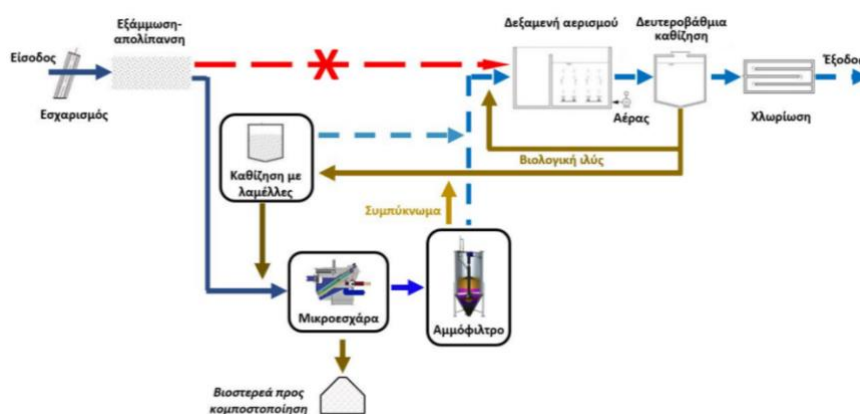




Πολυτεχνείο Κρήτης  
Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών περιβάλλοντος  
Εργαστήριο Σχεδιασμού Περιβαλλοντικών Διεργασιών

## «Διερεύνηση αναβάθμισης εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων με συστήματα πρωτοβάθμιας διήθησης»



Διπλωματική εργασία

της

Μανιάκη Ιωάννας

**Τριμελής εξεταστική επιτροπή:**

Καθηγητής Πέτρος Γκίκας (Επιβλέπων)

Καθηγητής, Δημήτριος Γουρλής

Επίκουρος καθηγητής, Νικόλαος Διαγγελάκης

Χανιά, 2024

«Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης».

## **Ευχαριστίες**

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω την έντονη ευγνωμοσύνη μου προς όλους εκείνους που με την καθοδήγηση, την υποστήριξη και την ενθάρρυνσή τους έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην ολοκλήρωση των προπτυχιακών μου σπουδών.

Η βαθιά μου εκτίμηση απευθύνεται στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρ. Πέτρο Γκίκα, του οποίου η εμπειρία και κατανόηση συνέβαλαν σημαντικά σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Είμαι απεριόριστα ευγνώμων στον υποψήφιο διδάκτωρ, Κωνσταντίνο Τσαμουτσόγλου, για τα πολύτιμα σχόλια και για όλη τη βοήθεια και την καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Η αφοσίωση, η ακατάπαυστη υποστήριξη, η υπομονή καθώς και οι πολύτιμες συμβουλές του ήταν καθοριστικές για την επίτευξη των στόχων μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συμφοιτητές και φίλους μου, Φίλιππο και Γιάννη, για την βοήθεια, τις συμβουλές και την ηθική υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής.

Τέλος, η οικογένειά μου προσέφερε ακλόνητη αγάπη και υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Είμαι βαθιά υπόχρεη στους γονείς και αδελφό μου, για την ατέλειωτη ενθάρρυνση και την πίστη τους σε εμένα.

**Ιωάννα Μανιάκη**

**Χανιά, Φεβρουάριος 2024**

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη διερεύνηση αναβάθμισης Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) με συστήματα πρωτοβάθμιας διήθησης (μικροεσχάρες σε συνδυασμό με αυτοκαθαριζόμενα αμμόφιλτρα ανοδικής ροής), στο πλαίσιο του έργου «Αναβάθμιση εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων για τη διαχείριση αυξανόμενων αναγκών και τη μείωση του λειτουργικού κόστους (ΑΝΕΛΙΞΗ)». Η εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο Σχεδιασμού Περιβαλλοντικών Διεργασιών της Σχολής Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Πέτρου Γκίκα.

Το έργο ΑΝΕΛΙΞΗ έχει ως στόχο την εφαρμογή καινοτομικής τεχνολογίας για την αναβάθμιση υπερφορτωμένων ΕΕΛ στην Ελλάδα και στην Κύπρο, με μειωμένη ενέργεια και κόστος λειτουργίας. Για τη διερεύνηση της υιοθέτησης της τεχνολογίας του έργου ΑΝΕΛΙΞΗ δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με σκοπό τον προσδιορισμό των αναγκών υφιστάμενων ΕΕΛ στην Ελλάδα και Κύπρο, τον καθορισμό ειδικών παραμέτρων ενσωμάτωσης της τεχνολογίας σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις και την εκδήλωση ενδιαφέροντος ως προς την απορρόφηση/ενσωμάτωσης της τεχνολογίας του έργου ΑΝΕΛΙΞΗ. Η συλλογή των πληροφοριών και δεδομένων έγινε μέσω ενός εκτεταμένου ερωτηματολογίου, το οποίο στάλθηκε σε συνολικά εκατό σαράντα τρεις (143) ΕΕΛ στην Ελλάδα και στην Κύπρο. Το εξεταζόμενο δείγμα της παρούσας διπλωματικής αποτελούταν από δεκαέξι (16) ΕΕΛ στην Ελλάδα και τέσσερις (4) ΕΕΛ στην Κύπρο, με Ισοδύναμο Πληθυσμό (ΠΠ) από 3.000 έως 90.000 ισοδύναμους κατοίκους (ΙΚ) στην Ελλάδα και από 11.000 έως 272.000 ΙΚ στην Κύπρο. Το εύρος της εισερχόμενης παροχής ήταν από 300 έως 21.000 m<sup>3</sup>/d στις Ελληνικές ΕΕΛ και από 500 έως 29.000 m<sup>3</sup>/d στις Κυπριακές ΕΕΛ αντίστοιχα. Η κύρια μέθοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Κύπρο είναι ο παρατεταμένος αερισμός, με το 65% των ΕΕΛ στην Ελλάδα και το 64% στην Κύπρο να επιλέγει αυτή τη μέθοδο, με βάση το εξεταζόμενο δείγμα. Η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κυβικό μέτρο εισερχόμενου λύματος στις ΕΕΛ της Ελλάδας υπολογίστηκε από 0,28 έως 0,96 kWh/m<sup>3</sup> ενώ στην Κύπρο από 0,61 έως 1,87 kWh/m<sup>3</sup>.

Μια κοινή πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι ΕΕΛ και στις δύο χώρες είναι τα προβλήματα υπερφόρτωσης. Στην Ελλάδα, το 87% των ΕΕΛ ανέφερε περιστατικά υπερφόρτωσης, ενώ στην Κύπρο το ποσοστό ανήλθε στο 50%. Η πλειοψηφία των ΕΕΛ της Ελλάδας και Κύπρου εκδήλωσε ενδιαφέρον για την υιοθέτηση των πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης του έργου ΑΝΕΛΙΞΗ. Η στάση αυτή υπογραμμίζει την αναγνώριση των οφελών που προσφέρει η τεχνολογία του έργου ΑΝΕΛΙΞΗ σε νέες ή υφιστάμενες ΕΕΛ, ενώ ταυτόχρονα συμβάλει στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών επεξεργασίας λυμάτων με χαμηλό κόστος και ενέργεια. Το έργο αυτό, λοιπόν, παρουσιάζεται ως καταλύτης για τον εκσυγχρονισμό των συμβατικών μεθόδων επεξεργασίας λυμάτων, υπογραμμίζοντας την επιτακτική ανάγκη για συνεχείς εξελίξεις στον τομέα διαχείρισης των λυμάτων.

**Λέξεις-κλειδιά:** «ΕΕΛ», «μικροεσχάρωση», «επεξεργασία λυμάτων», «ενέργεια».

## Abstract

The present thesis aims to investigate the upgrading of Wastewater Treatment Plants (WWTPs) with primary filtration systems (microscreens followed by Continuous Upflow Media Filters, CBUMFs), within the framework of the project "Upgrade of WWTPs for the management of increased demands and the reduction of the operational cost (ANELIXI)." The thesis was conducted at the Design of Environmental Processes Laboratory of the School of Chemical Engineering and Environmental Engineering at the Technical University of Crete, under the supervision of Professor Petros Gikas. The ANELIXI project aims to implement innovative technology for upgrading overloaded WWTPs in Greece and Cyprus, with low energy and operating cost. To investigate the implementation of the ANELIXI project technology, a questionnaire was created to identify the needs of existing WWTPs in Greece and Cyprus, the determining specific parameters for integrating the technology into existing facilities, and expressing interest in adopting/integrating the ANELIXI project technology. The project ANELIXI aims to implement innovative technology for upgrading overloaded Wastewater Treatment Plants (WWTPs) in Greece and Cyprus, with reduced energy and operating costs. To investigate the adoption of ANELIXI project technology, a questionnaire was created to identify the needs of existing WWTPs in Greece and Cyprus, determine specific integration parameters of the technology into existing facilities, and express interest in the absorption/integration of ANELIXI project technology. Information and data collection were conducted through an extensive questionnaire sent to a total of one hundred forty-three (143) WWTPs in Greece and Cyprus. The examined sample of this thesis consisted of sixteen (16) WWTPs in Greece and four (4) WWTPs in Cyprus, with Equivalent Population (EP) ranging from 3,000 to 90,000 inhabitants in Greece and from 11,000 to 272,000 inhabitants in Cyprus. The range of influent flow rate was from 300 to 21,000 m<sup>3</sup>/d for Greek WWTPs and from 500 to 29,000 m<sup>3</sup>/d for Cypriot WWTPs, respectively. The primary method of secondary treatment in both Greece and Cyprus is extended aeration, with 65% of Greek WWTPs and 64% of Cypriot WWTPs choosing this method, based on the examined sample. The average electricity consumption per cubic meter of influent wastewater in Greek WWTPs was calculated from 0.28 to 0.96 kWh/m<sup>3</sup>, while in Cyprus, it ranged from 0.61 to 1.87 kWh/m<sup>3</sup>.

Overloading is a common challenge for WWTPs in both countries. In Greece, 87% of WWTPs reported cases of overloading, while in Cyprus WWTPs, the percentage reached 50%. The majority of WWTPs both Greece and Cyprus expressed interest in adopting the primary treatment systems of the ANELIXI project. This attitude underscores the recognition of the benefits offered by technologies of the ANELIXI's project to both new and existing WWTPs, while simultaneously contribute to the development of new wastewater treatment technologies with low cost and energy requirements. Therefore, this project is presented as a catalyst for the modernization of conventional wastewater treatment processes, emphasizing the urgent need for continuous advancements in the wastewater management sector.

**Key words:** "WWTPs", "microsieve", "wastewater treatment", "energy"

## Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	iii
Περίληψη .....	iv
Abstract.....	v
Πίνακας Περιεχομένων.....	vi
Κατάλογος συντομογραφιών.....	viii
Κατάλογος πινάκων .....	ix
Κατάλογος διαγραμμάτων .....	xi
Κατάλογος εικόνων.....	xii
Κεφάλαιο 1: Επεξεργασία υγρών αποβλήτων και ιλύος .....	1
1.1. Υγρά απόβλητα .....	1
1.2. Συμβατική επεξεργασία υγρών αποβλήτων.....	2
1.2.1. Πρωτοβάθμια επεξεργασία .....	4
1.2.2. Δευτεροβάθμια επεξεργασία.....	5
1.2.3. Απολύμανση .....	5
1.2.4. Τριτοβάθμια επεξεργασία .....	6
1.2.5. Επεξεργασία και διάθεση ιλύος .....	6
1.2.6. Ενεργειακές απαιτήσεις ΕΕΛ .....	8
Κεφάλαιο 2: Περιγραφή της τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ και ευρεία εφαρμογή πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης .....	10
2.1. Νέες κατευθύνσεις και ανησυχίες.....	10
2.2. Περιγραφή του έργου ANEΛΙΞΗ.....	10
2.2.1. Μικροεσχάρωση .....	13
2.2.2. Αυτοκαθαριζόμενο Αμμόφιλτρο Ανοδικής Ροής (Continuous Backwash Upflow Media Filter, CBUMF) .....	14
2.2.3. Καθίζηση με λαμέλλες.....	16
2.3 Οφέλη από την εφαρμογή πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης.....	16
2.4 Σκοπός ερωτηματολογίου και έρευνας .....	17

<b>Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία υλοποίησης του ερωτηματολογίου .....</b>	<b>18</b>
3.1. Συλλογή δεδομένων .....	18
3.2. Διεξαγωγή της έρευνας .....	18
3.3. Παρουσίαση ερωτηματολογίου .....	18
<b>Κεφάλαιο 4: Απαντήσεις ερωτηματολογίου-Ελλάδα .....</b>	<b>22</b>
4.1. Γενικά στοιχεία για τις ΕΕΛ .....	22
4.2. Επεξεργασία λυμάτων και επαναχρησιμοποίηση .....	25
4.3. Ενεργειακή απαίτηση.....	27
4.4. Απόδοση εγκαταστάσεων .....	28
4.5. Αναγκαιότητα των ΕΕΛ για την υιοθέτηση της τεχνολογίας ANELIEX .....	32
<b>Κεφάλαιο 5: Απαντήσεις ερωτηματολογίου - Κύπρος .....</b>	<b>35</b>
5.1. Γενικά στοιχεία για τις ΕΕΛ .....	35
5.2. Επεξεργασία λυμάτων και επαναχρησιμοποίηση .....	36
5.3. Ενεργειακή απαίτηση.....	38
5.4. Απόδοση εγκαταστάσεων .....	38
5.5. Στάση ΕΕΛ ως προς το πρόγραμμα ANELIEX .....	40
<b>Κεφάλαιο 6: Σύγκριση απαντήσεων και πιθανοί περιορισμοί.....</b>	<b>43</b>
6.1. Συγκριτική αξιολόγηση των απαντήσεων στις ΕΕΛ Ελλάδα και Κύπρου .....	43
6.1.1. Τεχνικό μέρος – Σχετικά με την υφιστάμενη ΕΕΛ.....	43
6.1.2. Διερεύνηση αναβάθμισης ΕΕΛ με την τεχνολογία ANELIEX.....	44
6.2. Πιθανοί περιορισμοί .....	46
<b>Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις .....</b>	<b>47</b>
7.1. Μελλοντική έρευνα.....	48
<b>Κεφάλαιο 8: Βιβλιογραφία.....</b>	<b>49</b>
<b>Παράρτημα Ι: Έντυπο ενημέρωσης και ερωτηματολόγιο έρευνας.....</b>	<b>52</b>
<b>Παράρτημα ΙΙ: Δεδομένα ερωτηματολογίου .....</b>	<b>57</b>

## Κατάλογος συντομογραφιών

<b>ΕΕΛ:</b>	Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων
<b>ΠΟΥ:</b>	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
<b>ΔΠΚ:</b>	Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης
<b>TSS:</b>	Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (Total Suspended Solids)
<b>SS:</b>	Αιωρούμενα Στερεά (Suspended Solids)
<b>UV:</b>	Υπεριώδης Ακτινοβολία (Ultra Violet)
<b>APF:</b>	Advanced Primary Filter
<b>CBUMF:</b>	Αυτοκαθαριζόμενο Αμμόφιλτρο Ανοδικής Ροής (Continuous Backwash Upflow Media Filter)
<b>BOD<sub>5</sub>:</b>	Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο πέντε ημερών
<b>IK:</b>	Ισοδύναμος πληθυσμός
<b>VSS:</b>	Πτητικά Αιωρούμενα Στερεά (Volatile Suspended Solids)
<b>TP:</b>	Ολικός φώσφορος (Total Phosphorus)
<b>TAY:</b>	Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων
<b>XYTA:</b>	Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
<b>ΧΑΔΑ:</b>	Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων
<b>MBR:</b>	Membrane Bioreactors



## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. 1 Σύγκριση μεθόδων απολύμανσης (Λέκκα, 2013).	6
Πίνακας 1. 2 Ενεργειακή κατανάλωση ΕΕΛ σε σχέση με τους ΙΚ (Panepinto et al, 2016).	9
Πίνακας 4. 1 ΙΠ (θέρος/χειμώνας)	22
Πίνακας 6. 1 Σύγκριση απαντήσεων ερωτηματολογίου	45
Πίνακας Π. 1 Ερώτηση 2: Ποιος είναι ο εξυπηρετούμενος Ισοδύναμος Πληθυσμός	58
Πίνακας Π. 2 Ερώτηση 2: Ποιος είναι ο εξυπηρετούμενος Ισοδύναμος Πληθυσμός (Κύπρος)	58
Πίνακας Π. 3 Ερώτηση 1: Πότε ξεκίνησε η λειτουργία της ΕΕΛ	59
Πίνακας Π. 4 Ερώτηση 1: Πότε ξεκίνησε η λειτουργία της ΕΕΛ (Κύπρος)	59
Πίνακας Π. 5 Ερώτηση 3: Μέση ημερήσια παροχή εισόδου το καλοκαίρι και τον χειμώνα	60
Πίνακας Π. 6 Ερώτηση 3: Μέση ημερήσια παροχή εισόδου το καλοκαίρι και τον χειμώνα (Κύπρος)	60
Πίνακας Π. 7 Ερώτηση 4 και 5: Διαθέτει πρωτοβάθμια καθίζηση και ποιο το είδος της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας	61
Πίνακας Π. 8 Ερώτηση 4 και 5: Διαθέτει πρωτοβάθμια καθίζηση και ποιο το είδος της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας (Κύπρος)	61
Πίνακας Π. 9 Ερώτηση 7: Επεξεργασία ιλύος	62
Πίνακας Π. 10 Ερώτηση 7: Επεξεργασία ιλύος (Κύπρος)	62
Πίνακας Π. 11 Ερώτηση 6: Διαθέτει η ΕΕΛ τριτοβάθμια επεξεργασία	63
Πίνακας Π. 12 Ερώτηση 6: Διαθέτει η ΕΕΛ τριτοβάθμια επεξεργασία (Κύπρος)	63
Πίνακας Π. 13 Ερώτηση 8: Τελικός αποδέκτης της εγκατάστασης	64
Πίνακας Π. 14 Ερώτηση 8: Τελικός αποδέκτης της εγκατάστασης (Κύπρος)	64
Πίνακας Π. 15 Ερώτηση 9: Ανάκτηση νερού και τρόπος (Κύπρος)	65
Πίνακας Π. 16 Ερώτηση 9: Ανάκτηση νερού και τρόπος	65
Πίνακας Π. 17 Ερώτηση 10: Τρόπος διάθεσης ιλύος	66
Πίνακας Π. 18 Ερώτηση 10: Τρόπος διάθεσης ιλύος (Κύπρος)	66
Πίνακας Π. 19 Ερώτηση 11: Ημέρες εκτροπής ανά χρόνο	68
Πίνακας Π. 20 Ερώτηση 11: Ημέρες εκτροπής ανά χρόνο (Κύπρος)	68
Πίνακας Π. 21 Ερώτηση 12: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου	69
Πίνακας Π. 22 Ερώτηση 12: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου (Κύπρος)	69
Πίνακας Π. 23 Ερώτηση 13: Απόδοση της εγκατάστασης	70
Πίνακας Π. 24 Ερώτηση 13: Απόδοση της εγκατάστασης (Κύπρος)	70
Πίνακας Π. 25 Ερώτηση 14: Υπερβαίνουν οι αυξομειώσεις τα όρια σχεδιασμού	71
Πίνακας Π. 26 Ερώτηση 14: Υπερβαίνουν οι αυξομειώσεις τα όρια σχεδιασμού (Κύπρος)	71
Πίνακας Π. 27 Ερώτηση 15: Προβλήματα υπερφόρτωσης ή λειτουργίας	72
Πίνακας Π. 28 Ερώτηση 15: Προβλήματα υπερφόρτωσης ή λειτουργίας (Κύπρος)	72
Πίνακας Π. 29 Ερώτηση 16: Αναμένεται αύξηση της εισερχόμενης παροχής	73
Πίνακας Π. 30 Ερώτηση 16: Αναμένεται αύξηση της εισερχόμενης παροχής (Κύπρος)	73
Πίνακας Π. 31 Ερώτηση 17: Σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης	74
Πίνακας Π. 32 Ερώτηση 17: Σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης (Κύπρος)	74
Πίνακας Π. 33 Ερώτηση 18: Σχέδια αναβάθμισης για μείωση ηλεκτρικής ενέργειας	75
Πίνακας Π. 34 Ερώτηση 18: Σχέδια αναβάθμισης για μείωση ηλεκτρικής ενέργειας (Κύπρος)	75
Πίνακας Π. 35 Ερώτηση 19: Ποσοστό μείωσης των στερεών	76
Πίνακας Π. 36 Ερώτηση 19: Ποσοστό μείωσης των στερεών (Κύπρος)	76
Πίνακας Π. 37 Ερώτηση 20: Διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση ΔΠΚ	77

<b>Πίνακας Π. 38</b>	Ερώτηση 20: Διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση ΔΠΚ (Κύπρος).....	77
<b>Πίνακας Π. 39</b>	Ερώτηση 21: Διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ.	78
<b>Πίνακας Π. 40</b>	Ερώτηση 21: Διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ (Κύπρος) .....	78
<b>Πίνακας Π. 41</b>	Ερώτηση 22: Σημαντικό τα βιοστερεά να έχουν περιεκτικότητα άνω των 35% και αν ναι θα ήταν σημαντικός λόγος για χρήση της ANEΛΙΞΗ .....	79
<b>Πίνακας Π. 42</b>	Ερώτηση 22: Σημαντικό τα βιοστερεά να έχουν περιεκτικότητα άνω των 35% και αν ναι θα ήταν σημαντικός λόγος για χρήση της ANEΛΙΞΗ (Κύπρος) .....	79

## Κατάλογος διαγραμμάτων

<b>Διάγραμμα 4. 1</b> Χρόνια λειτουργίας.....	23
<b>Διάγραμμα 4. 2</b> Μέση παροχή εισόδου (<1.500 m <sup>3</sup> /d).....	23
<b>Διάγραμμα 4. 3</b> Μέση παροχή εισόδου (1.500-5.000 m <sup>3</sup> /d).....	24
<b>Διάγραμμα 4. 4</b> Μέση παροχή εισόδου (>5.000 m <sup>3</sup> /d).....	24
<b>Διάγραμμα 4. 5</b> Μέθοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.....	25
<b>Διάγραμμα 4. 6</b> Πρωτοβάθμια επεξεργασία .....	25
<b>Διάγραμμα 4. 7</b> Επεξεργασία ιλύος .....	26
<b>Διάγραμμα 4. 8</b> Τελικός αποδέκτης.....	26
<b>Διάγραμμα 4. 9</b> Διάθεση ιλύος .....	27
<b>Διάγραμμα 4. 10</b> Ενεργειακή κατανάλωση ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου .....	28
<b>Διάγραμμα 4. 11</b> Απόδοση της ΕΕΛ κατά τις περισσότερες ημέρες λειτουργίας.....	28
<b>Διάγραμμα 4. 12</b> Παρατηρούμενες αυξομειώσεις στις ΕΕΛ.....	29
<b>Διάγραμμα 4. 13</b> Προβλήματα υπερφόρτωσης ή αναποτελεσματικής λειτουργίας στις ΕΕΛ .....	29
<b>Διάγραμμα 4. 14</b> Εκτροπή ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων .....	30
<b>Διάγραμμα 4. 15</b> Αύξηση της εισερχόμενης παροχής .....	31
<b>Διάγραμμα 4. 16</b> Σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης της υφιστάμενης ΕΕΛ λόγω αύξηση της παροχής .....	31
<b>Διάγραμμα 4. 17</b> Σχέδια αναβάθμισης για μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας .....	32
<b>Διάγραμμα 4. 18</b> Ποσοστό μείωσης στερεών.....	33
<b>Διάγραμμα 4. 19</b> Διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εγκατάσταση πρωτοβάθμιας καθίζησης.....	33
<b>Διάγραμμα 4. 20</b> Διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εφαρμογή της τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ.....	34
<b>Διάγραμμα 5. 1</b> Χρόνια λειτουργίας ΕΕΛ .....	35
<b>Διάγραμμα 5. 2</b> Παροχή εισόδου (θέρους/χειμώνας) .....	36
<b>Διάγραμμα 5. 3</b> Μέθοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.....	36
<b>Διάγραμμα 5. 4</b> Μέθοδοι επεξεργασίας ιλύος .....	37
<b>Διάγραμμα 5. 5</b> Ενεργειακή κατανάλωση ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου .....	38
<b>Διάγραμμα 5. 6</b> Εκτροπή ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων .....	39
<b>Διάγραμμα 5. 7</b> Σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης της υφιστάμενης ΕΕΛ λόγω αύξηση της παροχής .....	40
<b>Διάγραμμα 5. 8</b> Ποσοστό μείωσης στερεών.....	40
<b>Διάγραμμα 5. 9</b> Διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εγκατάσταση πρωτοβάθμιας καθίζησης.....	41
<b>Διάγραμμα 5. 10</b> Διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εφαρμογή της τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ.....	41

## Κατάλογος εικόνων

<b>Εικόνα 1. 1</b> Σχηματική απεικόνιση διαγράμματος ροής μιας ΕΕΛ (Foladori et al., 2021). ....	2
<b>Εικόνα 1. 2</b> Διαδικασία προεπεξεργασίας. (α) Εσχάρωση, (β) Εξάμμωση, (γ) Λιποσυλλογή (Gandhi et al., 2021). ....	3
<b>Εικόνα 1. 3</b> Τυπική ορθογώνια ΔΠΚ: (α) κάτοψη και (β) τομή (Tchobanoglous, et al., 2018). ....	4
<b>Εικόνα 1. 4</b> Τυπική κυκλική ΔΠΚ (Monroeenvironmental, 2020). ....	5
<b>Εικόνα 2.1</b> Διάγραμμα ροής του έργου ΑΝΕΛΙΞΗ (ΑΝΕΛΙΞΗ, 2021). ....	11
<b>Εικόνα 2. 2</b> Πιλοτικό σύστημα στην ΕΕΛ Μάρπησσας. ....	11
<b>Εικόνα 2. 3</b> Πιλοτικό σύστημα στην ΕΕΛ Μάρπησσας. ....	12
<b>Εικόνα 2. 4</b> Σχηματική απεικόνιση μικροεσχάρας (ΑΝΕΛΙΞΗ, 2021). ....	13
<b>Εικόνα 2. 5</b> Φωτογραφία μικροεσχάρας (Gikas & Tsoutsos, 2014).....	14
<b>Εικόνα 2. 6</b> Σχηματική απεικόνιση του CBUMF (ΑΝΕΛΙΞΗ, 2022).....	15

# **Κεφάλαιο 1: Επεξεργασία υγρών αποβλήτων και ιλύος**

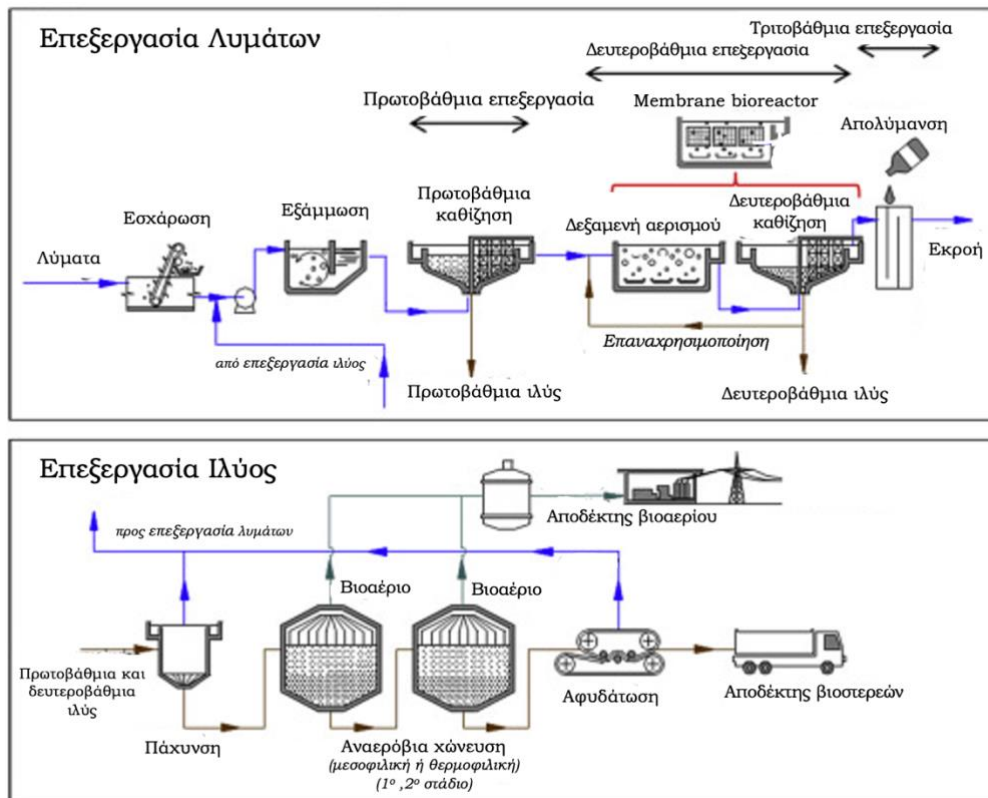
## **1.1. Υγρά απόβλητα**

Ο σημερινός άνθρωπος αντιμετωπίζει καθημερινά τις συνέπειες της δικής του επίδρασης στο περιβάλλον. Κάθε δραστηριότητα παράγει απόβλητα, η επαφή με τα οποία μπορεί να είναι βλαβερή για την υγεία. Είναι σημαντικό να επεξεργαστούμε τα απόβλητα προτού φτάσουν στο έδαφος, το νερό ή τον αέρα (Λέκκα, 2013). Η επεξεργασία υγρών αποβλήτων συνδυάζει φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες. Βασική απαίτηση για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων είναι η κατανόηση της προέλευσής τους, της σύστασης και των ποιοτικών/ποσοτικών χαρακτηριστικών τους. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη περιβαλλοντικά, οικονομικά και υγειονομικά κριτήρια για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επεξεργασίας (Κόγκος, 2020).

Η συμβατική διαδικασία επεξεργασίας λυμάτων περιλαμβάνει διάφορα στάδια: προεπεξεργασία, πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία, όλα βασισμένα σε φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες. Η διεργασία της ενεργού ιλύος είναι μια δημοφιλής μέθοδος για την επεξεργασία λυμάτων (Τραγαντζόπουλος, 2021).

Τα επεξεργασμένα λύματα δεν πρέπει να απορρίπτονται σε ευαίσθητα περιβάλλοντα χωρίς να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές, για να αποφευχθεί η ρύπανση και ο κίνδυνος για τη δημόσια υγεία (οδηγία 91/271/ΕΟΚ) (Τραγαντζόπουλος, 2021). Ο καθορισμός της χρήσης του αποδέκτη καθορίζει κατά κανόνα και τον τελικό βαθμό καθαρισμού/επεξεργασίας (Λυτόπουλος, 2013).

Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να συνδυάζεται η απαιτούμενη ποιότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων με τη μικρότερη δυνατή δαπάνη κατασκευής και λειτουργίας μιας Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), έτσι ώστε να διασφαλίζεται η δημόσια υγεία και γενικότερα η προστασία του περιβάλλοντος και η ποιότητα ζωής (Λυτόπουλος, 2013).



Εικόνα 1. 1 Σχηματική απεικόνιση διαγράμματος ροής μιας ΕΕΛ (Foladori et al., 2021).

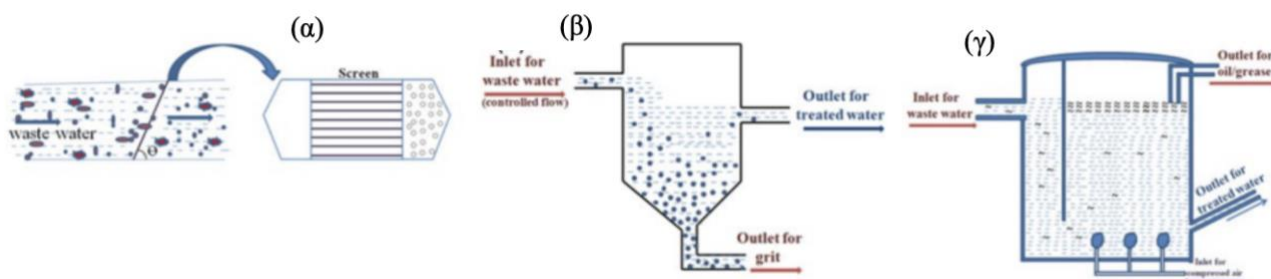
## 1.2. Συμβατική επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Η τυπική διαδικασία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων αποσκοπεί στη μείωση ή εξάλειψη ανόργανων και οργανικών ουσιών, τοξικών στοιχείων, και παθογόνων μικροοργανισμών από τα απόβλητα. Αυτό βελτιώνει την ποιότητα του επεξεργασμένου αποβλήτου ώστε να συμμορφώνεται με τα πρότυπα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) ή τους εθνικούς κανονισμούς για την καταπολέμηση της ρύπανσης (Gandhi et al., 2021). Η επεξεργασία λυμάτων περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στάδια: προεπεξεργασία, πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία.

