



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ταμείο Συνοχής

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα  
«Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και  
Αειφόρος Ανάπτυξη» 2014-2020



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
(ΦΟΔΣΑ) ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
Διεύθυνση: Φράγκων 6-8, Τ.Κ. 546 26  
Τηλέφωνο: 2311 236100  
Fax: 2311 236100  
Email : info@fodsakm.gr

ΕΡΓΟ: Ολοκλήρωση Επέκτασης Β' Φάσης  
και Αποκατάσταση Α' Φάσης ΧΥΤΑ  
Κασσάνδρας

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ:

ΤΑΜΕΙΟ ΣΥΝΟΧΗΣ  
ΣΑ 2017ΣΕ27510003  
ΚΑ 62.7311.030  
ΚΑ 20.6142.050 (ΙΔΙΟΙ ΠΟΡΟΙ)

ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΑΞΙΑ

(με δικαίωμα  
προαίρεσης):

17.391.700,00 € (με ΦΠΑ και  
Δικαίωμα προαίρεσης)  
  
(12.162.000,00 € Κατασκευή έργου+  
3.735.500,00 Λειτουργία έργου +  
1.494.200,00 Δικαίωμα προαίρεσης)

Αριθμός Μελέτης:

35/2022

ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ – ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ

---

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΤΣΥ .....	1
2	ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ .....	2
2.1	ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΧΥΤΑ .....	2
2.2	ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	3
2.2.1	Θερμοκρασία.....	3
2.2.2	Βροχοπτώσεις.....	4
3	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	6
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	6
3.2	ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΝΕΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ .....	9
3.3	ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	9
3.4	ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	13
3.5	ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	15
3.5.1	Μορφολογικά και Τοπιολογικά Χαρακτηριστικά .....	15
3.5.2	Γεωλογικά Χαρακτηριστικά.....	16
3.5.3	Σεισμικότητα .....	17
4	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	18
4.1	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....	21
4.2	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΧΥΤΑ .....	22
4.3	ΚΑΤΑ ΠΑΡΑΒΑΣΗ ΚΥΤΤΑΡΟ ΧΥΤΑ .....	22
4.4	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ .....	23
5	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ .....	24
5.1	ΕΡΓΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ.....	24
5.2	ΕΡΓΑ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ .....	26
5.2.1	Διαμόρφωση Υπόβασης Στεγανωτικών και Αποστραγγιστικών Στρώσεων .....	26
5.2.2	Περιγραφή Στεγανοποιητικών και Αποστραγγιστικών Στρώσεων .....	28
5.3	ΈΡΓΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ .....	44
5.3.1	Διεργασίες Παραγωγής Στραγγισμάτων στους Χώρους Ταφής .....	44
5.3.2	Παράμετροι Σχεδιασμού – Ποσοτική και Ποιοτική Σύσταση Στραγγισμάτων & Λοιπών Υγρών Αποβλήτων.....	47

5.3.3	Ποσοτικός Υπολογισμός Στραγγισμάτων .....	48
5.3.4	Προτεινόμενη Διαχείριση Στραγγισμάτων.....	58
5.3.5	Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων.....	60
5.4	ΕΡΓΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ .....	87
5.4.1	Γενικά .....	87
5.4.2	Σύσταση Βιοαερίου .....	89
5.4.3	Ποσότητες Βιοαερίου.....	91
5.4.4	Διαχείριση Βιοαερίου από τον Υφιστάμενο ΧΥΤΑ και την Επέκταση .....	99
5.5	ΕΡΓΑ - ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ.....	104
5.5.1	Πύλη εισόδου .....	105
5.5.2	Φυλάκιο εισόδου .....	105
5.5.3	Περίφραξη.....	105
5.5.4	Κτίριο Εγκαταστάσεων Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού .....	106
5.5.5	Μηχανοστάσιο – Συνεργείο Οχημάτων – Αποθήκη υλικών .....	106
5.5.6	Αποθήκη υγρών καυσίμων.....	106
5.5.7	Κτίριο υποστήριξης ΕΕΣ – Οικίσκος Ηλεκτρικών Πινάκων, Αυτοματισμών και Δοσομετρικών .....	106
5.5.8	Περιμετρική Δενδροφύτευση .....	107
5.5.9	Σύνδεση με δίκτυα ΔΕΗ, ΟΤΕ και ύδρευσης.....	107
5.5.10	Εγκατάσταση πλυντηρίου τροχών - ελαστικών .....	107
5.6	ΈΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ .....	108
5.7	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ.....	112
5.7.1	Αντιπλημμυρική προστασία νέου κυττάρου .....	112
5.7.2	Αντιπλημμυρική προστασία υφιστάμενου ΧΥΤΑ.....	113
5.7.3	Αντιπλημμυρική προστασία κατά παράβαση κυττάρου .....	113
5.7.4	Γενικές παραδοχές – Σημεία προσοχής .....	113
5.8	ΛΟΙΠΑ ΕΡΓΑ .....	114
5.8.1	Πυρόσβεση και Πυρασφάλεια.....	114
5.9	ΕΡΓΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	115
5.9.1	Παρακολούθηση Είδους & Ποσότητας Εισερχόμενων Αποβλήτων .....	115

5.9.2	Παρακολούθηση Μετεωρολογικών Στοιχείων .....	116
5.9.3	Έλεγχος και Παρακολούθηση του Βιοαερίου .....	116
5.9.4	Παρακολούθηση Ποσότητας & Ποιότητας Στραγγισμάτων και Επιφανειακών Υδάτων.....	118
5.9.5	Παρακολούθηση Ποσότητας & Ποιότητας Υπογείων Υδάτων .....	119
5.9.6	Έλεγχος Όγκου Υγειονομικής Ταφής & Καθιζήσεων.....	120
5.10	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΧΥΤΑ.....	121
5.10.1	Αποκατάσταση Υφιστάμενου Κυττάρου .....	121
5.10.2	Αποκατάσταση του Κατά Παράβαση Κυττάρου .....	123
6	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ .....	125

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΤΣΥ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων (Τ.Σ.Υ.), η οποία αποτελείται από την Τεχνική Περιγραφή και τις Τεχνικές Προδιαγραφές για το έργο «Ολοκλήρωση Επέκτασης Β' Φάσης και Αποκατάσταση Α' Φάσης ΧΥΤΑ Κασσάνδρας» και είναι αναπόσπαστο μέρος των Τευχών Δημοπράτησης του έργου.

Στο αντικείμενο του παρόντος έργου μπορεί να διακριθεί στις ακόλουθες δύο (2) επιμέρους φάσεις:

### Α' Φάση

- Η αποκατάσταση του υφιστάμενου κυττάρου απόθεσης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που τίθενται από την κείμενη νομοθεσία και την ισχύουσα ΑΕΠΟ του Έργου, που περιλαμβάνει και τη μετακίνηση απορριμματικής μάζας προκειμένου να είναι δυνατή η αποκατάστασή του
- Η αποκατάσταση του κατά παράβαση κυττάρου απόθεσης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που τίθενται από την κείμενη νομοθεσία και την ισχύουσα ΑΕΠΟ του Έργου

### Β' Φάση

- Η κατασκευή μίας νέας κλίνης υγειονομικής ταφής, βάσει των προδιαγραφών που ορίζονται από την ισχύουσα ΑΕΠΟ του Έργου και την κείμενη νομοθεσία
- Η κατασκευή μίας επιπρόσθετης κλίνης υγειονομικής ταφής ενδιαμέσως της ως άνω αναφερθείσας και του υφιστάμενου κυττάρου, όπως ορίζει η εγκεκριμένη ΑΕΠΟ, εξαιτίας της απομείωσης της χωρητικότητας της νέας κλίνης επέκτασης λόγω ανάγκης υγειονομικής ταφής μετακινούμενης απορριμματικής μάζας από το υφιστάμενο κύτταρο του ΧΥΤΑ, προκειμένου να εξισορροπηθεί η εν λόγω απομείωση.
- Η κατασκευή ενός συνόλου υποστηρικτικών έργων, όπως έργα αντιπλημμυρικής προστασίας, έργα εσωτερικής οδοποιίας, εγκατάσταση συστήματος έκπλυσης τροχών, έργα κατασκευής περίφραξης κλπ
- Η αναβάθμιση – εκσυγχρονισμός της υφιστάμενης Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ

## 2 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

### 2.1 ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΧΥΤΑ

Ο Χ.Υ.Τ.Α. Κασσάνδρας αναπτύσσεται, στο μέσο της χερσονήσου της Κασσανδρείας και σε απόσταση περίπου πέντε (5) χιλιομέτρων από τον οικισμό της Κασσάνδρας. Το έργο θα εξυπηρετεί το σύνολο των πρώην Δήμων Κασσάνδρας και Παλλήνης, οι οποίοι από το 2011 συνενώθηκαν στον νέο Δήμο Κασσάνδρας, με αποτέλεσμα εξυπηρετούμενο πληθυσμό θέρους 145.500 κατοίκους και εξυπηρετούμενο χειμερινό πληθυσμό περί τους 16.500 κατοίκους.

Οι συντεταγμένες περιγράμματος ανάπτυξης των έργων του ΧΥΤΑ Κασσάνδρας είναι οι ακόλουθες:

A/A	X	Y
1	452383,286	4431227,469
2	452433,877	4431216,585
3	452545,458	4431184,823
4	452565,417	4431167,927
5	452683,397	4431177,104
6	452730,785	4431206,532
7	452757,032	4431191,660
8	452737,892	4431137,362
9	452745,337	4431110,171
10	452751,034	4431095,522
11	452756,167	4431075,980
12	452765,682	4431071,292
13	452768,000	4431060,000
14	452782,000	4431031,000
15	452782,000	4431023,000
16	452771,870	4431009,153
17	452760,290	4431000,772
18	452735,546	4431000,118
19	452717,427	4431015,854
20	452684,746	4431034,298
21	452667,813	4431046,481
22	452627,512	4431057,480
23	452616,266	4431039,629
24	452588,824	4431047,239
25	452576,137	4431050,251
26	452563,428	4431055,195
27	452522,080	4431057,640
28	452458,606	4431056,324
29	452443,435	4431055,637

A/A	X	Y
30	452425,891	4431055,777
31	452406,517	4431054,488
32	452392,313	4431055,260
33	452378,511	4431062,323
34	452363,381	4431066,163
35	452301,183	4431066,226
36	452294,732	4431066,647
37	452283,905	4431068,711
38	452266,904	4431073,807
39	452249,849	4431085,077
40	452228,426	4431102,922
41	452216,636	4431115,272
42	452206,860	4431134,168
43	452205,345	4431158,596
44	452212,060	4431190,970
45	452212,700	4431225,210
46	452256,330	4431221,890
47	452301,290	4431219,610
48	452329,810	4431220,280
49	452351,570	4431222,410
1	452383,286	4431227,469

Βάσει της υπ'αρίθμ. πρωτ. 10968/13-12-2006 Απόφασης του τμήματος Περιβαλλοντικού και Χωροταξικού Σχεδιασμού της ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. Κεντρικής Μακεδονίας, προκύπτουν περιορισμοί από τη 10<sup>η</sup> Εφορεία Βυζαντινών Αρχαιοτήτων, προκειμένου να κατασκευαστεί το έργο. Ειδικότερα, στη βόρεια πλευρά του οικοπέδου και σε μία ζώνη περί των 5m από τα όρια αυτού, βρέθηκαν αρχαιότητες. Έτσι, σύμφωνα με το υπ'αρίθμ. 4922/08-09-2006 έγγραφο της ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. Κεντρικής Μακεδονίας, πρέπει να εξαιρεθεί τμήμα έκτασης περίπου 1.125m<sup>2</sup> της προτεινόμενης έκτασης για επέκταση του Χ.Υ.Τ.Α.

Ο περιφραγμένος χώρος του υφιστάμενου ΧΥΤΑ καταλαμβάνει έκταση 54 περίπου στρεμμάτων. Ο προς αποκατάσταση όγκος των απορριμμάτων, έχει αρχικό όγκο αποθέσεων περίπου 414.000m<sup>3</sup>, ο οποίος μετά το πέρας των εργασιών αφαίρεσης απορριμματικής μάζας θα ισούται με περίπου 295.300m<sup>3</sup>, θα μονωθεί και θα επικαλυφθεί με φυτική γη ώστε να αποκατασταθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ενότητας 5 της Κ.Υ.Α. 114218/31.10.97 (ΦΕΚ 1016/Β/17.11.97).

Διοικητικά υπάγεται στον Δήμο Κασσάνδρας, της Π.Ε. Χαλκιδικής, της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας.

## **2.2 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

### **2.2.1 Θερμοκρασία**

Από τις κυριότερες παραμέτρους του φυσικού περιβάλλοντος, που επηρεάζουν τους τεχνικογεωλογικούς χαρακτήρες μιας περιοχής, αλλά και παρεμβαίνουν αφ' ενός μεν στη διαμόρφωση της σχέσης εδάφους-κατασκευών, και αφ' ετέρου στο σχεδιασμό των έργων, αποτελούν οι υδρομετεωρολογικές συνθήκες (θερμοκρασιακές μεταβολές, ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, κ.λ.π.).

Οι θερμοκρασίες που σημειώνονται παρουσιάζουν ήπιες διακυμάνσεις στο πλαίσιο τυπικού μεσογειακού κλίματος, λόγω του αναγλύφου και της γειτνίασης της περιοχής με την θάλασσα. Οι θερμοκρασίες για τους μήνες Ιανουάριο και Ιούλιο είναι της τάξης των 7,6°C και 25,5°C.

Στον ακόλουθο πίνακα, παρουσιάζονται η μέση, μέγιστη και ελάχιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία. Παρατηρώντας τον πίνακα, διαπιστώνουμε ότι η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5,7°C μέχρι 25,5°C και η μέση ελάχιστη από 0,7°C μέχρι 16,8°C. Χαμηλότερες θερμοκρασίες επικρατούν, ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο στην ορεινή ζώνη, στην οποία επικρατούν και παγετοί.

Πίνακας 1 Μέση, μέγιστη και ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία

ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		
	ΜΕΣΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ
Ιανουάριος	4,6	7,6	1,4
Φεβρουάριος	4,5	5,7	0,7
Μάρτιος	8,3	11,0	4,3
Απρίλιος	12,5	16,6	7,8
Μάιος	16,5	20,7	11,2
Ιούνιος	22	23,9	15,3
Ιούλιος	23,7	25,5	16,5
Αύγουστος	23,6	25	16,8
Σεπτέμβριος	21,1	22,8	14,4
Οκτώβριος	14,8	15,3	9,8
Νοέμβριος	10,4	10,8	6,2
Δεκέμβριος	6,9	8,5	3,1
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>14,08</b>	<b>16,12</b>	<b>8,96</b>

### 2.2.2 Βροχοπτώσεις

Η περιοχή γενικότερα διακρίνεται από εκτεταμένη περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών το χειμώνα, πολύ δροσερή άνοιξη, ευχάριστο καλοκαίρι και φθινόπωρο το οποίο προς το τέλος εμφανίζει χαρακτηριστικά βόρειας περιοχής. Διαπιστώνεται μικρή διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας, η οποία διατηρείται σε υψηλά επίπεδα και κατά τη θερινή περίοδο, προφανώς λόγω της γειτνίασης της περιοχής με τη θάλασσα.

Πίνακας 2 Μηνιαία διακύμανση των βροχοπτώσεων

ΜΗΝΑΣ	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΜΕΡΩΝ ΒΡΟΧΗΣ
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ 24ΩΡΟΥ	
Ιανουάριος	29,7	35,0	5,8
Φεβρουάριος	20,0	23,0	6,6
Μάρτιος	26,1	45,0	4,7



ΜΗΝΑΣ	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΜΕΡΩΝ ΒΡΟΧΗΣ
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ 24ΩΡΟΥ	
Απρίλιος	41,6	82,0	5,4
Μάιος	29,0	25,0	4,7
Ιούνιος	24,1	46,0	3,6
Ιούλιος	10,1	50,0	1,7
Αύγουστος	8,1	11,0	1,8
Σεπτέμβριος	2,5	15,0	1,7
Οκτώβριος	31,1	57,0	4,0
Νοέμβριος	52,5	99,5	5,5
Δεκέμβριος	39,1	62,0	6,2
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>313,9</b>	-	<b>51,7</b>

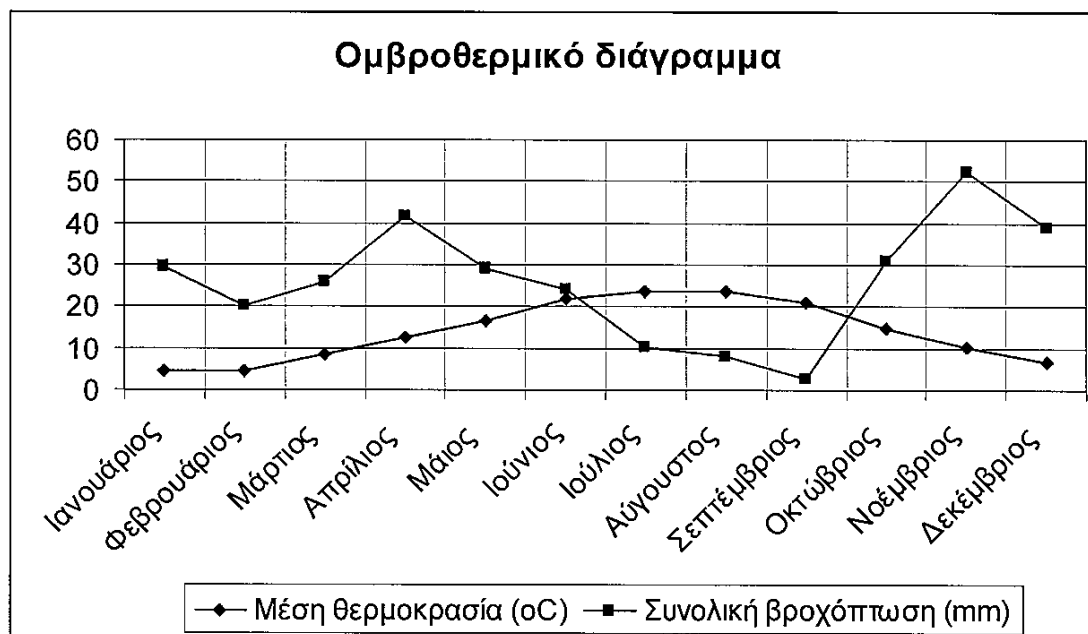
Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, η συνολική ετήσια βροχόπτωση βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και φτάνει στο ύψος των 314mm, το οποίο θεωρείται χαμηλό για περιοχή του βορειοελλαδικού χώρου. Είναι αξιοσημείωτο ότι είναι μικρός και ο αριθμός ημερών βροχής που περιορίζεται στις 51,7 κατ' έτος κατά μέσο όρο. Οι νότιες περιοχές όπως η Κασσάνδρα, που συνορεύουν με τη θάλασσα, έχουν μεγαλύτερο ύψος συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης, το οποίο φθάνει στα 449mm.

Χαρακτηριστικό του κλίματος της περιοχής είναι ότι οι βροχοπτώσεις είναι ήπιες, με αποτέλεσμα το νερό της βροχής να διηθείται κατά σημαντικό ποσοστό στο έδαφος, εμπλουτίζοντας έτσι τους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής. Η κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους προσδιορίζει κυματοειδής διακύμανση με υψηλότερη τιμή τον Φεβρουάριο (44mm) τον Ιούνιο (40,8mm) και τον Νοέμβριο (57,8mm). Μεγαλύτερη κάμψη παρουσιάζεται κατά τους μήνες Ιανουάριο, Ιούλιο και Σεπτέμβριο.

Ο μήνας με την μεγαλύτερη συνολική ετήσια βροχόπτωση είναι ο Νοέμβριος, ενώ το χαμηλότερο ύψος βροχής παρατηρείται το Σεπτέμβριο. Η κατανομή της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης σε χιλιοστά και του αριθμού ημερών βροχής, στις τέσσερις εποχές του έτους, παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3 Ετήσια βροχόπτωση και αριθμός ημερών βροχόπτωσης

	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΜΕΡΩΝ
Φθινόπωρο (Σεπτέμβριος – Νοέμβριος)	86,1	11,2
Χειμώνας (Δεκέμβριος – Φεβρουάριος)	88,8	18,6
Θέρος (Ιούνιος – Αύγουστος)	42,3	7,1



Από τα στοιχεία νέφωσης τεκμηριώνεται η έντονη ηλιοφάνεια, κυρίως κατά τη θερινή περίοδο. Η περιοχή δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα ηλιοφάνειας ακόμα και τη χειμερινή περίοδο, με 11 – 12 ημέρες κατά μήνα πλήρους ή σχεδόν πλήρους ηλιοφάνειας και 9 – 10 ημέρες το μήνα με νέφωση. Οι επικρατούντες άνεμοι στην περιοχή είναι βόρειοι και κυρίως βορειοδυτικής και βορειοανατολικής διεύθυνσης. Με μικρότερη συχνότητα πνέουν νότιοι άνεμοι. Η έντασή τους είναι μικρή και σπάνια ξεπερνά τα 3 μπορφόρ. Γενικά οι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή δε δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα, αντιθέτως συντελούν στη δημιουργία του ευχάριστου κλίματος αυτής.

### 3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ΧΥΤΑ Κασσάνδρας έχει εξαντλήσει τη χωρητικότητά του και δε μπορεί να δεχθεί άλλες ποσότητες απορριμμάτων προς υγειονομική ταφή, αφού έχουν πλήρως πληρωθεί και τα δύο (2) υφιστάμενα κύτταρα απόθεσης. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την έντονη τουριστική ανάπτυξη της περιοχής, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, δημιουργεί οξύτατα προβλήματα τόσο περιβαλλοντικά και αναπτυξιακά, όσο και κοινωνικά, αφού υπάρχει έντονο πρόβλημα διάθεσης των παραγόμενων απορριμμάτων. Επί του παρόντος, τα

παραγόμενα στερεά απόβλητα του Δήμου Κασσάνδρας οδηγούνται προς ταφή στον ΧΥΤΑ Ανθεμούντα και στον ΧΥΤΑ Πολυγύρου.

Συνεπώς, προκύπτει η αναγκαιότητα για άμεση επίλυση του προβλήματος που μπορεί να επιτευχθεί με την επέκταση του σημερινού χώρου υγειονομικής ταφής και τη δημιουργία συμπληρωματικού κυττάρου σε παράπλευρο χώρο που υπάρχει ήδη προς χρήση δυτικά του εν λειτουργία Χ.Υ.Τ.Α.

Η επέκταση του υπάρχοντος χώρου υγειονομικής ταφής θα εξυπηρετεί τις ανάγκες διάθεσης απορριμμάτων των οικισμών του καλλικρατικού δήμου Κασσάνδρας. Ο μόνιμος εκτιμώμενος πληθυσμός (2016) που θα εξυπηρετείται από τον Χ.Υ.Τ.Α., είναι περίπου 20.700 ενώ ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός αιχμής φτάνει περίπου τους 145.000 κατοίκους.

Ο υφιστάμενος ΧΥΤΑ ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1993 και δεχόταν προς ταφή τα απορρίμματα των πρώην Δήμων Κασσάνδρας και Παλλήνης. Με την υπ' αριθμ. πρωτ. οικ.83572/20-08-1997 κοινή απόφαση του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ και Υφυπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, δυνάμει της με αριθμ. πρωτ. 8203/24.03.1997 απόφαση προέγκρισης χωροθέτησης της Διεύθυνσης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ, της με αριθμ. πρωτ. 98/10-04-1997 υποβληθείσας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και του υπ' αριθμ. πρωτ. 01/180/04-06-1997 εγγράφου του Νομαρχιακού Συμβουλίου Χαλκιδικής, οι παραπάνω Υπουργοί αποφάσισαν την έγκριση περιβαλλοντικών όρων για την κατασκευή και λειτουργία χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων του Συμβουλίου Περιοχής 3ης Εδαφικής Περιφέρειας Νομού Χαλκιδικής στην παραπάνω θέση που θα εξυπηρετεί την ευρύτερη περιοχή. Κατά την ανωτέρω ΚΥΑ, η εγκατάσταση του χώρου διάθεσης οικιακών απορριμμάτων ορίστηκε να γίνει στη θέση Παλαιόκαστρο, η δε άδεια λειτουργίας αφορά επιφάνεια τριάντα πέντε (35) στρεμμάτων. Με την παραπάνω ΚΥΑ αποφασίστηκε – μεταξύ άλλων – η κατασκευή περίφραξης, πύλης εισόδου, οικίσκου ελέγχου, δανειοθάλαμου υλικών επικάλυψης, δεξαμενής αποθήκευσης στραγγισμάτων, διαμερισμάτων απορριμμάτων (κυψέλες, ταμπάνια).

Επειδή δε βρέθηκαν στοιχεία καταγραφών εισερχόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ, εκτιμήθηκε ότι για τα έτη 1993-2011 το μέσο ετήσιο βάρος απορριμμάτων ανέρχεται περί τους 18.000tn/έτος, οπότε οι συνολικές αποθέσεις ανέρχονται σε:

$$18.000 \text{ tn/έτος} \times 18 \text{ έτη} = 324.000 \text{ tn}$$

Τα απορρίμματα στον υφιστάμενο Χ.Υ.Τ.Α. υπόκεινται σε φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες, που στον υπό μελέτη χώρο έχουν ως αποτέλεσμα τα απορρίμματα - μετά την εναπόθεσή τους, τη συμπίεσή τους από ειδικό μηχάνημα και κυρίως την πάροδο του χρόνου (ο υφιστάμενος Χ.Υ.Τ.Α. λειτουργεί από το 1993) – να αποκτήσουν ειδικό βάρος της τάξης του 0,90tn/m<sup>3</sup>. Με βάση τις παραπάνω παραδοχές ο όγκος των απορριμμάτων είναι:

$$V_{\text{ολ}} = 324.000 \text{ tn} / 0,90 \text{ tn/m}^3 = 360.000 \text{ m}^3$$

Για την επικάλυψη των απορριμμάτων χρησιμοποιούνται χώματισμοί, ο όγκος των οποίων είναι 15% επί του όγκου των απορριμμάτων. Επομένως ο όγκος των υλικών επικάλυψης είναι  $V_{\gamma\alpha} = 360.000 \times 15\% = 54.000 \text{ m}^3$ . Επομένως ο συνολικός όγκος των αποθέσεων έχει ως εξής:

$$V = 360.000 \text{ m}^3 + 54.000 \text{ m}^3 = 414.000 \text{ m}^3.$$

Τα εισερχόμενα απόβλητα στον ΧΥΤΑ είναι το σύνολο των αστικών στερεών αποβλήτων του Δήμου Κασσάνδρας. Τα αστικά αστερεά απόβλητα τα οποία επιτρέπεται να γίνεουν αποδεκτά στον ΧΥΤΑ, βάσει του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.), παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον ακόλουθο πίνακα:

<b>Δημοτικά απόβλητα (οικιακά απόβλητα και παρόμοια απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, Βιομηχανίες και Ιδρύματα), περιλαμβανόμενων μερών χωριστά συλλεγέντων</b>
<b>20 02 απόβλητα κήπων και πάρκων</b>
20 02 01 βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα
20 02 02 χώματα και πέτρες
20 02 03 άλλα μη βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα
<b>20 03 άλλα δημοτικά απόβλητα</b>
20 03 01 ανάμεικτα δημοτικά απόβλητα
20 03 02 απόβλητα από αγορές
20 03 03 υπολείμματα από τον καθαρισμό δρόμων
20 03 07 ογκώδη απόβλητα
20 03 99 δημοτικά απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως

Σύμφωνα με τον Ν.4042/2012 προβλέπεται ειδικό τέλος ταφής για τις κατηγορίες αποβλήτων που κατατάσσονται στους παρακάτω κωδικούς ΕΚΑ: 20 01 08, 20 02 01, 20 02 02, 20 03 02 & 20 03 07 όταν οδηγούνται σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής χωρίς προηγούμενη επεξεργασία. Με την υλοποίηση των μονάδων επεξεργασίας βιοαποβλήτων (ΜΕΒΑ) και αποβλήτων (ΜΕΑ) που προβλέπονται από την αναθεώρηση του ΠΕΣΔΑ/ΚΜ τα παραπάνω απόβλητα δε θα πρέπει να οδηγούνται σε ΧΥΤΑ. Ακόμη, τα απόβλητα που αφορούν ΑΕΚΚ θα πρέπει να διατίθενται σε αντίστοιχους αδειοδομένους χώρους προς περαιτέρω αξιοποίηση για περαιτέρω επεξεργασία – αξιοποίηση, προκειμένου να μην επιβαρύνονται με ειδικό τέλος ταφής.

Επιπλέον στον ΧΥΤΑ δεν θα γίνονται αποδεκτά τα απόβλητα που αναφέρονται στο άρθρο 6 της ΚΥΑ 29407/3508/2002 και συγκεκριμένα:

α) Δοχεία περιέχοντα υγρά ή αέρια υπό πίεση,

β) Απόβλητα τα οποία είναι εκρηκτικά, διαβρωτικά, οξειδωτικά, πολύ εύφλεκτα ή εύφλεκτα σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις,

γ) Νοσοκομειακά απόβλητα και συναφή, προερχόμενα από ιατρικές ή κτηνιατρικές εγκαταστάσεις, τα οποία είναι μολυσματικά κατά τις κείμενες διατάξεις,

δ) Ολόκληρα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων, εκτός από τα υλικά που προορίζονται για χρήση σε κατασκευαστικά έργα του ΧΥΤΑ και τεμαχισμένα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων (εξαιρουμένων και στις δύο περιπτώσεις των ελαστικών ποδηλάτων και των ελαστικών με εξωτερική διάμετρο άνω των 1400 mm),

ε) Οποιοσδήποτε άλλος τύπος αποβλήτων που δεν πληροί τα κριτήρια αποδοχής που καθορίζονται σύμφωνα με το παράρτημα II του άρθρου 20 της ΚΥΑ 29407/3508/2002 όπως αναλυτικά περιγράφεται στο άρθρο 6 της ίδιας ΚΥΑ,

στ) Αδρανή υλικά, πέραν αυτών που απαιτούνται ως υλικό επικάλυψης και των λοιπών εδαφικών υλικών που κρίνονται απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία του (π.χ. ανυψούμενα αναχώματα, υλικά πυρόσβεσης κλπ.),

ζ) Απόβλητα με υψηλό ποσοστό υγρασίας ή υγρών,

η) Ραδιενεργά απόβλητα.

Οι εργασίες που θα λαμβάνουν χώρα στο ΧΥΤΑ σύμφωνα με τα Παραρτήματα I και II του Ν.4042/2012 είναι οι εξής:

- D1 Εναπόθεση εντός ή επί του εδάφους (π.χ. χώρος υγειονομικής ταφής)
- D5 Ειδικά διευθετημένοι χώροι υγειονομικής ταφής

### **3.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΝΕΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ**

Το νέο κύτταρο επέκτασης του ΧΥΤΑ θα κατασκευαστεί στα βορειοδυτικά του υφιστάμενου (προς αποκατάσταση) κυττάρου σε έκταση περίπου 20 στρεμμάτων. Το απορριμματικό ανάγλυφο της επέκτασης του ΧΥΤΑ θα αναπτυχθεί εντός της περιοχής του νέου κυττάρου, στα δυτικά του υφιστάμενου κυττάρου. Στην περιοχή έχουν πραγματοποιηθεί ήδη ορισμένες εργασίες (διάνοιξη σκάμματος για τον σχηματισμό του νέου κυττάρου, εργασίες διαμόρφωσής του κλπ), οι οποίες διακόπηκαν και δεν ολοκληρώθηκαν, όπως δίνεται αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 4 του παρόντος. Ο υποψήφιος Ανάδοχος οφείλει να λάβει υπόψη του την παρούσα κατάσταση, όπως αυτή περιγράφεται στα Τεύχη Δημοπράτησης και στην Προμελέτη του έργου, καθώς και από άλλες πηγές, όπως επιτόπια αυτοψία επί τόπου του Έργου.

### **3.3 ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

Όπως ήδη αναφέρθηκε, δεν υπάρχουν στοιχεία καταγραφών εισερχόμενων ποσοτήτων απορριμμάτων στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ. Για τον λόγο αυτό, εκτιμήθηκε ότι για τα έτη 1993-

2011 το μέσο ετήσιο βάρος απορριμμάτων ανέρχεται περί τους 18.000tn/έτος με αποτέλεσμα οι αποθέσεις να ανέρχονται σε 324.000tn.

Βάσει της απογραφής του 2011, ο πληθυσμός του Δήμου Κασσάνδρας ανέρχεται σε 19.231 κατοίκους, οι οποίοι σε περιόδους αιχμής φτάνουν τους 144.450 κατοίκους.

Πίνακας 4 Πληθυσμιακά στοιχεία Δήμου Κασσάνδρας

<b>Πληθυσμιακά στοιχεία Δήμου Κασσάνδρας</b>			
	Πραγματικός πληθυσμός 2001	Πραγματικός πληθυσμός 2011	Πληθυσμός αιχμής
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ</b>			
Δημοτική Κοινότητα Κασσανδρείας	3.166	3.613	10.000
Δημοτική Κοινότητα Νέας Φώκias	2.061	2.210	10.000
Τοπική Κοινότητα Αφύτου	1.231	1.345	10.030
Τοπική Κοινότητα Καλάνδρας	750	765	3.040
Τοπική Κοινότητα Καλλιθέας	797	1.511	17.960
Τοπική Κοινότητα Κασσανδρηνού	467	502	2.950
Τοπική Κοινότητα Κρυοπηγής	594	1.181	4.950
Τοπική Κοινότητα Φούρκας	1.203	1.110	12.000
<b>Σύνολο Δημοτικής Ενότητας</b>	<b>10.269</b>	<b>12.237</b>	<b>70.930</b>
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΛΛΗΝΗΣ</b>			
Τοπική Κοινότητα Αγίας Παρασκευής	449	363	2.030
Τοπική Κοινότητα Νέας Σκιώνης	910	852	2.500
Τοπική Κοινότητα Παλιουρίου	826	878	6.000
Τοπική Κοινότητα Πευκοχωρίου	1.668	2.141	25.020
Τοπική Κοινότητα Πολυχρόνου	1.063	1.006	14.950
Τοπική Κοινότητα Χανιώτη	968	1.754	23.020
<b>Σύνολο Δημοτικής Ενότητας</b>	<b>5.884</b>	<b>6.994</b>	<b>73.520</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ</b>	<b>16.153</b>	<b>19.231</b>	<b>144.450</b>

Για την πληθυσμιακή εξέλιξη του Δήμου Κασσάνδρας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του ανατοκισμού με εκτιμώμενο ετήσιο ποσοστό αύξησης +1,5%.

Ο τύπος του ανατοκισμού είναι:

$$E_v = E_0(1+p)^v$$

όπου: Ε<sub>ν</sub>: ο προβλεπόμενος πληθυσμός

Ε<sub>0</sub>: ο πληθυσμός κατά το έτος απογραφής

ρ: η ετήσια αύξηση του πληθυσμού

ν: τα έτη για τα οποία τα γίνει η πρόβλεψη

Επομένως, η πληθυσμιακή εξέλιξη του πληθυσμού του Δήμου Κασσάνδρας προκύπτει ως εξής:

<b>Πληθυσμιακά στοιχεία Δήμου Κασσάνδρας</b>				
	Πραγματικός πληθυσμός 2011	Πρόβλεψη 2016	Πρόβλεψη 2023	Πρόβλεψη 2036
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ</b>				
Δημοτική Κοινότητα Κασσανδρείας	3.613	3.892	4.320	5.242
Δημοτική Κοινότητα Νέας Φώκίας	2.210	2.381	2.642	3.207
Τοπική Κοινότητα Αφύτου	1.345	1.449	1.608	1.952
Τοπική Κοινότητα Καλάνδρας	765	824	915	1.110
Τοπική Κοινότητα Καλλιθέας	1.511	1.628	1.807	2.192
Τοπική Κοινότητα Κασσανδρηνού	502	541	600	728
Τοπική Κοινότητα Κρυοπηγής	1.181	1.272	1.412	1.714
Τοπική Κοινότητα Φούρκας	1.110	1.196	1.327	1.611
<b>Σύνολο Δημοτικής Ενότητας</b>	<b>12.237</b>	<b>13.183</b>	<b>14.631</b>	<b>17.755</b>
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΛΛΗΝΗΣ</b>				
Τοπική Κοινότητα Αγίας Παρασκευής	363	391	434	527
Τοπική Κοινότητα Νέας Σκιώνης	852	918	1.019	1.236
Τοπική Κοινότητα Παλιουρίου	878	946	1.050	1.274
Τοπική Κοινότητα Πευκοχωρίου	2.141	2.306	2.560	3.106
Τοπική Κοινότητα Πολυχρόνου	1.006	1.084	1.203	1.460
Τοπική Κοινότητα Χανιώτη	1.754	1.890	2.097	2.545
<b>Σύνολο Δημοτικής Ενότητας</b>	<b>6.994</b>	<b>7.535</b>	<b>8.362</b>	<b>10.148</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ</b>	<b>19.231</b>	<b>20.717</b>	<b>22.993</b>	<b>27.903</b>
<b>Πληθυσμιακή εξέλιξη Δήμου Κασσάνδρας</b>				

	Πραγματικός πληθυσμός 2011	Πρόβλεψη 2016	Πρόβλεψη 2023	Πληθυσμός αιχμής
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ</b>				
Δημοτική Κοινότητα Κασσανδρείας	3.613	3.892	4.320	10.000
Δημοτική Κοινότητα Νέας Φώκias	2.210	2.381	2.642	10.000
Τοπική Κοινότητα Αφύτου	1.345	1.449	1.608	10.030
Τοπική Κοινότητα Καλάνδρας	765	824	915	3.040
Τοπική Κοινότητα Καλλιθέας	1.511	1.628	1.807	17.960
Τοπική Κοινότητα Κασσανδρηνού	502	541	600	2.950
Τοπική Κοινότητα Κρυοπηγής	1.181	1.272	1.412	4.950
Τοπική Κοινότητα Φούρκας	1.110	1.196	1.327	12.000
<b>Σύνολο Δημοτικής Ενότητας</b>	<b>12.237</b>	<b>13.183</b>	<b>14.631</b>	<b>70.930</b>
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΛΛΗΝΗΣ</b>				
Τοπική Κοινότητα Αγίας Παρασκευής	363	391	434	2.030
Τοπική Κοινότητα Νέας Σκιώνης	852	918	1.019	2.500
Τοπική Κοινότητα Παλιουρίου	878	946	1.050	6.000
Τοπική Κοινότητα Πευκοχωρίου	2.141	2.306	2.560	25.020
Τοπική Κοινότητα Πολυχρόνου	1.006	1.084	1.203	14.950
Τοπική Κοινότητα Χανιώτη	1.754	1.890	2.097	23.020
<b>Σύνολο Δημοτικής Ενότητας</b>	<b>6.994</b>	<b>7.535</b>	<b>8.362</b>	<b>73.520</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ</b>	<b>19.231</b>	<b>20.717</b>	<b>22.993</b>	<b>144.450</b>

Λόγω διαφορών στην πληθυσμιακή φόρτιση ανά περίοδο στον Δήμο Κασσάνδρας, διακρίνονται τρεις (3) περίοδοι:

- Η πρώτη περίοδος (6 μήνες) που αποτελείται από τους χειμερινούς μήνες, με σταθερό αριθμό κατοίκων
- Η δεύτερη περίοδος (4 μήνες) είναι οι μήνες Μάϊος – Ιούνιος και Σεπτέμβριος – Οκτώβριος όπου λόγω αύξησης τουριστικής κίνησης υπολογίζεται περίπου 50% πληρότητα.
- Η τρίτη περίοδος (2 μήνες) είναι οι μήνες μέγιστης τουριστικής κίνησης (Ιούλιος – Αύγουστος) όπου υπολογίζεται πληρότητα 100%.



Η κατανομή ανά περίοδο παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 5 Πληθυσμιακή κατανομή Δήμου Κασσάνδρας ανά περίοδο

<b>Πληθυσμιακή κατανομή Δήμου Κασσάνδρας ανά περίοδο</b>			
	Χειμερινή περίοδος 2023	Πληρότητα 50%	Πληθυσμός αιχμής (πληρότητα 100%)
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ</b>			
Δημοτική Κοινότητα Κασσανδρείας	4.320	5.000	10.000
Δημοτική Κοινότητα Νέας Φώκias	2.642	5.000	10.000
Τοπική Κοινότητα Αφύτου	1.608	5.015	10.030
Τοπική Κοινότητα Καλάνδρας	915	1.520	3.040
Τοπική Κοινότητα Καλλιθέας	1.807	8.980	17.960
Τοπική Κοινότητα Κασσανδρηνού	600	1.475	2.950
Τοπική Κοινότητα Κρυοπηγής	1.412	2.475	4.950
Τοπική Κοινότητα Φούρκας	1.327	6.000	12.000
<b>Σύνολο Δημοτικής Ενότητας</b>	<b>14.631</b>	<b>35.465</b>	<b>70.930</b>
<b>ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΛΛΗΝΗΣ</b>			
Τοπική Κοινότητα Αγίας Παρασκευής	434	1.015	2.030
Τοπική Κοινότητα Νέας Σκιώνης	1.019	1.250	2.500
Τοπική Κοινότητα Παλιουρίου	1.050	3.000	6.000
Τοπική Κοινότητα Πευκοχωρίου	2.560	12.510	25.020
Τοπική Κοινότητα Πολυχρόνου	1.203	7.475	14.950
Τοπική Κοινότητα Χανιώτη	2.097	11.510	23.020
<b>Σύνολο Δημοτικής Ενότητας</b>	<b>8.362</b>	<b>36.760</b>	<b>73.520</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ</b>	<b>22.993</b>	<b>72.225</b>	<b>144.450</b>

### 3.4 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ποιοτική σύνθεση των απορριμμάτων της περιοχής μελέτης θεωρείται όμοια με αυτή των απορριμμάτων της περιφέρειας της χώρας και μάλιστα της ηπειρωτικής Ελλάδας, αλλά και άλλων μεσογειακών χωρών, λόγω παρόμοιων συνθηκών:

Πίνακας 6 Ποιοτική σύσταση αποβλήτων

A/A	Σύσταση ΑΣΑ	Ποσοστό (%) κ.β.	Κωδικοί ΕΚΑ
1	Ζυμώσιμα	49	20 01 08
2	Χαρτί	20	20 01 01
3	Γυαλί	4,5	20 01 02
4	Πλαστικά	8,5	20 01 39
5	Μέταλλα	4,5	20 01 40
6	Αδρανή	3	20 02 02
7	Ύφασμα - Ξύλο - Δέρμα - Λάστιχο	5	20 01 11 – 20 01 38 - 20 01 10
8	Υπόλοιπα	5,5	20 03

Για την εκτίμηση των ποσοτήτων των παραγόμενων απορριμμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές του επόμενου πίνακα:

Πίνακας 7 Συντελεστές εκτίμησης ποσοτήτων παραγόμενων απορριμμάτων

Πληθυσμός	Kgr/κάτοικο&ημέρα
Κάτω από 1.000 κατοίκους	0,7
Μεταξύ 1.000 - 2.000 κατοίκων	0,8
Πάνω από 2.000 κατοίκους	0,9
Τουρίστες	1,15

Επομένως, οι ποσότητες παραγόμενων απορριμμάτων Δήμου Κασσάνδρας ανά περίοδο (kgr/ημέρα) είναι οι ακόλουθες:

Για τους μήνες Νοέμβριο έως Απρίλιο:

$$B_1 = 19.361 \text{ Kgr/ημέρα} * 181 \text{ ημέρες} = 3.504.407 \text{ Kgr}$$

Για τους μήνες Μάιο-Ιούνιο & Σεπτέμβριο-Οκτώβριο:

$$B_2 = 64.477 \text{ Kgr/ημέρα} * 122 \text{ ημέρες} = 7.866.133 \text{ Kgr}$$

Για τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο:

$$B_3 = 166.118 \text{ Kgr/ημέρα} * 62 \text{ ημέρες} = 10.299.285 \text{ Kgr}$$

Και συνολικά  $B_1 + B_2 + B_3 = 21.669.825 \text{ Kgr/έτος}$  ή περίπου 21.670tn/έτος.

Εκτιμάται μέση ετήσια αύξηση της τάξης του 0,90% για τα επόμενα έτη για την ποσότητα των ΑΣΑ του Δήμου Κασσάνδρας. Για την επικάλυψη των απορριμμάτων θα χρησιμοποιηθούν οι

χωματισμοί που θα προέλθουν από τις εργασίες διαμόρφωσης του πυθμένα του νέου κυττάρου. Ο όγκος του υλικού επικάλυψης υπολογίζεται σε 15% επί του όγκου των απορριμμάτων. Ο συνολικός απαιτούμενος όγκος προκύπτει:

Πίνακας 8 Συνολικός απαιτούμενος όγκος ανά έτος

Έτος	ΑΣΑ (tn)	Πυκνότητα απορριμμάτων	Όγκος απορριμμάτων (m <sup>3</sup> )	Ποσοστό υλικού επικάλυψης	Όγκος επικάλυψης (m <sup>3</sup> )	Συνολικός όγκος
2023	21.670	0,9	24.078	0,15	3.612	27.689
2024	21.866	0,9	24.296	0,15	3.645	27.941
2025	22.063	0,9	24.515	0,15	3.678	28.193
2026	22.262	0,9	24.736	0,15	3.711	28.447
2027	22.463	0,9	24.959	0,15	3.744	28.703
2028	22.666	0,9	25.185	0,15	3.778	28.963
2029	23.870	0,9	25.412	0,15	3.812	29.224
2030	23.076	0,9	25.640	0,15	3.846	29.486
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>198.821</b>		<b>29.826</b>	<b>228.647</b>

Ο συνολικός όγκος των απορριμμάτων και του υλικού επικάλυψης κατά το πρώτο έτος λειτουργίας του (2023) είναι 27.690 m<sup>3</sup>. Ο συνολικός απαιτητός όγκος για την λειτουργία του Χ.Υ.Τ.Α. υπολογίσθηκε σε 228.647 m<sup>3</sup>. Σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΜΠΕ του Έργου αλλά και τους Περιβαλλοντικούς Όρους που διέπουν την κατασκευή και λειτουργία του (υπ'αριθμ. 6127/20-09-2017 Απόφαση του Συντονιστή Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας – Θράκης, με ΑΔΑ: ΩΩΩΝΟΡ1Υ-Λ5Λ), ο ΧΥΤΑ θα έχει ικανότητα υποδοχής 231.329m<sup>3</sup> και διάρκεια ζωής 8 έτη.

### 3.5 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

#### 3.5.1 Μορφολογικά και Τοπολογικά Χαρακτηριστικά

Η εξεταζόμενη περιοχή περιλαμβάνει πεδινή έκταση προς τον κόλπο της Κασσάνδρας. Το υπόλοιπο τμήμα της περιοχής περιλαμβάνει λοφώδεις εκτάσεις με χαμηλό υψόμετρο. Υψηλότερη κορυφή είναι τα Λιβαδάκια (353m). Η περιοχή αποτελείται από δάση πεύκων που φτάνουν ως τη θάλασσα, και καλλιεργημένες εκτάσεις.

Η χερσονήσος της Κασσάνδρας είναι η δυτικότερη από τις τρεις χερσονήσους της Χαλκιδικής. Εκτείνεται μεταξύ του Θερμαϊκού κόλπου και του Κόλπου της Κασσάνδρας. Έχει σχήμα δρεπανοειδές. Μετά την διώρυγα της Ποτίδαιας και τα ακρωτήρια Πύργος και Κασσάνδρας, στρέφεται ανατολικά ως το ακρωτήριο Παλιούρι, δυτικό κέρασ του Κόλπου της Κασσάνδρας

(Τορωναίου). Στη συνέχεια σχηματίζονται οι ανατολικές ακτές της χερσονήσου της Κασσάνδρας, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, που περιλαμβάνουν τα ακρωτήρια Άγιο Νικόλαο, Χρούσου, Κλαρόκαβο και τον όρμο του Αγίου Παύλου. Συνδέεται με τη Χαλκιδική με στενό ισθμό, όπου έχει διανοιχτεί η διώρυγα της Ποτίδαιας ή Πόρτας.

Τέλος, η περιοχή της Κασσάνδρας έχει πολλούς κόλπους και ορμίσκους που προσελκύουν τους τουρίστες. Υπάρχουν παραθεριστικά κέντρα που αποτελούν πόλο έλξης των τουριστών όπως η Σίβηρη, η Φούρκα, το Ποσείδι και η Νέα Σκιώνη.

### **3.5.2 Γεωλογικά Χαρακτηριστικά**

Η χερσόνησος της Κασσάνδρας ανήκει στη ζώνη της Παιονίας που είναι η ανατολικότερη ζώνη της ευρύτερης ζώνης του Αξιού. Γεωλογικά αποτελείται από ιζήματα του Τεταρτογενούς (άμμοι παράκτιοι, πλευρικά κορήματα), τα οποία εμφανίζονται στα χαμηλότερα σημεία της χερσονήσου και στις κοιλάδες και από μεγάλου πάχους ιζήματα του Νεογενούς (ερυθρές μάργες, ασβεστόλιθοι, καστανόχρωμοι μάργες και κροκαλοπαγή χονδρομερή χαλαράς συνοχής και μολασσοί σχηματισμοί) που επικάθονται ασυμφώνως στο Μεσοζωικό υπόβαθρο.

Στην ευρύτερη περιοχή του έργου υπάρχουν μόνο τα Νεογενή ιζήματα που αποτελούνται από:

- Ερυθρές μάργες που περιέχουν αργίλους ή άμμο ή κροκαλοπαγή και το συνολικό τους πάχος υπερβαίνει τα 100m και βρίσκονται στο βόρειο μέρος της χερσονήσου της Κασσάνδρας
- Ασβεστόλιθοι λατυτοπαγείς που στα δυτικά της χερσονήσου μεταπίπτουν σε μαραϊκές πράσινες αργίλους
- Σειρά λευκών μάργων, ανάμεσα στις οποίες παρεμβάλλονται μαργαϊκοί ασφβεστόλιθοι και ψαμμίτες
- Κροκαλοπαγή χονδρομερή χαλαράς συνοχής
- Άμμοι καστανοκίτρινοι συμπαγείς λεπτόκοκκοι έως μεσόκοκοι χωρίς απολιθώματα

Στην περιοχή μελέτης τα Νεογενή ιζήματα αποτελούνται από:

- Ερυθρές μάργες που περιέχουν αργίλους ή άμμο ή κροκαλοπαγή
- Καστανόχρωμες μάργες με αργίλους μαρμαρυγιούχες ή αμμούχες ή κροκαλοπαγή εντός αυτών και
- Σύστημα πολύχρωμων (ερυθρών ή τεφρών) ψαμούχων ή μαρμαρυγιούχων μάργων και κροκαλοπαγών

Στην ευρύτερη περιοχή του έργου δεν παρατηρήθηκαν ρήγματα τα οποία να επηρεάζουν τη στεγανότητα της λεκάνης απόθεσης των απορριμμάτων. Ακόμα υπάρχει ομοιομορφία (κόκκομετρική και σύστασης) και συνέχεια των γεωλογικών σχηματισμών στην περιοχή έως ένα βάθος τουλάχιστον 28m.

