το λόγο αυτό είναι πολύ σημαντικό το συγκεκριμένο ζήτημα να ερευνηθεί και να ληφθούν μέτρα για την σωστή λειτουργία της υδροδότησης.

Η ρύπανση εδάφους και υδάτων μετασεισμικά σε 24 ώρες, θα είναι μικρή έως μέτρια. Θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για να μπορεί να αντιμετωπιστεί άμεσα ώστε να διαφυλαχθεί το περιβάλλον από τους ρύπους.

Όπως έδειξε η μελέτη, ο συντελεστής βαρύτητας των ενοτήτων μεταξύ τους είναι παρόμοιος (αν συνυπολογίσουμε ότι η μελέτη είναι ποιοτική με πολλές παραδοχές). Το ίδιο συμβαίνει και με τις ερωτήσεις εντός μια ενότητας με τη σύγκρισή τους με τις υπόλοιπες ερωτήσεις της Ενότητας.

Οποιαδήποτε τρωτότητα μπορεί να έχει άμεσες ή έμμεσες επιπτώσεις στο περιβάλλον και στον άνθρωπο. Δομική, Μη Δομική και Λειτουργική Τρωτότητα μπορεί να επιφέρει σημαντικά προβλήματα. Η σεισμική τρωτότητα των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων απαιτείται να μελετηθεί περαιτέρω με περισσότερους και πιο εξειδικευμένους συντελεστές, ώστε να αποτυπωθεί μελλοντικά καλύτερα η σεισμική τρωτότητα τους.



## **Δημοσιεύσεις της έρευνας της Διπλωματικής Εργασίας**

Νάσης Μπ., Κέρπελης Πλ., «Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Κέντρων Επεξεργασίας Λυμάτων», 4ο Επιστημονικό Forum ΕΚΠΑ για την μείωση της διακινδύνευσης από τις καταστροφές στην Ελλάδα (Μάρτιος 2021)



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Ανδρεαδάκης Ανδρέας, SanitaryEngineeringLaboratory, Αξιοποίηση λυμάτων & Ιλύος, Παροχή εξειδικευμένων υπηρεσιών για την προώθηση της επαναχρησιμοποίησης της ιλύος που παράγεται από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων.
2. Βαγενάς Δ. & Λυμπεράτος Γ. (2011), Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων, Εκδόσεις: Τζιόλα, ISBN: 9789604183463, Θεσ/νίκη.
3. Βλυσίδης Α. (2021), Τεχνολογία πόσιμου νερού 9<sup>η</sup> Διάλεξη: Απολύμανση, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Πατρών.
4. Βλυσίδης Α., Γρηγοροπούλου Ε., Λυμπεράτος Γ. (2019), Περιβαλλοντική Μηχανική – Σημειώσεις Παραδόσεων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα.
5. Γιάγκος Κ. (2021), Τεχνολογία Επεξεργασίας Αποβλήτων Διάλεξη: 3 - Πρωτοβάθμια Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων Εσχάρωση, Αμμοσυλλογή, Λιποσυλλογή, Καθίζηση, Κροκύδωση, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
6. Γιαννακόπουλος Δ. (2015), Άσκηση 1η: Αξιολόγηση σεισμογενών περιοχών στις Ελλάδας, Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά.
7. Δημόπουλος Γ. (2001), Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμάτων (ΧΥΤΑ) και Περιβάλλον, Πρακτικά Ημερίδας «Υδρογεωλογία και Περιβάλλον», Ε.Ε.Υ., Αθήνα.
8. Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2012), Κείμενο Κατευθυντήριων Γραμμών για τη Διαχείριση Λυμάτων Μικρών Οικισμών, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής.
9. Κάππος Α. Ι. (2012), Εκτίμηση τρωτότητας των Κτιριακών Κατασκευών – Βάσεις Δεδομένων, Ημερίδα ΤΕΕ ΤΚΜ, Προσεισμικοί Έλεγχοι και Τρωτότητα των Κατασκευών, Θεσσαλονίκη.
10. Κορνάρος Μ. (2014), Τεχνολογία Περιβάλλοντος: Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, Υγειονομικής Ταφής Αστικών Στερεών Απορριμμάτων, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα, Πάτρα.



