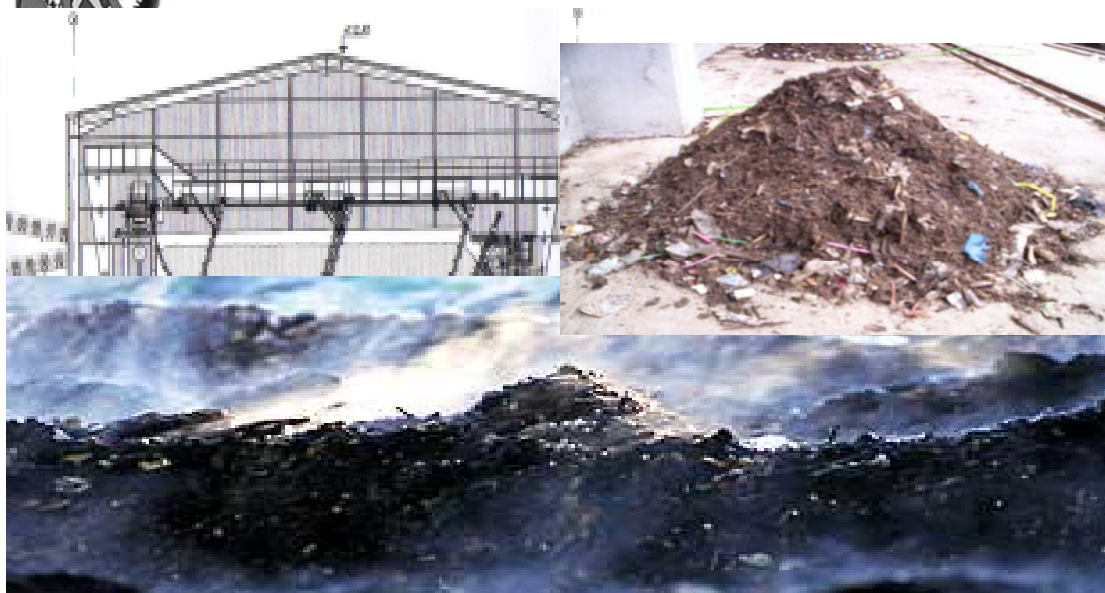




**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΞΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ
ΑΠΟΒΑΛΤΩΝ**



**ΣΥΝ-ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΙΛΥΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ
& ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ
ΡΥΠΩΝ LAS, NRE & PAHS ΣΤΗΝ ΧΩΝΕΥΜΕΝΗ ΙΛΥ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
© ΤΣΑΚΩΝΑ ΜΑΡΙΑ**

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Περιβαλλοντική & Υγειονομική Μηχανική»

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΓΙΑΔΑΡΑΚΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ**

ΧΑΝΙΑ, 2007

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αποτελεί προϊόν μελέτης ενός σημαντικού προβλήματος που ανέκυψε στην τοπική κοινωνία των Χανίων. Το «Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων» του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, του Πολυτεχνείου Κρήτης κλήθηκε να δώσει λύση στο πρόβλημα διάθεσης της παραγόμενης ιλύος, του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων. Ένα μέρος της μελέτης αφορά στον έλεγχο της δυνατότητας συν-κομποστοποίησης της ιλύος που διαχειρίζεται η Δ.Ε.Υ.Α. Χανίων με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων, που διαχειρίζεται η Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α. Χανίων. Πάνω σε αυτό τον προβληματισμό στηρίζεται το περιεχόμενο αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής που φέρει τον τίτλο «Συν-κομποστοποίηση Ιλύος Αστικών Λυμάτων & Μελέτη της Συμπεριφοράς των Οργανικών Ρύπων LAS, NPE & PAHs στην Χωνευμένη Ιλύ».

Όπως μπορεί κανείς να διαπιστώσει η εν λόγω εργασία φέρει πέρα του μελετητικού ενδιαφέροντος, για έναν δημόσιο φορέα και ερευνητικό ενδιαφέρον, για την επιστημονική κοινότητα. Η μελέτη της συμπεριφοράς των οργανικών ρύπων LAS, NPE & PAHs αποτελεί το κομμάτι εκείνο που αφορά κυρίως την ακαδημαϊκή κοινότητα.

Συγκεκριμένα η διατριβή χωρίζεται σε τρία κύρια μέρη όπου κάθε ένα ασχολείται με ένα συγκεκριμένο κομμάτι της μελέτης. Το μέρος Α, που φέρει τον τίτλο «Εισαγωγή στη Συν-κομποστοποίηση Ιλύος Αστικών Λυμάτων», αφορά τη θεωρητική προσέγγιση της συν-κομποστοποίησης. Εδώ δίνονται αναφορές σχετικά με την υπάρχουσα κατάσταση διάθεσης της ιλύος βιολογικών καθαρισμών και των προβλημάτων που έχουν προκύψει. Επιπλέον, παρέχονται θεωρητικά στοιχεία σχετικά με την κομποστοποίηση και τις ιλύς αστικών λυμάτων.

Στο μέρος Β, που φέρει τον τίτλο «Μελέτη Δυνατότητας Συν-κομποστοποίησης Ιλύος (Περιοχή Χανίων)», ελέγχονται οι προϋποθέσεις επεξεργασίας της ιλύος με τη μέθοδο της συν-κομποστοποίησης για την περίπτωση της περιοχής των Χανίων.

Το τελευταίο μέρος, το μέρος Γ, που φέρει τον τίτλο «Συμπεριφορά των Οργανικών Ρύπων LAS, NPE & PAHs-Πειραματικό Μέρος», αποτελεί το καθαρά πειραματικό κομμάτι της διατριβής όπου ελέγχεται η συμπεριφορά συγκεκριμένων ρύπων κάτω από διαφορετικές πειραματικές συνθήκες. Σε αυτό το κομμάτι δίνονται τα εργαστηριακά αποτελέσματα αλλά και συγκεκριμένες προτάσεις για την ασφαλή και αποδοτική εφαρμογή της συν-κομποστοποίησης.

Τελικά από τα αποτελέσματα της εργασίας προκύπτει ότι, η εφαρμογή της επεξεργασίας και διάθεσης της ιλύος αστικών λυμάτων με τη μέθοδο της συν-κομποστοποίησης μαζί με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων μπορεί να είναι υλοποιήσιμη. Κατά αυτό τον τρόπο μπορεί να δοθεί λύση στο πρόβλημα διάθεσης της ιλύος του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων και να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία της κομποστοποίησης. Ωστόσο η μετάβαση εφαρμογής της μεθόδου από την εργαστηριακή κλίμακα στην πραγματική πρέπει να πραγματοποιηθεί με ιδιαίτερη προσοχή και επιφύλαξη, καθώς ίσως να παρατηρηθούν διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματα.

ABSTRACT

The current master thesis has been compiled due to an essential issue that has arisen at the area of Chania, in Greece. The “Laboratory of Treatment of Toxic and Hazardous Waste” of the Department of Environmental Engineers, of the Technical University of Crete was authorized to come up with an acceptable solution on the treatment and disposal of the sewage sludge, which is produced in the town’s Waste Water Treatment Plant. Part of the investigation was to examine the potential of applying the method of co-composting sludge, along with the organic matter of the solid municipal waste. The content of my thesis, which is entitled “Co-composting of Sewage Sludge Along With the Organic Matter of Solid Municipal Waste and Study of the Behavior of the Organic Pollutants LAS, NPE and PAHs in the Mass of Anaerobic Digested Sludge”, is based on the conduct of this investigation.

The thesis is interesting not only because it is dealing with a major environmental problem, but also because of its scientific interest which is based on the examination of the organic pollutants LAS, NPE and PAHs under different conditions.

Distinctly, the thesis is divided into three parts, each of which deals with a different issue of the study. Particularly, part A, which is entitled “Introduction to Co-composting of Sewage Sludge”, is the theoretical approach of the study. This part provides information on the current problem of treatment of sewage sludge. Moreover, an overview of the procedure of composting and the types of sewage sludge, are presented.

Part B, which is entitled “Study of the Potential of Applying Co-composting at the Area of Chania”, includes the conditions under which co-composting can be efficient for the area of Chania.

The last part, part C, which is entitled “Behavior of the Organic Pollutants LAS, NPE and PAHs – Experimental Part”, is the experimental part of the thesis. This part presents the experimental results of the study on the behavior of the organic pollutants LAS, NPE and PAHs under different experimental conditions. Furthermore, proposals on applying co-composting are provided.