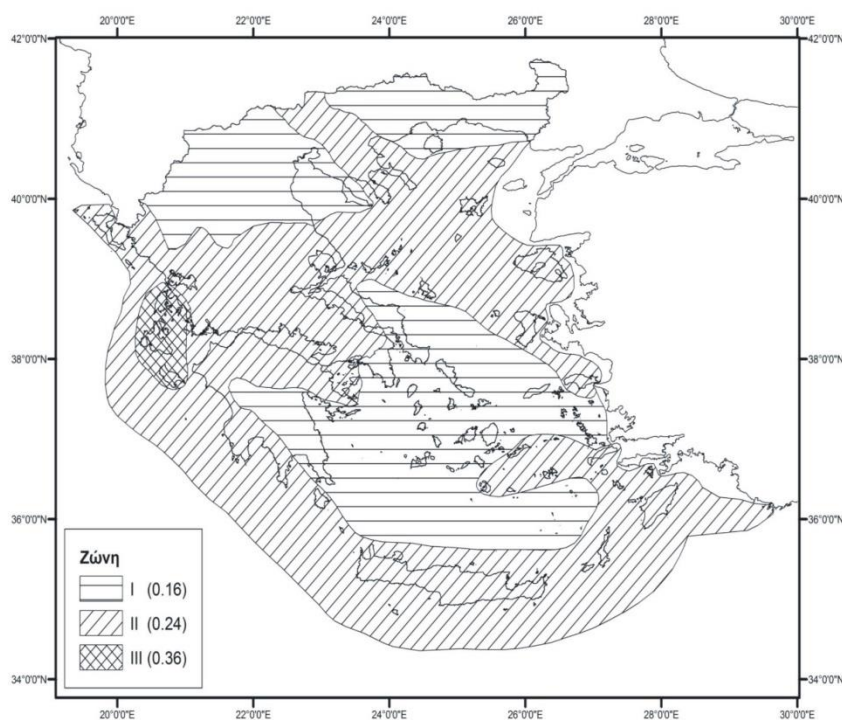
Από λεπτομερείς μελέτες των λιθοστρωματογραφικών στηλών στις φυσικές τομές Άθυτος και Σάνη παρατηρούνται εναλλαγές λευκότεφρης μάργας με άργιλο και άμμο, και άμμους -

ψαμμίτες. Οι σειρές αυτές τοποθετούνται στο σχηματισμό του Τριλόφου. Το περιβάλλον απόθεσης των ιζημάτων αυτών καθορίστηκε ως λιμναίο. Η ηλικία των άμμων και μάργων του σχηματισμού Τριλόφου καθορίστηκε στο Ανώτερο Μειόκαινο Από το γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ δίνεται ως μέγιστο πάχος η τιμή των 100m.

Η περιοχή του Χ.Υ.Τ.Α καλύπτεται από την σειρά των καστανόχρωμων μάργων, ενώ στα περιθώρια της περιοχής εμφανίζεται σχηματισμός ασβεστόλιθου αποτελούμενος από ασβεστόλιθους λατυτοπαγείς ηλικίας Μειόκαινου.

### 3.5.3 Σεισμικότητα

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης, κατατάσσεται στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας Ι (ζώνη χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας), κατά την κατανομή του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ – 2000 – (Τροποποίηση Φ.Ε.Κ. Β΄ 1154/12-8-2003, Απόφαση Αριθ. Δ17α/115/9/ΦΝ275). Οι Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας είναι 3 (I,II,III), και την μέγιστη επικινδυνότητα την έχει η Ζώνη III, όπως παρουσιάζεται και στον χάρτη που ακολουθεί. Ο Δήμος Κασσάνδρας που αποτελεί την εγγύτερη περιοχή μελέτης υπάγεται στην Ζώνη Ι (χαμηλής επικινδυνότητας).



Εικόνα 1: Αναθεωρημένος Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας (ΕΑΚ-2000 – Τροποποίηση Φ.Ε.Κ. Β΄ 1154/12-8-2003, Απόφαση Αριθ. Δ17α/115/9/ΦΝ275)

Συμπερασματικά, προκύπτει ότι η περιοχή του έργου χαρακτηρίζεται ως χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας για το συγκεκριμένο τεχνικό έργο.

#### 4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Ο ΧΥΤΑ Κασσάνδρας λειτουργούσε από ανεξάρτητο και αυτοτελή –σε σχέση με τον Δήμο Κασσάνδρας – φορέα ήδη από τις αρχές του 1990 (περίπου από το έτος 1993). Με την υπ'αριθμ. πρωτ. οικ.83572/20-08-1997 Κοινή Απόφαση του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ και Υφυπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, δυνάμει της με αριθμ. πρωτ. 8203/24.03.1997 Απόφαση Προέγκρισης Χωροθέτησης της Διεύθυνσης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ, της με αριθμ. πρωτ. 98/10-04-1997 υποβληθείσας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και του υπ'αριθμ. πρωτ. 01/180/04-06-1997 εγγράφου του Νομαρχιακού Συμβουλίου Χαλκιδικής, οι παραπάνω Υπουργοί αποφάσισαν την έγκριση περιβαλλοντικών όρων για την κατασκευή και λειτουργία χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων του Συμβουλίου Περιοχής 3<sup>ης</sup> Εδαφικής Περιφέρειας Νομού Χαλκιδικής στην παραπάνω θέση που θα εξυπηρετεί την ευρύτερη περιοχή. Κατά την ανωτέρω ΚΥΑ, η εγκατάσταση του χώρου διάθεσης οικιακών απορριμμάτων ορίστηκε να γίνει στη θέση Παλαιόκαστρο, η δε άδεια λειτουργίας αφορά επιφάνεια τριάντα πέντε (35) στρεμμάτων.

Με την παραπάνω ΚΥΑ αποφασίστηκε – μεταξύ άλλων – η κατασκευή περίφραξης, πύλης εισόδου, οικίσκου ελέγχου, δανειοθάλαμου υλικών επικάλυψης, δεξαμενής αποθήκευσης στραγγισμάτων, διαμερισμάτων απορριμμάτων (κυψέλες, ταμπάνια). Ο φορέας λειτουργίας του ΧΥΤΑ επιφορτίστηκε με τις υποχρεώσεις που ορίστηκαν στην ανωτέρω ΚΥΑ. Η παραπάνω ΚΥΑ δεν ανακλήθηκε ούτε τροποποιήθηκε, παρά το ότι κατά τον όρο 62 οριζόταν ότι θα μπορούσε να ανακληθεί ή να τροποποιηθεί αν κατά τη φάση της κατασκευής, της λειτουργίας ή μετά την τελική αποκατάσταση του ΧΥΤΑ προκύψει ότι δεν προστατεύεται επαρκώς η δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Όλες οι ανωτέρω κατασκευές που προβλεπόταν στην ανωτέρω ΚΥΑ, έγιναν από τον εκάστοτε Φορέα Διαχείρισης του ΧΥΤΑ, για την εξυπηρέτηση της λειτουργίας του.

Με την υπ' αριθμ. 639/22-12-2005 απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας με θέμα «Έγκριση Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας» ο Γ.Γ. Περιφέρειας αποφάσισε μεταξύ άλλων: «...*Άξονες δράσης: 1. Ασφαλής τελική διάθεση των στερεών αποβλήτων λαμβάνοντας υπόψη τα ήδη κατασκευασμένα και δρομολογημένα έργα. 2. Διακοπή λειτουργίας και αποκατάσταση των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων ...Ι. Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ): Α. Έργα ασφαλούς τελικής διάθεσης ανά Νομό – Διαχειριστικές Ενότητες (ΔΕ). Ολοκλήρωση των βασικών έργων υποδομής (μεταφοράς και υγειονομικής ταφής) τα οποία: Θα εξασφαλίσουν την ασφαλή διάθεση των αποβλήτων... Θα διαμορφώσουν τις προϋποθέσεις για την παύση λειτουργίας και την αποκατάσταση όλων των ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης (ΧΑΔΑ) που υπάρχουν στην Περιφέρεια... θα αποτελέσουν αναπόσπαστο κομμάτι κάθε οργανωμένης εγκατάστασης ανεξάρτητα από την επιλεγόμενη τεχνολογία επεξεργασίας. Νομός – Διαχειριστικές Ενότητες και Συναφή Έργα: .... Χαλκιδικής: Πέντε (5) ΔΕ (1η ΔΕ Κασσάνδρας....) Πέντε (5) ΧΥΤΑ (έναν ανά ΔΕ) .... Δ. Εναρμόνιση των υφιστάμενων ΧΥΤΑ με την ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508.... Χώροι υγειονομικής ταφής για τους οποίους είχε χορηγηθεί άδεια λειτουργίας οι οποίοι λειτουργούσαν ήδη πριν*

την έναρξη ισχύος της 29407/3508/06-12-2002, μπορούν να συνεχίσουν να λειτουργούν μόνο εφόσον ληφθούν τα αναγκαία μέτρα, το ταχύτερο δυνατό και το αργότερα μέσα σε επτά (7) έτη από την έναρξη ισχύος της απόφασης αυτής. Οι ΦοΔΣΑ οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη λειτουργία των ΧΥΤΑ υποχρεούνται για την πλήρη εναρμόνιση με την ΚΥΑ μετά από εκπόνηση μελετών διευθέτησης των υφιστάμενων ΧΥΤΑ...». Ως προς την έκταση που καταλάμβανε ο ΧΥΤΑ με τη λειτουργία του από το 1993 και εφεξής, σημειώνεται ότι από την υπ' αριθμ. πρωτ. 13448/26-11-2008 Απόφαση του Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας με θέμα: «Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων του έργου: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Κασσάνδρας, Ν. Χαλκιδικής», αποδεικνύεται ότι: «...Ο ΧΥΤΑ Κασσάνδρας εξυπηρετεί τις ανάγκες διάθεσης απορριμμάτων των Δήμων Κασσάνδρας και Παλλήνης Ν. Χαλκιδικής. Ο υφιστάμενος ΧΥΤΑ Κασσάνδρας, ο οποίος λειτουργεί από το έτος 1993, εμβαδού 44 στρεμμάτων, βρίσκεται σε απόσταση 5,1 km, νοτιοανατολικά του οικισμού της Κασσάνδρας, στη θέση «Αχλαδώνας», στο Δ.Δ. Κασσανδρείας του Δήμου Κασσάνδρας...».

Επομένως, ο ΧΥΤΑ Κασσάνδρας λειτουργούσε στην ίδια θέση από το έτος 1993 και εξυπηρετούσε το σύνολο των Δήμων και Κοινοτήτων της χερσονήσου, βάσει της ΚΥΑ 83572/20-08-1997, με την οποία και έλαβε άδεια λειτουργίας για επιφάνεια 35 στρεμμάτων. Ο ΧΥΤΑ Κασσάνδρας ως υφιστάμενος κατά τον χρόνο έκδοσης απόφασης του Γ.Γ. Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας που αφορούσε τον περιφερειακό σχεδιασμό διαχείρισης αποβλήτων, όχι μόνο εντάχθηκε στον σχεδιασμό, αλλά προβλέφθηκε η συνέχιση της νόμιμης λειτουργίας του με τη λήψη αναγκαίων μέτρων μέσα σε επτά (7) χρόνια από την έναρξη ισχύος της ως άνω απόφασης. Η έκταση λειτουργίας του διακρίνεται σε ιδιόκτητη έκταση (του Αναπτυξιακού Συνδέσμου 3<sup>ης</sup> Γεωγραφικής Ενότητας Χαλκιδικής) και σε έκταση δημοσίου δάσους, οι οποίες κατελάμβαναν συνολικό εμβαδόν 44 στρεμμάτων.

Ο ΧΥΤΑ κατά την 20ετή λειτουργία του εξάντλησε τη δυνατότητα απορρόφησης απορριμμάτων και δημιουργήθηκε επιτακτική ανάγκη για επέκτασή του. Ο τότε φορέας λειτουργίας του ΧΥΤΑ (Διαδημοτική Επιχείρηση Απορριμμάτων Κασσάνδρας και Παλλήνης – ΔΕΔΑΚΑΠ) εκκίνησε από το έτος 2006 τις διαδικασίες για να εκτελεστεί το έργο της επέκτασης. Η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης της επέκτασης ολοκληρώθηκε με την υπ' αριθμ. πρωτ. 13448/26-11-2008 Απόφαση του Γ.Γ. Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων του έργου: «Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Κασσάνδρας Ν. Χαλκιδικής». Το έργο, για το οποίο εγκρίθηκαν οι περιβαλλοντικοί όροι, περιελάμβανε την «κατασκευή και λειτουργία έργων επέκτασης του ΧΥΤΑ Κασσάνδρας Νομού Χαλκιδικής καθώς και των έργων τελικής αποκατάστασης, μετά την παύση λειτουργίας του». Τα έργα επέκτασης θα προβλεπόταν να πραγματοποιηθούν σε έκταση 13,5 στρεμμάτων.

Στο πλαίσιο της προστασίας της Δημόσιας Υγείας και του Περιβάλλοντος, ο Δήμος Κασσάνδρας ενέταξε στο Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς (ΕΣΠΑ) 2007-2013, το υποέργο: «Επέκταση ΧΥΤΑ Κασσάνδρας» με κωδικό ΟΠΣ «302365», συνολικού προϋπολογισμού 6.149.505,53 €. Για το έργο εκδόθηκε η υπ' αριθμ. πρωτ. 7300/20-09-2012 Σύμφωνη Γνώμη της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας για τη δημοπράτηση του έργου.

Κατόπιν της ανάδειξης Αναδόχου για το έργο, εκκίνησαν οι διαδικασίες επέκτασης και αποκατάστασης του ΧΥΤΑ Κασσάνδρας. Ωστόσο, κατά την εκτέλεση των εργασιών κατασκευής του νέου κυττάρου και αποκατάστασης των υφιστάμενων, ο Ανάδοχος αντιμετώπισε ποικίλα ζητήματα, όπως την ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων προϊόντων κατεδαφίσεων και ογκωδών ανόργανων απορριμμάτων στον χώρο κατασκευής του νέου κυττάρου και παλαιών απορριμματικών αποθέσεων και ρυπασμένου εδάφους, ενώ έλαβαν χώρα κατολισθητικά φαινόμενα στο υφιστάμενο κύτταρο. Για την αντιμετώπιση των ζητημάτων αυτών, η Διευθύνουσα Υπηρεσία προέβη στη σύνταξη ειδικής γεωτεχνικής μελέτης για την αντιμετώπιση των ανωτέρω φαινομένων. Βάσει αυτής της μελέτης, κατασκευάστηκαν κατάλληλα συμπυκνωμένα αντίβαρα ποδός κατά μήκος του ανατολικού και βόρειου αντερείσματος του νέου κυττάρου, ώστε να ενισχυθεί η κρίσιμη περιοχή του πόδα των συγκεκριμένων αντερείσμάτων. Παράλληλα, αποφορτίστηκε το βόρειο τμήμα του νέου κυττάρου με ταπείνωση της στέψης του βόρειου επιχώματος της εσωτερικής οδοποιίας και με εφαρμογή ηπιότερων κλίσεων επί του μετώπου του. Αντίστοιχα, ταπεινώθηκε και η στέψη της ανάντη αγροτικής οδού. Παρά την εκτέλεση των απαιτούμενων εργασιών βάσει της γεωτεχνικής μελέτης, αλλά και την έναρξη κατασκευής Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ), εντοπίστηκαν σοβαρά φαινόμενα διάβρωσης στο μέτωπο των πρανών του νέου κυττάρου, εξαιτίας έντονων και διαρκών βροχοπτώσεων εκείνη την περίοδο στην περιοχή του ΧΥΤΑ. Τα φαινόμενα αυτά ενισχύθηκαν το επόμενο διάστημα με συνέπεια την εμφάνιση εκτεταμένων ζημιών σε όλη την έκταση του νέου κυττάρου. Έτσι, ο Ανάδοχος, αφού προέβη σε εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών εντός του ΧΥΤΑ, κατέθεσε αίτηση διάλυσης σύμβασης προς τον Δήμο Κασσάνδρας, η οποία και έγινε δεκτή από το Δ.Σ. αυτού. Τα τμήματα του έργου που κατασκευάστηκαν είναι τα ακόλουθα:

- Έχει εκτελεστεί μέρος των εκσκαφών του νέου κυττάρου, μέρος της μόρφωσης των πρανών του νέου κυττάρου και κατασκευή συμπυκνωμένου επιχώματος του νέου κυττάρου.
- Έχει κατασκευαστεί μέρος του στραγγιστηρίου στον πυθμένα του νέου κυττάρου με αντίστοιχη τοποθέτηση μέρους γεωϋφάσματος, ολοκλήρωση των επιχώσεων – κατασκευής αντιβάρων στον πυθμένα του νέου κυττάρου
- Έχουν εκτελεστεί οι εκσκαφές και η επίχωση του νέου κτιρίου της ΕΕΣ
- Έχει ολοκληρωθεί η προμήθεια και η προσκόμιση επί τόπου του έργου υλικών, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τους σκοπούς της νέας εργολαβίας, σύμφωνα με τις εργαστηριακές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν

Ωστόσο, σημειώνεται ότι η διάλυση της Σύμβασης εγκρίθηκε με το 2018 με την υπ' αριθμ. πρωτ. 114/19-04-2018 Απόφαση του ΔΣ του Δήμου Κασσάνδρας. Έκτοτε, δεν πραγματοποιήθηκαν εργασίες συντήρησης στον χώρο του ΧΥΤΑ και ούτε έλαβε χώρα κάποια εργολαβία για τη συνέχιση των εργασιών.

Όπως αναφέρθηκε, στα πλαίσια της προηγούμενης εργολαβίας, έχει πραγματοποιηθεί μικρό τμήμα των εργασιών διαμόρφωσης του νέου κυττάρου, ενώ επί τόπου του έργου υφίστανται υλικά, τα οποία, έπειτα από εργαστηριακούς ελέγχους, κρίθηκε ότι βρίσκονται σε καλή γενικά κατάσταση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τους σκοπούς του έργου. Το είδος



και οι ποσότητες των υλικών παρατίθενται στο παράρτημα του παρόντος Τεύχους. Σε κάθε περίπτωση οι υποψήφιοι Ανάδοχοι θα πρέπει να λάβουν γνώση οι ίδιοι για την κατάσταση των επί τόπου υλικών και σε περίπτωση προσφοράς τους να αποδεχθούν τη χρήση τους εγγράφως.

Επί του παρόντος, ο Περιφερειακός Σύνδεσμος Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) Κεντρικής Μακεδονίας, ως αρμόδιος για τη λειτουργία του ΧΥΤΑ, εκκινεί διαδικασία για την ανάδειξη νέου Αναδόχου για την ολοκλήρωση των εργασιών επέκτασης και αποκατάστασης του ΧΥΤΑ, μέσω Δημοπράτησης του Έργου σύμφωνα με τις διατάξεις του Άρθρου 50 (Δημόσιες συμβάσεις έργων με αξιολόγηση μελέτης) του Νόμου 4412/2016 «Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών» (ΦΕΚ 147/Α/08-08-2016).

Εντός της εγκατάστασης του ΧΥΤΑ περιλαμβάνονται τα εξής έργα/υποδομές:

#### **4.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

Στο χώρο του έργου έχουν υλοποιηθεί τα ακόλουθα:

- Πύλη εισόδου στον ΧΥΤΑ
- Χώρος αναμονής απορριμματοφόρων
- Χώρος δειγματοληψίας απορριμμάτων
- Οικίσκος – φυλάκιο εισόδου
- Περίφραξη
- Γεφυροπλάστιγγα ζύγισης απορριμμάτων
- Χώρος Στάθμευσης Οχημάτων
- Κτίριο εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού
- Συνεργείο οχημάτων – Αποθήκη υλικών – υγρών καυσίμων
- Δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων στραγγισμάτων – Δεξαμενή πυρόσβεσης
- Διατάξεις ύδρευσης, αποχέτευσης, λυμάτων, πυρόσβεσης - πυροπροστασίας, ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις οδοφωτισμού κλπ
- Εσωτερικό οδικό δίκτυο
- Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας – έργα διαχείρισης ομβρίων υδάτων
- Δενδροφύτευση περιμετρικά και εντός του ΧΥΤΑ

Επιπλέον, στα πλαίσια προηγούμενης εργολαβίας, έχουν υλοποιηθεί εργασίες διαμόρφωσης της περιοχής του νέου κυττάρου, οι οποίες και δεν ολοκληρώθηκαν, ενώ επί τόπου του έργου υπάρχουν υλικά (γεωυφάσματα, γεωμεμβράνες, γεωσυνθετικό αποστράγγισης, αντλίες κ.ά.), τα οποία δύναται να χρησιμοποιηθούν για τους σκοπούς του έργου. Στο παράρτημα του παρόντος Τεύχους παρατίθεται αναλυτική λίστα με το είδος και την ποσότητα των υλικών αυτών.

#### 4.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΧΥΤΑ

Το υφιστάμενο κύτταρο του ΧΥΤΑ εγκρίθηκε με την με αριθ.πρωτ. οικ.83572/20-08-1997 ΚΥΑ Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ και Υφυπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης και αναπτύσσεται σε έκταση 28.679,69 m<sup>2</sup>.

Εξαιτίας της εμφάνισης κατολισθητικών φαινομένων στο υφιστάμενο κύτταρο, προτείνεται η αφαίρεση απορριμματικής μάζας από την στέψη του και η εναπόθεσή της στον πυθμένα του νέου κυττάρου, έπειτα από την ολοκλήρωση των εργασιών διαμόρφωσης και στεγάνωσής του.

Το υφιστάμενο κύτταρο διαθέτει στεγάνωση και δίκτυο συλλογής στραγγισμάτων, το οποίο οδηγεί τα παραγόμενα στραγγίσματα στην υφιστάμενη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ), η οποία λόγω της παλαιότητάς της χρήζει αναβάθμισης, προκειμένου να πληρούνται οι προδιαγραφές διάθεσης των επεξεργασμένων στραγγισμάτων στο παρακείμενο ρέμα (ρέμα Παλαιοκάστρου) που εντοπίζεται νοτιοδυτικά του υφιστάμενου ΧΥΤΑ.

Στόχος των εργασιών για την τελική διαμόρφωση του χώρου είναι η ένταξη της περιοχής στο περιβάλλον και τη γύρω περιοχή, η τήρηση των ισορροπιών για τη διαχείριση των στραγγισμάτων και του βιοαερίου για την όσο το δυνατόν επίτευξη λιγότερων δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον, η πλέον δυνατή χρήση του υφιστάμενου χώρου μετά την αποκατάστασή του και η καλύτερη αισθητική θέα.

Αναφορικά με τη διαχείριση των ομβρίων υδάτων του υφιστάμενου κυττάρου, έχει κατασκευασθεί περιμετρική τάφρος αποστράγγισης συνολικού μήκους περί των 710m στο όριο των αποθέσεων, το πλάτος της οποίας κυμαίνεται από 0,40m έως 0,80m περίπου, ενώ το βάθος της από 0,34m έως 0,90m. Σε αρκετές θέσεις είναι κατεστραμμένη, έχει πολλές φθορές, ενώ σε μερικές περιοχές βρίσκεται εντός της ζώνης αποκατάστασης των πρανών.

Τέλος, επί του υφιστάμενου κυττάρου του ΧΥΤΑ υπάρχουν κατακόρυφα φρεάτια, εκ των οποίων μόνο πέντε (5) είναι ορατά. Για την αρτιότερη επίλυση του προβλήματος, πρέπει να εντοπιστούν από τον Ανάδοχο όλα τα υφιστάμενα φρεάτια και αν κριθεί ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν, να επεκταθούν και να καλυφθούν ώστε να μην υπάρχει διαρροή βιοαερίου στην ατμόσφαιρα. Τυχόν ακάλυπτα φρεάτια βιοαερίου πρέπει να καλυφθούν, ώστε να είναι δυνατή η απαγωγή του βιοαερίου στον πυρσό καύσης.

#### 4.3 ΚΑΤΑ ΠΑΡΑΒΑΣΗ ΚΥΤΤΑΡΟ ΧΥΤΑ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο Δήμος Κασσάνδρας, προκειμένου να καλύψει τις αυξημένες απαιτήσεις κατά τους θερινούς μήνες, υλοποίησε με ίδιους πόρους, νέο κύτταρο χωρίς αυτό να έχει αδειοδοτηθεί περιβαλλοντικά. Το υπόψη «κατά παράβαση» κύτταρο ή «μη-περιβαλλοντικά αδειοδοτημένο» κύτταρο, αναπτύσσεται Νοτιοανατολικά του υφιστάμενου, σε έκταση 4.376,68 m<sup>2</sup>.

Για την πρόσβαση στο Κύτταρο έχει υλοποιηθεί οδοποιία (χωμάτινη οδός), η οποία αναπτύσσεται στα δυτικά και νότια αυτού και συνδέεται με την περιμετρική χωμάτινη οδό του ΧΥΤΑ.

Επιπρόσθετα, περιμετρικά του κυττάρου υφίσταται τάφρος αποστράγγισης κυμαινόμενου πλάτους για την αποστράγγιση των ομβρίων υδάτων.

Τέλος, αναφορικά με τη συλλογή των στραγγισμάτων και του βιοαερίου, κατά την κατασκευή του κυττάρου είχαν διαμορφωθεί τάφροι στον πυθμένα του. Οι τάφροι κατασκευάστηκαν εγκάρσια (δευτερεύουσες τάφροι) και κατά μήκος (κύρια τάφρος) του χώρου απόθεσης απορριμμάτων και είχαν πληρωθεί με χονδρό χαλίκι. Με τη βοήθεια των κλίσεων του εδάφους, τα παραγόμενα στραγγίσματα συλλέγονται και οδηγούνται με βαρύτητα στο κατώτερο υψομετρικό σημείο του χώρου (φρεάτιο βόρεια του κατά παράβαση κυττάρου) και καταλήγουν στις υφιστάμενες δεξαμενές της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) για επεξεργασία.

#### **4.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ**

Ο ΧΥΤΑ Κασσάνδρας διαθέτει Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) στην οποία καταλήγουν επί του παρόντος τα παραγόμενα στραγγίσματα από τα δύο (2) υφιστάμενα κύτταρα (υφιστάμενο κύτταρο + κατά παράβαση κύτταρο) και η οποία καταλαμβάνει έκταση περίπου 700m<sup>2</sup>.

Η μέθοδος επεξεργασίας είναι αυτή της αναερόβιας προεπεξεργασίας ακολουθούμενης από δύο (2) καθολικά αερόβιες δεξαμενές με απομάκρυνση των βιολογικών στερεών στον στατικό καθιζητήρα. Όλο το συγκρότημα των δεξαμενών επεξεργασίας έχει σχεδιαστεί σαν μία μονάδα με κοινά τοιχεία, ελαχιστοποιώντας τον απαιτούμενο χώρο και καταλαμβάνοντας συνολική έκταση περίπου 200m<sup>2</sup>.

Συνοπτικά, η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) αποτελείται από τα κάτωθι κύρια υποσυστήματα:

- Δεξαμενή Συλλογής Στραγγισμάτων
- Αναερόβια Δεξαμενή (ΑΔ)
- Δεξαμενή Αερισμού (ΔΑ1)
- Δεξαμενή Αερισμού (ΔΑ2)
- Στατικός καθιζητήρας
- Αντλιοστάσιο επεξεργασμένων στραγγισμάτων με διάθεση στον αποδέκτη της παροχής (παρακείμενο ρέμα)
- Οικίσκος ηλεκτρικών πινάκων, αυτοματισμών και δοσομετρικών της εγκατάστασης.

Ο σχεδιασμός της υφιστάμενης Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) πραγματοποιήθηκε με τις εξής παραδοχές:

- Ελάχιστη ημερήσια παροχή: 5 m<sup>3</sup>/day
- Μέση ημερήσια παροχή: 28,5 m<sup>3</sup>/day
- Μέγιστη ημερήσια παροχή: 52 m<sup>3</sup>/day

- Μέση ημερήσια παροχή αιχμής: 1,1 m<sup>3</sup>/hr
- Μέγιστη ωριαία παροχή: 36 m<sup>3</sup>/hr

Το παρόν έργο περιλαμβάνει και την αναβάθμιση της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) προκειμένου να καταστεί ικανή να δεχθεί και να επεξεργαστεί αποτελεσματικά τα παραγόμενα στραγγίσματα από το σύνολο της εγκατάστασης του ΧΥΤΑ μετά την επέκτασή του.

## 5 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην τεχνική περιγραφή των έργων που θα υλοποιηθούν προκειμένου ο ΧΥΤΑ Κασσάνδρας να επαναλειτουργήσει σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας και τον ΠΕΣΔΑ/ΚΜ.

### 5.1 ΕΡΓΑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ

Πριν την παρουσίαση της φιλοσοφίας διαμόρφωσης της λεκάνης απόθεσης του νέου κυττάρου, πρέπει να επισημανθεί ότι ο χώρος θα λειτουργήσει με την μέθοδο των κυττάρων (ή Κυψελών), καθώς και το γεγονός ότι έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες διαμόρφωσης της νέας λεκάνης από προηγούμενη εργολαβία. Ειδικότερα, ο υποψήφιος Ανάδοχος οφείλει να λάβει υπόψη του ότι στην περιοχή έχουν πραγματοποιηθεί εκσκαφές προκειμένου να διαμορφωθεί η λεκάνη του νέου κυττάρου επέκτασης του ΧΥΤΑ, με αποτέλεσμα η εν λόγω λεκάνη να έχει πληρωθεί με όμβρια ύδατα. Εξαιτίας του παρακείμενου απορριμματικού όγκου του υφιστάμενου κυττάρου, ο υποψήφιος Ανάδοχος πρέπει να καταστρώσει και να καταθέσει ένα σχέδιο ενεργειών προκειμένου τα προαναφερθέντα ύδατα να αντληθούν με ασφάλεια και να οδηγηθούν προς κατάλληλη επεξεργασία (εφόσον απαιτείται) προκειμένου να καταλήξουν στο παρακείμενο ρέμα του ΧΥΤΑ, χωρίς να προκληθούν κατολισθήσεις και χωρίς να τεθεί σε κίνδυνο η υγεία των εργαζομένων επί τόπου του έργου.

Κατά τις εργασίες ανάπτυξης του ΧΥΤΑ, σύμφωνα με το σχέδιο διαμόρφωσης του μελετώμενου χώρου και τις οδηγίες της ΚΥΑ 114218/1997 (ΦΕΚ 1016/Β/17-11-1997), πρέπει να τηρούνται τα κάτωθι:

- Το νέο ανάγλυφο (υφιστάμενο κύτταρο + νέο κύτταρο) θα προσαρμοστεί στο ανάγλυφο του περιβάλλοντα χώρου, λαμβάνοντας όλα τα μέτρα που απαιτούνται και έχουν ως στόχο την «περιβαλλοντική ενιαιοποίηση» της περιοχής. Στο ίδιο πλαίσιο, οι δύο απορριμματικές μάζες θα ενωθούν με τη χρήση ενός συμπληρωματικού κυττάρου, προκειμένου οι εργασίες για τη διαμόρφωση του υφιστάμενου κυττάρου (προς αποκατάσταση) να μην μειώσουν τη διαθέσιμη χωρητικότητα του ΧΥΤΑ.
- Η διαμόρφωση της βάσης και των πρανών γίνεται με τρόπο ώστε τα όμβρια ύδατα που συλλέγονται να εκτρέπονται περιφερειακά και να μην εισέρχονται εντός της απορριμματικής μάζας.

Η κλίση των μόνιμων πρανών του τελικού απορριμματικού αναγλύφου του νέου κυττάρου, εκτός αυτών που χαρακτηρίζονται προσωρινά και πάνω στα οποία θα ακουμπήσουν οι επόμενες φάσεις ή «κυψέλες», δε θα υπερβαίνει το 1:3 (κατακόρυφα:οριζόντια). Με την κλίση αυτή:

- Επιτυγχάνεται ικανοποιητική σταθερότητα των πρανών και αποφεύγεται ο κίνδυνος αστοχίας τους
- Αποφεύγονται οι διαβρώσεις των πρανών λόγω των συχνών βροχοπτώσεων
- Διευκολύνεται η κίνηση των στραγγισμάτων προς τον πυθμένα του ΧΥΤΑ και αποφεύγεται η επιφανειακή διαρροή τους
- Δημιουργείται ένα αισθητικά αποδεκτό νέο ανάγλυφο, που μπορεί να προσαρμοστεί στη γύρω περιοχή, αποφεύγοντας την αισθητική προσβολή.

Το δημιουργούμενο κατάντη πρανές εκάστου ταμπανιού και η αντίστοιχη στέψη του ως τον πόδα του πρανού του υπερκείμενου ταμπανιού καλύπτεται εντός το πολύ 24ώρου με υλικό επικάλυψης πάχους 15-20cm, του οποίου ο συντελεστής υδροπερατότητας αποκλείεται να είναι  $K < 1 \times 10^{-6}$ .

Η λεκάνη επέκτασης του ΧΥΤΑ πρέπει να εξασφαλίζει ωφέλιμη χωρητικότητα τουλάχιστον  $231.329 \text{ m}^3$ . Σημειώνεται ότι τόσο ο συνολικός σχεδιασμός που παρουσιάζεται στο παρόν τεύχος όσο και στα σχέδια, είναι ενδεικτικός. Ο κάθε υποψήφιος πρέπει να εκπονήσει τον δικό του σχεδιασμό, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του παρόντος τεύχους, όσο και των λοιπών συμβατικών τευχών και της εγκεκριμένης ΑΕΠΟ.

Το εμβαδόν του γηπέδου επέκτασης ανέρχεται σε 21 στρέμματα περίπου, ενώ το εμβαδόν του νέου κυττάρου σε  $15.587,12 \text{ m}^2$ . Επί του παρόντος έχει εκτελεστεί μέρος των απαιτούμενων εργασιών για το νέο κύτταρο στα πλαίσια προηγούμενης εργολαβίας Επομένως, σύμφωνα με τον παρόντα ενδεικτικό σχεδιασμό, ο σχεδιασμός της λεκάνης του νέου κυττάρου πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη το υφιστάμενο διαμορφωμένο ανάγλυφο, προκειμένου ο όγκος των χωματουργικών εργασιών να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Βάσει αυτού, τα εσωτερικά πρανή θα έχουν ήπιες κλίσεις, ήτοι 1:3, κάτι το οποίο είναι γενικά αποδεκτό για αποφυγή κατολισθήσεων.

Αφού η λεκάνη μορφωθεί και μονωθεί κατάλληλα θα πραγματοποιηθούν εργασίες διαμόρφωσης του υφιστάμενου κυττάρου του ΧΥΤΑ, προκειμένου να είναι εφικτή η αποκατάστασή του βάσει της κείμενης νομοθεσίας και της ισχύουσας ΑΕΠΟ του έργου. Βάσει του παρόντα ενδεικτικού σχεδιασμού και εξαιτίας της εμφάνισης έντονων κατολισθητικών φαινομένων στα πρανή του υφιστάμενου κυττάρου, θα απαιτηθεί μετακίνηση περίπου  $84.709 \text{ m}^3$  απορριμματικής μάζας και η εναπόθεσή της στη νέα διαμορφωθείσα λεκάνη του κυττάρου επέκτασης.

Για να αντισταθμιστεί η μείωση αυτή της χωρητικότητας του νέου κυττάρου, ο χώρος μεταξύ αυτού και του υφιστάμενου θα χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματικό κύτταρο (ενδιάμεσο κύτταρο).

Στο τελικό στάδιο διαμόρφωσης του τελικού απορριμματικού αναγλύφου, ο απορριμματικός όγκος θα αποτελείται από ένα λοφώδους σχήματος πρίσμα στην περιοχή του νέου κυττάρου, το οποίο θα ενώνεται με το αποκατεστημένο υφιστάμενο κύτταρο που θα έχει διαμήκη ανάπτυξη στην περιοχή του ΧΥΤΑ και θα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα του. Νοτιότερα της ενοποιημένης αυτής δομής θα εντοπίζεται ένα λοφώδους σχήματος πρίσμα που θα είναι το αποκατεστημένο κατά παράβαση κύτταρο.

Οι κλίσεις των πρανών του τελικού αναγλύφου του νέου κυττάρου θα είναι της τάξης του 1:3 (κατακόρυφα:οριζόντια).

## **5.2 ΕΡΓΑ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ**

### **5.2.1 Διαμόρφωση Υπόβασης Στεγανωτικών και Αποστραγγιστικών Στρώσεων**

Πριν την κατασκευή/τοποθέτηση των συστημάτων μόνωσης του ΧΥΤΑ, είναι απαραίτητη η διαμόρφωση της επιφάνειας που θα προκύψει μετά από τις απαιτούμενες χωματουργικές εργασίες. Η διαμόρφωση της επιφάνειας εκσκαφής αποσκοπεί:

- α) στην προετοιμασία της επιφάνειας έδρασης του τεχνητού γεωλογικού φραγμού (συμπυκνωμένη άργιλος ή άλλο ισοδύναμο υλικό), ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική επαφή μεταξύ της υπόβασης και του τεχνητού γεωλογικού φραγμού
  - β) στην αποφυγή εκδήλωσης διαφορικών καθιζήσεων που είναι πιθανό να προκαλέσουν προβλήματα στον τεχνητό γεωλογικό φραγμό
  - γ) στη δημιουργία των απαιτούμενων γενικών και ειδικών κλίσεων που θα εξασφαλίσουν την ορθή λειτουργία του συστήματος συλλογής στραγγισμάτων μελλοντικά
  - δ) στην δημιουργία ενός επιπλέον «φραγμού» ενάντια στην κατακόρυφη κίνηση των ρύπων
- Συνεπώς και προκειμένου να ξεκινήσουν οι εργασίες κατασκευής του συστήματος στεγανοποίησης, απαιτείται αξιολόγηση της υφιστάμενης επιφάνειας του εδάφους, καθαρισμός αυτής και εξομάλυνση της εφόσον απαιτείται προκειμένου να διαμορφωθεί κατάλληλη στρώση υπόβασης.

Οι προδιαγραφές που θα πρέπει να πληρούνται από μία στρώση υπόβασης είναι οι ακόλουθες:

- Θα πρέπει να είναι ελεύθερη από πέτρες και χαλίκια.
- Να παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή στις φορτίσεις.
- Να παρουσιάζει ικανοποιητική συμπύκνωση,  $D_r > 0,95$ .
- Να είναι ξηρή.

Η υπόβαση θα αποτελείται από εδαφικό αργιλικό υλικό χαμηλής περατότητας (περίπου  $K \leq 1 \times 10^{-6}$  m/s) το οποίο θα συμπίεζεται μετά τη διάστρωσή του.

Αντίστοιχα, για τον γεωλογικό φραγμό, σε κάθε περίπτωση, βάσει της ΚΥΑ 114218/17-11-97 «Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων» (ΦΕΚ 1016/Β/17-11-1997), είναι απαραίτητο αυτός να έχει συνδυασμένο αποτέλεσμα τιμής συντελεστή υδροπερατότητας ( $k$ ) τουλάχιστον ισοδύναμης με  $1,0 \times 10^{-9}$  m/sec, πάχους ίσου με 0,50m. Κάτωθεν αυτής απαιτείται η τοποθέτηση (από κάτω προς τα πάνω) αποστραγγιστικής στρώσης πάχους 70cm και γεωυφάσματος βάρους 400g/m<sup>2</sup>.

Επιγραμματικά, προτείνεται η ακόλουθη λύση για τη στεγανοποίηση του πυθμένα (παράθεση στρώσεων με φορά από κάτω προς τα πάνω):

- Τοποθέτηση αποστραγγιστικής στρώσης πάχους 70cm.
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος διαχωρισμού, Βάρους 400 gr/m<sup>2</sup>.
- Τοποθέτηση τεχνητού γεωλογικού φραγμού πάχους 50cm.
- Τοποθέτηση συνθετικής γεωμεμβράνης HDPE, πάχους 2mm.
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος προστασίας, Βάρους 400 gr/m<sup>2</sup>.
- Τοποθέτηση στρώματος άμμου, πάχους 10cm.
- Τοποθέτηση χαλικώδους στρώσης αποστράγγισης, πάχους 50cm.
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος διαχωρισμού, Βάρους 400 gr/m<sup>2</sup>.
- Τοποθέτηση στρώματος άμμου, πάχους 10cm.

Αφού ολοκληρωθούν οι εργασίες διαμόρφωσης του πυθμένα του χώρου, ακολουθεί συμπύκνωση με επάλληλες διελεύσεις συμπτυκωτήρα, σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές.

Η επιθυμητή διαπερατότητα του τεχνητού γεωλογικού φραγμού μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση αργιλικών υλικών της ευρύτερης περιοχής του έργου ή με την συνδυασμένη χρήση μπετονίτη ο οποίος, ως γνωστό διαθέτει εξαιρετικές στεγανωτικές ιδιότητες μετά από ανάμιξη με αργιλικά υλικά.

Στα υπό στεγανοποίηση τμήματα η τοποθέτηση της στεγάνωσης θα είναι ενιαία δηλαδή "στεγάνωση - HDPE - γεωύφασμα".

Το σύστημα στεγάνωσης των πρανών θα αποτελείται από (οι στρώσεις παρατίθενται με φορά από κάτω προς τα πάνω):

- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού γεωλογικού φραγμού (GCL), πάχους 6mm.
- Τοποθέτηση συνθετικής γεωμεμβράνης HDPE, πάχους 2mm.
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος προστασίας, βάρους 400 gr/m<sup>2</sup>.
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού αποστράγγισης, πάχους 6mm.
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος προστασίας γεωσυνθετικού αποστράγγισης, Βάρους 200gr/m<sup>2</sup>.

Οι εκτάσεις που θα στεγανοποιηθούν περιλαμβάνουν τον πυθμένα και τα πρανή του συμπληρωματικού κυττάρου. Η κατασκευή της υπόβασης, που θα ακολουθήσει την εκσκαφή του χώρου, η κατασκευή της αποστραγγιστικής στρώσης και η κατασκευή του τεχνητού γεωλογικού φραγμού θα τερματίσουν στο όριο πυθμένα – πρανών.

Αναφορικά με το ενδιάμεσο κύτταρο και τη στεγανοποίηση του «πυθμένα» του, αυτή θα πραγματοποιηθεί με την επέκταση των επενδύσεων του πυθμένα του νέου κυττάρου και της αποκατάστασης του υφιστάμενου κυττάρου, με αποτέλεσμα η στεγάνωσή του να επιτυγχάνεται με γεωσυνθετικό γεωλογικό φραγμό (GCL), πάχους 6mm και άλλων γεωσυνθετικών υλικών που αναλύονται στη συνέχεια.

### 5.2.2 Περιγραφή Στεγανοποιητικών και Αποστραγγιστικών Στρώσεων

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή της μόνωσης πρέπει να γίνει κατά τέτοιο τρόπο ώστε:

- να ελαχιστοποιείται ή και να μηδενίζεται πρακτικά η διαφυγή στραγγισμάτων και η διαρροή ή μετανάστευση βιοαερίου από τη βάση και πλευρικά τοιχώματα του Χώρου
- να διασφαλίζονται οι δυνατότητες αποτελεσματικής συλλογής των στραγγισμάτων και του βιοαερίου.

Η προστασία του εδάφους, των υπογείων και επιφανειακών υδάτων επιτυγχάνεται με το συνδυασμό των παρακάτω συντελεστών:

- Φυσική υπάρχουσα (ενδεχομένως) μόνωση.
- Σύστημα τεχνητής μόνωσης από συμπιεσμένα αργιλικά υλικά και συνθετική μεμβράνη.
- Σύστημα αποστράγγισης και συλλογής στραγγισμάτων.

Για τον προσδιορισμό των παραπάνω συντελεστών θα ληφθούν υπόψη τα γεωλογικά, υδρογεωλογικά και γεωτεχνικά χαρακτηριστικά των εδαφών καθώς και το είδος των προς διάθεση απορριμμάτων.

Σημειώνεται ότι στην περιοχή έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες διαμόρφωσης του νέου κυττάρου. Ο υποψήφιος οφείλει να λάβει υπόψη στον σχεδιασμό του την υφιστάμενη διαμορφωμένη κατάσταση, καθώς και τους όρους της εγκεκριμένης ΑΕΠΟ του Έργου.

#### 5.2.2.1 Αποστραγγιστική στρώση

Η αποστραγγιστική στρώση θα έχει πάχος 70cm και η κοκκομετρικής της διαβάθμιση θα έχει ως εξής:

- Ποσοστό διέλευσης από κόσκινο N10 (2mm)  $\leq 50\%$
- Ποσοστό διέλευσης από κόσκινο N40 (0,425mm)  $\leq 30\%$
- Ποσοστό διέλευσης από κόσκινο N200 (0,075mm)  $\leq 15\%$
- Όριο πλαστικότητας  $\leq 6$



Ο ποιοτικός έλεγχος της ζώνης αποστράγγισης κατά την κατασκευή θα περιλαμβάνει έλεγχο της κοκκομετρικής διαβάθμισης και της ποσότητας του ανθρακικού ασβεστίου ανά πέντε (5) στρέμματα και έλεγχο του πάχους της ζώνης ανά ένα (1) στρέμμα. Η κατασκευή της αποστραγγιστικής ζώνης γίνεται κατά τρόπο ώστε να μην προκληθούν βλάβες ή παραμορφώσεις/ μετατοπίσεις στο στεγανωτικό σύστημα και τη στρώση προστασίας.

#### 5.2.2.2 Χαμηλής Περρατότητας Στρώση

Το σύστημα μόνωσης του πυθμένα και των περιμετρικών πρανών του ΧΥΤΑ πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις υδροπερατότητας και πάχους οι οποίες αντιστοιχούν σε στρώμα αργίλου πάχους 1 m με  $K = 1 \cdot 10^{-9}$  m/sec.

Σε περίπτωση που η φυσική υπάρχουσα μόνωση δεν πληροί την παραπάνω απαίτηση υδροπερατότητας, πρέπει να συμπληρώνεται τεχνητά (τεχνητή μονωτική στρώση) και να ενισχύεται με άλλα μέσα που παρέχουν ισοδύναμη προστασία. Η τεχνητά σχηματιζόμενη μόνωση πρέπει να έχει πάχος τουλάχιστον 0,50 m.

Προκειμένου να επιτευχθεί η παραπάνω ισοδυναμία θα πρέπει:

$$\frac{H_{\sigma\alpha}}{k_{\sigma\alpha}} + \frac{H_{\phi\phi}}{k_{\phi\phi}} \geq 1m / 1 \cdot 10^{-9} m / s = 1 \cdot 10^9 s \quad [1]$$

όπου:

- $H_{\sigma\alpha}$  το πάχος συμπακνωμένης αργίλου (m)
- $k_{\sigma\alpha}$  η διαπερατότητα της συμπακνωμένης αργίλου (m/s)
- $H_{\phi\phi}$  το πάχος του φυσικού γεωλογικού φραγμού έως τον υδροφόρο ορίζοντα (m)
- $k_{\phi\phi}$  η διαπερατότητα του φυσικού γεωλογικού φραγμού (m/s).

Το ελάχιστο πάχος της συμπακνωμένης αργίλου θα είναι  $H_{\sigma\alpha} = 0,5$  m. Η διαπερατότητα της στρώσης και το προσφερόμενο πάχος της στρώσης θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις πάχους και υδροπερατότητας των ΚΥΑ 114218/97 (ΦΕΚ 1016/Β/17.11.1997) και ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572/Β/15.12.2002).

Από τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας του έργου διαπιστώθηκε ότι οι αποθέσεις της περιοχής δεν είναι αρκετές και κατάλληλες για χρήση στον αργιλικό φραγμό σύμφωνα με τις προδιαγραφές (ποσοστό κόκκων διαμέτρου  $0,002\text{mm} > 20\%$  και διαπερατότητα  $< 10^{-7}$  cm/sec). Επομένως, κρίνεται αναγκαία η εξεύρεση κατάλληλων αργιλικών υλικών στην ευρύτερη περιοχή γεγονός που επιβάλλει την εκσκαφή, φόρτωση, μεταφορά, έλεγχο και διάστρωση των υλικών αυτών για την κατασκευή του αργιλικού φραγμού.

Για την επίτευξη των απαιτούμενων προδιαγραφών για την κατασκευή της παρούσας στεγανοποιητικής στρώσης μπορούν να εξεταστούν εναλλακτικές μέθοδοι όπως η ανάμιξη

των υλικών εκσκαφής με μπετονίτη ή η χρήση γεωσυνθετικών υλικών, αφού προηγουμένως αποδειχθεί με επαρκή αριθμό δοκιμών μέτρησης διαπερατότητας η ισοτιμία του υλικού ως προς τον απαιτούμενο συντελεστή υδροπερατότητας.

Η περίπτωση ανάμιξης των υλικών των εκσκαφών με μπετονίτη για τη μείωση της διαπερατότητας επιβάλλει τη διαλογή των εκσκαπτόμενων υλικών (ώστε να απομακρύνονται τα χονδρόκοκκα υλικά, ασβεστιτικούς χάλικες και λατύπες) και την ανάμιξη με μπετονίτη με την βοήθεια είτε ισχυρών φρεζών είτε ειδικής εγκατάστασης (ισχυρού αναμκτήρα) ώστε να επιτυγχάνεται η ομογενοποίηση του μίγματος. Στη συνέχεια γίνεται και η προσθήκη της βέλτιστης υγρασίας προσαυξημένη κατά 2% για τη διάσθρωση και συμπύκνωση κατά στρώσεις.

Η περίπτωση χρήσης γεωσυνθετικών υλικών περιλαμβάνει την εφαρμογή γεωσυνθετικού αργιλικού φραγμού (GCL) πάνω από καλά συμπυκνωμένο υλικό των εκσκαφών σε στρώσεις συνολικού πάχους 50,0cm.

Οι προδιαγραφές και ο τρόπος τοποθέτησης του GCL περιγράφονται στις ακόλουθες παραγράφους.

#### ΓΕΩΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΑΡΓΙΛΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ (GCL)

Το πάχος της γεωσυνθετικής αργιλικής στρώσης (GCL) θα είναι τουλάχιστον 6mm και θα εξασφαλίζει ισοδύναμα αποτελέσματα με αργιλική στρώση φραγμού πάχους 1,00m και διαπερατότητας  $K < 1 \times 10^{-9}$  m/s.

Πρόκειται για ένα μηχανικά και θερμικά συγκολλημένο γεωσυνθετικό υλικό αποτελούμενο από ένα στρώμα σκόνης μπετονίτη σταθεροποιημένο με πλαστικές ίνες, ανάμεσα σε δύο στρώματα γεωυφασμάτων, με τις κάτωθι ιδιότητες:

- Περρατότητα:  $5,0 \times 10^{-11}$  m/s, κατά ASTM D 5887
- Βάρος:  $5,31 \text{ kg/m}^2$ , κατά EN 14196
- Τάση Εφέλκυσμού: 11,0/11,0 kN/m, κατά EN ISO 10319
- Επιμήκυνση σε θραύση: 20%, κατά EN ISO 10319
- Αντίσταση σε διάτρηση: 1,80 kN, κατά EN ISO 12236
- Αντοχή σε εφέλκυσμό: 400 N/m, κατά ASTM D 6496
- Πάχος: 6,0 mm, κατά EN ISO 9863-1

Η ανύψωση και μεταφορά των ρολών θα πραγματοποιείται με τη βοήθεια δοκού η οποία θα περνά στον πυρήνα των ρολών και με κατάλληλους ιμάντες ανυψώνεται από το μηχάνημα. Απαγορεύεται η απευθείας ανάρτηση του ρολού από τους ιμάντες για την αποφυγή καταπόνησης του ενσωματωμένου στρώματος μπετονίτη.