### Προεπεξεργασία

Στα προκαταρκτικά στάδια της επεξεργασίας λυμάτων, οι διαδικασίες περιλαμβάνουν την ανύψωση, απόσπηση, εσχάρωση, εξάμμιση, λιποσυλλογή, και μέτρηση/εξισορρόπηση της παροχής (Χρυσικόπουλος, 2018).

Συνήθως, τα λύματα που φτάνουν σε μια ΕΕΛ χρειάζονται ανύψωση μέσω αντλιών, ειδικά αν οι σωληνώσεις είναι υπόγειες και επιπλέον αποσμητική επεξεργασία λόγω της δυσάρεστης μυρωδιάς που προκαλείται από την αναερόβια σήψη. Έτσι, οι ΕΕΛ πρέπει να διαθέτουν στην είσοδό τους ένα σύστημα απόσπησης, όπου ο απαγόμενος δύσσοσμος αέρας συλλέγεται και μεταφέρεται (Χρυσικόπουλος, 2018).



**Εικόνα 1. 2** Διαδικασία προεπεξεργασίας. (α) Εσχάρωση, (β) Εξάμμωση, (γ) Λιποσυλλογή (Gandhi et al., 2021).

Το πρώτο βήμα στην επεξεργασία των λυμάτων είναι η απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων. Κύριος στόχος της εσχάρωσης είναι η αποφυγή έμφραξης των αντλιών και άλλων εξαρτημάτων. Όπως φαίνεται στην εικόνα 1.2α οι εσχάρες είναι ορθογώνιες με άνοιγμα ομοιόμορφου μεγέθους με διάτρητη μεταλλική πλάκα. Οι εσχάρες είναι διατεταγμένες σε κεκλιμένη γωνία ( $\theta$ )  $30^\circ$ -  $60^\circ$  ως προς την κατεύθυνση ροής των λυμάτων. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εσχάρων που διατίθενται με βάση το μέγεθος του ανοίγματος (χονδρή, μεσαία, λεπτή) (Gandhi et al., 2021).

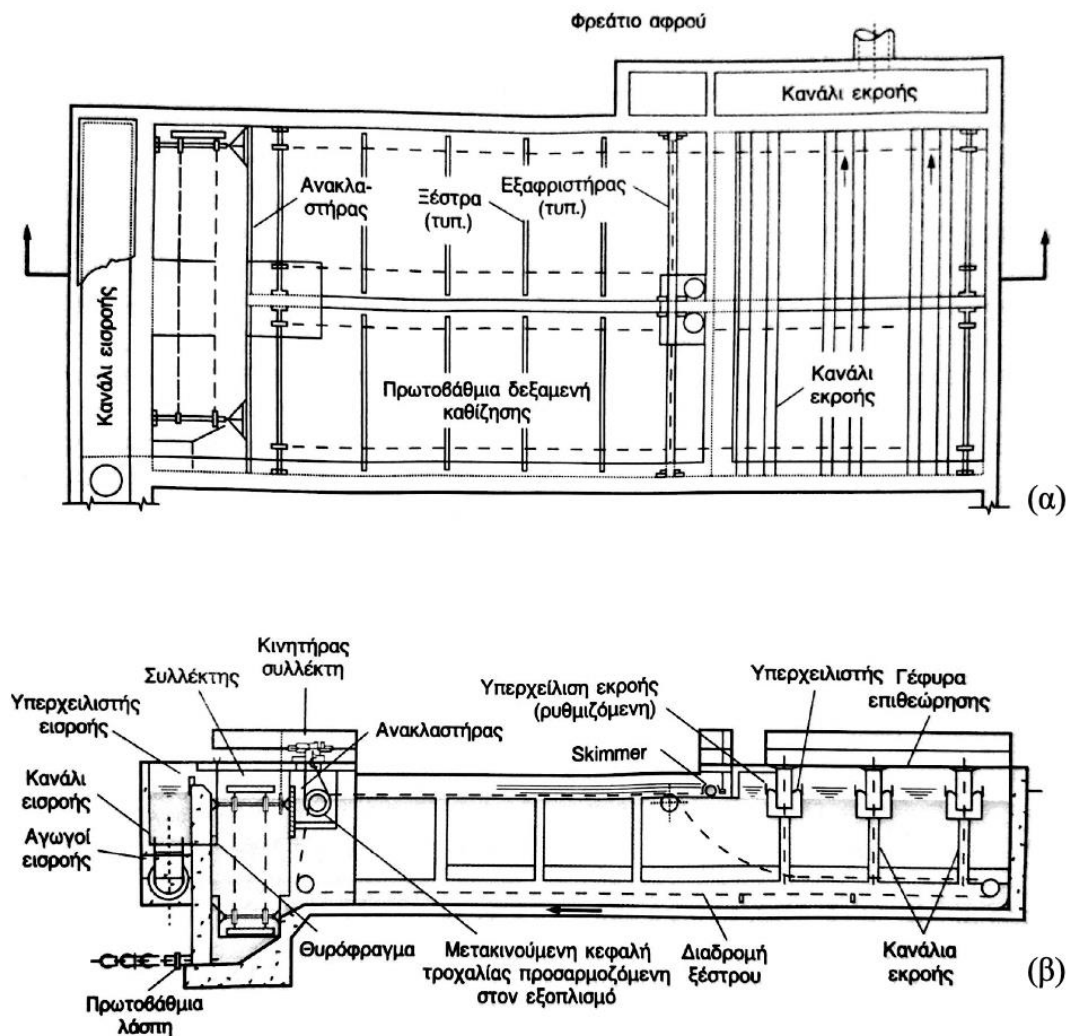
Η εξάμμωση αποσκοπεί στην απομάκρυνση στερεών όπως χαλίκια και άμμος, που μπορούν να φράξουν σωληνώσεις και να βλάψουν τις αντλίες (εικόνα 1.2β). Στο στάδιο της λιποσυλλογής απομακρύνονται λίπη και έλαια που επιπλέουν στην επιφάνεια, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στη βιολογική επεξεργασία. Τέλος, η εξισορρόπηση της παροχής είναι σημαντική για την εξομάλυνση της ροής λυμάτων (Χρυσικόπουλος, 2018).

Στην προεπεξεργασία λυμάτων, το στάδιο της λιποσυλλογής είναι ζωτικής σημασίας λόγω της παρουσίας λιπαρών και ελαιωδών ουσιών που επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού ή των λυμάτων. Αυτά τα λίπη και έλαια μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Η διαδικασία λιποσυλλογής συνήθως γίνεται είτε πριν είτε ταυτόχρονα με την εξάμμωση (Χρυσικόπουλος, 2018). Η δεξαμενή λιποσυλλογής σχεδιάζεται συνήθως ως μακρύς θάλαμος με διαμερίσματα, ιδανικός για την απομάκρυνση των επιπλεόντων λιπών (εικόνα 1.2γ) (Gandhi et al., 2021).

Επιπρόσθετα, η εξισορρόπηση της ογκομετρικής παροχής είναι απαραίτητη για την εξομάλυνση της ροής λυμάτων, προσαρμοζόμενη στις διακυμάνσεις που προέρχονται από καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες ή από απρόβλεπτες εισροές, όπως βιομηχανικά υγρά απόβλητα. (Χρυσικόπουλος, 2018).

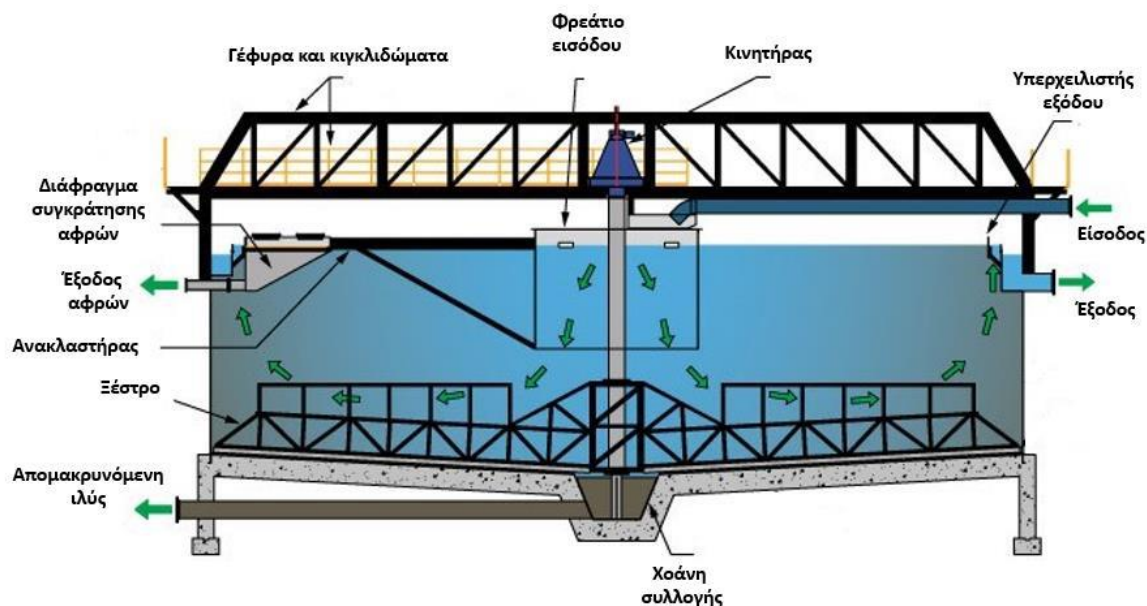
### 1.2.1. Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Οι Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης (ΔΠΚ) σχεδιάζονται για να απομακρύνουν περίπου 50-70% των Ολικών Αιωρούμενων Στερεών (Total Suspended Solids, TSS) και 25-40% του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (Biochemical Oxygen Demand, BOD<sub>5</sub>). Οι δεξαμενές αυτές μπορεί να είναι ορθογώνιες (εικόνα 1.3) ή κυκλικές (εικόνα 1.4) και συνήθως είναι μηχανικά καθαριζόμενες. Η επιλογή του σχήματος της δεξαμενής εξαρτάται από το μέγεθος της εγκατάστασης, τους τοπικούς κανονισμούς, και την εμπειρία του μηχανικού. Συνιστάται η ύπαρξη τουλάχιστον δύο δεξαμενών, ώστε η επεξεργασία να συνεχίζεται ακόμη και όταν μία δεξαμενή είναι εκτός λειτουργίας (Tchobanoglous, et al., 2018).



Εικόνα 1. 3 Τυπική ορθογώνια ΔΠΚ: (α) κάτοψη και (β) τομή (Tchobanoglous, et al., 2018).





Εικόνα 1. 4 Τυπική κυκλική ΔΠΚ (Monroeenvironmental, 2020).

### 1.2.2. Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Στη δευτεροβάθμια επεξεργασία λυμάτων, ο βασικός στόχος είναι η περαιτέρω μείωση διαλυτών οργανικών ουσιών και TSS, καθώς και της μείωσης αζωτούχων και φωσφορικών ενώσεων στα υγρά απόβλητα. Η διεργασία βασίζεται στη βιοχημική αποικοδόμηση και μετατροπή των λεπτών και διαλυμένων οργανικών ουσιών σε μεγαλύτερα σωματίδια, τα οποία κατόπιν απομακρύνονται μέσω της δευτεροβάθμιας καθίζησης. Κατά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν ένα μέρος της τροφής για την αποσύνθεση και την παραγωγή ενέργειας, ενώ ένα άλλο μέρος για τη σύνθεση της κυτταρικής τους δομής (Νταρακάς, 2010).

### 1.2.3. Απολύμανση

Η απολύμανση αποτελεί τη διαδικασία καθαρισμού νερού ή λυμάτων από παθογόνους μικροοργανισμούς, στοχεύοντας στην αδρανοποίηση και παρεμπόδιση της ανάπτυξης και αναπαραγωγής τους. Απολύμανση δεν σημαίνει θανάτωση, αλλά εξουδετέρωση των μικροοργανισμών, που επιτυγχάνεται μέσω φυσικών μεθόδων όπως η θερμότητα και η υπεριώδης ακτινοβολία (Ultra-Violet, UV), ή χημικών μεθόδων όπως η χλωρίωση και η οζόνωση (Πίνακας 1.1) (Χρυσικόπουλος, 2018), (Κόγκος, 2020). Παρά τα ανεπιθύμητα παραπροϊόντα που παράγονται κατά την διαδικασία της χλωρίωσης, το χλώριο είναι το πιο διαδεδομένο απολυμαντικό μέσο λόγω της βακτηριοκτόνου δράσης του (Χρυσικόπουλος, 2018).

**Πίνακας 1. 1** Σύγκριση μεθόδων απολύμανσης (Λέκκα, 2013).

Χαρακτηριστικό	Μέθοδος απολύμανσης		
	Χλωρίωση	UV	Οζόνωση
Απομάκρυνση κολοβακτηριδίων	Πολύ καλή	Πολύ καλή	Πολύ καλή
Απομάκρυνση ιών	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
Πιθανότητα να ξανααναπτυχθούν μικροοργανισμοί	Ελάχιστη	Σημαντική	Καμία
Επίδραση στο υδάτινο περιβάλλον του αποδέκτη	Αύξηση διαλυτών στερεών	Καμία	Καμία
Παραπροϊόντα απολύμανσης	Αλογονοφόρμια	Κανένα	Κανένα
Επικινδυνότητα παραπροϊόντων	Μεγάλη	Μηδενική	Μηδενική
Επικινδυνότητα χρησιμοποιούμενων χημικών	Μεγάλη	Μηδενική	Μηδενική
Κόστος εγκατάστασης	Μέσο	Σημαντικό	Σημαντικό
Κόστος λειτουργίας – συντήρησης	Μέσο	Σημαντικό	Μέσο

#### 1.2.4. Τριτοβάθμια επεξεργασία

Στο στάδιο της τριτοβάθμιας επεξεργασίας, το βασικό μέλημα είναι η περαιτέρω απομάκρυνση ρύπων που απομένουν στα επεξεργασμένα απόβλητα, όπως αιωρούμενα στερεά, διαλυμένες οργανικές και ανόργανες ουσίες, καθώς και ιόντα όπως τα αμμωνιακά, τα νιτρικά, τα φωσφορικά, βαρέα μέταλλα και άλλες τοξικές ενώσεις που δεν απομακρύνθηκαν σε προηγούμενα στάδια (Τσιουρή, 1999).

Η τριτοβάθμια επεξεργασία συνδέεται συχνά με την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων, όπου για απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση, όπως για άρδευση, απαιτούνται διεργασίες όπως ταχεία ανάμιξη, κροκίδωση-καθίζηση, διύλιση και απολύμανση. Σε περιπτώσεις επαναχρησιμοποίησης για πόση, εφαρμόζονται πρόσθετες επεξεργασίες για ακόμα πιο υψηλούς βαθμούς απομάκρυνσης ρύπων (Αλεξίου, 2009).

#### 1.2.5. Επεξεργασία και διάθεση ιλύος

Οι γενικοί στόχοι της επεξεργασίας της ιλύος είναι αφενός η μείωση του όγκου της, για να μειωθεί το κόστος επεξεργασίας και διάθεσής της και αφετέρου η σταθεροποίησή της, δηλαδή η μετατροπή της σε μια αδρανή (βιολογικά σταθερή) μάζα, ώστε η διάθεση της στο περιβάλλον να είναι ακίνδυνη (Αλεξίου, 2009).

Οι κυριότερες μέθοδοι επεξεργασίας των στερεών στις ΕΕΛ είναι (Κελεσίδης, 2010):

- Προκαταρκτικές διεργασίες (Preliminary processes)
- Πάχυνση (Thickening)
- Σταθεροποίηση (Stabilization)

- Βελτίωση (Conditioning)
- Αφυδάτωση (Dewatering)

### **Προκαταρκτικές διεργασίες (Preliminary processes):**

Στο αρχικό στάδιο της επεξεργασίας της ιλύος, οι προκαταρκτικές διεργασίες είναι κρίσιμες για την απομάκρυνση πλαστικών και άλλων υλικών, καθώς και για τη διασφάλιση συνεχούς και ομοιόμορφης τροφοδοσίας στα επόμενα στάδια επεξεργασίας (Μαρκαντωνάτος, 1990). Ο τεμαχισμός (grinding), η εξάμμωση (grit removal), η ανάμιξη (blending) και η αποθήκευση (storage) της ιλύος είναι απαραίτητες προκαταρκτικές διεργασίες. Ο τεμαχισμός αφορά τη διαίρεση μεγάλων και ινωδών υλικών σε μικρότερα σωματίδια για να αποφευχθεί η έμφραξη ή η εμπλοκή τους σε περιστρεφόμενα εξαρτήματα. Η εξάμμωση είναι σημαντική σε εγκαταστάσεις χωρίς ξεχωριστές μονάδες για την απομάκρυνση της άμμου πριν τις δεξαμενές καθίζησης, ιδίως όταν αυτές οι μονάδες δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν σε αυξημένες παροχές. Η ανάμιξη της ιλύος πραγματοποιείται μετά τη συλλογή της από διάφορα στάδια επεξεργασίας, επιδιώκοντας την ομοιογένεια της ιλύος για τα επόμενα στάδια. Τέλος, η αποθήκευση της ιλύος αποσκοπεί στην εξομάλυνση των διακυμάνσεων στο ρυθμό παραγωγής των στερεών και στη συσσώρευσή τους κατά τις περιόδους αδράνειας των παραπάνω διεργασιών (Tchobanoglous, et al., 2018).

### **Πάχυνση – Σταθεροποίηση – Βελτίωση – Αφυδάτωση:**

Στην επεξεργασία της ιλύος, το στάδιο της πάχυνσης έχει ως στόχο να αυξήσει το ποσοστό των στερεών στην ιλύ, αφαιρώντας ποσοστό από το υγρό τμήμα της. Μετά την πάχυνση, ακολουθεί το στάδιο της σταθεροποίησης, το οποίο σκοπεύει στη μείωση των παθογόνων, την εξάλειψη των δυσάρεστων οσμών, καθώς και την αποφυγή της σήψης της ιλύος. Το τελικό στάδιο επεξεργασίας της ιλύος είναι η αφυδάτωση, μια φυσική διαδικασία που μειώνει την υγρασία της ιλύος (Tchobanoglous, et al., 2018).

### **Διάθεση ιλύος:**

Στην Ελλάδα, μετά τη σταθεροποίηση της ιλύος, ακολουθεί η τελική της διάθεση με διάφορους τρόπους (Λέκκα, 2013):

- Χρήση στη γεωργία ως βελτιωτικό του εδάφους
- Υγειονομική ταφή
- Καύση ή αποτέφρωση
- Άλλες μέθοδοι διάθεσης: περιλαμβάνουν τη χρήση της ιλύος στην τσιμεντοβιομηχανία και την εφαρμογή της στη δασοκομία, μετά από ξήρανση.

Εναλλακτικές μέθοδοι διάθεσης της παραγόμενης ιλύος είναι (Λέκκα, 2013):

- Κομποστοποίηση (Combustion)
- Πυρόλυση (Pyrolysis)
- Αεριοποίηση (Gasification)
- Υγρή Οξείδωση (Wet Oxidation)

### **Κομποστοποίηση – Πυρόλυση – Αεριοποίηση – Υγρή οξείδωση:**

Η κομποστοποίηση (composting) αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο, μετατρέποντας τη λάσπη σε κομπόστ, το οποίο ενισχύει τη γονιμότητα και τη δομή του εδάφους, προσφέροντας μια βιώσιμη λύση στη διάθεση των αποβλήτων (Tchobanoglous, et. al., 2014).

Ακολούθως, η πυρόλυση (pyrolysis) είναι μια θερμική διαδικασία, όπου η θερμική αποσύνθεση της ιλύος υπό αναερόβιες συνθήκες παράγει ενέργεια, μειώνοντας ταυτόχρονα τον όγκο των αποβλήτων (Bridgwater, et. al., 2012).

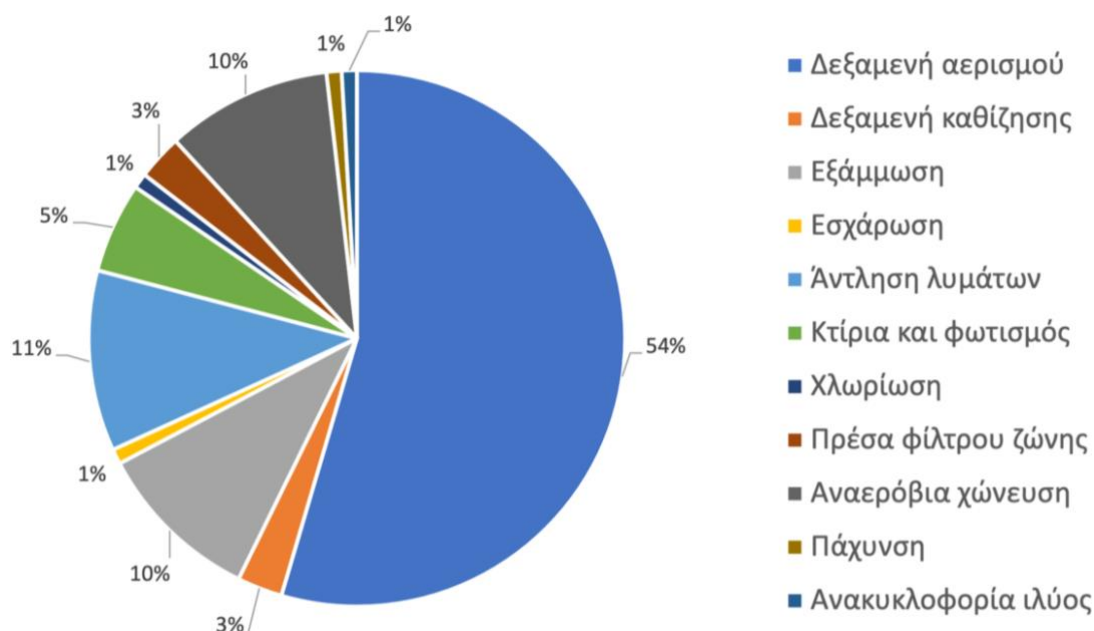
Η αεριοποίηση (gasification), άλλη μια θερμική διαδικασία, μετατρέπει τη λάσπη σε αέριο σύνθεσης, προσφέροντας μια εναλλακτική πηγή ενέργειας (Basu, 2013).

Τέλος, η υγρή οξείδωση (wet oxidation), μέσω της χρήσης υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας, οξειδώνει την οργανική ύλη, μετατρέποντας τη σε μια ασφαλέστερη και πιο εύχρηστη μορφή. Αυτές οι προηγμένες μέθοδοι διάθεσης της ιλύος δεν αποτελούν μόνο τεχνικές που ενισχύουν την αποδοτικότητα των επεξεργαστικών μονάδων αλλά επίσης συμβάλλουν στην περιβαλλοντική προστασία και τη βιώσιμη ανάπτυξη, επιτρέποντας την αξιοποίηση των αποβλήτων ως πολύτιμους πόρους (Kolaczowski, et. al., 1999).

### **1.2.6. Ενεργειακές απαιτήσεις ΕΕΛ**

Η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια στην επεξεργασία λυμάτων διαφέρει σημαντικά ανά χώρα, με ποσοστά που κυμαίνονται από 0,25% της συνολικής κατανάλωσης στην Κίνα, 0,5% στην Κορέα, 0,70% στη Γερμανία, 1% στη Σουηδία, μέχρι και 10% στο Ισραήλ (Gu et al, 2017). Στην Ιταλία, και κατ' επέκταση σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες όπως η Ελλάδα, η ζήτηση εκτιμάται περίπου στο 1% (Metcalf & Eddy, 2007). Μια πρόσφατη μελέτη δημοσιεύτηκε το 2020 για τις ενεργειακές απαιτήσεις 17 ΕΕΛ ενεργού ιλύος στην Ελλάδα. Οι μελετημένες ΕΕΛ είχαν μέγιστη δυναμικότητα από 300 έως 27.000 m<sup>3</sup>/d και σχεδιάστηκαν για να εξυπηρετούν πληθυσμούς από 1.100 έως 56.000 Ισοδύναμων Κατοίκων (ΙΚ). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, υπήρξε μεγάλη διακύμανση στην κατανάλωση ενέργειας, από 0,13 έως 2,28 kWh/m<sup>3</sup>, υποδηλώνοντας την ανάγκη για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των ΕΕΛ (Siatou et al., 2020).

Το 30% του συνολικού ενεργειακού κόστους στην επεξεργασία λυμάτων συνδέεται με την επεξεργασία της ιλύος, η οποία χρειάζεται σταθεροποίηση προτού απορριφθεί. Η ενέργεια που καταναλώνεται για την επεξεργασία ιλύος μπορεί να κυμαίνεται από 0,07 έως 0,15 kWh/m<sup>3</sup>, ανάλογα με τις διάφορες μεθόδους διαχείρισής της (εικόνα 1.5). Η βιολογική ξήρανση είναι μια διαδικασία που αξιοποιεί τη θερμότητα που παράγεται από τους μικροοργανισμούς (Winkler et al, 2013). Ωστόσο, η ιλύς έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει μια σημαντική πηγή ενέργειας, ικανή όχι μόνο να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες της διαχείρισής της, αλλά και να προσφέρει αυτονομία στην ΕΕΛ σε μονάδα παραγωγής περισσότερης ενέργειας από αυτή που καταναλώνει (Pradel, 2016).



**Εικόνα 1. 5** Ποσοστιαία κατανομή ενέργειας σε ΕΕΛ (Soares et al, 2017)

Σε περιπτώσεις με περιορισμένο διαθέσιμο χώρο ή όταν απαιτούνται υψηλότερα επίπεδα επεξεργασίας των λυμάτων, μπορεί να χρησιμοποιηθούν πιο ενεργοβόρες τεχνολογίες (Garrido et al, 2011). Συνολικά, το ενεργειακό κόστος αντιστοιχεί σε ποσοστό 15-40% του συνολικού κόστους λειτουργίας μιας ΕΕΛ (Gikas, 2015). Ο πίνακας 1.2 παρουσιάζει την ενεργειακή κατανάλωση ανάλογα με την δυναμικότητα των ΕΕΛ.

Ειδικά για τις μικρότερες ΕΕΛ, με δυναμικότητα κάτω των 50.000 m<sup>3</sup>/d, οι ενεργειακές ανάγκες είναι συχνά σημαντικά υψηλότερες.

**Πίνακας 1. 2** Ενεργειακή κατανάλωση ΕΕΛ σε σχέση με τους ΙΚ (Panepinto et al, 2016).

ΕΕΛ	ΙΚ	Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/ΙΚ/y)
SMAT* Καστιλιόνε (Ιταλία)	2.700.000	24,73
Φολγκάρια (Ιταλία)	24.000	73
Μανκασάλε (Ιταλία)	280.000	47,2
Ολλανδικός κοινοτικός τομέας νερού (Ολλανδία)	24.400.000	23,89
ΕΕΛ Σύδνεϋ (Αυστραλία)	4.400.000	46,82
ΕΕΛ Όσλο (Νορβηγία)	600.000	65,28
Αλβαέιρο (Πορτογαλία)	78.000	47,20
Ισπανική ΕΕΛ (μικρή)	40.000-84.000	34,12
Ισπανική ΕΕΛ (μεγάλη)	117.000-265.000	24,87

\*SMAT: *Società Metropolitana Acque Torino*, η εταιρεία ύδρευσης στην περιοχή του Τορίνο, στην Ιταλία.

## **Κεφάλαιο 2: Περιγραφή της τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ και ευρεία εφαρμογή πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης**

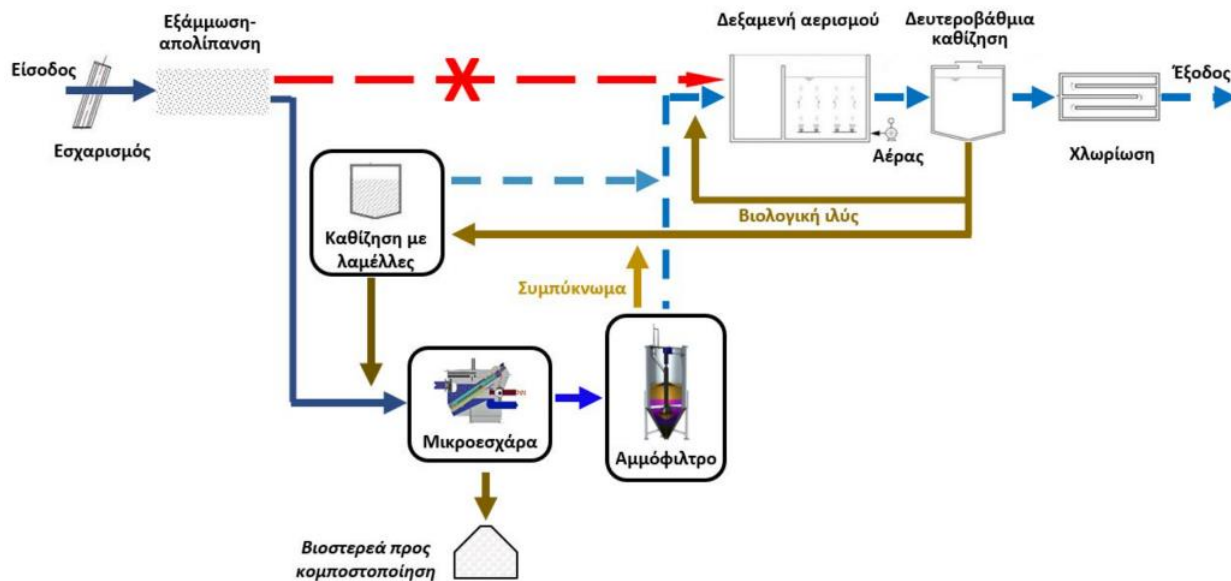
### **2.1. Νέες κατευθύνσεις και ανησυχίες**

Η μη αποτελεσματική λειτουργία των ΕΕΛ λόγω προβλημάτων υπερφόρτωσης, σε συνδυασμό με τις υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, αλλά και την μη ικανοποιητική διαχείριση των βιοστερεών αποτελούν σημαντικά προβλήματα, που θα μπορούσαν να επιλυθούν μέσω ενός καινοτομικού συστήματος απομάκρυνσης των αιωρούμενων στερεών από τα λύματα. Η απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των αιωρούμενων στερεών πριν τη δεξαμενή αερισμού προσδίδει σημαντικά οφέλη στις ΕΕΛ, τόσο τις υφιστάμενες όσο και τις νέες, συμβάλλοντας σε βελτιωμένη απόδοση των ΕΕΛ, μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα και μειωμένα κόστη κεφαλαίου και λειτουργίας σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους επεξεργασίας (Franchi et al., 2012).

### **2.2. Περιγραφή του έργου ANEΛΙΞΗ**

Το έργο με τίτλο «Αναβάθμιση εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων για τη διαχείριση αυξανόμενων αναγκών και τη μείωση του λειτουργικού κόστους (ANEΛΙΞΗ)», υλοποιείται μέσω του Προγράμματος Συνεργασίας INTERREG V-A Ελλάδα – Κύπρος 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και από εθνικούς πόρους της Ελλάδας και της Κύπρου. Ο κύριος στόχος του έργου είναι η αναβάθμιση δύο υπερφορτωμένων ΕΕΛ στη Μάρπησσα Πάρου και στην Κυπερούντα της Επαρχίας Λεμεσού με την εφαρμογή πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης. Σκοπός είναι οι δύο ΕΕΛ να μπορούν να διαχειριστούν αυξημένο φορτίο εισόδου με τη χρήση πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης, ενώ παράλληλα να επιτευχθεί μείωση στην ενεργειακή δαπάνη και γενικότερα το λειτουργικό κόστος. Με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης, η μέγιστη δυναμικότητα της ΕΕΛ Κυπερούντας θα αυξηθεί από 300 σε 600 m<sup>3</sup>/d, ενώ της ΕΕΛ Μάρπησσας από 865 σε 2.500 m<sup>3</sup>/d.

