

## **Παράρτημα VII**

### **Μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής συστήματος άρδευσης στον αμφίπλευρο ΣΕΑ και ΚΕΣ Αρφαρών**

# ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

ΘΕΣΗ: ΑΜΦΙΠΛΕΥΡΟΣ ΣΞΑ ΚΑΙ ΚΕΣ ΑΡΦΑΡΩΝ

ΦΟΡΕΑΣ ΑΝΑΚΤΗΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ: ΜΟΡΕΑΣ ΑΕ



ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΙ ΣΤΑΜΟΥ ΟΕ



ΑΘΗΝΑ, 12 ΙΟΥΛΙΟΥ 2012

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	3
ΙΣΟΖΥΓΙΑ.....	4
Ανάλυση Παροχών .....	4
Μετεωρολογικά Στοιχεία .....	5
Συμπεράσματα .....	7
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΤΑΣΗΣ .....	9
Απαιτούμενη έκταση για άρδευση .....	9
Απαιτούμενη έκταση βάση ισοζυγίου Αζώτου .....	12
Συμπεράσματα .....	13
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ.....	14
ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ.....	16
ΜΕΤΡΑ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	17
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ .....	18
Υπολογισμός ροής υδάτων.....	18
Υπολογισμός απορρυπαντικής ικανότητας εδάφους.....	19
Συμπεράσματα .....	21
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ .....	22
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ – ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ .....	25

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά στην επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων από την Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων του Αμφίπλευρου Σταθμού Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ) Αρφαρών και του Κέντρου Εκμετάλλευσης και Συντήρησης (ΚΕΣ) Αρφαρών του Αυτοκινητόδρομου ΜΟΡΕΑΣ.

Η μελέτη συνοδεύει την Αίτηση του Φορέα Ανακτημένου Νερού (ΜΟΡΕΑΣ ΑΕ) για την έκδοση **άδειας επαναχρησιμοποίησης νερού για άρδευση με περιορισμούς** από την οικεία Αποκεντρωμένη Διοίκηση. Ο Φορέα Παροχής και ο Φορέας Χρήσης του ανακτημένου νερού είναι το ίδιο νομικό πρόσωπο.

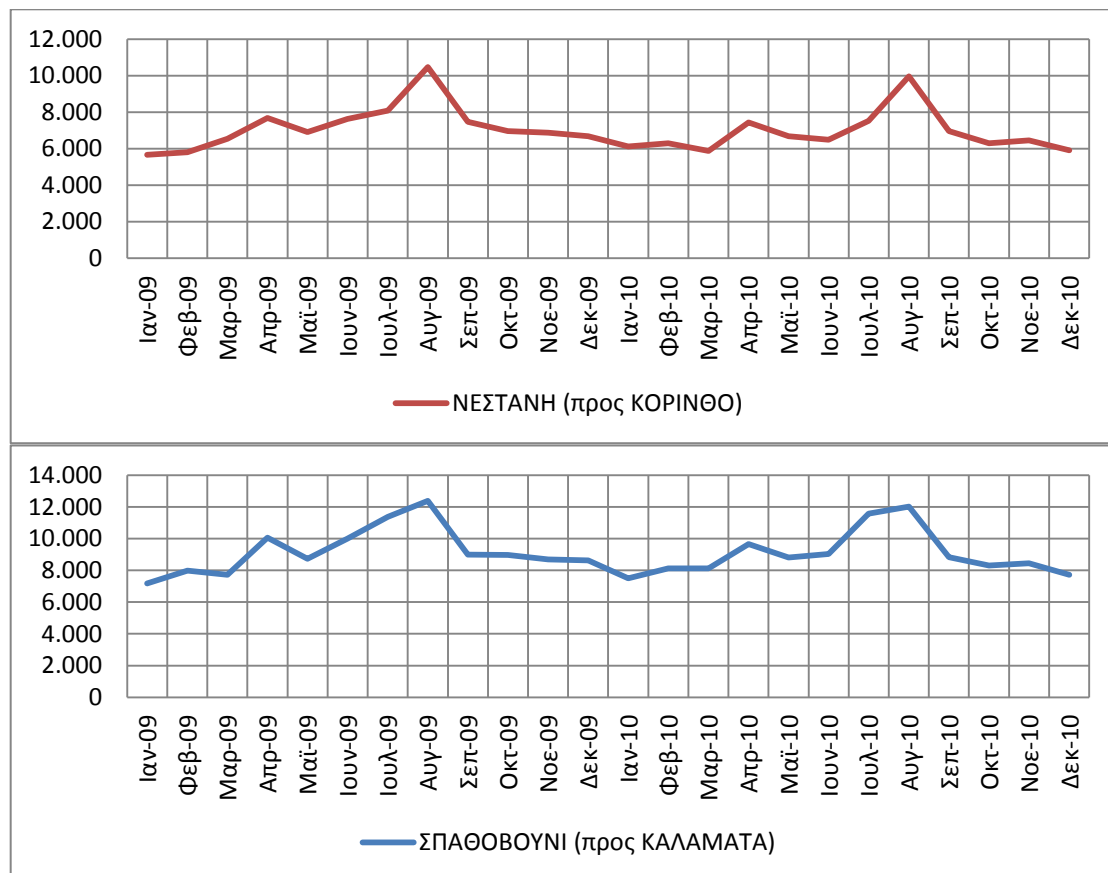
Η παρούσα Μελέτη Σχεδιασμού και Εφαρμογής του Συστήματος Άρδευσης έχει συνταχθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 4 της ΚΥΑ 145116 (ΦΕΚ 354 Β/ 08.03.2011) αναφορικά με το περιεχόμενο των μελετών για άρδευση με περιορισμούς.

Την μελέτη έχουν συντάξει οι Μελετητές της εταιρείας ENVITY – ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΙ ΣΤΑΜΟΥ ΟΕ, Περιβαλλοντολόγοι, κάτοχοι μελετητικού πτυχίου ΠΔ27.

## ΙΣΟΖΥΓΙΑ

### Ανάλυση Παροχών

Οι Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων που λειτουργούν σε ΣΕΑ χαρακτηρίζονται από μεγάλες διαφοροποιήσεις στην παροχή λυμάτων. Ο λόγος είναι ότι η παροχή εξαρτάται σε απόλυτο βαθμό από τις διελεύσεις των οχημάτων στον αυτοκινητόδρομο. Ως εκ τούτου υπάρχει έντονη διακύμανση στις παροχές η οποία εστιάζεται σε εβδομαδιαία και εποχιακή βάση. Σε εβδομαδιαία βάση υπάρχει έντονη διαφοροποίηση μεταξύ του σαββατοκύριακου και των υπόλοιπων ημερών της εβδομάδας, ενώ σε εποχιακή βάση παρατηρούνται δύο περίοδοι αυξημένου κυκλοφοριακού φόρτου, η μία τον Απρίλιο εξαιτίας των διακοπών του Πάσχα και η άλλη κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Ο Μέσος Κυκλοφοριακός Φόρτος όπως έχει καταγραφεί από τις διελεύσεις των οχημάτων από τα διόδια της Νεστάνης με κατεύθυνση προς Κόρινθο και από τα διόδια Σπαθοβουνίου με κατεύθυνση την Καλαμάτα, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1. Το Διάγραμμα αποτυπώνει χαρακτηριστικά τις δύο περιόδους Κυκλοφοριακού Φόρτου και προς τις δύο κατευθύνσεις του αυτοκινητόδρομου.