11. ΚΥΑ 145116/2011 (Φ.Ε.Κ. 354/Β/8.3.2011), Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις.
12. Λέκκα Α. Θ. (2013), Περιγραφή και λειτουργία μονάδας επεξεργασίας λυμάτων Ιωαννίνων, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή τεχνικών εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, Ηράκλειο.
13. Λιαντράκη Μ. (2019), Μεταπτυχιακή διατριβή του Πολυτεχνείου Κρήτης, τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, Επαναχρησιμοποίηση νερού και η Κοινωνική αποδοχή του.
14. Λύρα Β. (2017), Μεταπτυχιακή διατριβή στις Εφαρμοσμένες Πολιτικές και Τεχνικές Προστασίας του Περιβάλλοντος, Η διαχείριση των επεξεργασμένων αστικών λυμάτων και οι διαφαινόμενες προοπτικές, Αθήνα.
15. Μανικας Π. (2018). Βλάβες σε δομικά και μη δομικά στοιχεία από σεισμό. Τύποι και παράγοντες που επηρεάζουν τα κτίρια, Μεταπτυχιακή διατριβή ειδίκευσης, Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών & Κρίσεων, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Αθήνα.
16. ΜΕ.Κ.Δ.Ε (Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας) – Ε.Μ.Π., Καλιαμπάκος Δ., Καθηγητής ΕΜΠ και Διευθυντής της ΜΕ.Κ.Δ.Ε., Ανάπτυξη συστήματος παρακολούθησης και πρόληψης φυσικών καταστροφών για την προσαρμογή του Δήμου Μετσόβου στην κλιματική αλλαγή.
17. Μπαμπίλης Χ. (2018), Ενεργειακή κατανάλωση σε μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων, Τομέας ΙΙ: Ανάλυσης Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Διεργασιών και Συστημάτων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών.
18. Μπίλη Β. (2017), Διαχείριση Αστικών Υγρών Αποβλήτων – Θεσμικό Πλαίσιο & Διοικητική Πρακτική, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Ρέθυμνο.
19. Παπαδημητρίου Χ. (2004), Εμπειρίες και σχεδιασμός διαχείρισης λυμάτων σε μικρούς οικισμούς και φυσικά συστήματα, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Αερίων, Υγρών και Στερεών αποβλήτων, Χανιά.
20. Προκόπη Θ. (2016), Περιβαλλοντικές επιπτώσεις επεξεργασίας νερού και υγρών αποβλήτων από βιομηχανίες, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Λεμεσός.
21. Ράλλης Π. (2019), Μελέτη Βιολογικού Καθαρισμού Αστικών Λυμάτων Ξενοδοχειακής Μονάδας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Πάτρα.



22. Ροδιτάκης Α. (2018), Διαχείριση Αστικών Λυμάτων. Η περίπτωση της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Ηρακλείου Κρήτης. Αξιολόγηση της επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή θετικών επιστημών & τεχνολογίας, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών για την διαχείριση αποβλήτων.
23. Ροϊκός Σύμβουλοι Μηχανικοί (2012), Τελική Έκθεση, Τεχνική Υποστήριξη της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων για τον προσδιορισμό κατάλληλων συστημάτων και την ανάπτυξη κριτηρίων επιλογής για την επεξεργασία λυμάτων οικισμών Δ προτεραιότητας, Ειδική υπηρεσία διαχείρισης επιχειρηματικού προγράμματος «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη», Αθήνα.
24. Σαββάκης Ν. (2016), Περιβαλλοντική Διαχείριση – υγρά απόβλητα, Τει Κρήτης, Σχολή τεχνολογικών εφαρμογών, τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Ηράκλειο.
25. Σιάτου Α. (2018), Ενεργειακή αξιολόγηση Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Υγρών Αστικών Αποβλήτων στην Ελλάδα, Πολυτεχνείο Κρήτης, σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Χανιά.
26. Σύμβουλοι Μηχανικοί LDK (2019), Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), Πρόγραμμα ανάπτυξης κοιτάσματος δικτύου Κατάκολου.
27. Σταθοπούλου Ε. (2021), Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων στο αστικό περιβάλλον και διασφάλιση της δημόσιας υγείας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή θετικών επιστημών και τεχνολογίας διαχείρισης αποβλήτων.
28. Στουραϊτη Χ. (2013), Νέο Θεσμικό Πλαίσιο για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα, ΥΠΕΚΑ – Διεύθυνση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού.
29. Τούντα Δέσποινα (2017), Μεταπτυχιακή διατριβή ειδίκευσης στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Μελέτη της Μη Δομικής τρωτότητας του κτιρίου των Κεντρικών Υπηρεσιών Διοίκησης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.
30. Τραγανίτης Στ., Σκουμπούρης Ι. (1995), Οδηγός Λειτουργίας Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων, Εκδόσεις Ε.Ε.Τ.Α.Α.
31. Τσώνης Σ. (2004), Επεξεργασία λυμάτων, εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
32. Υ.Π.Ε.Ν. - Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (2020), Διαχείριση υγρών αποβλήτων.