Η καινοτομικότητα του έργου έγκειται στην πρόιμη απομάκρυνση των TSS και του BOD<sub>5</sub> από τα λύματα, με χρήση πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης (μικροσχάρες/αυτοκαθαριζόμενα αμμόφιλτρα ανοδικής ροής) (Εικόνα 2,1), πριν αυτά εισέλθουν στην δεξαμενή αερισμού. Με τον τρόπο αυτό αναμένεται μείωση της συνολικής κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά 30-35%. Η κάθε ΕΕΛ δύναται να επεξεργάζεται αυξημένα φορτία εισόδου. Τα παραγόμενα βιοστερεά (ιλύς) έχουν συγκέντρωση σε στερεά άνω του 30% και δύναται να χρησιμοποιηθούν ως εδαφοβελτιωτικά ή για την παραγωγή ενέργειας.



Εικόνα 2.1 Διάγραμμα ροής του έργου ANELIEH (ANELIEH, 2021).

Στο Εικόνα 2.2. παρουσιάζεται η πιλοτική διάταξη εντός του γηπέδου του έργου της ΕΕΛ Μάρπησσας, ενώ στην εικόνα 2.3. η πιλοτική διάταξη στην ΕΕΛ Κυπερούντας.



Εικόνα 2. 2 Πιλοτικό σύστημα στην ΕΕΛ Μάρπησσας, Ελλάδα.





**Εικόνα 2. 3** Πιλοτικό σύστημα στην ΕΕΛ Κυπερούντας, Κύπρος.

Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου ΑΝΕΛΙΞΗ ανέρχεται στο 1.246.253,27 €. Το κόστος προμήθειας εξοπλισμού στην ΕΕΛ Μάρπησσας ανήλθε στα 286.500 € (πλέον ΦΠΑ) για το έτος 2023. Το κόστος αγορά εξοπλισμού στην ΕΕΛ Κυπερούντα στα 189.000 € (πλέον ΦΠΑ) για το έτος 2023. Το κόστος προμήθειας εξοπλισμού συναρτήση της δυναμικότητας, μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση (Humphreys, 1991):

$$I_F = I_{FB} * \left( \frac{Q}{Q_B} \right)^x$$

$I_F$ : κεφάλαιο που απαιτείται να επενδυθεί, (€)

$I_{FB}$ : κεφάλαιο που επενδύθηκε σε παρόμοια εγκατάσταση δυναμικότητας  $Q_B$ , (€)

$Q$ : μέση δυναμικότητα εγκατάστασης,  $m^3/d$

$Q_B$ : μέση δυναμικότητα εγκατάστασης βάσης,  $m^3/d$

$x$ : εκθετικός συντελεστής συσχέτισης 0,6 (-) (Humphreys, 1991)

Το κόστος προμήθειας του συστήματος ΑΝΕΛΙΞΗ συναρτήσει της δυναμικότητας, μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

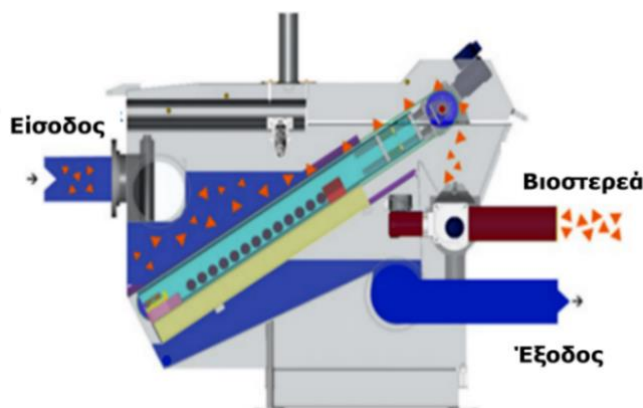
$$I_F = 189.000 * \left( \frac{Q}{600} \right)^{0,6}$$



### 2.2.1. Μικροεσχάρωση

Το πρώτο στάδιο επεξεργασίας λυμάτων του έργου ANELIΞΗ, περιλαμβάνει την εφαρμογή μικροεσχάρας η οποία σύμφωνα με την εμπειρία του Εργαστηρίου Σχεδιασμού Περιβαλλοντικών του Πολυτεχνείου Κρήτης στα συγκεκριμένα συστήματα σε θέση να απομακρύνει το 40-60% των συνολικών Ολικών Αιωρούμενων Στερεών (Total Suspended Solids, TSS) και 30-50% του BOD<sub>5</sub> (ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων). Τα υγρά απόβλητα που υποβάλλονται σε επεξεργασία με αυτήν τη μέθοδο δείχνουν παρόμοιες ή καλύτερες αποδόσεις σε σύγκριση με τη συμβατική πρωτοβάθμια επεξεργασία. Σημειώνεται επίσης ότι η απομάκρυνση του BOD<sub>5</sub>, ιδιαίτερα του σωματιδιακού BOD<sub>5</sub>, που είναι πιο δύσκολο και δαπανηρό να απομακρυνθεί βιολογικά σε σχέση με το διαλυτό BOD<sub>5</sub>, γίνεται πιο αποτελεσματικά μέσω αυτής της διαδικασίας. Πέραν τούτου, η μικροεσχάρα καταλαμβάνει σημαντικά λιγότερο χώρο σε σύγκριση με τις ΔΠΚ, μειώνοντας τις απαιτήσεις χώρου έως και είκοσι φορές (Koliopoulos & Gikas, 2013). Η μέθοδος αυτή απομακρύνει επιτυχώς και τις ίνες, όπως την κυτταρίνη, καθώς η απομάκρυνση των στερεών βασίζεται στο μέγεθος των σωματιδίων και όχι στην ταχύτητα καθίζησης, που είναι χαρακτηριστική της συμβατικής μεθόδου (Ruiken, et al., 2013).

Οι μικροεσχάρες (εικόνες 2.4, 2.5) είναι ειδικά κατασκευασμένες αυτοκαθαριζόμενες συσκευές διήθησης οι οποίες μπορούν να λειτουργούν σε συνεχή λειτουργία και σε μεγάλο εύρος παροχών. Η κατακράτηση των στερεών γίνεται σε ένα ατέρμονα υφασμάτινο ιμάντα πάνω στον οποίο παγιδεύονται τα στερεά σωματίδια δημιουργώντας έναν υμένα. Τα στερεά που έχουν αποθεθεί πάνω στον ιμάντα απομακρύνονται με ξέστρο νερού (water scrubber) ή αέρα (air scrubber). Στη συνέχεια συμπιέζονται σε κοχλιωτό συμπιεστή και παράγουν βιοστερεά με περιεκτικότητα σε στερεά 30-45% (Koliopoulos & Gikas, 2013). Η διάμετρος πόρων του ιμάντα μπορεί να διαφοροποιείται σε μέγεθος ανάλογα με τις ειδικές ανάγκες κάθε εγκατάστασης, με τα μεγέθη ιμάντων να κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 100 και 350 μm για αστικά λύματα (Franchi et. al., 2012).



Εικόνα 2. 4 Σχηματική απεικόνιση μικροεσχάρας (ANEΛΙΞΗ, 2021).

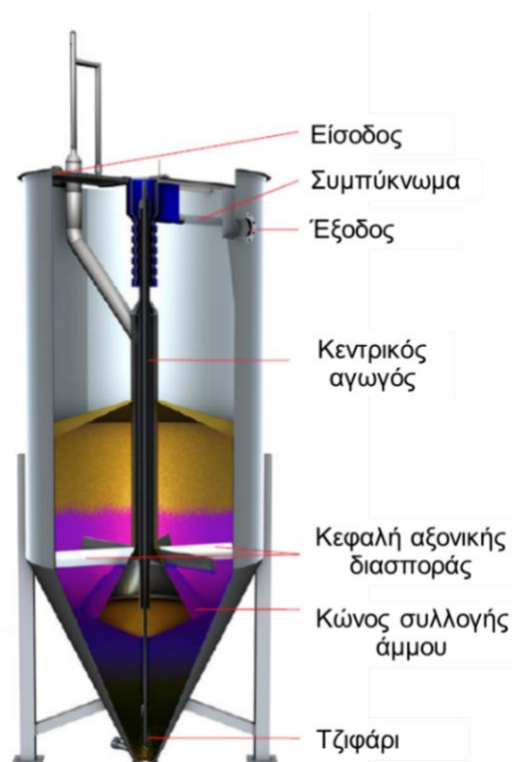


Εικόνα 2. 5 Φωτογραφία μικροεσχάρας (Gikas & Tsoutsos, 2014)

### **2.2.2. Αυτοκαθαριζόμενο Αμμόφιλτρο Ανοδικής Ροής (Continuous Backwash Upflow Media Filter, CBUMF)**

Τα CBUMFs είναι συστήματα φίλτρανσης με αυτόματο καθαρισμό της κλίνης άμμου και χρησιμοποιούνται συχνά στην τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων. Δεν έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε πρωτοβάθμια λύματα λόγω της υψηλής συγκέντρωσης στερεών. Ωστόσο, στην μέθοδο επεξεργασίας λυμάτων του έργου ANELIEH, ένα μεγάλο μέρος των στερεών έχει ήδη απομακρυνθεί μέσω της μικροεσχάρας, καθιστώντας τα λύματα κατάλληλα για διήθηση στα αμμόφιλτρα. Με τη χρήση του συνδυασμού των μικροεσχάρων και των αμμόφιλτρων, εκτιμάται ότι τα επεξεργασμένα λύματα θα έχουν μειωμένο περιεχόμενο στερεών (TSS) κατά τουλάχιστον 90%, καθώς και μείωση του BOD<sub>5</sub> και COD κατά 60-70%.

Τα λύματα εισέρχονται στο CBUMF (εικόνα 2.6) από το κάτω τμήμα και διανέμονται ομοιόμορφα στα ανώτερα στρώματα της κλίνης μέσω μιας κωνικής διάταξης διανομής.



**Εικόνα 2.6** Σχηματική απεικόνιση του CBUMF (ΑΝΕΛΙΞΗ, 2022)

Τα λύματα κινούνται ανοδικά μέσω του στρώματος της άμμου. Τα επεξεργασμένα λύματα εξέρχονται από το επάνω μέρος του CBUMF μέσω ενός θυροφράγματος υπερχειλίσης και προωθούνται στα επόμενα στάδια επεξεργασίας. Χρησιμοποιείται αεραντλία για να ανυψώσει την άμμο προς το πάνω μέρος του φίλτρου, όπου στη συνέχεια διαχωρίζεται από τα στερεά. Τα στερεά απομακρύνονται ως συμπύκνωμα από το επάνω μέρος της διάταξης έκπλυσης, ενώ η άμμος, καταλήγει πίσω στην κορυφή της κλίνης, όπου και αναδιανέμεται ομοιόμορφα. Αυτή η διεργασία είναι συνεχής, με το CBUMF, ενώ το ύψος της κλίνης άμμου διατηρείται σταθερό. Ανάλογα με την εφαρμογή και τον τύπο των λυμάτων, μπορεί να προστεθεί κροκιδωτικό στην κλίνη άμμου για να βελτιωθεί η απόδοση της διήθησης.

Το CBUMF προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά αμμόφιλτρα, τα οποία περιλαμβάνουν:

- Αδιάκοπη λειτουργία και επεξεργασία
- Συνεχής παραγωγή συμπυκνώματος
- Συνεχόμενη αντίστροφη πλύση
- Απουσία αντλιών αντίστροφης πλύσης
- Μικρή κατανάλωση ενέργειας
- Μικρός χώρος τοποθέτησης

Το συμπύκνωμα προωθείται στην στη δεξαμενή καθίζησης με λαμέλλες για περαιτέρω επεξεργασία. Ταυτόχρονα, τα επεξεργασμένα λύματα κατευθύνονται στη δεξαμενή αερισμού, όπου υποβάλλονται σε βιολογική επεξεργασία.

### **2.2.3. Καθίζηση με λαμέλλες**

Επειδή οι συμβατικές δεξαμενές καθίζησης απαιτούν μεγάλες επιφάνειες και μικρότερο χρόνο παραμονής, κρίθηκε απαραίτητη η χρήση διατάξεων καθίζησης με λαμέλλες. Αυτές οι διατάξεις απαιτούν λιγότερο χώρο και λειτουργούν με σημαντικά μικρότερους χρόνους παραμονής σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους. Επιπρόσθετα, οι συσκευές αυτές δεν διαθέτουν μηχανικά, κινούμενα μέρη, γεγονός που μειώνει την ανάγκη για εισροή ενέργειας, εκτός από την αντλία εισροής, και μειώνει τον κίνδυνο μηχανικής βλάβης (Franchi et al., 2012).

Οι λαμέλλες λειτουργούν βαρυτικά: τα λύματα ρέουν γραμμικά ανάμεσα στις λαμέλλες, όπου τα αιωρούμενα στερεά καθιζάνουν στην επιφάνεια των λαμελλών και ολισθαίνουν προς τον πυθμένα, ενώ το καθαρό υπερκείμενο υγρό εξέρχεται μέσω ειδικά διαμορφωμένων οπών. Οι λαμέλλες τοποθετούνται υπό κλίση 55-60° για να αποτρέπεται η κατακράτηση της ιλύος και να διευκολύνεται ο καθαρισμός τους (Franchi et al., 2012). Τα επεξεργασμένα λύματα από τη διάταξη καθίζησης με λαμέλλες οδεύουν προς τη βιολογική επεξεργασία των ΕΕΛ Μάρπησσας και Κυπερούντας, ενώ το συμπύκνωμα προωθείται στην είσοδο της μικροεσχάρας.

## **2.3 Οφέλη από την εφαρμογή πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης**

Τα κύρια οφέλη των πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης είναι τα εξής:

- Βελτιωμένη αποτελεσματικότητα επεξεργασίας: βελτίωση απόδοσης των εκροών των ΕΕΛ λόγω της εκ των μεγάλης απομάκρυνσης των TSS και BOD<sub>5</sub> και μείωση ενεργειακών απαιτήσεων των υφιστάμενων ΕΕΛ (Franchi et al., 2012).
- Μειωμένο αποτύπωμα και λειτουργικό κόστος: η τεχνολογία ANELIEH απαιτεί το 1/10 του χώρου της συμβατικής πρωτοβάθμιας καθίζησης, ενώ μειώνει σημαντικά και το λειτουργικό κόστος (Franchi et al., 2012).
- Ενεργειακή αξιοποίηση βιοστερεών: τα βιοστερεά που παράγονται που μέσω της μικροεσχάρας διακρίνονται για το υψηλό τους ενεργειακό περιεχόμενο (22 MJ/kg). Ένας τρόπος αξιοποίησής τους είναι μέσω αναερόβιας χώνευσης για την παραγωγή βιοαερίου. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικό για αεριοποίηση, με σκοπό την παραγωγή ενέργειας (Gikas, 2010; 2011). Κατά συνέπεια, οι εγκαταστάσεις που εφαρμόζουν τέτοιες μεθόδους συμβάλλουν στη σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και του άνθρακα (Franchi et al., 2012).

## **2.4 Σκοπός ερωτηματολογίου και έρευνας**

Το ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε στις ΕΕΛ των δύο χωρών αποτελεί ένα κρίσιμο εργαλείο για τη συλλογή πολύτιμων δεδομένων και πληροφοριών, αποκαλύπτοντας σημαντικές πτυχές όπως οι ανάγκες και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι δύο χώρες στην επεξεργασία των λυμάτων. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας εστιάζεται στη διερεύνηση αναβάθμισης ΕΕΛ με συστήματα πρωτοβάθμιας διήθησης στην Ελλάδα και στην Κύπρο.

## **Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία υλοποίησης του ερωτηματολογίου**

### **3.1. Συλλογή δεδομένων**

Στο πλαίσιο υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε η δημιουργία και ηλεκτρονική αποστολή ερωτηματολογίου και εντύπου ενημέρωσης με σκοπό την καταγραφή των ΕΕΛ στην Ελλάδα και στην Κύπρο που δυνητικά μπορούν να ωφεληθούν από την επανάληψη του έργου ANELIEX.

Στο πλαίσιο της ποσοτικής έρευνας, η έμφαση δίνεται στη συλλογή και ανάλυση ποσοτικών δεδομένων, συχνά μέσω της χρήσης δομημένων ερωτηματολογίων. Ένα δομημένο ερωτηματολόγιο απαιτεί από τους ερωτώμενους να απαντήσουν γραπτώς σε ένα σταθερό σύνολο ερωτήσεων, οι οποίες παρουσιάζονται σε συγκεκριμένη σειρά. Αυτός ο τρόπος διεξαγωγής εξασφαλίζει συνέπεια στις απαντήσεις και διευκολύνει την ανάλυση και σύγκριση των δεδομένων (Ζαφειρίου, 2003). Το ερωτηματολόγιο αποτελεί μια δημοφιλή και αποδοτική μέθοδο συλλογής πληροφοριών, καθώς επιτρέπει την εύκολη συγκέντρωση δεδομένων από πολλά άτομα μέσα σε σχετικά μικρό χρονικό πλαίσιο και με μικρό οικονομικό κόστος (Gillham, 2000).

Βάση όσων προαναφέρθηκαν, το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων στην παρούσα εργασία είναι ένα δομημένο ερωτηματολόγιο. Αυτό το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε με βασικό σκοπό τον προσδιορισμό των αναγκών υφιστάμενων ΕΕΛ στην Ελλάδα και Κύπρο, τον καθορισμό ειδικών παραμέτρων ενσωμάτωσης των πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις και την εκδήλωση ενδιαφέροντος ως προς την απορρόφηση/ενσωμάτωσης τους.

### **3.2. Διεξαγωγή της έρευνας**

Το ερωτηματολόγιο εστάλη σε 126 ΕΕΛ στην Ελλάδα και 17 στην Κύπρο. Η διανομή έγινε ηλεκτρονικά, μέσω email. Οι παραλήπτες συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο ηλεκτρονικά και το επέστρεψαν μέσω email. Ο χρόνος που απαιτήθηκε για τη διανομή, τη συμπλήρωση και τη συγκέντρωση των ερωτηματολογίων ήταν από τον Μάιο του 2023 έως τον Αύγουστο του 2023. Το τελικό δείγμα, που σχηματίστηκε, περιλάμβανε δεκαέξι (16) ΕΕΛ από την Ελλάδα και τέσσερις (4) ΕΕΛ από την Κύπρο. Η έλλειψη χρόνου των ερωτώμενων για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, λόγω του μεγάλου φόρτου εργασίας που αντιμετώπιζαν, συνέβαλε στην περιορισμένη απόκριση και στον σχετικά μικρό αριθμό απαντήσεων που συγκεντρώθηκαν, συγκριτικά με τον αρχικά προβλεπόμενο αριθμό.

### **3.3. Παρουσίαση ερωτηματολογίου**

Το ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας αποτελείται από είκοσι δύο κύριες ερωτήσεις, από τις οποίες κάποιες περιέχουν υποερωτήματα. Πιο συγκεκριμένα, το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές ερωτήσεις, οι οποίες είναι α) κλειστού τύπου: πολλαπλής επιλογής και δυαδικής μορφής του τύπου «ναι – όχι», β) ανοικτού τύπου, οι οποίες επιτρέπουν στον/-ην ερωτώμενο/-η να απαντήσει κατά τη δική του κρίση και γ) συνδυασμός ανοικτού και κλειστού τύπου ερωτήσεων. Οι ερωτήσεις που αφορούν ένα θέμα είναι συγκεντρωμένες σε ενότητες και οι ερωτήσεις γενικού τύπου προηγούνται των ειδικών, ώστε το ερωτηματολόγιο να φέρει συνάφεια και λογική. Έτσι, για τη διευκόλυνση των ερωτώμενων

στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου και λόγω της πληθώρας των ερωτήσεων, οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου κατηγοριοποιήθηκαν σε τέσσερεις (4) ενότητες, όπως φαίνεται στη συνέχεια.

1. Γενικά στοιχεία
2. Τεχνικό μέρος – Σχετικά με την υφιστάμενη ΕΕΛ
3. Σχεδιασμός αναβάθμισης της ΕΕΛ
4. Γενικά σχόλια και παρατηρήσεις

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου περιλάμβανε την ενότητα Α. Γενικά στοιχεία, όπου ερωτώνται γενικά στοιχεία, όπως το όνομα της εγκατάστασης, τα στοιχεία του υπεύθυνου λειτουργίας της ΕΕΛ και άλλα. Τα παραπάνω δεδομένα ήταν χρήσιμα για την γνωστοποίηση της εγκατάστασης κατά την επεξεργασία των δεδομένων.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου περιλάμβανε τις ενότητες Β και Γ. Η ενότητα Β. Τεχνικό μέρος - σχετικά με την υφιστάμενη ΕΕΛ περιλαμβάνει ερωτήσεις που περιγράφουν την υφιστάμενη εγκατάσταση. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται γενικές ερωτήσεις που έχουν να κάνουν με τον ισοδύναμο πληθυσμό που εξυπηρετεί η κάθε ΕΕΛ, την μέση ημερήσια παροχή του καλοκαιριού και του χειμώνα που δέχεται η κάθε ΕΕΛ, καθώς και την ηλεκτρική τους κατανάλωση. Επίσης, περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με την μέθοδο επεξεργασίας των εισερχόμενων λυμάτων και ιλύος. Οι τελικές ερωτήσεις της Β ενότητας συνδέονται με τον τρόπο διάθεσης των επεξεργασμένων αποβλήτων και της ιλύος. Στην ενότητα Γ. Σχεδιασμός αναβάθμισης της ΕΕΛ του ερωτηματολογίου οι ερωτήσεις αποσκοπούσαν στη διερεύνηση της αναγκαιότητας ενσωμάτωσης των τεχνολογιών πρωτοβάθμιας διήθησης του έργου ΑΝΕΛΙΞΗ σε υφιστάμενες ΕΕΛ στην Ελλάδα και στην Κύπρο.

Τέλος, στην ενότητα Δ (Δ. Γενικά σχόλια και παρατηρήσεις), οι ερωτώμενοι είχαν τη δυνατότητα να παραθέσουν σχόλια και παρατηρήσεις σχετικά με το ερωτηματολόγιο και τις απαντήσεις τους, καθώς και περαιτέρω πληροφορίες για την λειτουργία της κάθε εγκατάστασης. Το έντυπο ενημέρωσης και το ερωτηματολόγιο που συντάχθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας εργασία παρουσιάζονται στο παράρτημα Ι. Το ερωτηματολόγιο που συντάχθηκε περιελάμβανε τις ακόλουθες ερωτήσεις:

1. Πότε ξεκίνησε τη λειτουργία της η ΕΕΛ;
2. Ποιος είναι ο εξυπηρετούμενος Ισοδύναμος Πληθυσμός (ΙΠ) (θέρος/χειμώνα);  
Θέρος/χειμώνα (ΙΠ):
3. Ποια είναι η μέση ημερήσια παροχή εισόδου το καλοκαίρι και το χειμώνα;  
Θέρος/χειμώνα ( $m^3/d$ ):
4. Διαθέτει η ΕΕΛ πρωτοβάθμια καθίζηση;  
Ναι ☐ Όχι ☐
5. Ποια μέθοδο δευτεροβάθμιας επεξεργασίας;

6. Διαθέτει η ΕΕΛ τριτοβάθμια επεξεργασία;  
 Ναι ☐ Όχι ☐  
 Εάν ναι, τι είδους; Εξηγήστε:
7. Ποια από τα παρακάτω στάδια επεξεργασίας της ιλύος χρησιμοποιούνται στη μονάδα;  
 Πάχυνση ☐ Αφυδάτωση ☐ Αναερόβια χώνευση ☐ Ξήρανση ☐  
 Κομποστοποίηση ☐ Άλλο:
8. Ποιος ο τελικός αποδέκτης στην εγκατάσταση;  
 Ποτάμι ☐ Θάλασσα ☐ Λίμνη ☐ Άλλο ☐
9. Γίνεται ανάκτηση νερού για επαναχρησιμοποίηση;  
 Ναι ☐ Όχι ☐  
 Εάν ναι, τι είδους τεχνολογία χρησιμοποιείται; Εξηγήστε:  
 Τι αρδεύεται; Εξηγήστε:
10. Πώς διατίθεται η ιλύς;  
 σε ΧΥΤΑ ☐  
 σε γεωργικές και δασικές εκτάσεις χωρίς κομποστοποίηση ☐  
 σε γεωργικές και δασικές εκτάσεις μετά από κομποστοποίηση ☐  
☐ άλλο: Εξηγήστε:
11. Κατά μέσο όρο, πόσες ημέρες του χρόνου παρατηρείται εκτροπή στην ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων σε σχέση με τις αναμενόμενες; Εξηγήστε:
12. Έχετε υπολογίσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου;  
 Ναι ☐ Όχι ☐  
 Εάν ναι, πόση είναι; Αναφερθείτε:  
 Εναλλακτικά μπορείτε να δώσετε την ολική ετήσια παροχή και ολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση. Αναφερθείτε:
13. Η απόδοση της ΕΕΛ (με τις τρέχουσες παροχές ) είναι κατά τις περισσότερες ημέρες λειτουργίας;  
 Μη ικανοποιητική ☐ Ικανοποιητική ☐ Πολύ καλή ☐ Εξαιρετική ☐
14. Οι παρατηρούμενες αυξομειώσεις της παροχής της ΕΕΛ υπερβαίνουν τις παροχές σχεδιασμού;  
 Ναι ☐ Όχι ☐
15. Έχουν παρατηρηθεί προβλήματα υπερφόρτωσης ή μη αποτελεσματικής λειτουργίας στην υφιστάμενη ΕΕΛ; Ναι ☐ Όχι ☐  
Αν ναι, περιγράψτε εν συντομία τα υφιστάμενα προβλήματα:



**16.** Αναμένεται σχετικά σύντομα αύξηση της εισερχόμενης παροχής (π.χ. λόγω επέκτασης του αποχετευτικού δικτύου);  
Ναι ☐ Όχι ☐

**17.** Υπάρχουν σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης της υφιστάμενης ΕΕΛ λόγω αύξησης της παροχής;  
Ναι ☐ Όχι ☐  
Εάν ναι, αναφερθείτε στην αύξηση της δυναμικότητας της ΕΕΛ και στις προτεινόμενες παρεμβάσεις αναβάθμισης.

**18.** Υπάρχουν σχέδια αναβάθμισης της υφιστάμενης ΕΕΛ για μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς κατά ανάγκη να αναμένεται αύξηση της παροχής;  
Ναι ☐ Όχι ☐  
Εάν ναι, αναφερθείτε στις πιθανές προτεινόμενες παρεμβάσεις αναβάθμισης.

**19.** Θεωρείτε ότι θα ήταν επωφελής για την λειτουργία της ΕΕΛ σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών (και αναλογικά του BOD<sub>5</sub>), στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού;  
Ναι ☐ Όχι ☐  
Εάν ναι, τι ποσοστό μείωσης των αιρούμενων στερεών θα εξυπηρετούσε καλύτερα την ΕΕΛ 40-50% ή 80-90%; Αναφερθείτε:

**20.** Υπάρχει διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εγκατάσταση πρωτοβάθμιας καθίζησης;  
Ναι ☐ Όχι ☐

**21.** Υπάρχει διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εφαρμογή της τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ η οποία απαιτεί περίπου το 10% του εμβαδού της πρωτοβάθμιας καθίζησης;  
Ναι ☐ Όχι ☐

**22.** Θεωρείτε σημαντικό ότι τα βιοστερεά που προέρχονται από το σύστημα ANEΛΙΞΗ έχουν περιεκτικότητα σε στερεά τουλάχιστον 35%;  
Ναι ☐ Όχι ☐

Εάν Ναι, θα ήταν αυτός ένας σημαντικός λόγος να χρησιμοποιήσετε την τεχνολογία ANEΛΙΞΗ αντί πρωτοβάθμιας καθίζησης; Ναι ☐ Όχι ☐

## Κεφάλαιο 4: Ανάλυση απαντήσεων ερωτηματολογίου-Ελλάδα

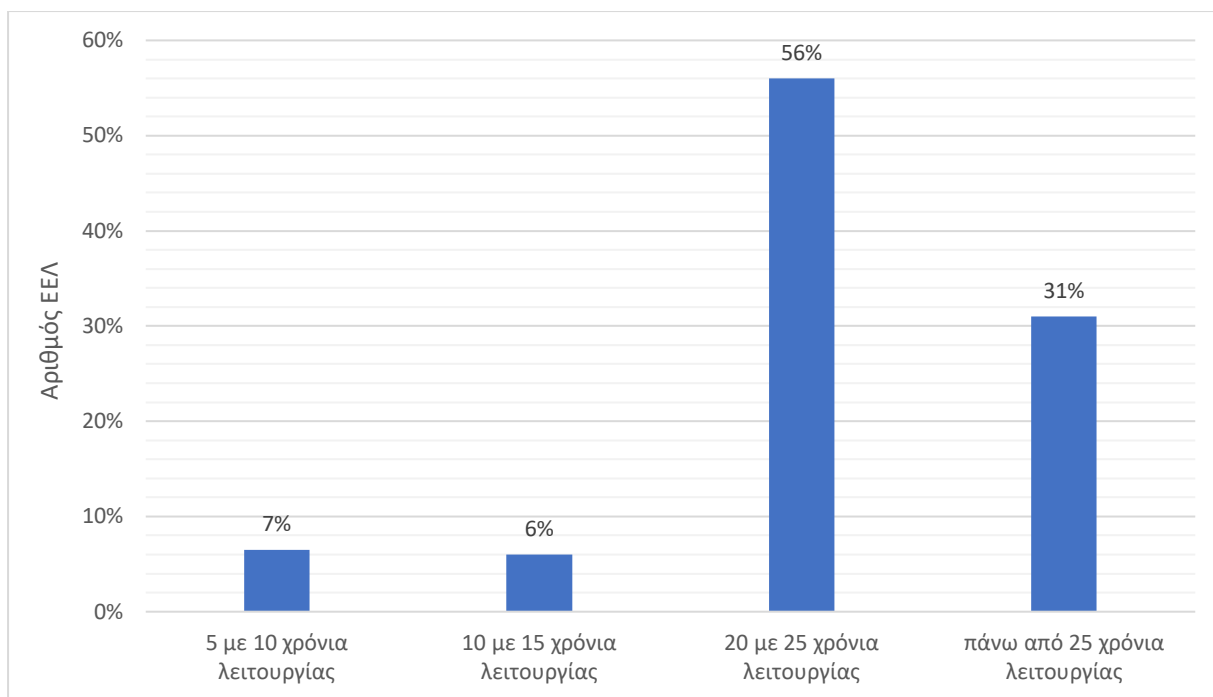
### 4.1. Γενικά στοιχεία για τις ΕΕΛ

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων που προέκυψαν κατά την ανάλυση των δεδομένων από τις ΕΕΛ της Ελλάδας. Το Α μέρος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει τα γενικά στοιχεία για τις ΕΕΛ και παρουσιάζεται στο Παράρτημα II της παρούσας μελέτης. Τα αποτελέσματα μετά την ανάλυση των απαντήσεων των ερωτήσεων του Β. μέρους του ερωτηματολογίου παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4. 1 ΙΠ (θέρους/χειμώνας)

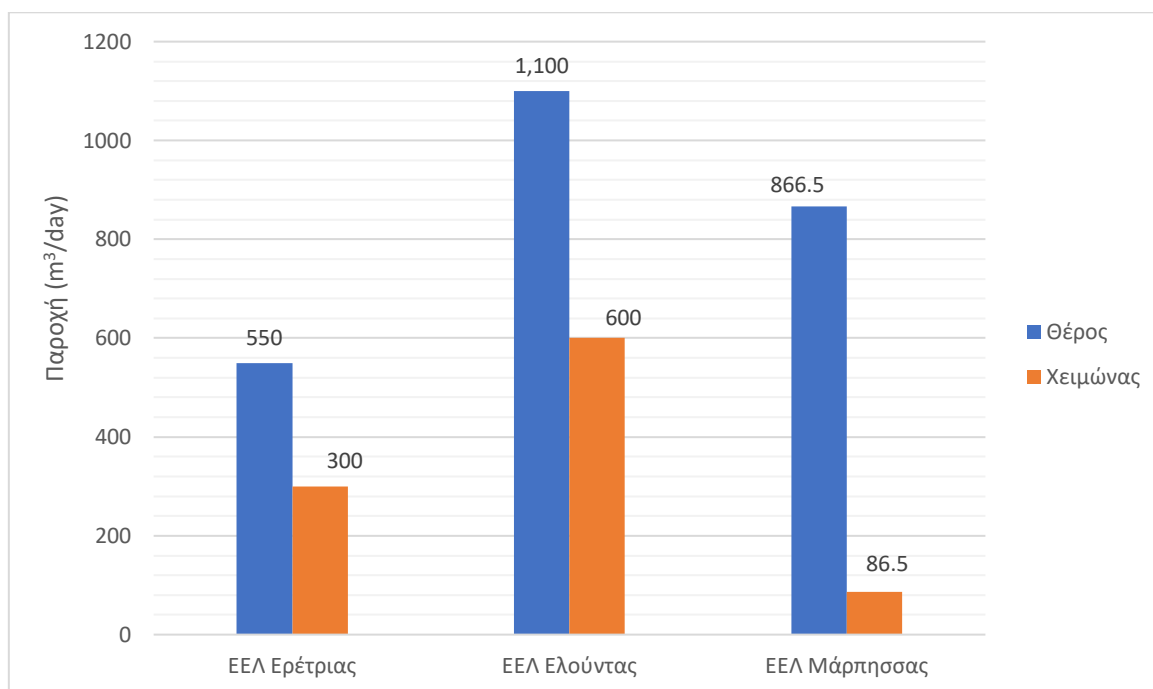
Ονομασία ΕΕΛ	ΙΠ (θέρους/χειμώνας)
ΕΕΛ Κερατέας	16.500 (θέρους)
ΕΕΛ Λαυρίου	35.000 (θέρους)
ΕΕΛ Κορίνθου	60.000 / 35.000
ΕΕΛ Ερέτριας	13.250 / 8.000
ΕΕΛ Σερρών	88.000 (θέρους)
ΕΕΛ Φαρσάλων	16.000 (θέρους)
ΕΕΛ Θήβας	40.000 (θέρους)
ΕΕΛ Θήρας	24.350 (θέρους)
ΕΕΛ Δράμας	60.000 (θέρους)
ΕΕΛ Αγρινίου	90.000 (θέρους)
ΕΕΛ Κως	45.000 / 25.000
ΕΕΛ Άργους	12.000 (θέρους)
ΕΕΛ Ελούντας	5.000 (θέρους)
ΕΕΛ Μάρπησσας	1.500 / 5.000
ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	70.000 / 12.000
ΕΕΛ Σπάρτης	40.000 (θέρους)

Στο διάγραμμα 4.1 φαίνεται η διάρκεια λειτουργίας κάθε ΕΕΛ (ερώτηση ένα (1) ερωτηματολογίου), ενώ στον πίνακα 4.1 παρουσιάζεται ο ΙΠ για κάθε ΕΕΛ (ερώτηση δύο (2) ερωτηματολογίου). Παρατηρείται ότι το 87% των εγκαταστάσεων λειτουργεί εδώ και πάνω από είκοσι (20) χρόνια, ενώ μόνο ένα μικρό ποσοστό από αυτές είναι νεοσύστατες.