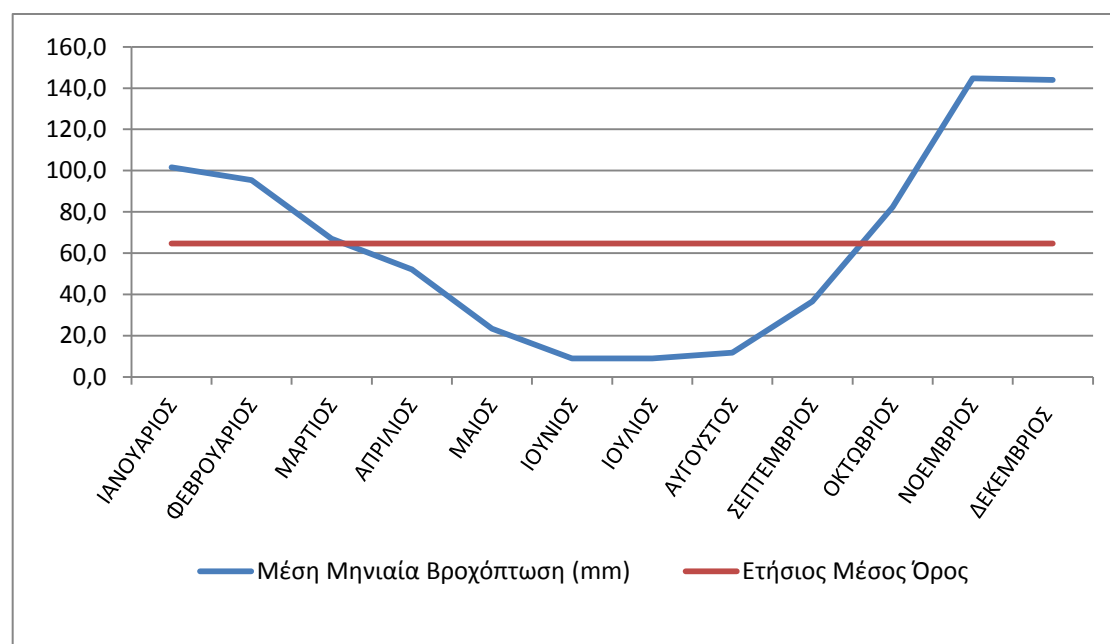
Διάγραμμα 1: Μέσος Κυκλοφοριακός Φόρτος

Η Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων έχει σχεδιαστεί για παροχή  $14 \text{ m}^3/\text{d}$ . Για την εξομάλυνση των παροχών, έχει σχεδιαστεί δεξαμενή σταθεροποίησης με όγκο  $64,7 \text{ m}^3$ . Ο όγκος αυτός επαρκεί ώστε ημερήσια μέγιστα στην παροχή όπως αναμένονται κατά την διάρκεια μεγάλων εξόδων να μην επηρεάζουν την λειτουργία της μονάδας. Με αυτό τον τρόπο δεν υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες η ποσότητα λυμάτων προς διάθεση θα ξεπερνά την μέγιστη ποσότητα σχεδιασμού.

Είναι θετικό το γεγονός ότι οι περίοδοι υψηλής κίνησης στον αυτοκινητόδρομο ταυτίζονται με την περίοδο που οι ανάγκες για άρδευση είναι αυξημένες. Με αυτό τον τρόπο εκμηδενίζονται οι πιθανότητες να υπάρξει περίσσεια επεξεργασμένων λυμάτων που να μην μπορεί να διατεθεί για άρδευση ακόμα και στις περιπτώσεις αυξημένης παραγωγής λυμάτων. Επίσης, το γεγονός ότι ο ΣΕΑ είναι αμφίπλευρος ενισχύει την εξομάλυνση των παροχών προς την Μονάδα καθώς τα μέγιστα της κάθε πλευράς θα συμβαίνουν όταν η άλλη πλευρά θα έχει μειωμένη κίνηση (π.χ. Παρασκευή και Σάββατο υψηλή κίνηση προς Καλαμάτα, Κυριακή υψηλή κίνηση προς Κόρινθο – Αθήνα)

## Μετεωρολογικά Στοιχεία

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται αφορούν στον Μετεωρολογικό Σταθμό της Καλαμάτας και προέρχονται από επεξεργασία των πρωταγενών δεδομένων της ΕΜΥ. Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η μέση ημερήσια βροχόπτωση σε mm για τα έτη 1971-2008.

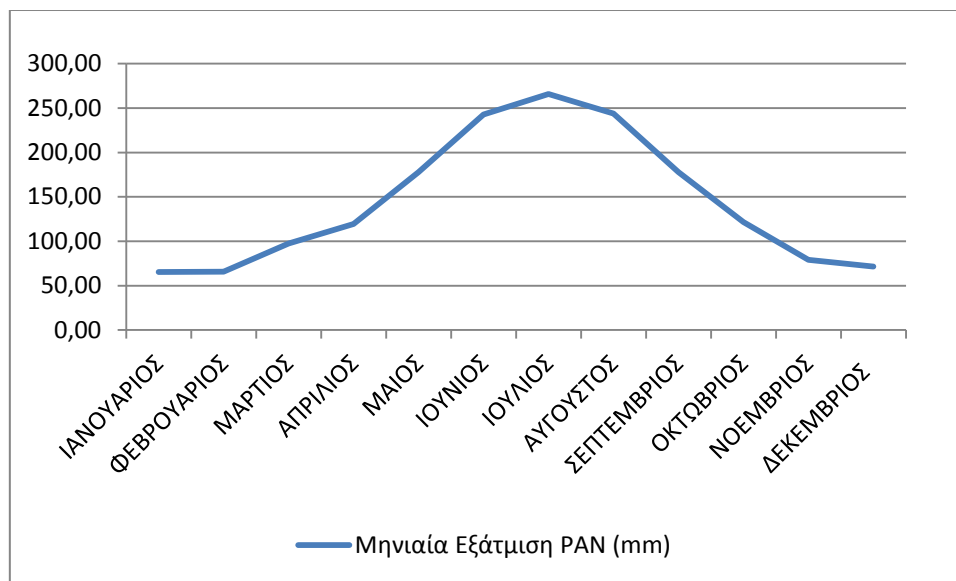


Διάγραμμα 2: Μέση μηνιαία βροχόπτωση

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2, οι πιό υγροί μήνες είναι οι Νοέμβριος, Δεκέμβριος και Ιανουάριος ενώ οι πιο ξηροί οι Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος.