Το ρολό θα διαστρώνεται παράλληλα με την κατεύθυνση των πρανών, από την κορυφή προς τα κατάντη. Λόγω της υψηλής γωνίας τριβής μεταξύ των επιμέρους στρωμάτων GCL (>26°) δεν απαιτείται εκτεταμένη αγκύρωση στην κατά μήκος αλληλοεπικάλυψη των ρολών του GCL, αλλά περιορίζεται τάφρους περιμετρικά της περιοχής εφαρμογής τους.

Σε κάθε περίπτωση η έμπροσθεν γωνία (αιχμή) της τάφρου θα πρέπει να είναι ελαφρά αποστρογγυλεμένη για την αποφυγή καταπόνησης του GCL.

Η αλληλοεπικάλυψη των φύλλων κατά μήκος είναι 150mm. Για τις ενώσεις στην περιοχή της αλληλοεπικάλυψης χρησιμοποιείται κοκκώδης μπεντονίτης. Στο τέλος κάθε εργάσιμης ημέρας λαμβάνεται μέριμνα για την πιθανότητα βροχής τη νύχτα με την κάλυψη των ρολών που έχουν εγκατασταθεί με προσωρινό αδιάβροχο μουςαμά.

Πριν από την τοποθέτηση του GCL θα πρέπει να εξασφαλισθεί ότι η επιφάνεια έδρασης της υποκείμενης στρώσης είναι επίπεδη, χωρίς φυτικά, γωνιώδεις λίθους ή υλικά κατασκευαστικών εργασιών (καρφιά, ξύλα κλπ.). Η υποκείμενη στρώση θα είναι διαστρωμένη και συμπυκνωμένη σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του έργου.

Εσοχές ή εξάρσεις ύψους άνω των 12mm στην επιφάνεια της υποκείμενης στρώσης έδρασης του GCL θα ισοπεδωθούν με ελαφρύ οδοστρωτήρα.

Η μεταφορά των ρολών του γεωσυνθετικού αργιλικού φραγμού στο έργο θα πληροί τις απαιτήσεις του κατασκευαστή και τις οδηγίες του ASTM D 5888. Απαγορεύεται η κίνηση βαρέων οχημάτων απευθείας πάνω στη στρώση του GCL.

Τα γεωσυνθετικά φύλλα θα στρώνονται από πάνω προς τα κάτω, ακολουθώντας την κίνηση συμπίεστη γαιών, ο οποίος θα προηγείται και θα επιτεδώνει την επιφάνεια έδρασης.

Σε περίπτωση σημειακού τραυματισμού του GCL (διάτρηση ή σχίσιμο), τότε θα πρέπει να πάνω στο σημείο ζημίας να τοποθετηθεί νέο φύλλο GCL με τρόπο ώστε να εφαρμόζεται επικάλυψη 300mm κατ' ελάχιστον στην κατεστραμμένη επιφάνεια. Για τις ενώσεις της αλληλοεπικάλυψης θα χρησιμοποιηθεί μπεντονίτης.

Με την παραλαβή των υλικών επί τόπου του έργου θα υποβάλλονται τα έγγραφα ελέγχου ποιότητας του εργοστασίου παραγωγής. Κατά τη φάση της κατασκευής της στεγάνωσης θα πραγματοποιούνται δειγματοληπτικοί έλεγχοι στα υλικά, σύμφωνα με τα παρακάτω:

Πίνακας 9: Δοκιμές ελέγχου ποιότητας GCL

Ιδιότητες	Τιμή	Μέθοδος ελέγχου
Περατότητα	$5,0 \times 10^{-11}$ m/s	ASTM D 5887
Βάρος	5,31 kg/m <sup>2</sup>	EN 14196
Τάση Εφελκυσμού	11,0/11,0 kN/m	EN ISO 10319

Ιδιότητες	Τιμή	Μέθοδος ελέγχου
Επιμήκυνση σε θραύση	20%	EN ISO 10319
Αντίσταση σε διάτρηση	1,8 kN	EN ISO 12236
Αντοχή σε εφελκυσμό	400 N/m	ASTM D 6496
Πάχος	6,0 mm	EN ISO 9863-1

Σημειώνεται ότι από προηγούμενη εργολαβία, επί τόπου του έργου έχουν προσκομισθεί υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό του έργου. Ειδικότερα, υπάρχουν 9.000m<sup>2</sup> γεωσυνθετικής αργιλικής στρώσης (GCL) διαθέσιμα προς χρήση από τον υποψήφιο Ανάδοχο για τους σκοπούς του έργου.

#### ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΤΑΜΗΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζονται οι προδιαγραφές των υλικών και της κατασκευής για την περίπτωση που χρησιμοποιηθούν αργιλικά εδάφη για την κατασκευή της στρώσης αυτής.

Οι ελάχιστες τιμές των φυσικών χαρακτηριστικών των προσκομιζομένων φυσικών αργιλικών υλικών συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα: (βλ. ΚΥΑ 114218/97 σελ. 12949 παρ. 5.2.2).

Πίνακας 10: Ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά προσκομιζόμενης αργίλου

Φυσικά και Χημικά Χαρακτηριστικά	Τιμές
Όριο Υδαρότητας, LL, σε %	≤40
Δείκτης Πλυσιμότητας, PI, σε %	10 - 25
Περιεκτικότητα σε άργιλο (κλάσμα με διάμετρο < 2μm ), σε %	≥20
Ποσοστό οργανικού υλικού, σε % κ.β.	< 5
Ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου, σε % κ.β.	< 20
Μέγιστη Διάσταση κόκκου, σε mm	32
Ποσοστό χονδρόκοκκου υλικού % κατ' όγκο	≤40

Στα αργιλικά υλικά που θα προσκομίζονται από δανειοθαλάμους, θα πραγματοποιούνται εργαστηριακοί έλεγχοι ποιότητας είτε σε εργαστήριο εγκατεστημένο επί τόπου είτε σε αναγνωρισμένο εργαστήριο, με τις συχνότητες που δίνονται στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 11: Εργαστηριακοί έλεγχοι προσκομιζόμενων αργιλικών υλικών

A/A	Περιγραφή ανάλυσης	Προδιαγραφή	Συχνότητα δοκιμών
1	Κοκκομετρική ανάλυση: Ξηρή μέθοδος (κόσκινο) Με αραιόμετρο	E 105 - 86 παρ. 7,8,9 AASH TO T - 11 ASTM D - 1140 - 71 ASTM D - 422	Για υλικά εκτός χώρου ΧΥΤΑ 1/800m <sup>3</sup>
2	Όρια Atterberg (LL, PL, PI)	E 105 86 παρ. 5 AASH T O T 89/60 AASH TO 90/61 ASTM D 4318	Για υλικά εκτός χώρου ΧΥΤΑ 1/ 1600m <sup>3</sup> (Ανά δύο κοκκομετρήσεις)
3	Προσδιορισμός σχέσης υγρασίας - πυκνότητας συμπύκνωσης	E 105 - 86 par 11 AASH T. O T180 ASTM D 1557	Για υλικά εκτός ΧΥΤΑ 1/4000m <sup>3</sup> ή σε αλλαγή δανειοθαλάμου
4	Εργαστηριακός προσδιορισμός υδατοπερατότητας σε υγρασία 2,4 άνω της βέλτιστης	E 105- 86 par 18,19 ASTM D 5084	1/4000m <sup>3</sup> ή σε αλλαγή δανειοθαλάμου
5	Τριαξονική δοκιμή με στερεοποίηση - χωρίς αποστράγγιση (CVPP)	ASTM 2850-82 ASTM 4767-88	Μία ανά δανειοθάλαμο

Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η μέθοδος που θα ακολουθηθεί για την κατασκευή του γεωλογικού φραγμού:

- Η μεταφορά του υλικού στις θέσεις διάστρωσης θα γίνεται με φορτηγά. Στην συνέχεια αυτό θα διαστρώνεται σε στρώση πάχους 0,30 έως 0,40m περίπου (ώστε να προκύπτει συμπυκνωμένο πάχος 0,15 έως 0,20m περίπου) με την χρήση προωθητή, ελέγχοντας ταυτόχρονα το ποσοστό υγρασίας, έτσι ώστε αυτό να βρίσκεται εντός των βέλτιστων ορίων που προκύπτουν από την τροποποιημένη μέθοδο κατά Proctor.
- Η διάστρωση του γαιώδους φραγμού θα γίνει σε τρεις επάλληλες στρώσεις. Η διαμόρφωση της κάθε στρώσης γίνεται όπως περιγράφηκε παραπάνω και στην συνέχεια συμπυκνώνεται με τη βοήθεια οδοστρωτήρα ώστε να επιτευχθεί ο προδιαγραφόμενος βαθμός συμπύκνωσης, δηλαδή μεγαλύτερος του 95% της τροποποιημένης κατά Proctor. Οι τρεις στρώσεις έχουν μετά τη συμπύκνωση πάχος 0,15 έως 0,20m. Τέλος, αφού μετά από την παραπάνω διαμόρφωση ελεγχθεί ότι το συνολικό πάχος του φραγμού είναι 0,50m, η τελική επιφάνεια ισοπεδώνεται («σιδερώνεται») με τη χρήση ελαστικοφόρου δονητικού συμπιεστή λείου τυμπάνου.

Για τον έλεγχο και τη διασφάλιση της ποιότητας κατασκευής του τεχνητού γεωλογικού φραγμού, θα εφαρμοσθούν τα παρακάτω στάδια:

#### **1<sup>ο</sup> Στάδιο. Έλεγχος και Αποδοχή Καταλληλότητας Εκσκαφόμενων Υλικών**

Από άποψη τεχνικών χαρακτηριστικών, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να βρίσκονται εντός των απαιτούμενων προδιαγραφών καταλληλότητας, όπως ορίζεται από την ΚΥΑ 114218/17-11-97 και όπως αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο.

Αντίστοιχα, αναφέρονται και οι ελάχιστες απαιτήσεις ελέγχων των αναλύσεων. Η πιστοποίηση καταλληλότητας των προσκομιζόμενων υλικών φέρει την ευθύνη του Αναδόχου.

#### **2<sup>ο</sup> Στάδιο. Έλεγχος εργασιών κατασκευής φραγμού σε δοκιμαστικό επίχωμα**

Προκειμένου να διαπιστωθεί, η σωστή εφαρμογή της μεθοδολογίας κατασκευής, σε πραγματικές εργοταξιακές συνθήκες, θα κατασκευασθεί δοκιμαστικό επίχωμα, δηλαδή στρώση στεγάνωσης από γεωλογικό φραγμό. Κατά την κατασκευή του δοκιμαστικού επιχώματος θα διερευνηθεί ο βαθμός συμπύκνωσης, το ποσοστό υγρασίας, η εργαστηριακή και επί τόπου διαπερατότητα, ο αναγκαίος αριθμός διελεύσεων και η διαδικασία «σιδερώματος».

Οι διαστάσεις του δοκιμαστικού επιχώματος θα είναι 30 x 30 m περίπου και εφόσον οι δοκιμές επιτύχουν θα παραμείνει ως γεωλογικός φραγμός. Διαφορετικά τα υλικά μετά τη συμπύκνωση θα χρησιμοποιηθούν εκ νέου σε άλλο δοκιμαστικό επίχωμα ή για την κατασκευή του τελικού τεχνητού γεωλογικού φραγμού. Οι οπές από τη λήψη δειγμάτων για τις εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές καθώς και οι οπές από τυχόν αφαίρεση οδηγών ψους του φραγμού θα πληρωθούν με ενέσεις μπετονίτη ή άλλη παραδεκτή εκ της Υπηρεσίας μέθοδο, για να εξασφαλισθεί η χαμηλή υδροπερατότητα των σημείων αυτών.

### 3<sup>ο</sup> Στάδιο. Έλεγχος εργασιών κατά την κατασκευή του φραγμού

Οι δοκιμές οι οποίες θα διενεργηθούν κατά την κατασκευή του δοκιμαστικού αναχώματος και στη συνέχεια, εφ' όσον τα αποτελέσματα είναι αποδεκτά, κατά τη διάρκεια κατασκευής του γεωλογικού φραγμού, δίδονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 12: Ελάχιστες απαιτήσεις ελέγχων – αναλύσεων κατά την κατασκευή του φραγμού

α/α	Περιγραφή δοκιμής	Προδιαγραφές	Συχνότητα δοκιμών σε δοκιμαστικό επίχωμα	Συχνότητα δοκιμών σε κατασκευασθέντα γεωλογικό φραγμό
1.	Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας με τη μέθοδο ξήρανσης σε κλίβανο	E 105-86 παρ.2 ASTM D 2216	Τέσσερις (4) ανά στρώση	Μία (1) ανά 1000 m <sup>2</sup>
2.	Προσδιορισμός επί τόπου πυκνότητας με την μέθοδο κώνου & άμμου	E 106-86 παρ.2 AASH TO T191-61 ASTMD 1556	Δύο (2) ανά στρώση	Μία (1) ανά 1000 m <sup>2</sup> για κάθε στρώση
3.	Κοκκομετρική ανάλυση α. Με κόσκινο β. Με αραιόμετρο	E105-86,παρ.7,8,9 AASHTOT-II/T-27 AASHTO T-88 ASTM D 422-27 ASTM D1140-81	Δύο (2) ανά στρώση	Μία (1) ανά 4000 m <sup>2</sup>
4.	Βέλτιστη υγρασία συμπίκνωσης	E 105-86 παρ.11 AASHTO T-180 ASTM D1553	Δύο (2) για όλο το δοκιμαστικό επίχωμα	Μία (1) ανά 4000 m <sup>2</sup>
5.	Εργαστηριακή εύρεση διαπερατότητας	E 105-86, παρ.18,19 ASTM D 5084	Δύο (2) ανά στρώση	Ένα (1) καρότο ανά 4000m <sup>2</sup>
6.	Επί τόπου έλεγχος διαπερατότητας με την μέθοδο διαπερατόμετρου μονού δακτυλίου ή αντίστοιχη δοκιμή ή μέθοδος		Δύο (2) : μία (1) στην 1 <sup>η</sup> και μία (1) στην τελευταία στρώση	Μία (1) ανά 8000m <sup>2</sup>
7.	Πάχος			Μία (1) σε κάνναβο 30 m Για κάθε στρώση

#### 4<sup>ο</sup> Στάδιο. Τελικός έλεγχος εργασιών και έγκριση

Στο τέταρτο στάδιο του προγράμματος θα γίνεται ο τελικός έλεγχος εργασιών και η έγκρισή τους από τους μηχανικούς της Υπηρεσίας. Επίσης θα ακολουθεί Σύνταξη Τεύχους παρουσίασης όλων των εκτελεσθεισών δοκιμών ποιοτικού ελέγχου των Σταδίων 1, 2 και 3 και αξιολόγηση αυτών.

##### 5.2.2.3 Γεωμεμβράνη HDPE

Η επόμενη στεγανοποιητική στρώση αφορά τη διάστρωση της γεωμεμβράνης η οποία θα είναι πάχους 2,0mm κατασκευασμένη από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE).

Η γεωμεμβράνη θα εδρασθεί απ' ευθείας επάνω στη γεωσυνθετική αργιλική στρώση και θα καλύψει όλη την έκταση του πυθμένα (βάση και πρανή) του ενεργού χώρου. Συγκεκριμένα η αγκύρωση της γεωμεμβράνης θα γίνει σε τάφρο εντός του φυσικού εδάφους περιμετρικά της λεκάνης. Η υφή της μεμβράνης θα είναι λεία στον πυθμένα και τραχεία και στις δύο όψεις της στα πρανή.

Στον ακόλουθο Πίνακα δίνονται οι ελάχιστες τιμές των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών γεωμεμβράνης οι οποίες εξασφαλίζουν την ασφαλή λειτουργικότητα της κατά την εγκατάσταση και λειτουργία της. (βλ. ΚΥΑ 114218/97, σελ. 12950, Παράρτημα Ι).

Πίνακας 13: Προδιαγραφές γεωμεμβράνης

Ιδιότητα	Προδιαγραφή Δοκιμής	Ελάχιστες Τιμές
Εφελκυστική Αντοχή Διαρροής (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 53455	15
Εφελκυστική Αντοχή Θραύσης (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 53455	24
Επιμήκυνση σε Διαρροή (%)	DIN 53455	8
Επιμήκυνση σε Θραύση (%)	DIN 53455	600
Πολυαξονική Επιμήκυνση σε Θραύση (%)	DIN 53861	15
Όριο Σχίσματος (N)	DIN 53363	500
Αντοχή σε Εφελκυσμό κατά τη Θραύση (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 53515	120
Αντοχή σε σχίσμο (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 53457	500
Αντοχή σε διάτρηση (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 16726	300

Σε γενικές γραμμές η μεμβράνη θα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Αμελητέα υδροπερατότητα.
- Αντοχή σε φυσική καταπόνηση.
- Αντοχή σε χημική προσβολή.
- Αντοχή σε βιολογική προσβολή.
- Αντοχή σε χρονική γήρανση (πάνω από 50 έτη).
- Ευκολία διαχείρισης (μεταφορά, φορτοεκφόρτωση, προσκόμιση στο έργο).



- Ευκολία διάστρωσης.
- Ευκολία στον έλεγχο αξιοπιστίας.

Η συγκόλληση των μεμβρανών θα γίνεται με δύο τρόπους:

- Με διπλή κόλληση τύπου «double hot wedge fusion welding» στις ευθείες επιφάνειες κόλλησης.
- Με εξέλαση τύπου «fillet extrusion welding» στις περιοχές περιορισμένης έκτασης όπου δεν μπορεί να γίνει διπλή κόλληση (π.χ. σε κατασκευαστικές λεπτομέρειες).

Η διαδικασία της συγκόλλησης γίνεται όπως περιγράφεται στη ΚΥΑ 114218/97 και θα λαμβάνει χώρα υπό ατμοσφαιρικές συνθήκες κατάλληλες για την εργασία αυτή δηλ. σε θερμοκρασία 5 °C - 35°C και σε καμιά περίπτωση υπό βροχόπτωση.

Σε κάθε περίπτωση η υπερκάλυψη θα πρέπει να επιτρέπει την ορθή διεξαγωγή των ελέγχων εφελκυστικής αντοχής και αποκόλλησης.

Η μεμβράνη που θα χρησιμοποιηθεί θα συνοδεύεται από τα σχετικά πιστοποιητικά, από εγκεκριμένα εργαστήρια, τα οποία θα αποδεικνύουν την εξασφάλιση των απαιτούμενων ιδιοτήτων του υλικού. (βλ. ΚΥΑ 114218/97 σελ. 12949 παρ. 5.2.3).

Η συσκευασία της μεμβράνης θα είναι σε ρολά με ενδεικτική πινακίδα, στην οποία θα αναφέρονται τα χαρακτηριστικά της και οι διαστάσεις του κάθε ρολού. Θα είναι συνεχής, χωρίς συγκολλήσεις, θα προσκομίζεται δε και θα εκφορτώνεται με τη βοήθεια μηχανημάτων.

Το μήκος της θα είναι μεγαλύτερο των 100,00m και το πλάτος της μεγαλύτερο των 5,00m.

Κάθε ρόλος υλικού που θα παραδίδεται στο εργοτάξιο, θα συνοδεύεται από ταμπέλα στην οποία θα αναγράφεται:

- Ο κατασκευαστής της μεμβράνης
- Η ημερομηνία παραγωγής
- Η χώρα προέλευσης
- Ο τύπος της μεμβράνης και η παρτίδα παραγωγής
- Η πρώτη ύλη παραγωγής
- Το πάχος της μεμβράνης.
- Από κάθε διαφορετική παρτίδα παραγωγής που παραδίδεται στο εργοτάξιο θα λαμβάνεται 1 δείγμα για την εκτέλεση των παρακάτω εργαστηριακών δοκιμών:
- Carbon Black Content (ASTM D 1603)
- Πυκνότητα (Density) ASTM D 1505
- Melt Flow Index ASTM D 1238, E

- Carbon Black Dispersion ASTM D 2663.

Κάθε 7-8 περίπου ρολούς που θα παραδίδονται στο εργοτάξιο θα λαμβάνεται 1 δείγμα για την εκτέλεση των παρακάτω δοκιμών:

- Dimensional Stability ASTM D 1204
- Σκληρότητα (Hardness) ASTM D 2240, D
- Διαπερατότητα ASTM E 96.

Οι έλεγχοι των κολλήσεων θα είναι χωρίς καταστροφή (non destructive) και με καταστροφή (destructive).

Μη καταστροφικοί έλεγχοι πραγματοποιούνται ανά 200mm ραφής ή στο 10% των ραφών, ανάλογα με το ποιο από τα δύο (2) κριτήρια δίνει μεγαλύτερο αριθμό ελέγχων. Για τις κολλήσεις θερμού πυρήνα διενεργείται έλεγχος με τη μέθοδο της εισπίεσης αέρα κατά μήκος του κενού της ραφής. Για τις κολλήσεις με εξέλαση με τη μέθοδο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Καταστροφικοί έλεγχοι με δειγματοληψία (sheer test και peel test) σύμφωνα με τα ISO - R 527 και ASTM D - 4437, που μπορούν να λαμβάνονται σε δύο δείγματα ημερησίως ή ένα δείγμα ανά 200mm ραφής, όποιο δίνει τον μεγαλύτερο αριθμό δειγμάτων.

Οι έλεγχοι χωρίς καταστροφή θα γίνουν στο 100 % των κολλήσεων σε ελάχιστο πλάτος 10mm με μία από τις παρακάτω μεθόδους:

- Διπλές κολλήσεις με τη μέθοδο αέρα υπό πίεση (air pressure testing) ή με τη μέθοδο του κενού (vacuum testing).
- Απλές κολλήσεις με τη μέθοδο του κενού ή με τη μέθοδο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Οι παραπάνω έλεγχοι θα γίνουν από εξειδικευμένο συνεργείο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή της μεμβράνης. Σε πέντε (5) τουλάχιστον περιοχές θα ληφθούν κατάλληλα δείγματα στα οποία θα πραγματοποιηθούν έλεγχοι με καταστροφή για τον προσδιορισμό της διατμητικής αντοχής της κόλλησης (Shear Strength, ASTM D 413). Σε άλλες πέντε (5) περιοχές θα ληφθούν δείγματα για έλεγχο σε απόσχιση (Peel, ASTM D 882). Σε καθημερινή βάση και παράλληλα με τις συγκολλήσεις, θα λαμβάνονται δείγματα από την τοποθετημένη μεμβράνη για έλεγχο. Στις δοκιμές των συγκολλήσεων περιλαμβάνονται μέθοδοι ελέγχου, η οπτική μέθοδος, η μέθοδος ηλεκτρικού σπινθήρα, οι υπέρηχοι και η μέθοδος κιβωτίου κενού.

Όσο διαρκεί η τοποθέτηση της μεμβράνης, η κυκλοφορία οποιουδήποτε μηχανήματος απαγορεύεται, ενώ η κίνηση των εργατών πρέπει να γίνεται με κατάλληλα υποδήματα. Το προσωπικό που κινείται πάνω στην μεμβράνη θα πρέπει να είναι το ελάχιστο δυνατό και να μεταφέρει μόνο τα απαραίτητα εργαλεία με ιδιαίτερη προσοχή. Συνιστάται η άμεση

κατασκευή προστατευτικής επίστρωσης της μεμβράνης, μετά την τοποθέτηση της ώστε να αποφευχθούν φθορές.

Η εργασία διάστρωσης γίνεται με επιμέλεια ώστε να αποφεύγεται ο τραυματισμός της και η αποτυχία συγκόλλησης, η οποία γίνεται με την διοχέτευση τετηγμένου μίγματος HDPE στην διεπιφάνεια επικάλυψης, μετά την τοποθέτηση της μεμβράνης και την επικάλυψη των πλαϊνών φύλλων. Η ένωση των φύλλων θα πρέπει να γίνεται με δύο παράλληλες συγκολλήσεις με ενδιάμεσο κενό πλάτους τουλάχιστον 5mm. Σε κάθε περίπτωση η υπερκάλυψη θα πρέπει να επιτρέπει την ορθή διεξαγωγή των ελέγχων εφελκυστικής αντοχής και αποκόλλησης. Το υλικό της συγκόλλησης θα είναι πανομοιότυπης ποιότητας με το υλικό της μεμβράνης. Κατά τη συγκόλληση θα πρέπει να εξασφαλίζονται οι παρακάτω παράμετροι συγκόλλησης:

Θερμοκρασία τετηγμένου μίγματος : 200°C - 240°C

Θερμοκρασία επιφάνεια αρμού : 200°C - 240°C

Ελάχιστη πίεση επαφής : 1 N/mm<sup>2</sup>

Ταχύτητα συγκόλλησης : 0,25 - 2,0m/min

Ο εξοπλισμός της συγκόλλησης θα έχει την δυνατότητα προσαρμογής των θερμοκρασιών στην ζώνη επαφής, όπου το μηχάνημα θα λιώνει την μεμβράνη ώστε η όποια αλλαγή των συνθηκών περιβάλλοντος κατά την διάρκεια των εργασιών να μην επηρεάσει την ακεραιότητα της συγκόλλησης.

Η μεμβράνη πριν την συγκόλληση της στερεώνεται με την τοποθέτηση τσουβαλιών άμμου ή άλλου τύπου μαλακών βαριδιών (π.χ. παλιά ελαστικά αυτοκινήτων) για να μην παρασυρθεί από τον άνεμο.

Μετά την τοποθέτηση τους τα ρολά συγκολλήσεως αριθμούνται με ψηφία ευδιάκριτα από μακριά.

Σε περίπτωση που παρατηρηθεί ασυνέχεια συγκόλλησης το συγκεκριμένο υλικό κόβεται, επικαλύπτεται και χρησιμοποιείται εξέλαση για την επανασυγκόλλησή του. Απαγορεύεται η συγκόλληση της μεμβράνης κατά την διάρκεια των βροχοπτώσεων ή όταν η θερμοκρασία είναι εκτός των επιτρεπόμενων ορίων (5°C - 40°C).

Σημειώνεται ότι από προηγούμενη εργολαβία, επί τόπου του έργου έχουν προσκομισθεί υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό του έργου. Ειδικότερα, υπάρχουν 16.000m<sup>2</sup> γεωμεμβράνης διαθέσιμα προς χρήση από τον υποψήφιο Ανάδοχο για τους σκοπούς του έργου.

#### **5.2.2.4 Στρώση Προστασίας**

Ο σκοπός της τοποθέτησης της στρώσης αυτής είναι η μηχανική προστασία της επάνω επιφάνειας της γεωμεμβράνης από τυχόν «πληγώματά» της σε επαφή με τους γωνιώδεις χάλικες της στρώσης αποστράγγισης. Η προστασία θα εξασφαλιστεί με την τοποθέτηση

γεωυφάσματος προστασίας στον πυθμένα του κυττάρου βάρους  $400 \text{ g/m}^2$  και στρώσης άμμου πάχους 0,10 m. Για την προστασία της γεωμεμβράνης στα πρανή θα χρησιμοποιηθεί γεωύφασμα βάρους  $400 \text{ g/m}^2$ . Για την προστασία της αποστραγγιστικής γεωσυνθετικής στρώσης στα πρανή του κυττάρου θα χρησιμοποιηθεί γεωύφασμα βάρους  $200 \text{ g/m}^2$ .

#### ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Το γεωύφασμα προστασίας θα είναι από πολυπροπυλένιο (PP), συνεχούς νήματος (CF), μη υφαντό (NONWOVEN).

Τα μηχανικά και φυσικά χαρακτηριστικά του προδιαγράφονται ενδεικτικά ως εξής:

Ιδιότητες	Τιμή		Μονάδα μέτρησης
Βάρος	200	400	$\text{gr/m}^2$
Πάχος σε $2\text{Kn/m}^2$	1,4	3,9	mm
Αντίσταση σε διάτρηση	2900	5000	N
Αντοχή σε εφελκυσμό	18	25	$\text{kN/m}$
Επιμήκυνση σε θραύση	50	75	%
Περατότητα	$80 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	m/sec

Η τοποθέτηση θα γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του υλικού.

Το γεωύφασμα ακολουθεί την αγκύρωση της γεωμεμβράνης εντός της τάφρου αγκύρωσης.

Για τον υπολογισμό του βάρους του γεωυφάσματος θα πρέπει να προσκομίζονται δείγματα (τουλάχιστον ένα (1) δείγμα ανά  $10.000\text{m}^2$ ), ενώ κατά την προσκόμιση των ρολών γεωυφάσματος θα πρέπει να διενεργείται οπτικός έλεγχος του για τον εντοπισμό τυχόν βλαβών από την μεταφορά του. Εξάλλου, απαιτείται προσκόμιση των στοιχείων ταυτότητας του εγκεκριμένου εργοστασίου παραγωγής, πιστοποιητικών ελέγχου και άδειας καταλληλότητας.

Τα φύλλα θα τοποθετούνται με αλληλοεπικάλυψη τουλάχιστον 50cm.

Σημειώνεται ότι από προηγούμενη εργολαβία, επί τόπου του έργου έχουν προσκομισθεί υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό του έργου. Ειδικότερα, υπάρχουν  $16.000\text{m}^2$  μη υφαντού γεωυφάσματος βάρους  $400 \text{ g/m}^2$  διαθέσιμα προς χρήση από τον υποψήφιο Ανάδοχο για τους σκοπούς του έργου.

#### ΑΜΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Στον πυθμένα του ΧΥΤΑ και πάνω από το γεώφασμα που υπέρκειται της γεωμεμβράνης, τοποθετείται μία στρώση άμμου πάχους 10 cm. Πρόκειται για καθαρή άμμο ποταμού ή θάλασσας κατάλληλης κοκκομετρικής διαβάθμισης (max διάμετρος κόκκου 8mm), χαμηλής περιεκτικότητας σε  $\text{CaCO}_3$ .

Η στρώση αυτή λειτουργεί ως στρώση προστασίας για την υποκείμενη γεωμεμβράνη, ώστε αυτή να μην έρχεται σε άμεση επαφή με τα υπερκείμενα χονδρόκοκκα και πιθανά γωνιώδη υλικά της αποστραγγιστικής στρώσης, με κίνδυνο να σκιστεί. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μεγαλύτερη (διπλή) προστασία της γεωμεμβράνης.

Η διάστρωση του υλικού θα γίνει σε μία στρώση και θα συμπυκνωθεί με ελαστικοφόρο μηχανήμα (4 έως 6 περάσματα).

Η αμμώδης στρώση προστασίας της μεμβράνης θα συνίσταται από υλικό με μέγιστη διάμετρο κόκκου  $D_{\max} = 8 \text{ mm}$ . και διερχόμενο από Νο 200 κόσκινο μικρότερο του 5%.

Σε ότι αφορά στον έλεγχο της στρώσης αυτός θα περιλαμβάνει κοκκομετρική διαβάθμιση σε 1 δείγμα ανά  $5.000 \text{ m}^2$ , προσδιορισμό ανθρακικού ασβεστίου δοκιμές διαπερατότητας (ενδεικτικά 1 δείγμα ανά  $1.000 \text{ m}^2$ ) και έλεγχος πάχους της στρώσης άμμου σε 1 δείγμα ανά (ενδεικτικά ανά  $1.000 \text{ m}^2$ ).

#### **5.2.2.5 Στρώση Αποστράγγισης Στραγγισμάτων**

Πάνω από την στρώση προστασίας της γεωμεμβράνης θα διαστρωθεί η στρώση αποστράγγισης. Εντός αυτής θα τοποθετηθούν οι κεντρικοί συλλεκτήριοι αγωγοί του πυθμένα. Το σύστημα αποστράγγισης θα εκτείνεται σε όλη την έκταση του ΧΥΤΑ. Ο πυθμένας και τα πρανή του ΧΥΤΑ θα έχουν τέτοιες ρήσεις ώστε να επιτρέπεται η ευχερής αποστράγγιση και παροχέτευση των στραγγισμάτων στα σημεία συλλογής των.

Η στρώση αποστράγγισης στον πυθμένα θα είναι από σκληρό κατά προτίμηση στρογγυλό, αμμοχαλικώδες υλικό κατάλληλης διαβάθμισης (16-32mm), πορώδες περίπου 40%, χωρίς οργανικές ουσίες και μέσο ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου 20% κ.β.. Το ποσοστό του υλικού του οποίου η σχέση μήκους : πάχους είναι  $> 3:1$  δεν θα ξεπερνά το 20% κ.β. (βλ. ΚΥΑ 114218/97 σελ. 12950 παρ. 5.2.4). Το πάχος της στρώσης θα είναι 50 cm.

Ο συντελεστής υδροπερατότητας της στρώσης θα είναι της τάξης του  $1 \times 10^{-2}$  έως  $1 \times 10^{-3} \text{ m/sec}$ . Πριν από την κατασκευή της ζώνης αποστράγγισης απαιτείται έλεγχος με επαρκή αριθμό δοκιμών μέτρησης υδροπερατότητας.

Ο ποιοτικός έλεγχος της ζώνης αποστράγγισης κατά την κατασκευή θα περιλαμβάνει έλεγχο της κοκκομετρικής διαβάθμισης και της ποσότητας του ανθρακικού ασβεστίου ανά 5 στρέμματα και έλεγχο του πάχους της ζώνης ανά 1 στρέμμα.

Αν στα πρανή του ΧΥΤΑ εμφανίζονται έντονες κλίσεις και η στρώση αποστράγγισης του χαλικιού δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστεί, θα χρησιμοποιηθεί συνθετικό στραγγιστήριο, επεξεργασίας δύο όψεων, μη υφαντό, με τα εξής ενδεικτικά χαρακτηριστικά :

- Πάχος  $\geq 6\text{mm}$  κατά EN 9863
- Βάρος  $\geq 465\text{ g/m}^2$  κατά EN ISO 12236
- Αντοχή σε χρονική γήρανση  $\geq 50$  έτη
- Υδραυλική αποστραγγιστική ικανότητα (παράλληλη στο πρανές):
  - Υπο κλίση 0,1 και υπό τάση  $100\text{kPa} \geq 2,64 \times 10^{-4}\text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)
  - Υπο κλίση 1 και υπό τάση  $20\text{kPa} \geq 9,61 \times 10^{-4}\text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)
  - Υπο κλίση 1 και υπό τάση  $100\text{kPa} \geq 9,00 \times 10^{-4}\text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)

Η επιλογή τόσο του συνθετικού στραγγιστηρίου όσο και των υπόλοιπων συνθετικών υλικών για τη στεγάνωση του ΧΥΤΑ, αποτελεί αντικείμενο της μελέτης προσφοράς των υποψηφίων όπου και θα αποδεικνύεται η καταλληλότητα και η επάρκεια των επιλεγμένων υλικών.

Σημειώνεται ότι από προηγούμενη εργολαβία, επί τόπου του έργου έχουν προσκομισθεί υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό του έργου. Ειδικότερα, υπάρχουν  $9.000\text{m}^2$  γεωσυνθετικού αποστράγγισης διαθέσιμα προς χρήση από τον υποψήφιο Ανάδοχο για τους σκοπούς του έργου.

#### **5.2.2.6 Στρώση Φιλτραρίσματος - Διαχωρισμού**

Για τον διαχωρισμό της αποστραγγιστικής στρώσης από τον τεχνητό γεωλογικό φραγμό, καθώς και διαχωρισμού από το ανώτατο στρώμμα άμμου, χρησιμοποιείται γεωύφασμα από πολυπροπυλένιο PP), μη υφαντό (NONWOVEN), βάρους τουλάχιστον  $400\text{ g/m}^2$ .

#### **5.2.2.7 Γεωσυνθετικό αποστράγγισης**

Προτείνεται κατάλληλο γεωσυνθετικό στραγγιστήριο με τις εξής τεχνικές προδιαγραφές:

- Πάχος  $\geq 6,0\text{mm}$  (EN ISO 9863)
- Βάρος  $\geq 465\text{gr/m}^2$  (EN ISO 9864)
- Αντοχή σε διάτρηση  $\geq 0,98\text{kN}$  (EN ISO 12236)
- Αντοχή σε χρονική γήρανση  $\geq 50$  έτη
- Υδραυλική αποστραγγιστική ικανότητα (παράλληλα στο πρανές):
  - Υπό κλίση 0,1 και υπό τάση  $100\text{kPa} \geq 2,64 \times 10^{-4}\text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)
  - Υπό κλίση 1 και υπό τάση  $20\text{kPa} \geq 9,61 \times 10^{-4}\text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)
  - Υπό κλίση 1 και υπό τάση  $100\text{kPa} \geq 9,00 \times 10^{-4}\text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)

Για τον διαχωρισμό του γεωσυνθετικού αποστράγγισης από τα απορρίμματα, στα πρανή, χρησιμοποιείται γεωύφασμα από πολυπροπυλένιο PP), μη υφαντό (NONWOVEN), βάρους τουλάχιστον 200 g/m<sup>2</sup>.

#### **5.2.2.8 Τοποθέτηση και Ποιοτικοί Έλεγχοι Γεωυφασμάτων**

Η διάστρωση των φύλλων του γεωυφάσματος θα γίνει με αλληλοεπικάλυψη 0,50m.

Για την προστασία του γεωυφάσματος διαχωρισμού του γεωσυνθετικού αποστράγγισης από την ηλιακή ακτινοβολία, η διάστρωση του γεωυφάσματος στα πρανή θα πραγματοποιηθεί σταδιακά κατά τη λειτουργία του ΧΥΤΑ, σύμφωνα με την ανάπτυξη του απορριμματικού αναγλύφου.

Το γεωύφασμα που θα χρησιμοποιηθεί θα συνοδεύεται από τα σχετικά πιστοποιητικά, από εγκεκριμένα εργαστήρια, τα οποία θα αποδεικνύουν την εξασφάλιση των απαιτούμενων ιδιοτήτων του υλικού.

Κάθε ρολό υλικού που θα παραδίδεται στο εργοτάξιο, θα συνοδεύεται από ταμπέλα στην οποία θα αναγράφεται:

- Ο κατασκευαστής του γεωυφάσματος
- Η ημερομηνία παραγωγής
- Η χώρα προέλευσης
- Ο τύπος του υφάσματος και η παρτίδα παραγωγής
- Η πρώτη ύλη παραγωγής
- Το βάρος του υφάσματος.

Σε δέκα (10) δείγματα που θα ληφθούν από τους ρόλους που θα παραδίδονται στο εργοτάξιο θα εκτελεστούν δοκιμές προσδιορισμού της εφελκυστικής αντοχής (ASTM D 4595).

Σε δέκα (10) δείγματα που θα ληφθούν από τους ρόλους που θα παραδίδονται στο εργοτάξιο θα εκτελεστούν δοκιμές αντοχής σε διάτρηση, CBR (DIN 54307).

Σε πέντε (5) δείγματα από τους ρόλους του υλικού θα εκτελεστούν δοκιμές διαπερατοτητας (ASTM D 4491).

Σε πέντε (5) δείγματα από τους ρόλους του υλικού θα εκτελεστούν δοκιμές για τον προσδιορισμό του ενεργού μεγέθους πόρων (EOS, AOS, O95) κατά ASTM D 4751.

Για κάθε είδος γεωυφάσματος θα εκτελεστεί μία δοκιμή για αντίσταση σε χημική αλλοίωση (ASTM D 543, D 1435).

#### **5.2.2.9 Τάφρος Αγκύρωσης Γεωμεμβράνης και Γεωυφασμάτων**

Η αγκύρωση της γεωμεμβράνης γίνεται σε ειδικά κατασκευασμένες τάφρους. Με την αγκύρωση εξασφαλίζεται η συγκράτηση της μεμβράνης και του γεωυφάσματος, έτσι ώστε

να μην ολισθαίνουν λόγω του βάρους τους καθώς και λόγω του βάρους των στραγγιστήριων αγωγών και των απορριμμάτων.

Η κατασκευή της τάφρου αγκύρωσης γίνεται περιμετρικά του συμπληρωματικού κυττάρου του Χ.Υ.Τ.Α.

Η αποφυγή τυχόν τραυματισμού της μεμβράνης εξασφαλίζεται με ομαλοποίηση των πρανών των τάφρων. Εντός της τάφρου αγκύρωσης θα τοποθετηθεί αρχικά η μεμβράνη έτσι ώστε αυτή να εφάπτεται πλήρως και στις τρεις πλευρές της. Ακριβώς πάνω από το τμήμα της εντός της τάφρου μεμβράνης τοποθετείται κατά όμοιο τρόπο το γεωύφασμα. Στην τάφρο αγκύρωσης γίνεται συμπλήρωση με τα χώματα εκσκαφής ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η συμπύκνωση των υλικών αυτών.

### **5.3 ΈΡΓΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ**

Τα υγρά απόβλητα του έργου, η διαχείριση των οποίων πρόκειται να περιγραφεί ακολούθως, προκύπτουν από:

- Την παραγωγή στραγγισμάτων στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ
- Την παραγωγή στραγγισμάτων στην επέκταση ΧΥΤΑ
- Τους χώρους υγιεινής και εξυπηρέτησης προσωπικού.

Τα έργα που προτείνονται για τη μείωση και διαχείριση των παραγόμενων στραγγισμάτων είναι τα κάτωθι:

- Στεγανοποίηση του πυθμένα του νέου κυττάρου: Η στεγανοποίηση προλαμβάνει τη διάχυση των στραγγισμάτων στο περιβάλλον.
- Δίκτυο συλλογής στραγγισμάτων. Τα στραγγίσματα θα συλλέγονται στον πυθμένα με διάτρητους αγωγούς από HDPE και θα οδηγούνται μέσω ενός κεντρικού συλλεκτήριου αγωγού στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων
- Επιφανειακή μόνωση που περιλαμβάνεται στην αποκατάσταση των κυττάρων. Με τον τρόπο αυτό παρεμποδίζεται η έκλυση του βιοαερίου στην ατμόσφαιρα και η εισροή νερού για τη δημιουργία επιπλέον στραγγισμάτων.
- Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων, για τη μείωση του ρυπαντικού τους φορτίου, η οποία θα αναβαθμιστεί στα πλαίσια του έργου

Η υφιστάμενη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων θα αναβαθμιστεί από τους υποψηφίους, ώστε να μπορεί να παραλαμβάνει και να επεξεργάζεται επιτυχώς τα στραγγίσματα από τον υφιστάμενο ΧΥΤΑ και την επέκταση αυτού.

#### **5.3.1 Διεργασίες Παραγωγής Στραγγισμάτων στους Χώρους Ταφής**

Τα στραγγίσματα στους ΧΥΤΑ παράγονται κατά την αποσύνθεση των απορριμμάτων και τον εμπλουτισμό τους με νερό από τη φυσική υγρασία αυτών και την πιθανή διήθηση νερού βροχής. Το νερό που εισέρχεται στον απορριμματικό όγκο λόγω υγρασίας, βροχόπτωσης κλπ αυξάνει την παραγωγή των στραγγισμάτων.



Πρόκειται για ένα πολύπλοκο και εύκολα μεταβαλλόμενο μίγμα από διαλυτά οργανικά, ανόργανα και μικροβιακά συστατικά και αιωρούμενα στερεά σε υδάτινο μέσο. Η μεταβλητή σύνθεση των στραγγισμάτων οφείλεται στον τύπο και στην ηλικία των αποθέσεων. Αν για παράδειγμα μεγάλες ποσότητες ασβεστοκονιαμάτων ή γύψου έχουν τοποθετηθεί στην λεκάνη, η αναερόβια δραστηριότητα μετατρέπει τα περισσότερα από τα θειικά σε σουλφίδια.

Τα στραγγίσματα έχουν σκούρο χρώμα λόγω των σουλφιδίων του σιδήρου που δημιουργεί προβλήματα οσμής. Ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την σύνθεση των στραγγισμάτων είναι η ηλικία του ΧΥΤΑ. Νέοι ΧΥΤΑ (2-5 χρόνια λειτουργίας) χαρακτηρίζονται από υψηλές ποσότητες BOD και COD, χαμηλά pH, καλύτερη αποδόμηση και μικρές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, όπως φαίνεται και στην επόμενη παράγραφο.

Γενικά, η ποσότητα και η ποιότητα των στραγγισμάτων εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Ονομαστικά αναφέρονται η ποσότητα, σύνθεση και πυκνότητα των απορριμμάτων, η ηλικία του ΧΥΤΑ και τα υδρολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Από άποψη φυσικοχημικών / βιολογικών διεργασιών, κατά τη διάρκεια ζωής ενός ΧΥΤΑ εξελίσσονται, συνήθως παράλληλα, τρεις κατηγορίες αντιδράσεων:

#### Αερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος

Για αυτή την κατηγορία των αντιδράσεων απαιτείται η ύπαρξη οξυγόνου. Για το λόγο αυτό, τέτοιου είδους αποσύνθεση συμβαίνει κατά την πρώτη χρονική περίοδο της απόθεσης (ακόμα και σε συνθήκες υψηλής συμπίεσης και στεγανότητας) με την κατανάλωση του οξυγόνου που εγκλωβίζεται κατά την ταφή. Επίσης αυτή η αποσύνθεση είναι συχνά η κυρίαρχη σε μικρά βάθη, κοντά στην επιφάνεια των ΧΥΤΑ, λόγω της παρουσίας ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Προφανώς, στο βαθμό που τα απορρίμματα δεν συμπίεζονται κατάλληλα ή δεν χρησιμοποιείται κατάλληλο υλικό επικάλυψης ή δεν γίνεται απόθεση με βάση συγκεκριμένο σχέδιο, είναι δυνατό οι αερόβιες διεργασίες να κυριαρχούν για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Τα προϊόντα της αερόβιας αποσύνθεσης είναι διοξείδιο του άνθρακα, νερό, μερικά αποδομημένες ενώσεις του άνθρακα καθώς και η θερμότητα που παράγεται από αυτές τις αντιδράσεις. Κατά τη διάρκεια της αερόβιας αποσύνθεσης, η παραγωγή στραγγισμάτων είναι σχετικά μικρή έως και αμελητέα, διότι τα απόβλητα δεν έχουν φτάσει στην υγρασία κορεσμού τους ακόμα. Έτσι η συνεισφορά αυτών των διεργασιών στα στραγγίσματα οφείλεται στη διάλυση υδατοδιαλυτών ουσιών από τα νερά της βροχής που κατεισδύουν (άλατα και οργανικά δευτερευόντως) καθώς και σε σωματίδια.

#### Όξινη αναερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος

Η δεύτερη, χρονικά, φάση αποδόμησης του οργανικού κλάσματος είναι η όξινη αναερόβια αποσύνθεση, η οποία δεν παράγει μεθάνιο. Με τη σταδιακή κατανάλωση του οξυγόνου, στην

απόθεση δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες και οι μικροοργανισμοί που ευνοούνται από τις αναερόβιες συνθήκες γίνονται πολυπληθέστεροι και τελικά κυριαρχούν. Κατά τη φάση αυτή παράγονται υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών οξέων, αμμωνία, υδρογόνο, διοξείδιο του άνθρακα καθώς και μερικά αποδομημένες οργανικές ενώσεις.

Η παραγωγή υψηλών ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και των οργανικών οξέων έχουν σαν αποτέλεσμα να μειώνεται το pH στην περιοχή 5,5 – 6,5 με συνεπακόλουθο την διευκόλυνση της διάλυσης περισσότερων οργανικών και ανόργανων ουσιών στα στραγγίσματα. Έτσι, η συνεισφορά αυτής της φάσης στα στραγγίσματα ανεβάζει την αγωγιμότητά τους και τα εμπλουτίζει σε διαλυμένες ουσίες.

#### Αναερόβια αποσύνθεση με παραγωγή μεθανίου

Μετά την όξινη αναερόβια αποσύνθεση, με την ακόμα μεγαλύτερη κατανάλωση του διαθέσιμου οξυγόνου, το δυναμικό οξειδοαναγωγής μειώνεται, με συνέπεια την έναρξη της τρίτης φάσης της αποσύνθεσης, κατά την οποία τα μεθανογενή βακτήρια κυριαρχούν στις βιολογικές διεργασίες. Αυτά τα βακτήρια καταναλώνουν οργανικό κλάσμα και παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, νερό και κάποια ποσότητα θερμότητας. Χαρακτηριστικό αυτής της διεργασίας είναι ο σχετικά αργός ρυθμός της που έχει σαν αποτέλεσμα τη συντήρηση της για πολλά χρόνια.

Τα μεθανογενή βακτήρια καταναλώνουν μεγάλο μέρος των οργανικών οξέων, είτε κατευθείαν είτε με τη βοήθεια ενδιάμεσων μετασχηματισμών μετατρέποντας αυτά σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα, με επακόλουθο τη σταδιακή άνοδο του pH στα επίπεδα μεταξύ 7-8. Έτσι, τα στραγγίσματα περιέχουν λιγότερες διαλυμένες ουσίες και σαφώς μειωμένο οργανικό φορτίο.

Πολύ συχνά, σε αυτή τη φάση παράγεται άζωτο και υδρόθειο, ενώ το υδρογόνο που έχει παραχθεί σε προηγούμενες φάσεις καταναλώνεται, με ταχύτατους ρυθμούς.

Χρονικά, η έναρξη της μεθανογενούς φάσης μπορεί να γίνει μετά από 6 μήνες έως και μερικά χρόνια, από την απόθεση των αποβλήτων. Όσο περισσότερη υγρασία έχουν τα απορρίμματα τόσο πιο γρήγορα μπορεί να ξεκινήσει η μεθανογενής φάση, ενώ απότομες αλλαγές στην υγρασία και την κίνηση του νερού ενδέχεται να διακόψουν τη μεθανογενή φάση, λόγω καταστροφής των μεθανογενών βακτηρίων. Το βέλτιστο pH για τα μεθανογενή βακτήρια είναι στο εύρος 6,7 – 7,5. Ωστόσο ακόμα και σε μεγαλύτερο εύρος, μεταξύ 5 και 9, εξακολουθεί να υπάρχει κάποια δραστηριότητα μεθανογενών βακτηρίων. Οι βέλτιστες θερμοκρασίες για τα μεσοφιλικά βακτήρια είναι της τάξης των 30-35°C, ενώ για τα θερμοφιλικά βακτήρια είναι της τάξης των 45°C. Η θερμοκρασία του ΧΥΤΥ καθορίζει ποιο είδος βακτηρίων κυριαρχεί κατά την αναερόβια αποσύνθεση. Σε θερμοκρασίες κάτω από 10-15°C, η αναερόβια αποσύνθεση μειώνεται δραστικά. Ο λόγος άνθρακα προς άζωτο πρέπει να είναι στην τάξη μεγέθους του 16:1 για τα μεθανογενή βακτήρια.

Κατά τη φάση αυτή, χαρακτηριστικό των στραγγισμάτων είναι το σχεδόν ουδέτερο pH, η χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα και χαμηλό δείκτη TDS (Total Dissolved Solids).

Οι πολύπλοκες αλληλοεπιδράσεις μεταξύ υδατικού ισοζυγίου και βιολογικής αποσύνθεσης στ' απορρίμματα έχουν σαν συνέπεια την εμφάνιση μεγάλων διακυμάνσεων στην ποιοτική και ποσοτική σύσταση των στραγγισμάτων. Παρόλα αυτά είναι δυνατή η συλλογή αρκετών στοιχείων που επιτρέπουν μία εκτίμηση ποσοτική και ποιοτική της σύνθεσης των στραγγισμάτων σε μία εγκατάσταση Υγειονομικής Ταφής.