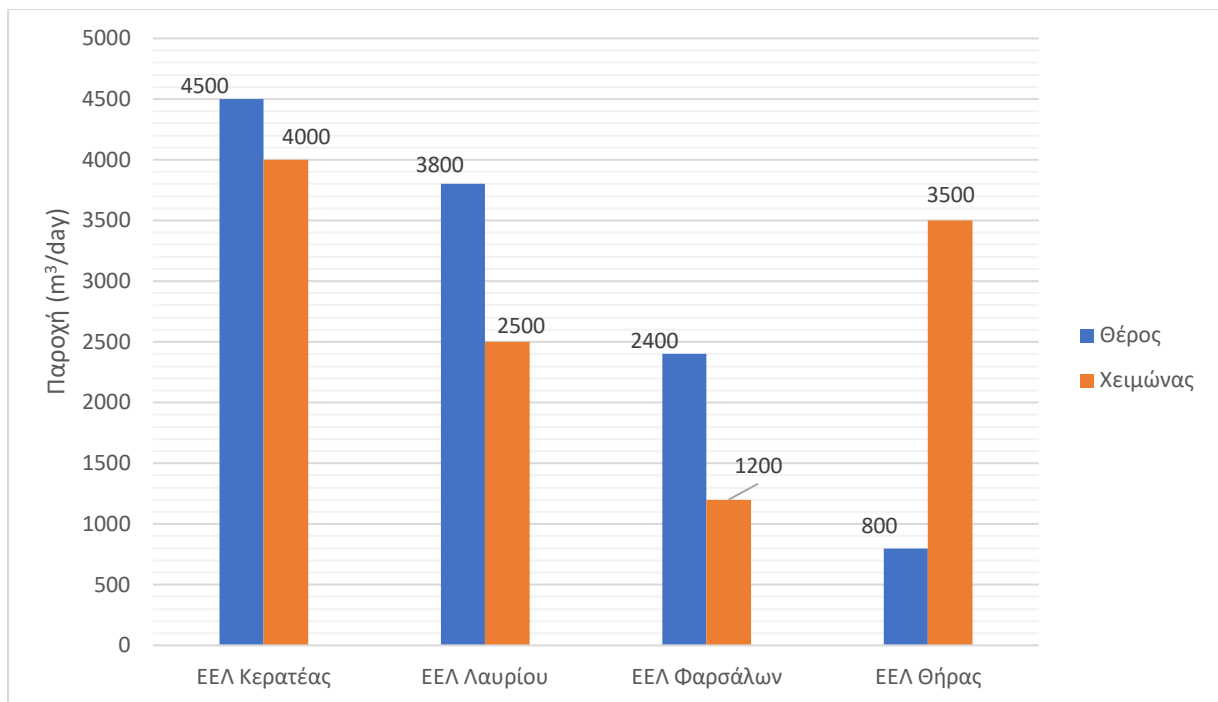


**Διάγραμμα 4. 1** Χρόνια λειτουργίας

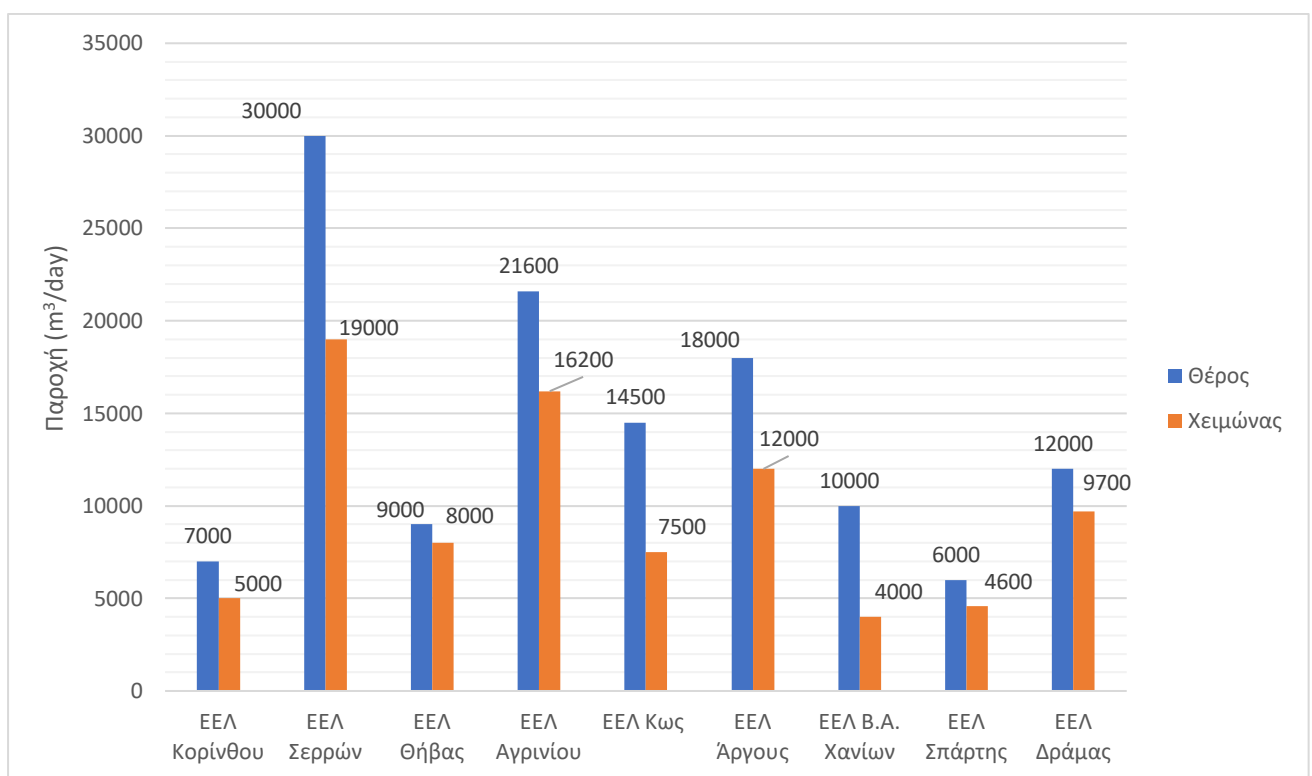
Στη συνέχεια, η ερώτηση τρίτα (3) του ερωτηματολογίου συνδέεται με τη μέση παροχή εισόδου για το θέρος και τον χειμώνα στις ΕΕΛ. Οι απαντήσεις διαχωρίστηκαν σε τρία διαγράμματα, ανάλογα με το εύρος των παροχών. Στο Διάγραμμα 4.2 παρουσιάζονται οι ΕΕΛ με μέση ημερήσια παροχή μικρότερη των 1.500 m<sup>3</sup>/d, στο Διάγραμμα 4.3 με μέση ημερήσια παροχή μεταξύ 1.500 και 5.000 m<sup>3</sup>/d, στο Διάγραμμα 4.4 με ημερήσια παροχή μεγαλύτερη των 5.000 m<sup>3</sup>/d.



**Διάγραμμα 4. 2** Μέση παροχή εισόδου (<1.500 m<sup>3</sup>/d)



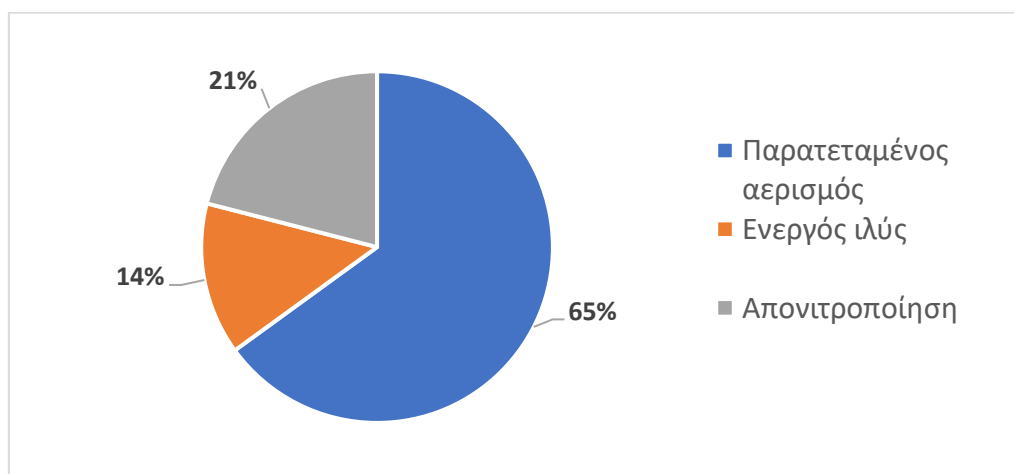
**Διάγραμμα 4. 3** Μέση παροχή εισόδου (1.500-5.000 m³/d)



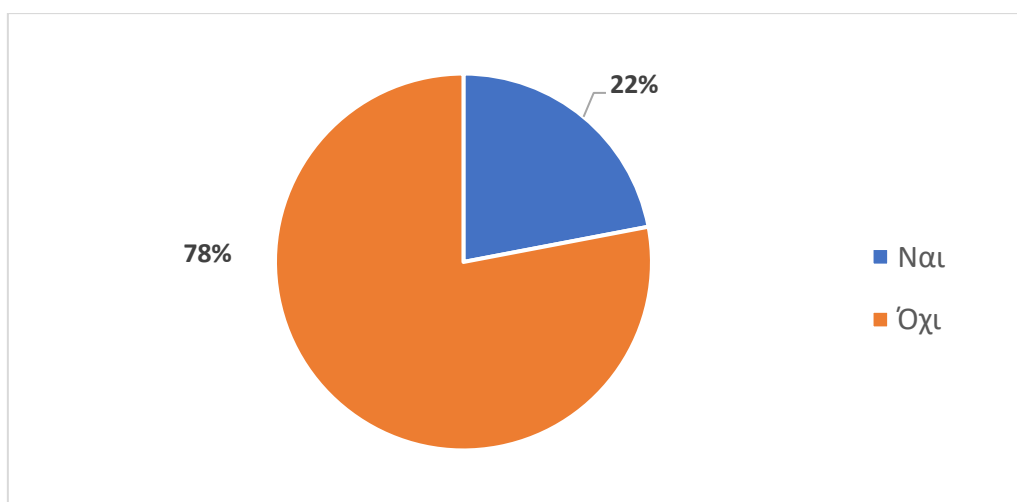
**Διάγραμμα 4. 4** Μέση παροχή εισόδου (>5.000 m³/d)

## 4.2. Επεξεργασία λυμάτων και επαναχρησιμοποίηση

Η τέταρτη (4) ερώτηση του ερωτηματολογίου αναφέρεται στο εάν η κάθε ΕΕΛ διαθέτει πρωτοβάθμια καθίζηση για την επεξεργασία των λυμάτων. Ακολούθως, ερωτήθηκε η μέθοδος της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των εισερχόμενων λυμάτων για κάθε ΕΕΛ (ερώτηση πέντε (5) ερωτηματολογίου). Υπήρχαν τρεις (3) βασικές μέθοδοι που παρουσιάστηκαν στις απαντήσεις, η απονιτροποίηση, ο παρατεταμένος αερισμός και η ενεργός ιλύς. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.5, η επικρατέστερη μέθοδος είναι αυτή του παρατεταμένου αερισμού με ποσοστό 65%. Επίσης, το 22% των εγκαταστάσεων διαθέτουν ΔΠΚ (βλ. Διάγραμμα 4.6.).



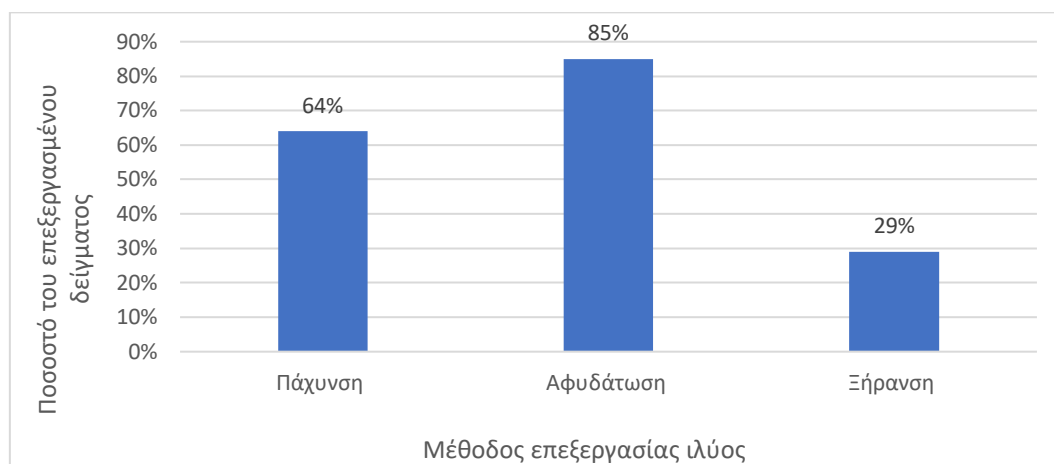
Διάγραμμα 4.5 Μέθοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας



Διάγραμμα 4.6 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

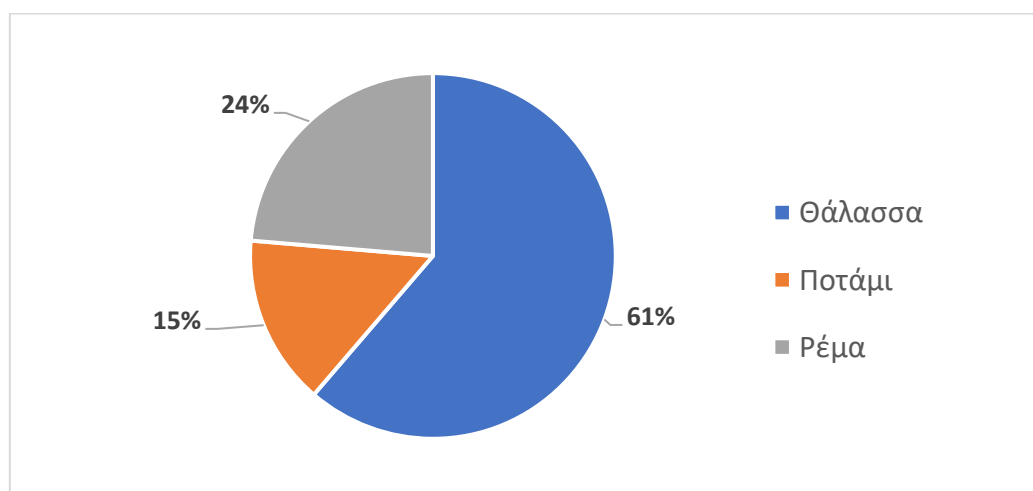
Η ερώτηση έξι (6) του ερωτηματολογίου αφορούσε την ύπαρξη τριτοβάθμιας επεξεργασίας στις ερωτηθείσες ΕΕΛ. Από τις δεκαέξι (16) ΕΕΛ που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο, το 63% ανέφερε ότι διαθέτει τριτοβάθμια επεξεργασία, ενώ οι υπόλοιπες έξι (6), (το 37%) ανέφεραν ότι δεν την διαθέτουν. Είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι πολλές από αυτές τις εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν αμμόφιλτρα, ενώ ένα μικρό ποσοστό χρησιμοποιεί διάφορους άλλους τύπους φίλτρων, όπως φίλτρα υφάσματος, διπλού τυμπάνου κ.λπ.

Στη συνέχεια, εξετάστηκαν οι μέθοδοι επεξεργασίας της ιλύος που χρησιμοποιούνται σε κάθε εγκατάσταση (ερώτηση επτά (7) ερωτηματολογίου). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα επικρατέστερα στάδια επεξεργασίας είναι η αφυδάτωση και η πάχυνση (διάγραμμα 4.7).



**Διάγραμμα 4.7** Επεξεργασία ιλύος

Στη συνέχεια, κάθε ΕΕΛ ερωτήθηκε (ερώτηση οκτώ (8) ερωτηματολογίου) για τον τελικό αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων (διάγραμμα 5.8). Η πλειονότητα των ΕΕΛ στην Ελλάδα έχουν ως υδάτινο αποδέκτη τη θάλασσα, ενώ στη συνέχεια αναφέρεται το ποτάμι και τα ρέματα ανάλογα με τη γεωγραφική τοποθεσία της κάθε εγκατάστασης. Επιπλέον, δύο (2) εγκαταστάσεις είχαν διαφορετικές απαντήσεις. Στην ΕΕΛ Θήβας, τα επεξεργασμένα απόβλητα αποθηκεύεται σε λιμνοδεξαμενή, ενώ στην ΕΕΛ Ελούντας χρησιμοποιείται ως εναλλακτικός τρόπος άρδευσης σε υπόγειο υδροφόρα.

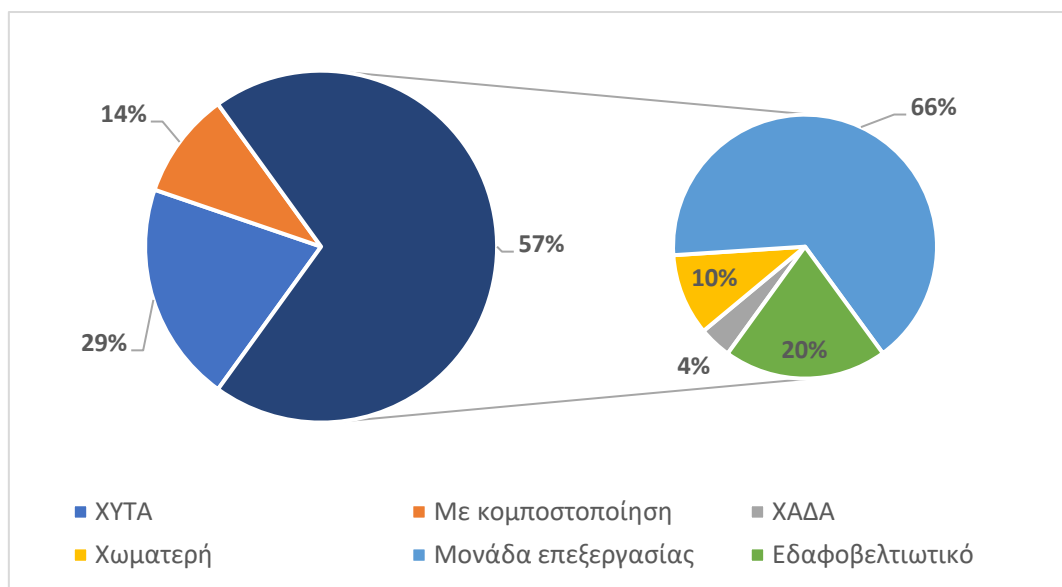


**Διάγραμμα 4.8** Τελικός αποδέκτης

Η ερώτηση εννέα (9) του ερωτηματολογίου αφορούσε τον τρόπο ανάκτησης ή επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων των υφιστάμενων ΕΕΛ. Μόνο το 36% των ΕΕΛ στην Ελλάδα έδωσε θετική απάντηση στο ερώτημα εάν γίνεται ανάκτηση νερού για επαναχρησιμοποίηση. Το ανακτημένο νερό χρησιμοποιείται είτε σε αγροκαλλιέργειες, όπως ελαιώνες και αμπελώνες, είτε για ζωοτροφία σε γεωργικές εκτάσεις. Επιπλέον, από το 36%

των θετικών απαντήσεων, το 50% χρησιμοποιεί το ανακτημένο νερό για βιομηχανική χρήση εντός της εγκατάστασης.

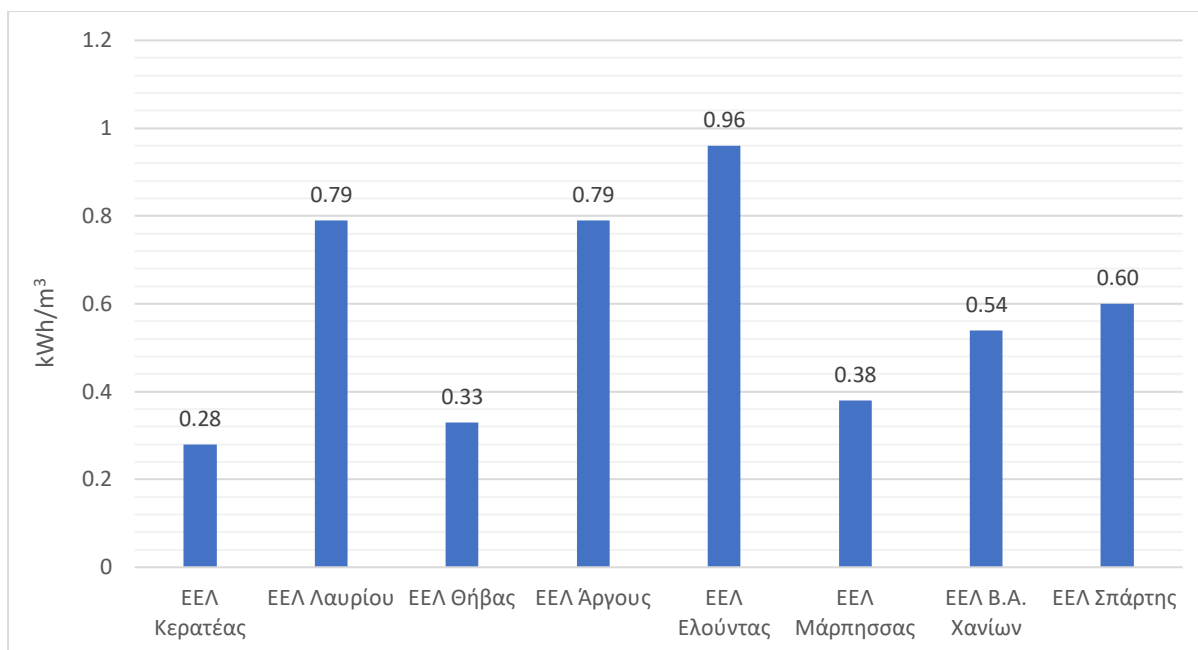
Η ερώτηση δέκα (10) του ερωτηματολογίου αφορούσε τον τρόπο διάθεσης της ιλύος. Οι δημοφιλέστεροι τρόποι περιλάμβαναν τη διάθεση σε Χώρους Υγιεινής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και τη διάθεση σε μονάδα επεξεργασίας. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4.9, οι τρόποι διάθεσης ποικίλουν. Επίσης, πολλές από τις εγκαταστάσεις διαθέτουν την ιλύ για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και έπειτα τη διαθέτουν στην αγορά.



Διάγραμμα 4. 9 Διάθεση ιλύος

### 4.3. Ενεργειακή απαίτηση

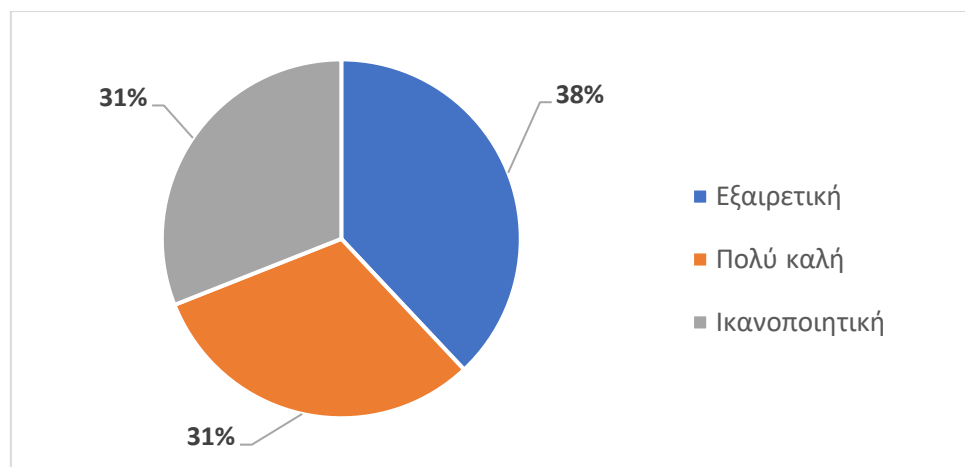
Στη συνέχεια, ερωτήθηκε η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου της κάθε εγκατάστασης (ερώτηση δώδεκα (12)). Τα αποτελέσματα φαίνονται στο διάγραμμα 4.10.



**Διάγραμμα 4. 10** Ενεργειακή κατανάλωση ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου

#### 4.4. Απόδοση εγκαταστάσεων

Τέθηκαν ορισμένες ερωτήσεις που αφορούσαν την τρέχουσα απόδοση επεξεργασίας των ΕΕΛ και τα μελλοντικά τους σχέδια αναβάθμισης. Αρχικά, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να παρουσιάσουν την απόδοση των εγκαταστάσεών τους υπό τις υφιστάμενες συνθήκες λειτουργίας (Ερώτηση δεκατρία (13) ερωτηματολογίου). Η πλειονότητα, ανέφερε ότι η απόδοση είναι εξαιρετική, ενώ σε μεγάλο ποσοστό ακολουθεί. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4.11, η απόδοση των ΕΕΛ ποικίλει.

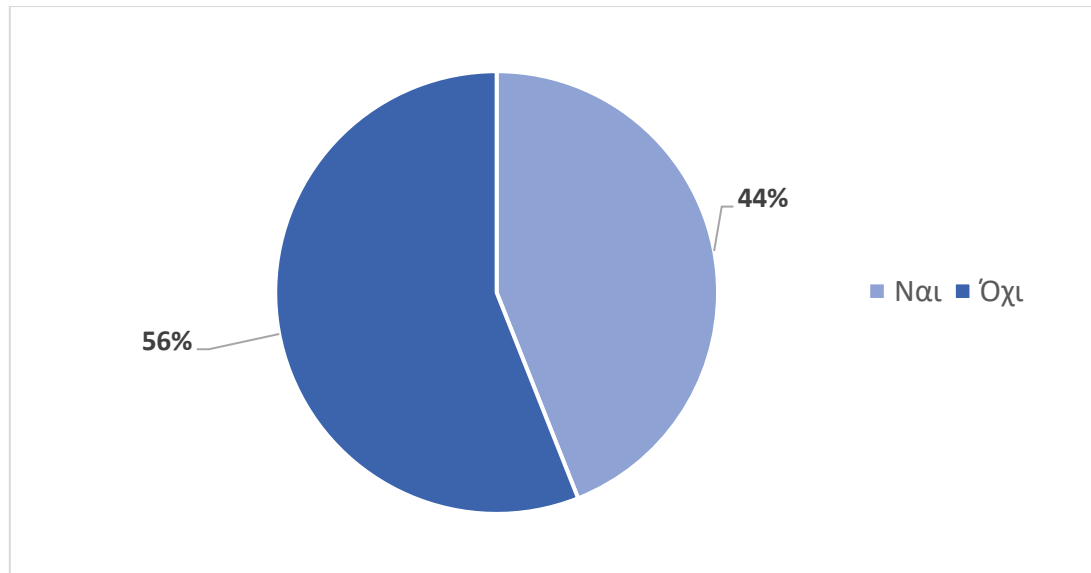


**Διάγραμμα 4. 11** Απόδοση της ΕΕΛ κατά τις περισσότερες ημέρες λειτουργίας

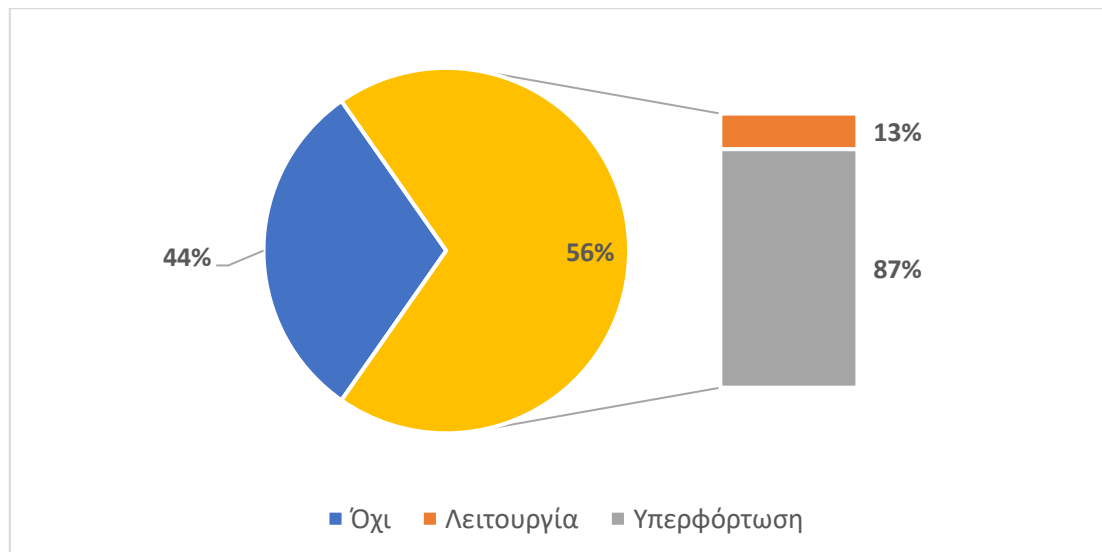
Συνεχίζοντας, η ερώτηση δεκατέσσερα (14) ερωτηματολογίου συνδεόταν με τις παρατηρούμενες αυξομειώσεις της παροχής των ερωτηθέντων ΕΕΛ. Το 56% των ΕΕΛ απάντησε αρνητικά (βλέπε διάγραμμα 4.12), ενώ το 44% των ΕΕΛ στην Ελλάδα παρατηρεί μεγάλες αυξομειώσεις της παροχής, οι οποίες υπερβαίνουν τις παροχές σχεδιασμού των υφιστάμενων μονάδων.



Στη συνέχεια, ερωτήθηκε αν υπάρχει πρόβλημα υπερφόρτισης ή ανεπαρκούς λειτουργίας και το είδος του προβλήματος (ερώτημα δεκαπέντε (15) ερωτηματολογίου). Στο διάγραμμα 4.13 φαίνεται ότι το 56% των εγκαταστάσεων απάντησε θετικά, και από αυτό το ποσοστό, η πλειονότητα αντιμετωπίζει πρόβλημα υπερφόρτισης (87%), ενώ το 13% ανέφερε προβλήματα στην λειτουργία του υφιστάμενου εξοπλισμού.