Για την εξαγωγή του υδατικού ισοζυγίου που θα χρησιμοποιηθεί στην μελέτη θα πρέπει να συνυπολογιστεί και η μετρούμενη εξάτμιση. Στο Διάγραμμα 3 φαίνεται η μέση εξάτμιση σε mm για τον ίδιο μετεωρολογικό σταθμό (Καλαμάτας) για το διάστημα 1977-2002.

Όπως ήταν αναμενόμενο, η εξάτμιση είναι μέγιστη κατά τους θερινούς μήνες ενώ παίρνει τις ελάχιστες τιμές τις για τους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο. Ο συνδυασμός της ελάχιστης εξάτμισης και ταυτόχρονα της μέγιστης βροχόπτωσης που παρατηρούνται κατά τον μήνα Δεκέμβριο, δείχνει ότι ο Δεκέμβριος είναι ο μήνας που παρουσιάζει την μεγαλύτερη πιθανότητα να υπάρχουν υπερβάλλουσες ποσότητες επεξεργασμένων λυμάτων που ενδεχομένως να μην μπορούν να απορροφηθούν.



Διάγραμμα 3: Μέση τιμή εξάτμισης

Ειδικά για τον Δεκέμβριο των τελευταίων 4 ετών (2008-2011), για τα οποία υπάρχουν αναλυτικά δεδομένα από την ΕΜΥ, τα στοιχεία που αφορούν στις βροχοπτώσεις είναι τα εξής:

Πίνακας 1: Ημερήσια Βροχόπτωση Μηνός Δεκεμβρίου

Ημερήσια βροχόπτωση (mm)							
2008		2009		2010		2011	
Ημέρα	mm	Ημέρα	mm	Ημέρα	mm	Ημέρα	mm
2	1,5	1	4,4	2	0,3	5	0,3
4	1,1	2	7,2	13	11,2	6	1,5
6	0,3	3	1,1	15	0,2	7	36,1
7	0,1	5	18,6	16	10	13	19,6
12	19,4	6	1	17	5	14	0,7
13	3,9	10	8	18	2,3	16	0,9
14	0,8	12	8,3	26	0,6	17	2,1
15	26	15	0,6	27	8,8	18	5,1
18	33,2	16	9,1	28	1,5	19	26,6
19	20,2	17	5,1	31	0,6	20	12,6
20	4,5	18	40,3			21	13
25	0,1	19	0,5			22	41,3
26	2,2	20	2,9			25	1,7
27	12,8	21	0,3			26	28
28	17,6	27	0,1			30	7,4
29	1					31	7,7

Όπως φαίνεται, οι ημέρες βροχόπτωσης μέσα στον μήνα, είναι από 10 μέχρι 16. Οι περισσότερες από αυτές όμως αντιστοιχούν σε ασθενείς βροχοπτώσεις. Γενικά μία βροχόπτωση θεωρείται ασθενής όταν έχει ρυθμό < 2 mm/h. Υπολογίζοντας μέση διάρκεια 4 ώρες βροχής ανά 24ωρο, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τις ημέρες ασθενής βροχόπτωσης ως αυτές που παρουσιάζουν ύψος βροχής < 8 mm/d. Οι ημέρες αυτές είναι σημειωμένες με πράσινο στον πίνακα.

### Συμπεράσματα

Τα βασικά σημεία που προκύπτουν από την ανάλυση των ισοζυγίων και τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια για τον υπολογισμό της αρδευόμενης έκτασης είναι τα εξής:

- Η Μονάδα έχει σχεδιαστεί και αναμένεται να επεξεργάζεται ποσότητα λυμάτων 14 m<sup>3</sup>/d. Η ποσότητα αυτή και οι διακυμάνσεις της εξαρτώνται από τον



παρατηρούμενο κυκλοφοριακό φόρτο. Εντοπίζονται 2 περίοδοι με αυξημένο φόρτο: ο Απρίλιος και οι μήνες Ιούλιος – Αύγουστος.

- Η μέση βροχόπτωση ελαχιστοποιείται κατά τους θερινούς μήνες όπου και αναμένονται οι μέγιστες παροχές λυμάτων και μεγιστοποιείται για τους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο.
- Ο Δεκέμβριος είναι στατιστικά ο μήνας με την μεγαλύτερη βροχόπτωση.
- Η εξάτμιση είναι μέγιστη για τους θερινούς μήνες.
- Η βροχόπτωση για τον μήνα Δεκέμβριο των τεσσάρων τελευταίων καταγεγραμμένων ετών χαρακτηρίζεται από πολλές ημέρες ασθενής βροχόπτωσης και λίγες πιο ισχυρές.

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΤΑΣΗΣ

### Απαιτούμενη έκταση για άρδευση

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης έκτασης για την απορρόφηση των επεξεργασμένων λυμάτων λαμβάνονται υπόψη τόσο οι παραγόμενες ποσότητες λυμάτων όσο και οι απαιτήσεις σε άρδευση των φυτικών ειδών που θα φυτευτούν.

Η βασική επιδίωξη είναι να εξασφαλίζεται πλήρης απορρόφηση των παραγόμενων λυμάτων σε κάθε περίπτωση, έτσι ώστε να μην υπάρχουν περίοδοι κατά τις οποίες ποσότητα λυμάτων θα καθισδύει στον υπόγειο υδροφόρο.

Η έκταση που έχει επιλεγεί να αρδεύεται με το επεξεργασμένο νερό της Μονάδας είναι συνολικά 3.538 m<sup>2</sup>. Στην έκταση αυτή θα φυτευτεί χλοοτάπητας ενώ θα υπάρχουν και κάποιοι θάμνοι και δέντρα διάσπαρτα για αισθητικούς λόγους. Περιμετρικά της έκτασης θα φυτευτούν περίπου 300 Πικροδάφνες ώστε να καλύπτεται η περίφραξη και να δημιουργείτε ένα όμορφο αισθητικό αποτέλεσμα.

Ο χλοοτάπητας έχει το πλεονέκτημα να απορροφά μεγάλες ποσότητες νερού και αζώτου και να παρουσιάζει αντοχή σε αυξομειώσεις της ποσότητας του νερού. Επίσης είναι εύκολο να αντικατασταθεί σε περίπτωση που σε κάποια σημεία δεν αναπτυχθεί σωστά ή χαλάσει στην πορεία του χρόνου.