### **5.3.2 Παράμετροι Σχεδιασμού – Ποσοτική και Ποιοτική Σύσταση Στραγγισμάτων & Λοιπών Υγρών Αποβλήτων**

Η παραγωγή των στραγγισμάτων επηρεάζεται κυρίως από:

- Τις κλιματολογικές συνθήκες,
- Τη μορφολογία της περιοχής,
- Τον τρόπο λειτουργίας του χώρου διάθεσης,
- Τη σύστασή τους.

Οι οργανικές ουσίες αποτελούν τη σημαντικότερη επιβάρυνση των στραγγισμάτων και είναι το κυριότερο κριτήριο για την εκτίμηση της ποιότητάς τους. Οι σπουδαιότεροι παράμετροι για την παραπάνω εκτίμηση είναι το:

- BOD<sub>5</sub> (Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο),
- COD (Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο), και
- TOC

Οι παραπάνω παράμετροι εξαρτώνται από:

- Την ηλικία της εγκατάστασης,
- Το είδος της εφαρμοσμένης συμπίεσης, και
- Τη σύνθεση των απορριμμάτων.

Τα ανόργανα στοιχεία των στραγγισμάτων χωρίζονται ανάλογα με τη διαχρονική εξέλιξη των συγκεντρώσεών τους σε τρεις κατηγορίες:

1. Στοιχεία με διαχρονική εξέλιξη συγκέντρωσης (Fe, Ca, Mg, Mn, Zn),
2. Στοιχεία με μακροπρόθεσμα ελαφρά αυξανόμενη συγκέντρωση (Cl, N<sub>4</sub><sup>+</sup>, K, Na), και
3. Στοιχεία με τυχαίες διακυμάνσεις συγκεντρώσεων (NO, P και βαρέα μέταλλα Pb, Ni, As, Cu, Cd, Cr, Co).

Κατά την πρώτη περίοδο της βιολογικής σταθεροποίησης, τα περισσότερα οργανικά εκπέμπονται σε υγρή μορφή. Μετά από αυτή την περίοδο, και όταν το pH ανεβαίνει σε πιο ουδέτερες τιμές, το περισσότερο μέρος από τον οργανικό άνθρακα μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο. Έτσι στην δεύτερη αυτή φάση, η συγκέντρωση των οργανικών στα στραγγίσματα πέφτει με υψηλούς ρυθμούς. Επιπλέον, το ποσοστό του βιολογικά αποδομημένου τμήματος του οργανικού κλάσματος σε σχέση με τη συνολική

οργανική ύλη πέφτει ταυτόχρονα. Αυτό φαίνεται και από την πτώση των τιμών στο πηλίκο BOD<sub>5</sub>/COD. Κατά την διάρκεια αυτής της δεύτερης περιόδου, το pH των στραγγισμάτων ανεβαίνει καθώς η γένεση μεθανίου δημιουργεί συνθήκες πιο αλκαλικές. Με αυτό τον τρόπο τα στραγγίσματα φτάνουν σε μια περιοχή pH 6,3 – 7,5.

### 5.3.3 Ποσοτικός Υπολογισμός Στραγγισμάτων

Στο κεφάλαιο αυτό θα υπολογιστούν τα συνολικά παραγόμενα στραγγίσματα του έργου. Με βάση αυτούς τους υπολογισμούς έχει σχεδιαστεί το σχέδιο διαχείρισης, που παρουσιάζεται παρακάτω. Οι διαγωνιζόμενοι στην τεχνική μελέτη προσφοράς τους θα πρέπει να εκπονήσουν τους δικούς τους υπολογισμούς παραγωγής στραγγισμάτων και να προτείνουν το δικό τους σχέδιο διαχείρισης και επεξεργασίας αυτών βάσει του σχεδιασμού τους και τις απαιτήσεις των Τευχών Δημοπράτησης και της εγκεκριμένης ΑΕΠΟ.

Ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ποσότητας των παραγόμενων στραγγισμάτων, λαμβάνοντας υπόψη τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής. Ο κλασσικότερος και πιο αξιόπιστος υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου ενός χώρου διάθεσης απορριμμάτων εκφράζεται από την εξίσωση:

$$L = P - R - E - a \cdot W$$

όπου:

L: η αναμενόμενη παραγωγή στραγγισμάτων

P: οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις

R: η επιφανειακή απορροή από τον χώρο

E: η πραγματική εξατμισοδιαπνοή

a: η απορροφητική ικανότητα των απορριμμάτων, που ορίζεται σαν η διαφορά του νερού που

μπορούν να κατακρατήσουν μείον το νερό που παράγεται κατά τις αντιδράσεις αποδόμησης τους

W: η ποσότητα των απορριμμάτων ανά έτος.

Η προαναφερθείσα εξίσωση χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της παραγωγής των στραγγισμάτων τόσο στο Νέο Κύτταρο, όσο και στα υφιστάμενα κύτταρα που θα αποκατασταθούν. Οι υπολογισμοί που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στη συνέχεια σε επιμέρους κεφάλαια.

#### 5.3.3.1 Παραγωγή Στραγγισμάτων στο Νέο Κύτταρο Επέκτασης

Για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Δεν υπάρχουν διαφυγές προς τον υδροφόρο ορίζοντα; λόγω της στεγανοποίησης του πυθμένα του Χ.Υ.Τ.Α.

- Δεν υπάρχουν εισροές ομβρίων από την ευρύτερη λεκάνη απορροής, λόγω της κατασκευής περιμετρικής τάφρου, η οποία εκτρέπει την επιφανειακή απορροή από το σώμα των απορριμμάτων.
- Η ανάπτυξη του Χ.Υ.Τ.Α. πραγματοποιείται σε ένα κύτταρο με εμβαδόν 15.587,18m<sup>2</sup>.
- Τα μέσα μηνιαία ύψη βροχόπτωσης και οι μέσες θερμοκρασίες όπως δίνονται από την Ε.Μ.Υ. και το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών όπως εμφανίζονται στην ιστοσελίδα του ιστοτόπου [www.meteo.gr](http://www.meteo.gr)
- Η επιφανειακή απορροή λαμβάνεται ανάλογα με τις φάσεις εξέλιξης του Χ.Υ.Τ.Α. από 10 - 70% της βροχόπτωσης. Συγκεκριμένα λαμβάνονται οι παρακάτω περιπτώσεις:
  - ✓ Κύτταρο σε λειτουργία : R = 10% της βροχόπτωσης.
  - ✓ Κύτταρο μετά την αποκατάσταση : R = 70% της βροχόπτωσης.
- Για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιείται η δυναμική εξατμισοδιαπνοή. Ο προσδιορισμός της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής πραγματοποιήθηκε με την εμπειρική σχέση του Thornthwaite:

$$E_p = 16 \cdot \left[ \frac{10 \cdot T_i}{I} \right]^\alpha \cdot \frac{\mu \cdot N}{360} \quad mm / μήνα$$

Όπου  $T_i$ : η μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) σύμφωνα με τα δεδομένα

$I$ : ο ετήσιος δείκτης θερμότητας, όπου  $I = \sum T_i$

$I_j$ : ο μηνιαίος δείκτης θερμότητας,  $I_j = (T_i/5)^{1,514}$

$\alpha$ : = 0,016•/ +0,5

$N$  : μέγιστη διάρκειας ημέρας του συγκεκριμένου μήνα σε ώρες (Πηγή: Christensen T., Cossu R., Stegmann R., "Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact". 1989).

$M$  : αριθμός ημερών του συγκεκριμένου μήνα

- Η απορροφητική ικανότητα των απορριμμάτων  $\alpha$  για  $\rho=0,9\text{tn/m}^3$  φτάνει τα 0,063m<sup>3</sup>/tn. Για λόγους ασφαλείας τίθεται  $\alpha = 0$ , θεωρώντας ότι τα απορρίμματα είναι κορεσμένα οπότε δεν κατακρατούν ποσότητες υγρών.
- Η ποσότητα των προς διάθεση απορριμμάτων η οποία έχει ως εξής:

Έτος	Ποσότητα απορριμμάτων (tn/έτος)	Ποσότητα απορριμμάτων (tn/ημέρα)
2023	21.670	59
2024	21.866	60
2025	22.063	60
2026	22.262	61

2027	22.463	62
2028	22.666	62
2029	22.870	63
2030	23.076	63
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>178.936</b>	<b>490</b>

Για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής, τα οποία παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 14 Θερμοκρασιακά δεδομένα

Μήνας	Θερμοκρασία
	Μ.Ο. Τι
Ιανουάριος	8,15
Φεβρουάριος	9,03
Μάρτιος	10,93
Απρίλιος	14,50
Μάιος	19,35
Ιούνιος	23,75
Ιούλιος	26,45
Αύγουστος	26,43
Σεπτέμβριος	22,18
Οκτώβριος	17,10
Νοέμβριος	13,23
Δεκέμβριος	9,10

Πίνακας 15 Δεδομένα ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων

Μήνας	Συνολική βροχόπτωση
Ιανουάριος	30,33
Φεβρουάριος	86,85
Μάρτιος	81,35
Απρίλιος	29,65

Μήνας	Συνολική βροχόπτωση
Μάιος	35,65
Ιούνιος	34,20
Ιούλιος	26,10
Αύγουστος	20,30
Σεπτέμβριος	59,20
Οκτώβριος	53,35
Νοέμβριος	53,90
Δεκέμβριος	88,50

Με βάση τα παραπάνω υπολογίστηκαν:

- Η μηνιαία και η μέση ημερήσια παραγωγή στραγγισμάτων
- Η παραγωγή στραγγισμάτων ανά εποχή του έτους
- Το ετήσιο υδατικό ισοζύγιο

Σημειώνεται ότι η παραγωγή των στραγγισμάτων του ενδιαμέσου κυττάρου συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς παραγωγής στραγγισμάτων του νέου κυττάρου επέκτασης.

Πίνακας 16 Παράμετροι υδατικού ισοζυγίου

Μήνας	P (mm)	R (10%) (mm)	Μηνιαίος Δείκτης Θερμοκρ. Ιj	E <sub>p</sub> (mm)
Ιανουάριος	30,33	3,03	2,10	15,00
Φεβρουάριος	86,85	8,685	2,45	17,84
Μάρτιος	81,35	8,14	3,27	30,76
Απρίλιος	29,65	2,965	5,01	53,53
Μάιος	35,65	3,565	7,76	97,80
Ιούνιος	34,20	3,42	10,58	137,64
Ιούλιος	26,10	2,61	12,45	171,59
Αύγουστος	20,30	2,03	12,44	163,77
Σεπτέμβριος	59,20	5,92	9,54	107,30
Οκτώβριος	53,35	5,335	6,43	63,68

Μήνας	P (mm)	R (10%) (mm)	Μηνιαίος Δείκτης Θερμοκρ. Ij	E <sub>p</sub> (mm)
Νοέμβριος	53,90	5,39	4,36	35,21
Δεκέμβριος	88,50	8,85	2,48	17,25
Σύνολο	599,38	59,94	78,86	911,36

Βάσει του προηγούμενου πίνακα, αλλά και λαμβάνοντας υπόψη ότι το εμβαδόν του συμπληρωματικού κυττάρου ανέρχεται σε 15.587,18m<sup>2</sup> υπολογίζεται η παραγωγή στραγγισμάτων κατά τη διάρκεια λειτουργίας του:

Πίνακας 17 Παραγωγή στραγγισμάτων νέου κυττάρου κατά τη διάρκεια λειτουργίας

Μήνας	L (m <sup>3</sup> /μήνα)	L (m <sup>3</sup> /ημέρα)	L (m <sup>3</sup> /ώρα)
Ιανουάριος	191,66	6,18	0,26
Φεβρουάριος	940,34	<b>33,58</b>	1,40
Μάρτιος	661,79	21,35	0,89
Απρίλιος	0,00	0,00	0,00
Μάιος	0,00	0,00	0,00
Ιούνιος	0,00	0,00	0,00
Ιούλιος	0,00	0,00	0,00
Αύγουστος	0,00	0,00	0,00
Σεπτέμβριος	0,00	0,00	0,00
Οκτώβριος	0,00	0,00	0,00
Νοέμβριος	207,30	6,91	0,29
Δεκέμβριος	972,57	<b>31,37</b>	1,31
<b>Σύνολο</b>	<b>2.973,67</b>	<b>99,40</b>	<b>4,14</b>

Οι υπολογισμοί παραγωγής στραγγισμάτων πραγματοποιήθηκαν σε επίπεδο μήνα και λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνο την υγρή περίοδο για την αποφυγή υποεκτίμησης που δίνει το υδατικό ισοζύγιο σε ετήσια βάση. Έτσι οι μήνες με θετικό υδατικό ισοζύγιο είναι αυτοί που συνεισφέρουν στην παραγωγή στραγγισμάτων ενώ για τους μήνες με αρνητικό υδατικό ισοζύγιο λαμβάνεται L=0.



Από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι η μεγαλύτερη παραγωγή στραγγισμάτων εμφανίζεται το Δεκέμβριο. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται ποιοτικά από το ότι οι μήνες με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση είναι ο Νοέμβριος, ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος συνεπώς τότε θα αναμένεται και το μέγιστο της παραγωγής στραγγισμάτων.

Από ποσοτικής άποψης, το ετήσιο υδατικό ισοζύγιο εμφανίζει παραγωγή στραγγισμάτων περίπου 2.973,67m<sup>3</sup> ανά έτος. Η εποχιακή παραγωγή στραγγισμάτων δίνεται από τον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 18 Εποχιακή κατανομή ετήσιων παραγόμενων στραγγισμάτων (m<sup>3</sup>)

Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
972,57	661,79	0,00	0,00
191,66	0,00	0,00	0,00
940,34	0,00	0,00	207,30
<b>2.104,58</b>	<b>661,79</b>	<b>0,00</b>	<b>207,30</b>

### 5.3.3.2 Παραγωγή στραγγισμάτων στον υπό αποκατάσταση χώρο

Η παραγωγή στραγγισμάτων οφείλεται ως επί το πλείστον στην κατείσδυση επιφανειακών υδάτων και δευτερευόντως στη βιολογική αποδόμηση των απορριμμάτων. Για λόγους ασφάλειας, γίνεται η θεώρηση ότι μεγάλη ποσότητα επιφανειακών υδάτων κατεισδύουν στο εσωτερικό της αποτιθεμένης απορριμματικής μάζας, οδηγώντας σε αυξημένη παραγωγή στραγγισμάτων.

Βάσει του Πίνακα 16 και λαμβάνοντας υπόψη ότι το εμβαδόν του κυττάρου ανέρχεται σε 28.679,69m<sup>2</sup> υπολογίζεται η παραγωγή στραγγισμάτων κατά τη διάρκεια λειτουργίας του:

Μήνας	L (m <sup>3</sup> /μήνα)	L (m <sup>3</sup> /ημέρα)	L (m <sup>3</sup> /ώρα)
Ιανουάριος	352,66	11,38	0,47
Φεβρουάριος	1730,22	<b>61,79</b>	2,57
Μάρτιος	1217,69	39,28	1,64
Απρίλιος	0,00	0,00	0,00
Μάιος	0,00	0,00	0,00
Ιούνιος	0,00	0,00	0,00
Ιούλιος	0,00	0,00	0,00
Αύγουστος	0,00	0,00	0,00
Σεπτέμβριος	0,00	0,00	0,00
Οκτώβριος	0,00	0,00	0,00

Μήνας	L (m <sup>3</sup> /μήνα)	L (m <sup>3</sup> /ημέρα)	L (m <sup>3</sup> /ώρα)
Νοέμβριος	381,43	12,71	0,53
Δεκέμβριος	1.789,53	57,73	2,41
<b>Σύνολο</b>	<b>5.471,54</b>	<b>182,89</b>	<b>7,62</b>

Οι υπολογισμοί παραγωγής στραγγισμάτων πραγματοποιήθηκαν σε επίπεδο μήνα και λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνο την υγρή περίοδο για την αποφυγή υποεκτίμησης που δίνει το υδατικό ισοζύγιο σε ετήσια βάση. Έτσι οι μήνες με θετικό υδατικό ισοζύγιο είναι αυτοί που συνεισφέρουν στην παραγωγή στραγγισμάτων ενώ για τους μήνες με αρνητικό υδατικό ισοζύγιο λαμβάνεται L=0.

Από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι η μεγαλύτερη παραγωγή στραγγισμάτων εμφανίζεται το Δεκέμβριο. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται ποιοτικά από το ότι οι μήνες με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση είναι ο Νοέμβριος, ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος συνεπώς τότε θα αναμένεται και το μέγιστο της παραγωγής στραγγισμάτων.

Από ποσοτικής άποψης, το ετήσιο υδατικό ισοζύγιο εμφανίζει παραγωγή στραγγισμάτων περίπου 5.500m<sup>3</sup> ανά έτος. Η εποχιακή παραγωγή στραγγισμάτων δίνεται από τον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 19 Εποχιακή κατανομή ετήσιων παραγόμενων στραγγισμάτων (m<sup>3</sup>)

Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
1.789,53	1.217,69	0,00	0,00
352,66	0,00	0,00	0,00
1.730,22	0,00	0,00	381,43
<b>3.872,41</b>	<b>1.217,69</b>	<b>0,00</b>	<b>381,43</b>

Η ποσότητα των 182,89 m<sup>3</sup>/ημέρα εκφράζει το σύνολο των παραγόμενων στραγγισμάτων, δηλαδή τόσο τα κατακόρυφα διηθούμενα όσο και τα πλευροδιηθούμενα. Με τα προτεινόμενα μέτρα μπορεί να επιτευχθεί η συλλογή αυτών κατά ένα μεγάλο ποσοστό. Λόγω της τελικής κάλυψης της επιφάνειας το πρόβλημα των πλευροδιηθούμενων στραγγισμάτων ελαχιστοποιείται σημαντικά αφού με γνώμονα την ασφάλεια του έργου, η διαμόρφωση του τελικού ανάγλυφου γίνεται με πολύ ήπιες κλίσεις.

Η ανωτέρω ποσότητα αναφέρεται στην παραγωγή διασταλαζόντων πριν την αποκατάσταση της τελικής επιφάνειας. Μετά την τελική κάλυψη που η κατείσδυση στο σώμα των αποθέσεων θα είναι πολύ μικρότερο ποσοστό βροχοπτώσεων, διότι στην περίπτωση αυτή

είναι  $R=70\%$  του όγκου των κατακρημνισμάτων, οπότε οι ποσότητα στραγγίσματος μειώνεται όπως φαίνεται παρακάτω.

#### Παραγωγή στραγγισμάτων μετά την αποκατάσταση

Ο ακόλουθος πίνακας δίνει την παραγωγή των στραγγισμάτων μετά την αποκατάσταση:

Πίνακας 20 Παραγωγή στραγγισμάτων μετά την αποκατάσταση

Μήνας	L (m <sup>3</sup> /μήνα)	L (m <sup>3</sup> /ημέρα)	L (m <sup>3</sup> /ώρα)
Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00
Φεβρουάριος	235,71	8,42	0,35
Μάρτιος	0,00	0,00	0,00
Απρίλιος	0,00	0,00	0,00
Μάιος	0,00	0,00	0,00
Ιούνιος	0,00	0,00	0,00
Ιούλιος	0,00	0,00	0,00
Αύγουστος	0,00	0,00	0,00
Σεπτέμβριος	0,00	0,00	0,00
Οκτώβριος	0,00	0,00	0,00
Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00
Δεκέμβριος	266,62	8,60	0,36
<b>Σύνολο</b>	<b>502,33</b>	<b>17,02</b>	<b>0,71</b>

Κατά συνέπεια, μετά το πέρας λειτουργίας και την τελική κάλυψη του, θα κατεισδύουν μόνο 17,02m<sup>3</sup>/ημέρα.

Η μείωση της κατείσδυσης προκύπτει από τον λόγο:

$$(L_{\text{πριν}} - L_{\text{μετά}}) / L_{\text{πριν}} = (182,89 - 17,02) / 182,89 = 90,7\%.$$

#### **5.3.3.3 Παραγωγή στραγγισμάτων στο κατά παράβαση κύτταρο**

Η παραγωγή των στραγγισμάτων οφείλεται ως επί το πλείστον στην κατείσδυση επιφανειακών νερών και δευτερευόντως στη βιολογική αποδόμηση των απορριμμάτων. Για λόγους ασφάλειας, γίνεται η θεώρηση ότι μεγάλη ποσότητα επιφανειακών υδάτων κατεισδύουν στο εσωτερικό της αποτιθεμένης απορριμματικής μάζας, οδηγώντας σε αυξημένη παραγωγή στραγγισμάτων.

#### Παραγωγή στραγγισμάτων πριν την αποκατάσταση

Βάσει του Πίνακα 16 και λαμβάνοντας υπόψη ότι το εμβαδόν του κυττάρου ανέρχεται σε 4.378,68m<sup>2</sup> υπολογίζεται η παραγωγή στραγγισμάτων κατά τη διάρκεια λειτουργίας του:

Πίνακας 21 Παραγωγή στραγγισμάτων υφιστάμενου ΧΥΤΑ κατά τη διάρκεια λειτουργίας του

Μήνας	L (m <sup>3</sup> /μήνα)	L (m <sup>3</sup> /ημέρα)	L (m <sup>3</sup> /ώρα)
Ιανουάριος	53,82	1,74	0,07
Φεβρουάριος	264,06	<b>9,43</b>	0,39
Μάρτιος	185,84	5,99	0,25
Απρίλιος	0,00	0,00	0,00
Μάιος	0,00	0,00	0,00
Ιούνιος	0,00	0,00	0,00
Ιούλιος	0,00	0,00	0,00
Αύγουστος	0,00	0,00	0,00
Σεπτέμβριος	0,00	0,00	0,00
Οκτώβριος	0,00	0,00	0,00
Νοέμβριος	58,21	1,94	0,08
Δεκέμβριος	273,11	8,81	0,37
<b>Σύνολο</b>	<b>835,04</b>	<b>27,91</b>	<b>1,16</b>

Οι υπολογισμοί παραγωγής στραγγισμάτων πραγματοποιήθηκαν σε επίπεδο μήνα και λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνο την υγρή περίοδο για την αποφυγή υποεκτίμησης που δίνει το υδατικό ισοζύγιο σε ετήσια βάση. Έτσι οι μήνες με θετικό υδατικό ισοζύγιο είναι αυτοί που συνεισφέρουν στην παραγωγή στραγγισμάτων ενώ για τους μήνες με αρνητικό υδατικό ισοζύγιο λαμβάνεται L=0. Μεγαλύτερη παραγωγή στραγγισμάτων εμφανίζεται τον Δεκέμβριο. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται ποιοτικά από το ότι οι μήνες με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση είναι ο Νοέμβριος, ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος συνεπώς τότε θα αναμένεται και το μέγιστο της παραγωγής στραγγισμάτων.

Από ποσοτικής άποψης, το ετήσιο υδατικό ισοζύγιο εμφανίζει παραγωγή στραγγισμάτων περίπου 5.500m<sup>3</sup> ανά έτος. Η εποχιακή παραγωγή στραγγισμάτων δίνεται από τον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 22 Εποχιακή κατανομή ετήσιων παραγόμενων στραγγισμάτων (m<sup>3</sup>)

Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
273,11	185,84	0,00	0,00

Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
53,82	0,00	0,00	0,00
264,06	0,00	0,00	58,21
<b>590,99</b>	<b>185,84</b>	<b>0,00</b>	<b>58,21</b>

Η ποσότητα των 185,84 m<sup>3</sup>/ημέρα εκφράζει το σύνολο των παραγόμενων στραγγισμάτων, δηλαδή τόσο τα κατακόρυφα διηθούμενα όσο και τα πλευροδιηθούμενα. Με τα προτεινόμενα μέτρα μπορεί να επιτευχθεί η συλλογή αυτών κατά ένα μεγάλο ποσοστό. Λόγω της τελικής κάλυψης της επιφάνειας το πρόβλημα των πλευροδιηθούμενων στραγγισμάτων ελαχιστοποιείται σημαντικά αφού με γνώμονα την ασφάλεια του έργου, η διαμόρφωση του τελικού ανάγλυφου γίνεται με πολύ ήπιες κλίσεις.

Η ανωτέρω ποσότητα αναφέρεται στην παραγωγή διασταλαζόντων πριν την αποκατάσταση της τελικής επιφάνειας. Μετά την τελική κάλυψη που η κατείσδυση στο σώμα των αποθέσεων θα είναι πολύ μικρότερο ποσοστό βροχοπτώσεων, διότι στην περίπτωση αυτή είναι R=70% του όγκου των κατακρημνισμάτων, οπότε οι ποσότητα στραγγίσματος μειώνεται όπως φαίνεται παρακάτω.

#### Παραγωγή στραγγισμάτων μετά την αποκατάσταση

Ο ακόλουθος πίνακας δίνει την παραγωγή των στραγγισμάτων μετά την αποκατάσταση:

Μήνας	L (m <sup>3</sup> /μήνα)	L (m <sup>3</sup> /ημέρα)	L (m <sup>3</sup> /ώρα)
Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00
Φεβρουάριος	35,97	1,28	0,05
Μάρτιος	0,00	0,00	0,00
Απρίλιος	0,00	0,00	0,00
Μάϊος	0,00	0,00	0,00
Ιούνιος	0,00	0,00	0,00
Ιούλιος	0,00	0,00	0,00
Αύγουστος	0,00	0,00	0,00
Σεπτέμβριος	0,00	0,00	0,00
Οκτώβριος	0,00	0,00	0,00
Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00
Δεκέμβριος	40,69	1,31	0,05
<b>Σύνολο</b>	<b>76,66</b>	<b>2,60</b>	<b>0,11</b>

Κατά συνέπεια, μετά το πέρας λειτουργίας και την τελική κάλυψη του, θα κατεισδύουν μόνο 2,60m<sup>3</sup>/ημέρα.

Η μείωση της κατείσδυσης προκύπτει από τον λόγο:

$$(L_{\text{πριν}} - L_{\text{μετά}}) / L_{\text{πριν}} = (185,84 - 2,60) / 185,84 = 98,6\%.$$

### 5.3.4 Προτεινόμενη Διαχείριση Στραγγισμάτων

#### 5.3.4.1 Διαχείριση Στραγγισμάτων στο Νέο Κύτταρο (Συμπληρωματικό Κύτταρο)

Το σύστημα συλλογής και μεταφοράς των στραγγισμάτων αποτελείται από τα εξής:

- Τη στρώση συλλογής, από αδρανές υλικό υψηλής διαπερατότητας (ζώνη αποστράγγισης), πάχους τουλάχιστον 30cm και διαπερατότητας 10<sup>-2</sup> -10<sup>-3</sup>m/sec.
- Τους αγωγούς συλλογής στραγγισμάτων.

Πάνω από τη στεγανωτική στρώση του πυθμένα του κυττάρου κατασκευάζεται αποστραγγιστικό στρώμα το οποίο αποτελείται από σκληρό, κατά προτίμηση στρογγυλεμένο αμμοχάλικο κατάλληλης διαβάθμισης. Ο συντελεστής υδροπερατότητας της ζώνης, η οποία έχει πάχος τουλάχιστον 30cm, είναι 10<sup>-2</sup> -10<sup>-3</sup>m/sec.

Οι αγωγοί του συστήματος συλλογής και απομάκρυνσης των στραγγισμάτων τοποθετούνται στα κατώτερα σημεία της ζώνης αποστράγγισης με τα διάτρητα μέρη τους προς τα πάνω, τα οποία καλύπτουν τα 2/3 της επιφάνειάς τους. Η διάμετρος τους θα επιτρέπει την ελεύθερη ροή των στραγγισμάτων προς τα σημεία συλλογής, κατάντη του κυττάρου, καθώς και τον καθαρισμό και τον έλεγχο τους. Η κλίση των αγωγών που τοποθετούνται οριζόντια είναι της τάξης του 5% κατ' ελάχιστον.

Οι αποστάσεις μεταξύ των αγωγών δεν ξεπερνούν τα 25m και καταλήγουν σε φρεάτια ελέγχου τα οποία κατασκευάζονται εκτός του απορριμματικού ανάγλυφου. Επιπλέον, το σύστημα των αγωγών δεν θα προκαλεί βλάβες στο σύστημα στεγάνωσης του πυθμένα ούτε θα επιτρέπει την είσοδο αέρα και βιοαερίου.

Στο υπό μελέτη νέο κύτταρο προτείνεται η τοποθέτηση διάτρητων αγωγών Φ200 HDPE συνολικού μήκους 180,28m, οι οποίοι καταλήγουν στον κεντρικό διάτρητο επίσης αγωγό Φ315 HDPE και μήκους 43,19m (διάταξη ψαροκόκαλου).

Τα στραγγίσματα συγκεντρώνονται στο κατώτερο σημείο του κυττάρου απ' όπου με τη βοήθεια εμβαπτιζόμενης αντλίας και μέσω κλειστού καταθλιπτικού αγωγού Φ63 HDPE και μήκους 251,66m, οδηγούνται στο υφιστάμενο φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων και από εκεί μέσω των υφιστάμενων αγωγών Φ50 HDPE οδηγούνται για επεξεργασία στην ΕΕΣ.

#### Δίκτυο συλλογής

Το σύστημα συλλογής θα αποτελείται από ένα δίκτυο κεντρικών και δευτερευόντων συλλεκτήριων αγωγών που θα τοποθετηθούν σε απόσταση το πολύ 40m μεταξύ τους (ΚΥΑ

114218/97, Κεφ. 5 Τεχνικές Προδιαγραφές ΧΥΤΑ, παρ. 6)., με τρόπο ώστε να παραλαμβάνουν τα ρέοντα στραγγίσματα από τα πρηνή και τον πυθμένα του ενεργού χώρου.

Το υλικό των αγωγών θα είναι HDPE επειδή η χημική συμπεριφορά του είναι πολύ καλή απέναντι στην παρουσία των στραγγισμάτων (leachate). Οι αγωγοί συλλογής θα είναι διάτρητοι και οι οπές θα καλύπτουν τα 2/3 της επιφάνειάς τους. Με σκοπό τον καθαρισμό των αγωγών, ορισμένα σημεία δεν θα είναι διάτρητα. Στόχος είναι, η δυνατότητα καθαρισμού των σωλήνων με την χρήση υψηλής πίεσης νερού - jetting - που αποτελεί μία από τις αποτελεσματικότερες τεχνικές.

Γενικότερα, οι ελάχιστες απαιτήσεις για τους αγωγούς των στραγγισμάτων είναι:

- Η διάμετρος των αγωγών να μην είναι μικρότερη του Φ250 mm
- Ελάχιστη κλίση αγωγών ίση με 5%
- Να εξασφαλίζεται η επισκεψιμότητα των αγωγών και να είναι εύκολος ο καθαρισμός τους
- Να εξασφαλίζεται η υδραυλική τους επάρκεια

Σύμφωνα με τον ενδεικτικό σχεδιασμό της παρούσας το δίκτυο στραγγισμάτων αποτελείται από δώδεκα (12) αγωγούς συλλογής στραγγισμάτων διαμέτρου Φ200, οι οποίοι απορρέουν και μεταφέρουν βαρυτικά τα στραγγίσματα σε κεντρικό διάτρητο αγωγό συλλογής και μεταφοράς στραγγισμάτων διαμέτρου Φ315. Τα στραγγίσματα συγκεντρώνονται στο κατώτερο σημείο του κυττάρου (σε φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων), από όπου με τη βοήθεια εμβαπτιζόμενης αντλίας και μέσω κλειστού καταθλιπτικού αγωγού Φ63 οδηγούνται στο υφιστάμενο φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων και από εκεί μέσω των υφιστάμενων αγωγών Φ50 οδηγούνται για επεξεργασία στην υφιστάμενη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων.

Σημειώνεται ότι σύμφωνα με την ισχύουσα ΑΕΠΟ του Έργου (Α.Π. 6127/20-09-2017 Απόφαση του Συντονιστή Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας – Θράκης (ΑΔΑ:ΩΩΩΝΟΡ1Υ-Λ5Λ)), η διαστασιολόγηση των αγωγών πρέπει να γίνει με τρόπο ώστε σε συνδυασμό με την αποστραγγιστική στρώση να αποκλείεται η παραμονή των στραγγισμάτων μέσα στο χώρο διάθεσης (συμφόρηση) και σε συνάρτηση με:

- Τη μέγιστη διάρκεια και την ένταση της βροχόπτωσης, σύμφωνα με τα δεδομένα της τελευταίας 20εταίας, ή ελλείψει αυτών, σύμφωνα με τα δεδομένα της μεγαλύτερης υπάρχουσας περιόδου
- Το υπάρχον ανάγλυφο
- Τις εδαφομηχανικές παραμέτρους της ζώνης αποστράγγισης
- Το είδος και την ποιότητα των αγωγών και τα υπερκείμενα φορτία των απορριμμάτων.

Επιπρόσθετα, το σύστημα συλλογής και μεταφοράς των στραγγισμάτων πρέπει να εξασφαλίζει μακροχρόνια τη συλλογή και μεταφορά της συνολικής ποσότητας των στραγγισμάτων.

### 5.3.5 Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων

#### 5.3.5.1 Γενικός Σχεδιασμός

Η υφιστάμενη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) είναι κατασκευασμένη ανατολικά του υφιστάμενου ΧΥΤΑ και καταλαμβάνει έκταση περίπου 700 m<sup>2</sup>.

Η υφιστάμενη ΕΕΣ καλύπτει τη μείωση του οργανικού φορτίου των στραγγισμάτων καθ'όλο τον χρονικό ορίζοντα λειτουργίας του ΧΥΤΑ. Ο σχεδιασμός της έγινε με τις εξής παραδοχές:

- Ελάχιστη ημερήσια παροχή: 5 m<sup>3</sup>/day
- Μέση ημερήσια παροχή: 28,5 m<sup>3</sup>/day
- Μέγιστη ημερήσια παροχή: 52 m<sup>3</sup>/day
- Μέση ημερήσια παροχή αιχμής: 1,1 m<sup>3</sup>/hr
- Μέγιστη ωριαία παροχή: 36 m<sup>3</sup>/hr

Προκειμένου να καλύπτει τα ακόλουθα φορτία:

- Παροχή (Q<sub>min</sub> – Q<sub>max</sub>): 5-52 m<sup>3</sup>/day
- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο BOD<sub>5</sub>: 150 kg/day
- Ημερήσιο φορτίο COD: 225 kg/day
- pH: 6,8
- Ημερήσιο φορτίο αμμωνιακού αζώτου: 51 kg/day

Σημειώνεται ότι τα ανωτέρω στοιχεία επιλέχθηκαν βάσει στοιχείων στραγγισμάτων άλλων ΧΥΤΑ στον Ελληνικό και διεθνή χώρο. Η προτεινόμενη ΕΕΣ σχεδιάζεται με την παραδοχή ότι η ποσότητα των τοξικών ουσιών και βαρέων μετάλλων στα στραγγίσματα θα είναι τέτοια (σχετικά μικρή) ώστε να μην αναστέλλει την βιολογική επεξεργασία τους.

Η μέθοδος επεξεργασίας που ακολουθείται επί του παρόντος είναι αυτή της αναερόβιας προεπεξεργασίας ακολουθούμενης από δύο (2) καθολικά αερόβιες δεξαμενές με απομάκρυνση των βιολογικών στερεών στον στατικό καθιζητήρα. Το όλο συγκρότημα των δεξαμενών επεξεργασίας έχει σχεδιαστεί σαν μία μονάδα με κοινά τοιχεία ελαχιστοποιώντας τον απαιτούμενο χώρο και καταλαμβάνοντας συνολική έκταση περίπου 200m<sup>2</sup>.

Συνοπτικά η ΕΕΣ αποτελείται από τα παρακάτω κύρια υποσυστήματα:

1. Δεξαμενή συλλογής στραγγισμάτων.
2. Αναερόβια Δεξαμενή ΑΔ.
3. Δεξαμενή Αερισμού ΔΑ1.
4. Δεξαμενή Αερισμού ΔΑ2.
5. Στατικός καθιζητήρας.
6. Αντλιοστάσιο επεξεργασμένων στραγγισμάτων με διάθεση στον αποδέκτη της περιοχής (παρακείμενο ρέμα).
7. Οικίσκος ηλεκτρικών πινάκων, αυτοματισμών και δοσομετρικών της εγκατάστασης

Αναλυτικότερα, αναφέρονται τα κάτωθι στοιχεία της Εγκατάστασης:



## 1. Δίκτυο ανύψωσης στραγγισμάτων

Τα στραγγίσματα από τον πυθμένα του χώρου ταφής των απορριμμάτων, προσάγονται διαμέσου του δικτύου συλλογής στραγγισμάτων στη δεξαμενή στραγγισμάτων.

Από τη δεξαμενή αυτή τα συλλεγόμενα στραγγίσματα μέσω αγωγού από πολυαιθυλένιο τροφοδοτούν με σταθερή παροχή την αναερόβια δεξαμενή (ΑΔ) της εγκατάστασης επεξεργασίας στραγγισμάτων. Ο αγωγός των στραγγισμάτων οδεύει παράπλευρα του περιμετρικού δρόμου του Χ.Υ.Τ.Α. Από την δεξαμενή αυτή μέσω του ζεύγους των αντλιών του αντλιοστασίου ανύψωσης, παροχής περίπου  $1\text{m}^3/\text{h}$  σε μανομετρικό περίπου 28m, τροφοδοτείται με σταθερή παροχή η Αναερόβια Δεξαμενή (ΑΔ). Οι αντλίες είναι υποβρύχιες, φυγοκεντρικές.

Ακόμη υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψης της αναερόβιας δεξαμενής μέσω συστήματος δικλείδων για την περίπτωση μικρών οργανικών φορτίων ή και για λόγους συντήρησης.

Στη δεξαμενή στραγγισμάτων διατηρείται μία ελάχιστη στάθμη υγρών (περίπου 80cm) με σκοπό την διατήρηση για μικρό διάστημα των στραγγισμάτων στο στάδιο της μεθανογένεσης

Ο ενσωματωμένος στο δίκτυο εξοπλισμός είναι συνοπτικά ο εξής:

- Αντλητικό συγκρότημα αποτελούμενο από ζεύγος αντλιών
- Καταθλιπτικός αγωγός στραγγισμάτων από HDPE Φ50, 6atm με όλα τα παρελκόμενα αυτού υλικά (δικλείδες κλπ)
- Αυτοματισμό λειτουργίας αντλιοστασίου για κυκλική εναλλαγή των αντλιών, έναρξη και παύση λειτουργίας των αντλιών, σήματα συναγερμού κλπ
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης των αντλιών, δικλείδες, αντεπίστροφα, βάσεις στήριξης αντλιών, οδηγούς ανέλκυσης κλπ

## 2. Αναερόβια δεξαμενή

Στη δεξαμενή αυτή το οργανικό φορτίο υφίσταται αναερόβια επεξεργασία. Ο όγκος της αναερόβιας δεξαμενής είναι περίπου  $200\text{m}^3$ . Η δεξαμενή είναι κλειστή με σκοπό την ελαχιστοποίηση των εκλυόμενων οσμών. Τα περιεχόμενα της δεξαμενής υφίστανται ανάδευση μέσω υποβρύχιου αναδευτήρα, με σκοπό την διατήρηση των αναερόβιων μικροοργανισμών σε αιώρηση. Σε αυτή τη δεξαμενή γίνεται και η προσθήκη των τροφικών (φώσφορος) που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Επιπλέον έχει κατασκευαστεί κατάλληλη διάταξη (φρεάτιο ηρεμίας) με σκοπό τη συγκράτηση των αναερόβιων μικροοργανισμών στη δεξαμενή. Στην αναερόβια δεξαμενή έχει εγκατασταθεί ένας βραδύστροφος ( $\text{rpm} < 1.500$ ) υποβρύχιος αναδευτήρας, πλήρης με σύστημα ανέλκυσης - καταβύθισης, ισχύος περίπου 2,0kW, ο οποίος παρέχει την αναγκαία ανάδευση των στραγγισμάτων παρέχοντας σε όλα τα σημεία της δεξαμενής ταχύτητα μεταξύ 0,15 - 0,30m/sec και διατηρώντας τα περιεχόμενα της αναερόβιας δεξαμενής σε αιώρηση. Ο αναδευτήρας είναι πλήρης με ηλεκτροκινητήρα, μειωτήρα, άξονα, πτερωτή,

μικρούλικά σύνδεσης κλπ. περιλαμβανόμενα σε μια ενιαία μονάδα, κατάλληλη για λειτουργία εξ ολοκλήρου κάτω από την επιφάνεια του υγρού, σε ύψος που ρυθμίζεται επί τόπου μέσω οδηγού (γάντζων) ανύψωσης σταθερά τοποθετημένων. Οι εκροές της αναερόβιας δεξαμενής τροφοδοτούν με βαρύτητα τις αερόβιες δεξαμενές επεξεργασίας και στη συνέχεια το στατικό καθιζητήρα.

Ο ενσωματωμένος στην αναερόβια δεξαμενή στραγγισμάτων εξοπλισμός είναι συνοπτικά:

- Υποβρύχιος βραδύστροφος αναδευτήρας
- Σύστημα ανέλκυσης αναδευτήρα
- Διάταξη συγκράτησης των αναερόβιων μικροοργανισμών
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης του αναδευτήρα, μεταλλικά καλύμματα δεξαμενής κλπ

### **3. Δεξαμενή Αερισμού ΔΑ1**

Τα αναερόβια επεξεργασμένα στραγγίσματα εισέρχονται στην πρώτη δεξαμενή αερισμού (ΔΑ1), όπου τα στραγγίσματα αερίζονται ώστε να διατηρούνται σε αιώρηση όλα τα στερεό και από εκεί με βαρύτητα τροφοδοτούν την επόμενη δεξαμενή αερισμού ΔΑ2 διαμέσου κατάλληλα χωροθετημένου υποβρυχίου ανοίγματος. Ο όγκος της δεξαμενής αερισμού ΔΑ1 εκτιμήθηκε στα περίπου 240m<sup>3</sup>. Στην δεξαμενή αυτή απομακρύνεται η μεγαλύτερη ποσότητα οργανικού φορτίου, υπό αερόβιες συνθήκες και ταυτόχρονα συντελείται σημαντικότερο μέρος της νιτροποίησης του αζώτου των στραγγισμάτων (μετατροπή αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό).

Τα περιεχόμενα της δεξαμενής αερισμού διατηρούνται σε αιώρηση με σύστημα υποβρύχιας διάχυσης αέρα. Το σύστημα αερισμού τροφοδοτείται με αέρα από δύο αεροσυμπιεστές (ένας σε λειτουργία και ένας εφεδρικός) που έχει τοποθετηθεί στον οικίσκο της Εγκατάστασης Προεπεξεργασίας Στραγγισμάτων. Η ποσότητα του αέρα που παρέχεται είναι ικανή για τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών στη δεξαμενή και συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου μεγαλύτερη των 2mgr/lit.

Όσον αφορά τους διάχυτες που έχουν τοποθετηθεί στη δεξαμενή αερισμού, αυτοί είναι λεπτής φυσαλίδας με επιφάνεια από πλαστικό υλικό κατάλληλοι για διακοπτόμενη λειτουργία αερισμού και με υψηλή αντίσταση στη χημική και βιολογική δράση των προς επεξεργασία υγρών. Το πλαστικό υλικό της επιφάνειας του διάχυτη δρα ως προστατευτική μεμβράνη που εμποδίζει την είσοδο των υγρών όταν ο αερισμός διακόπτεται. Οι διάχυτες είναι διατεταγμένοι σε συστοιχίες που καλύπτουν όλο τον πυθμένα της δεξαμενής αερισμού. Όλα τα εξαρτήματα στερέωσης κλπ είναι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Οι αγωγοί διανομής είναι κατασκευασμένοι από uPVC, 10atm και κατά μήκος των έχουν τοποθετηθεί οι διάχυτες. Οι αγωγοί διανομής αέρα είναι σφραγισμένοι στο άκρο τους και φέρουν διάταξη αποστράγγισης για τα συμπυκνώματα. Η στήριξη των αγωγών διανομής γίνεται με ειδικά τεμάχια και ανοξείδωτους κοχλίες που αγκυρώνονται στον πυθμένα της δεξαμενής.

Ο ενσωματωμένος στην δεξαμενή αερισμού ΔΑ1 εξοπλισμός είναι συνοπτικά:

- Ένα πλήρες σύστημα διάχυσης αέρα αποτελούμενο από διαχυτές ελαστικής μεμβράνης, αγωγούς διανομής, στηρίγματα κ.α.
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης του συστήματος διάχυσης, βάνα απομόνωσης αέρα, κιγκλιδώματα ασφαλείας δεξαμενής κλπ

#### **4. Δεξαμενή Αερισμού ΔΑ2**

Μέσω κατάλληλα χωροθετημένης οπής, υπό της στάθμης των υγρών και πλησίον του πυθμένα, η δεξαμενή αερισμού ΔΑ2 τροφοδοτείται με τις εκροές της δεξαμενής ΔΑ1 συμπαρασύροντας και τα παραγόμενα στη δεξαμενή αερισμού ΔΑ1 βιολογικά στερεά. Στη δεξαμενή αερισμού ΔΑ2 γίνεται η περαιτέρω μείωση του οργανικού φορτίου. Ο όγκος της δεξαμενής αερισμού ΔΑ2 εκτιμήθηκε στα περίπου 240m<sup>3</sup>. Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα από τη δεξαμενή αυτή με βαρύτητα τροφοδοτούν το στατικό καθιζητήρα.

Στη δεξαμενή αυτή απομακρύνεται η συμπληρωματική ποσότητα οργανικού φορτίου, για την επίτευξη των ορίων εκροής, υπό αερόβιες συνθήκες.

Τα περιεχόμενα της δεξαμενής αερισμού διατηρούνται σε αιώρηση με σύστημα υποβρύχιας διάχυσης αέρα. Το σύστημα αερισμού τροφοδοτείται με αέρα από τους δύο αεροσυμπιεστές (ένας σε λειτουργία και ένας εφεδρικός) που έχουν τοποθετηθεί στον οικίσκο της Εγκατάστασης Προεπεξεργασίας Στραγγισμάτων. Η ποσότητα του αέρα που παρέχεται είναι ικανή για τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών στη δεξαμενή και συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου μεγαλύτερη των 2mg/l.

Και στην προκειμένη περίπτωση οι διάχυτες είναι λεπτές φυσαλίδας με επιφάνεια από πλαστικό υλικό κατάλληλοι για διακοπτόμενη λειτουργία αερισμού και με υψηλή αντίσταση στη χημική και βιολογική δράση των προς επεξεργασία υγρών. Το πλαστικό υλικό της επιφάνειας του διάχυτη δρα ως προστατευτική μεμβράνη που εμποδίζει την είσοδο των υγρών όταν ο αερισμός διακόπτεται. Οι διάχυτες είναι διατεταγμένοι σε συστοιχίες που καλύπτουν όλο τον πυθμένα της δεξαμενής αερισμού. Όλα τα εξαρτήματα στερέωσης κλπ είναι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Οι αγωγοί διανομής είναι κατασκευασμένοι από uPVC, 10atm και κατά μήκος των τοποθετήθηκαν οι διάχυτες. Οι αγωγοί διανομής αέρα είναι σφραγισμένοι στο άκρο τους και φέρουν διάταξη αποστράγγισης για τα συμπυκνώματα. Η στήριξη των αγωγών διανομής γίνεται με ειδικά τεμάχια και ανοξείδωτους κοχλίες που αγκυρώνονται στον πυθμένα της δεξαμενής.

Ο ενσωματωμένος στην δεξαμενή αερισμού ΔΑ2 εξοπλισμός είναι συνοπτικά:

- Ένα πλήρες σύστημα διάχυσης αέρα αποτελούμενο από διαχυτές ελαστικής μεμβράνης, αγωγούς διανομής, στηρίγματα κ.ά.
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης του συστήματος διάχυσης, βάνα απομόνωσης αέρα, κιγκλιδώματα ασφαλείας δεξαμενής κλπ.
- Πλήρες όργανο μέτρησης οξυγόνου με αισθητήριο και ελεγκτή και όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης και εγκατάστασης.

## 5. Στατικός Καθιζητήρας

Από την δεξαμενή αερισμού ΔΑ2 τα στραγγίσματα συλλέγονται σε παράπλευρο του στατικού καθιζητήρα φρεάτιο εκροών αερισμού και διαμέσου αγωγού από πολυαιθυλένιο τροφοδοτούν τον στατικό καθιζητήρα. Στο στατικό καθιζητήρα τα εν αιωρήσει βιολογικά στερεά θα καθιζάνουν και θα αφαιρούνται, σε τακτικά διαστήματα, με βυτιοφόρο όχημα από τον πυθμένα αυτής της δεξαμενής με μόνιμα εγκατεστημένο αγωγό. Τα πλευρικά τοιχώματα του καθιζητήρα θα διαμορφωθούν με ισχυρή κλίση ώστε τα καθιζάνοντα στερεά να οδηγούνται στο κέντρο του καθιζητήρα. Τα υπερχειλίζοντα διαυγασμένα υγρά από τον καθιζητήρα διαμέσου περιμετρικού καναλιού τροφοδοτούν το αντλιοστάσιο διάθεσης στραγγισμάτων.

Ο ενσωματωμένος στον στατικό καθιζητήρα εξοπλισμός είναι συνοπτικά:

- Διάταξη συγκράτησης – στράγγισης αφρών από ανοξείδωτο χάλυβα, τοποθετούμενη στο φρεάτιο εκροών αερισμού, πλήρης με στηρίγματα κλπ
- Αγωγό τροφοδοσίας από HDPE Φ140, 6atm, πλήρη με στηρίγματα, γωνίες κλπ
- Αγωγό απομάκρυνσης βιολογικής λάσπης από ανοξείδωτο χάλυβα, Φ100, πλήρη με στηρίγματα, γωνίες, ταχυσύνδεσμο για σύνδεση βυτιοφόρου κλπ
- Περιμετρικός οδοντωτός υπερχειλιστής από ανοξείδωτο χάλυβα, με στηρίγματα, κοχλίες κ.ά.

## 6. Αντλιοστάσιο και δίκτυο διάθεσης

Τα διαυγασμένα και επεξεργασμένα πλέον στραγγίσματα οδηγούνται σε παράπλευρη του στατικού καθιζητήρα δεξαμενή χωρητικότητας περίπου 40m<sup>3</sup> απ' όπου και ανακυκλοφορούνται υποβοηθούμενα από αντλία, ή εναλλακτικό διατίθενται στο πλησιέστερο αποχετευτικό δίκτυο. Το αντλιοστάσιο διάθεσης αποτελείται από ζεύγος αντλιών (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική), παροχής περίπου 1m<sup>3</sup>/h σε μανομετρικό περίπου 20m, μέσω των οποίων τα επεξεργασμένα στραγγίσματα επανακυκλοφορούνται στη μάζα των απορριμμάτων.