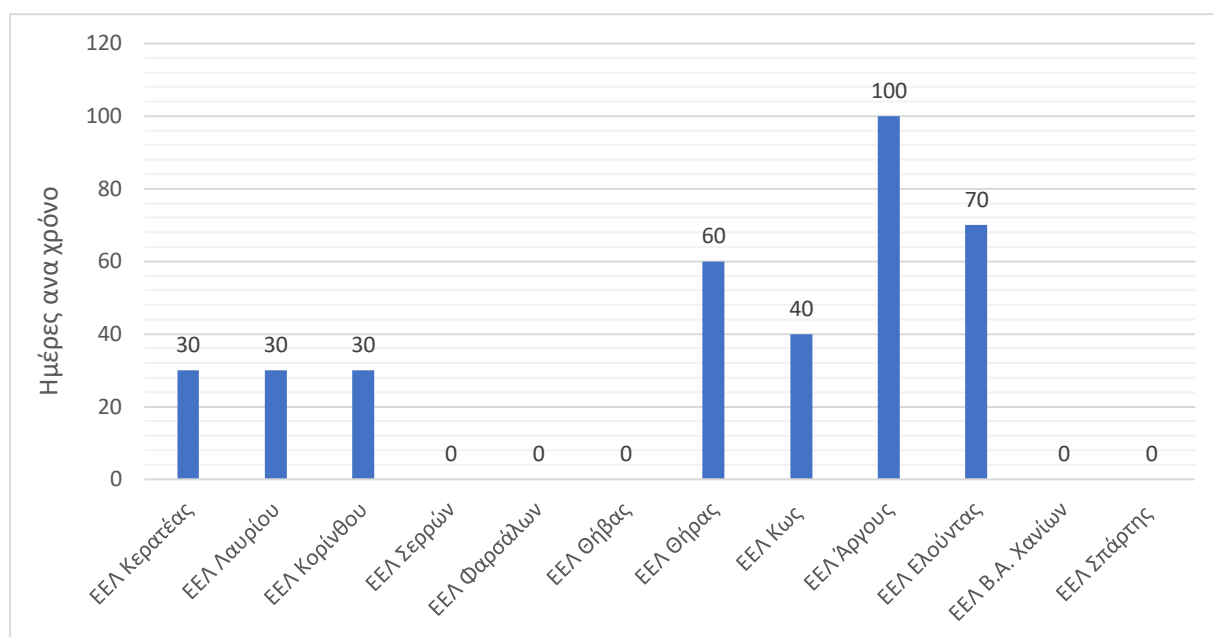


**Διάγραμμα 4. 12** Παρατηρούμενες αυξομειώσεις στις ΕΕΛ



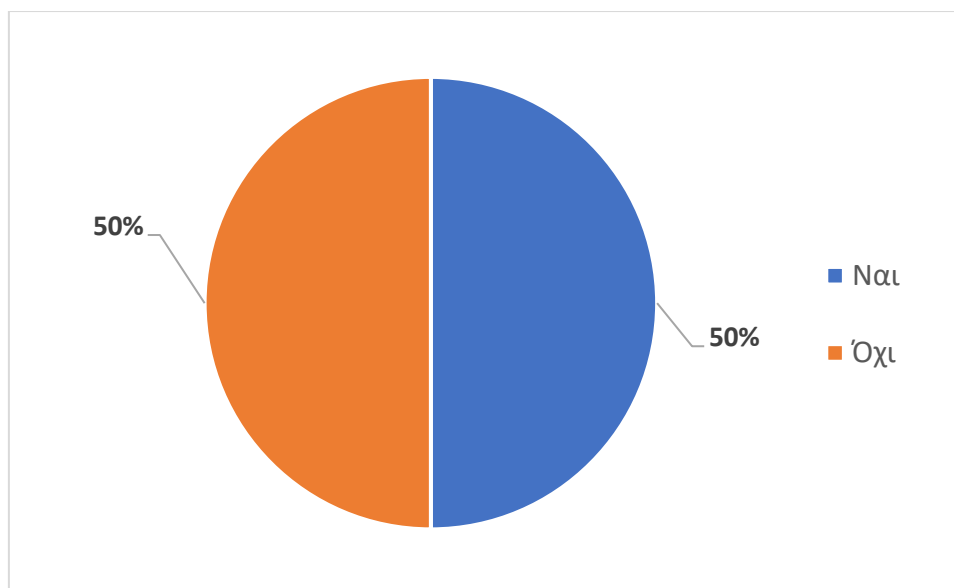
**Διάγραμμα 4. 13** Προβλήματα υπερφόρτωσης ή αναποτελεσματικής λειτουργίας στις ΕΕΛ

Η επόμενη ερώτηση αναφερόταν στο γεγονός εάν οι εγκαταστάσεις παρατηρούν διαφορές στην ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων σε σχέση με τις αναμενόμενες τιμές και, αν ναι, πόσες ημέρες το χρόνο αυτό συμβαίνει (ερώτηση έντεκα (11)). Απάντησαν δώδεκα (12) εγκαταστάσεις, με το 40% αυτών να μην παρατηρεί διαφορές. Το υπόλοιπο 60%, όπως προκύπτει και από το διάγραμμα 4.14, παρατηρεί διαφορές. Οι λόγοι που προκαλούν αυτές τις διαφορές ποιοτικής φύσης είναι διάφοροι, αλλά ο πιο συνηθισμένος είναι ότι αυτές οι διαφορές συμβαίνουν κυρίως κατά τους θερινούς μήνες, όταν ο πληθυσμός στις περιοχές αυξάνεται. Επιπλέον, σε δύο (2) από αυτές τις εγκαταστάσεις παρατηρείται διακύμανση στην ποιότητα των λυμάτων εξαιτίας της χυμοποίησης των πορτοκαλιών.



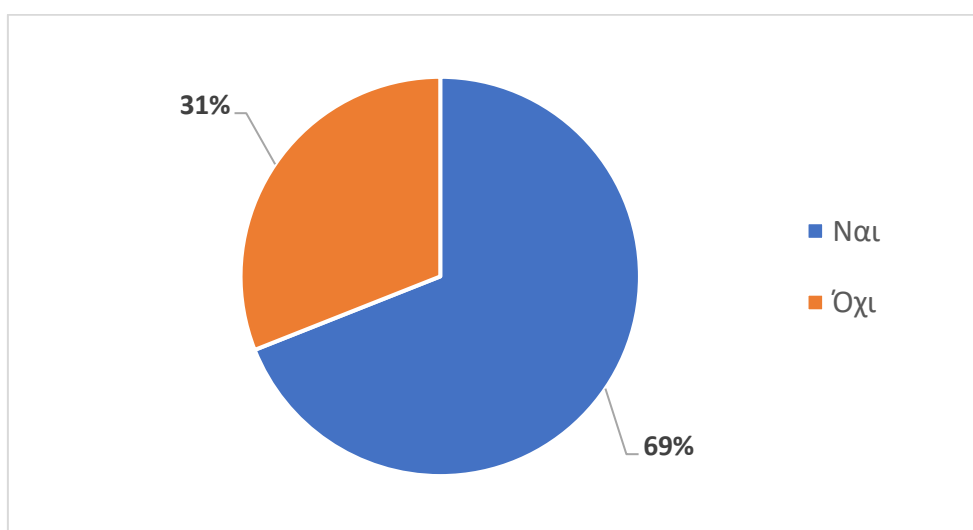
**Διάγραμμα 4. 14** Εκτροπή ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων.

Στη συνέχεια, οι ερωτήσεις δεκαέξι (16), δεκαεπτά (17) και δεκαοχτώ (18) του ερωτηματολογίου σχετίζονται με τα σχέδια για μελλοντική επέκταση ή αναβάθμιση των ΕΕΛ στην Ελλάδα. Αρχικά, εξετάστηκε εάν αν αναμένεται αύξηση της εισερχόμενης παροχής (π.χ. λόγω επέκτασης του αποχετευτικού) (ερώτηση δεκαέξι (16) του ερωτηματολογίου). Τα αποτελέσματα, όπως παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.15, δείχνουν ότι το 50% των ερωτηθέντων ήταν θετικές.



**Διάγραμμα 4. 15** Αύξηση της εισερχόμενης παροχής

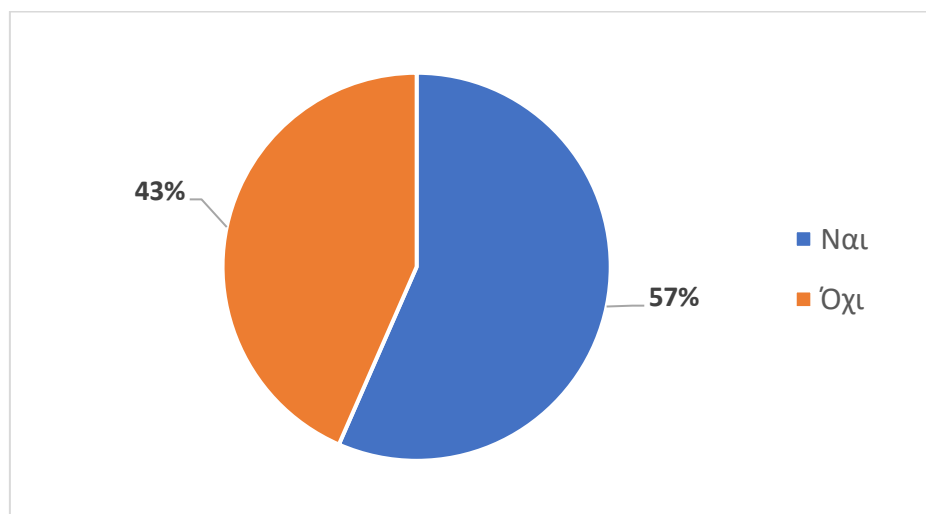
Στη συνέχεια, ερωτήθηκε εάν υπάρχουν σχέδια για τη μελλοντική επέκταση ή αναβάθμιση της εγκατάστασης λόγω της αυξημένης παροχής και, εάν ναι, ποια ακριβώς είναι αυτά τα σχέδια (ερώτηση δεκαεπτά (17) του ερωτηματολογίου). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 4.16, το 69% των εγκαταστάσεων έχει προβλέψει σχέδια αναβάθμισης για την υφιστάμενη εγκατάσταση.



**Διάγραμμα 4. 16** Σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης της υφιστάμενης ΕΕΛ λόγω αύξησης της παροχής

Η ερώτηση δεκαοκτώ (18) του ερωτηματολογίου αφορούσε τα μελλοντικά σχέδια των ΕΕΛ για τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ανεξάρτητα από την αύξηση της παροχής. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 4.17, το 57% απάντησε θετικά. Πολλές εγκαταστάσεις ανέφεραν ότι θα αναβαθμιστεί το σύστημα αερισμού της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, ενώ μια από αυτές σχεδιάζει να χρησιμοποιήσει φωτοβολταϊκά πάνελ.

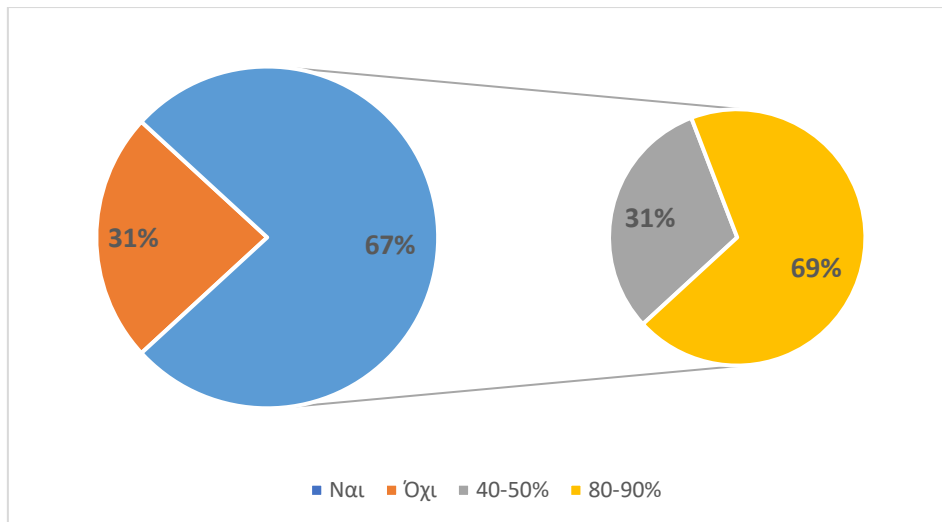
Επιπλέον, δύο εγκαταστάσεις προτίθενται να αντικαταστήσουν τον ηλεκτρομηχανικό εξοπλισμό τους λόγω της περάτωσης του χρόνου ζωής του.



**Διάγραμμα 4. 17** Σχέδια αναβάθμισης για μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

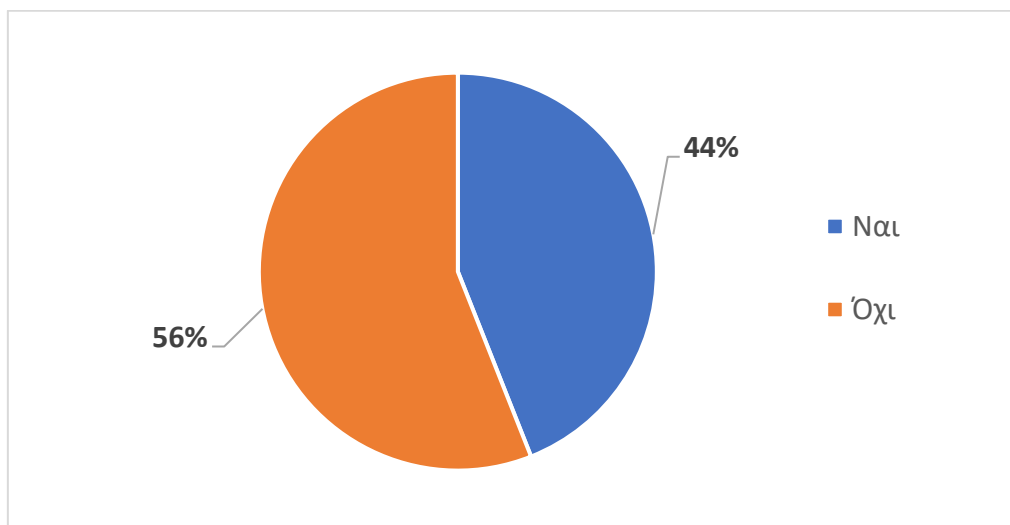
#### **4.5. Αναγκαιότητα των ΕΕΛ για την υιοθέτηση της τεχνολογίας ΑΝΕΛΙΞΗ**

Όσον αφορά την στάση των ΕΕΛ στην Ελλάδα για την υιοθέτηση της τεχνολογίας ΑΝΕΛΙΞΗ, ο περισσότερες ΕΕΛ έδειξαν αρκετό ενδιαφέρον. Η ερώτηση δεκαεννέα (19) του ερωτηματολογίου συνδεόταν με το γεγονός αν θα ήταν επωφελής για την λειτουργία της ΕΕΛ σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των TSS (και αναλογικά του BOD<sub>5</sub>), στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού, καθώς και ποιο από τα δύο ποσοστά προτιμούν, δηλαδή μια μείωση κατά 40-50% ή 80-90%. Όπως αναδεικνύεται από τα αποτελέσματα του διαγράμματος 4.18, το 67% των εγκαταστάσεων απάντησε θετικά στο ερώτημα. Ανάμεσα σε αυτούς, το 69% κρίνει ότι μια μείωση κατά 80-90% θα ήταν πιο εξυπηρετική, ενώ οι υπόλοιποι (31%) που προτίμησαν τη μείωση κατά 40-50%. Αυτό υποδηλώνει ότι, για μια μείωση κατά 80-90% των TSS, προτείνεται ως μέθοδος επεξεργασίας των λυμάτων η μικροεσχάρωση ακολουθούμενη από την αμμοφίλτρωση για την αναβάθμιση των ΕΕΛ, ενώ για μείωση κατά 40-50% των TSS, επαρκεί μόνο η μικροεσχάρωση ως μέτρο αναβάθμισης των ΕΕΛ.

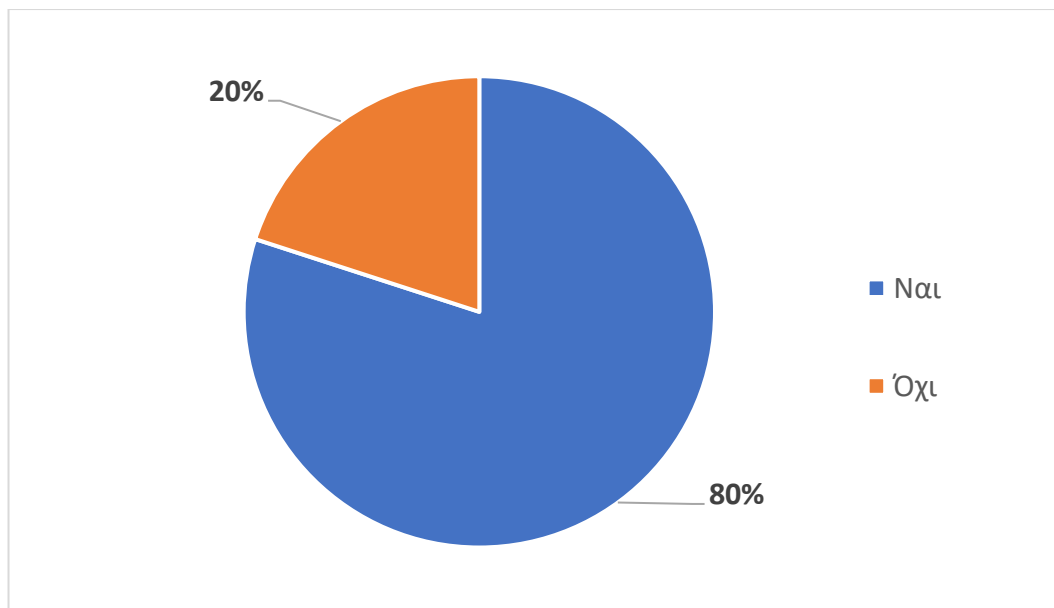


**Διάγραμμα 4. 18** Ποσοστό μείωσης στερεών.

Συνεχίζοντας, οι υπεύθυνοι των ΕΕΛ ερωτήθηκαν εάν στην εγκατάσταση υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση πρωτοβάθμιας καθίζησης (ερώτηση είκοσι (20) ερωτηματολογίου). Η πλειονότητα, απάντησε αρνητικά (βλ. διάγραμμα 4.19). Ύστερα, έγινε το ερώτημα εάν υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση της τεχνολογίας ΑΝΕΛΙΞΗ (ερώτηση είκοσι ένα (21)), στο οποίο το 80% απάντησε θετικά (διάγραμμα 4.20).



**Διάγραμμα 4. 19** Διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εγκατάσταση πρωτοβάθμιας καθίζησης



**Διάγραμμα 4. 20** Διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εφαρμογή της τεχνολογίας ANELIEX

Τέλος, η τελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου (ερώτηση είκοσι δύο (22)) συνδεόταν με το εάν θεωρείται σημαντικό από τις ΕΕΛ το γεγονός ότι τα βιοστερεά που προέρχονται από το σύστημα ANELIEX αναμένεται να έχουν περιεκτικότητα σε στερεά τουλάχιστον 35%. Οι δώδεκα (12) από τις δεκαέξι (16) ΕΕΛ απάντησαν θετικά. Επιπλέον, θεωρούν ότι αυτό είναι ένα σημαντικό κριτήριο επιλεξιμότητας της τεχνολογίας ANELIEX αντί της συμβατικής πρωτοβάθμιας επεξεργασίας. Σε μια πρωτοβάθμια ιλύ η οποία παράγεται από τη συμβατική πρωτοβάθμια επεξεργασία για να φτάσει η ιλύς σε περιεκτικότητα σε στερεά τουλάχιστον 35% απαιτούνται συστήματα πάχυνσης και αφυδάτωσης της ιλύος.

Από τα παραπάνω δεδομένα, γίνεται εμφανές ότι η πλειονότητα των ΕΕΛ στην Ελλάδα που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο εκδηλώνει θετική στάση έναντι της τεχνολογίας ANELIEX και αναγνωρίζει τα πλεονεκτήματα που προσφέρει. Επιπλέον, βάσει των απαντήσεων στις προηγούμενες ερωτήσεις, φαίνεται ότι το σύστημα ANELIEX θα βελτιώσει σημαντικά τη λειτουργία των υφιστάμενων ΕΕΛ.

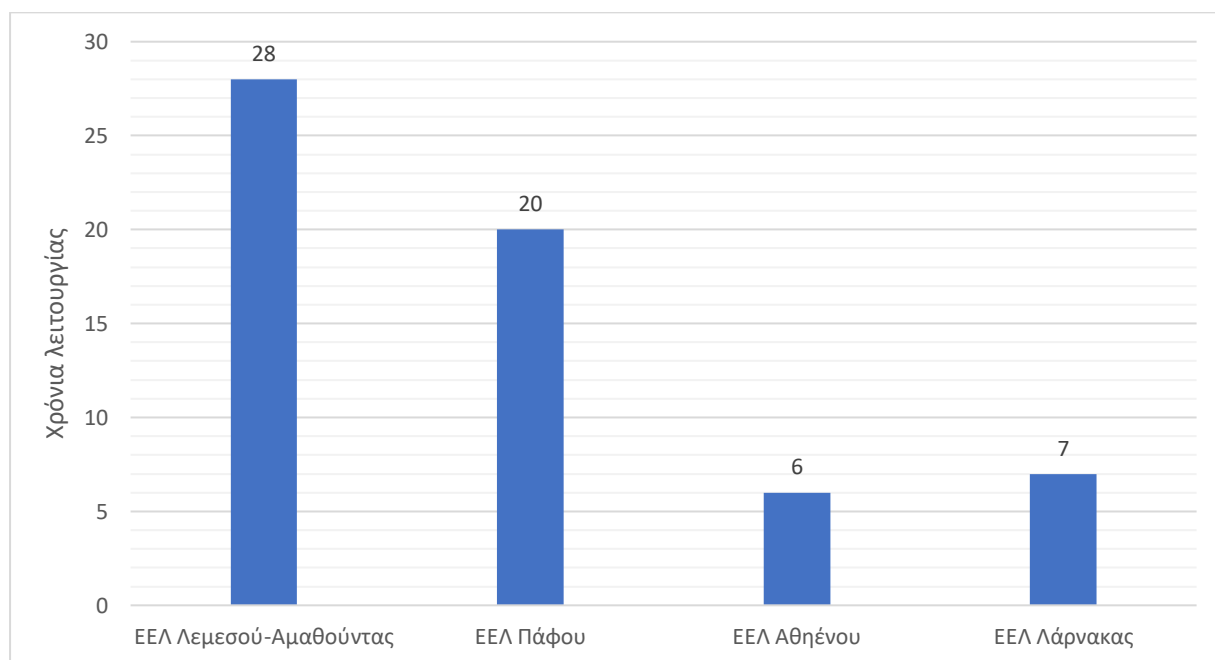
## Κεφάλαιο 5: Ανάλυση απαντήσεων ερωτηματολογίου- Κύπρος

### 5.1. Γενικά στοιχεία για τις ΕΕΛ

Η πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου (Α μέρος) αναφέρεται στα βασικά στοιχεία των ΕΕΛ στην Κύπρο. Στην επόμενη ενότητα (Β μέρος), η ανάλυση των δεδομένων αρχικά επικεντρώνεται στον πίνακα 5.1, όπου παρουσιάζεται ο ΙΠ (αναφερόμενο στην ερώτηση δύο (2) του ερωτηματολογίου), ενώ στο διάγραμμα 5.1 παρουσιάζεται η διάρκεια λειτουργίας κάθε ΕΕΛ (ερώτηση ένα (1)). Διαπιστώνεται ότι το 86% των ΕΕΛ λειτουργούν για περισσότερο από 20 χρόνια, κάτι που επισημαίνει την ανάγκη για αναβάθμιση και βελτίωση των υποδομών τους. Επιπλέον, στον πίνακα 5.1 παρατηρείται μια αύξηση του πληθυσμού κατά τις καλοκαιρινές περιόδους, κυρίως λόγω τουρισμού.

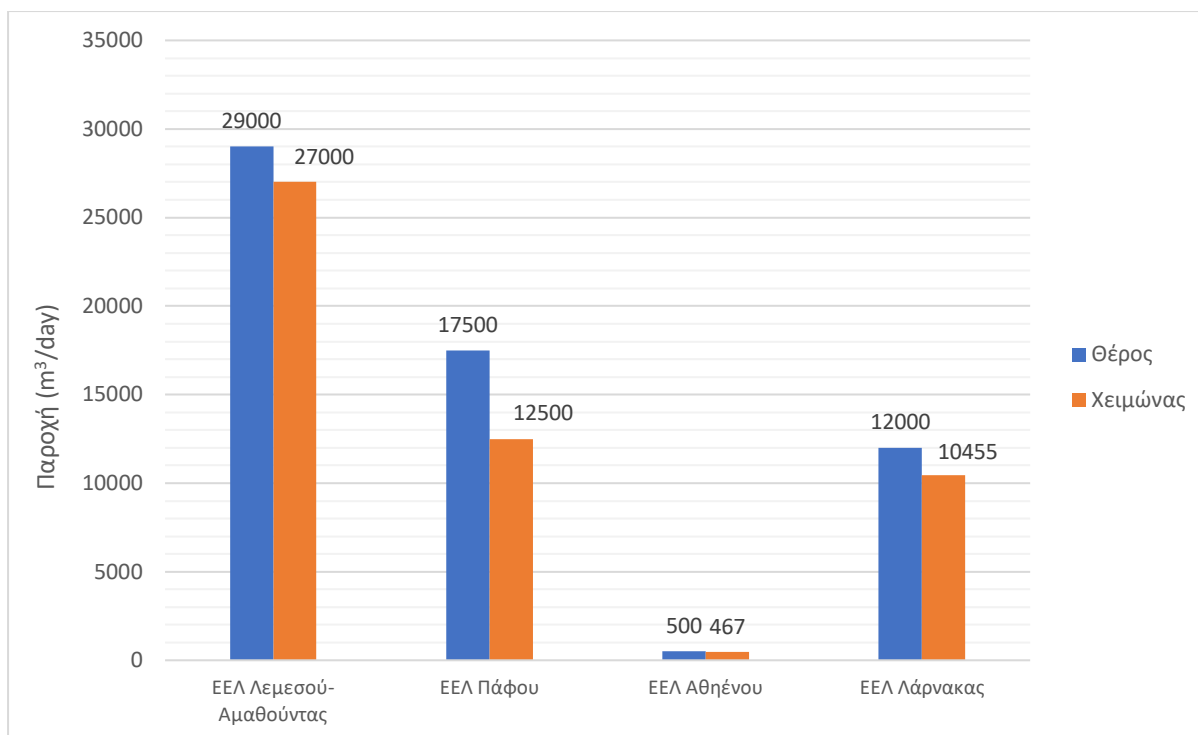
Πίνακας 5. 1 ΙΠ

Ονομασία ΕΕΛ	ΙΠ (θέρος/χειμώνα)
ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	272.000 (θέρος)
ΕΕΛ Πάφου	150.000 / 10.000
ΕΕΛ Αθηνών	11.190 / 12.560
ΕΕΛ Λάρνακας	84.044 / 95.000



Διάγραμμα 5. 1 Χρόνια λειτουργίας ΕΕΛ

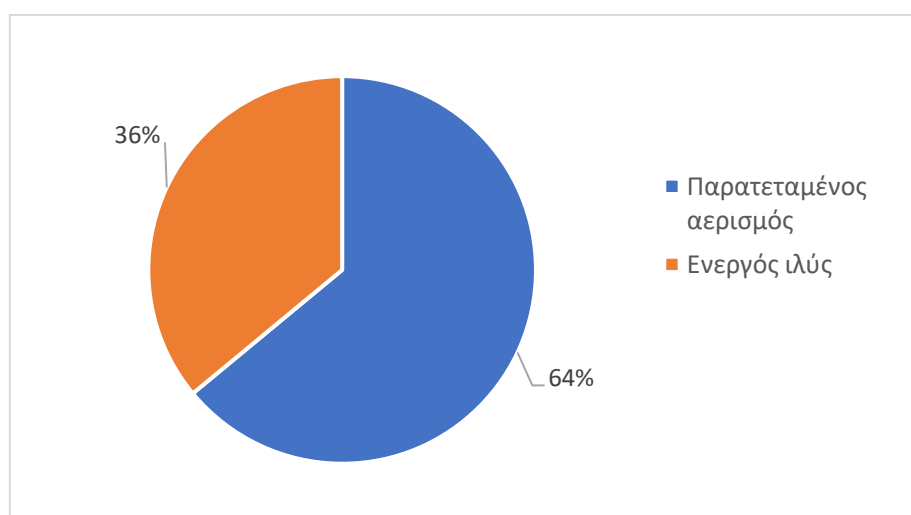
Στο επόμενο στάδιο, η τρίτη ερώτηση (3) του ερωτηματολογίου αφορούσε τη παροχή εισόδου των κατά τους μήνες του καλοκαιριού και του χειμώνα. Τα αποτελέσματα αυτής της ερώτησης είναι απεικονισμένα στο διάγραμμα 5.2.



Διάγραμμα 5. 2 Παροχή εισόδου (θέρος/χειμώνας)

## 5.2. Επεξεργασία λυμάτων και επαναχρησιμοποίηση

Στην τέταρτη ερώτηση του ερωτηματολογίου, οι ΕΕΛ ερωτώνται εάν διαθέτουν πρωτοβάθμια καθίζηση για την επεξεργασία των λυμάτων. Φάνηκε ότι καμία εγκατάσταση δεν χρησιμοποιεί πρωτοβάθμια καθίζηση. Στη συνέχεια, η επόμενη ερώτηση σχετικά (ερώτηση πέντε (5) ερωτηματολογίου) συνδεόταν με τη μέθοδο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 5.3, ο παρατεταμένος αερισμός είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος, με ποσοστό 64%. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η ΕΕΛ Λάρνακας, η οποία χρησιμοποιεί τη μέθοδο μεμβρανών της HUBER.

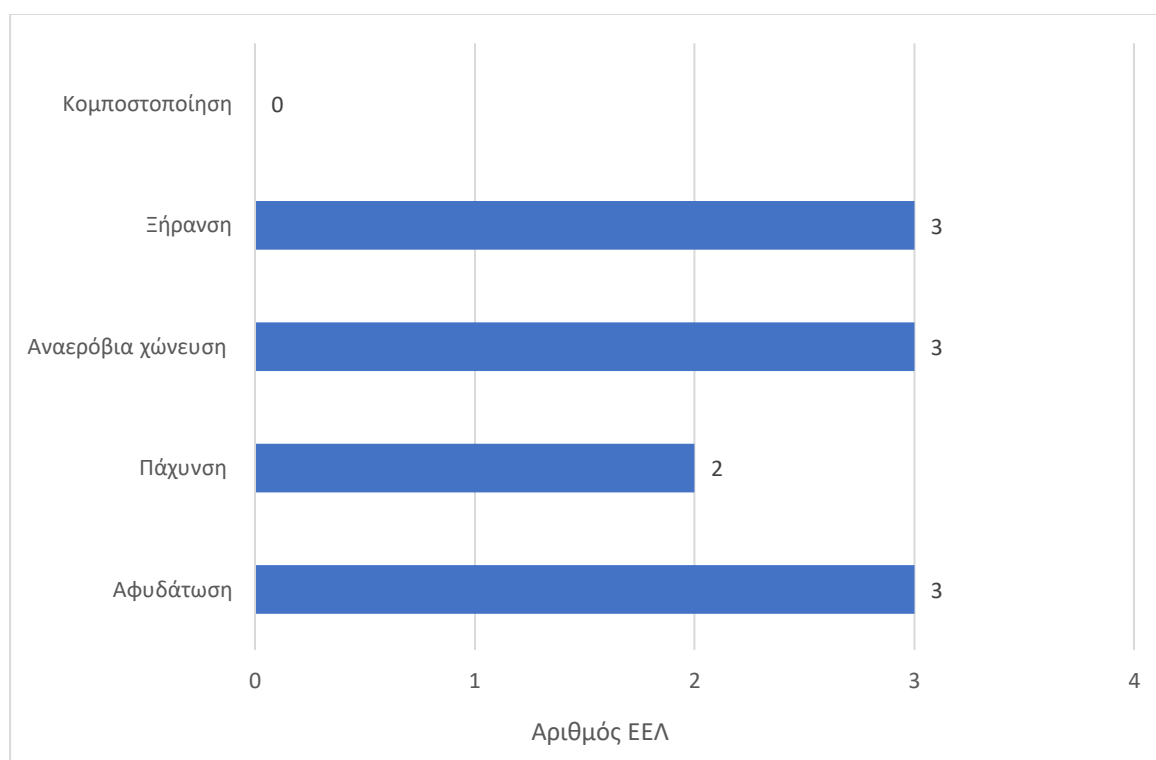


Διάγραμμα 5. 3 Μέθοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας



Η έκτη ερώτηση (6) του ερωτηματολογίου αναφερόταν στην παρουσία τριτοβάθμιας επεξεργασίας στις ΕΕΛ της Κύπρου. Βάσει των συλλεγμένων δεδομένων, φαίνεται ότι η τριτοβάθμια επεξεργασία είναι μια διαδεδομένη πρακτική στο εξεταζόμενο δείγμα, με όλες τις εγκαταστάσεις να την υιοθετούν. Η πιο συνηθισμένη μέθοδος αφορά την φίλτρανση, ιδίως μέσω αμμοφίλτρων, που επιλέγονται λόγω της ευρείας χρήσης τους. Η χρήση των αμμοφίλτρων και άλλων τύπων φίλτρων, όπως τα φίλτρα υφάσματος και διπλού τυμπάνου, δείχνει μια προσπάθεια προς την αύξηση της αποδοτικότητας και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιδράσεων. Τέτοιες μέθοδοι βοηθούν στην απομάκρυνση επιπρόσθετων ακαθαρσιών, βελτιώνοντας την ποιότητα του επεξεργασμένου νερού πριν την επαναχρησιμοποίηση ή εκροή.