Η άρδευση της έκτασης του χλοοτάπητα και των θάμνων θα γίνεται αυτόματα από έναν κεντρικό ελεγκτή και ο οποίος ανάλογα με την διαθεσιμότητα του νερού θα ενεργοποιεί τις αντλίες άρδευσης και ταυτόχρονα θα ανοίγει διαδοχικά τις ηλεκτροβάνες άρδευσης ώστε να ποτίζεται διαδοχικά όλη η περιοχή. Συνολικά θα εγκατασταθούν 8 ηλεκτροβάνες για την άρδευση του χλοοτάπητα και άλλη μία για το δίκτυο που θα αρδεύει τους θάμνους της πικροδάφνης που θα φυτευτούν περιμετρικά της έκτασης. Οι θάμνοι και τα δέντρα που θα φυτευτούν εντός του χλοοτάπητα θα αρδεύονται μαζί με τον χλοοτάπητα. Οι λεπτομέρειες του δικτύου άρδευσης και οι ηλεκτροβάνες φαίνονται στο Σχέδιο Άρδευσης που συνοδεύει την Μελέτη.

Αναλυτικά τα είδη που θα φυτευτούν καθώς και οι απαιτήσεις τους σε νερό φαίνονται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί:

**Πίνακας 2: Φυτεύσεις και Απαιτήσεις σε νερό**

Είδος	Επιστημονική Ονομασία	Τεμάχια ή έκταση	Ανάγκες σε νερό
Χλοοτάπητας	-	3.538 m <sup>2</sup>	6 lt/m <sup>2</sup> /ημ.
Φράξος	<i>Fraxinus omus</i>	8	Μαζί με τον χλοοτάπητα
Μελικοκκιά	<i>Celtis australis</i>	3	
Ψευδοπλάτανος	<i>Acer pseudoplatanus</i>	15	
Πλάτανος	<i>Platanus orientalis</i>	3	
Πικροδάφνη	<i>Nerium oleander</i>	302	4 lt/φυτό
Σύνολο απαιτήσεων σε νερό: <b>21,23 m<sup>3</sup>/d</b> για τον χλοοτάπητα και <b>1,2 m<sup>3</sup>/d</b> για τις πικροδάφνες.			

Η συνολική απαίτηση σε νερό άρδευση ανέρχεται σε **22,43 m<sup>3</sup>/d**. Με δεδομένο ότι η Μονάδα έχει σχεδιαστεί και αναμένεται να επεξεργάζεται 14 m<sup>3</sup> λυμάτων ημερησίως, προκύπτει ότι η δεσμευμένη έκταση και οι φυτεύσεις υπερκαλύπτουν τις απαιτήσεις και δημιουργούν ένα περιθώριο ασφαλείας 8,43 m<sup>3</sup>. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε βροχόπτωση ύψους 2,38 mm (8,43 m<sup>3</sup> / 3538 m<sup>2</sup>).

Το δίκτυο άρδευσης του βιολογικού είναι ξεχωριστό δίκτυο από την υπόλοιπη άρδευση. Η άρδευση γίνεται με 9 ηλεκτροβάνες που ελέγχονται από έναν κεντρικό ελεγκτή έτσι ώστε να αρδεύεται ομοιόμορφα όλη η έκταση. Το δίκτυο και οι ηλεκτροβάνες φαίνονται στο Σχέδιο Τριτεύοντος Δικτύου Άρδευσης που συνοδεύει την Μελέτη. Στον Πίνακα 3 φαίνονται οι ηλεκτροβάνες και τα χαρακτηριστικά τους.

**Πίνακας 3: Ηλεκτροβάνες άρδευσης**

HBX-B	ΠΑΡΟΧΗ (M3/ΩΡΑ)	ΔΙΑΤΟΜΗ	ΠΙΕΣΗ
1	7,00	1''	1-4 ATM
2	7,00	1''	1-4 ATM
3	7,00	1''	1-4 ATM
4	7,00	1''	1-4 ATM
5	7,00	1''	1-4 ATM

6	7,00	1''	1-4 ATM
7	7,00	1''	1-4 ATM
8	7,00	1''	1-4 ATM
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>56,00</b>		
<b>ΗΒΘ-Β</b>	<b>ΠΑΡΟΧΗ (Μ3/ΩΡΑ)</b>	<b>ΔΙΑΤΟΜΗ</b>	<b>ΠΙΕΣΗ</b>
1	1,21	1''	1-4 ATM
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1,21</b>		

Στον Πίνακα 4 υπολογίζεται η καθαρή μηνιαία βροχόπτωση βάση των μέσων μηνιαίων τιμών βροχόπτωσης και εξάτμισης όπως προκύπτουν από τα στοιχεία της ΕΜΥ. Η βροχόπτωση και η εξάτμιση είναι εκφρασμένες σε mm/μήνα ενώ η Καθαρή Ποσότητα Υδάτων προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της Διαφοράς με την έκταση του πεδίου διάθεσης (3.538 m<sup>2</sup>).

**Πίνακας 4: Υπολογισμός Καθαρής Ποσότητας Υδάτων**

	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Βροχ.	101,6	95,4	67,0	52,1	23,4	9,0	8,9	11,8	36,5	82,4	144,7	144,0
Εξάτμ.	65,29	65,84	97,38	119,57	177,87	242,91	265,81	244,02	177,89	121,69	79,01	71,47
Διαφορά	89,3	66,3	14,6	-33,4	-88,8	-154,5	-175,9	-155,5	-91,3	-10,8	72,7	116,9
Καθαρή Ποσότητα Υδάτων (m <sup>3</sup> )	128,4	104,58	-	-	-	-	-	-	-	-	232,4	256,6

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 3 κατά τους μήνες Μάρτιο έως Οκτώβριο το υδατικό ισοζύγιο είναι αρνητικό. Από τους υπόλοιπους μήνες ο Δεκέμβριος παρουσιάζει τις μεγαλύτερες καθαρές ποσότητες υδάτων. Για αυτό τον λόγο ζητήθηκαν και τα στοιχεία ημερήσιας βροχόπτωσης της τετραετίας 2008-2011 τα οποία έχουν παρουσιαστεί στον Πίνακα 1.