Ο ενσωματωμένος στο αντλιοστάσιο και δίκτυο διάθεσης εξοπλισμός είναι συνοπτικά:

- Αντλητικό συγκρότημα αποτελούμενο από ζεύγος αντλιών
- Καταθλιπτικός αγωγός διάθεσης επεξεργασμένων στραγγισμάτων από HDPE Φ63, 10atm, με όλα τα παρελκόμενα αυτού υλικά (δικλείδες, φρεάτια διακλάδωσης κλπ)
- Αυτοματισμό λειτουργίας αντλιοστασίου για κυκλική εναλλαγή των αντλιών, έναρξη και παύση λειτουργίας των αντλιών, σήματα συναγερμού κλπ
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης των αντλιών, δικλείδες, αντεπίστροφα, βάσεις στήριξης αντλιών, οδηγούς ανέλκυσης κλπ

## 7. Οικίσκος ηλεκτρικών πινάκων, αυτοματισμών και δοσομετρικών

Πλησίον των δεξαμενών επεξεργασίας στραγγισμάτων υφίσταται οικίσκος επιφάνειας περίπου 40m<sup>2</sup>, που έχει διαμορφωθεί σε τρεις ανεξάρτητους χώρους:

- Στον πρώτο χώρο έχουν τοποθετηθεί ο ηλεκτρικός πίνακας διανομής ενέργειας και ο πίνακας αυτοματισμών της Ε.Ε.Σ.
- Στον δεύτερο χώρο τοποθετείται το δοσομετρικό σύστημα της Εγκατάστασης
- Στον τρίτο και ηχομονωμένο χώρο έχουν εγκατασταθεί οι φυσητήρες αέρα των δεξαμενών αερισμού

### Φυσητήρες Αερισμού

Επιπλέον, έχουν εγκατασταθεί δύο (2) λοβοειδείς φυσητήρες (Τύπου Roots) δυναμικότητας έκαστου περίπου 300m<sup>3</sup>/h στα 700mbar για το σύστημα αερισμού της βιολογικής επεξεργασίας των στραγγισμάτων του Χ.Υ.Τ.Α.

Το κέλυφος του φυσητήρα και τα πόδια στήριξης είναι κατασκευασμένα με ισχυρές ενισχυτικές πτερυγώσεις για να αποφεύγονται στρεβλώσεις στις πιέσεις λειτουργίας. Οι λοβοί των φυσητήρων είναι κατασκευασμένοι από ειδικό λεπτόκοκκο χυτοσίδηρο με ισχυρές εξωτερικές πτερυγώσεις. Κάθε φυσητήρας διαθέτει δικλείδα ασφαλείας τοποθετημένη στην έξοδο του αέρα. Η δικλείδα είναι ρυθμισμένη ώστε να ανοίγει σε πίεση 0,05 bar πάνω από την ονομαστική πίεση λειτουργίας και έχει τη δυνατότητα να παροχετεύει ικανή ποσότητα αέρα, σε περίπτωση ανάγκης, ώστε να αποφευχθεί τυχόν υπερφόρτωση του φυσητήρα ή του κινητήρα. Ο κινητήρας του φυσητήρα είναι αερόψυκτος, ασύγχρονος, τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέα, τριφασικός, κατάλληλης ισχύος, προστασίας IP 33, κατάλληλος για λειτουργία σε τάση 380 V/50Hz. Το κέλυφος του κινητήρα είναι κατασκευασμένο από ειδικά λεπτόκοκκο χυτοσίδηρο. Οι άξονες κινητήρα και φυσητήρα είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένοι και η σύνδεσή τους μπορεί να γίνει είτε με συνδυασμό διπλού ολισθητήρα (τύπου OLDHAM) που δίνει και τη δυνατότητα απορροφήσεως απότομων φορτίσεων κατά την εκκίνηση ή παύση ή με χρήση ιμάντων για την μετάδοση κινήσεως. Οι ιμάντες είναι τύπου V, βαρέως τύπου, ανθεκτικοί στη ζέστη και τα λάδια και αντιστατικοί με ελάχιστο συντελεστή ασφαλείας 1,5.

Στην είσοδο και έξοδο έκαστου φυσητήρα έχουν τοποθετηθεί σιγαστήρες, τύπου πολλαπλού θαλάμου, καταλλήλου μεγέθους για να εφαρμόζουν στο μέγεθος των σωληνώσεων εισόδου και εξόδου. Στην εισαγωγή κάθε φυσητήρα έχει εγκατασταθεί φίλτρο αέρα καταλλήλου μεγέθους για την παρακράτηση σκόνης και ακαθαρσιών που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στον φυσητήρα και το δίκτυο αερισμού. Ο κινητήρας και ο φυσητήρας βρίσκονται πάνω σε κοινή βάση από χαλύβδινες δοκούς, καταλλήλων διαστάσεων και ύψους ώστε να είναι προσιτά τα σημεία λιπάνσεως του φυσητήρα. Η βάση εδράζεται στο δάπεδο του κτιρίου πάνω σε αντικραδασμικά στηρίγματα βάσης.

Στην έξοδο κάθε φυσητήρα έχει τοποθετηθεί δικλείδα αντεπιστροφής μεγέθους ίσου με το μέγεθος της σωληνώσεως παροχής αέρα, δικλείδα απομόνωσης καθώς επίσης και μανόμετρο ωρολογιακού τύπου με κλίμακα 0-1bar. Η σύνδεση των φυσητήρων με το δίκτυο σωληνώσεων γίνεται με ελαστικούς συνδέσμους ώστε να μην υπόκεινται σε κραδασμούς και φορτίσεις τα δίκτυα των συνδεδεμένων σωληνώσεων.

### Δίκτυο αέρα

Το δίκτυο σωληνώσεων εντός του χώρου των φυσητήρων και μέχρι τη σύνδεση αυτού με τα συστήματα διάχυσης των δεξαμενών αερισμού (ΔΑ1 και ΔΑ2) έχουν κατασκευαστεί από χαλυβδοσωλήνες με κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία. Στα χαμηλά σημεία του δικτύου σωληνώσεων αέρα έχουν τοποθετηθεί συλλέκτες συμπυκνωμάτων.

Ο αέρας από τους φυσητήρες με σωλήνα (Φ 150) μεταφέρεται στις δεξαμενές αερισμού. Από τον κεντρικό αγωγό ξεκινούν κατακόρυφοι τροφοδοτικοί κλάδοι (τουλάχιστον 1 ανά δεξαμενή) διαμέτρου Φ100 από χαλυβδοσωλήνα, οι οποίοι διαμοιράζουν τον αέρα στους αγωγούς διανομής. Ο κάθε τροφοδοτικός κλάδος φέρει δικλείδα για διακοπή και ρύθμιση της τροφοδοσίας του αέρα στους αγωγούς διανομής. Σε βάθος τουλάχιστον 1m από την επιφάνεια των υγρών στη δεξαμενή ο κάθε τροφοδοτικός κλάδος φέρει σύνδεσμο αποσυναρμολόγησης (ζιμπό) για σύνδεση με αγωγό PVC Φ110atm.

### Δοσομετρικό σύστημα τροφικών

Η προσθήκη τροφικών επιτυγχάνεται με προσθήκη διαλύματος φωσφορικού οξέος ή φωσφορικού αμμωνίου. Η διάταξη δοσομέτρησης στεγάζεται στον οικίσκο της ΕΕΣ και αποτελείται από:

- Μία (1) δεξαμενή αποθηκεύσεως διαλύματος κατασκευασμένη από ανθεκτική πλαστική ύλη (π.χ. πολυαιθυλένιο, πολυεστέρας), χωρητικότητας 0,25m<sup>3</sup>. Η δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με σωλήνα εξαερισμού, κρουνό στράγγισης και κρουνό για την σύνδεση της με τα συγκροτήματα των δοσομετρικών αντλιών.
- Δύο (2) δοσομετρικές αντλίες, ρυθμιζόμενης παροχής, από 0-10 lt/h, έκαστη εφοδιασμένη με δικλείδα απομόνωσης, βαλβίδα έγχυσης και σωληνώσεις αναρρόφησης/κατάθλιψης. Κάθε αντλία είναι τοποθετημένη επί της προαναφερόμενης δεξαμενής αποθήκευσης από πολυαιθυλένιο ή άλλο κατάλληλο υλικό. Στη δεξαμενή έχει εγκατασταθεί διακόπτης στάθμης, που θέτει την αντίστοιχη αντλία εκτός λειτουργίας στην περίπτωση ανίχνευσης χαμηλής στάθμης. Οι αντλίες ελέγχονται από το σύστημα αυτοματισμού της εγκατάστασης. Ο αγωγός προσθήκης των τροφικών είναι από HDPE Φ16, 10atm.

### Σύστημα αυτοματισμού

Το προτεινόμενο σύστημα αυτοματισμού παρέχει τη δυνατότητα μέσω μετρήσεων, (στάθμες υγρών στα αντλιοστάσια, συγκέντρωση οξυγόνου στη δεξαμενή αερισμού) της αυτοματοποιημένης λειτουργίας της εγκατάστασης επεξεργασίας στραγγισμάτων καθ' όλο το 24ωρο, παρέχοντας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του Χ.Υ.Τ.Α. και περιορίζοντας την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια του συστήματος αερισμού, στην απολύτως απαραίτητη.

Το σύστημα αυτοματισμού εξασφαλίζει την κυκλική λειτουργία του εξοπλισμού για την ομοιόμορφη φθορά του, την αυτόματη θέση σε λειτουργία του εφεδρικού εξοπλισμού σε περίπτωση βλάβης και την αυτόματη διακοπή λειτουργίας σε περίπτωση έλλειψης φορτίου

(π.χ. χαμηλή στάθμη στραγγισμάτων κλπ.). Ακόμη έχουν τοποθετηθεί τοπικοί αναγγελτήρων συναγερμού και αναγγελτήρων στον οικίσκο για τις περιπτώσεις βλάβης εξοπλισμού.

Η λειτουργία των αντλιών ανύψωσης των στραγγισμάτων ελέγχεται από διακόπτες στάθμης που είναι διακόπτης υψηλής στάθμης (ενεργοποίηση αντλίας), χαμηλής στάθμης (παύση αντλίας) και στάθμης συναγερμού (ενεργοποίηση εφεδρικής αντλίας και σήμα συναγερμού). Οι διακόπτες αυτοί μέσω του συστήματος αυτοματισμού ελέγχουν την έναρξη και την παύση του ενός ή και των δύο των αντλιών.

Στο φρεάτιο εκτροπής γίνεται η αυτόματη δοσομέτρηση τροφικών από δύο δοσομετρικές αντλίες (μία εν λειτουργία και μία εφεδρική). Η δόση των τροφικών ρυθμίζεται χειροκίνητα για την μέση αναμενόμενη ημερήσια παροχή και οι αντλίες ενεργοποιούνται αυτόματα με την έναρξη λειτουργίας των αντλιών ανύψωσης.

Οι φυσητήρες των δεξαμενών αερισμού λειτουργούν με βάση τις ακόλουθες αρχές:

- Ο χρονοδιακόπτης επεμβαίνει στον εν λειτουργία φυσητήρα αερισμού. Ο χρονοδιακόπτης ρυθμίζει τον χρόνο λειτουργίας φυσητήρα
- Ο κατάλληλος αυτοματισμός με σύστημα χρονισμού, βάσει του οποίου δύναται να τίθεται σε λειτουργία ο εφεδρικός φυσητήρας και να μην επιτρέπεται η διακοπή της λειτουργίας του φυσητήρα περισσότερο από 30 λεπτά της ώρας
- Για προστασία της λειτουργίας του φυσητήρα που καλύπτει τις περιπτώσεις απουσίας φορτίου και υπερφόρτωσης μέσω οργάνου μέτρησης της πίεσης στον κεντρικό αγωγό αέρα.

Η λειτουργία των αντλιών διάθεσης των στραγγισμάτων ελέγχεται από διακόπτες στάθμης που είναι διακόπτης υψηλής στάθμης (ενεργοποίηση αντλίας), χαμηλής στάθμης (παύση αντλίας) και στάθμης συναγερμού (ενεργοποίηση εφεδρικής αντλίας και σήμα συναγερμού). Οι διακόπτες αυτοί μέσω του συστήματος αυτοματισμού ελέγχουν την έναρξη και την παύση του ενός ή και των δύο των αντλιών.

#### Εργαστηριακός εξοπλισμός μετρήσεων

Συνοπτικά, ο εργαστηριακός εξοπλισμός αποτελείται από:

- Φορητή συσκευή μέτρησης pH, με δυνατότητα θερμοκρασιακής προσαρμογής και δυνατότητα να δεχθεί εκλεκτικά ηλεκτρόδια ιόντων. Πλήρης με το ηλεκτρόδιο και τα στηρίγματα της. Εκλεκτικά ηλεκτρόδια ιόντων για αμμωνία, χλώριο, νιτρικά (για κάθε ένα από τα παραπάνω).
- Ένας αναλυτικός ζυγός, δυναμικότητας τουλάχιστον 150gr, με δυναμικότητα ανάγνωσης 0,1mgr.
- Ένα ξηραντήριο από γυαλί PYREX, με κάλυμμα και διάτρητο μεταλλικό δίσκο.
- Δύο κώνοι καθίζησης IMHOFF από γυαλί, χωρητικότητας 1000ml.
- Μία μανομετρική συσκευή μέτρησης του BOD πέντε φιαλών με ανεξάρτητες ενδείξεις.
- Ένα φορητό οξυγονόμετρο.
- Πέντε ογκομετρικοί κύλινδροι, από PYREX με χείλος εκροής, χωρητικότητας 1000, 500, 250, 100, και 50ml.
- Δύο φιάλες φιλτραρίσματος από PYREX, χωρητικότητας 1000ml.

- Πέντε κάψες εξάτμισης από πορσελάνη, στρογγυλού πυθμένα, με χείλος, χωρητικότητας 100 και 200ml.
- Δύο ορθοστάτες πλήρεις, με βάσεις, ράβδους και σφικτήρες.
- Θερμόμετρο (κλίμακας °C) υδραργυρικό, με γυάλινο χαραγμένο στέλεχος και εύρος ένδειξης -10 έως 110.
- Διηθητικός χάρτης, χωνιά, βούρτσες καθαρισμού, πώματα φελλού διαφόρων μεγεθών, γάντια, ψαλίδια, σπάτουλες και λοιπός βοηθητικός εξοπλισμός και αναλώσιμα.

#### Λοιπός Εξοπλισμός

Στον λοιπό εξοπλισμό περιλαμβάνεται μία υποβρύχια φορητή αντλία ενδεικτικής παροχής 5m<sup>3</sup> ανά ώρα σε 6m Σ.Υ. για τις ενδεχόμενες ανάγκες του έργου (π.χ. εκκένωση δεξαμενών, ανακυκλοφορία επεξεργασμένων στραγγισμάτων εντός των δεξαμενών κ.α.).

Επίσης περιλαμβάνονται σωληνώσεις τύπου μάνικας μήκους περίπου 30m για τη διάθεση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων σε διάφορα σημεία του χώρου ταφής των απορριμμάτων.

Σύμφωνα με την ισχύουσα ΑΕΠΟ του Έργου (Α.Π. 6127/20-09-2017 Απόφαση του Συντονιστή Αποκεντρωμένης Διοίκησης Μακεδονίας – Θράκης (ΑΔΑ:ΩΩΩΝΟΡ1Υ-Λ5Λ)), τα επεξεργασμένα απόβλητα θα διατίθενται μέσω αγωγού σε παρακείμενο ρέμα που χωροθετείται Νοτιοδυτικά του υφιστάμενου ΧΥΤΑ Κασσάνδρας στη θέση «Παλαιόκαστρο» του Δήμου Κασσάνδρας της ΠΕ Χαλκιδικής.

Στα πλαίσια του παρόντος Έργου η υφιστάμενη ΕΕΣ θα αναβαθμιστεί. Η εν λόγω αναβάθμιση και ο σχεδιασμός της ΕΕΣ αποτελεί υποχρέωση των διαγωνιζομένων και θα ακολουθεί τις προδιαγραφές των Τευχών Δημοπράτησης, της εγκεκριμένης ΑΕΠΟ και της κείμενης νομοθεσίας.

#### **5.3.5.2 Απαιτούμενη Ποιότητα Εκροής - Προτεινόμενη Μέθοδος Επεξεργασίας**

Όπως ήδη έχει αναφερθεί στην προηγούμενη παράγραφο, τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα θα οδηγούνται σε παρακείμενο ρέμα στη θέση «Παλαιόκαστρο». Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εξόδου που ορίζονται από την ΑΕΠΟ είναι:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD5)	≤ 40 mg/l
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	≤ 150 mg/l
Αιωρούμενα στερεά (SS)	≤ 40 mg/l
pH	6,5-8,5
Ολικός Φώσφορος (P)	≤ 10 mg/l
Ολική Αμμωνία (NH <sub>4</sub> )	≤ 20 mg/l
Νιτρικά (NO <sub>3</sub> )	≤ 100 mg/l



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Ολικός αριθμός κολοβακτηριοειδών	$\leq 1000 \text{ mg/l}$
Κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή	$\leq 200 \text{ mg/l}$
Λίπη - Έλαια	$\leq 10 \text{ mg/l}$
Βαρέα Μέταλλα	Σύμφωνα με την υπ'αριθμ. 96400/1985 Απόφαση του Νομάρχη Χαλκιδικής
Επικίνδυνες τοξικές ουσίες	

Ωστόσο, για διασφάλιση της ποιότητας των εκρεόμενων επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, ο προτεινόμενος από τον υποψήφιο Ανάδοχο σχεδιασμός της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων, πρέπει να ικανοποιεί τα κάτωθι όρια:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD5)	$\leq 25 \text{ mg/l}$
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	$\leq 125 \text{ mg/l}$
Αιωρούμενα στερεά (SS)	$\leq 35 \text{ mg/l}$
pH	6,5-8,5
Ολικός Φώσφορος (P)	$\leq 2 \text{ mg/l}$
Ολικό Άζωτο (N)	$\leq 15 \text{ mg/l}$
Ολικός αριθμός κολοβακτηριοειδών	$\leq 50 \text{ mg/l}$
Λίπη - Έλαια	Μηδέν
Βαρέα Μέταλλα	Σύμφωνα με την υπ'αριθμ. 96400/1985 Απόφαση του Νομάρχη Χαλκιδικής
Τοξικές και επικίνδυνες ουσίες	

Όπως ορίζονται από την ΚΥΑ 5673/400/1997 «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων» (Β'192) η οποία ενσωματώνει στο Ελληνικό δίκαιο την οδηγία 91/271/ΕΟΚ και τροποποιήθηκε με την υπ'αριθμ. 19661/1982/1999 ΚΥΑ (Β'1811) και την υπ'αριθμ. 48392/939/2002 ΚΥΑ (Β'405).

Η προτεινόμενη μέθοδος επεξεργασίας των στραγγισμάτων είναι αυτή της βιολογικής επεξεργασίας ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό (απονιτροποίηση – νιτροποίηση) με παράλληλη χρήση βιοαντιδραστήρα μεμβρανών (MBR) και επεξεργασία έως Γ' βαθμό με την εγκατάσταση μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

Για την ομαλή τροφοδοσία των στραγγισμάτων στην ΕΕΣ και την εξασφάλιση ικανού αποθηκευτικού χώρου των στραγγισμάτων σε περιόδους έντονων βροχοπτώσεων προτείνεται η κατασκευή δεξαμενής βροχοστραγγιδίων, αποθηκευτικής ικανότητας τούλαχιστον τεσσάρων (4) ημερών, λαμβάνοντας υπόψη την βροχόπτωση του δυσμενέστερου μήνα της τελευταίας 20ετίας.

Επιπλέον για την περαιτέρω εξασφάλιση του αποδέκτη για την περίοδο όπου ο ΧΥΤΑ θα μεταβεί στην μεθανογενή φάση και η βιοαποικοδομησιμότητα των στραγγισμάτων θα περιοριστεί κατά πολύ, προτείνεται η τοποθέτηση συστήματος χημικής προεπεξεργασίας, αποτελούμενη από συγκρότημα δεξαμενών κροκίδωσης, συσσωμάτωσης και δεξαμενής καθίζησης.

Το δομικό μέρος των Δεξαμενών Επεξεργασίας Στραγγισμάτων θα διατηρηθεί ως έχει με τις όποιες λειτουργικές τροποποιήσεις απαιτηθούν, ενώ θα γίνει επέκταση του οικίσκου της εγκατάστασης σε χώρο 80 m<sup>2</sup> για την υποστήριξη της λειτουργίας του βιοαντιδραστήρα μεμβρανών (χώρος φυσητήρων MBR) και τη διαμόρφωση χώρου ελέγχου της ΕΕΣ. Επίσης, προτείνεται πλήρης αντικατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Τέλος, θα πραγματοποιηθεί φρεσκάρισμα του εσωτερικού των δεξαμενών της ΕΕΣ με πατητή τσιμεντοκονία και αποκατάσταση των επιχρισμάτων των εξωτερικών επιφανειών.

Συνοπτικά, η Εγκατάσταση Επεξεργασίας προτείνεται να αποτελείται από τα παρακάτω κύρια υποσυστήματα:

1. Αντλιοστάσιο και δίκτυο ανύψωσης στραγγισμάτων
2. Δεξαμενή βροχοστραγγιδίων.
3. Λεπτοεσχάρωση
4. Μονάδα χημικής προεπεξεργασίας αποτελούμενη σύστημα κροκίδωσης, συσσωμάτωσης, καθίζησης με τα ανάλογα συστήματα προσθήκης χημικών.
5. Μονάδα προσθήκης θρεπτικών
6. Μονάδα προσθήκης αιθανόλης ή αιθυλενογλυκόλης ως εξωτερικής πηγής άνθρακα και μονάδα προσθήκης αντιαφριστικού (εφόσον απαιτηθεί)
7. Δεξαμενή απονιτροποίησης (πρώην αναερόβια δεξαμενή)
8. Δεξαμενές αερισμού ΔΑ1 και ΔΑ2
9. Μονάδα διαχωρισμού στερεών με μεμβράνες MBR (εντός της δεξαμενής αερισμού ΔΑ2)
10. Αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας / απόρριψης ιλύος (εντός της δεξαμενής αερισμού ΔΑ2)
11. Μονάδα αντίστροφής όσμωσης τοποθετημένη σε ένα ή δύο container
12. Αντλιοστάσιο διάθεσης στραγγισμάτων
13. Οικίσκος ηλεκτρικών πινάκων, αυτοματισμών, δοσομετρικών της εγκατάστασης, φυσητήρων και γραφείου ελέγχου.

### **5.3.5.3 Περιγραφή Προτεινόμενης Συνολικής Μονάδας Επεξεργασίας Παραγόμενων Υγρών Αποβλήτων**

#### **Αντλιοστάσιο και Δίκτυο Ανύψωσης Στραγγισμάτων**

Τα στραγγίσματα από τον πυθμένα του χώρου ταφής των απορριμμάτων, προσάγονται διαμέσου του δικτύου συλλογής στραγγισμάτων στην υφιστάμενη δεξαμενή στραγγισμάτων.

Από τη δεξαμενή αυτή τα συλλεγόμενα στραγγίσματα μέσω αγωγού από πολυαιθυλένιο τροφοδοτούν με σταθερή παροχή την νέα δεξαμενή βροχοστραγγιδίων. Στην εν λόγω δεξαμενή οι υφιστάμενες αντλίες θα αντικατασταθούν με ζεύγος υποβρύχιων αντλιών ελάχιστης παροχής 10 m<sup>3</sup>/h στο κατάλληλο μανομετρικό.

Ο νέος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του αντλιοστασίου ανύψωσης στραγγισμάτων είναι συνοπτικά ο εξής:

- Αντλητικό συγκρότημα αποτελούμενο από ζεύγος αντλιών
- Αυτοματισμός λειτουργίας αντλιοστασίου για κυκλική εναλλαγή των αντλιών, έναρξη και παύση λειτουργίας των αντλιών, σήματα συναγερμού κλπ.
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης των αντλιών, δικλείδες, αντεπίστροφα, βάσεις στήριξης αντλιών, οδηγούς ανέλκυσης κλπ

#### **Δεξαμενή βροχοστραγγιδίων**

Η δεξαμενή βροχοστραγγιδίων κατασκευάζεται για την αντιμετώπιση των περιπτώσεων έντονης βροχόπτωσης και την συλλογή των παραγόμενων βροχοστραγγιδίων.

Η δεξαμενή βροχοστραγγιδίων διαστασιολογείται με βάση τις απορροές του πλέον βροχερού μήνα της τελευταίας 20ετίας και για αποθήκευση στραγγισμάτων 5 ημερών.

Κατασκευάζεται δεξαμενή υποδοχής βροχοστραγγιδίων συνολικού ελάχιστου ενεργού όγκου 420 m<sup>3</sup>, η οποία επαρκεί για την αποθήκευση στραγγισμάτων άνω των 4 ημερών για τις απορροές του πλέον βροχερού μήνα της εγκατάστασης. Ενδεικτικά, μπορεί να κατασκευαστεί δεξαμενή εσωτερικών διαστάσεων 10,00x14,30(ΠxΜ) και εσωτερικού ύψους 4,0m, με πάχος οροφής και τοιχείων 0,30m και πάχος κάτω πλάκας θεμελίωσης-δαπέδου 0,40m.

Στη δεξαμενή εισέρχεται ο καταθλιπτικός αγωγός από το υφιστάμενο τελικό φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων. Εντός της δεξαμενής τοποθετούνται δύο υποβρύχιες αντλίες (η μία εφεδρική), ελάχιστης παροχής 2.5 m<sup>3</sup>/h στο κατάλληλο μανομετρικό, που ανυψώνουν τα λύματα από τη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων στην εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων.

Για την ανάδευση και ομογενοποίηση των στραγγισμάτων της δεξαμενής χρησιμοποιείται σύστημα ανάδευσης μέσω υποβρύχιου αναδευτήρα, εγκατεστημένης ισχύος περίπου 2,5 kW.

Από τη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων, τα στραγγίσματα οδηγούνται μέσω καταθλιπτικού αγωγού HDPE Φ50 10atm προς τη μονάδα χημικής προεπεξεργασίας της ΕΕΣ.

### **Λεπτοεσχάρωση**

Για την ασφαλή επεξεργασία των στραγγισμάτων στη μονάδα μεμβρανών (περιγράφεται κατωτέρω) θα προηγείται εσχαρισμός μέσω αυτοκαθαριζόμενης εσχάρας, τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου, ενδεικτικής ισχύος 0,55 kW, με τύμπανο που θα διαθέτει οπές διαμέτρου 1 mm. Η τοποθέτηση της λεπτοεσχάρας είναι απαραίτητη για την αποφυγή τραυματισμού των μεμβρανών του συστήματος MBR.

### **Μονάδα χημικής προεπεξεργασίας**

Η μονάδα χημικής προεπεξεργασίας αποτελεί μια συμπαγή προκατασκευασμένη μονάδα, από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας τουλάχιστον AISI 316, αποτελούμενη από μονάδα κροκίδωσης, δεξαμενή συσσωμάτωσης και δεξαμενή καθίζησης, με κατάλληλα συστήματα ανάμιξης (όπου απαιτείται). Ο σχεδιασμός της μονάδας θα τεκμηριώνεται από βιβλιογραφικά στοιχεία.

Τα υγρά από τη λεπτοεσχάρα παροχετεύονται αρχικά στη μονάδα κροκίδωσης, όπου γίνεται δοσομέτρηση δ/τος ρύθμισης pH και χημικού κροκίδωσης σε συνθήκες πλήρους ανάμιξης.

Στη συνέχεια τα στραγγίδια οδηγούνται στη μονάδα συσσωμάτωσης, όπου γίνεται προσθήκη διαλύματος πολυηλεκτρολύτη με σκοπό την υποβοήθηση της συσσωμάτωσης, σε συνθήκες πλήρους ανάμιξης.

Ενδεικτικά χημικά για την ανωτέρω επεξεργασία η εκτιμώμενη δοσολογία για τα συγκεκριμένα απόβλητα είναι:

- α) Κροκιδωτικό 40% (π.χ θειικό αργίλιο, PAC), 50 – 150 mg/l
- β) Ανιονικός πολυηλεκτρολύτης 0,1%, 5 - 10 mg/l

Το χημικό ρύθμισης του pH θα δοσομετρείται με την βοήθεια κατάλληλης δοσομετρικής αντλίας και σήματος από μετρητή παροχής εισόδου, ενώ τα υπόλοιπα χημικά θα δοσομετρούνται βάσει jar-test. Τα χημικά θα εγκατασταθούν σε κατάλληλο χώρο του υφιστάμενου οικίσκου εξυπηρέτησης όπου θα αποθηκεύονται σε δοχεία εντός λεκάνης ασφαλείας.

Τα στραγγίσματα μετά την κροκίδωση οδηγούνται σε δεξαμενή καθίζησης, ελάχιστου χρόνου παραμονής έξι (6) ωρών. Στη δεξαμενή και σε συνθήκες ηρεμίας πραγματοποιείται καθίζηση και απομάκρυνση σημαντικού μέρους του οργανικού φορτίου και του φορτίου στερεών, συμπεριλαμβανομένων των τυχόν περιεχόμενων τοξικών ουσιών. Η ιλύς που καθιζάνει στον πυθμένα της καθίζησης, με συγκέντρωση στερεών 2-3% περίπου, θα οδηγείται βαρυτικά προς την υφιστάμενη δεξαμενή καθίζησης, η οποία τροποποιείται σε δεξαμενή συλλογής ιλύος και από εκεί ανακυκλοφορείται μέσω κατάλληλης αντλίας στον ΧΥΤΑ. Τα προεπεξεργασμένα στραγγίσματα οδηγούνται προς περαιτέρω επεξεργασία μέσω κατάλληλου αγωγού βαρύτητας.

### **Δεξαμενή απονιτροποίησης (πρώην αναερόβια δεξαμενή)**

Η υφιστάμενη αναερόβια δεξαμενή τροποποιείται και θα χρησιμοποιηθεί ως δεξαμενή απονιτροποίησης. Ο όγκος της δεξαμενής είναι περίπου 200m<sup>3</sup>.

Στη δεξαμενή θα ανακυκλοφορείται ανάμικτο υγρό από την τελευταία δεξαμενή αερισμού μέσω αντλιών για την προώθηση της διεργασίας της απονιτροποίησης.

Επίσης, για την περίπτωση εμφάνισης αυξημένου εισερχόμενου αμμωνιακού φορτίου θα υπάρχει πρόβλεψη για την προσθήκη κατάλληλης εξωτερικής πηγής άνθρακα (αιθανόλη ή αιθυλενογλυκόλη), μέσω κατάλληλης δοσιμετρικής αντλίας και δοχείου αποθήκευσης, τα οποία τοποθετούνται στον χώρο χημικών του κτιρίου εξυπηρέτησης της ΕΕΣ.

Το ανάμικτο υγρό εντός της δεξαμενής υφίστανται ανάδευση μέσω υποβρύχιων αναδευτήρων, με σκοπό την διατήρησή του σε αιώρηση. Σε αυτή τη δεξαμενή γίνεται και η προσθήκη των θρεπτικών (φώσφορος) που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Στην δεξαμενή ο υφιστάμενος υποβρύχιος αναδευτήρας θα αντικατασταθεί με δυο υποβρύχιους αναδευτήρες (1+1) βραδύστροφους (rpm<1500), ενδεικτικής ισχύος 3,4kW έκαστος. Οι αναδευτήρες θα είναι τοποθετημένοι αντιδιαμετρικά και θα παρέχουν την αναγκαία ανάδευση των στραγγισμάτων παρέχοντας σε όλα τα σημεία της δεξαμενής ταχύτητα μεταξύ 0,15 - 0,30m/sec και διατηρώντας τα περιεχόμενα της δεξαμενής σε αιώρηση. Οι αναδευτήρες θα είναι πλήρεις με ηλεκτροκινητήρα, μειωτήρα, άξονα, πτερωτή, μικροϋλικά σύνδεσης κλπ. περιλαμβανόμενα σε μια ενιαία μονάδα, κατάλληλη για λειτουργία εξ ολοκλήρου κάτω από την επιφάνεια του υγρού, σε ύψος που ρυθμίζεται επί τόπου μέσω οδηγού (γάντζων) ανύψωσης σταθερά τοποθετημένων.

Οι εκροές της δεξαμενής τροφοδοτούν με βαρύτητα τις αερόβιες δεξαμενές επεξεργασίας.

Ο νέος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της αναερόβιας δεξαμενής είναι συνοπτικά ο εξής:

- Υποβρύχιοι βραδύστροφοι αναδευτήρες
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης του αναδευτήρα, μεταλλικά καλύμματα δεξαμενής κλπ

#### **Δεξαμενή Αερισμού ΔΑ1**

Τα στραγγίσματα εισέρχονται στην δεξαμενή αερισμού ΔΑ1, όπου υφίστανται αερισμό για την προώθηση της βιολογικής αποικοδόμησης του οργανικού φορτίου και της πλήρους νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου και για τη διατήρηση του ανάμικτου υγρού σε αιώρηση όλα τα στερεά. Από την δεξαμενή αερισμού ΔΑ1 το ανάμικτο υγρό οδηγείται στη δεξαμενή αερισμού ΔΑ2 μέσω κατάλληλα χωροθετημένου υποβρυχίου ανοίγματος. Ο όγκος της δεξαμενής αερισμού ΔΑ1 ισούται με περίπου 240m<sup>3</sup>.

Στη δεξαμενή αυτή απομακρύνεται η μεγαλύτερη ποσότητα οργανικού φορτίου, υπό αερόβιες συνθήκες και ταυτόχρονα συντελείται σημαντικότερο μέρος της νιτροποίησης του αζώτου των στραγγισμάτων (μετατροπή αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό).

Τα περιεχόμενα της δεξαμενής αερισμού διατηρούνται σε αιώρηση με σύστημα υποβρύχιας διάχυσης αέρα. Το σύστημα αερισμού τροφοδοτείται με αέρα από φυσητήρες (1+1) που θα αντικαταστήσουν τους υφιστάμενους και θα τοποθετηθούν σε χώρο που θα διαμορφωθεί με επέκταση του υφιστάμενου οικίσκου της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων. Οι φυσητήρες θα είναι ελάχιστης παροχής 600 Nm<sup>3</sup>/h στα 700mbar και ενδεικτικής ισχύος 22 kW ο έκαστος. Η ποσότητα του αέρα που παρέχεται είναι ικανή για τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών στη δεξαμενή και συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου μεγαλύτερη των 2mg/l.

Το υφιστάμενο σύστημα διάχυσης θα αντικατασταθεί με νέο υποβρύχιο σύστημα διάχυσης και θα αποτελείται από διαχύτες λεπτής φυσαλίδας, διαμέτρου 12'', με επιφάνεια από πλαστικό υλικό κατάλληλοι για διακοπτόμενη λειτουργία αερισμού και με υψηλή αντίσταση στη χημική και βιολογική δράση των προς επεξεργασία υγρών. Το πλαστικό υλικό της επιφάνειας του διαχυτή δρα ως προστατευτική μεμβράνη που εμποδίζει την είσοδο των υγρών όταν ο αερισμός διακόπτεται. Οι διαχύτες είναι διατεταγμένοι σε συστοιχίες που καλύπτουν όλο τον πυθμένα της δεξαμενής αερισμού. Όλα τα εξαρτήματα στερέωσης κλπ είναι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Οι αγωγοί διανομής θα είναι κατασκευασμένοι από uPVC, 10ατμ και κατά μήκος των θα τοποθετηθούν οι διαχύτες. Οι αγωγοί διανομής αέρα θα είναι σφραγισμένοι στο άκρο τους και θα φέρουν διάταξη αποστράγγισης για τα συμπυκνώματα. Η στήριξη των αγωγών διανομής θα γίνεται με ειδικά τεμάχια και ανοξείδωτους κοχλίες που θα αγκυρώνονται στον πυθμένα της δεξαμενής.

Ο νέος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της αερόβιας δεξαμενής είναι συνοπτικά ο εξής:

- Ένα πλήρες σύστημα διάχυσης αέρα αποτελούμενο από διαχύτες ελαστικής μεμβράνης, αγωγούς διανομής, στηρίγματα κ.α.
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης του συστήματος διάχυσης, βάνα απομόνωσης αέρα, κιγκλιδώματα ασφαλείας δεξαμενής κλπ

### **Δεξαμενή Αερισμού ΔΑ2**

Μέσω κατάλληλα χωροθετημένης οπής, κάτω από τη στάθμη των υγρών και πλησίον του πυθμένα, το ανάμικτο υγρό οδηγείται από την δεξαμενή αερισμού ΔΑ1 στη δεξαμενή αερισμού ΔΑ2. Στη δεξαμενή αερισμού ΔΑ2 γίνεται η περαιτέρω μείωση του οργανικού φορτίου. Ο όγκος της δεξαμενής αερισμού ΔΑ2 ισούται με περίπου 240m<sup>3</sup>. Εντός της δεξαμενής αερισμού ΔΑ2 τοποθετείται ο βιοαντιδραστήρας μεμβρανών για την περαιτέρω μείωση του οργανικού φορτίου της εκροής καθώς και για το διαχωρισμό στερεών – υγρών της ενεργούς ιλύος.

Στη δεξαμενή αυτή απομακρύνεται η συμπληρωματική ποσότητα οργανικού φορτίου, για την επίτευξη των ορίων εκροής, υπό αερόβιες συνθήκες.

Τα περιεχόμενα της δεξαμενής αερισμού διατηρούνται σε αιώρηση με σύστημα υποβρύχιας διάχυσης αέρα. Το σύστημα αερισμού τροφοδοτείται με αέρα από φυσητήρες, οι οποίοι είναι κοινοί και για τις δύο δεξαμενές αερισμού.

Και στην προκειμένη περίπτωση, το υφιστάμενο σύστημα διάχυσης θα αντικατασταθεί με νέο υποβρύχιο σύστημα διάχυσης και θα αποτελείται από διαχύτες λεπτής φυσαλίδας, διαμέτρου 12'', όμοιο με αυτό της 1<sup>ης</sup> δεξαμενής αερισμού.

Εντός της δεξαμενής αερισμού ΔΑ2 θα τοποθετηθούν αντλητικά συγκροτήματα ανακυκλοφορίας της ιλύος – ανάμικτου υγρού και απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος, αποτελούμενα από δύο αντλίες έκαστο (1 κύρια και 1 εφεδρική). Η ανακυκλοφορία της ιλύος θα γίνεται από τη δεξαμενή αερισμού ΔΑ2 στη δεξαμενή απονιτροποίησης μέσω αντλίας ελάχιστης παροχής 56 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού 7m. Για την απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος επιλέγεται αντλία παροχής ελάχιστης 15 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού 10m.

Ο νέος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός για τη λειτουργία της δεξαμενής αερισμού ΔΑ2 είναι συνοπτικά ο εξής:

- Ένα πλήρες σύστημα διάχυσης αέρα αποτελούμενο από διαχύτες ελαστικής μεμβράνης, αγωγούς διανομής, στηρίγματα κ.α.
- Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης του συστήματος διάχυσης, βάνα απομόνωσης αέρα, κιγκλιδώματα ασφαλείας δεξαμενής κλπ
- Πλήρες όργανο μέτρησης οξυγόνου με αισθητήριο και ελεγκτή και όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης και εγκατάστασης
- Αντλητικό συγκρότημα ανακυκλοφορίας ιλύος
- Αντλητικό συγκρότημα απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος

#### **Βιοαντιδραστήρας Μεμβρανών (MBR)**

Η τεχνολογία MBR αποτελεί ουσιαστικά μέθοδο ενεργού ιλύος με πολύ έντονο χαρακτήρα βιοδιάσπασης της οργανικής ύλης σε συνδυασμό με διύλιση σε αντικατάσταση των δεξαμενών τελικής καθίζησης. Το εμβαπτιζόμενο σύστημα μεμβρανών θα καταλαμβάνει χώρο εμβαδού περίπου 6,3 m<sup>2</sup> (2,5m x 2,5m).

Στη δεξαμενή MBR λαμβάνει χώρα η διαδικασία της βιολογικής επεξεργασίας με παρατεταμένο αερισμό και ταυτόχρονο διαχωρισμό στερεών – υγρών της ενεργούς ιλύος με φίλτρανση από αναρρόφηση. Το μίγμα του επεξεργαζόμενου νερού και της ενεργούς ιλύος αντλείται από την αντλία αυτομάτου αναρρόφησης και μέσω των μεμβρανών διυλίζεται και εκρέει. Η έξοδος του σωλήνα κατάθλιψης της αντλίας θα οδηγεί στη μονάδα αντίστροφης όσμωσης για περαιτέρω επεξεργασία. Επίσης, με τη συγκεκριμένη επεξεργασία επιτυγχάνεται σταθεροποίηση της ιλύος και απομάκρυνση των θρεπτικών. Ο βιοαντιδραστήρας είναι υψηλής συγκέντρωσης σε βιομάζα και (> 8.000 mg/lit), ενώ η βιομάζα θα βρίσκεται σε αιώρηση υπό μορφή ανάμικτου υγρού με τα στραγγίσματα. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η συγκεκριμένη μέθοδος επεξεργασίας των στραγγισμάτων είναι:

- Καταλαμβάνει πολύ μικρό χώρο, σχεδόν σε όρια compact εγκαταστάσεων. Τυπικά ≥50% μικρότερος όγκος δεξαμενής συγκρινόμενος με τα συμβατικά συστήματα βιολογικών. Επιπρόσθετα δεν απαιτείται πρωτοβάθμια ή δευτεροβάθμια καθίζηση.

- Πολύ υψηλής ποιότητας, πλήρως απολυμασμένα απόβλητα στην έξοδο του βιολογικού. Τυπικά  $>6\log$  απομάκρυνση κολοβακτηριδίων και  $>4\log$  απομάκρυνση μικροβίων (λογαριθμικά).
- Τμηματοποιημένος και εύκολα επεκτάσιμος. Υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης της υπάρχουσας εγκατάστασης με την προσθήκη δεξαμενών ή μονάδων μεμβρανών σε περίπτωση μελλοντικής αύξηση ροής λυμάτων.
- Η λάσπη παράγεται σε μικρές ποσότητες και είναι πλήρως σταθεροποιημένη. Η τυπική παραγωγή λάσπης είναι  $0.45 \text{ kgDS/kg BOD}$  και, συγκρινόμενη με το  $\sim 0.70 \text{ kgDS/kg BOD}$  που παράγει ένας συμβατικός βιολογικός, ιδιαίτερα χαμηλή. Η τυπική ηλικία λάσπης είναι  $\sim 40$  ημέρες.
- Δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις του υδραυλικού και οργανικού φορτίου.
- Δεν δημιουργούνται προβλήματα καλαισθησίας χώρου, διότι όλη η εγκατάσταση μπορεί να τοποθετηθεί εν μέρει μέσα στο έδαφος ή να στεγαστεί εντελώς λόγω τη μικρής επιφάνειας κάλυψης.
- Δεν δημιουργεί προβλήματα οχλήσεως λόγω οσμών.
- Σχετικά μικρή απαίτηση συντήρησης. Δυνατότητα χειρισμού της εγκατάστασης εξ αποστάσεως.
- Η θολότητα του επεξεργασμένου λύματος στην εκροή είναι λιγότερη από  $2 \text{ NTU}$  και τα αιωρούμενα στερεά είναι λιγότερα από  $5 \text{ mg/l}$
- Πολύ υψηλή ποιότητα απολύμανσης

Η διαδικασία χρησιμοποιεί επίπεδα μεταλλικά πλαίσια με μεμβράνες που έχουν εμβαδόν μεγαλύτερο ή ίσο από  $150 \text{ m}^2$  και βρίσκονται μέσα στις μονάδες βιολογικής επεξεργασίας.

Το υλικό με το οποίο θα είναι κατασκευασμένη η μεμβράνη διήθησης θα πρέπει να έχει ονομαστικό μέγεθος πόρων μικρότερο ή ίσο από  $0,4 \text{ }\mu\text{m}$ . Η μεμβράνη θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι όλα τα στερεά με μέγεθος μεγαλύτερο του ονομαστικού πόρου, συμπεριλαμβανομένων των μικροοργανισμών και των μικροβίων, διατηρούνται μέσα στην ενεργοποιημένη λάσπη και απομακρύνονται από τη δεξαμενή.

Οι μονάδες μεμβρανών είναι βυθισμένες στην ενεργή λάσπη και στο δάπεδο της δεξαμενής υπάρχει σύστημα διαχυτών αέρα χονδρής φυσαλίδας που αερίζει το αιώρημα. Με το σύστημα αερισμού χονδρής φυσαλίδας πετυχαίνεται τα παρακάτω απαραίτητα για την επεξεργασία:

- Η ροή των φυσαλίδων δημιουργεί μια ταχύτητα του υγρού ανάμεσα στα πλαίσια μεμβρανών τέτοια, που αποτρέπει τις επικαθίσεις επάνω στην επιφάνεια τους και κατ' επέκταση έμφραξη των πόρων της μεμβράνης.
- Ο αερισμός χονδρής φυσαλίδας παρέχει επίσης το απαραίτητο οξυγόνο για τη βιολογική επεξεργασία και κατ' επέκταση τη μικροβιακή υποβάθμιση των ρύπων μέσα στο απόβλητο υγρό.
- Με τον τρόπο που είναι τοποθετημένα τα πλαίσια με τις μεμβράνες και τη θέση που βρίσκονται στη δεξαμενή, οι μονάδες αυτές ενεργούν ως «αγωγός» του υγρού για



να κατευθύνουν την ροή του υγρού πέρα από τα πλαίσια μεμβρανών και να παρέχουν την καλή μίξη που είναι απαραίτητη στην βιολογική επεξεργασία.

Η αντλία αναρρόφησης αναγκάζει το υγρό να περάσει μέσα από τις μεμβράνες, δημιουργώντας ροή του υγρού στη μεμβράνη από έξω προς τα μέσα πετυχαίνοντας ταυτόχρονα τη φίλτραση. Το υγρό, μετά την έξοδο από το πλαίσιο μεμβρανών, οδηγείται στην έξοδο.

Στον οικίσκο της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων θα τοποθετηθούν φυσητήρες (1+1) ενδεικτικής παροχής 150 m<sup>3</sup>/h (ή ότι προτείνεται από τον κατασκευαστή των μεμβρανών) στο κατάλληλο μανομετρικό έκαστος. Η λειτουργία των φυσητήρων θα γίνεται με χρονοπρόγραμμα με βάση την λειτουργία της αντλίας απορρόφησης και τη στάθμη της 2<sup>ης</sup> δεξαμενής αερισμού. Εάν δεν υπάρχει παροχή στην είσοδο τότε σταματούν οι φυσητήρες τη λειτουργία τους. Σε αυτή την περίπτωση η λειτουργία για λόγους αιώρησης της βιομάζας, θα γίνεται ενδεικτικά ως εξής: 10 λεπτά λειτουργία του φυσητήρα / 50 λεπτά στάση του φυσητήρα.

Η εγκατάσταση θα δύναται να λειτουργεί με πολύ υψηλή συγκέντρωση λάσπης (MLSS > 8.000 mg/l). Αυτή η ενδυνάμωση της διαδικασίας διευκολύνει την βιολογική επεξεργασία και ταυτόχρονα, μειώνει τον απαιτούμενο όγκο της δεξαμενής, επιτρέπει την ύπαρξη και χρησιμοποίηση μεγαλύτερης ηλικίας λάσπης στη διεργασία και μειώνει έτσι την υπερβολική παραγωγή λάσπης.

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα θα οδηγούνται στη μονάδα αντίστροφης όσμωσης μέσω αντλιών (1+1) αναρρόφησης ξηρού τύπου ενδεικτικής παροχής 1,5 m<sup>3</sup>/h (ή ότι προτείνεται από τον κατασκευαστή των μεμβρανών) στο κατάλληλο μανομετρικό έκαστη. Στην εκροή της μονάδας MBR θα τοποθετηθεί ηλεκτροβάννα ON/OFF, ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση του συστήματος.

#### **Δεξαμενή Συλλογής Λάσπης (Πρώην Στατικός Καθιζητήρας)**

Λόγω της εφαρμογής της μεθόδου των εμβαπτιζόμενων μεμβρανών διήθησης (MBR) δεν απαιτείται δευτεροβάθμια καθίζηση, καθώς ο διαχωρισμός των στερεών από τα υγρά πραγματοποιείται στη διάταξη του βιοαντιδραστήρα μεμβρανών. Ο χώρος του στατικού καθιζητήρα δύναται να χρησιμοποιηθεί ως δεξαμενή αποθήκευσης της λάσπης ή επεξεργασμένων εκροών, ανάλογα με το σχεδιασμό του διαγωνιζόμενου.

#### **Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης**

Τα στραγγίσματα από το βιοαντιδραστήρα μεμβρανών θα οδηγούνται στη μονάδα αντίστροφης όσμωσης, προκειμένου να απομακρυνθούν το υπολοιπόμενο οργανικό φορτίο, το υπολοιπόμενο νιτρικό άζωτο καθώς και πιθανά βαρέα μέταλλα.

Η μονάδα αντίστροφης όσμωσης θα είναι τουλάχιστον δύο (2) περασμάτων, δυναμικότητας έως 3 m<sup>3</sup>/h, κατάλληλη για την επεξεργασία των στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ.

Το σύστημα επεξεργασίας που θα εγκατασταθεί θα περιλαμβάνει υποχρεωτικά τα ακόλουθα στάδια:

- Σύστημα προ-επεξεργασίας των εισερχόμενων στραγγισμάτων, για την προστασία των μεμβρανών της μονάδας, που θα αποτελείται από:
  - Σακόφιλτρα για την απομάκρυνση των μεγάλων σωματιδίων
  - Πολυστρωματικά φίλτρα άμμου
  - Δεξαμενή όγκου κατάλληλου όγκου για τη ρύθμιση του pH
  - Φίλτρα φυσιγγίων πριν την είσοδο στην αντίστροφη ώσμωση.
- Σύστημα επεξεργασίας στραγγιδίων τεχνολογίας αντίστροφης Ώσμωσης με χρήση μεμβρανών πολύ υψηλής αντοχής σε έμφραξη (1ο Πέρασμα - 1st pass)
- Σύστημα μετεπεξεργασίας με αντίστροφη ώσμωση με χρήση μεμβρανών (2ο Πέρασμα - 2nd pass)
- Διάταξη απολύμανσης του τελικού διηθήματος με UV ώστε να επιτυγχάνονται τα μικροβιολογικά όρια της εκροής

Όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός (εκτός της μονάδας απαερίωσης) για τη διεργασία της αντίστροφης ώσμωσης θα παραδοθεί υποχρεωτικά εργονομικά εγκατεστημένος σε 1 ή 2 μεταλλικά τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια με φωτισμό, κλιματισμό, εσωτερική μόνωση με panel ελάχιστου πάχους 40mm και βιομηχανικό δάπεδο.

Στη μονάδα θα περιλαμβάνεται όλος ο απαιτούμενος κύριος και βοηθητικός εξοπλισμός για την αυτοματοποιημένη λειτουργία της ως ένα ενιαίο σύνολο, όπως οι ενδιάμεσες δεξαμενές αποθήκευσης επεξεργασμένων στραγγισμάτων, οι δεξαμενές των διαλυμάτων χημικού καθαρισμού, η αντλία πλύσης, δοσομετρικά δοχεία χημικών, κλιματιστικές μονάδες, ηλεκτρικοί πίνακες με PLC, κ.α.

Τέλος, για την ομαλή και αυτόματη λειτουργία του συστήματος αντίστροφης ώσμωσης αλλά και την βελτιστοποίηση της διεργασίας τοποθετούνται όλα τα απαραίτητα όργανα όπως μετρητές πίεσης, θερμοκρασίας, παροχής, αγωγιμότητας, σταθμήμετρα, μανόμετρα, κ.ο.κ.

Η μονάδα αντίστροφης ώσμωσης, θα επεξεργάζεται περαιτέρω τα ήδη επεξεργασμένα στραγγίσματα που προέρχονται από το σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό (Extended Aeration) με ταυτόχρονη πλήρη σταθεροποίηση της ιλύος και βιολογική απομάκρυνση του αζώτου και εν συνεχεία επεξεργασία και διαύγαση των επεξεργασμένων σε μονάδα μεμβρανών (MBR), τα οποία είναι συγκεντρωμένα σε δεξαμενές.

Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα από την ΜΕΣ και την μονάδα αντίστροφης όσμωσης θα πληρούν τα παρακάτω όρια:

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
BOD5	mg/l	≤ 25
COD5	mg/l	≤ 125
TSS	mg/l	≤ 35
Ολικό άζωτο N	mg/l	≤15
Ολικός φώσφορος P	mg/l	≤ 2
pH	mg/l	6,5 – 8,5
Ολικός αριθμός κολοβακτηριδίων		≤ 50 mg/l
Βαρέα μέταλλα και επικίνδυνες τοξικές ουσίες	Σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 96400/1985 (ΦΕΚ 573/24-09-1985) Νομαρχιακή Απόφαση.	

### Συνοπτική περιγραφή της μονάδας

Η τεχνική θα βασίζεται στην διέλευση των στραγγισμάτων σε υψηλή πίεση μέσα από μεμβράνες που διαχωρίζουν τα στραγγίσματα σε δυο κλάσματα. Το διήθημα (permeate), που διέρχεται από την μεμβράνη και το συμπύκνωμα που δεν διέρχεται και απορρίπτεται. Η μονάδα της Αντίστροφης ώσμωσης θα είναι σχεδιασμένη προκειμένου να λειτουργεί μέχρι μέγιστη πίεση 60 bar. Η πίεση λειτουργίας εξαρτάται κυρίως από τη συγκέντρωση των αλάτων στο εισερχόμενο ρεύμα και το επίπεδο επιμόλυνσης (biofouling) των μεμβρανών και θα ρυθμίζεται από τη μετρούμενη ροή του εισερχόμενου ρεύματος.

Οι αντλίες τροφοδοσίας θα παραλαμβάνουν το προεπεξεργασμένο βιολογικά στράγγισμα και θα το προωθούν σε κατάλληλα διαμορφωμένη πλαστική δεξαμενή ρύθμισης του pH (εντός του container προεπεξεργασίας της RO). Πριν τη δεξαμενή ρύθμισης pH θα τοποθετηθεί σακόφιλτρο για την απομάκρυνση των ευμεγεθών σωματιδίων.

Στη δεξαμενή ρύθμισης pH θα προστίθεται μέσω κατάλληλης δοσομετρικής διάταξης θειικό οξύ ώστε να ταπεινωθεί το pH ≤ 7.0 και η αμμωνία να βρίσκεται σε μορφή (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) για να μπορεί να απομακρυνθεί από τις μεμβράνες αντιστρόφου ωσμώσεως.

Μία αντλία ανακυκλοφορίας καθώς και όργανα μέτρησης – ρύθμισης pH και αγωγιμότητας θα υποβοηθούν την παραπάνω διεργασία.

Η αντλία τροφοδοσίας του 1ου περάσματος θα παραλαμβάνει το στράγγισμα από τη δεξαμενή ρύθμισης pH με σκοπό την απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων και θα το καταθλίβει υποχρεωτικά διαδοχικά μέσα από αυτόματα φίλτρα άμμου, ένα φίλτρο σακούλας και ένα φίλτρο φυσιγγίων με φυσίγγια κατακράτησης 5 μm.

Μετά τα διαφορετικά στάδια απομάκρυνσης των αιωρούμενων στερεών (προεπεξεργασίας) το στράγγισμα θα παραλαμβάνεται από την αντλία υψηλής πίεσης του 1ου περάσματος αφού προηγουμένως έχει σ' αυτό προστεθεί κατάλληλο αντικαθαλατωτικό χημικό πρόσθετο για την αποφυγή ανόργανων επικαθίσεων (αλάτων) επάνω στις μεμβράνες.

Η αντλία υψηλής πίεσης θα δημιουργεί την κατάλληλη υψηλή πίεση ώστε το επιβαρυμένο με διαλυτά συστατικά (οργανικά & ανόργανα) στράγγισμα να διαπεράσει τις μεμβράνες.

Το στράγγισμα χωρίζεται στο 1<sup>ο</sup> στάδιο σε δύο ρεύματα. Το μεν ρεύμα του συμπυκνώματος, όπου είναι συσσωρευμένοι οι περισσότεροι ρύποι της τροφοδοσίας, το δε ρεύμα του διηθήματος που οδεύει προς το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας.

Το διήθημα του 1<sup>ου</sup> σταδίου θα παραλαμβάνεται υποχρεωτικά από ενδιάμεση δεξαμενή με την αντλία τροφοδοσίας του 2<sup>ου</sup> περάσματος που το οδηγεί στην αντλία υψηλής πίεσης και στις μεμβράνες του 2<sup>ου</sup> σταδίου. Πριν το διήθημα του 1<sup>ου</sup> σταδίου εισέλθει στις μεμβράνες του 2<sup>ου</sup> σταδίου θα διέρχεται υποχρεωτικά από ένα φίλτρο φυσιγγίων όμοιων χαρακτηριστικών με αυτό στο στάδιο της προεπεξεργασίας.

Το τροφοδοτούμενο ρεύμα χωρίζεται στο 2<sup>ο</sup> στάδιο επίσης σε δύο (2) ρεύματα.

Το ρεύμα του διηθήματος 2<sup>ου</sup> σταδίου και το ρεύμα του συμπυκνώματος 2<sup>ου</sup>.

Το 2<sup>ο</sup> στάδιο απορρίπτει όλους εκείνους τους μικρορύπους (βαρέα μέταλλα κλπ.) που τυχόν έχουν ξεφύγει από το 1<sup>ο</sup> στάδιο.

Τονίζεται ότι υποχρεωτικά θα υπάρχει η δυνατότητα προσαρμογής της λειτουργίας της μονάδας στα χαρακτηριστικά του εισερχόμενου στραγγίσματος. Αυτό θα επιτυγχάνεται με τη δυνατότητα αυτόνομης λειτουργίας των επιμέρους σταδίων, κατ' απαίτηση του χειριστή της μονάδας. Η όλη διαδικασία (εκτός από την επιλογή του χειριστή) θα είναι πλήρως αυτοματοποιημένη, οπότε και θα μπορεί να επιλεγεί από τον χειριστή η λειτουργία μόνο του 1<sup>ου</sup> ή του 1<sup>ου</sup> & του 2<sup>ου</sup> περάσματος με το πάτημα ενός διακόπτη στο touch screen.

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας θα είναι τουλάχιστον 65%.

Με σκοπό τον αποτελεσματικό έλεγχο του συνολικού βαθμού ανάκτησης, ο βαθμός ανάκτησης του 1ου σταδίου θα ελέγχεται & θα ρυθμίζεται αυτόματα.

Η ρύθμιση θα γίνεται με τη χρήση αυτόματης control valve στη γραμμή απόρριψης και τη βοήθεια των παροχομέτρων τροφοδοσίας & άλμης-απόρριψης.

#### **-Αντλιοστάσιο και Δίκτυο Διάθεσης**

Τα επεξεργασμένα πλέον στραγγίσματα οδηγούνται σε δεξαμενή χωρητικότητας περίπου 30m<sup>3</sup> απ' όπου οδηγούνται μέσω καταθλιπτικού αγωγού στο παρακείμενο ρέμα. Εναλλακτικά, θα γίνεται ανακυκλοφορία στο νέο κύτταρο και διαβροχή της απορριμματικής μάζας μέσω δικτύου υπόγειων σταλακτών. Το αντλιοστάσιο διάθεσης αποτελείται από ζεύγος αντλιών (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική), παροχής ελάχιστης 5m<sup>3</sup>/h σε μανομετρικό 40m.

Ο νέος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός που τοποθετείται στο αντλιοστάσιο διάθεσης είναι :

- Αντλητικό συγκρότημα αποτελούμενο από ζεύγος αντλιών.
- Αυτοματισμός λειτουργίας αντλιοστασίου για κυκλική εναλλαγή των αντλιών, έναρξη και παύση λειτουργίας των αντλιών, σήματα συναγερμού κλπ.

Όλα τα παρελκόμενα υλικά σύνδεσης των αντλιών, δικλείδες, αντεπίστροφα, βάσεις στήριξης αντλιών, οδηγούς ανέλκυσης κλπ.

#### **-Οικίσκος Ηλεκτρικών Πινάκων, Αυτοματισμών και Δοσομετρικών**

Πλησίον των δεξαμενών επεξεργασίας στραγγισμάτων υφίσταται οικίσκος, ο οποίος θα υποστεί επέκταση ώστε να στεγάσει τον εξοπλισμό εξυπηρέτησης των νέων εγκαταστάσεων. Το κτίριο μετά την επέκταση θα διαθέτει τους ακόλουθους χώρους:

- Χώρος ελέγχου όπου θα τοποθετηθεί ο ηλεκτρικός πίνακας της Ε.Ε.Σ, το γραφείο και εξοπλισμός έλεγχου και αυτοματισμού καθώς και ξεχωριστός χώρος W.C.
- Χώρος φυσητήρων εγκατάστασης (βιολογικής επεξεργασίας και μεμβρανών).
- Χώρος ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους.
- Χώρος χημικών

#### **-Φυσητήρες Αερισμού**

Θα εγκατασταθούν δύο φυσητήρες δυναμικότητας έκαστου  $600\text{Nm}^3/\text{h}$  στα 700mbar για το σύστημα αερισμού της βιολογικής επεξεργασίας των στραγγισμάτων του Χ.Υ.Τ.Α. και δύο φυσητήρες ενδεικτικής παροχής έκαστου  $150\text{m}^3/\text{h}$  (ή ότι προτείνει ο κατασκευαστής των μεμβρανών) στο κατάλληλο μανομετρικό, που θα εξυπηρετούν την μονάδα των μεμβρανών. Οι φυσητήρες θα είναι λοβοειδείς τύπου Roots.

Το κέλυφος του κάθε φυσητήρα και τα πόδια στήριξης θα είναι κατασκευασμένα με ισχυρές ενισχυτικές πτερυγώσεις για να αποφεύγονται στρεβλώσεις στις πιέσεις λειτουργίας. Οι λοβοί των φυσητήρων θα είναι κατασκευασμένοι από ειδικό λεπτόκοκκο χυτοσίδηρο με ισχυρές εξωτερικές πτερυγώσεις. Κάθε φυσητήρας θα διαθέτει δικλείδα ασφαλείας τοποθετημένη στην έξοδο του αέρα. Η δικλείδα θα είναι ρυθμισμένη ώστε να ανοίγει σε πίεση 0,05bar παραπάνω από την ονομαστική πίεση λειτουργίας και θα έχει τη δυνατότητα να παροχετεύει ικανή ποσότητα αέρα, σε περίπτωση ανάγκης, ώστε να αποφευχθεί τυχόν υπερφόρτωση του φυσητήρα ή του κινητήρα. Ο κινητήρας του φυσητήρα θα είναι αερόψυκτος, ασύγχρονος, τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέα, τριφασικός, κατάλληλης ισχύος, προστασίας IP 33, κατάλληλος για λειτουργία σε τάση 380 V/50 Hz. Το κέλυφος του κινητήρα θα είναι κατασκευασμένο από ειδικό λεπτόκοκκο χυτοσίδηρο. Οι άξονες του κινητήρα και του φυσητήρα θα είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένοι και η σύνδεσή τους μπορεί να γίνει είτε με συνδυασμό διπλού ολισθητήρα (τύπου OLDHAM) που δίνει και τη δυνατότητα απορροφήσεως αποτόμων φορτίσεων κατά την εκκίνηση ή παύση ή με χρήση ιμάντων για την μετάδοση κινήσεως. Οι ιμάντες θα είναι τύπου V, βαρέως τύπου, ανθεκτικοί στη ζέστη και τα λάδια και αντιστατικοί με ελάχιστο συντελεστή ασφαλείας 1,5.

Στην είσοδο και έξοδο έκαστου φυσητήρα θα τοποθετηθούν σιγαστήρες, τύπου πολλαπλού θαλάμου, καταλλήλου μεγέθους για να εφαρμόζουν στο μέγεθος των σωληνώσεων εισόδου και εξόδου. Στην είσοδο κάθε φυσητήρα θα εγκατασταθεί φίλτρο αέρα καταλλήλου μεγέθους για την παρακράτηση σκόνης και ακαθαρσιών που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στον φυσητήρα και το δίκτυο αερισμού. Ο κινητήρας και ο φυσητήρας θα βρίσκονται πάνω σε κοινή βάση από χαλύβδινες δοκούς, καταλλήλων διαστάσεων και ύψους ώστε να είναι προσιτά τα σημεία λιπάνσεως του φυσητήρα. Η βάση θα εδράζεται στο δάπεδο του κτιρίου πάνω σε αντικραδασματικά στηρίγματα βάσης.

Στην έξοδο κάθε φυσητήρα θα τοποθετηθεί δικλείδα αντεπιστροφής μεγέθους ίσου με το μέγεθος της σωληνώσεως παροχής αέρα, δικλείδα απομόνωσης καθώς επίσης και μανόμετρο ωρολογιακού τύπου με κλίμακα 0-1bar. Η σύνδεση των φυσητήρων με το δίκτυο σωληνώσεων θα γίνεται με ελαστικούς συνδέσμους ώστε να μην υπόκεινται σε κραδασμούς και φορτίσεις τα δίκτυα των συνδεδεμένων σωληνώσεων.

### **Δίκτυο Αέρα**

Το δίκτυο σωληνώσεων εντός του χώρου των φυσητήρων και μέχρι τη σύνδεση αυτού με τα συστήματα διάχυσης των δεξαμενών αερισμού (ΔΑ1 και ΔΑ2) και του βιοαντιδραστήρα μεμβρανών θα κατασκευαστούν από ανοξείδωτο χάλυβα. Στα χαμηλά σημεία του δικτύου σωληνώσεων αέρα θα τοποθετηθούν συλλέκτες συμπυκνωμάτων.

Ο αέρας από τους φυσητήρες θα μεταφέρεται στις δεξαμενές αερισμού. Από τον κεντρικό αγωγό θα ξεκινούν κατακόρυφοι τροφοδοτικοί κλάδοι, οι οποίοι διαμοιράζουν τον αέρα στους αγωγούς διανομής. Ο κάθε τροφοδοτικός κλάδος φέρει δικλείδα για διακοπή και ρύθμιση της τροφοδοσίας του αέρα στους αγωγούς διανομής. Σε βάθος τουλάχιστον 1m από την επιφάνεια των υγρών στη δεξαμενή ο κάθε τροφοδοτικός κλάδος φέρει σύνδεσμο αποσυναρμολόγησης (ζιμπό) για σύνδεση με αγωγό uPVC Φ110atm.

### **Δοσομετρικό Σύστημα Θρεπτικών**

Η προσθήκη τροφικών επιτυγχάνεται με προσθήκη διαλύματος φωσφορικού οξέος ή φωσφορικού αμμωνίου. Η διάταξη δοσομέτρησης θα στεγάζεται στον οικίσκο της Ε.Ε.Σ. και θα αποτελείται από:

- i. Δεξαμενή αποθηκεύσεως διαλύματος κατασκευασμένη από ανθεκτική πλαστική ύλη (π.χ. πολυαιθυλένιο, πολυεστέρας), χωρητικότητας 0,50m<sup>3</sup>. Η δεξαμενή θα είναι εφοδιασμένη με σωλήνα εξαερισμού, κρουνό στράγγισης και κρουνό για την σύνδεσή της με τα συγκροτήματα των δοσομετρικών αντλιών.
- ii. Δοσιμετρική αντλία, ρυθμιζόμενης παροχής, από 0-10lt/h, εφοδιασμένη με δικλείδα απομόνωσης, βαλβίδα έγχυσης και σωληνώσεις αναρρόφησης/κατάθλιψης. Η αντλία θα είναι τοποθετημένη επί της προαναφερόμενης δεξαμενής αποθήκευσης από πολυαιθυλένιο ή άλλο κατάλληλο υλικό. Στη δεξαμενή θα εγκατασταθεί διακόπτης στάθμης, που θα θέτει την αντίστοιχη αντλία εκτός λειτουργίας στην περίπτωση ανίχνευσης χαμηλής στάθμης. Η αντλία θα ελέγχεται από το σύστημα αυτοματισμού της εγκατάστασης.

Ο αγωγός προσθήκης θρεπτικών είναι από HDPE Φ16, 10atm.

### **Ανυψωτικές Διατάξεις**

Οι ανυψωτικές διατάξεις της εγκατάστασης θα αποτελούνται από γερανοδοκό χώρο φυσητήρων, μόνιμη ανυψωτική διάταξη υποβρύχιου αναδευτήρα ανερόβιας δεξαμενής και φορητή ανυψωτική διάταξη για την ανέλκυση των αντλιών.

Τα συγκροτήματα ανύψωσης θα είναι κατάλληλα για την ανύψωση του βαρύτερου μεμονωμένου αντικειμένου του εξοπλισμού μέσα στον αντίστοιχο χώρο εργασίας. Ο

ανυψωτικός εξοπλισμός (μηχανισμοί, άγκιστρα, τροχιές κύλισης κλπ), θα έχει πλάκες εύκολα αναγνωρίσιμες για την ένδειξη του φορτίου ασφαλούς λειτουργίας.

Οι τροχιές της γερανοδοκού θα είναι διατομής διπλού ταυ, ανηρτημένες στην οροφή και στα άκρα θα έχουν ισχυρά μεταλλικά εμπόδια (STOP). Οι δοκοί/τροχιές θα είναι αναρτημένες στην οροφή του οικίσκου και θα είναι πλήρεις, με όλες τις στερεώσεις, αρμοκάλυπτρα, μπουλόνια κλπ. Στα άκρα των δοκών θα υπάρχουν ρυθμιζόμενα εμπόδια (STOP) για τον τερματισμό της διαδρομής των τροχίσκων.

### **Σύστημα Αυτοματισμού**

Το προτεινόμενο σύστημα αυτοματισμού παρέχει τη δυνατότητα μέσω μετρήσεων, (στάθμες υγρών στα αντλιοστάσια, συγκέντρωση οξυγόνου στη δεξαμενή αερισμού) της αυτοματοποιημένης λειτουργίας της εγκατάστασης επεξεργασίας στραγγισμάτων καθ' όλο το 24ωρο, παρέχοντας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του Χ.Υ.Τ.Α. και περιορίζοντας την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια του συστήματος αερισμού, στην απολύτως απαραίτητη.

Η παρακολούθηση και ο έλεγχος των σημαντικότερων λειτουργιών της εγκατάστασης θα πραγματοποιείται από το Κέντρο Ελέγχου (ΚΕΛ), που θα εγκατασταθεί στην αίθουσα ελέγχου του κτιρίου διοίκησης. Η φιλοσοφία του συστήματος αυτοματισμού περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο «Τεχνική Περιγραφή Συστήματος Αυτοματισμού – PLC».

Γενικά, το σύστημα αυτοματισμού εξασφαλίζει την κυκλική λειτουργία του εξοπλισμού για την ομοιόμορφη φθορά του, την αυτόματη θέση σε λειτουργία του εφεδρικού εξοπλισμού σε περίπτωση βλάβης και την αυτόματη διακοπή λειτουργίας σε περίπτωση έλλειψης φορτίου (π.χ. χαμηλή στάθμη στραγγισμάτων κλπ).

### **Λοιπός Εξοπλισμός**

Στον λοιπό εξοπλισμό περιλαμβάνεται μία υποβρύχια φορητή αντλία παροχής 5m<sup>3</sup> ανά ώρα σε 6m Σ.Υ. για τις ενδεχόμενες ανάγκες του έργου (π.χ. εκκένωση δεξαμενών κ.α.).

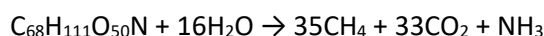
#### **5.3.5.4 Υπολογισμός του Προγράμματος Ανακυκλοφορίας των Στραγγισμάτων**

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα θα οδηγούνται μέσω καταθλιπτικού αγωγού στο παρακείμενο ρέμα και, εναλλακτικά, θα γίνεται ανακυκλοφορία στο νέο κύτταρο και διαβροχή της απορριμματικής μάζας μέσω δικτύου υπόγειων σταλλακτών. Η ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων στραγγισμάτων εξυπηρετεί τη ρύθμιση της παραγωγή βιοαερίου και στην κάλυψη μέρους των αναγκών άρδευσης του χώρου.

Γενικότερα η ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων είναι μία τεχνική επαναφοράς των στραγγισμάτων στο χώρο διάθεσης, για την αύξηση της επιθυμητής υγρασίας στην μάζα των απορριμμάτων και για την αύξηση των μικροβιολογικών δραστηριοτήτων. Κατά συνέπεια, η βιοαποικοδόμηση των απορριμμάτων καθώς και η παραγωγή του βιοαερίου ενισχύονται σημαντικά. Μερικά από τα οφέλη της τεχνικής αυτής, συνοψίζονται παρακάτω.

- Επί τόπου επεξεργασία των στραγγισμάτων και μείωση του κόστους διάθεσης των στραγγισμάτων λόγω της βιολογικής δραστηριότητας και άλλων φυσικοχημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα μέσα στο Χ.Υ.Τ.Α.
- Επιτάχυνση της βιοαποικοδόμησης των απορριμμάτων λόγω της μεταφοράς θρεπτικών ουσιών στην μάζα τους και ενίσχυση της ενεργής μικροβιακής αποσύνθεσης
- Η ποιότητα και η ποσότητα του λαμβανομένου βιοαερίου είναι σημαντικά ενισχυμένα
- Μείωση του όγκου των συμπιεσμένων απορριμμάτων λόγω αυξημένης βιοαποικοδόμησης
- Μείωση της απαιτούμενης περιόδου παρακολούθησης του Χ.Υ.Τ.Α. καθώς μειώνεται ο χρόνος σταθεροποίησης του χώρου

Η ποσότητα νερού που καταναλώνεται κατά την αναερόβια αποσύνθεση του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων υπολογίζεται με βάση την εξίσωση της αντίδρασης του οργανικού κλάσματος:



Από την παραπάνω εξίσωση υπολογίζεται η ποσότητα του νερού που διασπάται κατά την βιοαποδόμηση των απορριμμάτων και είναι:

16 mole  $H_2O$  / 1 mole  $C_{68}H_{111}O_{50}N$  = 288 kg / 1.741 kg = 0,165 kg νερού/ kg ξηρών απορριμμάτων

Το παραγόμενο βιοαέριο υπολογίζεται σε 13,9 ft<sup>3</sup>/lb = 867lt/kg απορριμμάτων που διασπάται. Οπότε η ποσότητα νερού που καταναλώνεται για την βιοαποδόμηση των απορριμμάτων είναι ίση με:

$Q = (0,165 \text{ kg νερού} / \text{kg ξηρών απορριμμάτων}) / (867 \text{ lt βιοαερίου} / \text{kg οργανικού κλάσματος})$   
 = 0,19 kg νερού / m<sup>3</sup> παραγόμενου βιοαερίου.

Οπότε για να γίνει υπολογισμός του προγράμματος ανακυκλοφορίας στραγγισμάτων πρέπει να είναι γνωστή η παραγωγή βιοαερίου. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται η παραγωγή βιοαερίου ανά μήνα, η απαίτηση σε νερό και η παραγωγή στραγγισμάτων.

Έτος Λειτουργίας	Ετήσια Παραγωγή βιοαερίου (m <sup>3</sup> )	Μηνιαία Παραγωγή βιοαερίου (m <sup>3</sup> )	Μηνιαία Απαιτούμενη ποσότητα νερού (m <sup>3</sup> )	Ημερήσια Απαιτούμενη ποσότητα νερού (m <sup>3</sup> )
	0	0	0,00	0,00
1	196.197	32.700	6,21	0,21



Έτος Λειτουργίας	Ετήσια Παραγωγή βιοαερίου (m <sup>3</sup> )	Μηνιαία Παραγωγή βιοαερίου (m <sup>3</sup> )	Μηνιαία Απαιτούμενη ποσότητα νερού (m <sup>3</sup> )	Ημερήσια Απαιτούμενη ποσότητα νερού (m <sup>3</sup> )
2	389.511	64.919	12,33	0,41
3	580.034	96.672	18,37	0,61
4	767.854	127.976	24,32	0,81
5	953.059	158.843	30,18	1,01
6	1.135.732	189.289	35,96	1,20
7	1.315.957	219.326	41,67	1,39
8	1.493.815	248.969	47,30	1,58
9	1.669.386	278.231	52,86	1,76
10	1.628.168	271.361	51,56	1,72
11	1.587.969	264.662	50,29	1,68
12	1.548.762	258.127	49,04	1,63
13	1.510.523	251.754	47,83	1,59
14	1.473.228	245.538	46,65	1,56
15	1.436.854	239.476	45,50	1,52
16	1.401.378	233.563	44,38	1,48
17	1.366.777	227.796	43,28	1,44
18	1.333.032	222.172	42,21	1,41
19	1.300.119	216.687	41,17	1,37
20	1.268.019	211.337	40,15	1,34
21	1.236.711	206.119	39,16	1,31
22	1.206.177	201.030	38,20	1,27
23	1.176.396	196.066	37,25	1,24

Έτος Λειτουργίας	Ετήσια Παραγωγή βιοαερίου (m <sup>3</sup> )	Μηνιαία Παραγωγή βιοαερίου (m <sup>3</sup> )	Μηνιαία Απαιτούμενη ποσότητα νερού (m <sup>3</sup> )	Ημερήσια Απαιτούμενη ποσότητα νερού (m <sup>3</sup> )
24	1.147.351	191.225	36,33	1,21
25	1.119.023	186.504	35,44	1,18
26	1.091.394	181.899	34,56	1,15
27	1.064.447	177.408	33,71	1,12
28	1.038.166	173.028	32,88	1,10
29	1.012.534	168.756	32,06	1,07
30	987.534	164.589	31,27	1,04
31	963.152	160.525	30,50	1,02
32	939.371	156.562	29,75	0,99
33	916.178	152.696	29,01	0,97

Βάσει του παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η μέγιστη ημερήσια απαίτηση για ανακυκλοφορία στραγγισμάτων ανέρχεται σε περίπου 1.76 m<sup>3</sup>/d. Πρακτικά, για τις θερινές (ξηρές) περιόδους εκτιμάται ότι θα απαιτείται τουλάχιστον διπλάσια παροχή ανακυκλοφορίας στραγγισμάτων, συνεπώς η μέση αναμενόμενη απαίτηση για ανακυκλοφορία επεξεργασμένων στραγγισμάτων κατά τις θερινές περιόδους εκτιμάται σε περίπου 2 – 3 m<sup>3</sup>/d.

Το δίκτυο ανακυκλοφορίας θα αποτελείται:

- από τον κύριο κλάδο, ο οποίος θα διέρχεται περιμετρικά του ΧΥΤΑ,
- από τα φρεάτια διανομής ανακυκλοφορίας και
- από δευτερεύοντες κλάδους ανακυκλοφορίας, οι οποίοι θα ξεκινούν από τα φρεάτια διανομής και θα καταλήγουν στο απορριμματικό σώμα. Οι δευτερεύοντες κλάδοι ανακυκλοφορίας θα καταλήγουν σε υπόγειους σταλλάκτες, οι οποίοι θα τροφοδοτούν τα επεξεργασμένα στραγγίσματα εντός της απορριμματικής μάζας

Ο κύριος κλάδος θα αποτελείται από αγωγό HDPE Φ50, 10atm. Οι δευτερεύοντες κλάδοι θα αποτελούνται από αγωγό HDPE Φ50, 10atm.

## 5.4 ΕΡΓΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

### 5.4.1 Γενικά

Η βιολογική και βιοχημική αποικοδόμηση των των οργανικών ουσιών που υπάρχουν στα απορρίμματα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή αερίων. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα παραγόμενα αέρια αποτελούνται κατά 90% και περισσότερο από  $\text{CH}_4$  και  $\text{CO}_2$  ενώ περιέχουν επίσης  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{O}_2$  και  $\text{N}_2$ .

Σαν αιτίες της δημιουργίας αερίων θα μπορούσαν να αναφερθούν οι μικροβιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα η εισροή του αέρα στα απορρίμματα και η παρουσία του στο πορώδες των απορριμμάτων και του εδάφους.

Η αποδόμηση των απορριμμάτων μπορεί να γίνεται είτε αερόβια είτε αναερόβια. Μετά την απόθεση των απορριμμάτων αρχίζει πρώτα η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα που σταδιακά μειώνεται με ταυτόχρονη αύξηση της παραγωγής μεθανίου. Μείωση επίσης παρατηρείται και στο οξυγόνο που βρίσκεται στον πορώδη χώρο των απορριμμάτων καθώς και στο άζωτο. Η ποσότητα αλλά και η σύσταση των παραγομένων αερίων επηρεάζεται από πάρα πολλούς παράγοντες, με πιο σημαντικούς την σύσταση των απορριμμάτων, την υγρασία και τις θερμοκρασίες που επικρατούν εντός και εκτός των απορριμμάτων.

Σε πρώτο στάδιο γίνεται αερόβια αποσύνθεση των απορριμμάτων, λόγω της επαφής τους με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Η αερόβια αποσύνθεση είναι πολύ μεγαλύτερη στην άνω επιφάνεια του σώματος των απορριμμάτων, λόγω της περίσσειας οξυγόνου που υπάρχει εκεί. Τα τελικά προϊόντα της αερόβιας αποσύνθεσης είναι διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Αντίθετα στα βαθύτερα στρώματα της απόθεσης, οδηγούμαστε γρήγορα σε έλλειψη αέρα και έχουμε αναερόβια ζύμωση, η οποία οδηγεί σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Στην αναερόβια αποσύνθεση των απορριμμάτων, μπορούμε να διακρίνουμε δύο στάδια, την οξυδογενή και την μεθανογενή ζύμωση, που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Η μεθανογενής ζύμωση είναι μια διαδικασία γενικά επιθυμητή σε χώρους ταφής απορριμμάτων και είναι η κύρια διαδικασία που οδηγεί στην εξαφάνιση της οργανικής ύλης.

Στην διάρκεια του σταδίου της μεθανογένεσης, η μετατροπή της οργανικής ύλης είναι κατευθείαν ανάλογη με την παραγωγή μεθανίου. Υπάρχουν τουλάχιστον δέκα διαφορετικά είδη βακτηριδίων που παίζουν μεγάλο ρόλο στην μεθανογένεση. Το καθένα από αυτά έχει περιορισμένη επίδραση σε ορισμένες μόνο οργανικές ουσίες. Παράλληλα υπάρχουν αρκετές πολύπλοκες οργανικές ουσίες για τις οποίες απαιτείται η συνεργασία πολλών διαφορετικών βακτηριδίων για να παραχθεί τελικά το μεθάνιο. Τέλος μια κρίσιμη παράμετρος είναι ότι το ποσοστό αναπαραγωγής των μεθανογενών βακτηριδίων είναι μικρότερο από αυτό των οξυδογενών. Κατά συνέπεια, αν για κάποιο λόγο διακοπεί η μεθανογένεση είναι πολύ δύσκολο να ξαναρχίσει.

Η ορθολογική διαχείριση του παραγόμενου βιοαερίου αποτελεί πρωταρχική επιδίωξη για τη σωστή και περιβαλλοντικά ασφαλή λειτουργία ενός Χ.Υ.Τ.Α. Η ανεξέλεγκτη διαφυγή του δημιουργεί κινδύνους στο χώρο και στην ευρύτερη περιοχή, όπως:

- Αλλοίωση της αισθητικής του χώρου λόγω οσμών.
- Κινδύνους εκρήξεων λόγω της μετανάστευσης του και συγκέντρωσης του σε κοιλώματα του εδάφους.
- Ασφυξία των φυτών, λόγω αφαίρεσης του οξυγόνου από τις ρίζες τους.
- Καταστροφή της πανίδας άμεσα, λόγω της οσμής και της τοξικής δράσης του, αλλά και έμμεσα, λόγω της σταδιακής εξάλειψης των φυτών.

Σημειώνεται ότι τους σοβαρότερους κινδύνους περικλείει η ύπαρξη του μεθανίου, το οποίο όταν υπάρχει στον αέρα σε συγκεντρώσεις 5-15% μπορεί να προκαλέσει εκρήξεις και πυρκαγιές. Επιπλέον, έχοντας την τάση να ανέλθει, εξαιτίας του μικρότερου ειδικού του βάρους από τον αέρα, εκδιώκει το οξυγόνο το οποίο είναι δεσμευμένο στο έδαφος γύρω από τις ρίζες των φυτών, με αποτέλεσμα την καταστροφή της χλωρίδας σε αρκετή απόσταση από τους χώρους διάθεσης. Άλλοι κίνδυνοι οφείλονται στη συγκέντρωση του μεθανίου σε φρεάτια, υπονόμους ή και κτίρια σε αρκετή απόσταση από το Χ.Υ.Τ.Α., η οποία είναι δυνατό να προκαλέσει προβλήματα στους εργασιακούς χώρους.

Η λύση για την αποφυγή των παραπάνω κινδύνων είναι η ελεγχόμενη διαφυγή του προς την ατμόσφαιρα μέσω ειδικών έργων εξαερισμού.

Είναι γεγονός ότι η μη ελεγχόμενη παραγωγή βιοαερίου στον ευρύτερο χώρο του Χ.Υ.Τ.Α. εκτός των περιβαλλοντικών προβλημάτων που μπορεί να δημιουργήσει, μπορεί να θέσει σε κίνδυνο και τη ζωή των εργαζομένων στο Χ.Υ.Τ.Α. και στις γειτονικές περιοχές.

Τα υποσυστήματα που συνιστούν το σύστημα ανάκτησης και επεξεργασίας του βιοαερίου και προτείνεται να κατασκευασθούν είναι τα κάτωθι:

- Φρεάτια συλλογής για την ανάκτηση του βιοαερίου.
- Δίκτυο σωληνώσεων για την μεταφορά του στον κεντρικό σταθμό άντλησης και καύσης.
- Φρεάτια συγκέντρωσης και ελέγχου.
- Σταθμός άντλησης με αντλίες.
- Πυρσός καύσης.

Τα παραπάνω έργα θα συνοδεύουν ο απαιτούμενος Η/Μ εξοπλισμός, όργανα μετρήσεων και εξαρτήματα.

#### **5.4.1.1 Σύστημα άντλησης και συλλογής**

Οι προτεινόμενοι, από τη νομοθεσία, τρόποι διαχείρισης του βιοαερίου είναι:

- Παθητικός εξαερισμός μέσω της επιφάνειας.
- Άντληση βιοαερίου με φρεάτια.
- Ενεργητική απαγωγή του βιοαερίου.

Τα πλέον συνήθη συστήματα συλλογής και επεξεργασίας του βιοαερίου είναι:

- Σύστημα εξαέρωσης με βιόφιλτρα: διαμέσου της μάζας των απορριμμάτων και της τελικής επικάλυψης δημιουργούνται "παράθυρα" εξόδου, τα οποία λειτουργούν σαν

δίοδοι ελεγχόμενης απαερίωσης του Χ.Υ.Τ.Α. Τα παράθυρα πληρούνται με compost το οποίο λειτουργεί ως μέσο απόσμησης των διερχόμενων αερίων.

- Σύστημα εξαέρωσης με οριζόντιους αγωγούς: στα συστήματα αυτά τοποθετούνται διάτρητοι αγωγοί (από PVC ή HDPE) σε διαφορετικές στρώσεις μέσα στο χώρο διάθεσης και περιβάλλονται με χαλίκι για την αποφυγή εμφράξεων. Το σύστημα των οριζόντιων αγωγών καταλήγει σε μονάδα συλλογής. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η πιθανότητα καταστροφής των αγωγών λόγω καθιζήσεων στον χώρο διάθεσης.
- Σύστημα συλλογής με κάθετους αγωγούς: οι αγωγοί συλλογής (από PVC, HDPE, τσιμεντοσωλήνα ή συνδυασμό αυτών) τοποθετούνται σε ρομβική διάταξη ανά 40-80m. Στην κορυφή αυτών το βιοαέριο καίγεται ή μέσω αγωγών οδηγείται σε κεντρικό σημείο για περαιτέρω επεξεργασία. Η μέθοδος αυτή είναι η πιο διαδεδομένη και αποτελεσματική για την διαχείριση του βιοαερίου.

Η επιλογή του συστήματος διαχείρισης (συλλογής και επεξεργασίας) εξαρτάται από παράγοντες όπως το μέγεθος του ΧΥΤΑ, τη δυναμικότητά του, το είδος των διατιθέμενων απορριμμάτων, οι αναμενόμενες χρήσεις του βιοαερίου, η παροχή του κλπ.

Στα πλαίσια του παρόντος σχεδιασμού επιλέγεται ως μέθοδος απαγωγής και επεξεργασίας βιοαερίου η άντληση μέσω κάθετων αγωγών με κατακόρυφα φρεάτια άντλησης που τοποθετούνται σε συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ τους που καθορίζεται από την ακτίνα επιρροής κάθε φρεατίου.

#### 5.4.2 Σύσταση Βιοαερίου

Η κατ' όγκο περιεκτικότητα των κυριότερων συστατικών του βιοαερίου, καθώς και οι κυριότερες ιδιότητες κάθε συστατικού φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 23 Σύσταση του βιοαερίου και ιδιότητες των κύριων συστατικών του

Χημική Ουσία	Περιεκτικότητα % κ.ο.	Ειδικό βάρος	Διαλυτότητα στο νερό (g/L)	Κοινές ιδιότητες
(CH <sub>4</sub> )	0-85	0.717	0.065	Άοσμο, άχρωμο, μη δηλητηριώδες
(CO <sub>2</sub> )	0-88	1.977	1.688	Άοσμο, άχρωμο, μη δηλητηριώδες σε χαμηλές συγκεντρώσεις

Χημική Ουσία	Περιεκτικότητα % κ.ο.	Ειδικό βάρος	Διαλυτότητα στο νερό (g/L)	Κοινές ιδιότητες
(CO)	0-3	1.250	0.028	Άοσμο, άχρωμο, δηλητηριώδες, εύφλεκτο
(O <sub>2</sub> )	0-31	1.429	0.043	Άοσμο, άχρωμο, μη δηλητηριώδες
(H <sub>2</sub> )	0-3.6	0.090	0.001	Άοσμο, άχρωμο, μη δηλητηριώδες, εύφλεκτο
(N <sub>2</sub> )	0-82.5	1.250	0.019	Άοσμο, άχρωμο, μη δηλητηριώδες, μη εύφλεκτο

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι ενδεικτικές τιμές για τη σύνθεση του βιοαερίου ενός ΧΥΤΑ στους πρώτους 48 μήνες μετά από την ταφή των απορριμμάτων.

Πίνακας 24: Ποσοστιαία σύσταση βιοαερίου κατά τη διάρκεια των πρώτων 48 μηνών από το πέρας της ταφής

Μήνες μετά την ταφή των απορριμμάτων	Μέση τιμή % κατ' όγκο		
	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
0-3	5.2	88	5
3-6	3.8	76	21
6-12	0.4	65	29
12-18	1.1	52	40
18-24	0.4	53	47
24-30	0.2	52	48
30-36	1.3	46	51
36-42	0.9	50	48
42-48	0.4	51	47

Το βιοαέριο μπορεί να παράγεται με σχετικά σταθερό ρυθμό για περίοδο μεγαλύτερη από δέκα (10) χρόνια, αν και σε άλλες χώρες σημαντικές συγκεντρώσεις μεθανίου έχουν μετρηθεί σε χωματερές σαράντα και πλέον χρόνια αφότου έχουν κλείσει.

Η θερμοκρασία του βιοαερίου κυμαίνεται από 38°C έως 50°C, είναι κορεσμένο ως προς την υγρασία ενώ η θερμογόνο δύναμη του κυμαίνεται από 14.000 έως 20.000KJ/m<sup>3</sup>. Από άποψη

διαμόρφωσης και λειτουργίας του Χ.Υ.Τ.Α., οι παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγική μεθανίου είναι:

- Η τελική κάλυψη και ο βαθμός ελέγχου της κατείσδυσης νερού.
- Το βάθος (συμβάλλει θετικά στην παραγωγή CH<sub>4</sub>).
- Η επανακυκλοφορία της υγρασίας (θετική συμβολή).
- Τα πρόσθετα, όπως ασβέστης, φωσφορικά, ιλύς αναερόβιου χωνευτή (θετική συμβολή) κ.α.

### 5.4.3 Ποσότητες Βιοαερίου

#### 5.4.3.1 Γενικά

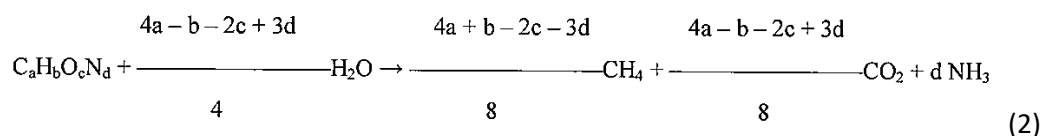
Στην παρούσα παράγραφο αναφέρεται ο ποσοτικός υπολογισμός της ποσότητας βιοαερίου που θα παραχθεί στο υπό μελέτη κύτταρο. Η ποσότητα του βιοαερίου υπολογίστηκε με χρήση του υπολογιστικού προγράμματος LandGEM (Landfill Gas Emission Model) της USEPA.

Ο υπολογισμός της ποσότητας και του ρυθμού παραγωγής του βιοαερίου είναι πολύ δύσκολος, διότι εξαρτάται από πάρα πολλούς ανεξάρτητους παράγοντες (σύνθεση απορριμμάτων, συμπίεση, υγρασία των απορριμμάτων, ρυθμός διάθεσης, ηλικία των απορριμμάτων κλπ).

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Tsobanoglous et al, 1993), η μεθανική ζύμωση των οργανικών ενώσεων των απορριμμάτων εκφράζεται μέσω της παρακάτω χημικής εξίσωσης:



όπου C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>N η χημική σύσταση του βακτηριακού κυττάρου, η οποία για άπειρο χρόνο υπολογίζεται σε 4% περίπου επί της οργανικής μάζας (EMCON, 1980), οπότε και παραλείπεται. Συνεπώς από την (1) προκύπτει:



Από τη (2) προκύπτει ότι:

$$1 \text{ mol C} = 1 \text{ mol βιοαερίου (CH}_4 + \text{CO}_2) \leftrightarrow 1 \text{ kg} = 1,867 \text{ m}^3 \text{ βιοαερίου σε Κ.Σ.} \quad (3)$$

Ο υπολογισμός της παραγόμενης ποσότητας βιοαερίου σύμφωνα με τη σχέση (3) γίνεται με βάση την ποσότητα του οργανικού άνθρακα που υπάρχει στα απορρίμματα, χωρίς όμως να υπολογίζεται η ποσότητα του άνθρακα που δεν είναι βιοαποδομήσιμος. Συνεπώς πρέπει να μελετηθεί η δυνατότητα βιοαποδόμησης του C στα απορρίμματα, ώστε να προκύπτουν σωστά αποτελέσματα.

Για τον υπολογισμό της ποσότητας του οργανικού άνθρακα που μπορεί να βιοδιασπαστεί έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι.

Σύμφωνα με τους Andreaotta και Cossu (1998) έχουμε:

$$(Ce)_i = (C)_i \times (fb)_i \times (1 - u_i) \times \rho_i \quad (4)$$

Όπου:

- (Ce)<sub>i</sub>: η ποσότητα του βιοαποδομήσιμου οργανικού άνθρακα του συστατικού i (kg βιοαποδομήσιμου οργανικού άνθρακα / kg ΑΣΑ)
- (C)<sub>i</sub>: η ποσότητα του οργανικού άνθρακα του συστατικού i (kg οργανικού άνθρακα / kg ξηρού βάρους του συστατικού i)
- (fb)<sub>i</sub>: βιοαποδομήσιμο κλάσμα του (C)<sub>i</sub> (kg βιοαποδομήσιμου οργανικού άνθρακα / kg οργανικού άνθρακα)
- u<sub>i</sub>: υγρασία του συστατικού i (kg νερού / kg υγρού βάρους του συστατικού i)
- ρ<sub>i</sub>: υγρό βάρος του συστατικού i

Από την εξίσωση (4) προκύπτει ότι ο υπολογισμός της ποσότητας του βιοδιασπάσιμου οργανικού άνθρακα υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε συστατικό των απορριμμάτων. Συνεπώς το σύνολο του βιοδιασπάσιμου οργανικού άνθρακα υπολογίζεται από το άθροισμα των (Ce)<sub>i</sub> όλων των συστατικών των ΑΣΑ.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι τιμές των παραμέτρων της εξίσωσης (4) για κάθε συστατικό των απορριμμάτων:

Πίνακας 25 Τιμές παραμέτρων υπολογισμού της ποσότητας του βιοαερίου

Συστατικά	U <sub>i</sub>	(f <sub>b</sub> ) <sub>i</sub>	(C) <sub>i</sub>
Ζυμώσιμα	0.70	0.80	0.48
Μπάζα	0.50	0.70	0.48
Χαρτί	0.10	0.50	0.44
Ξύλο	0.20	0.50	0.50
Ύφασμα	0.10	0.20	0.55
Χαρτόνι	0.10	0.50	0.44
Πλαστικά	0.02	0.00	0.70
Ελαστικά	0.02	0.00	0.70
Γυαλί	0.03	0.00	0.00
Μέταλλα	0.03	0.00	0.00

Συνδυάζοντας τις εξισώσεις (3) και (4) προκύπτει ότι η παραγωγή του βιοαερίου για το σύνολο του βάρους των απορριμμάτων ισούται με:



$$Y = 1.867 * \sum_i (C)_i = 1.867 * \sum_i \{ (C)_i * (fb)_i * (1 - u_i) * p_i \} \quad (5)$$

όπου Y : ειδική παραγωγή βιοαερίου σε m<sup>3</sup>/kg ΑΣΑ.

Η κατά βάρος σύσταση των απορριμμάτων στον ΧΥΤΑ λαμβάνεται ως εξής:

Πίνακας 26 Σύσταση απορριμμάτων ΧΥΤΑ

A/A	Σύσταση ΑΣΑ	Ποσοστό (%) κ.β.	Κωδικοί ΕΚΑ
1	Ζυμώσιμα	49	20 01 08
2	Χαρτί	20	20 01 01
3	Γυαλί	4,5	20 01 02
4	Πλαστικά	8,5	20 01 39
5	Μέταλλα	4,5	20 01 40
6	Αδρανή	3	20 02 02
7	Ύφασμα - Ξύλο - Δέρμα - Λάστιχο	5	20 01 11 – 20 01 38 - 20 01 10
8	Υπόλοιπα	5,5	20 03

Αξιοποιώντας τις σχέσεις (3) και (4) και τους ως άνω πίνακες, προκύπτει ότι η ειδική παραγωγή βιοαερίου Y ανά kg απορριμμάτων είναι:

Πίνακας 27 Υπολογισμός ειδικής παραγωγής βιοαερίου (Y)

Συστατικό	Y (m <sup>3</sup> /kg ΑΣΑ)
Ζυμώσιμα	0,105
Χαρτί	0,074
Ύφασμα- ξύλο – δέρμα – λάστιχο	0,009
Γυαλί	0,000
Πλαστικά	0,000
Μέταλλα	0,000
Αδρανή και Υπόλοιπα	0,000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>0,189</b>

Άρα σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα έχουμε παραγωγή 0,89 m<sup>3</sup>/kg ΑΣΑ ή διαφορετικά 189 m<sup>3</sup>/ton ΑΣΑ. Άρα το Y ισούται περίπου με:

$$Y=190 \text{ m}^3/\text{ton ΑΣΑ}$$

#### **5.4.3.2 Εφαρμογή μοντέλου στο νέο κύτταρο**

Από την εφαρμογή του μοντέλου για τον υπό μελέτη ΧΥΤΑ για διάρκεια 40 ετών, προκύπτει ότι:

- Η μέγιστη συνολική παραγωγή του βιοαερίου στο νέο κύτταρο είναι 190,57m<sup>3</sup>/hr και παρουσιάζεται τον ενδέκατο χρόνο, ήτοι το αμέσως επόμενο έτος από το χρόνο παύσης λειτουργίας του κυττάρου
- Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ανάκτηση του βιοαερίου είναι 70% η μέγιστη παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου στο σύνολο του νέου κυττάρου είναι 133,40m<sup>3</sup>/hr περίπου.
- Θεωρώντας ως συντελεστή ασφαλείας το 1,5 σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, προκύπτει ότι η μέγιστη αναμενόμενη παροχή βιοαερίου του συμπληρωματικού κυττάρου είναι 200,10m<sup>3</sup>/hr. Συνεπώς, οι δυνατότητες του πυρσού καύσης θα πρέπει να ικανοποιούν την παραπάνω παροχή.

Τα παραπάνω προκύπτουν από τον πίνακα των αποτελεσμάτων του μοντέλου, όπως δίνεται παρακάτω:

Έτος	Ετήσια απόθεση απορριμμάτων (tn)	Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m <sup>3</sup> /year)	Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m <sup>3</sup> /hour)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (70%) (m <sup>3</sup> /year)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (70%) (m <sup>3</sup> /hour)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) (m <sup>3</sup> /year)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) (m <sup>3</sup> /hour)
1	20.996	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	21.206	196.197	22,40	376,27	15,68	564,40	23,52
3	21.418	389.511	44,46	747,01	31,13	1.120,51	46,69
4	21.632	580.034	66,21	1.112,39	46,35	1.668,59	69,52
5	21.848	767.854	87,65	1.472,60	61,36	2.208,90	92,04
6	22.067	953.059	108,80	1.827,78	76,16	2.741,68	114,24
7	22.288	1.135.732	129,65	2.178,12	90,75	3.267,17	136,13
8	22.510	1.315.957	150,22	2.523,75	105,16	3.785,63	157,73
9	22.736	1.493.815	170,53	2.864,85	119,37	4.297,28	179,05
<b>10</b>	<b>0</b>	<b>1.669.386</b>	<b>190,57</b>	<b>3.201,56</b>	<b>133,40</b>	<b>4.802,34</b>	<b>200,10</b>

Έτος	Ετήσια απόθεση απορριμμάτων (tn)	Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m <sup>3</sup> /year)	Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m <sup>3</sup> /hour)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (70%) (m <sup>3</sup> /year)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (70%) (m <sup>3</sup> /hour)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) (m <sup>3</sup> /year)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) (m <sup>3</sup> /hour)
11	0	1.628.168	185,86	3.122,51	130,10	4.683,77	195,16
12	0	1.587.969	181,27	3.045,42	126,89	4.568,13	190,34
13	0	1.548.762	176,80	2.970,23	123,76	4.455,34	185,64
14	0	1.510.523	172,43	2.896,89	120,70	4.345,34	181,06
15	0	1.473.228	168,18	2.825,37	117,72	4.238,05	176,59
16	0	1.436.854	164,02	2.755,61	114,82	4.133,41	172,23
17	0	1.401.378	159,97	2.687,57	111,98	4.031,36	167,97
18	0	1.366.777	156,02	2.621,22	109,22	3.931,83	163,83
19	0	1.333.032	152,17	2.556,50	106,52	3.834,75	159,78
20	0	1.300.119	148,42	2.493,38	103,89	3.740,07	155,84

Έτος	Ετήσια απόθεση απορριμμάτων (tn)	Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m <sup>3</sup> /year)	Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m <sup>3</sup> /hour)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (70%) (m <sup>3</sup> /year)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (70%) (m <sup>3</sup> /hour)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) (m <sup>3</sup> /year)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) (m <sup>3</sup> /hour)
21	0	1.268.019	144,75	2.431,82	101,33	3.647,73	151,99
22	0	1.236.711	141,18	2.371,78	98,82	3.557,66	148,24
23	0	1.206.177	137,69	2.313,22	96,38	3.469,82	144,58
24	0	1.176.396	134,29	2.256,10	94,00	3.384,15	141,01
25	0	1.147.351	130,98	2.200,40	91,68	3.300,60	137,52
26	0	1.119.023	127,74	2.146,07	89,42	3.219,11	134,13
27	0	1.091.394	124,59	2.093,08	87,21	3.139,63	130,82
28	0	1.064.447	121,51	2.041,41	85,06	3.062,11	127,59
29	0	1.038.166	118,51	1.991,00	82,96	2.986,51	124,44
30	0	1.012.534	115,59	1.941,85	80,91	2.912,77	121,37

Έτος	Ετήσια απόθεση απορριμμάτων (tn)	Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m <sup>3</sup> /year)	Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m <sup>3</sup> /hour)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (70%) (m <sup>3</sup> /year)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (70%) (m <sup>3</sup> /hour)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) (m <sup>3</sup> /year)	Ανακτήσιμες ποσότητες βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) (m <sup>3</sup> /hour)
31	0	987.534	112,73	1.893,90	78,91	2.840,85	118,37
32	0	963.152	109,95	1.847,14	76,96	2.770,71	115,45
33	0	939.371	107,23	1.801,53	75,06	2.702,30	112,60
34	0	916.178	104,59	1.757,05	73,21	2.635,58	109,82
35	0	893.558	102,00	1.713,67	71,40	2.570,51	107,10
36	0	871.496	99,49	1.671,36	69,64	2.507,04	104,46
37	0	849.978	97,03	1.630,10	67,92	2.445,14	101,88
38	0	828.992	94,63	1.589,85	66,24	2.384,77	99,37
39	0	808.525	92,30	1.550,59	64,61	2.325,89	96,91
40	0	788.562	90,02	1.512,31	63,01	2.268,47	94,52

#### **5.4.3.3 Εφαρμογή μοντέλου στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ**

Αντίστοιχα, με την εφαρμογή του μοντέλου στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ προκύπτει μέγιστη Ανακτήσιμη Ποσότητα Βιοαερίου (συντελεστής ασφαλείας 1,5) η οποία ισούται με 296,94m<sup>3</sup>/hr.