Όσον αφορά την επεξεργασία ιλύος (ερώτηση επτά (7)), τα στάδια της αφυδάτωσης και της αναερόβιας χώνευσης φαίνεται να είναι τα πιο επικρατέστερα. Η χρήση αυτών των μεθόδων μειώνει τον όγκο της ιλύος και αυξάνει την αποδοτικότητα της επεξεργασίας, ενώ παράλληλα παράγει βιοαέριο, προσφέροντας έναν ανανεώσιμο πόρο ενέργειας. Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι από τις τέσσερις (4) εγκαταστάσεις, οι δύο (2) διαθέτουν μονάδες πάχυνσης και τρεις (3) από τις (4) μονάδες ξήρανσης, αναερόβιας χώνευσης και αφυδάτωσης, όπως αναφέρεται στο Διάγραμμα 5.4.



**Διάγραμμα 5. 4** Μέθοδοι επεξεργασίας ιλύος

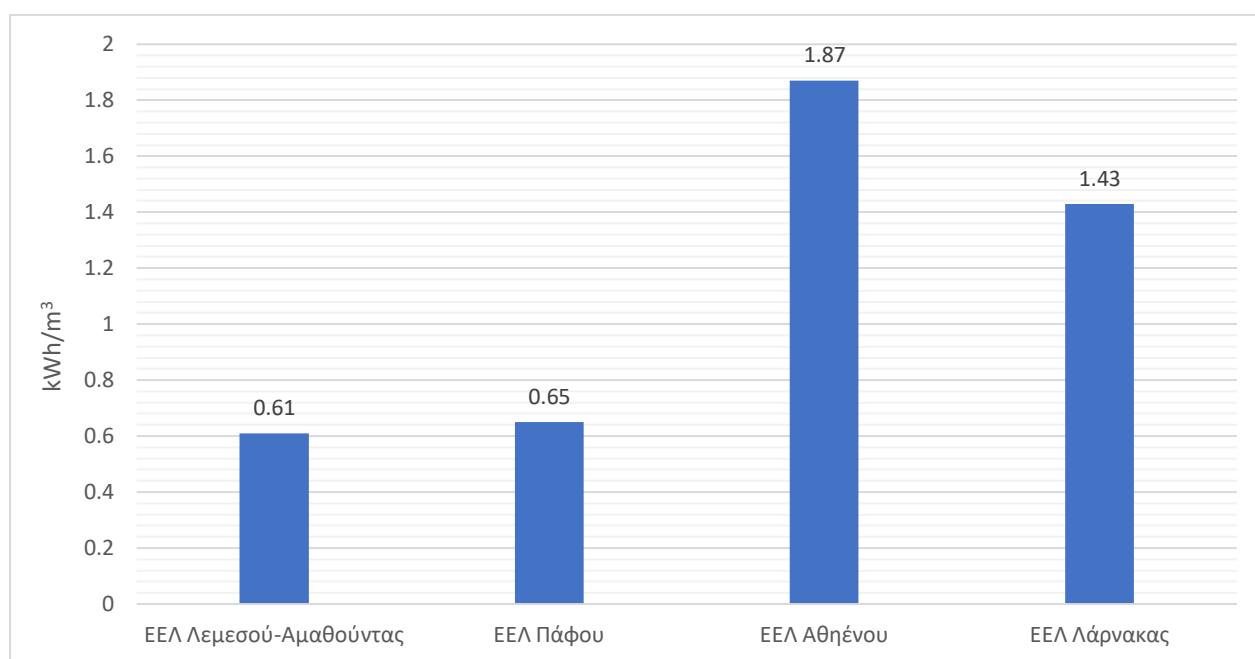
Όσον αφορά τον τελικό αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων (ερώτηση οκτώ (8) ερωτηματολογίου), κάθε ΕΕΛ φαίνεται να υιοθετεί διαφορετικές μεθόδους. Ενδεικτικά, η ΕΕΛ Πάφου χρησιμοποιεί τα επεξεργασμένα λύματα για εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα, μια πρακτική που μπορεί να συμβάλει στην ανανέωση των υδάτινων πόρων, ενώ η ΕΕΛ Αθηνών αξιοποιεί τα επεξεργασμένα λύματα για άρδευση. Οι τελευταίες ερωτήσεις περί της επεξεργασίας των λυμάτων αφορούσαν τον τρόπο ανάκτησης ή επαναχρησιμοποίησης του

διαυγασμένου νερού των ΕΕΛ. Όλες οι ΕΕΛ έδωσαν θετική απάντηση στο ένατο (9) ερώτημα εάν γίνεται ανάκτηση νερού για επαναχρησιμοποίηση. Το ανακτημένο νερό χρησιμοποιείται είτε σε αγροκαλλιέργειες, όπως ελαιώνες και αμπελώνες, είτε για ζωοτροφία σε γεωργικές εκτάσεις.

Το δέκατο (10) ερώτημα εστίαζε στη διάθεση της ιλύος. Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι περιλάμβαναν τη διάθεση σε χώρους υγιεινής τελικής απόθεσης (ΧΥΤΑ) και σε μονάδες επεξεργασίας. Ποσοστό 75% των εγκαταστάσεων ανέφεραν ότι αποστέλλουν την παραγόμενη ιλύ σε εγκεκριμένες μονάδες κατάλληλες για την επεξεργασία της.

### 5.3. Ενεργειακή απαίτηση

Η επόμενη ερώτηση (δώδεκα (12)) έχει να κάνει με την ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου των ΕΕΛ στην Κύπρο και προσδίδει σημαντικές πληροφορίες για την ενεργειακή αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων. Όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.5, από τις δεκαεπτά (17) ερωτηθείσες εγκαταστάσεις, απάντησαν οι τέσσερις (4), δείχνοντας ότι εκείνες που εξυπηρετούν μεγαλύτερο πληθυσμό έχουν και μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση. Αυτό υποδηλώνει μια στενή σχέση μεταξύ του μεγέθους της εγκατάστασης και των ενεργειακών της απαιτήσεων.



Διάγραμμα 5. 5 Ενεργειακή κατανάλωση ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου

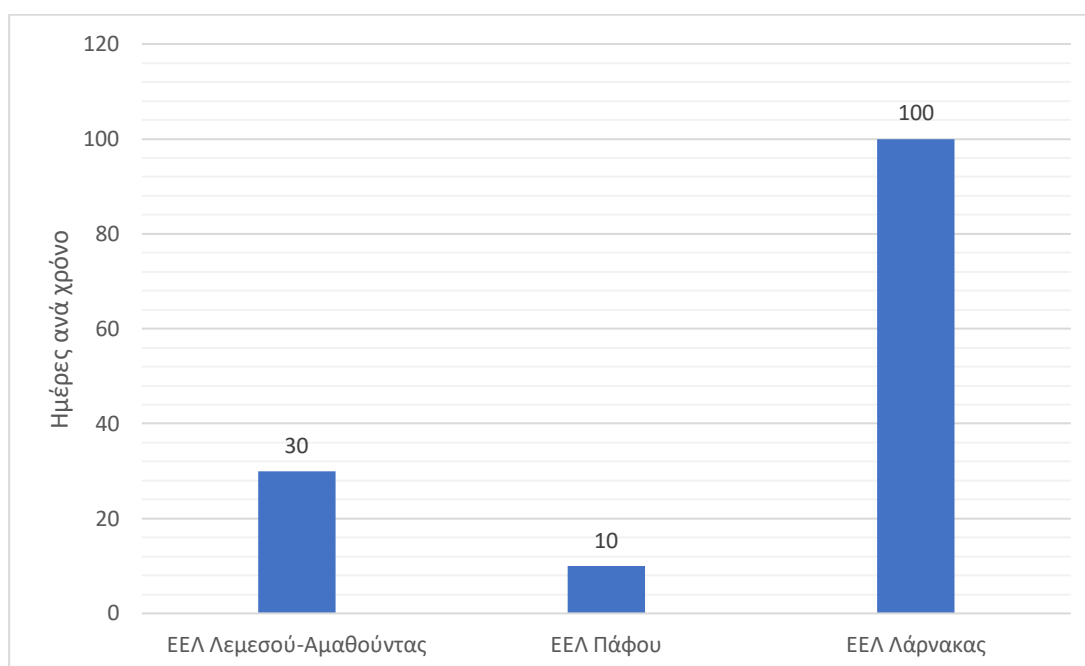
### 5.4. Απόδοση εγκαταστάσεων

Τέθηκαν ορισμένες ερωτήσεις που αφορούσαν την τρέχουσα απόδοση των ΕΕΛ και τα μελλοντικά τους σχέδια βελτίωσης. Αρχικά, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να αξιολογήσουν την απόδοση των εγκαταστάσεών τους υπό τις υφιστάμενες συνθήκες λειτουργίας (ερώτηση δεκατρία (13) από το ερωτηματολόγιο). Όλες οι εγκαταστάσεις απάντησαν πως η απόδοση είναι πολύ καλή.

Συνεχίζοντας, ερωτήθηκε εάν οι παρατηρούμενες διακυμάνσεις στην παροχή υπερβαίνουν τις προβλεπόμενες παροχές (ερώτηση δεκατέσσερα (14)), με το 100% των ΕΕΛ

να απαντά "όχι". Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε η δέκατη πέμπτη (15) ερώτηση που αναφερόταν στην ύπαρξη προβλήματος υπερφόρτισης ή ανεπαρκούς λειτουργίας και το είδος του προβλήματος. Φαίνεται ότι το 50% των εγκαταστάσεων απάντησε θετικά, και από αυτό το ποσοστό, η πλειονότητα αντιμετωπίζει πρόβλημα υπερφόρτισης.

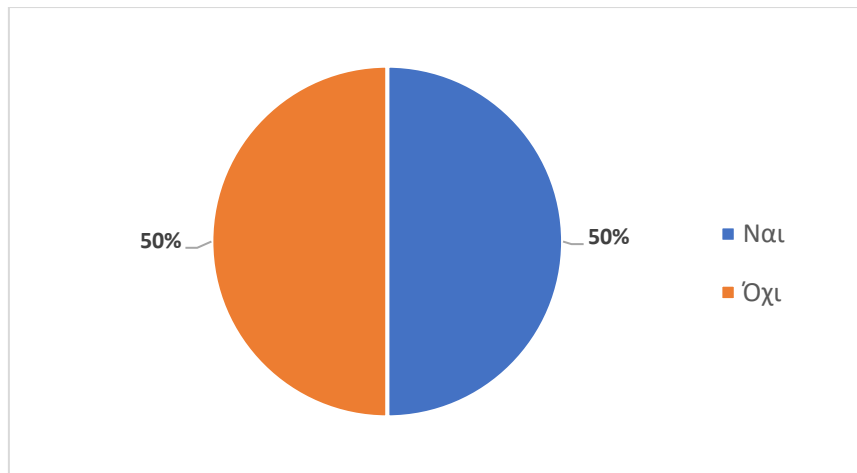
Η επόμενη ερώτηση ήταν εάν οι εγκαταστάσεις παρατηρούν διαφορές στην ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων σε σχέση με τις αναμενόμενες τιμές και, αν ναι, πόσες ημέρες το χρόνο αυτό συμβαίνει (ερώτηση έντεκα (11)). Απάντησαν τρεις (3) εγκαταστάσεις. Οι λόγοι που προκαλούν αυτές τις διαφορές ποιοτικής φύσης είναι διάφοροι, αλλά ο πιο συνηθισμένος είναι ότι αυτές οι διαφορές συμβαίνουν κυρίως κατά τους θερινούς μήνες, όταν ο πληθυσμός στις περιοχές αυξάνεται (διάγραμμα 5.6).



**Διάγραμμα 5. 6** Εκτροπή ποιότητας επεξεργασμένων λυμάτων

Ακολουθούν ερωτήσεις σχετικά με σχέδια για μελλοντική επέκταση ή βελτίωση της εγκατάστασης (ερώτηση δεκαέξι (16), δεκαεπτά (17) και δεκαοχτώ (18)). Αρχικά, εξετάστηκε εάν υπάρχει πρόγραμμα για αύξηση της παροχής σύντομα, είτε λόγω διεύρυνσης του δικτύου είτε για οποιονδήποτε άλλο λόγο (ερώτηση δεκαέξι (16) ερωτηματολογίου). Τα αποτελέσματα, δείχνουν ότι όλες οι ανταποκρίσεις ήταν θετικές.

Στη συνέχεια, ερωτήθηκε εάν υπάρχουν σχέδια για τη μελλοντική επέκταση ή αναβάθμιση της εγκατάστασης λόγω της αυξημένης παροχής και, εάν ναι, ποια ακριβώς είναι αυτά τα σχέδια (ερώτηση δεκαεπτά (17)). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 5.7, το 50% των εγκαταστάσεων έχει προβλέψει σχέδια αναβάθμισης. Οι εγκαταστάσεις με θετικές απαντήσεις προγραμματίζουν τον διπλασιασμό της ΕΕΛ με την επέκταση του δικτύου.

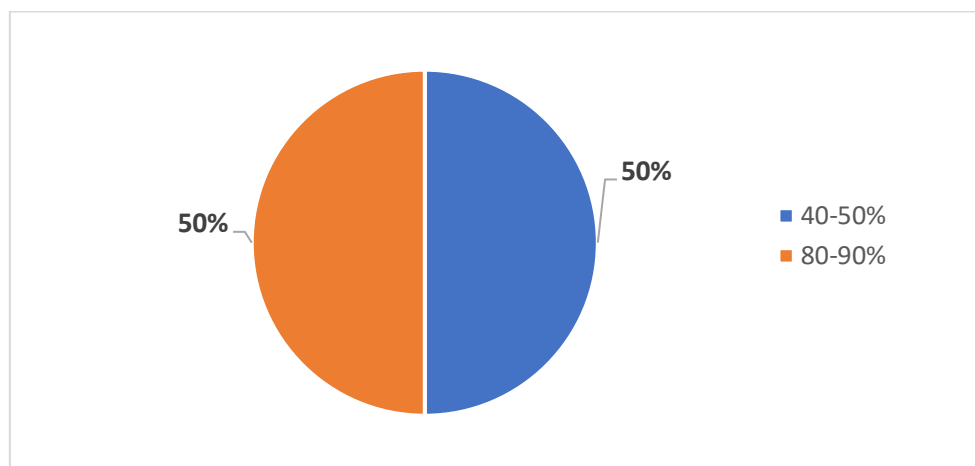


**Διάγραμμα 5. 7** Σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης της υφιστάμενης ΕΕΛ λόγω αύξησης της παροχής

Η επόμενη ερώτηση αφορούσε τα μελλοντικά σχέδια των εγκαταστάσεων για τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (ερώτηση δεκαοχτώ (18) της μελέτης), ανεξάρτητα από την αύξηση της παροχής. Μοναδική θετική απάντηση έδωσε η ΕΕΛ Λάρνακας, με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, δημιουργία μονάδας παραγωγής βιοαερίου και με την αντικατάσταση υφιστάμενων μηχανημάτων με καινούρια (πχ. αντλίες).

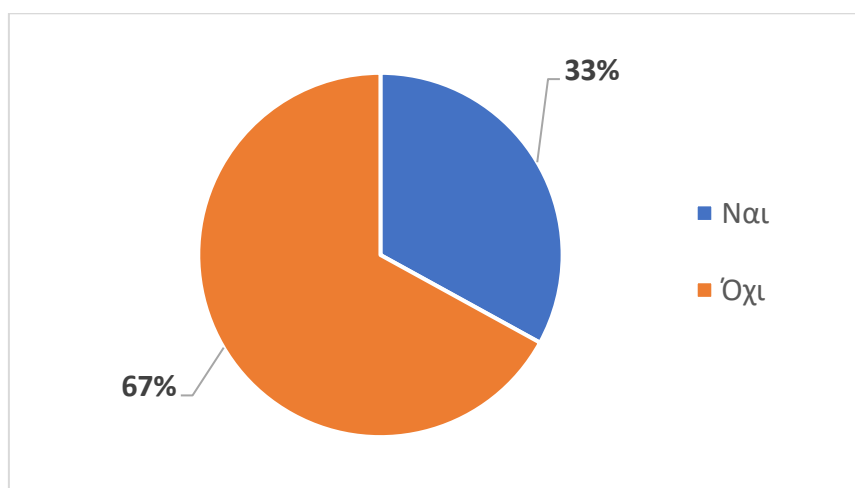
### 5.5. Στάση ΕΕΛ ως προς το πρόγραμμα ANELIΞΗ

Η αξιολόγηση της στάσης των εγκαταστάσεων έναντι του συστήματος ANELIΞΗ αποκαλύπτει πολύτιμες πληροφορίες για τις προτιμήσεις και τις ανάγκες τους. Οι απαντήσεις στο ερώτημα για την προτιμώμενη μείωση των TSS και του BOD<sub>5</sub> (ερώτημα δεκαεννέα (19)) δείχνουν ότι το 50% θεωρεί μια μείωση κατά 80-90% πιο εξυπηρετική, ενώ το υπόλοιπο 50% τη μείωση κατά 30-40%, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5.8. Η επιλογή μεταξύ μιας μείωσης κατά 40-50% ή 80-90% δείχνει επίσης μια διαφοροποιημένη προσέγγιση ανάμεσα στις εγκαταστάσεις, οι οποίες ανάλογα με τις ανάγκες τους, επιδιώκουν μία μεγάλη ή μικρή μείωση των αιωρούμενων στερεών πριν τη δεξαμενή αερισμού.



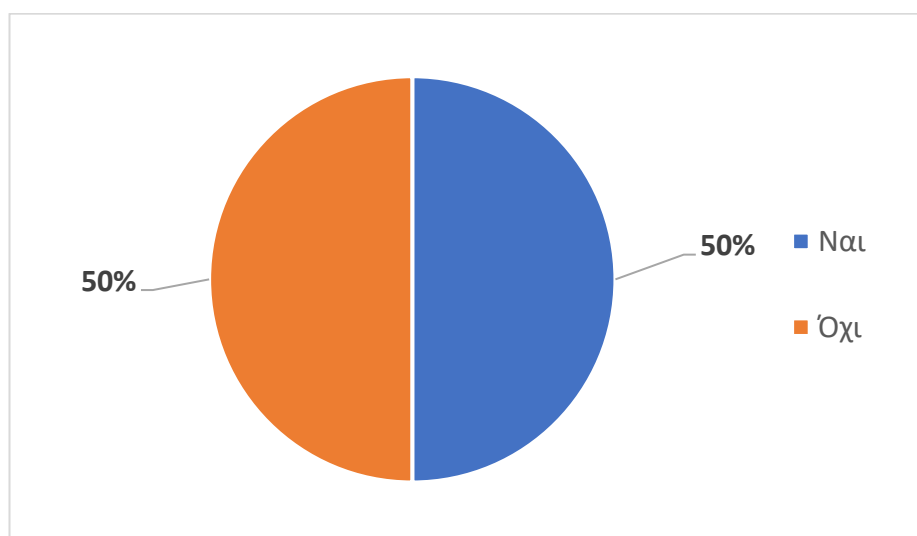
**Διάγραμμα 5. 8** Ποσοστό μείωσης στερεών

Υστερα, οι υπεύθυνοι λειτουργίας των ΕΕΛ ερωτήθηκαν εάν υπάρχει διαθέσιμος χώρος για επέκταση ή αναβάθμιση στις ΕΕΛ της Κύπρου για τον προγραμματισμό μελλοντικών βελτιώσεων (ερώτηση είκοσι (20)). Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα στο Διάγραμμα 5.9, η πλειονότητα των εγκαταστάσεων δεν διαθέτει επαρκή χώρο για την αναβάθμιση της ΕΕΛ με πρωτοβάθμια καθίζηση. Αυτή η περιορισμένη διαθεσιμότητα χώρου μπορεί να αποτελεί εμπόδιο σε μελλοντικές αναβαθμίσεις.



**Διάγραμμα 5. 9** Διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εγκατάσταση πρωτοβάθμιας καθίζησης

Ωστόσο, τα αποτελέσματα στο Διάγραμμα 5.10 δείχνουν ότι το 50% των εγκαταστάσεων διαθέτει διαθέσιμο χώρο για την εγκατάσταση της τεχνολογίας ΑΝΕΛΙΞΗ (ερώτημα εικοσιένα (21)). Ωστόσο, η τεχνολογία ΑΝΕΛΙΞΗ, θα μπορούσε να εφαρμοστεί για να καλύψει ένα μέρος της εισερχόμενης παροχής των ΕΕΛ, στην περίπτωση που δεν υπάρχει ο διαθέσιμος χώρος για την κάλυψη της παροχής στο σύνολό της.



**Διάγραμμα 5. 10** Διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εφαρμογή της τεχνολογίας ΑΝΕΛΙΞΗ

Η τελευταία ερώτηση (ερώτηση είκοσι δύο (22)) σχετικά με τη σημασία της περιεκτικότητας σε στερεά τουλάχιστον 35% στα βιοστερεά που προέρχονται από την τεχνολογία ΑΝΕΛΙΞΗ

αντανακλά τις προτεραιότητες των εγκαταστάσεων στην επιδίωξη αποδοτικότερης και βιώσιμης διαχείρισης λυμάτων. Η θετική απάντηση από όλες τις εγκαταστάσεις στην ερώτηση αυτή υποδεικνύει την αναγνώριση της αξίας της τεχνολογίας ANELIΞΗ και του ρόλου της στη βελτίωση της ποιότητας των επεξεργασμένων λυμάτων. Επιπλέον, η προτίμηση για ένα υψηλότερο ποσοστό στερεών στα βιοστερεά δείχνει μια επιδίωξη για αυξημένη αποδοτικότητα στη διαχείριση των αποβλήτων. Το γεγονός ότι το 80% των εγκαταστάσεων απάντησε θετικά στην ερώτηση για τη δυνατότητα εγκατάστασης της τεχνολογίας ANELIΞΗ, συνοδευόμενο από την προτίμηση για υψηλότερο ποσοστό στερεών, ενισχύει την προοπτική για την βελτίωση των διαδικασιών επεξεργασίας ιλύος.

Από τα παραπάνω δεδομένα, γίνεται εμφανές ότι η πλειονότητα των εγκαταστάσεων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο εκδηλώνει θετική στάση απέναντι στην τεχνολογία ANELIΞΗ και αναγνωρίζει τα πλεονεκτήματα που προσφέρει. Επιπλέον, βάσει των απαντήσεων στις προηγούμενες ερωτήσεις, φαίνεται ότι το σύστημα ANELIΞΗ δύναται να βελτιώσει σημαντικά τη λειτουργία των υφιστάμενων ΕΕΛ στην Κύπρο.

## **Κεφάλαιο 6: Σύγκριση απαντήσεων και πιθανοί περιορισμοί**

Στο κεφάλαιο 6, γίνεται η σύγκριση των απαντήσεων ανάμεσα στις ΕΕΛ των δύο χωρών και παρουσιάζονται οι πιθανοί περιορισμοί της τεχνολογίας ANELIΞΗ.

### **6.1. Συγκριτική αξιολόγηση των απαντήσεων στις ΕΕΛ Ελλάδα και Κύπρου**

#### **6.1.1. Τεχνικό μέρος – Σχετικά με την υφιστάμενη ΕΕΛ**

##### **Δυναμικότητα ΕΕΛ και ΙΠ**

Μια σημαντική διαφορά μεταξύ των ΕΕΛ σε Ελλάδα και Κύπρο αφορά τη δυναμικότητα του εξεταζόμενου δείγματος. Στην Κύπρο, η μέγιστη δυναμικότητα παρατηρήθηκε στην ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας η οποία εξυπηρετεί 272.000 ΙΚ, ενώ στην Ελλάδα η ΕΕΛ Αγρινίου εμφανίζει τη μεγαλύτερη δυναμικότητα ίση με 90.000 ΙΚ. Η διαφορά στον ΙΚ των ΕΕΛ συνδέεται επίσης με το εύρος της ημερήσιας παροχής. Στην Κύπρο, το εύρος κυμαίνεται από 500 έως 29.000 m<sup>3</sup>/d, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται από 300 έως 30.000 m<sup>3</sup>/d, σύμφωνα με το εξεταζόμενο δείγμα.

##### **Μέθοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας**

Περίπου το 65% των ΕΕΛ στην Ελλάδα και το 64% στην Κύπρο χρησιμοποιούν για τη δευτεροβάθμια επεξεργασία των λυμάτων τον παρατεταμένο αερισμό.

##### **Τριτοβάθμια επεξεργασία**

Στην Ελλάδα, το 63% των ΕΕΛ διαθέτει τριτοβάθμια επεξεργασία, ενώ στην Κύπρο φτάνει το 100%, σύμφωνα με το εξεταζόμενο δείγμα. Αυτό ίσως σχετίζεται με την ανάγκη συμμόρφωσης προς αυστηρότερες περιβαλλοντικές κανονιστικές απαιτήσεις.

##### **Επαναχρησιμοποίηση ανακυκλωμένου νερού**

Εξίσου σημαντική είναι η διαφορά μεταξύ των ΕΕΛ στην Ελλάδα και την Κύπρο της αναφορικά με την επαναχρησιμοποίηση ανακυκλωμένου νερού, σύμφωνα με το εξεταζόμενο δείγμα. Στην Ελλάδα, μόνο το 36% των ΕΕΛ συνδέεται με την επαναχρησιμοποίηση ανακυκλωμένου νερού, ενώ στην Κύπρο το ποσοστό φτάνει το 100%. Αυτή η μεγάλη διαφορά μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως διαφορετικές πολιτικές, διαθεσιμότητα πόρων, επίπεδο τεχνολογικής ανάπτυξης και στάση απέναντι στην επαναχρησιμοποίηση ανακυκλωμένου νερού. Ωστόσο, η ανάγκη για αυξημένη επαναχρησιμοποίηση ανακυκλωμένου νερού στην Ελλάδα είναι σημαντική, καθώς μπορεί να συμβάλλει στη βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων.

##### **Ποιότητα λυμάτων**

Οι ΕΕΛ και στις δύο χώρες παρατηρούν αυξομείωση στην ποιότητα των λυμάτων. Στην Ελλάδα, παρατηρείται αυτή η διακύμανση στο 60% των ΕΕΛ, με μέσο όρο 60 d/y, ενώ στην Κύπρο αυτό συμβαίνει στο 75% των ΕΕΛ, επίσης με μέσο όρο 60 d/y. Ένας πιθανός λόγος για

την αυξομείωση στην ποιότητα των λυμάτων στις ΕΕΛ μπορεί να οφείλεται στις αυξομειώσεις της εισερχόμενης παροχής των λυμάτων ειδικά κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

### **Ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση**

Στην Ελλάδα, το εύρος κατανάλωσης είναι 0,28-0,96 kWh/m<sup>3</sup>, ενώ στην Κύπρο είναι 0,61-1,87 kWh/m<sup>3</sup>. Αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται στη μεγαλύτερη εξάρτηση της Κύπρου από πιο εντατικές και ενεργοβόρες μεθόδους επεξεργασίας λυμάτων, πιθανώς λόγω των αυξημένων περιβαλλοντικών και ποιοτικών απαιτήσεων.

### **Αποδοτικότητα ΕΕΛ**

Μια ομοιότητα στην απόδοση των ΕΕΛ σε Ελλάδα και Κύπρο είναι η γενική ποικιλία στην αποδοτικότητα, σύμφωνα με το εξεταζόμενο δείγμα. Στην Ελλάδα, το 38% των ΕΕΛ έχει κριθεί ως "εξαιρετική" και το 31% ως "πολύ καλή" και "ικανοποιητική", ενώ στην Κύπρο το 100% αξιολογείται ως "πολύ καλή". Αυτή η διαφορά στην αποδοτικότητα των ΕΕΛ δίνει περιθώρια για αναβάθμισης των υφιστάμενων ΕΕΛ στις δύο χώρες.

### **Προβλήματα υπερφόρτωσης**

Μια κοινή πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι ΕΕΛ και στις δύο χώρες είναι τα προβλήματα υπερφόρτωσης. Στην Ελλάδα, το 87% των ΕΕΛ αναφέρει περιστατικά υπερφόρτωσης, ενώ στην Κύπρο το ποσοστό είναι 75%. Πιθανοί λόγοι για αυτήν την υπερφόρτωση περιλαμβάνουν τις εποχικές αυξήσεις στη ροή λυμάτων, όπως κατά τη διάρκεια της τουριστικής περιόδου και την ανάγκη για εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων. Ένας άλλος πιθανός λόγος για την υπερφόρτωση των ΕΕΛ μπορεί να είναι ο ανεπαρκής προγραμματισμός και διαχείριση σε περιόδους υψηλής βροχόπτωσης ή ακραίων καιρικών φαινομένων, που προκαλούν έκτακτες αυξήσεις στη ροή των λυμάτων.

## **6.1.2. Διερεύνηση αναβάθμισης ΕΕΛ με την τεχνολογία ANELIEH**

### **Επιθυμητή μείωση TSS**

Στις ΕΕΛ της Ελλάδας, το 69% προτιμά τη μείωση των TSS κατά 80-90%, ενώ το 31% προτιμά μείωση κατά 30-40% πριν τη δεξαμενή αερισμού, σύμφωνα με το εξεταζόμενο δείγμα. Αντίθετα, στην Κύπρο, το 20% των ΕΕΛ προτιμά την υψηλότερη μείωση του 80-90%, με το 80% να προτιμά μείωση κατά 30-40%. Αυτό μπορεί να αντανάκλα διαφορετικές προτεραιότητες ή διαθέσιμους πόρους για την επεξεργασία λυμάτων στις δύο περιοχές.

### **Διαθεσιμότητα για εγκατάσταση ΔΠΚ**

Μια ομοιότητα μεταξύ των ΕΕΛ Ελλάδας και Κύπρου είναι η περιορισμένη διαθεσιμότητα χώρου για την εγκατάσταση ΔΠΚ, σύμφωνα με το εξεταζόμενο δείγμα. Στην Ελλάδα, το 56% των ΕΕΛ δεν διαθέτει επαρκή χώρο, ενώ στην Κύπρο το ποσοστό φτάνει το 67%. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με την έλλειψη χώρου στις υφιστάμενες ΕΕΛ.



### Διαθεσιμότητα για εγκατάσταση τεχνολογίας ANELIEH

Μια θετική ομοιότητα μεταξύ των ΕΕΛ σε Ελλάδα και Κύπρο είναι ότι η πλειοψηφία τους έχει διαθέσιμο χώρο για την εγκατάσταση της τεχνολογίας ANELIEH, παρά την έλλειψη χώρου για ΔΠΚ, σύμφωνα με το εξεταζόμενο δείγμα. Από τις ΕΕΛ της Ελλάδας, το 80% έχει διαθέσιμο χώρο, ενώ στην Κύπρο το ποσοστό είναι 50%. Η τεχνολογία ANELIEH έχει μικρό αποτύπωμα χώρου σε σχέση με τις συμβατική πρωτοβάθμια καθίζηση, κάτι που ευνοεί την εφαρμογή της ακόμα και σε περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα χώρου.