33. Ειδική Γραμματεία Υδάτων ΥΠΕΚΑ (2012), Κείμενο κατευθυντήριων γραμμών για την διαχείριση λυμάτων μικρών οικισμών, Αθήνα.
34. Brendan Doherty, MAK Water Operations Manager WA (2017), 5 Common problems with sewage treatment plants, MakWater.
35. Brent Howe (2016), Odors at Wastewater Treatment Plants, WaterWorld.
36. EPA (2015), Incident Action Checklist – Earthquake.
37. EPA (2015), Incident Action Checklist – Flooding.
38. Fewtrell L., Bartram J. (2001), Water Treatment and Pathogen Control Water, Quality: Guidelines, Standards and Health, World Health Organisation.
39. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Chapter 3 – Implementing health protection measures for wastewater use, fao.org.
40. Karageorgos P., Latos M., Kotsifaki C., Lazaridis M., Kalogerakis N.(2010), Treatment of unpleasant odors in municipal wastewater treatment plants, IWA publishing.
41. National Small Flows Clearinghouse, On-site Wastewater disposal and public health, engineering.purdue.edu.
42. Panico A. Floriana I., Fabbrocino G., F. Pirozzi (2015), Vulnerability Assessment of Drinking Water Treatment Plants, Italy.
43. Panico A., Basco A. , Lanzano G., Pirozzi F., Santucci de Magistris F., Fabbrocino G., Salzano E. (2016), Evaluating the structural priorities for the seismic vulnerability of civilian and industrial wastewater treatment plants, Italy.
44. Reza Zare M., Wikinson S., Potangaroa R. (2010), Vulnerability of wastewater treatment plants and wastewater pumping stations to earthquakes.
45. Salvato J. (1996), Plumbing and Mechanical Magazine, Environmental Engineering and Sanitation, Water and Wastewater Engineering.
46. Stuetz R., Frenchen F. B. (2005), Odours in Wastewater Treatment Measurement, Modelling and Control, IWA Publishing, ISBN: 9781780402932, London
47. Vincenzo B., Vincenzo N., Tiziano Z. (2015), Odour Impact Assessment Handbook, John Wiley & Sons, ISBN: 9781119969280, Italy





48. Xiao Yun Wang, Ai Min Fu (2011), Earthquake Impact on the Sewage Treatment Plant and Emergency Measures.



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

---

1. Εικόνα 1.1: Thomas Rachel – environment reporter (2020), More than 100 wastewater treatment plants breaching consent, RNZ, New Zealand.
2. Εικόνα 1.2: Salman Zafar (2022), Why Wastewater Treatment is Crucial in our Society, BioEnergy Consult, Morocco.
3. Εικόνα 1.3: Cyclades24(2020), Βάρη Σύρου: Χρηματοδότηση για τη μεταφορά των λυμάτων στον ΒΙΟΚΑ Ερμούπολης – Αναβαθμίζονται και οι αφαλατώσεις, Σύρος.
4. Εικόνα 1.4: Δ.Ε.Υ.Α., Κανονισμός λειτουργίας Βιολογικού Σταθμού Ασπροβαλτας, Πληροφορίες, Βοθρολύματα, Ασπροβαλτα.
5. Εικόνα 1.5: Paros news (2020), Μολυσμένο νερό πίνουν εκατομμύρια άνθρωποι λόγω της ρύπανσης των υδάτων, Πάρος.
6. Εικόνα 1.6: Αργολικά (2021), Κίνδυνος για τη δημόσια υγεία η ρύπανση του Αργολικού κόλπου, Αργολίδα.
7. Εικόνα 2.1: Προεπεξεργασία (2006), Πρόγραμμα Αναμόρφωσης Προπτυχιακών Σπουδών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης – Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Θράκη.
8. Εικόνα 2.2: Encyclopaedia Britannica, Primary treatment, Britannica, Wastewater treatment and disposal.
9. Εικόνα 2.3: Χατζηλιόντος Ι. Χριστόδουλος – KemiotekoEngineering (2016), Αναλύσεις παραγόμενης βιολογικής ιλύος.
10. Εικόνα 2.4: Δημοσθένης Σαρηγιάννης (2015), Διαχείριση υγρών αποβλήτων – ενεργή ιλύς, Environmental Engineering Laboratory, Department of Chemical Engineering School of Engineering Aristotle University of Thessaloniki.
11. Εικόνα 3.1: Δ.Ε.Υ.Α.Λ., Χρήσιμες συμβουλές, Για τον πολίτη, Μυτιλήνη.
12. Εικόνα 3.2: Ecopress (2019), ΕΕ: συμφωνία επαναχρησιμοποίησης του νερού στη γεωργία.