#### **5.4.4 Διαχείριση Βιοαερίου από τον Υφιστάμενο ΧΥΤΑ και την Επέκταση**

##### **5.4.4.1 Σύστημα άντλησης – Συλλογής – Μεταφοράς βιοαερίου υφιστάμενου ΧΥΤΑ**

Στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ υπάρχουν κατακόρυφα φρεάτια, από τα οποία πέντε (5) είναι ορατά. Για την αρτιότερη επίλυση του προβλήματος τα υφιστάμενα φρεάτια (όχι μόνο τα ορατά) θα εντοπισθούν και αν κριθεί ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν θα επεκταθούν και θα καλυφθούν ώστε να μην υπάρχει διαρροή βιοαερίου στην ατμόσφαιρα.

Στο κατά παράβαση κύτταρο δεν έχουν εντοπιστεί υφιστάμενα φρεάτια απαγωγής βιοαερίου.

##### **5.4.4.2 Προτεινόμενο σύστημα συλλογής βιοαερίου**

###### ***Κατακόρυφα φρεάτια συλλογής βιοαερίου***

Τα κατακόρυφα φρεάτια είναι οι πιο συνηθισμένες θέσεις ανάκτησης. Θεωρούνται ενδεδειγμένα για σχετικά βαθιές αποθέσεις και κατασκευάζονται με βάση τις τεχνικές των υδρογεωτρήσεων και των πετρελαιογεωτρήσεων.

Τα φρεάτια αναπτύσσονται παράλληλα με το απορριμματικό ανάγλυφο, είτε δημιουργούνται μετά το πέρας της λειτουργίας της κυψέλης στερεών αποβλήτων, σε όποια σημεία η κυψέλη έχει φτάσει στο τελικό της ύψος, προσωρινά (με την έννοια της περαιτέρω αξιοποίησης σε άλλη χρονική φάση) ή και μόνιμα. Συχνά τέτοια δίκτυα αναπτύσσονται και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των χώρων, με τη βοήθεια διαφόρων προστατευτικών μέσων (π.χ. τσιμεντοσωλήνες που αναπτύσσονται καθ' ύψος μαζί με τα ταμπάνια των στερεών αποβλήτων).

Η χωροθέτηση των κάθετων φρεατίων συλλογής βιοαερίου γίνεται βασισμένη σε διάταξη ισόπλευρου τριγώνου. Η επιλογή της απόστασης μεταξύ των φρεατίων σχετίζεται άμεσα με τις παρακάτω παραμέτρους:

- Εξασκούμενη υποπίεση στο φρεάτιο
- Παροχή
- Διείσδυση του ατμοσφαιρικού αέρα και αλλοίωση της ποιότητας του βιοαερίου

Ένα τυπικό φρεάτιο αποτελείται από διάτρητο αγωγός, ο οποίος έχει τοποθετηθεί σε γεώτρηση, μέσα στη μάζα των απορριμμάτων και έχει πληρωθεί με χαλίκι ή αντίστοιχο υλικό γύρω από αυτήν. Ο αγωγός παύει να είναι διάτρητος σε μία απόσταση μεταξύ 2-6 μέτρων από την επιφάνεια του ΧΥΤΑ (ανάλογα με τη χωροθέτηση του φρεατίου), ενώ το τέλος του αγωγού προς τα κάτω πρέπει να είναι 2-3 μέτρα πάνω από το επίπεδο των στραγγισμάτων. Στο επάνω μέρος των αγωγών τοποθετούνται ειδικές κεφαλές άντλησης βιοαερίου, οι οποίες συνδέονται με το δίκτυο άντλησης.

Η μέθοδος της απαγωγής προς επεξεργασία του παραγόμενου βιοαερίου του υφιστάμενου Χ.Υ.Τ.Α. είναι η άντληση μέσω κάθετων αγωγών (φρεάτια ανάκτησης). Σε επιφανειακά μονωμένους χώρους διάθεσης απορριμμάτων, η τοποθέτηση διάτρητων σωλήνων μέσα στο σώμα των αποθέσεων δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα ενώ η τεχνητά διαμορφούμενη υποπίεση αυξάνει το εύρος δραστηριότητας του συστήματος συλλογής και τη συλλεγόμενη ποσότητα αερίου. Βασικό σημείο στον σχεδιασμό των φρεατίων είναι το γεγονός πως οι κύριες σχεδιαστικές παράμετροι είναι δύο (2), η εφαρμοζόμενη υποπίεση και η μέγιστη παροχή βιοαερίου, που μπορεί να αντληθεί (όπως προκύπτει από την εξίσωση Muskat). Δεδομένου αυτού, δεν υπάρχει λόγος προτίμησης φρεατίων μεγάλης διαμέτρου, καθώς αφενός κοστίζουν περισσότερο και αφετέρου δεν προσφέρουν αξιοσημείωτα τεχνικά οφέλη.

Η χωροθέτηση των φρεατίων σχετίζεται άμεσα με την επιθυμητή ακτίνα επιρροής. Μία μικρή ακτίνα επιρροής (π.χ. της τάξης των 20 μέτρων) έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται η πτώση πίεσης περιμετρικά των φρεατίων και να δημιουργούνται ομοιόμορφες συνθήκες άντλησης. Μία πιο αραιή χωροθέτηση, έχει σαφώς μικρότερο κόστος, αλλά δημιουργεί ανομοιόμορφες συνθήκες άντλησης.

Η κατασκευή του πηγαδιού ξεκινά με τη διάνοιξη γεώτρησης, η διάμετρος της οποίας μπορεί να είναι έως 90cm (EMCON, 1980), αλλά συνήθως είναι μικρότερη. Αυτό εξαρτάται, κυρίως, από το μέγεθος του ρυθμού παραγωγής και άντλησης του βιοαερίου. Το βάθος του πηγαδιού μπορεί να φτάνει έως το 90% του βάθους των απορριμμάτων. Ως κατώτερο όριο λαμβάνεται, συνήθως, το επίπεδο των στραγγισμάτων.

Το διάτρητο μέρος του σωλήνα βρίσκεται αρκετά χαμηλότερα από την κορυφή του φρεατίου. Από το σημείο που σταματούν οι διατρήσεις και μέχρι την επιφάνεια του υφιστάμενου Χ.Υ.Τ.Α. όπου καταλήγει το φρεάτιο, τοποθετείται χώμα αργιλικής σύστασης. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενδιάμεση αδιαπέρατη μόνωση, πάχους 60-90cm, από τσιμέντο (EMCO, 1980). Τα παραπάνω γίνονται για την αποφυγή εισόδου ατμοσφαιρικού αέρα κατά τις αντλήσεις.

Στην κορυφή κάθε φρεατίου, τοποθετείται μια δικλείδα πεταλούδας για τον έλεγχο της ροής. Τοποθετούνται, επίσης, τάπες πίεσης στα όργανα ελέγχου. Για την δυνατότητα καθίζησης, πρέπει να προβλέπονται δύο ή περισσότεροι τηλεσκοπικοί σύνδεσμοι, ώστε το πηγάδι να μπορεί να συστέλλεται, καθώς η πλήρωση υφίσταται καθίζηση. Οι σωληνώσεις που συνδέουν τα μεμονωμένα φρεάτια, κατασκευάζονται από σωλήνα διαμέτρου 4-20in.

Μετά τη γεώτρηση ακολουθεί η τοποθέτηση του διάτρητου σωλήνα από HDPE ή PVC. Ο σωλήνας του φρεατίου είναι δυνατό να μην είναι ενιαίος, αλλά να αποτελείται από δύο σωλήνες διαφορετικών διαμέτρων, οι οποίοι συνδέονται. Η συνδεσμολογία αυτή παρέχει ελαστικότητα και έτσι υπάρχει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα κατά την καθίζηση των απορριμμάτων.

Διάφορες μέθοδοι έχουν εφαρμοσθεί για την διάτρηση των σωλήνων ανάκτησης των φρεατίων. Σε κάθε περίπτωση, το ζητούμενο είναι οι διατρήσεις να μην κλείνουν από μικρές ποσότητες σκουπιδιών, να μην προκαλούν μεγάλες πτώσεις πίεσεως κατά την δίοδο του βιοαερίου και να μην μειώνεται η αντοχή του σωλήνα.



Συνολικά κατασκευάζονται δεκαεπτά (17) φρεάτια κατόπιν γεώτρησης που καλύπτουν ολόκληρη την έκταση του αναμορφωμένου χώρου για την περισυλλογή του βιοαερίου, από τα οποία μέσω αγωγών οδηγείται το αέριο στους Υποσταθμούς Συλλογής Βιοαερίου. Για λόγους ασφαλείας, κατά την διάνοιξη γεώτρησης για φρεάτιο βιοαερίου στα υφιστάμενα πρηνή, τα φρεάτια συλλογής βιοαερίου προτείνεται να διανοιχθούν μόνο στο πλάτωμα που δημιουργείται από την αφαίρεση της απορριμματικής μάζας.

Τα υφιστάμενα φρεάτια απαγωγής βιοαερίου προτείνεται να καλυφθούν, ώστε να είναι δυνατή η απαγωγή του βιοαερίου στον πυρσό καύσης.

Γενικά, τα φρεάτια άντλησης του βιοαερίου, για να είναι εκμεταλλεύσιμα, πρέπει να έχουν αρκετό βάθος μέσα στη μάζα των απορριμμάτων και το διάτρητο σωληνωτό τμήμα τους να είναι το λιγότερο 50% του συνολικού βάθους των απορριμμάτων. Τα επιθυμητά φρεάτια άντλησης του βιοαερίου αποτελούνται από οδηγό διαμέτρου Φ500 με κεντρικό διάτρητο σωλήνα Φ160 HDPE.

Ο χώρος που δημιουργείται μεταξύ των δύο σωλήνων συμπληρώνεται με χονδρόκοκκο υλικό διαβάθμισης 10-40mm, πλυμένο και απαλλαγμένο από λεπτόκοκκο υλικό. Το χονδρόκοκκο υλικό (Φ16/32mm) δεν πρέπει να περιέχει ανθρακικό ασβέστιο πάνω από 20% κατά βάρος.

Οι κατακόρυφοι σωλήνες άντλησης του βιοαερίου θα τοποθετηθούν σε βάθος  $H=20m$ . Στην κορυφή το φρεάτιο άντλησης θα αποτελείται από αγωγό από HDPE, με κατάλληλη μόνωση μέσα σε εδαφικό υλικό επικάλυψης, προς αποφυγή διαρροών και διείσδυσης ομβρίων υδάτων.

Το διάτρητο τμήμα του φρεατίου άντλησης βιοαερίου, πρέπει να ικανοποιεί τη σχέση:

$$H-(3 + 2.5) \geq 0.50H \quad (1)$$

$$\text{ή} \quad 0.5 H \geq 5.5$$

$$\text{ή} \quad H \geq 11m \quad (2)$$

Στο τμήμα μεταξύ της κεφαλής του φρεατίου και της σύνδεσης του με τον οριζόντιο αγωγό, τοποθετείται χειροκίνητη βαλβίδα (πεταλούδα) με την οποία μπορεί να απομονώνεται το κάθε φρεάτιο από το υπόλοιπο σύστημα. Η σύνδεση του κάθε φρεατίου με τον αντίστοιχο κλάδο μεταφοράς γίνεται μέσω κατάλληλων συνδέσμων, HDPE Φ160.

Στη διεθνή βιβλιογραφία, οι τοπικές απώλειες στην κεφαλή των φρεατίων άντλησης βιοαερίου είναι τριών ειδών και χαρακτηρίζονται με τους συντελεστές απωλειών  $\xi$  (λόγω βαλβίδας),  $\lambda$  (λόγω συνδέσμων και ειδικών τεμαχίων σύνδεσης με τον αντίστοιχο κλάδο μεταφοράς) και  $\gamma$  (λόγω παρεμβολής συστολικών ή διαστολικών τεμαχίων κατά τη σύνδεση με τον αγωγό μεταφοράς).

Θεωρούμε γενικά, ότι η πίεση σε κάθε φρεάτιο άντλησης βιοαερίου είναι 40 Pascal. Επίσης δεχόμαστε ότι οι τοπικές απώλειες στη κεφαλή κάθε φρεατίου είναι 4mbar το λιγότερο.

### **Υποσταθμοί Συλλογής Βιοαερίου**

Μέσω των αγωγών μεταφοράς το βιοαέριο οδηγείται στους υποσταθμούς συλλογής του βιοαερίου. Σε αυτούς πραγματοποιούνται αναλύσεις και μετρήσεις για την παρακολούθηση του βιοαερίου του χώρου.

Συνολικά προτείνεται η τοποθέτηση δύο (2) υποσταθμών για την εξυπηρέτηση των υφιστάμενων κυττάρων και ενός (1) υποσταθμού για την εξυπηρέτηση του νέου κυττάρου επέκτασης του ΧΥΤΑ.

### **Οριζόντιοι Αγωγοί**

Το δίκτυο μεταφοράς του βιοαερίου αποτελείται από ανεξάρτητους αγωγούς, που συνδέουν τα κατακόρυφα φρεάτια και το οριζόντιο δίκτυο συλλογής με τα φρεάτια συγκέντρωσης/παρακολούθησης και ελέγχου και από συλλεκτήριους αγωγούς, που συνδέουν τα φρεάτια συγκέντρωσης με τον πυρσό καύσης. Το δίκτυο των αγωγών τοποθετείται στο επιφανειακό στρώμα του τελικού καλύμματος, όταν γίνει η αποκατάσταση του χώρου.

Το δίκτυο μεταφοράς από τα κατακόρυφα φρεάτια προς το εκάστοτε Φ.Σ.Ε.Β. αποτελείται από αγωγούς HDPE (μη-διάτρητους). Η διάμετρος των επιμέρους αυτών αγωγών επιλέγει Φ160 HDPE, κατά DIN 8072. Οι 20 αυτοί κλάδοι των επιμέρους αγωγών έχουν συνολικό μήκος 1.200m. Οι αγωγοί αυτοί συνδέονται με τους αγωγούς των κατακόρυφων φρεατίων, μέσω ειδικής κεφαλής και εύκαμπτου συνδέσμου.

Από τα κατακόρυφα φρεάτια οι σωληνώσεις θα συνδεθούν, κατευθείαν, στα φρεάτια παρακολούθησης και ελέγχου, ώστε να γίνεται εκμετάλλευση του πλεονεκτήματος της κλίσης του εδάφους μεταξύ των σημείων αυτών.

Από τους Υποσταθμούς Συλλογής Βιοαερίου εκκινούν κεντρικοί αγωγοί Φ180 HDPE κατά DIN 8074 και μήκους 115m, οδηγεί το βιοαέριο στη μονάδα καύσης πλησίον του συμπληρωματικού κυττάρου, Ο συντελεστής τραχύτητας  $f$  των πιο πάνω σωλήνων σε όλες τις περιπτώσεις της μελέτης αυτής θεωρείται ίσος προς  $f=0,001$ .

Οι αγωγοί θα τοποθετηθούν υπογείως σε κατάλληλα διαμορφωμένες τάφρους.

Από κάθε Υποσταθμό, ο συλλέκτηριος αγωγός οδεύει, κατευθείαν, προς τον πυρσό καύσης.

### **Σιφώνια διαχωρισμού συμπυκνωμάτων**

Στα χαμηλότερα σημεία των αγωγών μεταφοράς βιοαερίου εντός του χώρου σε όσες θέσεις απαιτούνται (ανάλογα με την κλίση των αγωγών) τοποθετούνται σιφώνια διαχωρισμού των συμπυκνωμάτων που μεταφέρονται μαζί με το βιοαέριο. Αυτά είναι αυτοκαθαριζόμενα καθώς λειτουργούν με τη διαφορά πίεσης λόγω της υψομετρικής διαφοράς. Τα συμπυκνώματα θα καταθλίβονται μέσα στον Χ.Υ.Τ.Α.

Προτείνεται κατά μήκος των επιμέρους αγωγών μεταφοράς πριν από την ένωση τους με τον κεντρικό αγωγό, πλησίον του τελευταίου φρεατίου του κάθε κλάδου, να δημιουργηθεί με κατάλληλη αμφίπλευρη κλίση από 3% μέχρι 5% μια τεχνητή κατωφερής θλάση των αγωγών

αυτών, τύπου V, ώστε στο χαμηλότερο σημείο να τοποθετηθεί κατάλληλα ένα σιφώνι συμπυκνωμάτων.

Τα συμπυκνώματα του βιοαερίου δημιουργούνται κατά μήκος των αγωγών μεταφοράς, λόγω θερμοκρασιακών διαφορών (κυρίως πτώση θερμοκρασίας). Ανά τακτά διαστήματα πρέπει να πραγματοποιείται εκκένωση των συμπυκνωμάτων.

#### **Απαγωγή βιοαερίου στο κατά παράβαση κύτταρο**

Συνολικά, προτείνεται η κατασκευή τριών (3) φρεατίων κατόπιν γεώτρησης που καλύπτουν όλη την έκταση του αναμορφωμένου χώρου για την περισυλλογή του βιοαερίου, από τα οποία μέσω αγωγών οδηγείται αυτό στο δίκτυο συλλογής του υφιστάμενου κυττάρου και από εκεί στους Υποσταθμούς Συλλογής Βιοαερίου.

#### **Απαγωγή βιοαερίου στο νέο κύτταρο (συμπληρωματικό κύτταρο)**

Λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, στο νέο κύτταρο προτείνεται η κατασκευή είκοσι ενός (21) φρεατίων απαγωγής βιοαερίου, θεωρώντας ακτίνα επιρροής της τάξης των 25m και ελάχιστης απόστασης μεταξύ τους τα 40m.

Κάθε φρεάτιο συλλογής του αερίου θα δημιουργείται τμηματικά με την τοποθέτηση διάτρητων τσιμεντοσωλήνων επί των αποθέσεων του νέου κυττάρου. Όταν το βάρος των αποθέσεων φθάσει το 1m περίπου θα εκκινήσει η κατασκευή του φρεατίου. Καθώς η στάθμη αποθέσεων φθάσει στο ύψος του τσιμεντοσωλήνα, προστίθεται σε αυτόν και ένα νέο τμήμα, ώστε το βάθος του πηγαδιού να αυξάνεται παράλληλα με την άνοδο της στάθμης των απορριμμάτων.

Η απαγωγή του αερίου γίνεται από διάτρητο πλαστικό σωλήνα HDPE Φ90 ο οποίος τοποθετείται στο κέντρο του τσιμεντοσωλήνα. Το κενό μεταξύ των δύο σωλήνων πληρώνεται από χονδρόκοκκο υλικό 10/20mm κατά προτίμηση από λιθοσύντριμμα μη ανθρακικής προέλευσης.

Η κορυφή του φρεατίου συνδέεται στο πλάι μέσω εύκαμπτου συνδέσμου με οριζόντιο συμπαγή αγωγό HDPE Φ90 μεταφοράς του βιοαερίου, με χειροκίνητη βαλβίδα ασφαλείας. Στην κεφαλή τοποθετείται στρώση αργίλου. Η άργιλος αποτρέπει την αναρρόφηση του ατμοσφαιρικού αέρα από την επιφάνεια μεταξύ του κατακόρυφου αγωγού και του ανοίγματος.

Για τη σύνδεση των μεμονωμένων φρεατίων στο δίκτυο θα χρησιμοποιηθούν οι ειδικές κεφαλές τύπου GBA 1 Hoffstetter. Συμβάλλουν στην αποφυγή μετανάστευσης αερίου, εκπομπών και υπογείων αναφλέξεων. Έχουν αποδείξει στην πράξη την λειτουργικότητα τους και ανταποκρίνονται σε όλες τις ειδικές απαιτήσεις των τεχνικών ανάκτησης βιοαερίου (LFG) για συμμόρφωση προς τους περιβαλλοντικούς κανόνες ή για την παραγωγή ενέργειας. Μεγιστοποιούν την ανάκτηση βιοαερίου, ελαχιστοποιούν τις επιφανειακές εκπομπές και τις υπόγειες μεταναστεύσεις και βοηθούν στην αποτροπή υπογείων αναφλέξεων.

Τα φρεάτια στη φάση λειτουργίας του κυττάρου λειτουργούν "παθητικά", ενώ στα αποκαταστημένα τμήματα μετατρέπονται σε "ενεργητικά" συνδεδεμένα με το σύστημα της μονάδας άντλησης, μέσω σωληνώσεων HDPE.

### **Πυρσός Καύσης**

Ο πυρσός καύσης που θα εγκατασταθεί θα είναι δυναμικότητας τουλάχιστον 450 m<sup>3</sup>/h, ικανός να καλύπτει μέγιστη παροχή αερίου του συνόλου του ΧΥΤΑ, με εύρος λειτουργίας ικανού να λειτουργήσει και για τις παροχές κατά τα πρώτα έτη λειτουργίας του ΧΥΤΑ.

Ο πυρσός τοποθετείται σε υψηλό επίπεδο του χώρου, καθώς η χωροθέτηση αυτή επιτρέπει την φυσική αφύγρανση του αερίου και θα περιλαμβάνει:

- Δοχείο κατακράτησης συμπυκνωμάτων στην είσοδο του φυσητήρα, με φίλτρο αφύγρανσης από PP. Η μονάδα φιλτράρει το ρεύμα του αερίου πριν την είσοδο στην φλογοπαγίδα.
- Ηλεκτροκινητήρα σε άμεση ρύθμιση με τον φυσητήρα ικανό να παραδίνει την παροχή του αερίου (m<sup>3</sup>/hr), με κατάλληλο εύρος λειτουργίας, διαφορική πίεση, με ηλεκτροκινητήρα αντεκρηκτικής κατασκευής από ανοξείδωτο χάλυβα. Ο θόρυβος από τον φυσητήρα να φθάνει τα 80dB, σε απόσταση 1m.
- Μανόμετρο στην έξοδο του φυσητήρα.
- Κινητήρα εφοδιασμένο με εκκινητή star-delta.
- Χειροκίνητη βαλβίδα για ρύθμιση της παροχής και τροφοδοσία του πυρσού καύσης.
- Φλογοπαγίδα από ανοξείδωτο χάλυβα στην είσοδο και στην έξοδο του φυσητήρα.
- Πυρσός καύσης από ανοξείδωτο χάλυβα με χειροκίνητο έλεγχο της θερμοκρασίας καύσης που επιτρέπει ρύθμιση στους ~850°C.
- Αισθητήρα UV για την ανίχνευση της φλόγας.
- Ηλεκτρική ανάφλεξη μόλις η μονάδα τεθεί σε λειτουργία. Η διαδικασία της καύσης να ελέγχεται από PLC, ενώ θα περιλαμβάνονται ακίδες ανάφλεξης, UV αισθητήρας και είσοδος δευτερογενούς αέρα.
- Σημείο δειγματοληψίας στην έξοδο του φυσητήρα.
- Επιλογέα για συνεχή λειτουργία καύσης του αερίου, σταμάτημα του πυρσού ή/και δυνατότητα απλής επαερίωσης (gas vent).
- Εγχειρίδια λειτουργίας και εγγύηση ενός (1) έτους.
- Πίνακα ελέγχου με προστασία από τις καιρικές συνθήκες (IP55) και ενδείξεις για:
  - Παροχή αερίου (m<sup>3</sup>/hr).
  - Περιεχόμενο μεθάνιο (%).
  - Χρόνο λειτουργίας (hrs).
  - Περιεχόμενο οξυγόνου (%).

## **5.5 ΕΡΓΑ - ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

Για την ορθή λειτουργία ενός ΧΥΤΑ, είναι αναγκαία η εγκατάσταση και λειτουργία έργων υποδομής και δικτύων που εξυπηρετούν τις λειτουργίες ενός ΧΥΤΑ. Στο συγκεκριμένο ΧΥΤΑ, κάποιες από αυτές τις υποδομές έχουν ήδη κατασκευαστεί, ενώ κάποιες υποδομές είναι αναγκαίο να κατασκευαστούν στα πλαίσια του παρόντος έργου.

### 5.5.1 Πύλη εισόδου

Η είσοδος του ΧΥΤΑ βρίσκεται στο βόρειο όριο του χώρου ενώ πλησίον αυτής χωροθετούνται ο χώρος ελιγμών, το ζυγιστήριο και οι κτιριακές υποδομές του ΧΥΤΑ. Στην είσοδο θα αναρτηθεί ενημερωτική πινακίδα όπου θα αναγράφονται τα στοιχεία (είδος εγκατάστασης, φορέας λειτουργίας, διεύθυνση, τηλέφωνα) και το ωράριο λειτουργίας της μονάδας.

Στην περιοχή του ζυγιστηρίου και γύρω από αυτό υφίσταται χώρος ελιγμών και αναμονής των απορριμματοφόρων, κατάλληλου εμβαδού βάσει του αναμενόμενου αριθμού προσέλευσης των απορριμματοφόρων. Στον ίδιο χώρο πραγματοποιείται δειγματοληψία (οπτικός – μακροσκοπικός έλεγχος) των απορριμμάτων που εισέρχονται στον ΧΥΤΑ.

### 5.5.2 Φυλάκιο εισόδου

Πλησίον της πύλης εισόδου – εξόδου του ΧΥΤΑ υφίσταται οικίσκος φύλακα διαστάσεων 6,41x3,60m και εμβαδού 23,06m<sup>2</sup>. Το φυλάκιο διαθέτει τον κατάλληλο ηλεκτρολογικό εξοπλισμό ελέγχου και ζύγισης των απορριμματοφόρων καθώς επίσης και μακροσκοπική παρακολούθηση της γενικής διεξαγωγής της κυκλοφορίας όλων των οχημάτων. Επίσης, έχει βοηθητικούς χώρους που εξυπηρετούν το προσωπικό που θα απασχολείται σε αυτό το τμήμα του ΧΥΤΑ.

Κατά την είσοδό τους στον ΧΥΤΑ τα απορριμματοφόρα θα ζυγίζονται ώστε να γίνεται καταγραφή των φορτίων των εισερχόμενων απορριμμάτων με σύγχρονες και αξιόπιστες μεθόδους, από την υφιστάμενη γεφυροπλάστιγγα.

### 5.5.3 Περίφραξη

Η περίφραξη του ΧΥΤΑ είναι απλώς απαραίτητη για την ασφάλεια του χώρου και τον ουσιαστικό έλεγχο της εγκατάστασης. Η τοποθέτηση περίφραξης παρεμποδίζει τη διασπορά ελαφρών αντικειμένων και οριοθετεί την ιδιοκτησία του χώρου. Παρότι υφίσταται περίφραξη στον υφιστάμενο ΧΥΤΑ, αυτή θα επιθεωρηθεί και θα συμπληρωθεί στα σημεία που παρουσιάζονται φθορές.

Για τον λόγο αυτό, στα πλαίσια του έργου προτείνεται η κατασκευή ισχυρής περίφραξης από γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες Φ2 σε ύψος 2,50m από το έδαφος οι οποίοι θα είναι πακτωμένοι σε βάση από σκυρόδεμα, βάθους 0,50m και διατομής 0,50 x 0,50m με καθαρό ύψος πασσάλων (πακτωμένο και ελεύθερο) να είναι 3,00m.

Οι πάσσαλοι θα είναι κατακόρυφοι μέχρις ύψους 2,50m από το έδαφος, ενώ στα τελευταία 30cm ύψους θα απολήγουν οι σιδηροπάσσαλοι υπό γωνία, με κλίση 30° προς την εξωτερική πλευρά της περίφραξης.

Οι κεκκαμένες απολήξεις των σιδηροπασσάλων θα ενώνονται με ακανθωτό σύρμα. Το ακανθωτό σύρμα θα έχει πάχος 2mm και θα τοποθετηθεί σε δύο σειρές. Τόσο στο κατακόρυφο τμήμα κάθε πασσάλου όσο και στο κεκκαμένο θα ανοιχθούν οπές για να περάσει το σύρμα ενίσχυσης και το ακανθωτό σύρμα,

Το σύρμα ενίσχυσης θα έχει πάχος 4mm και θα μπει σε τρεις σειρές, σε ίσες αποστάσεις. Θα χρησιμοποιηθεί δικτυωτό ρομβοειδές συρματόπλεγμα, με βρόγχους 5 x 5cm.

Η απόσταση μεταξύ των πασσάλων θα είναι 3,0m, ενώ ανά 8,0m θα τοποθετηθούν αντηρίδες από μορφοσίδηρο ίδιας διατομής με αυτήν των κατακόρυφων πασσάλων. Οι αντηρίδες θα είναι πακτωμένες σε βάση από σκυρόδεμα, διαστάσεων 0,5 x 0,5 x 0,6m και θα ενωθούν με τους πασσάλους με ηλεκτροσυγκόλληση.

Ο τερματισμός της περίφραξης στο έδαφος και εντός αυτού θα γίνεται από μπετόν για να περιορίζεται η εκσκαφή του εδάφους από ζώα. Το σκυρόδεμα εξέχει 10cm από την επιφάνεια του εδάφους, σχηματίζοντας ένα περιμετρικό τοίχείο.

Σε όλο το μήκος της περίφραξης κατασκευάζεται τοίχείο διαστάσεων 30x30cm με θεμέλιο 30cm από σκυρόδεμα. Το τοίχείο, όπως και οι βάσεις πάκτωσης των η σιδηροπασσάλων και των αντηρίδων τους θα κατασκευαστούν από σκυρόδεμα C12/15. Το τοίχείο θα είναι οπλισμένο με κύριο οπλισμό S400 και συνδετήρες S220.

Αρχικά θα πακτωθούν οι πάσσαλοι και στην συνέχεια, αφού τοποθετηθεί το συρματοπλέγμα, θα κατασκευαστεί το τοίχείο στο οποίο θα πακτωθεί (εκτός από τους πασσάλους) και το συρματοπλέγμα κατά 5cm.

#### **5.5.4 Κτίριο Εγκαταστάσεων Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού**

Το κτίριο εγκαταστάσεων ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού στεγάζει στους χώρους του τον απαραίτητο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό για την λειτουργία του ΧΥΤΑ. Έχει διαστάσεις 9,46x7,09m και εμβαδό 67,11m<sup>2</sup>.

#### **5.5.5 Μηχανοστάσιο – Συνεργείο Οχημάτων – Αποθήκη υλικών**

Πρόκειται για υπόστεγο όπου σταθμεύουν τα οχήματα της Μονάδας (εκτιμώμενης δυναμικότητας 3 ατόμων) και πραγματοποιείται η συντήρησή τους (επισκευή, λίπανση), με χώρο υγιεινής και αποθήκη υλικών. Έχει διαστάσεις 12,41x6,06m και εμβαδό (συμπεριλαμβανομένης της ράμπας ανόδου-καθόδου) 113,21m<sup>2</sup>.

#### **5.5.6 Αποθήκη υγρών καυσίμων**

Για τις ανάγκες του έργου υφίσταται αποθήκη φύλαξης υγρών καυσίμων, η οποία κρίνεται απαραίτητη για την ασφαλή λειτουργία του ΧΥΤΑ.

#### **5.5.7 Κτίριο υποστήριξης ΕΕΣ – Οικίσκος Ηλεκτρικών Πινάκων, Αυτοματισμών και Δοσομετρικών**

Πλησίον των δεξαμενών επεξεργασίας στραγγισμάτων, υφίσταται οικίσκος, ο οποίος δύναται να επεκταθεί ώστε να στεγάσει τον εξοπλισμό εξυπηρέτησης και υποστήριξης των νέων εγκαταστάσεων. Σύμφωνα με τον ενδεικτικό σχεδιασμό, το κτίριο μετά την επέκταση θα είναι εμβαδού 84,28m<sup>2</sup> και θα διαθέτει τους κάτωθι χώρους:

- Χώρος ελέγχου, στον οποίο θα τοποθετηθεί ο ηλεκτρικός πίνακας της ΕΕΣ, το γραφείο και ο εξοπλισμός ελέγχου και αυτοματισμού, καθώς και ξεχωριστός χώρος W.C.
- Χώρος φυσητήρων εγκατάστασης (βιολογικής επεξεργασίας και μεμβρανών)
- Χώρος ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους
- Χώρος χημικών

Το εκτιμώμενο προσωπικό που θα απασχολείται στο κτίριο υποστήριξης είναι δύο (2) άτομα.

#### **5.5.8 Περιμετρική Δενδροφύτευση**

Ο χώρος είναι οπτικά απομονωμένος από κατοικημένες περιοχές. Ωστόσο, περιμετρικά ο ΧΥΤΑ θα δενδροφυτευθεί, καθώς είναι απαραίτητη η οπτική απόκρυψή του από πιθανούς επισκέπτες και κυρίως καθώς η προκάλυψη εμποδίζει τη μετάδοση πιθανών οσμών, της σκόνης από τη λειτουργία του χώρου, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και βοηθάει στη σταδιακή αποκατάσταση του χώρου και στην ένταξή του στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής.

Η προκάλυψη θα αναπτυχθεί περιφερειακά του χώρου παράλληλα με την περίφραξη. Για την τεχνητή απομόνωση του χώρου ενδείκνυται η φύτευση δέντρων γρήγορης ανάπτυξης με είδη που απαντώνται στην περιοχή. Η φύτευση ειδών θάμνων και δένδρων γρήγορης ανάπτυξης θα επιτύχουν σε σύντομο χρονικό διάστημα την πλήρη οπτική απομόνωση του γηπέδου του Χ.Υ.Τ.Α.

#### **5.5.9 Σύνδεση με δίκτυα ΔΕΗ, ΟΤΕ και ύδρευσης**

Ο υφιστάμενος Χ.Υ.Τ.Α. είναι συνδεδεμένος με τα δίκτυα της Δ.Ε.Η., τηλεφωνίας και τροφοδοτείται με νερό από τον Δήμο Κασσάνδρας με βυτίο. Επιπλέον περιμετρικά του κυττάρου έχει τοποθετηθεί φωτισμός.

Για το νέο κύτταρο προβλέπεται η περιμετρική τοποθέτηση φωτιστικών στοιχείων.

Σε κάθε πιθανή παύση ή βλάβη του δικτύου της ΔΕΗ, όπως σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης λόγω πυρκαγιών, θα πρέπει να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη λειτουργία του απαραίτητου εξοπλισμού όπως του πυροσβεστικού συγκροτήματος, του πυρσού βιοαερίου και της αντλίας στραγγισμάτων, με τη χρήση τη ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους κατάλληλης ισχύος.

Η συνολική ισχύς που απαιτείται για την λειτουργία όλων των εγκαταστάσεων του ΧΥΤΑ ανέρχεται σε 135 kW. Η άφιξη της ΔΕΗ θα γίνει στο κτίριο ηλεκτρικής ενέργειας όπου θα βρίσκεται και ο γενικός ηλεκτρικός πίνακας του ΧΥΤΑ.

Η κατανάλωση νερού που απαιτείται για την λειτουργία όλων των ως άνω εγκαταστάσεων του ΧΥΤΑ ανέρχεται σε 3,0m<sup>3</sup>/ημ., και η αντίστοιχη παραγωγή υγρών αποβλήτων από αυτές είναι 2,40m<sup>3</sup>/ημ.

#### **5.5.10 Εγκατάσταση πλυντηρίου τροχών - ελαστικών**

Στον χώρο δεν υφίσταται κάποια εγκατάσταση καθαρισμού (έκπλυσης) των τροχών των μηχανημάτων που εργάζονται στον χώρο και των απορριμματοφόρων κατά την έξοδό τους από αυτόν. Για τον λόγο αυτό, προτείνεται η κατασκευή και λειτουργία ενός πλυντηρίου τροχών – ελαστικών διαστάσεων 13,00m x 3,30m σε απόσταση 9,50m από το υφιστάμενο συνεργείο οχημάτων.

## 5.6 ΈΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

Η οδοποιία στον χώρο του ΧΥΤΑ αφορά στην οδό πρόσβαση που εξυπηρετεί τον ΧΥΤΑ και την εσωτερική οδοποιία, η οποία αποτελείται από την περιμετρική οδό, την οδό πρόσβασης στα κύτταρα (παλαίο και νέο) και κάποιους μικρούς δρόμους για την εξυπηρέτηση των εγκαταστάσεων.

Εντός του ΧΥΤΑ υφίστανται χωματόδρομοι καλής βατότητας. Κατά τον σχεδιασμό είναι απαραίτητη η πρόσβαση να είναι εφικτή για όλες τις εγκαταστάσεις και υποδομές εντός του ΧΥΤΑ. Εσωτερικά στον χώρο το δίκτυο δρόμων πρέπει να μην εμφανίζει διασταυρώσεις ενώ η μέγιστη κλίση του θα είναι 8%, όπως προβλέπεται από το εδάφιο 2.6.2 της παρ.5, του Παραρτήματος Ι της ΚΥΑ 114218/97 (ΦΕΚ 1016/Β/17-11-97). Οι προδιαγραφές κατασκευής της οδού παρουσιάζονται στα επόμενα (σημειώνεται ότι για τα έργα οδοποιίας, σε κάθε περίπτωση, ισχύουν οι Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ) σύμφωνα με το ΦΕΚ Β΄2221/30-7-2012. Οι παρακάτω προδιαγραφές παρατίθενται συμπληρωματικά των ΕΤΕΠ, ως αυτές ισχύουν με τη σύνταξη του παρόντος:

### Οδοστρωσία

Αφού εκτελεστούν οι εργασίες χωματοургικών και προπαρασκευαστεί η επιφάνεια έδρασης θα κατασκευαστούν:

- Μία (1) στρώση υπόβασης με αδρανή υλικά λατομείου συμπυκνωμένου πάχους 10cm, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 05-03-03-00 (πρώην ΠΤΠ Ο-150).
- Μία (1) στρώση βάσης με αδρανή υλικά σταθεροποιημένου τύπου συμπυκνωμένου πάχους 10cm σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ΕΤΕΠ 05-03-03-00 (πρώην ΠΤΠ Ο-155).

Τα αδρανή υλικά θα προέρχονται από θραύση υλικών, απόλυτα καθαρών και υγιών λίθων ασβεστολιθικού λατομείου.

### Ασφαλτικά

Στις επιφάνειες των λωρίδων στις οποίες θα κατασκευαστούν δρόμοι, προτείνεται ασφαλτόστρωση αυτών με τον ακόλουθο τρόπο:

- Κατασκευή ασφαλτικής προεπάλειψης κατά την ΕΤΕΠ 05-03-11-01
- Ασφαλτική στρώση βάσης με ασφαλτόμιγμα συμπυκνωμένου πάχους 0,05m κατά την ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην Π.Τ.Π. Α260)
- Εφαρμογή ασφαλτικής συγκολλητικής επάλειψης
- Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας με ασφαλτικό σκυρόδεμα που παρασκευάζεται σε μόνιμη εγκατάσταση, συμπυκνωμένου πάχους 0,05m κατά την ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην Π.Τ.Π. Α265)
- Κατασκευή 1 ασφαλτικής στρώσης βάσης με ασφαλτόμιγμα, που παρασκευάζεται εν θερμώ σε μόνιμη εγκατάσταση, συμπυκνωμένου πάχους 5cm, οι οποίες εκτελούνται σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην ΠΤΠ Α 260).



Οι κανονισμοί που αναφέρονται παρακάτω αποτελούν μέρος αυτής της προδιαγραφής

- ΕΤΕΠ 05-03-03-00 (πρώην Π.Τ.Π. Ο-150, Π.Τ.Π. Ο-155)
- ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην Π.Τ.Π. Α 260, Π.Τ.Π. Α 265)
- AST D.946 για 40/50 ασφαλτικά υλικά

#### Συγκολλητικές επαλείψεις – ασφαλτικές προεπαλείψεις

Ασφαλτική προεπάλειψη, ακολουθεί τις πρότυπες τεχνικές προδιαγραφές ΑΣ-11 και Α-201 και γίνεται ή με ασφαλτικό διάλυμα ME-O ή με ασφαλτικό γαλάκτωμα των παραπάνω προδιαγραφών σε αναλογία 1,40gr/m<sup>2</sup> επιφάνειας με χρήση αντιυδροφίλου υλικού.

Η συγκολλητική επάλειψη γίνεται με τις ΠΤΠ ΑΣ-12 και Α-201 με άσφαλτο οδοστρωσίας σε αναλογία 0,500gr ασφάλτου ανά m<sup>2</sup> επιφάνειας, με χρήση αντιυδροφίλου παρασκευάσματος.

#### Ασφαλτικές Στρώσεις

Βάσεις με ασφαλτόμιγμα εν θερμώ παρασκευαζόμενο σε μόνιμη εγκατάσταση με τήρηση των όσων ορίζονται στην ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην Π.Τ.Π. Α-260).

Τάπητας κυκλοφορίας απλός ή σαν αντιολισθηρή στρώση θα κατασκευασθεί με ασφαλτόμιγμα σε μόνιμη εγκατάσταση με τήρηση των όσων ορίζονται στην ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην Π.Τ.Π. Α-265.)

Και στις δύο περιπτώσεις η εργαστηριακή μελέτη που θα γίνει με κατάλληλη κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών υλικών ώστε να απαιτείται η μικρότερη επιτρεπτή αναλογία ασφάλτου.

#### Αδρανή υλικά που προορίζονται για τον τάπητα κυκλοφορίας

Τα αδρανή υλικά του τάπητα κυκλοφορίας θα προέρχονται από θραύση μεγάλου μεγέθους υγιών τεμαχίων ασβεστολιθικής ή άλλης προέλευσης πετρωμάτων και θα ακολουθούν τους όρους και περιορισμούς που προδιαγράφονται στην ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην Π.Τ.Π. Α-265). Μόνο η φθορά σε τριβή και κρούση κατά την πρότυπη μέθοδο Λος Αντζελες AASHTO T96 (500 στροφές) δεν πρέπει να υπερβαίνει το 28%.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του αδρανούς υλικού θα είναι η εξής:

Πίνακας 28 Κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανούς υλικού τάπητα κυκλοφορίας

Αριθμός κοσκίνου	Διερχόμενο % κατά βάρος
12,7 mm (1/2")	100
9,51 mm (3/8")	80-100
4,76 mm (No 4)	55-75
2,38 mm (No 8)	35-50

0,595 mm (No 30)	18-29
0,297 mm (No 50)	13-23
0,149 mm (No 100)	8-16
0,074 mm (No 200)	4-10

Το ποσοστό της ασφάλτου κυμαίνεται από 4% μέχρι 7% στο βάρος των αδρανών.

#### Αδρανή υλικά που προορίζονται για την παραγωγή των προς έμπληξη ψηφίδων

Το αδρανές υλικό που προορίζεται για την παραγωγή θραυστών ψηφίδων πρέπει να είναι υγιές σκληρό να έχει συντελεστή λείανσης P.S.V. τουλάχιστον 60. Οι κόκκοι του αντιολισθηρού αδρανούς υλικού πρέπει να είναι κυβικής μορφής και να έχουν διαστάσεις 8-19mm. Το ποσοστό των επιμήκων και πεπλατυσμένων κόκκων πρέπει να μην υπερβαίνει το 15% και 30% αντιστοίχως του συνολικού αριθμού των ψηφίδων.

#### Συνδετικά υλικά

Για την παραγωγή του ασφατικού τάπητα της στρώσης κύλισης και για την παραγωγή των προεπαλειμμένων ψηφίδων σαν συνδετική ύλη χρησιμοποιείται σκληρή άσφαλτος 40-50, η οποία πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

Πίνακας 29 Ποιοτικά χαρακτηριστικά σκληρής ασφάλτου 40-50

α/α	Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Τύπου Ασφάλτου 40/50	Όρια
1.	Ειδικό βάρος 25°C σε gr/m <sup>3</sup>	1,00-1,100
2.	Σημείο μαλθώσεως σε °C	47-60
3.	Εισδυτικότητα σε 25°C (100gr, 5'')	40-50
4.	Ολκιμότητα σε 25°C σε εκατοστά	ελάχιστο 60
5.	Απώλεια βάρους μετά θέρμανση (5ωρης σε 164°C)%	μέγιστο 1
6.	Εισδυτικότητα μετά θέρμανση % της αρχικής σε 25°C (100gr, 5'')	ελάχιστο 70
7.	Διαλυτότητα σε τετραχλωράνθρακα %	ελάχιστο 99,5
8.	Σημείο ανάφλεξης (ανοιχτό δοχείο) σε 0°C	ελάχιστο 250
9.	Για την συγκόλληση του ασφαλοτάπητα στο μεταλλικό κατάστρωμα γέφυρας χρησιμοποιείται ελαστομερής άσφαλτος συγκολλητικής επάλειψης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:	
	1. Ειδικό βάρος	1,01-1,06
	2. Σημείο μαλθώσεως (0°C)	90-100
	3. Εισδυτικότητα	40-60
	4. Ολκιμότητα σε 25°C σε εκατοστά	ελάχιστο 100

α/α	Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Τύπου Ασφάλτου 40/50	Όρια
	5. Απώλεια βάρους % με την θέρμανση	1,0
	6. Σημείο ανάφλεξης (ανοιχτό δοχείο)	ελάχιστο (0) 225
	7. Διαλυτότης σε CS 2 (%)	ελάχιστο 91

Σε περίπτωση που κριθεί σκόπιμο η προσθήκη στο συνδετικό βελτιωτικού πρόσφυσης (αντιυδρόφυλλου παρασκευάσματος), τούτο θα είναι ικανής δραστηριότητας και ανθεκτικό στη θέρμανση. Το ακριβές ποσοστό θα καθορίζεται από εργαστήριο του ΥΠΟΜΕ. Σε καμία περίπτωση το ποσοστό αυτό θα είναι ανώτερο του 1,5% επί του βάρους του συνδετικού.

#### Μηχανολογικός Εξοπλισμός Οδοστρωσίας – Ασφαλτόστρωσης

Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να διαθέτει εκτός από τον εξοπλισμό που καθορίζεται στην ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην ΠΤΠ Α-265) και τον ακόλουθο εξοπλισμό όπως θραυστήρες ικανούς και κατάλληλους για την θραύση και παραγωγή ασβεστολιθικής ή άλλης προέλευσης αδρανούς υλικού που προορίζεται για την κατασκευή του τάπητα κύλισης.

Σε περίπτωση που ο Ανάδοχος προμηθευτεί τα αδρανή υλικά από άλλη πηγή αυτά πρέπει να ακολουθούν για το αδρανές του τάπητα υλικό τη διαβάθμιση που αναφέρθηκε προηγούμενα και τις απαιτήσεις που περιλαμβάνονται στην ΕΤΕΠ 05-03-11-04 (πρώην ΠΤΠ Α-265).

Αυτοκινούμενο μηχάνημα για τη διάστρωση των προεπαλειμμένων ψηφίδων. Αυτό είναι τοποθετημένο σε τροχούς από ελαστικά και ακολουθεί το διαστρωτήρα του τάπητα.

Αυτό έχει ρυθμιζόμενη παροχή και διαστρώνει ομοιόμορφα τις ψηφίδες σε μέγιστο πλάτος 3,65m που μπορεί να αυξομειωθεί. Ο εξοπλισμός που αναφέρθηκε πρέπει να διατηρείται σε άριστη κατάσταση και σε πλήρη λειτουργία.

#### Εργαστηριακές δοκιμές

Ο εργαστηριακός έλεγχος των αδρανών υλικών του τάπητα και ψηφίδων καθώς και των ασφαλτικών συνδετικών ασφάλτου 40-50 ελαστομερούς ασφάλτου και πιθανώς δραστηριότητας βελτιωτικού πρόσφυσης, ανατίθεται σε εργαστήριο του ΥΠΔΕ, το οποίο θα προβαίνει στην εκτέλεση των απαραίτητων εργαστηριακών δοκιμών σύμφωνα με τις Πρότυπες μεθόδους που αναφέρονται στις Προδιαγραφές Α-265, Α-200 και Α-206 για την εξακρίβωση της ποιότητας των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Το εργαστήριο ωσαύτως θα προβαίνει στον έλεγχο του συντελεστού λείανσης των σκληρών αδρανών (ψηφίδων) με την μέθοδο 812. Ο έλεγχος αυτός πρέπει να πραγματοποιηθεί πριν την έναρξη εκτέλεσης της κατασκευής, καθώς και κατά τη διάρκεια εκτέλεσης αυτής.

#### Οδευση - σήμανση δικτύων

Τα εξωτερικά ηλεκτρολογικά δίκτυα χαμηλής τάσης θα οδεύουν εντός ορύγματος ελάχιστου βάθους 0,70m και ελάχιστου πλάτους 0,50m και πάνω από αυτά θα υπάρχει συνεχής σήμανση των με τούβλο. Τα εξωτερικά ηλεκτρολογικά δίκτυα μέσης τάσης θα οδεύουν εντός

ορύγματος ελάχιστου βάθους 1,00m και πάνω από αυτά θα υπάρχει επίσης συνεχής σήμανση των με τούβλο.

Γενικά όλα τα εξωτερικά δίκτυα (στραγγισμάτων, ύδρευσης, πυρόσβεσης) θα οδεύουν εντός ορυγμάτων. Σε περίπτωση που περισσότερα από ενός δίκτυα οδεύουν σε ένα όρυγμα τότε τα δίκτυα ισχυρών θα είναι υπερυψωμένα σε πατάρι πλάτος 0,50m και κάθε δίκτυο θα απέχει από το άλλο τουλάχιστον 0,30m.