### Περιεκτικότητα βιοστερεών

Μια κοινή αντίληψη μεταξύ των ΕΕΛ είναι η σημασία της περιεκτικότητας των βιοστερεών που προέρχονται από το σύστημα ANELIEH, με αναμενόμενη περιεκτικότητα σε στερεά τουλάχιστον 35%. Στην Ελλάδα το 75% των ΕΕΛ βλέπει θετικά αυτό το γεγονός, ενώ στην Κύπρο το ποσοστό είναι 100%. Οι πιθανοί λόγοι γι' αυτό περιλαμβάνουν την ανάγκη για αποδοτικότερη διαχείριση των βιοστερεών, την ευκολία στη μεταφορά και αξιοποίηση τους, καθώς και τη μείωση του όγκου των αποβλήτων προς επεξεργασία. Επίσης, εξαιτίας του υψηλού ενεργειακού περιεχομένου των βιοστερεών θα μπορούσαν να διερευνηθούν εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης τους, όπως για παράδειγμα η ενεργειακή αξιοποίησή τους.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 6.1. υπάρχουν τόσο διαφορές όσο και ομοιότητες μεταξύ του τρόπου λειτουργίας και των γενικών χαρακτηριστικών των ΕΕΛ στην Ελλάδα και στην Κύπρο.

**Πίνακας 6. 1** Σύγκριση απαντήσεων ερωτηματολογίου

	<b>Ελλάδα</b>	<b>Κύπρος</b>
<b>Τεχνικό μέρος – Σχετικά με την υφιστάμενη ΕΕΛ</b>		
<b>Ερωτηθείσες ΕΕΛ</b>	126	17
<b>ΕΕΛ που απάντησαν</b>	16	4
<b>ΙΚ</b>	1.500 – 90.000	11.000 – 272.000
<b>Ημερήσια παροχή (m<sup>3</sup>/d)</b>		
Καλοκαίρι	550 – 21.000	500 – 29.000
Χειμώνας	300 – 19.000	500 – 27.000
<b>Πρωτοβάθμια επεξεργασία</b>	22%	-
<b>Μέθοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας</b>	65% (παρατεταμένος αερισμός)	64% (παρατεταμένος αερισμός)
<b>Τριτοβάθμια επεξεργασία</b>	63%	100%
<b>Επαναχρησιμοποίηση ανακυκλωμένου νερού</b>	36%	100%
<b>Αυξομείωση στην ποιότητα των λυμάτων (με μέσο όρο 60 d/y)</b>	87%	75%
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/m<sup>3</sup>)</b>	0,28 – 0,96	0,61 – 1,87
<b>Απόδοση ΕΕΛ</b>	38% (εξαιρετική) 31% (ικανοποιητική) 31% (πολύ καλή)	100% (πολύ καλή)
<b>Προβλήματα υπερφόρτωσης</b>	56%	50%

Μελλοντικά σχέδια για τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	56%	25%
<b>Σχεδιασμός αναβάθμισης ΕΕΛ</b>		
<b>Επιθυμητή μείωση TSS</b>		
80 – 90%	69%	20%
30 – 40%	31%	80%
<b>Επαρκής διαθεσιμότητα χώρου για ΔΠΚ</b>	Όχι (56%)	Όχι (67%)
<b>Επαρκής διαθεσιμότητα χώρου για την τεχνολογία ANELIEH</b>	80%	50%
<b>Σημασία βιοστερεών περιεκτικότητας άνω του 35%</b>	Υψηλή σημασία (75%)	Υψηλή σημασία (100%)

## 6.2. Πιθανοί περιορισμοί

Η τεχνολογία ANELIEH, όπως και κάθε τεχνολογική καινοτομία, μπορεί να συναντήσει κάποιους περιορισμούς κατά την εφαρμογή της. Κάποιοι από αυτούς τους περιορισμούς μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Έλλειψη ενημέρωσης σχετικά με τις τεχνολογίες πρωτοβάθμιας διήθησης: η απουσία ενημέρωσης δυσχεραίνει την υλοποίηση πιο προηγμένων τεχνολογιών επεξεργασίας λυμάτων όπως το έργο ANELIEH.
- Η έλλειψη τεχνικής εμπειρογνομosύνης: πολλές ΕΕΛ δεν διαθέτουν το απαιτούμενο προσωπικό ή τις τεχνικές γνώσεις, οδηγώντας σε δυσκολίες στην υιοθέτηση της τεχνολογίας ANELIEH. Αυτό βέβαια είναι λογικό, καθώς πρόκειται για μια νέα τεχνολογία. Ωστόσο, μπορούν να προγραμματιστούν ημερίδες από το Πολυτεχνείο Κρήτης για την πλήρη ενημέρωση και κατανόηση των ΕΕΛ στις δυνατότητες και τα οφέλη που προσφέρει αυτή η τεχνολογία.
- Ανταγωνιστικές οικονομικές απαιτήσεις και περιορισμοί στη σύναψη συμβάσεων: οι ΕΕΛ συχνά αντιμετωπίζουν έντονη οικονομική πίεση λόγω περιορισμένων προϋπολογισμών και ανταγωνιστικών απαιτήσεων εντός των δήμων. Αυτό μπορεί να περιορίζει τη διαθεσιμότητα πόρων για την αναβάθμιση των υποδομών ή την υλοποίηση νέων προγραμμάτων που ενσωματώνουν τεχνολογίες όπως το έργο ANELIEH. Επιπλέον, οι περιορισμοί στη σύναψη δημοσίων συμβάσεων και οι γραφειοκρατικές διαδικασίες μπορεί να δυσκολεύουν την ταχεία υιοθέτηση και εφαρμογή νέων τεχνολογιών.

## Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως στόχο τη διερεύνηση αναβάθμισης ΕΕΛ με συστήματα πρωτοβάθμιας διήθησης (τεχνολογία ΑΝΕΛΙΞΗ) στην Ελλάδα και στην Κύπρο. Για την διερεύνηση υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών από υφιστάμενες ΕΕΛ δημιουργήθηκε το ερωτηματολόγιο του παραρτήματος Ι και απεστάλη σε 126 ΕΕΛ στην Ελλάδα και 17 στην Κύπρο. Η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την έρευνα εστίασε στην αξιολόγηση της λειτουργικότητας των ΕΕΛ και στην κατανόηση της στάσης τους απέναντι στην τεχνολογία ΑΝΕΛΙΞΗ. Από την ανάλυση των στοιχείων από τις είκοσι (20) εξεταζόμενες μονάδες, προκύπτουν πολλαπλά κρίσιμα συμπεράσματα. Το εξεταζόμενο δείγμα της παρούσας διπλωματικής αποτελούταν από δεκαέξι (16) ΕΕΛ στην Ελλάδα και τέσσερις (4) ΕΕΛ στην Κύπρο.

Εξετάστηκαν συνολικά είκοσι (20) εγκαταστάσεις με εύρος εισερχόμενης παροχής στην Ελλάδα από 300 έως 21.000 m<sup>3</sup>/d και στην Κύπρο από 500 έως 29.000 m<sup>3</sup>/d. Ο ΠΙ των ΕΕΛ του δείγματος κυμαίνεται από 3.000 έως 90.000 ΙΚ στην Ελλάδα και 11.000 έως 272.000 ΙΚ στην Κύπρο. Η κύρια μέθοδος επεξεργασίας λυμάτων που επικρατεί τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Κύπρο είναι ο παρατεταμένος αερισμός, με το 65% των ΕΕΛ στην Ελλάδα και το 64% στην Κύπρο να επιλέγει αυτή τη μέθοδο. Αναφορικά με την απόδοση, το 31% των ΕΕΛ στην Ελλάδα να αναφέρουν ότι έχουν ικανοποιητική απόδοση και το 100% των ΕΕΛ στην Κύπρο πολύ καλή απόδοση. Αυτό υποδηλώνει πως υπάρχουν περιθώρια για βελτίωση και εξέλιξη της λειτουργίας των ΕΕΛ στις δύο χώρες. Στο πλαίσιο μελλοντικών σχεδίων των ΕΕΛ, περίπου το 67% και στην Ελλάδα και στην Κύπρο, σχεδιάζει επεκτάσεις και αναβαθμίσεις, επιβεβαιώνοντας την κατανόηση της ανάγκης για διαρκή ανάπτυξη και βελτίωση. Επιπρόσθετα, το 57% των ΕΕΛ στην Ελλάδα και το 25% των ΕΕΛ στην Κύπρο εφαρμόζουν μελλοντικά σχέδια για τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο ερώτημα περί της προτιμώμενης μείωσης των TSS και του BOD<sub>5</sub>, διαπιστώθηκε ότι από τις είκοσι (20) μονάδες, οι δεκατέσσερις (14) θεωρούν ότι μια μείωση της τάξης του 80-90% θα ήταν πιο επωφελής. Η ποικιλία των απαντήσεων μεταξύ των επιλογών για μείωση 40-50% ή 80-90% καταδεικνύει μια διαφοροποιημένη προσέγγιση μεταξύ των εγκαταστάσεων, που οφείλεται στην προσπάθεια των εγκαταστάσεων να υιοθετήσουν τεχνολογικές λύσεις ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Επιπροσθέτως, φαίνεται ότι μια μικρή αναλογία των ΕΕΛ διαθέτει τον απαραίτητο χώρο για την τοποθέτηση ΔΠΚ, με το 56% στην Ελλάδα και το 67% στην Κύπρο. Το 80% των ΕΕΛ στην Ελλάδα διαθέτει χώρο για την εγκατάσταση της τεχνολογίας ΑΝΕΛΙΞΗ, ενώ το 50% των ΕΕΛ στην Κύπρο διαθέτει χώρο για την τεχνολογία ΑΝΕΛΙΞΗ. Ωστόσο, η τεχνολογία ΑΝΕΛΙΞΗ, θα μπορούσε να εφαρμοστεί για να καλύψει ένα μέρος της εισερχόμενης παροχής των ΕΕΛ, στην περίπτωση που δεν υπάρχει ο διαθέσιμος χώρος για την κάλυψη της παροχής στο σύνολό της. Τέλος, το ενδιαφέρον για το περιεχόμενο σε στερεά τουλάχιστον 35% στα βιοστερεά που προέρχονται από την τεχνολογία ΑΝΕΛΙΞΗ αντανάκλα τις προτεραιότητες των εγκαταστάσεων για αποδοτικότερη και βιώσιμη διαχείριση λυμάτων. Το υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο των βιοστερεών δύναται να προωθήσει ανάπτυξη εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης της παραγόμενης ιλύος, όπως για παράδειγμα η ενεργειακή αξιοποίηση (π.χ. με κομποστοποίηση ή αναερόβια χώνευση).

Η υιοθέτηση πρωτοβάθμιων συστημάτων διήθησης συμπεριλαμβάνει πολυάριθμα οφέλη για υφιστάμενες και νέες ΕΕΛ. Πρωτίστως, ενισχύεται η απόδοση στην επεξεργασία των λυμάτων, οδηγώντας παράλληλα σε μείωση του λειτουργικού κόστους των ΕΕΛ. Η εισαγωγή καινοτόμων λύσεων, όπως η τεχνολογία ANEΛΙΞΗ επίσης συμβάλλει στην μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Παρ' όλα αυτά, οι νέες τεχνολογίες φέρουν επίσης περιορισμούς, όπως η εκπαίδευση του προσωπικού των ΕΕΛ στις νέες τεχνολογίες, και οι ανταγωνιστικές οικονομικές απαιτήσεις και οι περιορισμοί στη σύναψη συμβάσεων.

Συνολικά, οι διαφορές στις απαντήσεις και τις προτιμήσεις μεταξύ των δύο χωρών αντανakλούν τις διαφορετικές προκλήσεις, ανάγκες και προτεραιότητες στη επεξεργασία και διάθεση των λυμάτων. Η επεξεργασία και διαχείριση λυμάτων στην Κύπρο επικεντρώνεται στην επαναχρησιμοποίηση και τη βιωσιμότητα, ενώ στην Ελλάδα επικρατεί μια πιο πολυδιάστατη προσέγγιση με έμφαση στην αναβάθμιση και την ενεργειακή αποδοτικότητα. Οι ΕΕΛ στην Ελλάδα και στην Κύπρο αντιμετωπίζουν σημαντικές ανάγκες, μεταξύ των οποίων η αναβάθμιση της υποδομής και η ένταξη σύγχρονων τεχνολογικών λύσεων. Υπάρχει επίσης ανάγκη για αυξημένη ενεργειακή απόδοση και βελτιωμένη διαχείριση των λυμάτων, με στόχο την ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού αντικτύπου. Η υιοθέτηση της τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ δύναται να προσφέρει μια καινοτόμα λύση με χαμηλό κόστος και ενέργεια για την αναβάθμιση νέων και υφιστάμενων ΕΕΛ.

### **7.1. Μελλοντική έρευνα**

Η τεχνολογία ANEΛΙΞΗ, ως πρωτοποριακή μέθοδος στον τομέα της επεξεργασίας λυμάτων, παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες για μελλοντική έρευνα και ανάπτυξη. Η συνεχής εξέλιξη αυτής της τεχνολογίας μπορεί να προσφέρει λύσεις σε μια σειρά από προκλήσεις που συναντώνται στην επεξεργασία λυμάτων, όπως η βελτίωση της αποδοτικότητας, η μείωση του ενεργειακού κόστους και η αύξηση της ποιότητας των επεξεργασμένων λυμάτων. Σε μελλοντική έρευνα κρίνεται σημαντικό η διαμόρφωση του ερωτηματολογίου και η αποστολή του σε περισσότερες ΕΕΛ στην Ελλάδα και στην Κύπρο με σκοπό τη αύξηση του εξεταζόμενου δείγματος. Επίσης, πέρα από τις ΕΕΛ, το ερωτηματολόγιο θα μπορούσε να διαμορφωθεί κατάλληλα και να αποσταλεί σε εταιρείες που εμπλέκονται στη διαχείριση και επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Η συλλογή περαιτέρω δεδομένων από εταιρείες θα δώσει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των τρεχουσών πρακτικών, των προκλήσεων και των αναγκών στον τομέα της επεξεργασίας λυμάτων.

## Κεφάλαιο 8: Βιβλιογραφία

- Adelodun, B., Tihamiyu, A. G. O., Ajibade, F. O., Odey, G., Ibrahim, R. G., Goala, M., Bakare, H. O., Ajibade, T. F., Adeniran, J. A., Adeniran, K. A., & Choi, K. S. (2021). Presence, detection, and persistence of SARS-CoV-2 in wastewater and the sustainable remedial measures. *Environmental and Health Management of Novel Coronavirus Disease (COVID-19)*, 91–114. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85780-2.00014-7>
- Amoatey, P., Bani, R., & Richard Bani, P. (2011). Wastewater Management 20 Wastewater Management. <https://www.researchgate.net/publication/221911472>
- Barroso Soares, R. (2017). Comparative Analysis of the Energy Consumption of Different Wastewater Treatment Plants. *International Journal of Architecture, Arts and Applications*, 3(6), 79. <https://doi.org/10.11648/j.ijaaa.20170306.11>
- Basu, P. (2013). Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory. *Academic Press*.
- Bridgwater, A. V. (2012). *Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. Biomass and Bioenergy*, 38, 68-94.
- Caliskaner, O., Tchobanoglous, G., Imani, L., & Davis, B. (2021). Performance evaluation of first full-scale primary filtration using a fine pore cloth media disk filter. *Water Environment Research*, 93(1), 94–111. <https://doi.org/10.1002/wer.1358>
- Dyson, J., & Reid, T. (2018). *Evaluation of the Primary Filtration Process at the Lancaster Water Reclamation Plant*.
- England, S. K., Darby, J. L., & Tchobanoglous, G. (1994). Continuous-backwash upflow filtration for primary effluent. *Water Environment Research*, 66(2), 145–152. <https://doi.org/10.2175/wer.66.2.8>
- Foladori, P., Cutrupi, F., Cadonna, M., Manara, S., & Maestrini, F. (2021). Route of SARS-CoV-2 in sewerage and wastewater treatment plants: Dilution, decay, removal, and environmental transmission. *Environmental and Health Management of Novel Coronavirus Disease (COVID-19)*, 145–176. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85780-2.00005-6>
- Franchi, A., Stedman, K., Gikas, P., & Franchi, A. (2012). *Enhanced primary solids removal from municipal wastewater by two steps filtration*.
- Gandhi, K., Kumar, M.S., (2021). Emerging environmental contaminants: A global perspective on policies and regulations. *J. Environ. Manage.* 332, 117344. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117344>
- Garrido, R., Senante, M. M., Sancho, F. H. (2011). Comparing the efficiency of wastewater treatment technologies through a DEA metafrontier model. *Chemical Engineering Journal*. v. 173, p. 766-772.
- Gidstedt, S., Betsholtz, A., Cimbritz, M., Davidsson, Å., Hagman, M., Karlsson, S., Takman, M., Svahn, O., & Micolucci, F. (2022). Chemically enhanced primary treatment, microsieving, direct membrane filtration and GAC filtration of municipal wastewater: a pilot-scale study. *Environmental Technology (United Kingdom)*. <https://doi.org/10.1080/09593330.2022.2099307>
- Gikas, P., & Manali, A. (2018a). Electric energy production from primary sieved solids through gasification. Dubai: 6th International Conference On Recycling And Waste Management.
- Gikas, P. (2014). Gasification of Municipal Wastewater Primary Sieved Solids in a Rotary Drum Reactor. Athens: 2nd Intl. Conf. on Sustainable Solid Waste Management.
- Gikas, P. (2017a). Towards energy positive wastewater treatment plants. *Journal of environmental management*, 203(2), 621-629.

- Gikas, P., & Tsoutsos, T. (2015). Near zero energy wastewater treatment plants for the Greek islands. *Desalination and Water Treatment*, 53(12), 3328–3334. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.934109>
- Gu, Y., Li, Y., Li, X., Luo, P., Wang, H., Wang, X., & Li, F. (2017). Energy self-sufficient wastewater treatment plants: feasibilities and challenges. *Energy Procedia*, 105, 3741-3751.
- Humphreys, Kenneth K., *Jelen's Cost and Optimization Engineering*, McGraw-Hill, Inc., New York, NY, 1991, pp. 382-383, 386.
- Kolaczowski, S. T., Plucinski, P., Beltran, F. J., Rivas, F. J., & McLurgh, D. B. (1999). Wet air oxidation: a review of process technologies and aspects in reactor design. *Chemical Engineering Journal*, 73(2), 143-160.
- Koliopoulos, G., & Gikas, P. (2013). Fine Mesh Sieving of Raw Municipal Wastewater for TSS and COD removal. Στο *13th International Conference on Environmental Science and Technology* (σσ. 5-7). Athens: G. Koliopoulos and P. Gikas, 2013, Fine Mesh Sieving of Raw Municipal Wastewater for TSS and COD removal, 13th International Conference on Environmental Science and Technology, 5-7 September, Athens, Greece.
- Liu, B., Wei, Q., Zhang, B., & Bi, J. (2013). Life cycle GHG emissions of sewage sludge treatment and disposal options in Tai Lake Watershed, China. *Science of the Total Environment*, 447, 361-369.
- Liu, Q., Hu, C., Peng, B., Liu, C., Li, Z., Wu, K., & Xiao, R. (2019). High H<sub>2</sub>/CO ratio syngas production from chemical looping co-gasification of biomass and polyethylene with CaO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oxygen carrier. *Energy Conversion and Management*, 199(111951), 199.
- Longo, S., d'Antoni, B., Bongards, M., Chaparro, A., Cronrath, A., Fatone, F., & Hospido, A. (2016). Monitoring and diagnosis of energy consumption in wastewater 92 treatment plants. A state of the art and proposals for improvement. *Applied Energy*, 179, 1251-1268.
- Manali, A., & Gikas, P. (2019b). Utilization Of Primary Sieved Solids for Gasification and Energy Production. *17th International Waste Management and Landfill Symposium* (σ. 6). Cagliari: 17th International Waste Management and Landfill Symposium.
- Mansell, B., Song, W., Ackman, P., Melitas, N., Tremblay, M., Caliskaner, O., Paez, C., Metcalf and Eddy, (2007). *Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse*, 4th Ed., McGraw-Hill, London; New York
- Monroeenvironmental. (2020). *Monroeenvironmental*. Retrieved 1 18, 2024, from <http://www.monroeenvironmental.com/water-and-wastewater-treatment/circular-clarifiers-and-thickeners/primary-clarifiers/>
- Newsom, G. (2020). *Raw Wastewater Filtration to Reduce Secondary Treatment Electrical Energy Demand*. <http://www.kennedyjenks.com>
- Panepinto D, Fiore S, Zappone M, Genon G, Meucci L. (2016) Evaluation of the energy efficiency of a large wastewater treatment plant in Italy. *Applied Energy*, 161, 404-11
- Pasini. (2019). *Energy optimization of secondary treatment in WRRFs via off-gas and respirometric measurements*.
- Pradel, M., Aissani, L., Villot, J., Baudez, J., Laforest, V. (2016) From waste to added value product: towards a paradigm shift in life cycle assessment applied to wastewater sludge e a review. *Journal of Cleaner Production*. v. 131, p. 60-75.
- Ruiken, C., Breuer, G., Klaversma, E., Santiago, T., & van Loosdrecht, M. (2013). Sieving wastewater–Cellulose recovery, economic and energy evaluation. *Water research*, 47(1), 43-48.
- Siatou, A., Manali, A., & Gikas, P. (2020). Energy consumption and internal distribution in activated sludge wastewater treatment plants of Greece. *Water (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/W12041204>
- Singh, G., Singh, A., Singh, P., Gupta, A., Shukla, R., & Mishra, V. K. (2020). Sources, fate, and impact of pharmaceutical and personal care products in the environment and their different

treatment technologies. *Microbe Mediated Remediation of Environmental Contaminants*, 391–407. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821199-1.00029-8>

Soares, R. B., Santos Memelli, M., Roque, R. P., Gonçalves, R. F., & Memelli, M. S. (2017). Comparative Analysis of the Energy Consumption of Different Wastewater Treatment Plants. *International Journal of Architecture, Arts and Applications*, 3(6), 79–86. <https://doi.org/10.11648/j.ijaaa.20170306.11>

Sutton, P. M., Schraa, O., Lancaster, C., Togna, P., Newcombe, R., & Sutton, P. M. (2009). *Continuous Backwash Filters: An Attractive Technology for Phosphorus Removal and Recovery, and Nitrate Reduction*.

Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2014). *Metcalf & Eddy: Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. McGraw-Hill Education.

Väänänen, J. (2017). *Microsieving in municipal wastewater treatment Chemically enhanced primary and tertiary treatment*.

Winkler, M. K., Bennenbroek, M. H., Horstink, F.H., Van Lossdrecht, M. C. M., van de Pol, G.-J. (2013) The biodrying concept: an innovative technology creating energy. *Bioresource Technology*, v. 147, p. 124-129.

Zhang, L., Xu, C., & Champagne, P. (2010). Overview of recent advances in thermo-chemical conversion of biomass. *Energy Conversion and Management*, 51(5), 969-982.

Αλεξίου Σ. (2009). *Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Έργων Υποδομής Διπλωματική Εργασία Τεχνολογίες Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων (Σχεδιασμός Κατασκευή και Διαχείριση Εγκαταστάσεων στη πόλη της Λάρισας)*.

Βιργινία, Π. (2015). *Πολυτεχνείο Κρήτης Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος Αυτόθερμη Αερόβια Χώνευση Ιλύος στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Ρεθύμνου*.

Κελεσιδής Α. (2010) *Διερεύνηση των μεθόδων επεξεργασίας και τελικής διάθεσης της ιλύος στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.

Κόγκος, Π. (2020). *Καινοτόμες Τεχνολογίες στην Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων*.

Λέκκα Α. (2013). *Πτυχιακή εργασία επεξεργασία υγρών αποβλήτων-Περιγραφή και λειτουργία μονάδας επεξεργασίας λυμάτων Ιωαννίνων*.

Λυτόπουλος Φ. (2013). *Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Έργων Υποδομής Διπλωματική Εργασία Τεχνολογίες Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων (Μελέτη ΕΕΛ Λαμίας)*

Μαρκαντωνάτος (1990). *Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων*. In: Μ. Γ, ed. S.l.:s.n., pp. Σελ. 404-407.

Νταρακάς Ε. (2010). *Διεργασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων Ευθύμιος Νταρακάς*.

Πηλίνης, Χ., & Στασινάκης, Α. (2018). *Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική και επιστήμη (3 Αμερικάνικη έκδοση εκδ.)*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Στάμος, Α., & Βογιατζής, Ζ. (1994). *Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων (2 εκδ.)*. Αθήνα: Έκδοση Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.

Τραγαντζόπουλος Α. (2021). *Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Πολυτεχνική Σχολή Ξάνθης Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Περιβαλλοντική Μηχανική και Επιστήμη*.

Τσιουρης Σωτήριος (1999) *.Θέματα προστασίας περιβάλλοντος* .Εκδόσεις Γαρταγανης

Χρυσικόπουλος, Κ. (2013). *Εισαγωγή στις διεργασίες καθαρισμού, νερού και λυμάτων*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ.

## **Παράρτημα Ι: Έντυπο ενημέρωσης και ερωτηματολόγιο έρευνας**



## Έντυπο ενημέρωσης για το έργο ΑΝΕΛΙΞΗ

Το έργο ΑΝΕΛΙΞΗ έχει ως στόχο την εφαρμογή καινοτομικής τεχνολογίας για την αναβάθμιση υπερφορτωμένων Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), με μειωμένο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας. Η πρώτη εφαρμογή γίνεται από το Εργαστήριο Σχεδιασμού Περιβαλλοντικών Διεργασιών, με διευθυντή τον Καθηγητή Πέτρο Γκίκα στις ΕΕΛ Μάρπησσας και Κυπερούντας. Το έργο ΑΝΕΛΙΞΗ υλοποιείται μέσω του Προγράμματος Συνεργασίας INTERREG V-A Ελλάδα – Κύπρος 2014-2020 με συγχρηματοδότηση από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από Εθνικούς πόρους της Ελλάδας και της Κύπρου.

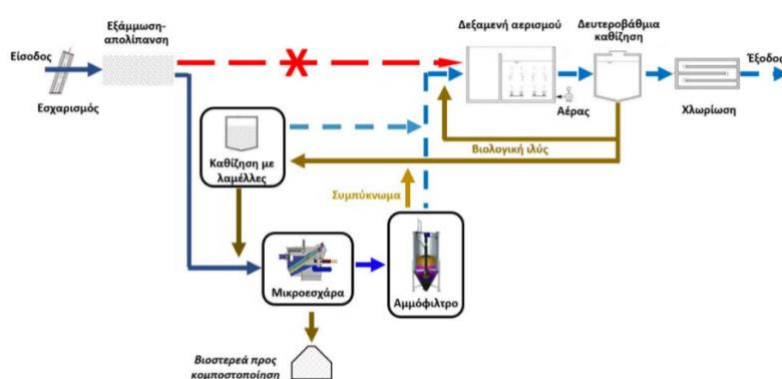
### Οι κύριοι στόχοι του έργου αφορούν:

- Αύξηση της δυναμικότητας των ΕΕΛ χωρίς μεγάλη απαίτηση χώρου
- Μικρό κόστος κατασκευής και λειτουργίας
- Μείωση ενεργειακής δαπάνης κατά περίπου 35%
- Παραγωγή βιοστερεών με συγκέντρωση άνω του 35%

### Περιγραφή της τεχνολογίας

Η **καινοτομικότητα** του έργου έγκειται στην πρώιμη απομάκρυνση στερεών και σωματιδιακού BOD<sub>5</sub> από τα λύματα, με χρήση ειδικού τύπου φίλτρων (μικροσχάρες/αυτοκαθαριζόμενα αμμόφιλτρα ανοδικής ροής), πριν αυτά εισέλθουν στην δεξαμενή αερισμού. Η πιο πάνω τεχνολογία διαφοροποιείται ως προς της πρωτοβάθμια καθίζηση, γιατί απαιτεί πολύ λιγότερο χώρο κατά περίπου 80%, ενώ απομακρύνει έως και το 90% των TSS ενώ παράγονται βιοστερεά με συγκέντρωση σε στερεά τουλάχιστον 35%. Το κόστος κατασκευής του συστήματος είναι σημαντικά μικρότερο σε σχέση με το κόστος επέκτασης της δεξαμενής αερισμού ή της εγκατάστασης δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης. Με την εφαρμογή της τεχνολογίας αναμένεται μείωση της δαπάνης ηλεκτρικής ενέργειας κατά περίπου 35%, λόγω μειωμένου φορτίου στην δεξαμενή αερισμού.

Η παρέμβαση σε υφιστάμενες ΕΕΛ απεικονίζεται στο πιο κάτω σχήμα, και περιλαμβάνει την χρήση **μικροεσχάρωσης** ακολουθούμενης από διήθηση με **αυτοκαθαριζόμενο αμμόφιλτρο ανοδικής ροής** και **συσκευή καθίζησης με λαμέλλες** (για την διαχείριση των συμπυκνωμάτων και ιλύων), τοποθετημένων μεταξύ του εξαμνωτή και της δεξαμενής αερισμού.



Διάγραμμα ροής αναβάθμισης ΕΕΛ, σύμφωνα με την τεχνολογία του «ΑΝΕΛΙΞΗ»

Για περισσότερες πληροφορίες, επισκεφθείτε την επίσημη ιστοσελίδα του έργου: <https://www.anelixi.tuc.gr> ή επικοινωνήστε στο email: [kitsamoutsoglou@tuc.gr](mailto:kitsamoutsoglou@tuc.gr)



## Ερωτηματολόγιο ενημέρωσης για το έργο ANELIEH

Το παρόν ερωτηματολόγιο είναι μέρος της διπλωματικής μου εργασίας με τίτλο: «Διερεύνηση αναβάθμισης υφιστάμενων εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων με συστήματα πρωτοβάθμιας διήθησης», που εκπονείται στην Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Πέτρου Γκίκα.

Αφορά την εφαρμογή της καινοτομικής τεχνολογίας «ANELIEH» για την απομάκρυνση TSS ανάντη της δεξαμενής αερισμού, με στόχο την αναβάθμιση λειτουργίας της ΕΕΛ, όπως αυτή περιγράφεται στην συνημμένη επιστολή.