In conclusion it can be stated that co-composting is an interesting method to treat sewage sludge and according to the results, of the third part of the thesis, it can be proposed as an environmentally acceptable solution for the area of Chania. However, we must be skeptic when it comes to apply such a procedure on real scale projects

where there is a great possibility to deviate from the results of a laboratory scale thesis.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ Α

Εισαγωγή στη Συν-κομποστοποίηση Ιλύος Αστικών Λυμάτων

1. ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	10
1.1 ΕΛΛΑΔΑ	10
1.2 ΕΥΡΩΠΗ	12
1.3 ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	13
1.3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	14
1.3.2 ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ	15
1.4 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΙΛΥΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	17
1.4.1 ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	17
1.4.2 ΟΡΓΑΝΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	19
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	22
2.1 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	22
2.1.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	22
2.1.2 ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ Ύλης	28
2.1.3 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤ	30
2.2 ΙΛΥΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	30
2.2.1 ΕΙΔΗ ΙΛΥΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	30
2.2.2 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	32
2.3 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ ΣΤΗΝ ΙΛΥ ΚΑΙ ΣΤΟ ΚΟΜΠΟΣΤ [TECHNICAL OFFICE FOR AGRICULTURE ET AL., 2004]	38
2.3.1 ΑΝΟΡΓΑΝΟΙ ΡΥΠΟΙ (ΔΥΝΗΤΙΚΑ ΤΟΞΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ)	38
2.3.2 ΟΡΓΑΝΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	42
2.3.2-1 Βιοαποδόμηση Οργανικών Ρύπων Κατά τη Διεργασία της Κομποστοποίησης [Technical Office for Agriculture et al., 2004]	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (1)	50

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ (1)	53
-----------------------	-----------

ΜΕΡΟΣ Β

Μελέτη Δυνατότητας Συν-Κομποστοποίησης Ιλύος (Περιοχή Χανίων)

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ	56
--	-----------

1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	56
--	-----------

1.1.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	59
---	----

1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	64
---	-----------

1.2.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ Α, Β & Γ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [ΣΤΟΙΧΕΙΑ ENVITEC Α.Ε.]	68
---	----

2. ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ	74
---	-----------

2.1 ΣΥΜΜΕΙΚΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	74
----------------------------------	-----------

2.1.1 ΣΥΝΘΕΣΗ	74
---------------	----

2.1.2 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	86
---------------------------------------	----

2.1.3 ΆΛΛΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ	90
--	----

2.1.4 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΣΥΜΜΕΙΚΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΕΙΣΟΔΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ)	91
--	----

2.2 ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΚΛΑΣΜΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	92
---	-----------

2.2.1 ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ	92
----------------------------	----

2.3 ΙΛΥΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	97
---------------------------------	-----------

2.3.1 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΛΥΟΣ	97
---------------------------------	----

2.3.2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΙΛΥΟΣ	98
-------------------------------------	----

3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΝ-ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	103
--	------------

3.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΠΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ – ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (ΚΥΑ 114218/97)	104
--	------------

3.2 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ (ΟΔΗΓΙΑ 86/278/ΕΕ, ΚΥΑ 80568/4225/91)	106
--	------------

3.2.1 ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	106
---------------------	-----

3.2.2 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	107
3.2.3 ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	108
3.2.4 ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	109
3.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΑΛΤΩΝ (2^ο DRAFT “BIOLOGICAL TREATMENT OF BIOWASTE” ΤΗΣ 12^{ΗΣ} ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2001 ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ)	110
3.3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ 2 ^{ΟΥ} DRAFT	111
3.3.2 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΈΓΚΡΙΣΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ	111
3.3.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	112
3.3.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ	112
3.3.5 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	113
3.3.6 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΟ ΈΔΑΦΟΣ	114
3.3.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 2 ^{ΟΥ} DRAFT	115
3.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (ΚΥΑ 5673/400/97)	115
3.5 ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝ-ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΜΕ ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	116
3.6 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ-ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΩΠΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	117
3.7 ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤ	118
<u>4. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ–ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ</u>	<u>119</u>
4.1 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	119
4.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΒΑΣΗ ΤΗΣ ΚΕΙΜΕΝΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ	123
4.3 ΕΠΑΝΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	126
4.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ	127
4.5 ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	129
4.6 ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΜΕΤΩΠΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ	133
<u>5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</u>	<u>136</u>
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (2)</u>	<u>140</u>
<u>ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ (2)</u>	<u>141</u>

ΜΕΡΟΣ Γ

Συμπεριφορά των Οργανικών Ρύπων LAS, NPE & PAHs

Πειραματικό Μέρος

1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	144
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	144
1.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	145
1.3 ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	149
2. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	150
2.1 ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	150
2.2 ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ	150
2.3 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ	151
2.4 ΜΕΣΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	153
2.4.1 ΜΕΣΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	154
2.4.2 ΜΕΣΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	156
2.4.3 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΜΕΣΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	156
2.5 ΜΕΘΟΔΟΣ/ΣΗΜΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	156
2.5.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	156
2.5.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΥΓΡΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	161
2.5.3 ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	164
2.6 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	164
2.7 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	165
2.8 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	165
3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	168
3.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	168
3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	169
3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ	169
3.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΆΝΘΡΑΚΑ	170
3.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ pH	170

3.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ (LAS, NPE & PAHS)	171
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	173
4.1 ΣΩΡΟΣ SDN	173
4.1.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	173
4.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ pH	176
4.1.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	177
4.1.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΆΝΘΡΑΚΑ	178
4.1.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ LAS	179
4.1.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ NPE	180
4.1.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ PAHS	181
4.2 ΣΩΡΟΣ SDA	184
4.2.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	184
4.2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ pH	186
4.2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	188
4.2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΆΝΘΡΑΚΑ	189
4.2.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ LAS	190
4.2.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ NPE	195
4.2.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ PAHS	197
4.3 ΣΩΡΟΙ SCA & SCB	200
4.3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	200
4.3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ pH	203
4.3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	205
4.3.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ-ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΆΝΘΡΑΚΑ	207
4.3.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ C/N	209
4.3.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ LAS	210
4.3.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ NPE	212
4.3.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ PAHS	212
4.4 ΥΓΡΑ ΛΥΜΑΤΑ	214
5. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	219
5.1 ΣΩΡΟΣ SDN	219
5.2 ΣΩΡΟΣ SDA	222
5.3 ΣΩΡΟΙ SCA & SCB	222

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ **225**

6.1 ΧΩΝΕΥΜΕΝΗ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗ ΙΛΥΣ **225**

6.2 ΣΥΝ-ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΙΛΥΟΣ **228**

6.3 ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ **230**

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ **232**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (3) **236**

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ (3) **236**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι **237**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ **244**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ **255**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV **258**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V **262**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI **293**

ΜΕΡΟΣ Α

Εισαγωγή στη Συν-κομποστοποίηση Ιλύος Αστικών Λυμάτων

Το Μέρος Α της παρούσης μεταπτυχιακής διατριβής αποτελεί μια εισαγωγή στην κομποστοποίηση της ιλύος αστικών λυμάτων. Συγκεκριμένα, στην Ενότητα 1 παρουσιάζεται η σημερινή κατάσταση διάθεσης και επεξεργασίας της ιλύος στην Ελλάδα και την Ευρώπη. Επιπλέον, στην ίδια ενότητα παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τις συγκεντρώσεις ρύπων που έχουν εντοπιστεί στην παραγόμενη ιλύ.

Στη συνέχεια στην Ενότητα 2, περιγράφεται η διεργασία της κομποστοποίησης, οι παράγοντες που την επηρεάζουν, και οι δυνατοί τρόποι διάθεσης του παραγόμενου, από τη διεργασία της κομποστοποίησης, κομπόστ. Δίδονται τα διάφορα είδη ιλύος αστικών λυμάτων και οι διαφορετικοί τρόποι επεξεργασίας και διάθεσης της ιλύος.

Τέλος στην Ενότητα 3 περιγράφονται οι ρύποι που έχουν εντοπιστεί στη μάζα της ιλύος και του παραγόμενου κομπόστ και ελέγχεται η βιοαποδομησιμότητά τους.

1. ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η επεξεργασία των αστικών λυμάτων σε μονάδες καθαρισμού λυμάτων, ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, οδήγησε στην παραγωγή ιλύος, που αποτελεί παραπροϊόν της διεργασίας. Κατ' αυτό τον τρόπο το πρόβλημα της επεξεργασίας των υγρών λυμάτων μετατοπίστηκε στην εξεύρεση αποδεκτού τρόπου διάθεσης της παραγόμενης ιλύος που, πέρα της υψηλής συγκέντρωσής της σε οργανικά και θρεπτικά συστατικά, επιβαρύνθηκε από ποικίλους ρύπους όπως βαρέα μέταλλα, οργανικούς ρύπους και παθογόνους παράγοντες (Environment Agency et al., 2001). Η επεξεργασία και διάθεσή της αποτέλεσε και αποτελεί αντικείμενο, άμεσου ενδιαφέροντος τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες χώρες της Ευρώπης.

1.1 Ελλάδα

Στον Ελλαδικό χώρο λειτουργεί ένας μεγάλος αριθμός μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων, ενώ σε ελάχιστες από αυτές η επεξεργασία και διάθεση της παραγόμενης ιλύος πραγματοποιείται κάτω από αποδεκτά περιβαλλοντικούς όρους. Συνήθης πρακτική που αφορά το 98.5 % της παραγόμενης ιλύος είναι η διάθεσή της σε χώρους ελεγχόμενης ή μη υγειονομικής ταφής, ενώ το υπόλοιπο 1.5% διατίθεται ως λίπασμα στη γεωργία.

Παρακάτω αναφέρονται οι πρακτικές επεξεργασίας και διάθεσης της ιλύος αστικών λυμάτων που εφαρμόζονται στην Αττική, στην Καλαμάτα, στο Ρέθυμνο και στα Χανιά.