13. Εικόνα 3.3: Dan DeBaun (2019), Is Drinking Recycled Sewage Water Really that Gross?, Big Berkey water filters.
14. Εικόνα 3.4: Αλέξης Ιωάννη(2018), «Ολοκληρωμένη διαχείριση νερού σε αστικά οικιστικά συγκροτήματα» Περιγραφή του συστήματος επεξεργασίας γκρι και μαύρων νερών, Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνικών Εφαρμογών – Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο.
15. Εικόνα 3.5: Χαλαζι.gr (2016), Αλεξανδρούπολη: Ανησυχία για το Δέλτα Έβρου και το Δίκτυο “Natura 2000”, Αλεξανδρούπολη.
16. Εικόνα 3.6: Dasarxeio.com (2017), Προστατευόμενες περιοχές υπό συνεχείς πιέσεις, Κύπρος.
17. Εικόνα 3.7:Σεκεριάδης Ν. (2019), Διαχείριση υδάτινων πόρων, opsiktikos.gr.
18. Εικόνα 3.8: Un water, Water quality and wastewater, photo by Kibae Park.
19. Εικόνα 3.9: Ημερήσιος Κήρακας (2012), Στο ΧΥΤΑ του Μαυρόλιθου εναποθέτουν λυματολάσπη, paidis.com.
20. Εικόνα 3.10: In.gr – alter ego (2005), Δυσοσμία από τη λυματολάσπη καταγγέλλουν οι κάτοικοι της Δυτικής Αττικής.
21. Εικόνα 3.11 – 3.12 – 3.13 – 3.14: Τσαντήλας Χ. (2011), Γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών, Ημερίδα ΤΕΕ Λαμίας.
22. Εικόνα3.15:Kavya Balaraman (2016), Sewage Floods Likely to Rise, Scientific American, photo by Mario Tama, Mississippi.
23. Εικόνα 3.16: Alan Cressler, USGS (2019), Effects of wastewater pollutants, Wastewater Treatment Water Use, Water science school.
24. Εικόνα 3.17: Dan Sokil (2020), Upper Gwynedd:Flooding led to water rescue, damage to sewer plant, the reporter.



25. Εικόνα 3.18: Hunter Powell (2018), Have Recent Weather Events Affected the Water Sector’s Approach to Emergency Planning & Resiliency?, Water Finance & Management.
26. Εικόνα 3.19: EPA Office of water (2018), Earthquake resilience guide for water and wastewater utilities.
27. Εικόνα 3.20: EPA Office of water (2018), Earthquake resilience guide for water and wastewater utilities.
28. Εικόνα 3.21: Ulrich Andreas (2020), Modernizing wastewater treatment in Sri Lanka, IWMI, photo by Hamish John Appleby.
29. Εικόνα 3.22: McDermott Stephen (2019), Irish water warns about further bad smells in Dublin following delay in repair works at treatment plant, thejournal.ie.
30. Εικόνα 3.23: Fluence news team (2020), How much energy exists in wastewater?, fluence.
31. Εικόνα 3.24: Lyn Corum (2018), Energy efficiency for wastewater treatment plants, WaterWorld.
32. Εικόνα 3.25: Τσακλίδης Ι. (2003), Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Δεύτερο τεύχος, Αρ.Φύλλου 1154.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
Κατεύθυνσης Δομοστατικών

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

### **ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ (Μ.Π.Ε)**

Ανώνυμο ερωτηματολόγιο για την σεισμική τρωτότητα Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων (Βιολογικοί) της Ελλάδας μέσω των Μ.Π.Ε. τους, στα πλαίσια έρευνας διπλωματικής εργασίας των Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.  
(Συμπλήρωση κατά προσέγγιση με την γενική επαγγελματική σας κρίση)

#### A. Ταυτότητα ερωτώμενου

##### 1. Φύλο

- Άντρας
- Γυναίκα

##### 2. Ηλικία

- <30
- 30-40
- 40-50



**Ποιοτική Εκτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων,  
με βάση τους Μελετητές – Ελεγκτές των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεών τους**

>50

3. Εκπαίδευση σε θέματα υγειονομικής τεχνολογίας (σε επίπεδο Βασικής / Μεταπτυχιακής Α' & Β' επιπέδου)

ΝΑΙ

ΟΧΙ

4. Εμπειρία σε θέματα ΕΕΛ

<5 έτη

5-10 έτη

>10 έτη

5. Υπεύθυνη θέση

Θέση Υπαλλήλου (σε ΕΕΛ)