Η Μονάδα διαθέτει δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων λυμάτων όγκου 23 m<sup>3</sup>. Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες ο όγκος αυτός επαρκεί για ~ 2 ημερών αποθήκευση των λυμάτων. Με δεδομένο ότι η μονάδα δεν θα μπορεί να διαθέσει τα λύματά της για

άρδευση στην περίπτωση που βροχόπτωση υπερβεί τα 2,38 mm ενώ και η εξάτμιση την ώρα της βροχόπτωσης είναι μηδενική, έχουν σημειωθεί στον Πίνακα 1 οι ημέρες με συνεχόμενη βροχόπτωση άνω των 2,38 mm που συνεχίζεται για πάνω από 2 ημέρες. Κατά την διάρκεια των ημερών αυτών η διάθεση των λυμάτων εάν παραστεί ανάγκη θα γίνεται με βυτία. Επιπρόσθετα, θα τοποθετηθεί ειδικός αισθητήρας ο οποίος θα διακόπτει την λειτουργία της άρδευσης σε περίπτωση βροχόπτωσης μεγαλύτερης των 2,38 mm ενώ η στάθμη της δεξαμενής των επεξεργασμένων λυμάτων θα ελέγχεται με flotter ώστε να ειδοποιείται έγκαιρα ο υπεύθυνος λειτουργίας για την ανάγκη εκκένωσής της.

### Απαιτούμενη έκταση βάση ισοζυγίου Αζώτου

Το ολικό Άζωτο (Νιτρικών και Νιτρωδών) δεν θα βρίσκεται σε συγκέντρωση μεγαλύτερη των 45 mg/l, σύμφωνα με την νομοθεσία. Η συγκέντρωση αυτή χαρακτηρίζεται ως μέγιστη ενώ με μία ικανοποιητική λειτουργία την Μονάδας, η συγκέντρωση αυτή μπορεί να πέσει και κοντά στα 10 mg/l. Για τους υπολογισμούς εκτιμάται μία συγκέντρωση στα 30 mg/l. Ο υπολογισμός της ποσότητας αζώτου που θα εισέρχεται στον χώρο της άρδευσης από τα λύματα γίνεται σε ετήσια βάση και υπολογίζεται ως εξής:

Συγκέντρωση Αζώτου TN = 30 mg/l

Συντελεστής μείωσης λόγω εξάτμισης Αμμωνιακού Αζώτου/αντιδράσεων στο έδαφος κτλ:  
30%

Ετήσια ποσότητα Ολικού Αζώτου:

$$30 \text{ mg/l d} * 0.7 * 365 * 14 \text{ m}^3/\text{d} = 107,31 \text{ kgTN yr}$$

Όπως έχει αναφερθεί, η ποσότητα των επεξεργασμένων λυμάτων θα διατίθεται σε 3.538 m<sup>2</sup> χλοοτάπητα και σε περίπου 300 πικροδάφνες. Η αναλογία βάση των ποσοτήτων που φαίνονται στον Πίνακα 2 είναι 95% προς τον χλοοτάπητα και 5%. Άρα οι ποσότητες αζώτου διανέμονται ως εξής:

**Χλοοτάπητας:** 101,9 kg N/yr – 28,8 gr N / m<sup>2</sup>

**Θάμνοι:** 5,36 kg N/yr – 17,7 gr N/φυτό

Τα δεδομένα αυτά θα τα αξιολογήσουν οι υπεύθυνοι πρασίνου του ΣΕΑ και ΚΕΣ Αρφαρών έτσι ώστε να διαμορφωθεί κατάλληλα το πρόγραμμα λίπανσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ποσότητα αζώτου αλλά και των υπολοίπων θρεπτικών που υπάρχουν στα επεξεργασμένα λύματα θα υποκαταστήσουν αντίστοιχες ποσότητες λιπάσματος που θα χρησιμοποιούνταν κανονικά. Προκύπτει λοιπόν ένα οικονομικό αλλά και **περιβαλλοντικό όφελος**.

## Συμπεράσματα

Τα βασικά σημεία από την προηγούμενη ανάλυση είναι τα εξής:

- Η δεσμευμένη έκταση και οι φυτεύσεις επαρκούν για την απορρόφηση όλων των παραγόμενων λυμάτων από την μονάδα με επιπλέον ασφάλεια της τάξης του 8,43 m<sup>3</sup>.
- Η επιπλέον απαίτηση σε νερό άρδευσης επαρκεί για να απορροφά ταυτόχρονα και βροχή ύψους 2,38 mm.
- Για τους μήνες Μάρτιο – Οκτώβριο, εάν συνυπολογιστεί και η εξάτμιση, το υδατικό ισοζύγιο προκύπτει αρνητικό.
- Ο Δεκέμβριος είναι ο μήνας με την μεγαλύτερη καθαρή ποσότητα υδάτων.
- Με την δυνατότητα αποθήκευσης των επεξεργασμένων λυμάτων της Μονάδας να είναι ~ 2 ημέρες προκύπτει ότι ακόμα και για τον Δεκέμβριο δεν θα υπάρχει πρόβλημα κάτω από φυσιολογικές συνθήκες βροχόπτωσης.
- Θα εγκατασταθεί αισθητήρας βροχής που θα διακόπτει την άρδευση σε περίπτωση βροχόπτωσης μεγαλύτερης των 3,28 mm. Σε περίπτωση που δεν επαρκεί ο αποθηκευτικός χώρος της μονάδας, τα επιπλέον λύματα θα απομακρύνονται με βυτία.
- Η ποσότητα του Αζώτου που υπολογίζεται να συνεισφέρουν τα λύματα θα υποκαταστήσει αντίστοιχες ποσότητες λιπασμάτων με σημαντικό περιβαλλοντικό όφελος.

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

Η παρακολούθηση της λειτουργίας της Μονάδας περιλαμβάνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων καθώς και την παρακολούθηση του εδάφους και των αρδευόμενων καλλιεργειών.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1 του Παραρτήματος Ι της Υ.Α. 145116 (ΦΕΚ 354 Β, 8/3/2011), οι παράμετροι που θα πρέπει να παρακολουθούνται, τα όριά τους και η συχνότητα δειγματοληψιών είναι τα εξής:

**Πίνακας 5: Πρόγραμμα παρακολούθησης ποιοτικών χαρακτηριστικών επεξεργασμένων λυμάτων**

Παράμετρος	Όριο	Συχνότητα
<i>Escherichia coli</i> (EC/100ml)	200 (διάμεση τιμή)	Εβδομαδιαία
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	25	Προτεινόμενο: Μηνιαία
SS (mg/l)	35	Προτεινόμενο: Μηνιαία
Ολικό Άζωτο (mg/l)	45	Προτεινόμενο: Μηνιαία
Υπολειμματικό Χλώριο	Προτεινόμενο: 2 mg/l	Ημερήσια/Εβδομαδιαία*

\* Η Νομοθεσία ορίζει την παρακολούθηση του Χλωρίου να γίνεται συνεχώς. Με δεδομένο όμως ότι η μονάδα δεν έχει συνεχή λειτουργία καθώς οι ποσότητες των λυμάτων εξαρτώνται από την προσέλευση του κόσμου, η συνεχής μέτρηση δεν έχει νόημα και γι' αυτό προτείνεται η συχνότητα να είναι ημερήσια ή ακόμα και εβδομαδιαία.