Αττική: Στη περιοχή της Αττικής η επεξεργασία των λυμάτων της πρωτεύουσας πραγματοποιείται στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων στο νησάκι της Ψυττάλειας. Η συγκεκριμένη διεργασία οδηγεί στην παραγωγή 500-600 τόνων ιλύος ημερησίως, που αρχικά διατίθεντο στον Χ.Υ.Τ.Α των Άνω Λιοσίων. Η διάθεση της ιλύος στον Χ.Υ.Τ.Α θεωρήθηκε υπεύθυνη για την κατολίσθηση των πρανών του Χ.Υ.Τ.Α που πραγματοποιήθηκε το Μάρτιο του 2003. Για τον λόγο αυτό διακόπηκε η μεταφορά της ιλύος στον Χ.Υ.Τ.Α και ξεκίνησε η αποθήκευσή της στη Ψυτάλλεια. Στη συνέχεια επιλέχθηκε η εδαφοποίηση της ιλύος στον ΧΥΤΑ Άνω Λιοσίων η οποία ξεκίνησε πιλοτικά στα τέλη της άνοιξης (2005) και διεκόπη τον Σεπτέμβριο του 2005

μετά από επεμβάσεις των τοπικών φορέων. Τον Ιανουάριο του 2006 αποφασίσθηκε η μεταφορά της ιλύος σε χώρα της Βόρεια Ευρώπης. Εντωμεταξύ αναμένεται η κατασκευή και λειτουργία εργοστασίου ξήρανσης της ιλύος στην Ψυτάλλεια (2007) η οποία έχει σχεδιαστεί να δέχεται 800 τόνους ιλύος ημερησίως (<http://news.kathemerini.gr>).

Καλαμάτα: Στην περιοχή της Καλαμάτας η παραγόμενη ιλύς διαστρώνεται μέσα στην περιοχή της μονάδας του Βιολογικού Καθαρισμού Αστικών Λυμάτων για την απομάκρυνση της υγρασίας με φυσική ξήρανση (σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα) και εν' συνεχεία χρησιμοποιείται ως έχει στη γεωργία.

Ρέθυμνο: Στην εν' λόγω μονάδα η παραγόμενη ιλύς επεξεργάζεται με την προσθήκη CaO (ξηρή άσβεστο) για τη μείωση της περιεχόμενης υγρασίας και του μικροβιακού περιεχομένου της. Στη συνέχεια διατίθεται σε χωματερή του Νομού Ρεθύμνου.

Συγκεκριμένα, η εξερχόμενη από τις φιλτρόπρεσες ιλύς οδηγείται μαζί με ξηρή άσβεστο (CaO) σε αναμίκτη, δίνοντας στην έξοδο ιλύς με περιεκτικότητα 8% κ.β. σε CaO. Στη συνέχεια η εν λόγω ιλύς διαστρώνεται στο έδαφος, σε χώρο εντός της εγκατάστασης, με πάχος περί τα 5cm το καλοκαίρι και 2cm το χειμώνα. Κατά αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται περαιτέρω ξήρανσή της με φυσικό τρόπο, σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Τελικά επιτυγχάνεται αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών της ιλύος από 15% μετά τις φιλτρόπρεσες σε περίπου 23% μετά την ανάμιξή της με ασβέστη και σε 50-60% μετά από μια εβδομάδα ξήρανσή της με φυσικό τρόπο. Στη συνέχεια η ιλύς οδηγείται προς διάθεση σε χωματερή του Νομού Ρεθύμνου (Γιδαράκος, 2005)

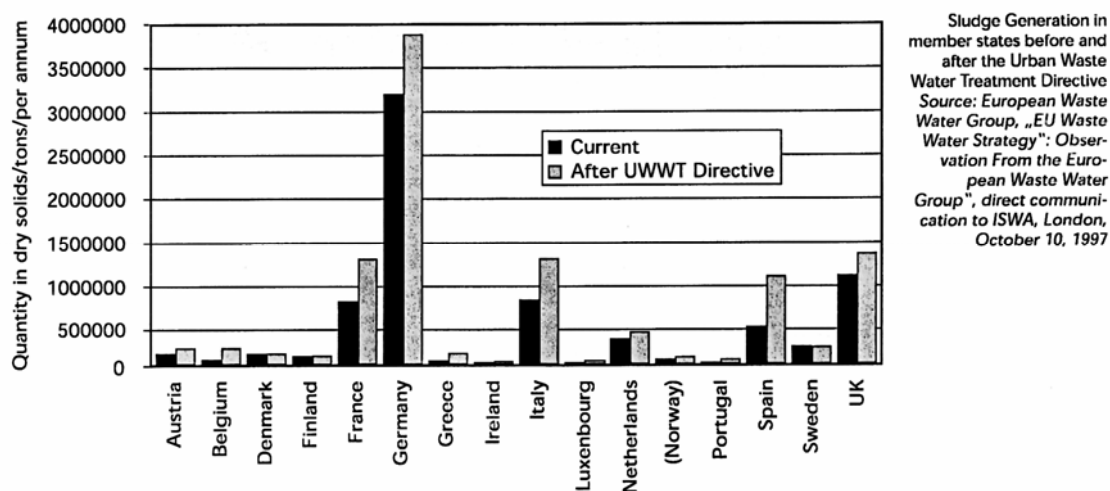
Χανιά: Στη Μονάδα Βιολογικού Καθαρισμού Λυμάτων Χανίων παράγονται καθημερινά περί τα 27m³ ιλύος που διατίθενται ανεπεξέργαστα στον Χ.Υ.Τ.Υ. της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης αστικών απορριμμάτων του Νομού Χανίων. Στην παρούσα φάση εξετάζεται από τις τοπικές αρχές η δυνατότητα συν-κομποστοποίησης της ιλύος με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων.

1.2 Ευρώπη

Το 1999 η ετήσια παραγωγή ιλύος στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανήλθε στους 6.8 εκατομμύρια τόνους, από όπου 90gr στερεών ιλύος κατά ξηρό βάρος και ανά ημέρα, αντιστοιχούν σε κάθε έναν Ευρωπαίο πολίτη (Environment Agency et al., 2001; Laturus, 2005). Η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος αυξήθηκε περαιτέρω με την εφαρμογή της Οδηγίας 91/271/EEC, για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων μέχρι το τέλος του 2005 από όλα σχεδόν τα κράτη μέλη. Σήμερα εκτιμάται ότι η εφαρμογή της εν λόγω οδηγίας οδήγησε στην παραγωγή περί των 10.7 εκατομμυρίων τόνων ιλύος ετησίως (Environment Agency et al., 2001).

Στο Διάγραμμα 1 δίνονται τα ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην ετήσια παραγωγή ιλύος. Συγκεκριμένα στον άξονα x παρουσιάζονται διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στον άξονα y δίνεται η ποσότητα της ιλύος σε τόνους ξηρών στερεών που παράγεται ετησίως σε κάθε μια από αυτές της χώρες. Από το διάγραμμα παρατηρείται ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά συμμετοχής στις παραγόμενες ποσότητες ιλύος στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζει η Γερμανία και ακολουθούν η Αγγλία, η Γαλλία και η Ιταλία. Η Ελλάδα φαίνεται να έχει χαμηλά ποσοστά συμμετοχής που αδιαμφισβήτητα έχουν αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια καθώς από το 1997, που είναι η χρονολογία αναφοράς των αποτελεσμάτων του Πίνακα 1, μέχρι τις μέρες μας έχει σχεδόν διπλασιαστεί η κατασκευή και λειτουργία μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Διάγραμμα 1: Ετήσιες παραγόμενες ποσότητες ιλύος στην Ευρωπαϊκή Ένωση [European Environment Agency et al., 2001]



Άξονας x: Χώρες της Ευρώπης

Άξονας y: Ποσότητα Ιλύος σε τόνους στερεών ανά έτος

1.3 Εφαρμοζόμενες Πρακτικές Τελικής Επεξεργασίας & Διάθεσης Ιλύος Αστικών Λυμάτων

Γενικά, το πρόβλημα της τελικής επεξεργασίας και διάθεσης της παραγόμενης ιλύος δημιουργήθηκε μετά την απαγόρευση από την Ευρωπαϊκή Ένωση της διάθεσης της παραγόμενης ιλύος σε υδάτινους αποδέκτες και την υποχρέωση εξεύρεσης αποδεκτών μεθόδων επεξεργασίας και διάθεσής της από τα κράτη μέλη. Η εν λόγω απαγόρευση για την Ελλάδα ήρθε μέσω της ΚΥΑ 5673/400/97. Βάση συγκεκριμένων δεδομένων πολλές Ευρωπαϊκές χώρες οδηγήθηκαν στη διάθεση της ιλύος σε χωματερές (50-75% των χωρών), άλλες στη διάθεση της ιλύος στη γεωργία (25-35% των χωρών), ενώ άλλες οδηγήθηκαν σε εναλλακτικές πρακτικές επεξεργασίας, όπως η καύση (Laternus, 2005).

Στην ενότητα αυτή αναφέρονται οι εφαρμοζόμενες τεχνικές τελικής επεξεργασίας και διάθεσης της ιλύος που την καθιστούν περιβαλλοντικά ασφαλή και όχι οι μέθοδοι επεξεργασίας που πραγματοποιούνται συνήθως στα όρια μιας Μ.Ε.Λ (Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων) με κύριο στόχο την αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών της ιλύος. Οι τελευταίες μέθοδοι αναπτύσσονται στην Ενότητα 2.2.2, Μέρος Α.