Θέση Τμηματάρχη (σε ΕΕΛ)

Θέση Διευθυντή (σε ΕΕΛ)

Μελετητής

Ελεγκτής / Επιθεωρητής

Περιβαλλοντολόγος Μελετητής

Περιφέρεια

Αποκεντρωμένη Διοίκηση

Other

6. Ονομασία ΕΕΛ που εργάζεστε ή μελετήσατε  
Όνομα (αλφαβητικά) - Κωδικός Εγκατάστασης  
Select your answer

7. Συνολικά, πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική τρωτότητα (ΔΤ, ΜΔΤ, ΛΤ) της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ τους;

*ΔΤ: Δομική τρωτότητα ΜΔΤ: Μη Δομική τρωτότητα ΛΤ: Λειτουργικότητα ΜΠΕ: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων*

Πολύ  1  2  3  4  5  Καθόλου



8. Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική τρωτότητα (ΔΤ, ΜΔΤ, ΛΤ) της ΕΕΛ λόγω Ρύπανσης Εδάφους-Υδάτων, με βάση την ΜΠΕ τους;

ΔΤ: Δομική τρωτότητα ΜΔΤ: Μη Δομική τρωτότητα ΛΤ: Λειτουργικότητα

ΜΠΕ: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

Β. ΔΟΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ που εντοπίζεται στην ΜΠΕ της ΕΕΛ, για τη μετασεισμική περίοδο.

9. Έτος κατασκευής (Παλαιοί Κανονισμοί <1995 και Νέοι Κανονισμοί >1995)

- <1985
- 1985 - 1995
- 1995 - 2000
- >2000
- Δεν γνωρίζω / Δεν θυμάμαι

10. Αστοχία εδάφους (ρήγματα, ρευστοποιήσεις, κλπ). Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

11. Επικίνδυνες ρηγματώσεις δομικών στοιχείων (Ο/Σ, αγωγών, δεξαμενών κλπ)

Ο/Σ: Οπλισμένου Σκυροδέματος

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

12. Βλάβες σε αποχετευτικούς αγωγούς, δεξαμενές (ανατροπές, ολισθήσεις, κλπ), υποθαλάσσιους αγωγούς κλπ

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

13. Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Δομική Τρωτότητα της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ της;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου





14. Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ λόγω ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ της;

\*ΡΕΥ: Ρύπανση Εδάφους-Υδάτων

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

Γ. ΜΗ ΔΟΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ που εντοπίζεται στην ΜΠΕ της ΕΕΛ, για τη μετασεισμική περίοδο

15. Ποια η επικινδυνότητα από εισροή λάσπης σε σωλήνες και φρεάτια προκαλώντας μπλοκάρισμα και μείωση χωρητικότητας αυτών;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

16. Ανεπάρκεια στηρίξεων γενικώς (πχ σε μηχανήματα, σε μπαταρίες κα). Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

17. Πυρασφάλεια / πυρανίσχευση. Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

18. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις (πχ υπερθέρμανση, φθορά μηχανημάτων, κλπ). Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

19. Ατυχευμένη κατάσταση / πρόβλημα παρακολούθησης / συναγερμού / επικοινωνιών / ειδοποίησης (κάμερες, αισθητήρες κλπ)

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

20. Πρόβλημα φωτισμού, σημάνσεων, οδεύσεων διαφυγής κλπ. σύμφωνα με το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου



21.Ανεπαρκής συντήρηση (Φράξιμο σωλήνων, αγωγών, φίλτρων, έλεγχος κλπ) / κακοτεχνίες.  
Επιθεώρηση - έλεγχος μηχανημάτων. Οξειδώσεις, διαβρώσεις κα

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

22.Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Μη Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ , με βάση την ΜΠΕ τους;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

23.Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Μη Δομική τρωτότητα της ΕΕΛ λόγω ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ τους;

\*ΡΕΥ: Ρύπανση Εδάφους-Υδάτων

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

Δ. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ που εντοπίζεται στην ΜΠΕ της ΕΕΛ, για τη μετασεισμική περίοδο

24.Πρόβλημα συστήματος αυτοματισμού για τον έλεγχο των λειτουργιών. Επικινδυνότητα από ανύπαρκτη ή ελλιπή παρακολούθηση, επιτήρηση των λειτουργιών από το προσωπικό (σε 24ωρη βάση).