Επίσης, εφόσον το ανακτημένο νερό χρησιμοποιείται για άρδευση θα γίνεται παρακολούθηση και των αγρονομικών χαρακτηριστικών του. Η ανάλυση αυτή θα γίνεται μία φορά το έτος και τα αποτελέσματα είναι ενδεικτικά της ποιότητας του νερού και όχι δεσμευτικά.

Πίνακας 6: Επιθυμητά αγρονομικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων

Πιθανό πρόβλημα κατά την άρδευση	Μονάδες	Βαθμός περιορισμών κατά την εφαρμογή		
		Μηδαμινός	Μικρός-Μέτριος	Μεγάλος
<b>Αλατότητα</b> (Επηρεάζει την διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος)				
EC <sub>w</sub> <sup>(1)</sup>	dS/m	< 0.7	0.7 -3.0	> 3.0
<b>Η</b>				
TDS (ολικά διαλυμένα)	mg/l	< 450	450 -2000	> 2000
<b>Διαπερατότητα</b>				
SAR <sup>(2)</sup> = 0 - 3 και EC <sub>w</sub> =		> 0.7	0.7 -0.2	< 0.2
3 - 6		> 1.2	1.2 -0.3	< 0.3
6 -12		> 1.9	1.9 -0.5	< 0.5
12-20		> 2.9	2.9 -1.3	< 1.3
20-40		> 5.0	5.0 -2.9	< 2.9
<b>Ειδική τοξικότητα ιόντων</b>				
<b>Νάτριο (Na)</b>				
Επιφανειακή άρδευση (προσρόφηση δια των ριζών)	SAR	< 3	3 -9	> 9
Καταιονισμός (προσρόφηση δια των φύλλων)	mg/l	≤70	> 70	
<b>Χλωρίοντα (Cl)</b>				
Επιφανειακή άρδευση (προσρόφηση δια των ριζών)	mg/l	< 140	140 -350	> 350
Καταιονισμός (προσρόφηση δια των φύλλων)	mg/l	≤ 100	> 100	
<b>Άλλες επιπτώσεις</b>				
Άζωτο (NO <sub>3</sub> -N) <sup>(3)</sup>	mg/l	< 5	5 -30	> 30
HCO <sub>3</sub> (μόνο για άρδευση για καταιονισμό)	mg/l	< 90	90-500	> 500
Ph		Τυπικό διάστημα 6.5-8.5		

Επιπρόσθετα των αναλύσεων που θα γίνονται, το ειδικευμένο προσωπικό της διαχείρισης πρασίνου του ΣΕΑ και ΚΕΣ θα παρακολουθεί την κατάσταση των φυτεύσεων και του εδάφους και θα ειδοποιεί τον υπεύθυνο λειτουργίας της Μονάδας σε τυχόν μη ιδανικές συνθήκες.



## ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΡΑ

Για την μεγαλύτερη ασφάλεια των εργαζομένων και των επισκεπτών του ΣΕΑ θα ληφθούν επιπρόσθετα και τα εξής μέτρα:

- Η άρδευση γίνεται με σύστημα στάγδην απευθείας στο ριζικό σύστημα των φυτών. (Παράρτημα Ι)
- Η αρδευόμενη έκταση θα είναι περιφραγμένη έτσι ώστε να αποφεύγεται η πρόσβαση σε άτομα μη έχοντα εργασία. (Παράρτημα Ι)
- Το αρδευτικό δίκτυο των επεξεργασμένων λυμάτων έχει χρώμα ιώδες για να ξεχωρίζει από το συμβατικό δίκτυο έτσι ώστε να προστατεύονται οι εργαζόμενοι. (Παράρτημα Ι)
- Η άρδευση θα διακόπτεται στις εξής περιπτώσεις:
  - Εάν παρατηρηθεί μη συμμόρφωση με τις ποιοτικές παραμέτρους που παρακολουθούνται και μέχρι η μονάδα να επανέλθει στα σωστά επίπεδα επεξεργασίας,
  - Σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης κατά τους χειμερινούς μήνες και για όσο διάστημα διαρκεί το καιρικό φαινόμενο (μέσω εγκατεστημένου αυτοματισμού),
  - Σε περιπτώσεις συντήρησης του δικτύου άρδευσης και του πράσινου και για όσο διάστημα διαρκούν οι εργασίες

Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, εάν η παραγωγή λυμάτων υπερβεί την αποθηκευτική δυνατότητα της μονάδας, τα λύματα θα απομακρύνονται με βυτία με μέριμνα του φορέα διαχείρισης της μονάδας.

## ΜΕΤΡΑ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Επιπρόσθετα των προηγούμενων μέτρων και ειδικά για την προστασία των χρηστών του ΣΕΑ λαμβάνονται τα εξής μέτρα:

- Σε όλο το μήκος της περιφράξης και σε μικρές αποστάσεις θα τοποθετηθούν ειδικές πινακίδες σήμανσης που θα προειδοποιούν ότι το νερό της άρδευσης είναι ανακτημένο νερό και ότι απαγορεύεται η πρόσβαση στα σημεία αυτά (Παράρτημα Ι),
- Ειδικά για τους εργαζομένους στα δίκτυα άρδευσης θα γίνει ειδική ενημέρωση ότι κατά την εργασία τους στα μέρη άρδευσης με ανακτημένο νερό θα πρέπει να φορούν ειδικά ρούχα και γάντια, ενώ σε κάθε επαφή με το νερό θα πρέπει να πλένονται με ειδικά αντιβακτηριδιακά σαπούνια τα οποία θα τους παρέχονται για αυτό τον σκοπό,
- Θα ληφθεί ειδική μέριμνα ώστε η άρδευση να γίνεται κατά το δυνατόν σε ώρες που η κίνηση στον ΣΕΑ είναι μειωμένη (κυρίως βραδινές ώρες).

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

Όπως έχει αναφερθεί, **δεν υπάρχουν πλεονάζουσες ποσότητες λυμάτων** που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το υπέδαφος και ειδικά τον υπόγειο υδροφόρο και άρα εκ των πραγμάτων **δεν** τίθενται περιορισμοί για αποστάσεις από υφιστάμενες ή μελλοντικές υδροληψίες. Παρόλα αυτά όμως, είναι λογικό ότι μία μικρή ποσότητα επεξεργασμένων λυμάτων ενδέχεται κάτω από ορισμένες συνθήκες να καταλήξει στο υπέδαφος και ενδεχομένως και στον υπόγειο υδροφόρο. Το παρόν κεφάλαιο της μελέτης εξετάζει την πιθανότητα αυτή με σκοπό να διερευνηθεί η επικινδυνότητα που παρουσιάζεται για τον υδροφόρο και οι τρόποι ελαχιστοποίησής της. Βάση αυτής της ανάλυσης θα προκύψουν οι ελάχιστες αποστάσεις του πεδίου διάθεσης από υφιστάμενες ή μελλοντικές υδροληψίες.