Η διάνοιξη του δικτύου θα πρέπει να γίνει με τις ελάχιστες δυνατές παρεμβάσεις στο υφιστάμενο ανάγλυφο του εδάφους. Επιπρόσθετα, είναι απαραίτητη η κατασκευή του εσωτερικού δρομολογίου στο κύτταρο απόθεσης, καθώς μέσω αυτού προσεγγίζεται το μέτωπο απόρριψης, το οποίο κατά διαστήματα αλλάζει σύμφωνα με την ανάπτυξή του. Το εσωτερικό δρομολόγιο θα τροποποιείται σύμφωνα με το πρόγραμμα και την πρόοδο των εργασιών και ανάλογα με τα σημεία στα οποία γίνεται η εναπόθεση των απορριμμάτων. Μόλις συμπληρωθούν οι στρώσεις που το συγκεκριμένο δρομολόγιο εξυπηρετεί θα κατασκευάζεται καινούργιο, με τις ίδιες προδιαγραφές, το οποίο θα προσεγγίζει τα νέα σημεία απόρριψης.

Το εσωτερικό δρομολόγιο θα κατασκευάζεται ανάλογα με τις τρέχουσες απαιτήσεις, θα είναι σε επίχωμα ύψους 30cm ώστε να διακρίνεται ευχερώς από τους οδηγούς των απορριμματοφόρων οι οποίοι θα το ακολουθούν για να πλησιάσουν το μέτωπο απόρριψης. Θα έχει πλάτος 6m και θα συντηρείται τακτικά, στοιχείο που είναι απολύτως απαραίτητο για την άνετη και γρήγορη προσέγγιση των απορριμματοφόρων.

Ο υποψήφιος ανάδοχος πρέπει στον σχεδιασμό της οδοποιίας που θα προτείνει να αναφέρει στοιχεία για την φόρτιση των οδών που θα σχεδιασθούν.

## **5.7 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ**

Ο σχεδιασμός της αντιπλημμυρικής προστασίας του συμπληρωματικού κυττάρου γίνεται με βάση τα ιδιαίτερα γεωγραφικά, γεωμορφολογικά, γεωλογικά, γεωτεχνικά, υδρολογικά στοιχεία του χώρου και της ευρύτερης περιοχής και με βασική παράμετρο σχεδιασμού την αντιπλημμυρική θωράκιση του έργου.

Η κυριότερη παράμετρος αύξησης της ποσότητας των παραγόμενων στραγγισμάτων αποτελούν τα επιφανειακά νερά που εισέρχονται στο σώμα ενός Χ.Υ.Τ.Α.

Για τους λόγους αυτούς οποιαδήποτε ροή επιφανειακών νερών πρέπει να παροχετευτεί, επομένως η κλίση του πυθμένα του Χ.Υ.Τ.Α. πρέπει να μελετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αποτρέπει την παραμονή όμβριων υδάτων σε αυτόν.

### **5.7.1 Αντιπλημμυρική προστασία νέου κυττάρου**

Η εντός περιμέτρου του ΧΥΤΑ έκταση του νέου κυττάρου αποτελεί μια κλειστή υδρολογική λεκάνη έκτασης 57.023m<sup>2</sup>. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος των επιφανειακών απορροών του συμπληρωματικού κυττάρου προτείνεται η κατασκευή περιμετρικής τάφρου επενδεδυμένης με σκυρόδεμα αποστράγγισης στο όριο των αποθέσεων.

Ενδεικτικά προτείνεται η κατασκευή τάφρου κυμαινόμενου πλάτους 0,40m – 1,40m και βάθους 0,80m περιμετρικά του νέου κυττάρου. Οι τάφροι θα είναι κατασκευασμένες από σκυρόδεμα, θα είναι κατάλληλης διατομής και θα πρέπει να καθαρίζονται και να συντηρούνται τακτικά.

Για λόγους ασφαλείας οι διαστάσεις των τάφρων είναι υπερεκτιμημένες έτσι ώστε να καλύπτεται η μέγιστη παροχή σύμφωνα με τα υπάρχοντα βροχομετρικά στοιχεία της περιοχής.

#### **5.7.2 Αντιπλημμυρική προστασία υφιστάμενου ΧΥΤΑ**

Η εντός περιμέτρου του ΧΥΤΑ έκταση του υφιστάμενου κυττάρου αποτελεί μία κλειστή υδρολογική λεκάνη έκτασης 145.710m<sup>2</sup>. Τα επιφανειακά ύδατα του υφιστάμενου κυττάρου αντιμετωπίζονται με περιμετρική τάφρο αποστράγγισης στο όριο των αποθέσεων με κυμαινόμενο πλάτος (0,40m έως 0,80m) και κυμαινόμενο βάθος (0,34m έως 0,90m). Η τάφρος σε αρκετές θέσεις της εμφανίζει φθορές και για τον λόγο αυτό προτείνεται η καθαίρεσή της και η αντικατάστασή με τάφρο κατάλληλων διαστάσεων.

#### **5.7.3 Αντιπλημμυρική προστασία κατά παράβαση κυττάρου**

Η εντός περιμέτρου του ΧΥΤΑ έκταση του κατά παράβαση κυττάρου αποτελεί μία κλειστή υδρολογική λεκάνη έκτασης 9.834m<sup>2</sup>. Το πρόβλημα των επιφανειακών απορροών του κατά παράβαση κυττάρου αντιμετωπίζεται με σύστημα απομάκρυνσης ομβρίων που περιλαμβάνει περιμετρική τάφρο αποστράγγισης στο όριο των αποθέσεων, η οποία όμως δεν είναι συνεχής. Το πλάτος της κυμαίνεται από 0,52m έως 1,00m περίπου και το βάθος της από 0,22m έως 0,68m. Η τάφρος αυτή προτείνεται να καθαρισθεί ώστε το βάθος της να αποκτήσει σταθερό ύψος και στις θέσεις που διακόπτεται να κατασκευασθεί νέα κατάλληλων διαστάσεων. Η τάφρος προτείνεται να εκκενώνει μέσω νέου σωληνωτού οχετού Φ600 στη νέα περιμετρική τάφρο ομβρίων του υφιστάμενου ΧΥΤΑ.

#### **5.7.4 Γενικές παραδοχές – Σημεία προσοχής**

Κατά τον σχεδιασμό των υδραυλικών έργων υφίσταται προσοχή στα κάτωθι:

Για λόγους ασφαλείας, οι διαστάσεις της/ων σχεδιαζόμενης/ων τάφρου/ων θα είναι υπερεκτιμημένες, έτσι ώστε να καλύπτει τη μέγιστη παροχή των απορροών του πλέον βροχερού μήνα της τελευταίας 20ετίας ή το μέγιστο των υπαρχόντων δεδομένων. Μέσω της/ων τάφρου/ων αυτής/ων, τα όμβρια θα παροχετεύονται στο ρέμα που βρίσκεται κατάντη του ΧΥΤΑ.

Η μέγιστη ταχύτητα ροής εντός των τάφρων δε θα ξεπερνά το 1,5m/sec.

Το δίκτυο διευθέτησης ομβρίων υδάτων πρέπει να σχεδιασθεί ακολουθώντας τις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας, των τευχών δημοπράτησης και της ισχύουσας ΑΕΠΟ. Η διαστασιολόγηση των υδραυλικών έργων πρέπει να γίνει σύμφωνα με τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας και ειδικότερα με τις Όμβριες Καμπύλες που καταρτίστηκαν στο Σχέδιο Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Κεντρικής Μακεδονίας (ΕΛ10). Τα απαχθέντα όμβρια ύδατα πρέπει οπωσδήποτε να διοχετεύονται εκτός των εγκαταστάσεων του ΧΥΤΑ.

Τέλος, τα προτεινόμενα έργα πρέπει να ανταποκρίνονται στις επιταγές του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-2016) και στις οριζόμενες από το έργο Τεχνικές Προδιαγραφές.

## 5.8 ΛΟΙΠΑ ΕΡΓΑ

### 5.8.1 Πυρόσβεση και Πυρασφάλεια

Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση τυχούσας ανάφλεξης και για την αποτροπή μετάδοσης πυρκαγιάς, θα ληφθούν τα ακόλουθα μέτρα :

- Αντιπυρική ζώνη : Περιμετρικά και εσωτερικά της περίφραξης και στα σημεία που είναι εφικτό, διαμορφώνεται αντιπυρική ζώνη πλάτους 8 m τουλάχιστον. Η αντιπυρική ζώνη πρέπει να ελέγχεται, να καθαρίζεται και να αποψιλώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η ίδια οδός θα χρησιμοποιείται και ως εσωτερική περιμετρική οδός του κυττάρου.
- Στο γήπεδο του υφιστάμενου ΧΥΤΑ, πλησίον της πύλης εισόδου, υφίσταται δεξαμενή πυρόσβεσης, η οποία λόγω της θέσης της, δύναται να καλύπτει και τις ανάγκες του νέου κυττάρου.
- Δίκτυο πυρόσβεσης : Θα κατασκευαστεί δίκτυο πυρόσβεσης, ικανό για να φθάνει και στα πιο απομακρυσμένα σημεία του χώρου διάθεσης απορριμμάτων. Το δίκτυο πυρόσβεσης θα τροφοδοτείται από τη δεξαμενή πυρόσβεσης, η οποία θα ελέγχεται ώστε να είναι πάντοτε πλήρης ύδατος.
- Πυροσβεστικά σημεία : Θα ορισθούν και θα διαμορφωθούν πυροσβεστικά σημεία, με τον απαραίτητο εξοπλισμό για άμεση και ταχεία επέμβαση (πυροσβεστήρες, μάσκες, φτυάρια, τσάπες, κ.λ.π)
- Πυροσβεστική φωλιά: Προτείνεται η κατασκευή πυροσβεστικής φωλιάς, πλησίον του χώρου εναπόθεσης των απορριμμάτων, η οποία θα περιλαμβάνει πυροσβεστήρες ξηράς σκόνης των 12kg, που θα τοποθετηθούν σε εμφανή και εύκολα προσβάσιμα σημεία της εγκατάστασης.
- Θα ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΡΗΤΑ, η σκόπιμη διενέργεια καύσης, για την καταστροφή των απορριμμάτων.
- Κατά τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας του χώρου, θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα πρακτικά μέτρα για την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης και να τηρούνται αυστηρά οι κανόνες ασφάλειας και υγιεινής που ορίζει η σχετική κείμενη νομοθεσία
- Για την εξασφάλιση των κτιρίων και των οχημάτων από πυρκαγιά θα πρέπει να τηρούνται τα ισχύοντα νομοθετικά διατάγματα:
  - Π.Δ. 71/88/ΦΕΚ 32 Τ.Α. 17/2/88: "Κανονισμός πυροπροστασίας κτιρίων".
  - ΚΥΑ 7755-160 (ΦΕΚ 241-22/4/880): "Περί μέτρων πυροπροστασίας βιομηχανικών εγκαταστάσεων".
  - Παρ. εντολή 14024/6.5.88 του Α.Π.Σ.

- Πυροσβεστική διάταξη 3/81.: "Περί λήψεως βασικών μέτρων πυροπροστασίας εις αίθουσας συγκεντρώσεως κοινού".
- Πρότυπα ΕΛΟΤ, DIN, NFPA.
- Οδηγίες της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας.

## 5.9 ΕΡΓΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Ένα σοβαρότατο σημείο που άπτεται λοιπόν της περιβαλλοντικά ασφαλούς συμπεριφοράς ενός χώρου υγειονομικής ταφής απορριμμάτων είναι αυτό της επιτήρησής του, όχι μόνο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του αλλά και όταν ολοκληρωθεί σαν χώρος διάθεσης. Για την εξασφάλιση αυτού, που έχει να κάνει με το αν η υποδομή λειτουργεί σωστά και προστατεύει το περιβάλλον, σε κάθε ΧΥΤΑ πρέπει να εγκαθίστανται συστήματα μέσω των οποίων θα ελέγχεται αν η λειτουργία του χώρου έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στα πλαίσια ενός προγράμματος παρακολούθησης, πρέπει να εκτελείται ένα ελάχιστο πρόγραμμα μετρήσεων παραμέτρων τόσο κατά τη φάση λειτουργίας, για τη γενική διαχείριση του ΧΥΤΑ όσο και κατά τη φάση επιτήρησης μετά την περάτωση λειτουργίας του, για την αποτροπή ζημιών της μάζας της υγειονομικής ταφής ή του περιβάλλοντος.

Στόχος είναι ο καθορισμός των ελάχιστων διαδικασιών παρακολούθησης για τον έλεγχο:

- Ότι τα απόβλητα έγιναν αποδεκτά για διάθεση σύμφωνα με τα κριτήρια που έχουν θεσπιστεί για τη συγκεκριμένη κατηγορία χώρων ταφής
- Ότι οι διαδικασίες εντός του χώρου βαίνουν καλώς
- Ότι τα συστήματα προστασίας του περιβάλλοντος βρίσκονται σε πλήρη λειτουργία

### 5.9.1 Παρακολούθηση Είδους & Ποσότητας Εισερχόμενων Αποβλήτων

Η εισερχόμενη ποσότητα των απορριμμάτων θα ελέγχεται και θα καταγράφεται μέσω της υφιστάμενης γεφυροπλάστιγγας, ενώ ο υφιστάμενος χώρος αναμονής θα χρησιμοποιείται για τον οπτικό έλεγχο εισερχόμενων απορριμμάτων στον ΧΥΤΑ.

Σε συμφωνία με τη νομοθεσία (ΚΥΑ 50910, ΚΥΑ 114218) αλλά και για την καλή λειτουργία της εγκατάστασης θα πρέπει να διενεργούνται δειγματοληψίες σχετικά με την ποιότητα των απορριμμάτων (σύσταση) ενώ δείγματα θα πρέπει να αναλύονται ώστε να είναι γνωστά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αυτών. Οι φυσικοχημικές παράμετροι που θα προσδιορίζονται θα είναι κατ' ελάχιστο: ποσοστό άνθρακα (% C), ποσοστό αζώτου (% N), fixed carbon, ποσοστό υγρασίας, ποσοστό τέφρας, ποσοστό πτητικής ύλης, θερμογόνο δύναμη. Οι απαιτούμενες αναλύσεις (σύστασης και φυσικοχημικές) θα διεξάγονται σε κατάλληλο αναγνωρισμένο εργαστήριο.

### 5.9.2 Παρακολούθηση Μετεωρολογικών Στοιχείων

Γενικά, τα κλιματολογικά στοιχεία σε έργα διαχείρισης απορριμμάτων προσδιορίζονται είτε επί τόπου, είτε από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό. Το πρόγραμμα παρακολούθησης περιλαμβάνει τη συστηματική καταγραφή των ακόλουθων παραμέτρων:

Παράμετρος	Φάση Λειτουργίας	Φάση Μεταφροντίδας
Υψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων	Καθημερινά	Καθημερινά, επιπλέον των μηνιαίων τιμών
Θερμοκρασία (max, min, 14.00h)	Καθημερινά	Μηνιαίος μέσος όρος
Διεύθυνση - ένταση κυριαρχούντος ανέμου	Καθημερινά	Δεν απαιτείται
Εξάτμιση (λυσίμετρο)	Καθημερινά	Καθημερινά, επιπλέον των μηνιαίων τιμών
Ατμοσφαιρική υγρασία (14.00h)	Καθημερινά	Μηνιαίος μέσος όρος

Η παρακολούθηση των κλιματολογικών δεδομένων στον ΧΥΤΑ θα πραγματοποιείται από τον Μετεωρολογικό Σταθμό που θα εγκατασταθεί στον χώρο του ΧΥΤΑ ή από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό σε αυτόν σε περίπτωση απουσίας ή βλάβης του πρώτου.

### 5.9.3 Έλεγχος και Παρακολούθηση του Βιοαερίου

Ο σκοπός ελέγχου του βιοαερίου είναι να προσδιορίζονται η ποιότητα και η ποσότητά του, να ανιχνεύονται τυχόν διαφυγές από τον χώρο του ΧΥΤΑ αλλά και να εξασφαλίζεται τόσο η ασφάλεια του προσωπικού, όσο και των εγκαταστάσεων.

Για τον έλεγχο πιθανής μετανάστευσης και για τη συνολική παρακολούθηση του βιοαερίου θα κατασκευασθούν:

- Φρεάτια παρακολούθησης του βιοαερίου περιμετρικά της λεκάνης απόθεσης των απορριμμάτων
- Γεωτρήσεις παρακολούθησης βιοαερίου κυμαινόμενου βάθους, σε χαρακτηριστικά σημεία της περιοχής του έργου

Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται «προστατευτικά μέτωπα» μεταξύ της λεκάνης των απορριμμάτων και των περιοχών που απαιτούν υψηλή προστασία, όπως είναι οι χώροι που κινείται το προσωπικό.

Για τη διάνοιξη των φρεατίων γίνεται διάτρηση με περιστροφικό γεωτρύπανο, σε βάθος 5m και τοποθετείται προσωρινή σωλήνωση από χαλυβδοσωλήνα. Στο εσωτερικό της προσωρινής σωλήνωσης και στο κέντρο θα προσαρμοστεί ένας άλλος γαλβανισμένος χαλυβδοσωλήνας μικρότερης διαμέτρου, ο οποίος θα προεξέχει από το έδαφος κατά 0,80m.



Ο σωλήνας στο κατώτερο τμήμα του και για μήκος 4m από τον πυθμένα θα είναι διάτρητος με οπές κυκλικές διαμέτρου 3mm. Οι οπές θα έχουν πυκνότητα 1 οπή/100cm<sup>2</sup> . Η κεφαλή του σωλήνα θα βρίσκεται εκτός του εδάφους και θα έχει κατάλληλη διαμόρφωση.

Μέχρι το μέσο του βάθους του διατρηθέντος εδάφους θα γίνει χαλίκωση εξωτερικά του εσωτερικού σωλήνα και εσωτερικά του εξωτερικού σωλήνα, έτσι ώστε να καλυφθεί με αυτή πλήρως το διάτρητο τμήμα.

Ακολούθως θα αφαιρεθεί ο εξωτερικός σωλήνας και το κενό που θα προκύψει μέχρι τον εσωτερικό σωλήνα θα γεμίσει με καλά συμπακνωμένο εδαφικό υλικό. Με αυτό τον τρόπο θα αποτρέπεται εισρόφηση ατμοσφαιρικού αέρα κατά τις δειγματοληψίες του βιοαερίου. Το στόμιο του εσωτερικού σωλήνα ταπώνεται αεροστεγώς με αφαιρούμενη τάπα. Το βάθος των γεωτρήσεων παρακολούθησης βιοαερίου θα είναι κυμαινόμενο από 5-7m.

Για τον έγκαιρο εντοπισμό διαφυγής βιοαερίου από τη λεκάνη απόθεσης προς κάποια από τις εγκαταστάσεις του Χ.Υ.Τ.Α., απαιτείται η τοποθέτηση συστήματος επιτήρησης εκρηκτικών συγκεντρώσεων. Όλες οι κτιριακές εγκαταστάσεις, τα ζυγιστήρια, οι δεξαμενές, η περιοχή της μονάδας επεξεργασίας των στραγγισμάτων κλπ, θα είναι εφοδιασμένες με αισθητήρια τα οποία θα ελέγχονται από κεντρικούς πίνακες οι οποίοι με τη σειρά τους θα είναι συνδεδεμένοι με το κεντρικό σύστημα ελέγχου.

Οι μετρήσεις για την παρακολούθηση του βιοαερίου θα γίνονται με με εξωτερικό φορητό αναλυτή. Από την επεξεργασία των μετρήσεων, οι οποίες πέρα από τα φρεάτια ανίχνευσης θα πραγματοποιούνται και στα φρεάτια απαγωγής του βιοαερίου, θα προκύψουν σημαντικά αποτελέσματα αναφορικά με τη υπεδάφια μετανάστευση του βιοαερίου, τη σύσταση αυτού κλπ.

Η παρακολούθηση των αερίων πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική, ενώ η συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυσης περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

	Φάση Λειτουργίας	Φάση Μεταφροντίδας
Δυνητικές εκπομπές αερίων και ατμοσφαιρική πίεση (Μεθάνιο, Διοξείδιο του Άνθρακα, Οξυγόνο, Υδροθείο, Υδρογόνο, ολικό Χλώριο, ολικό Θείο, Άζωτο, ολικό Φθόριο, βενζόλιο και χλωροαιθάνιο)	ανά μήνα	ανά εξάμηνο

Για την ποιότητα και την ποσότητα του βιοαερίου, θα γίνονται μετρήσεις σε κάθε φρεάτιο συλλογής βιοαερίου, αλλά και συνολικά πριν από τον πυρσό καύσης αυτού.

Οι αναλύσεις αυτές πέραν των συνήθων παραμέτρων μπορούν να προσδιορίσουν και ορισμένα από τα παρακάτω στοιχεία: Βενζόλιο, Χλωροεθάνιο, Προπάνιο, Βουτάνιο, Πεντάνιο, Κυκλοεξάνιο, Εξάνιο, Επτάνιο, Οκτάνιο, Ισοπροπυλοβενζόλιο, Αιθυλοβενζόλιο, Τολουόλη, Ξυλόλη, Διχλωρομεθάνιο, Χλωροβενζόλιο, Υδροθείο, Διχλωροβινύλιο.

#### 5.9.4 Παρακολούθηση Ποσότητας & Ποιότητας Στραγγισμάτων και Επιφανειακών Υδάτων

Δείγματα μετρήσεων για τη σύσταση των στραγγισμάτων θα λαμβάνονται από το φρεάτιο συλλογής των στραγγισμάτων, που βρίσκεται στον χώρο απόθεσης καθώς και κατά την είσοδο και έξοδο της Μονάδας Επεξεργασίας Στραγγισμάτων, για τον έλεγχο της ποιοτικής τους σύστασης. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται οι παράμετροι: pH, TOC, βαρέα μέταλλα, φαινόλες, φθόριο, αρσενικό, πετρέλαιο, υδρογονάνθρακες.

Ειδικότερα, για τα επεξεργασμένα θα πρέπει να τηρούνται τα όρια που αφορούν στη διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων του ΧΥΤΑ, καθώς και στα όρια με τα οποία πρέπει να διαστασιολογηθεί η προτεινόμενη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων από τον υποψήφιο Ανάδοχο, όπως αυτά αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Αντίστοιχα, για τα επιφανειακά ύδατα θα πραγματοποιούνται δειγματοληψίες στην τάφρο απορροής ομβρίων του κυττάρου απόθεσης, στην περιμετρική τάφρο του ΧΥΤΑ και στον κατάντη φυσικό αποδέκτη.

Το πρόγραμμα παρακολούθησης περιλαμβάνει τη συστηματική καταγραφή των ακόλουθων παραμέτρων (ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508/2002, Παράρτημα ΙΙΙ):

	Φάση Λειτουργίας	Φάση Μεταφροντίδας
Όγκος στραγγισμάτων	ανά μήνα	ανά εξάμηνο
Σύνθεση στραγγισμάτων (pH, αγωγιμότητα, BOD <sub>5</sub> , COD, TOC, TS, DS, NH <sub>4</sub> -N, TN, NO <sub>3</sub> -N, φωσφορικά)	ανά τρίμηνο	ανά εξάμηνο
Όγκος και σύνθεση επιφανειακών υδάτων (pH, TOC, βαρέα μέταλλα, TN, φωσφορικά)	ανά τρίμηνο	ανά εξάμηνο

Επιπρόσθετα, δύναται να παρακολουθούνται και οι εξής παράμετροι:

	Φάση Λειτουργίας	Φάση Μεταφροντίδας
Υδράργυρος και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος
Κάδμιο και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος
Θάλλιο και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος
Αρσενικό και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος
Μόλυβδος και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος
Χρώμιο και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος
Χαλκός και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος
Νικέλιο και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος
Ψευδάργυρος και ενώσεις	ανά εξάμηνο	ανά έτος

Τα δείγματα θα λαμβάνονται από τα σημεία εκροής των επιμέρους εγκαταστάσεων που αναφέρθηκαν αλλά και από επιφανειακές συγκεντρώσεις υδάτων, όταν αυτές υπάρχουν (π.χ. βρόχινες περιόδους).

Στη μονάδα αντίστροφης όσμωσης, μηνιαίως να καταγράφεται η ποσότητα της παραγόμενου συμπυκνώματος. Ανά τρίμηνο να ελέγχεται η ποιοτική του σύσταση. Οι παράμετροι που θα ελέγχονται είναι ίδιες με αυτές των στραγγισμάτων.

#### 5.9.5 Παρακολούθηση Ποσότητας & Ποιότητας Υπογείων Υδάτων

Ο χώρος που θα χρησιμοποιηθεί για την διάθεση των απορριμμάτων/υπολειμμάτων θα στεγανοποιηθεί πλήρως αποτρέποντας την κατείδυση στραγγισμάτων στα υπόγεια ύδατα. Παρ' όλα αυτά, πρέπει να γίνεται επισταμένος έλεγχος σχετικά με την πιθανή ρύπανση ή/και μόλυνση του εδάφους από τυχούσα διαρροή στραγγισμάτων.

Για το λόγο αυτό συνήθως γίνονται μία σειρά ενέργειες οι οποίες είναι:

##### ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Οι μετρήσεις θα πρέπει να καλύπτουν τις υδατοφόρες ζώνες των φρεατικών οριζόντων που ενδέχεται να επηρεαστούν από την απόθεση αποβλήτων, με ένα τουλάχιστον σημείο μέτρησης στην περιοχή εισροής και ένα στην περιοχή εκροής. Ο αριθμός αυτός μπορεί να αυξηθεί βάσει ειδικής υδρογεωλογικής μελέτης και της ανάγκης να εντοπίζεται νωρίς κάθε τυχαία διαρροή αποπλυμάτων στα υπόγεια ύδατα.

##### ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

Οι παράμετροι που θα αναλύονται πρέπει να συνάγονται από την αναμενόμενη σύνθεση των αποπλυμάτων και την ποιότητα των υπόγειων υδάτων στην περιοχή. Οι παράμετροι προς ανάλυση πρέπει να επιλέγονται βάσει της κινητικότητας στη ζώνη των υπόγειων υδάτων και μπορούν να περιλαμβάνουν ενδεικτικές παραμέτρους για να εξασφαλίζεται η έγκαιρη αναγνώριση τυχόν αλλαγών της ποιότητας του νερού. Σύμφωνα με την ΚΥΑ (ΚΥΑ Η.Π. 29407/3508/2002, Παράρτημα ΙΙΙ, οι παράμετροι και η συχνότητα δειγματοληψιών και παρακολούθησης στο προτεινόμενο έργο θα είναι οι ακόλουθες:

	Φάση Λειτουργίας	Φάση Μεταφροντίδας
Στάθμη υπόγειων υδάτων	ανά εξάμηνο	ανά εξάμηνο
Σύνθεση υπόγειων υδάτων (pH, TOC, φαινόλες, βαρέα μέταλλα, φθόριο, αρσενικό, TN, φωσφορικά, BOD5, COD, SO4, ολικά κολοβακτηριοειδή)	ανά έτος	ανά διετία

Οι παράμετροι που θα μετρώνται για την ποιότητα των υπογείων υδάτων θα είναι: Θερμοκρασία, pH, BOD5, COD, TOC, SO4, χλωριόντα, φθοριούχα, TOC, Οσμές, Αγωγιμότητα, Θολρότητα, Θερμοκρασία, Φαινόλες, As, Pb, Cd, Cu, Hg, Ni, Zn, κυανιούχα, φθορίδια, ενώσεις αζώτου και φωσφόρου, Ολικά στερεά, Αιωρούμενα στερεά, Διαλυμένα στερεά, Μικροβιολογικές παράμετροι, Υδρογονάνθρακες

Για την παρακολούθηση της ποιότητας των υπογείων υδάτων καθώς και της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα προτείνεται μία γεώτρηση παρακολούθησης εκτός του χώρου

διάθεσης των απορριμμάτων, στα κατάντη αυτού, ενώ ως γεώτρηση αναφοράς προτείνεται μία ανάντη του ΧΥΤΑ.

Για τον έλεγχο στάθμης και σύστασης των υπόγειων υδάτων θα διανοιχτούν δύο γεωτρήσεις (2) κατάντη του χώρου καθώς και μία (1) ανάντη για τον έλεγχο της εισροής σε τήρηση των ΚΥΑ 114218/1997, ΚΥΑ 29407/3508 και ΚΥΑ Η.Π. 24944/1159 (βλ. σχ. 8Ε).

Τα χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων και η διαδικασία ανόρυξης είναι η εξής:

- Διάνοιξη τριών (3) υδρογεωτρήσεων (1 ανάντη και 2 κατάντη γεωτρήσεις), διαμέτρου  $\Phi 17 \frac{1}{2}''$
- Τοποθέτηση χαλύβδινου περιφραγματικού σωλήνα  $\Phi 18''$
- Τοποθέτηση χαλυβδοσωλήνα γεωτρήσεων  $\Phi 6''$
- Τοποθέτηση φιλτροσωλήνα  $\Phi 2''$  πιεζομετρικής γεωτρήσεως
- Πλήρωση περιμετρικά με χαλικόφιλτρο υδρογεωτρήσεις. Το χαλικόφιλτρο θα λειτουργεί ως φυσικό φίλτρο για την παρεμπόδιση εισροής φερτών υλικών μέσα στην πιεζομετρική στήλη, αλλά θα λειτουργεί και σαν «στερέωση» του χαλυβδοσωλήνα. Το χαλικόφιλτρο θα αποτελείται από διαβαθμισμένους χάλικες, στρογγυλούς και απαλλαγμένους από αργιλικό κλάσμα. Για την αποφυγή δημιουργίας γεφυρών το χαλικόφιλτρο θα τοποθετηθεί με ιδιαίτερη προσοχή και με ανάστροφη κυκλοφορία.
- Το πρώτο 1 m από την επιφάνεια της γεώτρησης θα απομονωθεί με την κατασκευή ενέματος τσιμεντομπετονίτη, ώστε να μην εισέρχονται επιφανειακά νερά μέσα στη πιεζομετρική στήλη.
- Η πιεζομετρική στήλη θα εξέρχεται 1m από την επιφάνεια του εδάφους και θα φέρει τάπα.
- Τόσο η πιεζομετρική στήλη όσο και η οριστική σωλήνωση θα εξέχουν 1m από την επιφάνεια του εδάφους και θα φέρουν πώμα.

#### **5.9.6 Έλεγχος Όγκου Υγειονομικής Ταφής & Καθιζήσεων**

Άλλο ένα σημαντικό πρόβλημα που εμφανίζεται κατά τη μακροχρόνια λειτουργία ενός ΧΥΤΑ είναι το φαινόμενο των καθιζήσεων ή της αλλοίωσης της επιφάνειας, με δυσμενείς συνέπειες για την ευστάθεια του έργου, καθώς και την πιθανότητα δημιουργίας ενός ή πολλών λιμνολάκκων που αποτελούν εστίες συγκέντρωσης νερού, το οποίο και τελικά διεισδύει στο εσωτερικό του όγκου των απορριμμάτων και αυξάνει την παραγωγή στραγγισμάτων. Επίσης καθιζήσεις μπορεί να λάβουν χώρα και από διάφορους αστάθμητους παράγοντες (π.χ. ισχυρές βροχοπτώσεις, δημιουργία ρηγματώσεων, κοιλωμάτων, κλπ).

Για το λόγο αυτό πρέπει οι επιφάνειες να ελέγχονται τακτικά και στην περίπτωση αλλαγής της αρχικής διαμόρφωσης και απόκλισης από την επιθυμητή τιμή να γίνονται διορθωτικές επεμβάσεις, με τα απαραίτητα χωματουργικά έργα. Η συχνότητα παρακολούθησης είναι η ακόλουθη:

	Φάση Λειτουργίας	Φάση Μεταφροντίδας
Δομή και σύνθεση του φορτίου αποβλήτων του ΧΥΤΑ	ανά έτος	ανά διετία
Καθίζηση του φορτίου αποβλήτων του ΧΥΤΑ	ανά έτος	ανά διετία

Για την παρακολούθηση της ταχύτητας καθίζησης στον ΧΥΤΑ θα εγκατασταθεί ένα δίκτυο «μαρτύρων» σε συνδυασμό με ορισμένες αφετηρίες χωροστάθμισης (repere). Για τον έλεγχο των υποχωρήσεων θα τοποθετηθούν επί του απορριμματικού αναγλύφου του ΧΥΤΑ, μάρτυρες παρακολούθησης μετακινήσεων των απορριμμάτων (κατά x,y,z) σε κάρναβο 40 περίπου μέτρων. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μαρτύρων καθίζησης, είναι ενδεικτικά τα ακόλουθα:

- Κάθε μάρτυρας θα συντίθεται από μεταλλική βάση (0,30m<sup>2</sup> περίπου) από λαμαρίνα 4mm και έναν ιστό ύψους 2m (σωλήνα 2")
- Ο ιστός είναι κολλημένος στο κέντρο της μεταλλικής βάσης. Η βάση τοποθετείται σε μία ρηχή εκσκαφή 0,50m περίπου μέσα στη στρώση της τελευταίας κάλυψης, πάνω σε σκυρόδεμα καθαριότητας 5cm. Ακολουθεί σκυρόδεμα (έρμα) 15cm επάνω από την πλάκα. Η υπόλοιπη εκσκαφή επιχώνεται με αμμοχάλικο κάλυψης.
- Ιδιαίτερη σημασία προσδίδεται στην αντισκωριακή προστασία, έτσι ώστε το υλικό να διατηρεί την ακεραιότητα του σε περίοδο τουλάχιστον 20 χρόνων.
- Ο κωδικός μάρτυρα θα συμφωνείται με την αρμόδια υπηρεσία και θα φέρεται χαραγμένος στο πλευρό του σωλήνα ακριβώς κάτω από το πώμα. Πριν από την κατασκευή της γεωκάλυψης ο ιστός θα προεξέχει από το έδαφος.
- Οι μάρτυρες χωροσταθμούνται με απλές γεωδαιτικές μεθόδους (γεωμετρική χωροστάθμιση) σε τακτά χρονικά διαστήματα.
- Η συχνότητα στους μάρτυρες προτείνεται να είναι αρχικά μηνιαία, από την έναρξη των εργασιών ως την περάτωσή τους, στη συνέχεια τριμηνιαία για ένα έτος και τέλος διμηνιαία μέχρι το πέρας της επιτήρησης του έργου. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται η αξιοποίηση των αρχικών μετρήσεων για τον έλεγχο των θεμελιώσεων και των διαμορφώσεων που θα γίνουν κατά τις εργασίες διαμόρφωσης του χώρου. Οι μετρήσεις θα καταχωρούνται στη βάση δεδομένων.

## 5.10 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΧΥΤΑ

Τα έργα αποκατάστασης του υφιστάμενου ΧΥΤΑ και του νέου κυττάρου (όταν ολοκληρωθεί η λειτουργία του), αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του σχεδιασμού. Ιδιαίτερα, τα έργα αποκατάστασης του υφιστάμενου ΧΥΤΑ, σε συνδυασμό με τα έργα διαχείρισης βιοαερίου κρίνονται απαραίτητα για την ασφάλεια του συνολικού σχεδιασμού και την καλή λειτουργία του έργου. Η τελική κάλυψη που προτείνεται περιλαμβάνει έναν σχεδιασμό πολλαπλών στοιβάδων, που αποτελείται από στρώσεις που αναλύονται στη συνέχεια.

### 5.10.1 Αποκατάσταση Υφιστάμενου Κυττάρου

Το σύστημα αποκατάστασης του υφιστάμενου κυττάρου θα αποτελείται από επτά (7) στρώσεις, συνολικού πάχους 2,10m στη στέψη του, οκτώ (8) στρώσεις συνολικού πάχους 37cm στο δυτικό πραινές του και έξι (6) στρώσεις συνολικού πάχους 37cm στα υπόλοιπα

πρανή του (βόρειο – ανατολικό – νότιο). Μετά τις εργασίες απόθεσης και εξομάλυνσης του αναγλύφου που θα προκύψει, θα ακολουθήσει η τελική διαμόρφωση και αποκατάσταση του τελικού αναγλύφου του χώρου.

Οι επενδύσεις των πρανών δε θα πραγματοποιηθούν με τα ίδια υλικά των στρώσεων της στέψης, αλλά με ισοδύναμα, που είναι όμως λεπτότερα σε πάχος, καθώς τα υφιστάμενα πρανή έχει κλίσεις σημαντικά μεγαλύτερες από 1:3 και η επιβάρυνσή τους με παχείς στρώσεις μεγάλου βάρους εγκυμονούν κινδύνους για την ευστάθειά τους.

Για την επένδυση του δυτικού πρανού (ανάμεσα σε αυτό και στα πρανή της απορριμματικής μάζας του συμπληρωματικού κυττάρου θα διαμορφωθεί το ενδιάμεσο κύτταρο) επιλέγεται η τοποθέτηση των κάτωθι στρώσεων (από κάτω προς τα πάνω):

- Εξομαλυντική στρώση από γεωκυψέλες, πάχους 30cm
- Γεωσυνθετικό φύλλο συλλογής βιοαερίου, πάχους 6mm
- Γεωσυνθετικός γεωλογικός φραγμός (GCL), πάχους 6mm
- Συνθετική γεωμεμβράνη HDPE, πάχους 2mm
- Γεωύφασμα προστασίας, βάρους 200gr/m<sup>2</sup>
- Γεωσυνθετικό αποστράγγισης, πάχους 6mm
- Γεωύφασμα προστασίας βάρους 200gr/m<sup>2</sup>
- Πλέγμα προστασίας

Για την επένδυση των υπολοίπων πρανών, επιλέγεται η εξής λύση:

- Τοποθέτηση Εξομαλυντικής στρώσης από γεωκυψέλες, πάχους 30cm
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού φύλλου συλλογής βιοαερίου, πάχους 6mm
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού γεωλογικού φραγμού (GCL), πάχους 6mm
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού αποστράγγισης, πάχους 6mm
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος προστασίας, βάρους 200gr/m<sup>2</sup>
- Πλέγμα προστασίας

Για την επένδυση της στέψης επιλέγεται η τοποθέτηση των κάτωθι:

- Τοποθέτηση Εξομαλυντικής στρώσης από γεωκυψέλες, πάχους 30cm
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος διαχωρισμού βάρους 200gr/m<sup>2</sup>
- Τοποθέτηση στρώσης συλλογής βιοαερίου από χαλίκι, πάχους 30cm ή ισοδύναμου γεωσυνθετικού υλικού
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού γεωλογικού φραγμού (GCL), πάχους 6mm
- Τοποθέτηση χαλικώδους στρώσης αποστράγγισης, πάχους 50mm ή ισοδύναμου γεωσυνθετικού υλικού
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος διαχωρισμού βάρους 200gr/m<sup>2</sup>
- Τοποθέτηση στρώσης φυτοχώματος, πάχους 1,00 m

Αναφορικά με τα επιμέρους χαρακτηριστικά των ως άνω προτεινόμενων στρώσεων ισχύουν τα κάτωθι:

- Οι **προτεινόμενες γεωκυψέλες** θα έχουν διαστάσεις πλευράς 30cm και ύψους 30cm, και θα μορφώνονται από λωρίδες πολυαιθυλενίου ελαχίστου πάχους 1,0 mm
- Το προτεινόμενο **γεωσυνθετικό φύλλο συλλογής βιοαερίου** θα έχει τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- Πάχος  $\geq 6,0\text{mm}$  (EN ISO 9863)
- Βάρος  $\geq 465\text{gr/m}^2$  (EN ISO 9864)
- Αντοχή σε διάτρηση  $\geq 0,98\text{kN}$  (EN ISO 12236)
- Αντοχή σε χρονική γήρανση  $\geq 50$  έτη
- Υδραυλική αποστραγγιστική ικανότητα (παράλληλα στο πρανές):
  - Υπό κλίση 0,1 και υπό τάση  $100\text{kPa} \geq 2,64 \times 10^{-4} \text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)
  - Υπό κλίση 1 και υπό τάση  $20\text{kPa} \geq 9,61 \times 10^{-4} \text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)
  - Υπό κλίση 1 και υπό τάση  $100\text{kPa} \geq 9,00 \times 10^{-4} \text{ m/sec}^2$  (EN ISO 12958)
- Ο προτεινόμενος **γεωσυνθετικός γεωλογικός φραγμός (GCL)** θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές που αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.2.2 του παρόντος.
- Το **γεωύφασμα προστασίας** θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές που αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.2.2 του παρόντος.
- Το **γεωσυνθετικό αποστράγγισης** θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές που αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.2.2 του παρόντος.
- Η **στρώση συλλογής βιοαερίου από χαλίκι** θα αποτελείται από καθαρό χαλίκι διαστάσεων 16/32, χωρίς οργανικές ουσίες, με πορώδες περίπου 40% και μέσο ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου 20% κ.β. Το ποσοστό του υλικού του οποίου η σχέση μήκους:πάχους είναι  $> 3:1$  δεν θα ξεπερνά το 20% κ.β. Η διαπερατότητα της στρώσης θα είναι της τάξης του  $1 \times 10^{-2}$  έως  $1 \times 10^{-3} \text{ m/sec}$  (εκτελέση επαρκούς πλήθους δοκιμών διαπερατότητας προς περαιτέρω έλεγχο).
- Αντίστοιχα, η **χαλικώδης στρώση αποστράγγισης** θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές που αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.2.2 του παρόντος.
- Τέλος, το **φυτόχωμα** θα είναι εδαφικό υλικό συνολικού ύψους της τάξης του 1,00m, αποτελούμενο από εδαφικό υλικό κορυφής (φυτόχωμα) ή/και κατάλληλο εδαφικό υλικό πλήρωσης. Η στρώση φυτοχώματος θα έχει πάχος της τάξης του 0,30m. Αντί φυτοχώματος δύναται να χρησιμοποιηθεί εμπλουτισμένο με οργανοχουμικά υλικά (πριονίδια, φύλλα, compost κλπ), ώστε να εξασφαλίζει την καλή βιολογική δραστηριότητα.

#### 5.10.2 Αποκατάσταση του Κατά Παράβαση Κυττάρου

Το σύστημα αποκατάστασης του κατά παράβαση κυττάρου θα αποτελείται από επτά (7) στρώσεις, συνολικού πάχους 2,10m στην στέψη του και έξι (6) στρώσεις συνολικού πάχους 37cm στα πρανή του. Οι κλίσεις των πρανών της κάθε στρώσης θα ακολουθούν τις κλίσεις πρανών του υφιστάμενου απορριμματικού αναγλύφου. Μετά τις εργασίες απόθεσης και εξομάλυνσης του ανάγλυφου που θα προκύψει θα ακολουθήσει η τελική διαμόρφωση και αποκατάσταση του τελικού ανάγλυφου του χώρου.

Οι επενδύσεις των πρανών δεν θα πραγματοποιηθούν με τα ίδια υλικά των στρώσεων της στέψης αλλά με ισοδύναμα, που είναι όμως λεπτότερα σε πάχος, καθώς τα υφιστάμενα

πρανή έχουν κλίσεις σημαντικά μεγαλύτερες από 1:3 και επιβάρυνσή τους με παχιές στρώσεις μεγάλου βάρους εγκυμονούν κινδύνους για την ευστάθειά τους.

Για επένδυση των πρανών επιλέγεται η εξής λύση (με φορά από κάτω προς τα πάνω):

- Τοποθέτηση Εξομαλυντικής στρώσης από γεωκυψέλες πάχους 30cm.
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού φύλλου συλλογής βιοαερίου, πάχους 6,0mm.
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού γεωλογικού φραγμού (GCL), πάχους 6mm.
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού αποστράγγισης, πάχους 6mm.
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος προστασίας βάρους 200gr/m<sup>2</sup>

Για επένδυση της στέψης επιλέγεται η κάτωθι λύση (με φορά από κάτω προς τα πάνω):

- Τοποθέτηση Εξομαλυντικής στρώσης από γεωκυψέλες πάχους 30cm.
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος διαχωρισμού βάρους 200gr/m<sup>2</sup>
- Τοποθέτηση στρώσης συλλογής βιοαερίου από χαλίκι, πάχους 30cm ή ισοδύναμου γεωσυνθετικού υλικού.
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικού γεωλογικού φραγμού (GCL), πάχους 6mm.
- Τοποθέτηση χαλικώδους στρώσης αποστράγγισης, πάχους 50mm ή ισοδύναμου γεωσυνθετικού υλικού.
- Τοποθέτηση γεωυφάσματος διαχωρισμού βάρους 200gr/m<sup>2</sup>
- Τοποθέτηση στρώσης φυτοχώματος, πάχους 1,00m.

Τα υλικά που θα τοποθετηθούν πρέπει να ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές που τέθηκαν σε προηγούμενα υποκεφάλαια (5.2.2 και 5.10.1).

#### **5.11. Υλικά επί τόπου**

Για τις εργασίες που περιγράφονται στο παρόν κεφάλαιο, δύναται να χρησιμοποιούνται τα υλικά επί τόπου όπως αυτά αποτυπώνονται στον πίνακά του Παραρτήματος Ι και τα οποία προέκυψαν από τη σύμβαση ανάθεσης του έργου με τίτλο «Επέκταση ΧΥΤΑ Κασσάνδρας» βάσει της με υπ' αριθμ. 436/2013 απόφασης κατακύρωσης (ΑΔΑ: ΒΛΛ9ΩΕΘ-Ν3Μ) της Οικονομικής Επιτροπής του Δήμου Κασσάνδρας και η οποία διαλύθηκε με την υπ' αριθμό 114/19-04-2018 (ΟΡΘΗ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ως προς το θέμα της ΗΔ) (ΑΔΑ: 7ΧΚΡΩΕΘ-ΙΑ8) απόφαση του Δ.Σ. του Δήμου Κασσάνδρας. Τα υλικά αυτά παραδόθηκαν από τον ανάδοχο της προαναφερθείσας σύμβασης στον Κύριο του Έργου, βρίσκονται αποθηκευμένα και φυλασσόμενα επί τόπου του έργου και ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές που τέθηκαν σε προηγούμενα υποκεφάλαια της παρούσας τεχνικής περιγραφής.



## 6 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

(Σε κάθε περίπτωση οι υποψήφιοι Ανάδοχοι θα πρέπει να λάβουν γνώση οι ίδιοι για την κατάσταση των επί τόπου υλικών και σε περίπτωση προσφοράς τους να αποδεχθούν τη χρήση των κάτωθι υλικών εγγράφως.)

<b>Υλικά επί τόπου του έργου προς αξιοποίηση από τον υποψήφιο Ανάδοχο</b>	<b>Ποσότητα</b>
Γεωσυνθετική αποστραγγιστική στρώση	9.000 m <sup>2</sup>
Μεμβράνες πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας	16.000 m <sup>2</sup>
Γεωύφασμα προστασίας βάρους 400gr/m <sup>2</sup>	16.000 m <sup>2</sup>
Γεωσυνθετικός φραγμός από μπετονίτη (GCL)	9.000 m <sup>2</sup>
Υποβρύχια αντλία ανύψωσης στραγγιδίων ανοξείδωτη(AISI 316), παροχής 10m <sup>3</sup> /h στα 15m, ισχύος 1,8kW	2 τμχ
Φλοτεροδιακόπτης λυμάτων	2 τμχ
Φλοτεροδιακόπτης λυμάτων και alarm	1 τμχ
Αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα ισχύος 0,37kW, που διαθέτει ανοξείδωτο τύμπανο με οπές διαμέτρου 3mm, μετά του υδραυλικού εξοπλισμού	1 τμχ
Υποβρύχιος αναδευτήρας λυμάτων, βραδύστροφος (rpm<1500) ανοξείδωτος (AISI 316), ισχύος 3.4kW με σύστημα στήριξης AISI 316 και ανέλκυσης AISI304	2 τμχ
Δοσομετρική αντλία ρύθμισης pH (INVERTER) ισχύος 0,37kW, παροχής από 0-10λ/ώρα με δεξαμενή αποθήκευσης διαλύματος 0,50m <sup>3</sup> , μετά του υδραυλικού εξοπλισμού	1 τμχ
Ηλεκτρόδο κατώτατης στάθμης	2 τμχ
Δοσομετρική αντλία τροφικών (INVERTER) ισχύος 0,37kW, παροχής από 0-10λ/ώρα με δεξαμενή αποθήκευσης διαλύματος 0,50m <sup>3</sup> , μετά του υδραυλικού εξοπλισμού	1 τμχ
Φυσητήρας αερισμού διαχυτών κύριος, παροχής 600Nm <sup>3</sup> /h στα 700mbar, ισχύος 18,50kW, μετά του δικτύου σωληνώσεων με ηχομονωτική καμπίνα	2 τμχ
Υποβρύχιο σύστημα διάχυσης αέρα, με 60 διαχύτες λεπτής φυσαλίδας, διαμέτρου 12", μεμβράνη από EPDM επικαλυμένο με PTFE, σωληνώσεις uPVC Φ110, συνδέσμους τύπου σέλας για την τοποθέτηση των διαχυτών στον σωλήνα, ανοξείδωτα στηρίγματα σωληνώσεων, δικλείδα για διακοπή και ρύθμιση αέρα καθώς και σύστημα αφαίρεσης νερού (purge system)	2 τμχ
Φυσητήρας αερισμού MBR κύριος, παροχής 150Nm <sup>3</sup> /h στα 400mbar, ισχύος 4kW, μετά του δικτύου σωληνώσεων με ηχομονωτική καμπίνα	2 τμχ

Υλικά επί τόπου του έργου προς αξιοποίηση από τον υποψήφιο Ανάδοχο	Ποσότητα
Εμβαπτιζόμενο σύστημα μεμβρανών διήθησης (μικροφίλτρασης), με εμβαδόν επιφάνειας μεμβράνης $\geq 150\text{m}^2$ , τοποθετημένες μέσα σε μεταλλικό πλαίσιο, πλήρως ανοξείδωτο (AISI 316), με δυνατότητα επεξεργασίας $28\text{m}^3$ την ημέρα και flux σχεδιασμού $\geq 0.20\text{m}^3/\text{m}^2/\text{ημέρα}$	1 τμχ
Ξηρού τύπου αντλία αυτομάτου αναρροφήσεως MBR κύρια, ανοξείδωτη (AISI 304) παροχής $1,5\text{m}^3/\text{h}$ στα 7m, ισχύος 0,75kW.	2 τμχ
Υποβρύχια Αντλία ανακυκλοφορίας ανοξείδωτη (AISI 316) παροχής $56\text{m}^3/\text{h}$ στα 7m, ισχύος 2kW.	2 τμχ
Υποβρύχια Αντλία περίσσειας ιλύος, ανοξείδωτη (AISI 316) παροχής $15\text{m}^3/\text{h}$ στα 10m, ισχύος 1,5kW.	2 τμχ
Υποβρύχια Αντλία διάθεσης επεξεργασμένων κύρια, ανοξείδωτη (AISI 304) παροχής $5\text{m}^3/\text{h}$ στα 40m, ισχύος 1,1kW.	2 τμχ
Ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο κατάλληλο για διαβρωτικά υλικά	1 τμχ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ  
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2022

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΕΛΕΝΗ ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ  
Διπλ. ΑΓΡΟΝΟΜΟΣ ΚΑΙ  
ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ, MSc

ΕΛΕΝΗ ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ  
Διπλ. ΑΓΡΟΝΟΜΟΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ  
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ, MSc

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΤΑΤΣΗ  
Δρ. ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Α΄  
ΒΑΘΜΟΥ