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

25.Πρόβλημα ως προς τις διατάξεις Υγείας και ασφάλειας (Μέσα ατομικής προστασίας, εκπαιδεύσεις, εμβολιασμοί, βραχυκυκλωματα, ηλεκτροπληξίες κλπ)

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

26.Δίκτυο υδροδότησης της ΕΕΛ (διακοπή υδροδότησης κα ). Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

27.Ρύπανση εδάφους: Διαρροές ή υπερχειλίσεις λυμάτων, καυσίμων προς το έδαφος και η οποία να οφείλεται στη ΛΤ (Λειτουργική Τρωτότητα). Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

28.Ρύπανση επιφανειακών ή υπόγειων νερών (μόλυνση υδροφορέακλπ), λόγω διαρροών ή υπερχειλίσεων λυμάτων (οφειλόμενη στη ΛΤ). Υπάρχει επικινδυνότητα ;

ΛΤ: Λειτουργική Τρωτότητα



Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

29. Ρύπανση του αέρα με την διάδοση δυσάρεστων οσμών. Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

30. Αντλιοστασίο λυμάτων. Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

31. Παρακολούθηση εκδήλωσης βλαβών και δυσλειτουργιών. Υπάρχει επικινδυνότητα;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

32. Πρόβλημα λειτουργίας (εύφλεκτα υλικά, τοξικά υλικά, αφρισμός, υπερχειλίσσεις, φύκη, ανομοιόμορφη ανάμειξη λυμάτων κλπ)

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

33. Υπάρχει έλλειμα εφεδρείας (γεννητριών ηλεκτρικού ρεύματος, by-pass αγωγών κα), για την περίπτωση της εκτακτης ανάγκης;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

34. Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Λειτουργική Τρωτότητα της ΕΕΛ, με βάση την ΜΠΕ τους;

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

35. Συνολικά πόση πιστεύετε ότι είναι η σεισμική Λειτουργική Τρωτότητα της ΕΕΛ λόγω ΡΕΥ, με βάση την ΜΠΕ τους;

ΡΕΥ: Ρύπανση Εδάφους-Υδάτων

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

Ε. ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΡΕΥ - σε διάφορους χρόνους

ΡΕΥ: Ρύπανση Εδάφους-Υδάτων

36. Ρύπανση Εδάφους σε 0 χρόνο (άμεσα μόλις πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)



Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

37. Ρύπανση Εδάφους σε 12 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

38. Ρύπανση Εδάφους σε 24 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

39. Ρύπανση Υδάτων σε 0 χρόνο (άμεσα μόλις πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

40. Ρύπανση Υδάτων σε 12 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

41. Ρύπανση Υδάτων σε 24 ώρες (αφότου πραγματοποιηθεί η ισχυρή σεισμική δόνηση)

Πολύ 1  2  3  4  5  Καθόλου

## ΣΤ. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ των προηγούμενων ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ / ΕΝΟΤΗΤΩΝ (εν συντομία)

### 42. ΔΟΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ

Σύγκριση της συγκεκριμένης ερώτησης σε σχέση με τις υπόλοιπες ερωτήσεις της ίδιας ενότητας.

(Με βάση την προσωπική σας άποψη)

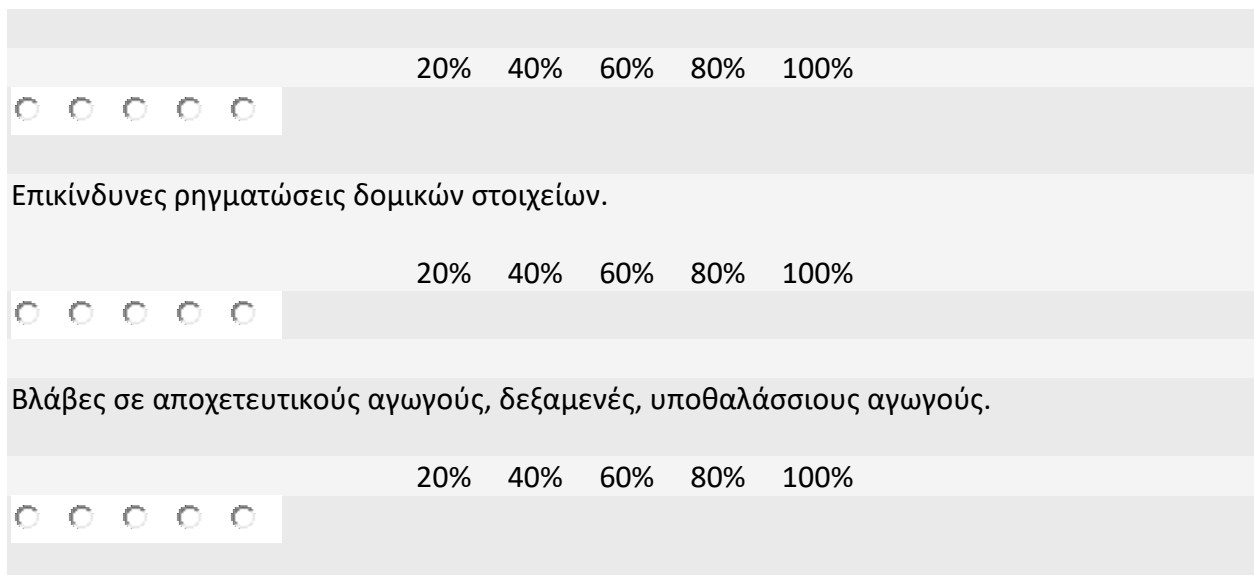
(Συμπλήρωση εν συντομία)