1.3.1 Μέθοδοι Τελικής Επεξεργασίας

Κύριες πρακτικές τελικής επεξεργασίας της ιλύος που εφαρμόζονται από διάφορα Ευρωπαϊκά Κράτη είναι η κομποστοποίηση και η καύση. Κατά καιρούς αναπτύσσονται και άλλες πρακτικές επεξεργασίας της ιλύος που έχουν βρει εφαρμογή με μικρότερη όμως απήχηση.

Κομποστοποίηση

Η μέθοδος της κομποστοποίησης της ιλύος από μονάδες βιολογικών καθαρισμών έχει βρει πολλές εφαρμογές, που όμως στις πλείστες των περιπτώσεων η συν-κομποστοποίηση της ιλύος πραγματοποιείται με φυτικά υπολείμματα και κοπριές ζώων. Οι εν λόγω εφαρμογές επικεντρώνονται στην απαλλαγή της ιλύος από παθογόνους μικροοργανισμούς και στην παρακολούθηση της περιεκτικότητας του τελικού προϊόντος σε θρεπτικά συστατικά και συγκεκριμένα βαρέα μέταλλα.

Σχετικά με τη συν-κομποστοποίηση ιλύος με αστικά απορρίμματα σχετική αναφορά υπάρχει στο διαδύκτιο για πρόγραμμα που πραγματοποιήθηκε στην πόλη Τζόνσον της πολιτείας Τέννεση των Η.Π.Α (1970). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα ξεκίνησε με σκοπό τη χρήση του παραγόμενου υλικού ως εδαφοβελτιωτικό. Ωστόσο οι σχετικές μετρήσεις και εμπειρία που αποκτήθηκαν από το συγκεκριμένο project δεν είναι διαθέσιμες (http://www.forester.net/mw_0107_history.html, 29/10/2005). Επιπλέον, το Γραφείο Περιβάλλοντος της Ευρώπης αναφέρει ότι η συν-κομποστοποίηση ως μέθοδος επεξεργασίας της ιλύος με οργανικά υλικά δύναται να συμβάλει στην βελτίωση των παραμέτρων που είναι υπεύθυνοι για την επιτυχία της διεργασίας της κομποστοποίησης και παροτρύνει τις διάφορες εφαρμογές αυτής (European Environment Agency et al., 1997).

Γενικά η συν-κομποστοποίηση της ιλύος με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων δεν είναι ιδιαίτερα δημοφιλής σε αντίθεση με τη συν-κομποστοποίηση ιλύος με «καθαρά» οργανικά υλικά (φυτικά υπολείμματα). Αυτό δε σημαίνει ότι η είσοδος της ιλύος στην κομποστοποίηση αστικών απορριμμάτων κρίνεται απαγορευτική αλλά ότι πρέπει να προσεγγιστεί με μεγαλύτερη προσοχή.

Καύση

Η καύση της ιλύος είναι μια μέθοδος που έχει εφαρμοστεί από αναπτυγμένες χώρες όπως η Δανία και η Γερμανία και που ωστόσο αποτελεί μια ιδιαίτερα ακριβή λύση λόγω των καυσίμων που απαιτούνται στη διεργασία. Για αυτό το λόγο η καύση, που συχνά συνδυάζεται με άλλες μεθόδους επεξεργασίας, αντιπροσωπεύει μόνο το 15% του συνόλου της προς διάθεση ιλύος στην Ευρώπη. Ωστόσο, η επεξεργασία της ιλύος με τη χρήση της καύσης αναμένεται να επεκταθεί, κυρίως λόγω των απαγορεύσεων που ολοένα και περισσότερο τίθενται στις δημοφιλείς μεθόδους απευθείας εφαρμογής της ιλύος στη γεωργία ή/και διάθεσή της σε χωματερές (κόστος διάθεσης και περιορισμός της ποσότητας των οργανικών που διατίθενται σε Χ.Υ.Τ.Α).

Άλλες Πρακτικές

Άλλες πρακτικές που έχουν εφαρμοστεί κατά καιρούς στην επεξεργασία της παραγόμενης ιλύος είναι η αεριοποίηση (Γερμανία), η χρήση όζοντος (Βέλγιο) κλπ. (βλ. Διάγραμμα 2), (Laturnus, 2005).

1.3.2 Τελική Διάθεση

Η τελική διάθεση της επεξεργασμένης ιλύος επηρεάζει ως ένα βαθμό την προαπαιτούμενη επεξεργασία της που αφορά κυρίως την ελάττωση του όγκου της και τον απαιτούμενο βαθμό σταθεροποίησης.

Οι ευρέως εφαρμοζόμενες πρακτικές διάθεσης της ιλύος είναι η διάθεσή της σε Χ.Υ.Τ.Α, η εφαρμογή της στη γεωργία και η χρήση της ως υλικό αποκατάστασης τοπίου.

Διάθεση σε Χ.Υ.Τ.Α

Η διάθεση της ιλύος σε χωματερές αποδείχθηκε αρχικά η πιο οικονομικά συμφέρουσα λύση. Ωστόσο, περιορισμοί που τέθηκαν αρχικά από κράτη όπως η Γερμανία, για τη μείωση των οργανικών σε χώρους ταφής απορριμμάτων και που σήμερα αποτελούν στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καταστούν έμμεσα απαγορευτική την εν λόγω πρακτική διάθεση της ιλύος. Συγκεκριμένα με βάση το άρθρο 5 της οδηγία 1999/31 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα κράτη μέλη υποχρεούνται να μειώσουν την ποσότητα των βιοδιασπάσιμων μερών των αστικών απορριμμάτων που οδηγούνται σε Χ.Υ.Τ.Α στο:

- 75% της παραγόμενης ποσότητας για το έτος 1995, μέχρι το 2006
- 50% της παραγόμενης ποσότητας για το έτος 1995, μέχρι το 2009
- 35% της παραγόμενης ποσότητας για το έτος 1995, μέχρι το 2016

Επιπλέον, η διάθεση της ιλύος χωρίς προηγούμενη επεξεργασία δημιουργεί πρόβλημα στις καθημερινές εργασίες σε ένα Χ.Υ.Τ.Α όπως είναι η συμπίεση των απορριμμάτων με κομπάκτορα. Στην περίπτωση αυτή η ιλύς δημιουργεί με το σκουπίδι μια μάζα που μπορεί να μπλοκάρει τους τροχούς του κομπάκτορα και να τον ακινητοποιήσει μέσα στον Χ.Υ.Τ.Α. Πέρα όμως από τις καθημερινές δυσλειτουργίες, η ιλύς μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για μελλοντικές κατολισθήσεις και καθιζήσεις μέσα στον Χ.Υ.Τ.Α.

Εφαρμογή στη Γεωργία

Η εφαρμογή της παραγόμενης ιλύος στη γεωργία, κάτω από προϋποθέσεις που θέτει η Ευρωπαϊκή νομοθεσία, είναι η κύρια πρακτική διάθεσης που ακολουθούν τα περισσότερα Ευρωπαϊκά κράτη. Η εφαρμογή της ιλύος στη γεωργία πραγματοποιείται είτε απευθείας, είτε ύστερα από κομποστοποίηση της ιλύος με φυτικά υπολείμματα ώστε να αποκτήσει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά, που την καταστούν ένα άριστο εδαφοβελτιωτικό υλικό (Laturnus, 2005).