Θα ήμουν ευγνώμων, εάν αφιερώσετε λίγο χρόνο για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

Η άποψή σας είναι πολύτιμη για εμάς και θα βοηθήσει καθοριστικά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

### A. Γενικά στοιχεία

Ονομασία της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ):

Διευθυντής της ΕΕΛ:

Ον/νυμο/Τηλέφωνο/email υπεύθυνου επικοινωνίας:

### B. Τεχνικό μέρος – Σχετικά με την υφιστάμενη ΕΕΛ

1. Πότε ξεκίνησε τη λειτουργία της η ΕΕΛ;
2. Ποιος είναι ο εξυπηρετούμενος Ισοδύναμος Πληθυσμός (ΙΠ) (θέρους/χειμώνα);
  - a. Θέρους/χειμώνα (ΙΠ):
3. Ποια είναι η μέση ημερήσια παροχή εισόδου το καλοκαίρι και το χειμώνα;
  - a. Θέρους/χειμώνα ( $\text{m}^3/\text{d}$ ):
4. Διαθέτει η ΕΕΛ πρωτοβάθμια καθίζηση;
  - a. Ναι ☐ Όχι ☐
5. Ποια μέθοδο δευτεροβάθμιας επεξεργασίας;
6. Διαθέτει η ΕΕΛ τριτοβάθμια επεξεργασία;
  - a. Ναι ☐ Όχι ☐
  - b. Εάν ναι, τι είδους: Εξηγήστε:
7. Ποια από τα παρακάτω στάδια επεξεργασίας της ιλύος χρησιμοποιούνται στη μονάδα;
  - a. Πάχυνση ☐ Αφυδάτωση ☐ Αναερόβια χώνευση ☐ Ξήρανση ☐ Κομποστοποίηση ☐Άλλο:
8. Ποιος ο τελικός αποδέκτης στην εγκατάσταση;
  - a. Ποτάμι ☐ Θάλασσα ☐ Λίμνη ☐ Άλλο ☐

9. Γίνεται ανάκτηση νερού για επαναχρησιμοποίηση;
- Ναι ☐ Όχι ☐
  - Εάν ναι, τι είδους τεχνολογία χρησιμοποιείται; Εξηγήστε:
  - Τι αρδεύεται; Εξηγήστε:
10. Πώς διατίθεται η ύλη;
- σε ΧΥΤΑ ☐
  - σε γεωργικές και δασικές εκτάσεις χωρίς κομποστοποίηση ☐
  - σε γεωργικές και δασικές εκτάσεις μετά από κομποστοποίηση ☐
  - ☐ άλλο: Εξηγήστε:
11. Κατά μέσο όρο, πόσες ημέρες του χρόνου παρατηρείται εκτροπή στην ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων σε σχέση με τις αναμενόμενες; Εξηγήστε:
12. Έχετε υπολογίσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου;
- Ναι ☐ Όχι ☐
  - Εάν ναι, πόση είναι; Αναφερθείτε:
  - Εναλλακτικά μπορείτε να δώσετε την ολική ετήσια παροχή και ολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση. Αναφερθείτε:

#### Γ. Σχεδιασμός αναβάθμισης της ΕΕΛ

13. Η απόδοση της ΕΕΛ (με τις τρέχουσες παροχές) είναι κατά τις περισσότερες ημέρες λειτουργίας;
- Μη ικανοποιητική ☐ Ικανοποιητική ☐ Πολύ καλή ☐ Εξαιρετική ☐
14. Οι παρατηρούμενες αυξομειώσεις της παροχής της ΕΕΛ υπερβαίνουν τις παροχές σχεδιασμού;
- Ναι ☐ Όχι ☐
15. Έχουν παρατηρηθεί προβλήματα υπερφόρτωσης ή μη αποτελεσματικής λειτουργίας στην υφιστάμενη ΕΕΛ; Ναι ☐ Όχι ☐
- Αν ναι, περιγράψτε εν συντομία τα υφιστάμενα προβλήματα:
- 
16. Αναμένεται σχετικά σύντομα αύξηση της εισερχόμενης παροχής (π.χ. λόγω επέκτασης του αποχετευτικού δικτύου);
- Ναι ☐ Όχι ☐
17. Υπάρχουν σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης της υφιστάμενης ΕΕΛ λόγω αύξηση της παροχής;
- Ναι ☐ Όχι ☐
  - Εάν ναι, αναφερθείτε στην αύξηση της δυναμικότητας της ΕΕΛ και στις προτεινόμενες παρεμβάσεις αναβάθμισης.
- 
18. Υπάρχουν σχέδια αναβάθμισης της υφιστάμενης ΕΕΛ για μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς κατά ανάγκη να αναμένεται αύξηση της παροχής;
- Ναι ☐ Όχι ☐
  - Εάν ναι, αναφερθείτε στις πιθανές προτεινόμενες παρεμβάσεις αναβάθμισης.
-

19. Θεωρείτε ότι θα ήταν επωφελής για την λειτουργία της ΕΕΛ σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών (και αναλογικά του BOD<sub>5</sub>), στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού;
- a. Ναι ☐ Όχι ☐
- b. Εάν ναι, τι ποσοστό μείωσης των αιρούμενων στερεών θα εξυπηρετούσε καλύτερα την ΕΕΛ 40-50% ή 80-90%; Αναφερθείτε:
20. Υπάρχει διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εγκατάσταση πρωτοβάθμιας καθίζησης;
- a. Ναι ☐ Όχι ☐
21. Υπάρχει διαθέσιμος χώρος στην ΕΕΛ για την εφαρμογή της τεχνολογίας ANEΛΙΞΗ η οποία απαιτεί περίπου το 10% του εμβαδού της πρωτοβάθμιας καθίζησης;
- a. Ναι ☐ Όχι ☐
22. Θεωρείτε σημαντικό ότι τα βιοστερεά που προέρχονται από το σύστημα ANEΛΙΞΗ έχουν περιεκτικότητα σε στερεά τουλάχιστον 35%;
- a. Ναι ☐ Όχι ☐
- b. Εάν Ναι, θα ήταν αυτός ένας σημαντικός λόγος να χρησιμοποιήσετε την τεχνολογία ANEΛΙΞΗ αντί πρωτοβάθμιας καθίζησης; Ναι ☐ Όχι ☐

**Δ. Γενικά σχόλια και παρατηρήσεις**

--

*Ευχαριστώ για την ανταπόκρισή σας*

## **Παράρτημα II: Δεδομένα ερωτηματολογίου**

**Πίνακας II. 1** Ερώτηση 2: Ποιος είναι ο εξυπηρετούμενος Ισοδύναμος Πληθυσμός

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Ισοδύναμος Πληθυσμός (ΙΠ) (θέρος/χειμώνα)
1	ΕΕΛ Κερατέας	16.500
2	ΕΕΛ Λαυρίου	35.000
3	ΕΕΛ Κορίνθου	35.000 / 60.000
4	ΕΕΛ Ερέτριας	13.250 / 8.000
5	ΕΕΛ Σερρών	88.000
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	16.000
7	ΕΕΛ Θήβας	40.000
8	ΕΕΛ Θήρας	24.350
9	ΕΕΛ Δράμας	60.000
10	ΕΕΛ Αγρινίου	90.000
11	ΕΕΛ Κως	45.000 / 25.000
12	ΕΕΛ Άργους	12.000
13	ΕΕΛ Ελούντας	5.000
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	1.500 / 5.000
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	70.000 / 12.000
16	ΕΕΛ Σπάρτης	40.000

**Πίνακας II. 2** Ερώτηση 2: Ποιος είναι ο εξυπηρετούμενος Ισοδύναμος Πληθυσμός (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Ισοδύναμος Πληθυσμός (ΙΠ) (θέρος/χειμώνα)
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	272.000
2	ΕΕΛ Πάφου	150.000 / 10.000
3	ΕΕΛ Αθηνένου	11.190 / 12.560
4	ΕΕΛ Λάρνακας	84.044/95.000

**Πίνακας II. 3** Ερώτηση 1: Πότε ξεκίνησε η λειτουργία της ΕΕΛ

<b>α/α</b>	<b>Ονομασία ΕΕΛ</b>	<b>Χρόνια λειτουργίας</b>
1	ΕΕΛ Κερατέας	29
2	ΕΕΛ Λαυρίου	26
3	ΕΕΛ Κορίνθου	23
4	ΕΕΛ Ερέτριας	1
5	ΕΕΛ Σερρών	22
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	15
7	ΕΕΛ Θήβας	21
8	ΕΕΛ Θήρας	25
9	ΕΕΛ Δράμας	20
10	ΕΕΛ Αγρινίου	24
11	ΕΕΛ Κως	32
12	ΕΕΛ Άργους	26
13	ΕΕΛ Ελούντας	23
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	26
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	16
16	ΕΕΛ Σπάρτης	23

**Πίνακας II. 4** Ερώτηση 1: Πότε ξεκίνησε η λειτουργία της ΕΕΛ (Κύπρος)

<b>α/α</b>	<b>Ονομασία ΕΕΛ</b>	<b>Χρόνια λειτουργίας</b>
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	28
2	ΕΕΛ Πάφου	20
3	ΕΕΛ Αθηνένου	6
4	ΕΕΛ Λάρνακας	7

**Πίνακας II. 5** Ερώτηση 3: Μέση ημερήσια παροχή εισόδου το καλοκαίρι και τον χειμώνα

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Θέρος (m <sup>3</sup> /d)	Χειμώνας (m <sup>3</sup> /d)
1	ΕΕΛ Κερατέας	4.500	4.000
2	ΕΕΛ Λαυρίου	3.800	2.500
3	ΕΕΛ Κορίνθου	7.000	5.000
4	ΕΕΛ Ερέτριας	550	300
5	ΕΕΛ Σερρών	30.000	19.000
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	2.400	1.200
7	ΕΕΛ Θήβας	9.000	8.000
8	ΕΕΛ Θήρας	800	3.500
9	ΕΕΛ Δράμας	12.000	9.700
10	ΕΕΛ Αγρινίου	21.600	16.200
11	ΕΕΛ Κως	14.500	7.500
12	ΕΕΛ Άργους	18.000	12.000
13	ΕΕΛ Ελούντας	1.100	600
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	866,5	86,5
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	10.000	4.000
16	ΕΕΛ Σπάρτης	6.000	4.600

**Πίνακας II. 6** Ερώτηση 3: Μέση ημερήσια παροχή εισόδου το καλοκαίρι και τον χειμώνα (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Θέρος (m <sup>3</sup> /d)	Χειμώνας (m <sup>3</sup> /d)
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	29.000	27.000
2	ΕΕΛ Πάφου	17.500	12.500
3	ΕΕΛ Αθηνών	500	467
4	ΕΕΛ Λάρνακας	12.000	10.455



**Πίνακας II. 7** Ερώτηση 4 και 5: Διαθέτει πρωτοβάθμια καθίζηση και ποιο το είδος της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Διαθέτει	Είδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας	ΔΔΚ
1	ΕΕΛ Κερατέας	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Όχι	Ενεργός ιλύς	-
5	ΕΕΛ Σερρών	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	√
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
7	ΕΕΛ Θήβας	Όχι	Απονιτροποίηση	-
8	ΕΕΛ Θήρας	Όχι	Ενεργός ιλύς	-
9	ΕΕΛ Δράμας	Όχι	Απονιτροποίηση + Παρατεταμένος αερισμός	-
10	ΕΕΛ Αγρινίου	Όχι	Απονιτροποίηση	√
11	ΕΕΛ Κως	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
12	ΕΕΛ Άργους	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
13	ΕΕΛ Ελούντας	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	√
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-

**Πίνακας II. 8** Ερώτηση 4 και 5: Διαθέτει πρωτοβάθμια καθίζηση και ποιο το είδος της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Διαθέτει	Είδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας	ΔΔΚ
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Ναι	Ενεργός ιλύς	-
2	ΕΕΛ Πάφου	Ναι	Ενεργός ιλύς	√
3	ΕΕΛ Αθηνών	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Όχι	Παρατεταμένος αερισμός	-

Πίνακας II. 9 Ερώτηση 7: Επεξεργασία ιλύος

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Πάχυνση	Αφυδάτωση	Αναερόβια χώνευση	Ξήρανση	Κομποστοποίηση
1	ΕΕΛ Κερατέας	√	√	-	√	-
2	ΕΕΛ Λαυρίου	√	√	-	√	-
3	ΕΕΛ Κορίνθου	√	√	-	-	-
4	ΕΕΛ Ερέτριας	√	√	-	-	-
5	ΕΕΛ Σερρών	√	√	-	-	-
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	√	√	-	-	-
7	ΕΕΛ Θήβας	√	√	-	-	-
8	ΕΕΛ Θήρας	√	√	-	-	-
9	ΕΕΛ Δράμας	√	√	-	-	-
10	ΕΕΛ Αγρινίου	√	√	-	-	-
11	ΕΕΛ Κως	√	√	-	-	-
12	ΕΕΛ Άργους	√	√	-	-	-
13	ΕΕΛ Ελούντας	-	-	-	√	-
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	-	-	-	√	-
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	√	√	-	-	-
16	ΕΕΛ Σπάρτης	√	√	-	-	-

Πίνακας II. 10 Ερώτηση 7: Επεξεργασία ιλύος (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Πάχυνση	Αφυδάτωση	Αναερόβια χώνευση	Ξήρανση	Κομποστοποίηση
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	√	√	√	-	-
2	ΕΕΛ Πάφου	√	√	√	√	-
3	ΕΕΛ Αθηνών	-	√	-	√	-
4	ΕΕΛ Λάρνακας	-	-	√	-	-

**Πίνακας II. 11** Ερώτηση 6: Διαθέτει η ΕΕΛ τριτοβάθμια επεξεργασία

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Διαθέτει	Είδος
1	ΕΕΛ Κερατέας	Όχι	-
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι	Αμμόφιλτρο
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Όχι	-
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Ναι	Αμμόφιλτρο
5	ΕΕΛ Σερρών	Ναι	-
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Όχι	-
7	ΕΕΛ Θήβας	Ναι	Αμμόφιλτρο
8	ΕΕΛ Θήρας	Όχι	-
9	ΕΕΛ Δράμας	Όχι	-
10	ΕΕΛ Αγρινίου	Ναι	Αμμόφιλτρο
11	ΕΕΛ Κως	Ναι	Αμμόφιλτρο
12	ΕΕΛ Άργους	Ναι	Φίλτρα υφάσματος
13	ΕΕΛ Ελούντας	Ναι	Φίλτρο
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Όχι	-
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	-	-
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Ναι	Αμμόφιλτρο

**Πίνακας II. 12** Ερώτηση 6: Διαθέτει η ΕΕΛ τριτοβάθμια επεξεργασία (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Διαθέτει	Είδος
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Ναι	Δεξαμενή αερισμού με ενεργό ιλύ
2	ΕΕΛ Πάφου	Ναι	Δεξαμενή αερισμού με ενεργό ιλύ
3	ΕΕΛ Αθηνών	Όχι	-
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Όχι	-

**Πίνακας II. 13** Ερώτηση 8: Τελικός αποδέκτης της εγκατάστασης

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Ποτάμι	Λίμνη	Θάλασσα	Άλλο
1	ΕΕΛ Κερατέας	-	-	-	Ρέμα
2	ΕΕΛ Λαυρίου	-	-	√	-
3	ΕΕΛ Κορίνθου	-	-	√	-
4	ΕΕΛ Ερέτριας	-	-	√	-
5	ΕΕΛ Σερρών	√	-	√	-
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	-	-	-	Ρέμα
7	ΕΕΛ Θήβας	-	-	-	Λιμνοδεξαμενή
8	ΕΕΛ Θήρας	-	-	√	-
9	ΕΕΛ Δράμας	-	-	-	Ρέμα
10	ΕΕΛ Αγρινίου	√	-	-	-
11	ΕΕΛ Κως	-	-	√	-
12	ΕΕΛ Άργους	-	-	√	-
13	ΕΕΛ Ελούντας	-	-		Υπόγειος Υδροφορέας
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	-	-	√	-
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	-	-	√	-
16	ΕΕΛ Σπάρτης	√	-	-	-

**Πίνακας II. 14** Ερώτηση 8: Τελικός αποδέκτης της εγκατάστασης (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Ποτάμι	Λίμνη	Θάλασσα	Άλλο
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	-	-	-	ΤΑΥ
2	ΕΕΛ Πάφου	-	-	-	Υπόγειος Υδροφορέας
3	ΕΕΛ Αθηνών	-	-	-	Άρδευση
4	ΕΕΛ Λάρνακας	-	-	-	ΤΑΥ

**Πίνακας II. 15** Ερώτηση 9: Ανάκτηση νερού και τρόπος (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Ανάκτηση	Τρόπος	Χρήση
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	√	Αμμόφιλτρο	Άρδευση
2	ΕΕΛ Πάφου	√	Αμμόφιλτρο	Άρδευση
3	ΕΕΛ Αθηνένου	√	Αμμόφιλτρο	Ελαιώνες/Αμπελώνες
4	ΕΕΛ Λάρνακας	-	-	-

**Πίνακας II. 16** Ερώτηση 9: Ανάκτηση νερού και τρόπος

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Ανάκτηση	Τρόπος	Χρήση
1	ΕΕΛ Κερατέας	-	-	-
2	ΕΕΛ Λαυρίου	-	-	-
3	ΕΕΛ Κορίνθου	√	Αμμόφιλτρο	Ελαιώνες/Αμπελώνες
4	ΕΕΛ Ερέτριας	-	-	-
5	ΕΕΛ Σερρών	-	-	-
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	√	Αγωγός	Εντός ΕΕΛ / Βιομηχανία
7	ΕΕΛ Θήβας	√	Τριτοβάθμια επεξεργασία	Γεωργικές εκτάσεις
8	ΕΕΛ Θήρας	-	-	-
9	ΕΕΛ Δράμας	-	-	-
10	ΕΕΛ Αγρινίου	-	-	-
11	ΕΕΛ Κως	√	Απολύμανση UV	Εντός ΕΕΛ /Ελαιώνες
12	ΕΕΛ Άργους	-	-	-
13	ΕΕΛ Ελούντας	-	-	-
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	-	-	-
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	-	-	-
16	ΕΕΛ Σπάρτης	-	-	-

**Πίνακας II. 17** Ερώτηση 10: Τρόπος διάθεσης ιλύος

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	ΧΥΤΑ	Χωρίς κομποστοποίηση	Με κομποστοποίηση	Άλλο
1	ΕΕΛ Κερατέας	-	-	-	Μονάδα επεξεργασίας
2	ΕΕΛ Λαυρίου	-	-	-	Μονάδα επεξεργασίας
3	ΕΕΛ Κορίνθου	-	-	-	Μονάδα επεξεργασίας
4	ΕΕΛ Ερέτριας	√	-	-	-
5	ΕΕΛ Σερρών	-	-	-	Εδαφοβελτιωτικό
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	√	-	-	-
7	ΕΕΛ Θήβας	-	-	-	ΧΑΔΑ
8	ΕΕΛ Θήρας	-	-	-	ΧΑΔΑ
9	ΕΕΛ Δράμας	-	-	-	Εδαφοβελτιωτικό
10	ΕΕΛ Αγρινίου	-	-	√	-
11	ΕΕΛ Κως	√	-	-	Χωματερή
12	ΕΕΛ Άργους	-	-	-	-
13	ΕΕΛ Ελούντας	-	-	√	-
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	√	-	-	-
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	√	-	-	-
16	ΕΕΛ Σπάρτης	-	-	-	Μονάδα επεξεργασίας

**Πίνακας II. 18** Ερώτηση 10: Τρόπος διάθεσης ιλύος (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	ΧΥΤΑ	Χωρίς κομποστοποίηση	Με κομποστοποίηση	Άλλο
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	-	-	-	Μονάδα επεξεργασίας
2	ΕΕΛ Πάφου	-	√	-	Μονάδα επεξεργασίας
3	ΕΕΛ Αθηνών	-	√	-	Μονάδα επεξεργασίας
4	ΕΕΛ Λάρνακας	-	√	-	-

**Πίνακας II. 19** Ερώτηση 11: Ημέρες εκτροπής ανά χρόνο

<b>α/α</b>	<b>Ονομασία ΕΕΛ</b>	<b>Ημέρες ανά χρόνο</b>
1	ΕΕΛ Κερατέας	30
2	ΕΕΛ Λαυρίου	30
3	ΕΕΛ Κορίνθου	30
4	ΕΕΛ Σερρών	0
5	ΕΕΛ Φαρσάλων	0
6	ΕΕΛ Θήβας	0
7	ΕΕΛ Θήρας	60
8	ΕΕΛ Κως	40
9	ΕΕΛ Άργους	100
10	ΕΕΛ Ελούντας	70
11	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	0
12	ΕΕΛ Σπάρτης	0

**Πίνακας II. 20** Ερώτηση 11: Ημέρες εκτροπής ανά χρόνο (Κύπρος)

<b>α/α</b>	<b>Ονομασία ΕΕΛ</b>	<b>Ημέρες ανά χρόνο</b>
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	30
2	ΕΕΛ Πάφου	10
3	ΕΕΛ Αθηνένου	0
4	ΕΕΛ Λάρνακας	100

**Πίνακας II. 21** Ερώτηση 12: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Ετήσια παροχή (m <sup>3</sup> /yr)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	kWh ανά m
1	ΕΕΛ Κερατέας	1.500.000	420.000	0,28
2	ΕΕΛ Λαυρίου	820.000	650.000	0,79
3	ΕΕΛ Θήβας	2.500.000	837.410	0,33
4	ΕΕΛ Άργους	3.800.000	3.000.000	0,79
5	ΕΕΛ Ελούντας	-	-	0,96
6	ΕΕΛ Μάρπησσας	120.000	46.080	0,38
7	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	-	-	0,54
8	ΕΕΛ Σπάρτης	-	-	0,6

**Πίνακας II. 22** Ερώτηση 12: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κυβικό μέτρο αποβλήτου  
(Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Ετήσια παροχή (m <sup>3</sup> /yr)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	kWh ανά m <sup>3</sup>
1	ΕΕΛ Λεμεσού- Αμαθούντας	-	-	0,61
2	ΕΕΛ Πάφου	-	-	0,65
3	ΕΕΛ Αθηνών	-	-	1,87
4	ΕΕΛ Λάρνακας	-	-	1,43



**Πίνακας II. 23** Ερώτηση 13: Απόδοση της εγκατάστασης

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Μη ικανοποιητική	Ικανοποιητική	Πολύ καλή	Εξαιρετική
1	ΕΕΛ Κερατέας	-	-	-	√
2	ΕΕΛ Λαυρίου	-	-	-	√
3	ΕΕΛ Κορίνθου	-	√	-	-
4	ΕΕΛ Ερέτριας	-	-	-	√
5	ΕΕΛ Σερρών	-	-	-	√
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	-	-	√	-
7	ΕΕΛ Θήβας	-	-	√	-
8	ΕΕΛ Θήρας	-	√	-	-
9	ΕΕΛ Δράμας	-	√	-	-
10	ΕΕΛ Αγρινίου	-	-	-	√
11	ΕΕΛ Κως	-	-	√	
12	ΕΕΛ Άργους	-	√	-	--
13	ΕΕΛ Ελούντας	-	√	-	
14	ΕΕΛ Μάρπητσας	-	-	√	
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	-	-		√
16	ΕΕΛ Σπάρτης	-	-	√	-

**Πίνακας II. 24** Ερώτηση 13: Απόδοση της εγκατάστασης (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Μη ικανοποιητική	Ικανοποιητική	Πολύ καλή	Εξαιρετική
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	-	-	√	-
2	ΕΕΛ Πάφου	-	-	√	-
3	ΕΕΛ Αθηνών	-	-	√	-
4	ΕΕΛ Λάρνακας	-	-	√	-

**Πίνακας II. 25** Ερώτηση 14: Υπερβαίνουν οι αυξομειώσεις τα όρια σχεδιασμού

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Υπερβαίνουν
1	ΕΕΛ Κερατέας	Όχι
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Όχι
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Όχι
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Όχι
5	ΕΕΛ Σερρών	Όχι
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Ναι
7	ΕΕΛ Θήβας	Όχι
8	ΕΕΛ Θήρας	Ναι
9	ΕΕΛ Δράμας	Όχι
10	ΕΕΛ Αργινίου	Όχι
11	ΕΕΛ Κως	Ναι
12	ΕΕΛ Άργους	Ναι
13	ΕΕΛ Ελούντας	Ναι
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Ναι
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Ναι
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Όχι

**Πίνακας II. 26** Ερώτηση 14: Υπερβαίνουν οι αυξομειώσεις τα όρια σχεδιασμού (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Υπερβαίνουν
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Όχι
2	ΕΕΛ Πάφου	Όχι
3	ΕΕΛ Αθηνένου	Όχι
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Όχι

**Πίνακας II. 27** Ερώτηση 15: Προβλήματα υπερφόρτωσης ή λειτουργίας

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Προβλήματα	Είδος
1	ΕΕΛ Κερατέας	Ναι	Υπερφόρτωση
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι	Υπερφόρτωση
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Ναι	Υπερφόρτωση
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Όχι	-
5	ΕΕΛ Σερρών	Όχι	-
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Όχι	-
7	ΕΕΛ Θήβας	Ναι	Λειτουργία
8	ΕΕΛ Θήρας	Ναι	Υπερφόρτωση
9	ΕΕΛ Δράμας	Ναι	Λειτουργία
10	ΕΕΛ Αργινίου	Όχι	
11	ΕΕΛ Κως	Ναι	Υπερφόρτωση
12	ΕΕΛ Άργους	Ναι	Υπερφόρτωση
13	ΕΕΛ Ελούντας	Ναι	Υπερφόρτωση
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Όχι	-
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Όχι	-
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Όχι	-

**Πίνακας II. 28** Ερώτηση 15: Προβλήματα υπερφόρτωσης ή λειτουργίας (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Προβλήματα	Είδος
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούνας	Όχι	-
2	ΕΕΛ Πάφου	Όχι	-
3	ΕΕΛ Αθηνένου	Ναι	Υπερφόρτωση
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Ναι	Υπερφόρτωση

**Πίνακας II. 29** Ερώτηση 16: Αναμένεται αύξηση της εισερχόμενης παροχής

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Αναμένεται
1	ΕΕΛ Κερατέας	Όχι
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Όχι
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Ναι
5	ΕΕΛ Σερρών	Όχι
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Ναι
7	ΕΕΛ Θήβας	Όχι
8	ΕΕΛ Θήρας	Ναι
9	ΕΕΛ Δράμας	Όχι
10	ΕΕΛ Αγρινίου	Όχι
11	ΕΕΛ Κως	Όχι
12	ΕΕΛ Άργους	Ναι
13	ΕΕΛ Ελούντας	Ναι
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Ναι
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Ναι
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Όχι

**Πίνακας II. 30** Ερώτηση 16: Αναμένεται αύξηση της εισερχόμενης παροχής (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Αναμένεται
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Ναι
2	ΕΕΛ Πάφου	Ναι
3	ΕΕΛ Αθηνών	Ναι
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Ναι

**Πίνακας II. 31** Ερώτηση 17: Σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Υπάρχουν	Είδος
1	ΕΕΛ Κερατέας	Όχι	-
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι	Μελλοντική επέκταση
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Ναι	Μελλοντική επέκταση - διπλασιασμός
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Όχι	-
5	ΕΕΛ Σερρών	Ναι	Μελλοντική επέκταση – διπλασιασμός (MBR)
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Όχι	-
7	ΕΕΛ Θήβας	Ναι	Αναβάθμιση
8	ΕΕΛ Θήρας	Ναι	-
9	ΕΕΛ Δράμας	Όχι	-
10	ΕΕΛ Αγρινίου	Όχι	-
11	ΕΕΛ Κως	Ναι	Μελλοντική επέκταση - διπλασιασμός
12	ΕΕΛ Άργους	Ναι	Μελλοντική επέκταση - διπλασιασμός
13	ΕΕΛ Ελούντας	Ναι	Μετεγκατάσταση
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Ναι	ΑΝΕΛΙΞΗ
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Ναι	Μελλοντική επέκταση – διπλασιασμός (MBR)
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Ναι	Αντικατάσταση εξοπλισμού

**Πίνακας II. 32** Ερώτηση 17: Σχέδια μελλοντικής επέκτασης ή αναβάθμισης (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Υπάρχουν	Είδος
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Όχι	-
2	ΕΕΛ Πάφου	Ναι	Μελλοντική επέκταση - διπλασιασμός
3	ΕΕΛ Αθηνών	Όχι	-
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Ναι	Αύξηση ροής

**Πίνακας II. 33** Ερώτηση 18: Σχέδια αναβάθμισης για μείωση ηλεκτρικής ενέργειας

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Υπάρχουν	Είδος
1	ΕΕΛ Κερατέας	Όχι	Αλλαγή ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι	Αλλαγή ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Όχι	-
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Ναι	Φωτοβολταϊκά
5	ΕΕΛ Σερρών	Ναι	inverters
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Όχι	-
7	ΕΕΛ Θήβας	Ναι	Αναβάθμιση ΕΕΛ
8	ΕΕΛ Θήρας	Όχι	-
9	ΕΕΛ Δράμας	Ναι	inverters
10	ΕΕΛ Αγρινίου	Όχι	-
11	ΕΕΛ Κως	Όχι	-
12	ΕΕΛ Άργους	Ναι	inverters
13	ΕΕΛ Ελούντας	Όχι	-
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Ναι	ΑΝΕΛΙΞΗ
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Ναι	Αποδοτικότερο σύστημα αερισμού
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Ναι	Αντικατάσταση αεριστήρων

**Πίνακας II. 34** Ερώτηση 18: Σχέδια αναβάθμισης για μείωση ηλεκτρικής ενέργειας (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Υπάρχουν	Είδος
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Όχι	-
2	ΕΕΛ Πάφου	Όχι	-
3	ΕΕΛ Αθηνών	Όχι	-
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Ναι	Φωτοβολταϊκά, αλλαγή ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού

**Πίνακας II. 35** Ερώτηση 19: Ποσοστό μείωσης των στερεών

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Μείωση	Ποσοστό
1	ΕΕΛ Κερατέας	Ναι	40-50%
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι	40-50%
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Ναι	80-90%
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Όχι	-
5	ΕΕΛ Σερρών	Όχι	-
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Όχι	-
7	ΕΕΛ Θήβας	Ναι	80-90%
8	ΕΕΛ Θήρας	Ναι	40-50%
9	ΕΕΛ Δράμας	Ναι	80-90%
10	ΕΕΛ Αργινίου	Όχι	-
11	ΕΕΛ Κως	Όχι	-
12	ΕΕΛ Άργους	Ναι	40-50%
13	ΕΕΛ Ελούντας	Ναι	80-90%
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Ναι	80-90%
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Ναι	80-90%
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Ναι	40-50%

**Πίνακας II. 36** Ερώτηση 19: Ποσοστό μείωσης των στερεών (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Μείωση	Ποσοστό
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Ναι	80-90%
2	ΕΕΛ Πάφου	Ναι	40-50%
3	ΕΕΛ Αθηνών	Ναι	80-90%
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Ναι	80-90%

**Πίνακας II. 37** Ερώτηση 20: Διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση ΔΠΚ

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Διαθέσιμος χώρος
1	ΕΕΛ Κερατέας	Όχι
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Ναι
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Όχι
5	ΕΕΛ Σερρών	Ναι
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Ναι
7	ΕΕΛ Θήβας	Ναι
8	ΕΕΛ Θήρας	Ναι
9	ΕΕΛ Δράμας	Όχι
10	ΕΕΛ Αγρινίου	Όχι
11	ΕΕΛ Κως	Όχι
12	ΕΕΛ Άργους	Όχι
13	ΕΕΛ Ελούντας	Όχι
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Ναι
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Όχι
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Όχι

**Πίνακας II. 38** Ερώτηση 20: Διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση ΔΠΚ (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Διαθέσιμος χώρος
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Όχι
2	ΕΕΛ Πάφου	Ναι
3	ΕΕΛ Αθηνών	Όχι
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Όχι



**Πίνακας II. 39** Ερώτηση 21: Διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση τεχνολογίας ΑΝΕΛΙΞΗ

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Διαθέσιμος χώρος
1	ΕΕΛ Κερατέας	Όχι
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Ναι
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Ναι
5	ΕΕΛ Σερρών	Ναι
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Ναι
7	ΕΕΛ Θήβας	Ναι
8	ΕΕΛ Θήρας	Ναι
9	ΕΕΛ Δράμας	Ναι
10	ΕΕΛ Αγρινίου	Ναι
11	ΕΕΛ Κως	Όχι
12	ΕΕΛ Άργους	Ναι
13	ΕΕΛ Ελούντας	Ναι
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Ναι
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	Όχι
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Ναι

**Πίνακας II. 40** Ερώτηση 21: Διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση τεχνολογίας ΑΝΕΛΙΞΗ (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Διαθέσιμος χώρος
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Όχι
2	ΕΕΛ Πάφου	Ναι
3	ΕΕΛ Αθηνών	Όχι
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Ναι

**Πίνακας II. 41** Ερώτηση 22: Σημαντικό τα βιοστερεά να έχουν περιεκτικότητα άνω των 35% και αν ναι θα ήταν σημαντικός λόγος για χρήση της ANELIΞΗ

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Θεωρείται	Σημαντικός λόγος
1	ΕΕΛ Κερατέας	Ναι	Ναι
2	ΕΕΛ Λαυρίου	Ναι	Ναι
3	ΕΕΛ Κορίνθου	Ναι	Ναι
4	ΕΕΛ Ερέτριας	Ναι	Ναι
5	ΕΕΛ Σερρών	Ναι	Ναι
6	ΕΕΛ Φαρσάλων	Ναι	Ναι
7	ΕΕΛ Θήβας	Ναι	Ναι
8	ΕΕΛ Θήρας	Όχι	-
9	ΕΕΛ Δράμας	Ναι	Ναι
10	ΕΕΛ Αγρινίου	Ναι	Ναι
11	ΕΕΛ Κως	Όχι	-
12	ΕΕΛ Άργους	-	-
13	ΕΕΛ Ελούντας	Ναι	Ναι
14	ΕΕΛ Μάρπησσας	Ναι	Ναι
15	ΕΕΛ Β.Α. Χανίων	-	-
16	ΕΕΛ Σπάρτης	Ναι	Ναι

**Πίνακας II. 42** Ερώτηση 22: Σημαντικό τα βιοστερεά να έχουν περιεκτικότητα άνω των 35% και αν ναι θα ήταν σημαντικός λόγος για χρήση της ANELIΞΗ (Κύπρος)

α/α	Ονομασία ΕΕΛ	Θεωρείται	Σημαντικός λόγος
1	ΕΕΛ Λεμεσού-Αμαθούντας	Ναι	Όχι
2	ΕΕΛ Πάφου	Ναι	Ναι
3	ΕΕΛ Αθηνών	Ναι	Ναι
4	ΕΕΛ Λάρνακας	Ναι	Ναι