Δύο είναι οι βασικές διεργασίες που εξετάζονται από το παρόν κεφάλαιο: η πιθανή ροή υδάτων προς τον υδροφόρο, και η διαδικασία φίλτρανσης / καθαρισμού των υδάτων κατά τη διέλευσή τους από το έδαφος. Με την ανάλυση των παραπάνω φυσικοχημικών διεργασιών θα καθοριστεί η ελάχιστη απόσταση της συγκεκριμένης εφαρμογής από σημεία υδροληψίας.

Βασική ενέργεια για τον υπολογισμό των παραπάνω διεργασιών είναι η ανάλυση της στρωματογραφίας του εδάφους στην περιοχή μελέτης. Η ανάλυση αυτή έχει ήδη πραγματοποιηθεί κατά την εκπόνηση των απαιτούμενων μελετών για την κατασκευή του ΣΕΑ, οπότε και διενεργήθηκαν οι διερευνητικές γεωτρήσεις. Συνοπτική παρουσίαση της ανάλυσης αυτής παρουσιάζεται στο Παράρτημα II.

### Υπολογισμός ροής υδάτων

Βασικό στοιχείο για την εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι ο υπολογισμός του χρόνου που απαιτείται για οποιαδήποτε ποσότητα λυμάτων να εισέλθουν στον υπόγειο υδροφόρο. Για τον λόγο αυτό απαιτείται ο προσδιορισμός του βάθους στο οποίο υπάρχει υπόγειος υδροφόρος, καθώς και ο προσδιορισμός του συντελεστή διαπερατότητας του Darcy (k).

Με βάση τις γεωλογικές έρευνες που έχουν γίνει στην περιοχή, το υπέδαφος για τα πρώτα 2,5-5,5 μέτρα αποτελείται από ασβεστολιθικά θραύσματα και τεμάχια και ζώνες με κόκκινη αμμώδη άργιλο. Από τα 2,5-5,5 μέτρα και μέχρι τα 30 μέτρα των διερευνητικών γεωτρήσεων επικρατούν Δολομίτες και Ασβεστόλιθοι με Συντελεστή Διαπερατότητας  $5,98 \cdot 10^{-7}$ . Το υπόγειο νερό απαντάται σε βάθος 25 μέτρων. (Παράρτημα II). Με βάση αυτά

ο χρόνος που απαιτείται για τα επεξεργασμένα λύματα για να φτάσουν στον υπόγειο υδροφόρο είναι:

$$d = 20\text{m}$$

$$k=5.98 \cdot 10^{-7} \text{ m/sec}$$

$$t = d/k = 3,34 \cdot 10^7 \text{ sec} = 386 \text{ ημέρες}$$

Με αυτά τα δεδομένα, δεν είναι πιθανός ο εμπλουτισμός του υδροφόρου.

### Υπολογισμός απορρυπαντικής ικανότητας εδάφους

Το υπέδαφος αποτελεί ένα πολύ υψηλής απόδοσης φίλτρο για τα νερά που διέρχονται μέσα από αυτό. Οι μηχανισμοί με τους οποίους το έδαφος φιλτράρει και απολυμαίνει το νερό είναι οι εξής:

1. Βιοαποδόμηση: διάσπαση των οργανικών ουσιών από τους μικροοργανισμούς του εδάφους
2. Διάχυση: τάση μορίων να διασπείρονται από περιεχές υψηλότερης συγκέντρωσης σε περιοχές χαμηλότερης συγκέντρωσης
3. Απορρόφηση: εισροή ύλης σε ένα σύστημα
4. Προσρόφηση: προσκόλληση ρύπων πάνω στο υλικό του εδάφους εξαιτίας χημικής έλξης

Οι κυριότεροι ρυπαντές που υπάρχουν στα λύματα είναι οργανικές ουσίες. Ο σημαντικότερος μηχανισμός από τους παραπάνω για τον καθαρισμό των λυμάτων είναι η βιοαποδόμηση, και για τον λόγο αυτό είναι ο μόνος μηχανισμός που αναλύεται στην παρούσα μελέτη.

Η βιοαποδόμηση πραγματοποιείται μόνο μέχρι το πρώτο 1-1,5m καθώς σε μεγαλύτερο βάθος οι μικροοργανισμοί που ενεργοποιούν την διαδικασία αυτή δεν βρίσκονται σε μεγάλους αριθμούς. Για να εκτιμηθεί ο βαθμός βιοαποδόμησης χρησιμοποιείται το γενικό μοντέλο κινητικής πρώτης τάξης (Monod kinetics):

$$c_t = c_0 e^{-kt}$$

όπου:

$c_t$ : συγκέντρωση ρύπου σε δεδομένη χρονική στιγμή  $t$

$c_0$ : αρχική συγκέντρωση ρύπου σε  $t=0$

$k$ : σταθερά διάσπασης ρύπου

Η συγκέντρωση των οργανικών ενώσεων στα λύματα εκφράζεται μέσω του COD. Κατά την εφαρμογή της ισχύουσας νομοθεσίας το COD δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 125 mg/lit. Με δεδομένο ότι το COD συνδέεται με τον ολικό οργανικό άνθρακα με σχέση 3/1, δύναται να προσεγγισθεί η ανώτατη επιτρεπόμενη συγκέντρωση οργανικών στα λύματα. Η συγκέντρωση αυτή είναι 41,5 mg/lit.

Η σταθερά διάσπασης κάθε ρύπου δίνεται βιβλιογραφικά<sup>1</sup>. Για τα σάκχαρα (εύκολα διασπούμενη οργανική ένωση) η σταθερά διάσπασης είναι 1,15 ανά ημέρα. Για πίο δύσκολα διασπώμενες ενώσεις η σταθερά διάσπασης είναι μικρότερη και ενδεικτικά: για το βενζόλιο είναι 0,7 και για το τολουόλιο είναι 0,1. Με δεδομένο ότι οι οργανικές ενώσεις που περιέχονται στα λύματα είναι ως επί το πλείστον βιοδιασπώμενες ενώσεις, επιλέγεται σταθερά διάσπασης ίση με 1, τιμή αντιπροσωπευτική για τις μετρίως έως ευκόλως βιοδιασπώμενες ενώσεις.