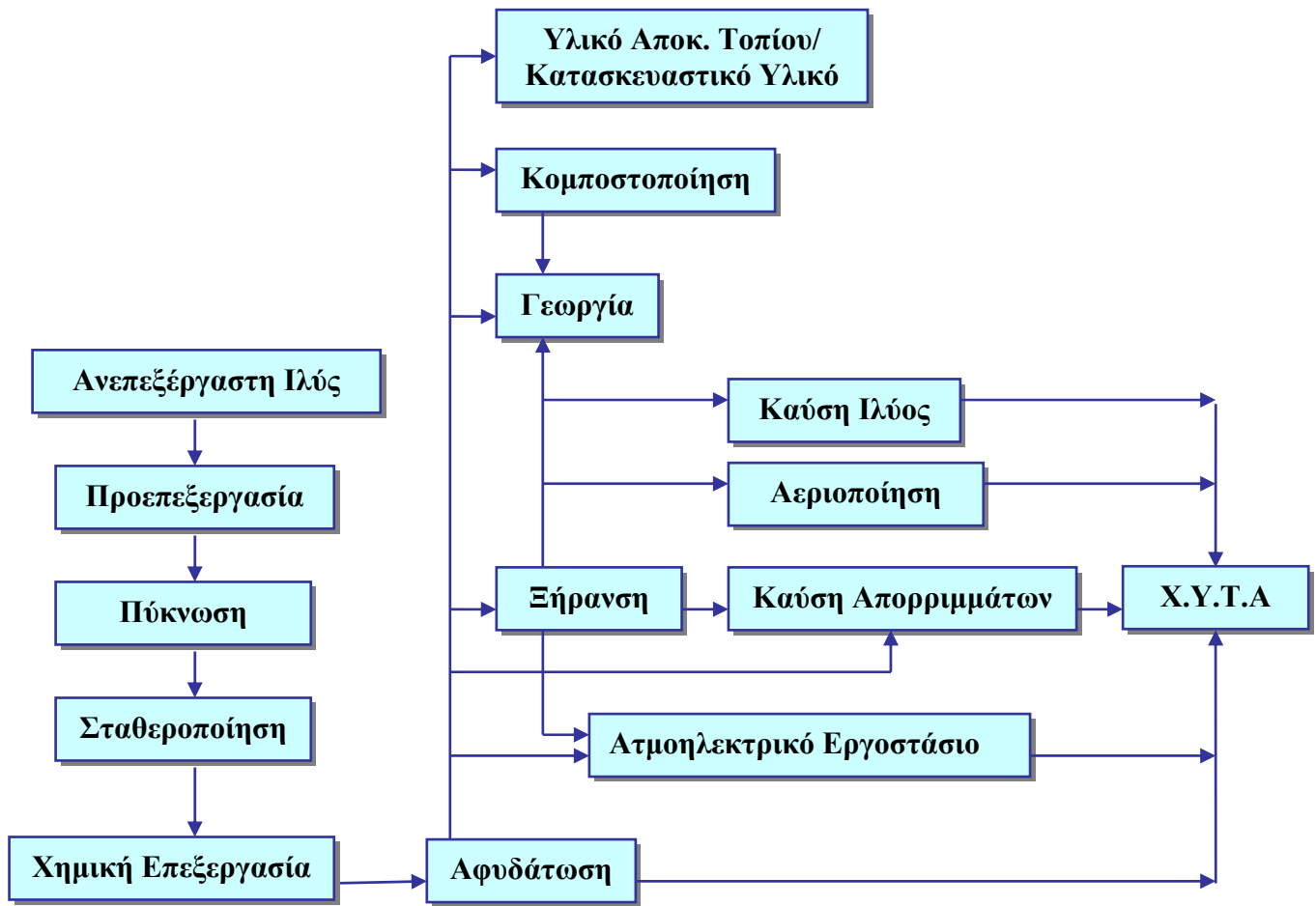
Υλικό Αποκατάστασης Τοπίου

Η ιλύς ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία ώστε να αυξηθεί η συγκέντρωσή της σε στερεά ή ως προϊόν κομποστοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό πλήρωσης για την αποκατάσταση κατεστραμμένων τοπίων/περιοχών (λατομεία, μεταλλεία, εδαφικές κοιλότητες).

Υλικό Δημιουργίας Νέων Κατασκευαστικών Υλικών

Κατά την εν λόγω μέθοδο γίνεται χρήση μίγματος ιλύος- τσιμέντου και άλλων υλικών όπως ιζήματος ζαροσίτη/αλουνίτη (Z/A) για τη δημιουργία νέων κατασκευαστικών υλικών (Κατσιώτη, 2005). Η εν λόγω τεχνική βρίσκεται σε ερευνητικό κυρίως στάδιο και αφορά στην προσπάθεια εύρεσης καινούριων κατασκευαστικών υλικών με επιθυμητά χαρακτηριστικά (αντοχή σε θλίψη και εφελκυσμό, μονωτικές ιδιότητες κλπ.).

Διάγραμμα 2: Βασικές τεχνικές επεξεργασίας και διάθεσης ιλύος μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων [European Environment Agency et al., 1997]



1.4 Συγκεντρώσεις Ρύπων σε Ιλύς Αστικών Λυμάτων

Οι ιλύς που προέρχονται από μονάδες βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων είναι κυρίως επιβαρυνμένες με βαρέα μέταλλα και οργανικούς ρύπους. Στις ενότητες 1.4.1 και 1.4.2 δίνονται οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και οργανικών ρύπων που έχουν μετρηθεί σε ιλύς αστικών λυμάτων διαφορετικών χωρών στην Ευρώπη.

1.4.1 Βαρέα Μέταλλα

Στον Πίνακα 1 δίνονται οι μέσες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων που μετρήθηκαν σε ιλύς αστικών λυμάτων για τα έτη 1995, 1996 και 1997, για τα διάφορα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πίνακας 1: Μέση συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στην ιλύ αστικών λυμάτων (mg/kg d.m)
[Marmo, 2006]

		A			B			D			DK			E		F	
86/278/EC		1995	1996	1997		1995	1996	1997	1995	1996	1997	1997	1995	1997			
Cd	20-40	0.5-6.4	0.5-2	0.5-2	-	1.5	1.5	1.4	1.5	1.45	1.31	2	5.3	2.9			
Cr	-	46-275	40-275	40-275	-	52	52	46	34	40.3	24.8	204	80	58.8			
Cu	1000-1750	100-500	100-500	100-500	-	277	273	274	298	303.5	250.3	301	334	309			
Hg	16-25	0.3-2.2	0.3-2	0.3-2	-	1.3	1.2	1	1.4	1.35	1.11	1	2.7	3			
Ni	300-400	20-80	20-80	20-80	-	24	23	23	25.7	24.35	18.4	46	39	31.9			
Pb	750-1200	52-200	30-150	40-130	-	73	67	63	72	57.37	50.4	200	133	106.7			
Zn	2500-4000	450-2000	450-2000	450-2000	-	863	831	809	878	775.5	678	911	921	754.2			
N		20-80000	20-80000	30-80000	-	36290	35460	34833	40500	43700	43775	43800	40000	40000			
P		30-90000	30-90000	30-90000	-	21140	21930	20750	31000	31600	30230	39000	45000	45000			
													Εκτίμηση	Εκτίμηση			

		FIN			EL		I	IRL	L	NL			P	S		UK	
86/278/EC		1995	1996	1997			1997	1997	1995	1996	1997		1995	1996	1995	1996	
Cd	20-40	1.3	0.7	1.04	-	-	2.8	3.8	0.6	0.8	0.4	-	1.6	1.4	3.77	3.3	
Cr	-	82	91	84	-	-	165	51	17	18	16	-	37.7	39	162	157	
Cu	1000-1750	283	291	290	-	-	641	206	44	39	39	-	517	526	555	568	
Hg	16-25	1.6	1.4	1.3	-	-	0.6	1.9	0.2	0.3	0.5	-	1.8	1.9	2.59	2.4	
Ni	300-400	41	48	34	-	-	54	24	10	9	9	-	19.6	19	60	57	
Pb	750-1200	47	43	39	-	-	150	128	12	11	13	-	52.4	44	222	221	
Zn	2500-4000	575	636	606	-	-	562	1628	136	149	143	-	638	603	764	792	
N		28000	31600	32000	-	-	27558	30300	1500	1600	1200	-	36000	36000	46176	43395	
P		20000	26000	28000	-	-	10386	45700*	500	400	300	-	30600	29800	26244	22394	

*P2O5

*P2O5

Από τον Πίνακα 1 παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στην ιλύ αστικών λυμάτων βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων που θέτει η οδηγία 86/278/EC, για όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα. Επίσης, οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων για τα κράτη μέλη, που δίνουν δεδομένα για τρία συνεχόμενα έτη (1995, 1996 και 1997), δεν παρουσιάζουν σημαντικές αυξομειώσεις, με αποτέλεσμα να μη δύναται να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με την τάση αύξησης ή μείωσης συγκεκριμένων βαρέων μετάλλων στις ιλύς αστικών λυμάτων.

1.4.2 Οργανικοί Ρύποι

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται οι συγκεντρώσεις της ιλύος σε περιεχόμενους οργανικούς ρύπους για ορισμένα Ευρωπαϊκά κράτη.

Πίνακας 2: Συγκεντρώσεις AOX* σε ιλύς αστικών λυμάτων στη Γερμανία [European Commission et al., 2001]

Έτος	Μέση Τιμή (mg/kg dm)
1994	206
1995	201
1996	196

*AOX: Άθροισμα Αλογονωμένων Οργανικών Ενώσεων

Από τον Πίνακα 2 φαίνεται ότι οι συγκεντρώσεις AOX σε δείγματα ιλύος αστικών λυμάτων στη Γερμανία παρουσιάζουν μέση τιμή ίση με 201mg/kg (στερεών) και δεν ξεπερνούν τα όρια της αναμενόμενης αναθεώρησης της Οδηγίας 86/278/EE (3rd draft) για την εφαρμογή ιλύος στη γεωργία που είναι 500mg/kg (d.m¹) (βλ. Ενότητα 3.2.1, Μέρος Β). Επιπλέον, παρατηρείται ότι η μέση συγκέντρωσή τους τείνει να μειωθεί με το χρόνο.

Πίνακας 3: Συγκεντρώσεις NPE* σε ιλύς αστικών λυμάτων της Σκανδιναβίας [European Commission et al., 2001]

Χώρα	Αριθμός Δειγμάτων	Εύρος (mg/kg dm)	Διάμεσος (mg/kg dm)
Νορβηγία (1989)	19	25-2298	189
Σουηδία (1993)	23	23-171	82
Σουηδία (1989-91)	27	44-7214	825
Δανία (1995)	20	0.3-67	8
Δανία (1993-94)	9	55-537	-

*NPE: Ο όρος περιλαμβάνει τις nonylphenol και nonlphenolethoxylate ενώσεις με 1 ή 2 ethoxy ομάδες

¹ d.m: dry matter (ξηρή ύλη)

Σχετικά με τις συγκεντρώσεις NPE στην ιλύ αστικών λυμάτων ο Πίνακας 3 δίνει μέσες συγκεντρώσεις που κυμαίνονται μεταξύ 8 και 825mg/kg. Το σχετικό όριο που τίθεται από την αναμενόμενη αναθεώρηση της Οδηγίας 86/278/EE (3rd draft) για την εφαρμογή ιλύος στη γεωργία είναι 50mg/kg (d.m) (βλ. Ενότητα 3.2.1, Μέρος Β).