Έτος κατασκευής (Παλαιοί Κανονισμοί <1995 και Νέοι Κανονισμοί >1995).

20% 40% 60% 80% 100%



Αστοχία εδάφους (ρήγματα, ρευστοποιήσεις).



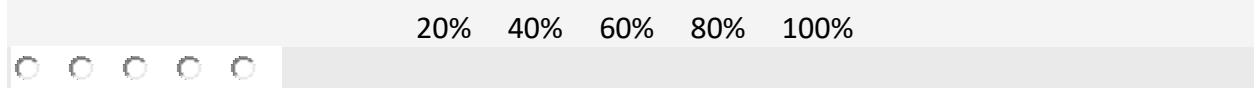
#### 43.ΜΗ ΔΟΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ

Σύγκριση της συγκεκριμένης ερώτησης σε σχέση με τις υπόλοιπες ερωτήσεις της ίδιας ενότητας.

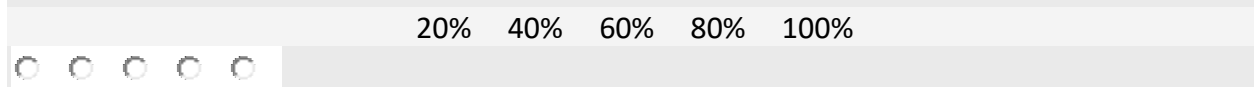
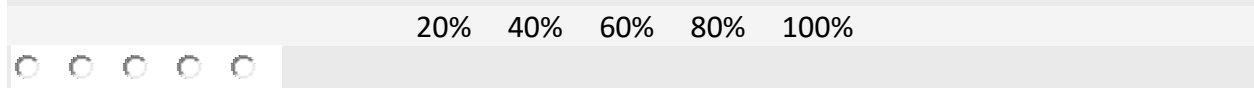
(Με βάση την προσωπική σας άποψη)

(Συμπλήρωση εν συντομία)

Ποια η επικινδυνότητα από εισροή λάσπης σε σωλήνες και φρεάτια προκαλώντας μπλοκάρισμα και μείωση χωρητικότητας αυτών.



Πυρασφάλεια / πυρανίσχευση. Υπάρχει επικινδυνότητα;





Ανυπαρξία / πρόβλημα παρακολούθησης / συναγερμού / επικοινωνιών/ ειδοποίησης.

20% 40% 60% 80% 100%



Πρόβλημα φωτισμού, σημάτων, οδύσεων διαφυγής κλπ σύμφωνα με το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης.

20% 40% 60% 80% 100%



Ανεπαρκής συντήρηση, κακοτεχνίες. Επιθεώρηση - έλεγχος μηχανημάτων. Οξειδώσεις, διαβρώσεις κ.α.

20% 40% 60% 80% 100%



#### 44.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ (Λειτουργικότητα)

Σύγκριση της συγκεκριμένης ερώτησης σε σχέση με τις υπόλοιπες ερωτήσεις της ίδιας ενότητας.

(Με βάση την προσωπική σας άποψη)

(Συμπλήρωση εν συντομία)

Πρόβλημα συστήματος αυτοματισμού για τον έλεγχο των λειτουργιών. Επικινδυνότητα από ανύπαρκτη ή ελλιπή παρακολούθηση, επιτήρηση των λειτουργιών από το προσωπικό.

20% 40% 60% 80% 100%



Πρόβλημα ως προς τις διατάξεις Υγείας και ασφάλειας.

20% 40% 60% 80% 100%



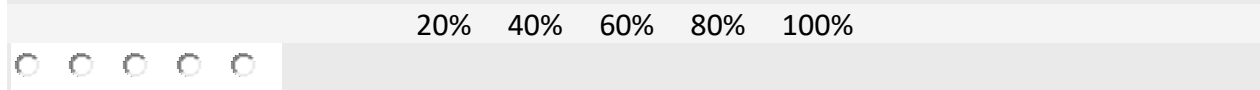
Πρόβλημα δικτύου υδροδότησης.