Όπως έχει ήδη παρουσιασθεί στην προηγούμενη παράγραφο, ο χρόνος που απαιτείται για να διαπεράσουν τα λύματα ένα στρώμα εδάφους πάχους 1,5 μέτρου υπολογίζεται μέσω του συντελεστή διαπερατότητας του Darcy ( $k$ ).

Σύμφωνα με την στρωματογραφία του εδάφους (Παράρτημα II) στο πάχος που εξετάζεται επικρατεί αμμώδης άργιλος για την οποία, σύμφωνα με την βιβλιογραφία<sup>2</sup>, το  $k$  κυμαίνεται από  $10^{-4}$  έως  $10^{-6}$  m/sec, ενώ γενικευμένα τα εδάφη αυτά ανήκουν στην κατηγορία των ημιπερατών ( $k > 10^{-7}$  m/sec). Για την συγκεκριμένη προσέγγιση γίνεται χρήση ενός μέσου  $k = 10^{-5}$  m/sec.

Με βάση τα παραπάνω ο απαιτούμενος χρόνος για να διανυθεί η απόσταση των 1,5m είναι:

$$t = 1,5 / 10^{-5} = 41,6 \text{ ώρες}$$

Οπότε:

<sup>1</sup> Yoram Avnamelech et al. (1995) *Rates of Organic Carbon and Nitrogen Degradation in Intensive Fish Ponds*, Aquaculture 134

<sup>2</sup> Σούλιος Χ. Γεώργιος (1996) Γενική Υδρογεωλογία

$$C_{41,6} = c_0 e^{-kt} = 41,5 * 0,22 = 9,26 \text{ (} \sim 80\% \text{ μείωση)}$$

Το φίλτρο εδάφους λοιπόν αναμένεται να μειώσει σε ποσοστό 80% τους οργανικούς ρύπους των επεξεργασμένων λυμάτων. Εάν σε αυτό συνυπολογιστούν και οι υπόλοιποι μηχανισμοί φίλτρασης και απολύμανσης όπως έχουν παρουσιαστεί πιο πάνω, δεν προκύπτει λόγος ανησυχίας για την ρύπανση του υδροφόρου.

## Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα παραπάνω ισχύουν τα εξής:

- Το βάθος του υδροφόρου είναι ικανό ώστε να μειώσει σε μεγάλο βαθμό την πιθανότητα ρύπανσης από τα επεξεργασμένα λύματα.
- Τα επικρατέστερα εδάφη στα πρώτα 20 m χαρακτηρίζονται ως ημιπερατά.
- Η βιοαποδόμιση στην οποία υπόκειται το οργανικό φορτίο των λυμάτων κατά το πρώτο 1,5 μέτρο εδάφους οδηγεί στην μείωση των ρυπαντικών φορτίων σε ποσοστό τουλάχιστον 80%. Εάν συνυπολογιστούν και οι υπόλοιποι μηχανισμοί απορρύπανσης το ποσοστό αυτό θα μεγαλώσει περισσότερο.
- Το βάθος του υδροφόρου είναι τέτοιο που προστατεύει απόλυτα τον υδροφόρο από τις επιφανειακές απορροές.

Για τους παραπάνω λόγους δεν τίθενται περιορισμοί ελαχίστων αποστάσεων μελλοντικών ή υφιστάμενων υδροληψιών από την περιγραφείσα εφαρμογή.

Ο ΦΟΡΕΑΣ ΑΝΑΚΤΗΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Ο ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ





Εικόνα 1: Εξωτερική άποψη της Μονάδας



Εικόνα 2: Περιοχή άρδευσης με περίφραξη (Βόρεια)





Εικόνα 3: Περιοχή Άρδευσης με Περίφραξη (Νότια)



Εικόνα 4: Εξωτερική άποψη της Μονάδας

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ - ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ





<b>ΟΤΜ</b> ΟΜΙΛΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΤΕ ENGINEERING CONSULTING Co SA Κουμουνιάου 6 - Αθήνα 114 73 6 Koumounioun Str, Athens 114 73 E l l a d a - G r e e c e Τηλ. 8216432 Fax: 8235288		ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ	ΟΜΙΛΟΣ ΜΟΡΕΑΣ  ΕΡΓΟ: ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ ΚΟΡΙΝΘΟΣ - ΤΡΙΠΟΛΗ - ΚΑΛΛΑΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΛΑΔΟΣ ΛΕΥΚΤΡΟ - ΣΠΑΡΤΗ	ΓΕΩΤΡΥΜΑΝΟ DRILLER ΜΟΒΙΛΕ ΔΡΙΛΛ ΜΠΟΥΤΣΙΩΝΑΣ Π. ΜΟΒΙΛΕΣ ΕΡΓΟΙ SITE ENGINEER ΝΑΣΟΥΛΗΣ Δ. ΣΥΜΟΥ ΕΙΡΗΝΗ 12/6/2008 17/6/2008	ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ GROUND WATER	ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE  <b>Γ27-72</b>  ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ COORDINATES X= 323531.4 Y= 4116223.9 Z= 48																				
ΔΙΑΤΡΗΣΗ - DRILLING  ΒΑΘΟΣ - DEPTH ΑΝΕΡ. ΠΡΟΣΩΣΕΣ NUMBER OF PASSING PERFORATIONS ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ LOGGING ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ SYMBOL		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ DESCRIPTION REMARKS		ΑΣΥΝΕΧΕΙΕΣ - DISCONTINUITIES  ΤΥΠΟΣ ΚΥΡΙΑΣ FRACTURE ΑΝΩΣΤΑΣΕΙΣ FOLIATION ΚΛΙΣΜΑΤΟΣ INCLINATION ΥΛΙΚΟ ΠΡΟΣΩΣΕΩΣ FILLING MATERIAL ΠΡΟΣΩΠΟΙ SURFACE CHARACTERISTICS ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ SYMBOL		ΠΡΟΣΩΠΟΛΟΓΙΑ STRIKE SLIP TEST	ΠΡΟΣΩΠΟΛΟΓΙΑ PRESSURE LEVEL	S.P.T. 4 ΔΟΚΙΜΕΣ AMPLITUDE PERFORATION PERFORATION TEST ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΟ ΕΞΑΝΑΛΥΣΗ GRAIN SIZE TEST (%)	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ LABORATORY TESTS RESULTS  γ (kN/m <sup>2</sup> ) δ <sub>1</sub> (MPa) δ <sub>2</sub> (MPa) δ <sub>30</sub> (MPa) Ε (GPa)																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
17.06.08	5.10	4.40										J	3	a	IV	E/B										
												J	4	a	IV	F							26.65	57.93		
												J	4	a	VII	E/B										
												J	4	γ	VII	B										
									ΤΕΛΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ																	

Απόσπασμα των Γεωτεχνικών Μελετών του Έργου Κατασκευής του ΣΕΑ