Πίνακας 4: Συγκεντρώσεις LAS* στις ιλύς αστικών λυμάτων σε κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης [European Commission et al., 2001]

Χώρα	No M.E.A.Λ	Τύπος Ιλύος	Εύρος (mg/kg)
Δανία	19	Διάφορες	11-16,100
Γερμανία	8	Αναερόβια Χωνευμένη	1600-11,800
Γερμανία	10	Αερόβια	182-432
Ιταλία	1	Αναερόβια Χωνευμένη	11,500-14,000
Ισπανία	3	Αναερόβια Χωνευμένη	12,100-17,800
Ισπανία	2	Ανεπεξέργαστη	400-700
Ελβετία	10	Αναερόβια Χωνευμένη	2900-11,900
Αγγλία	5	Αναερόβια Χωνευμένη	9300-18,800

*LAS: Linear Alkylbenzene Sulphonates

Πίνακας 5: Συγκεντρώσεις LAS στις ιλύς αστικών λυμάτων σε κράτη της Σκανδιναβίας [European Commission et al., 2001]

Χώρα	Αριθμός Δειγμάτων	Εύρος (mg/kg)	Διάμεσος (mg/kg)
Νορβηγία (1996-97)	36	<1-424	54
Δανία (1995)	20	11-16,100	530
Δανία (1993-94)	6	200-4640	455

Από τους Πίνακες 4 και 5 παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις LAS σε ιλύς αστικών λυμάτων σε διάφορα κράτη της Ευρώπης παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση ανάλογα με τον τρόπο προ-επεξεργασίας τους. Γενικά παρατηρούνται υψηλές τιμές σε ιλύς που υφίστανται αναερόβια χώνευση και που σε περιπτώσεις όπως αυτή της Μ. Βρετανίας φτάνουν μέχρι και τα 18,800mg/kg. Ιλύς που δεν επεξεργάζονται οι αφήνονται υπό αερόβιες συνθήκες παρουσιάζουν τιμές LAS 200-600mg/kg. Το σχετικό όριο που τίθεται από την αναμενόμενη αναθεώρηση της Οδηγίας 86/278/EE (3rd draft) για την εφαρμογή ιλύος στη γεωργία είναι 2600mg/kg (d.m) (βλ. Ενότητα 3.2.1, Μέρος Β).

Πίνακας 6: Συγκεντρώσεις PCDD/F* σε λάσπες αστικών λυμάτων κρατών μελών της ευρωπαϊκής ένωσης [European Commission et al., 2001]

Χώρα	Εύρος (ng TEQ/kg dm)	Μέση Τιμή (ng TEQ/kg dm)
Αυστρία	8-38	14.5
Δανία	0.7-55	21
Γερμανία	0.7-1207	20-40
Ισπανία	64	-
Σουηδία	0.02-115	20
Αγγλία	9-192	-

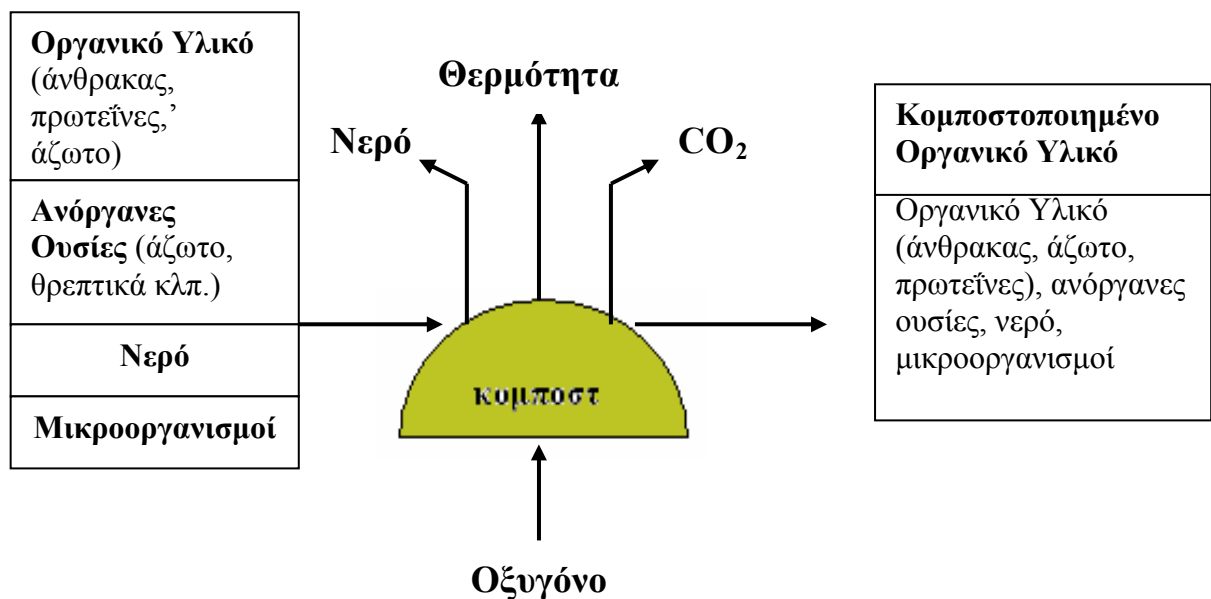
*PCDD/F: Διοξίνες/Φουράνια

Από τον Πίνακα 6 φαίνεται ότι, σε χώρες όπως η Γερμανία, η Σουηδία και η Μ. Βρετανία, οι συγκεντρώσεις PCDD/Fs που έχουν εντοπιστεί σε ιλύς αστικών λυμάτων ξεπερνούν του σχετικό όριο που θέτει η αναμενόμενη αναθεώρηση της Οδηγίας 86/278/EE (3rd draft), ήτοι 100ng TE/kg (d.m) (βλ. Ενότητα 3.2.2, Μέρος Β).

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 Κομποστοποίηση

Κομποστοποίηση είναι η αερόβια, βιολογική και ελεγχόμενη διεργασία μερικής αποδόμησης των οργανικών υλικών από μικροοργανισμούς. Κατά τη κομποστοποίηση οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν οξυγόνο και θρέφονται από το οργανικό υλικό. Η λειτουργία αυτή έχει σαν συνέπεια την απελευθέρωση θερμότητας, διοξειδίου του άνθρακα και υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Τελικά η κομποστοποίηση επιτυγχάνει μείωση του όγκου και της μάζας των υλικών προς κομποστοποίηση δίνοντας ένα τελικό προϊόν γνωστό ως κομπόστ που προσομοιάζει στο χούμος του εδάφους (Environment Agency et al., 2001).



Σχήμα 1: Διεργασίες στη μάζα του κομπόστ [Environment Agency et al., 2001].

2.1.1 Παράγοντες που Επηρεάζουν τη Διεργασία της Κομποστοποίησης

Η κομποστοποίηση μπορεί να είναι ταχύς όταν οι συνθήκες κομποστοποίησης είναι βέλτιστες και ενθαρρύνουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που συντελούν στην σταθεροποίηση του οργανικού υλικού. Βέλτιστες συνθήκες κομποστοποίησης μπορούν να επιτευχθούν όταν οι παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση ρυθμιστούν κατάλληλα. Συγκεκριμένα, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διεργασία

της κομποστοποίησης αφορούν στις φυσικοχημικές ιδιότητες του υλικού προς κομποστοποίηση, στα επίπεδα οξυγόνου, στην περιεκτικότητα σε υγρασία, στην θερμοκρασία και στον χρόνο κομποστοποίησης.

Οξυγόνο και Αερισμός

Τα βιοαποδομήσιμα μέρη του υλικού προς κομποστοποίηση μεταβολίζονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα αρχικά στάδια της κομποστοποίησης. Κατά συνέπεια η απελευθέρωση θερμότητας και οι απαιτήσεις σε οξυγόνο είναι μεγαλύτερες στα πρώτα στάδια της διεργασίας, ενώ μειώνονται σταθερά στα επόμενα στάδια. Στην περίπτωση που δεν πραγματοποιείται συνεχής παροχή οξυγόνου τότε η διεργασία επιβραδύνεται. Για το λόγο αυτό απαιτείται παροχή οξυγόνου, μέσα στους πόρους του υλικού, μεγαλύτερη του 5% (European Environment Agency et al., 1997; 2001).

Γενικά όταν η παροχή του οξυγόνου δεν είναι ικανοποιητική τότε η διεργασία γίνεται αναερόβια. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε μικρότερη παραγωγή θερμότητας και δημιουργία μη επιθυμητών χημικών όπως μεθάνιο, οργανικά οξέα και υδρόθειο που απελευθερώνουν δυσάρεστες οσμές και είναι μη ασφαλή (Environment Agency et al., 2001).

Ο αερισμός είναι η διεργασία η οποία παρέχει στο υλικό της κομποστοποίησης το απαιτούμενο οξυγόνο, ενώ παράλληλα απομακρύνει τους παραγόμενους υδρατμούς, αέρια και θερμοκρασία που είναι παγιδευμένα στο υλικό. Ρόλος του αερισμού πέρα από την οξυγόνωση του υλικού είναι και η διατήρηση της θερμοκρασίας του υλικού σε ευνοϊκά για την κομποστοποίηση επίπεδα.