20% 40% 60% 80% 100%

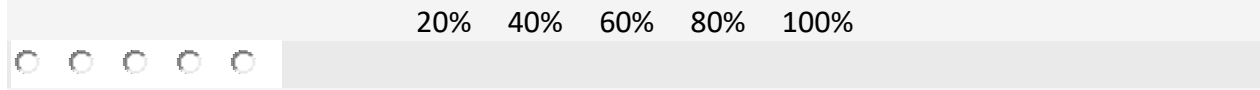




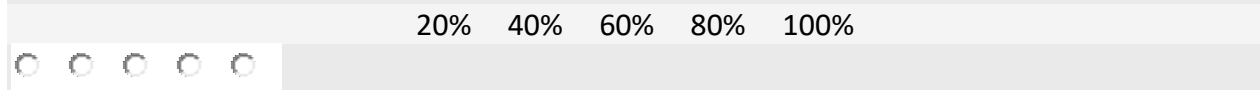
Ρύπανση εδάφους: Διαρροές ή υπερχειλίσεις λυμάτων, καυσίμων προς το έδαφος και η οποία να οφείλεται στη ΛΤ. Υπάρχει επικινδυνότητα ;



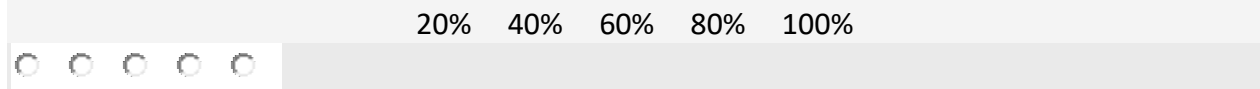
Ρύπανση επιφανειακών ή υπόγειων νερών λόγω διαρροών ή υπερχειλίσεων λυμάτων. Υπάρχει επικινδυνότητα ;



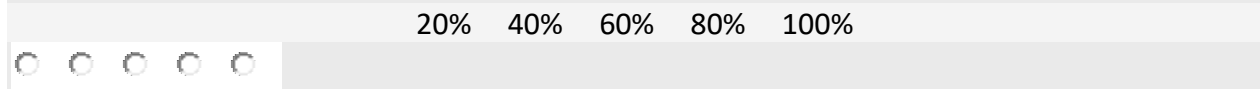
Ρύπανση του αέρα με την διάδοση δυσάρεστων οσμών. Υπάρχει επικινδυνότητα;



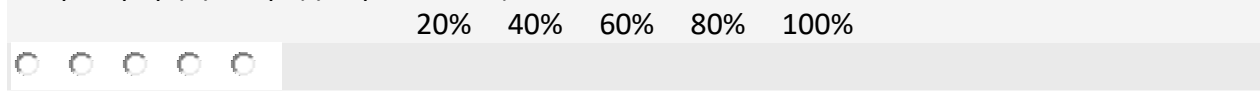
Πρόβλημα αντλιοστασίου λυμάτων.



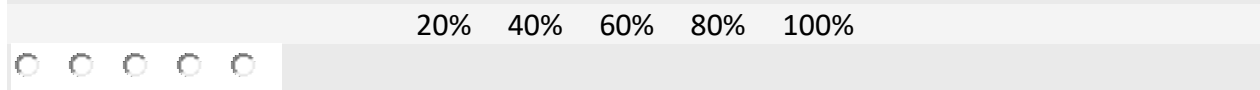
Πρόβλημα εκδήλωσης βλαβών και δυσλειτουργιών.



Πρόβλημα λειτουργίας (εύφλεκτα υλικά, τοξικά υλικά, αφρισμός, υπερχειλίσεις, φύκη, ανομοιόμορφη ανάμιξη λυμάτων κλπ).



Υπάρχει έλλειμα εφεδρείας για την περίπτωση της εκτακτης ανάγκης;



45. Σύγκριση της ενότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες ενότητες



**Ποιοτική Εκτίμηση της Σεισμικής Τρωτότητας Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων,  
με βάση τους Μελετητές – Ελεγκτές των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεών τους**

(Με βάση την προσωπική σας άποψη)  
(Συμπλήρωση εν συντομία)

<b>ΔΟΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ</b>					
	20%	40%	60%	80%	100%
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>					
<b>ΜΗ ΔΟΜΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ</b>					
	20%	40%	60%	80%	100%
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>					
<b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ (Λειτουργικότητα)</b>					
	20%	40%	60%	80%	100%
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>					