Η ποσότητα του αέρα που απαιτείται για την ψύξη του υλικού είναι περίπου δέκα φορές μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για οξυγόνωση. Ο ψυχρός αέρας εισερχόμενος μέσα από το υλικό θερμαίνεται αυξάνοντας το σημείο κορεσμού του σε υδρατμούς. Κατ' αυτό τον τρόπο η υγρασία του κομποστ ελαττώνεται επιτυγχάνοντας «βιολογική» ξήρανση των αποβλήτων και τον μετασχηματισμό τους σε πιο σταθερές μορφές.

Σε απλούστερα συστήματα κομποστοποίησης ο αερισμός πραγματοποιείται με «γυρίσματα» (ανάδευση) του σωρού προς κομποστοποίηση. Η συχνότητα των αναδύσεων εξαρτάται από το υλικό κομποστοποίησης και το στάδιο στο οποίο βρίσκεται κάθε στιγμή η διεργασία (Environment Agency et al., 2001).

Μέγεθος, Πορώδες και Δομή Σωματιδίων

Οι φυσικές ιδιότητες του υλικού της κομποστοποίησης επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης καθώς επιδρούν στον αερισμό. Η «δομή» των σωματιδίων είναι το χαρακτηριστικό που καθορίζει την διαθέσιμη επιφάνεια στην οποία θα δραστηριοποιηθούν οι μικροοργανισμοί. Ως επί το πλείστον η αερόβια αποδόμηση πραγματοποιείται στην επιφάνεια των σωματιδίων καθώς το οξυγόνο σαν αέριο κινείται αυθόρμητα προς τους πόρους του υλικού, περιορίζοντας την κίνησή του στο υγρό και στερεό μέρος των σωματιδίων (Environment Agency et al., 2001).

Με βάση το γεγονός ότι η συνολική διαθέσιμη επιφάνεια αυξάνει όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των σωματιδίων, συνεπάγεται ότι και η αερόβια αποδόμηση θα αυξάνει όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των σωματιδίων. Παρόλα αυτά πολύ μικρό μέγεθος σωματιδίων μειώνει το ενεργό πορώδες του υλικού. Για τους παραπάνω λόγους έχει καθοριστεί ένα βέλτιστο εύρος διαμέτρων μεταξύ 10 και 50mm το οποίο δίνει βέλτιστα αποτελέσματα. Συγκεκριμένες διεργασίες κομποστοποίησης όπου δεν πραγματοποιείται ανάδευση του υλικού απαιτούν μεγαλύτερο μέγεθος σωματιδίων (>50mm) έτσι ώστε να αποφεύγεται η καθίζηση και το φράξιμο των πόρων του υλικού.

Για τα περισσότερα υλικά ικανοποιητικό πορώδες επιτυγχάνεται για περιεχόμενη υγρασία μικρότερη του 65%. Επίσης, βελτίωση του πορώδους του υλικού προς κομποστοποίηση μπορεί να επιτευχθεί προσθέτοντας διογκωτικά υλικά όπως άχυρο, τεμαχισμένα ξύλα κλπ. Η προσθήκη διογκωτικών μέσων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην περίπτωση υλικών με πολύ μικρό πορώδες, όπως είναι η ιλύς βιολογικών καθαρισμών (Environment Agency et al., 2001).

Θρεπτικά Συστατικά και Αναλογία C/N

Για την ικανοποιητική λειτουργία των μικροοργανισμών της κομποστοποίησης είναι απαραίτητα τα κάτωθι θρεπτικά συστατικά: κάλιο (K), άζωτο (N), φωσφόρος (P) και άνθρακας (C). Το άζωτο, ο φωσφόρος και το κάλιο είναι επίσης βασικά θρεπτικά συστατικά των φυτών. Επομένως η παρουσία τους στο κομπόστ καθορίζει και την εμπορική του αξία (European Environment Agency et al., 1997; Manios, 2003; Marmo, 2006).

Από τα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται στα οργανικά υλικά η ποσότητα του άνθρακα και του αζώτου είναι αυτή που καθορίζει την αποτελεσματικότητα της διεργασίας της κομποστοποίησης. Το άζωτο χρησιμοποιείται από τους

μικροοργανισμούς για την παρασκευή των πρωτεϊνών και την αναπαραγωγή τους, καθώς είναι βασικό συστατικό του πρωτοπλάσματος των μικροοργανισμών. Ο δε άνθρακας παρέχει την απαραίτητη ενέργεια στους μικροοργανισμούς, μέσω της οξείδωσής του κατά τον μεταβολισμό, για να επιτελέσουν οι μικροοργανισμοί τις διάφορες λειτουργίες τους. Επιπλέον, αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό στη σύνθεση των κυτταρικών τοιχωμάτων και άλλων κυτταρικών δομών. Στην οξείδωση του άνθρακα προς διοξείδιο οφείλεται το μεγαλύτερο μέρος της απώλειας μάζας και της έκλυσης θερμότητας κατά τη διεργασία της κομποστοποίησης (Environment Agency et al., 2001).

Η αναλογία C/N αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους της κομποστοποίησης. Η βέλτιστη αναλογία C/N για την κομποστοποίηση κυμαίνεται από 25 έως 30 μέρη διαθέσιμου άνθρακα προς 1 μέρος διαθέσιμου αζώτου αν και αναλογία μεταξύ του 20:1 έως 40:1 μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Χαμηλή αναλογία C/N, μικρότερη του 20:1, έχει σαν αποτέλεσμα την εξολοκλήρου χρήση του άνθρακα χωρίς να σταθεροποιείται το άζωτο το οποίο χάνεται στην ατμόσφαιρα με μορφή αμμωνίας ή οξειδίου του αζώτου. Υψηλή αναλογία C/N, μεγαλύτερη του 40:1, επιβραδύνει τη διαδικασία της κομποστοποίησης με αποτέλεσμα να απαιτούνται μεγαλύτεροι χρόνοι κομποστοποίησης. Σε αυτή την περίπτωση το πρόβλημα συνήθως εκδηλώνεται με μείωση της παραγόμενης θερμότητας [Environment Agency et al., 1997; 2001].

Στον προσδιορισμό του λόγου C/N πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η βιοαποδομησιμότητα του άνθρακα (δηλαδή η δυνατότητα των μικροοργανισμών να αφομοιώνουν τον άνθρακα). Παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση χαρτιού εφημερίδας όπου ο λόγος C/N στην αρχική κατά βάρος αναλογία των στοιχείων είναι 115.5:1, ενώ λαμβάνοντας υπόψη μας την βιοδιαθεσιμότητα του άνθρακα ο λόγος αυτός είναι 54.4:1 (σχεδόν ο μισός) (Table of Lignin and Other Constitutes of Selected Organic Materials, Cornell University, 1992).

pH

Η διεργασία της κομποστοποίησης είναι δυνατό να λάβει χώρα σε ένα ευρύ φάσμα τιμών του pH. Ωστόσο, εύρος τιμών του pH μεταξύ 6.5 και 8 θεωρείται προτιμότερο για βέλτιστη και ταχεία κομποστοποίηση. Παραταύτα, η κομποστοποίηση μπορεί να δουλέψει και για τις ακραίες τιμές του pH 5.5 και 9 με μικρότερο ρυθμό βιοαποδόμησης (European Environment Agency et al., 1997; Manios, 2003).

Τιμή του pH πάνω από 8.5 ενθαρρύνει την μετατροπή των αζωτούχων ενώσεων σε αμμωνία που συμβάλει στην αύξηση της αλκαλικότητας (Environment Agency et al., 2001).

Ανεξάρτητα από το αρχικό pH του οργανικού κλάσματος της κομποστοποίησης το τελικό προϊόν αποκτά σταθερή τιμή pH κοντά στο 7 (Environment Agency et al., 2001).

Υγρασία

Η υγρασία συμβάλει στις μεταβολικές διεργασίες των μικροοργανισμών καθώς το νερό αποτελεί το μέσο για την πραγματοποίηση των χημικών αντιδράσεων και για τη μεταφορά των θρεπτικών. Η βιολογική δραστηριότητα παύει για υγρασία μικρότερη του 15% και είναι θεωρητικά βέλτιστη όταν τα υλικά είναι κορεσμένα. Γενικά η υγρασία του υλικού κομποστοποίησης πρέπει να διατηρείται μεταξύ 40 και 65% (Environment Agency et al., 1997; 2001).

Για τιμές υγρασίας μικρότερες του 40% η δραστηριότητα των μικροοργανισμών επιβραδύνεται. Για τιμές κάτω από 25%, η μικροβιακή δραστηριότητας παρεμποδίζεται ισχυρά, ενώ κάτω από 10-15% σταματά τελείως. Αποτέλεσμα της έλλειψης νερού είναι η παρεμπόδιση της μικροβιακής δραστηριότητα, δίνοντας την λανθασμένη εντύπωση ότι το υλικό είναι σταθεροποιημένο. Συνεπώς, αν το υλικό διατεθεί ως έχει στην γεωργία, η μικροβιακή δραστηριότητα επανακάμπτει με την πρώτη βροχή και δύναται να κάψει τα φυτά ή/και να οδηγήσει στη δημιουργία δυσάρεστων οσμών. Για τιμές μεγαλύτερες του 65% το νερό των πόρων απομακρύνει μεγάλο μέρος του περιεχόμενου αέρα, συμβάλλοντας στον περιορισμό της κίνησης του αέρα στους πόρους και την επικράτηση αναερόβιων συνθηκών (Environment Agency et al., 2001).

Στην αρχή της διαδικασίας της κομποστοποίησης η υγρασία πρέπει να κυμαίνεται γύρω στο 60-70% καθώς αυτή μειώνεται με το πέρας της διεργασίας με την εξάτμιση του νερού. Η υγρασία δεν πρέπει να αφήνεται να πέσει κάτω από 30-35%.

Γενικά η βέλτιστη υγρασία εξαρτάται από την απορροφητικότητα και το πορώδες του υλικού. Επομένως, η υγρασία μπορεί να είναι υψηλότερη για υλικά όπως πριονίδια, τεμαχίδια ξύλου κλπ. ενώ χαμηλότερη υγρασία απαιτείται για υλικά όπως χαρτί και γρασίδι.

Θερμοκρασία

Η κομποστοποίηση λαμβάνει χώρα σε δύο περιοχές θερμοκρασιών γνωστές ως μεσόφιλη (10°C- 40°C) και θερμόφιλη (>40°C) περιοχή. Αρχικά, με την έναρξη της διεργασίας της κομποστοποίησης η αποδόμηση των οργανικών υλικών από τους μικροοργανισμούς αυξάνει τη θερμοκρασία. Στη συνέχεια, η αύξηση της θερμοκρασίας συμβάλει στην αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας που με τη σειρά της συμβάλει στην παραγωγή θερμότητας και στην περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας. Όταν η θερμοκρασία γίνει μεγαλύτερη των 45-50°C τότε η δραστηριότητα των μικροοργανισμών επιβραδύνεται και παύει για θερμοκρασίες άνω των 75°C. Για θερμοκρασίες της θερμόφιλης περιοχής λαμβάνει χώρα καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών για τον άνθρωπο, τα ζώα και τα φυτά (Environment Agency et al., 2001).

Γενικά είναι αποδεκτό ότι για θερμοκρασίες μεταξύ 43 και 65°C επιτυγχάνεται αποδοτική κομποστοποίηση (Environment Agency et al., 2001).

Χρόνος

Ο χρόνος της κομποστοποίησης των οργανικών υλικών εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες που περιλαμβάνουν την υγρασία, τη θερμοκρασία, το είδος των υλικών προς κομποστοποίηση, τη συχνότητα αερισμού και τις απαιτήσεις της αγοράς. Η σωστή αναλογία C/N, περιεχόμενη υγρασία και συχνότητα αερισμού δύναται να μειώσουν τον χρόνο κομποστοποίησης. Παράγοντες που μπορούν να επιβραδύνουν τη διεργασία της κομποστοποίησης είναι η υψηλή αναλογία C/N, η χαμηλή θερμοκρασία, ο μη αποδοτικός αερισμός, η χαμηλή υγρασία και τα ευμεγέθη σωματίδια.

Εάν το υλικό της κομποστοποίησης δεν απαιτείται να είναι πλήρως σταθεροποιημένο πριν τη διάθεσή του για γεωργικούς σκοπούς, τότε η διαδικασία της ωρίμανσής του μπορεί να συνεχιστεί με την εφαρμογή του στο έδαφος. Ο χρόνος κομποστοποίησης παρατείνεται για κομπόστ που απαιτείται να είναι σταθερό ή ιδιαίτερα ξηρό (Environment Agency et al., 2001).

2.1.2 Σταθεροποίηση Οργανικής Ύλης

Η σημαντικότερη παράμετρος για την σταθεροποίηση του κομπόστ ως τελικό προϊόν είναι ο βαθμός σταθεροποίησης ή ωρίμανσής του. Οι σημαντικότεροι παράμετροι που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του βαθμού ωρίμανσης του τελικού προϊόντος της κομποστοποίησης είναι η θερμοκρασία του υλικού, η περιεχόμενη οργανική ύλη, η υγρασία του υλικού, ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου και η αναλογία NH_3/NO_3 . Επιπλέον, σημαντική είναι η υγειονομποίηση του υλικού προκειμένου να καταστεί πλήρως σταθεροποιημένο και εμπορεύσιμο.

Θερμοκρασία

Σημαντική ένδειξη σταθεροποίησης του τελικού προϊόντος κομποστοποίησης είναι η πτώση της θερμοκρασίας στη μάζα του υλικού σε επίπεδα όμοια με αυτά του περιβάλλοντος. Η ένδειξη αυτή είναι αξιόπιστη όταν δεν οφείλεται σε άλλους παράγοντες όπως η έλλειψη ή η παρουσία υπερβολικής υγρασίας στη μάζα του κομπόστ, το μικρό πορώδες, η έλλειψη οξυγόνου ή η εξόντωση της βιομάζας από την υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας στα πρώτα στάδια της κομποστοποίησης, που μπορεί να έχει σαν συνέπεια την παρεμπόδιση της μικροβιακής δραστηριότητας και την πτώση της θερμοκρασίας (Πασχάλης, 2005).

Όταν οι παράγοντες που επηρεάζουν την κομποστοποίηση είναι καλώς ρυθμισμένες τότε η διατήρηση της θερμοκρασίας σε χαμηλά επίπεδα αποτελεί ένδειξη ώριμου τελικού προϊόντος. Αντιθέτως, αύξηση της θερμοκρασίας στο ρυθμισμένο τελικό προϊόν είναι ένδειξη μη σταθεροποιημένου υλικού (Πασχάλης, 2005).

Οργανική Ύλη

Το ποσοστό μείωσης της περιεχόμενης οργανικής ύλης στο υλικό κομποστοποίησης αποτελεί ένδειξη του βαθμού σταθεροποίησης. Η περιεχόμενη οργανική ουσία μπορεί να προσδιοριστεί είτε ως προς τα Πτητικά Στερεά (VS), είτε ως προς το Χημικό Απαιτούμενο Οξυγόνο, είτε ως προς τον Ολικό Οργανικό Άνθρακα. Η περιεχόμενη οργανική ουσία στο τελικό προϊόν της κομποστοποίησης θα πρέπει να βρίσκεται κάτω του 35% (σε ξηρά βάση) ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής ωρίμανση (Πασχάλης, 2005).

Ρυθμός Κατανάλωσης Οξυγόνου

Ο ρυθμός κατανάλωσης του οξυγόνου είναι απευθείας ανάλογος με το ρυθμό αποσύνθεσης της οργανικής ύλης. Οι υψηλοί ρυθμοί κατανάλωσης οξυγόνου αποτελούν ένδειξη του υψηλού ρυθμού ανάπτυξης της βιομάζας και κατά συνέπεια ικανή ποσότητα μη σταθεροποιημένης οργανικής ύλης στη μάζα του υλικού της κομποστοποίησης (Πασχάλης, 2005).

Αναλογία NH_3/NO_3

Ένδειξη σταθεροποίησης της οργανικής ύλης αποτελεί η μειωμένη παρουσία αμμωνιακών σε συνδυασμό με την αυξημένη παρουσία νιτρικών ενώσεων στα τελευταία στάδια της κομποστοποίησης. Αυτό στηρίζεται στη μετατροπή του οργανικού αζώτου που περιέχεται στην οργανική ύλη και τη μετατροπή του σε αμμωνία κατά τα αρχικά στάδια της κομποστοποίησης (αμμωνιοποίηση). Στη συνέχεια μέσω της νιτροποίησης πραγματοποιείται μετατροπή των αμμωνιακών ενώσεων σε νιτρικές και νιτρώδεις ενώσεις.

Υγειονοποίηση Κομπόστ

Η υγειονοποίηση του τελικού προϊόντος κομπόστ πραγματοποιείται με διατήρηση της θερμοκρασίας μεταξύ των 55 και 65°C για 3 συνεχόμενες μέρες (Tchobanoglous et al., 1993). Στον πίνακα 7 δίνονται οι θερμοκρασίες αδρανοποίησης συγκεκριμένων παθογόνων μικροοργανισμών.

Πίνακας 7: Διάρκεια θερμικής αδρανοποίησης συγκεκριμένων παθογόνων μικροοργανισμών [Tchobanoglous et al., 1993].

Μικροοργανισμός	Διάρκεια Θερμικής Αδρανοποίησης
Escherichia coli	Αδρανοποίηση μέσα σε 1 ώρα στους 55 °C και μέσα σε 15-20 λεπτά στους 60 °C.
Salmonella sp.	Παρεμπόδιση ανάπτυξης στους 46 °C. Αδρανοποίηση μέσα σε 30 λεπτά στους 55-60 °C και μέσα σε 20 λεπτά στους 60 °C.
Entamoeba histolytica cysts	Αδρανοποίηση μέσα σε λίγα λεπτά στους 45 °C και μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα στους 55 °C.
Taenia saginata	Αδρανοποίηση μέσα σε λίγα λεπτά στους 55 °C.
Ascaris lumbricoides eggs	Αδρανοποίηση σε λιγότερο από 1 ώρα για θερμοκρασία > 50°C.

2.1.3 Δυνατότητες Διάθεσης Κομπόστ

Οι σημαντικότερες δυνατότητες διάθεσης του παραγόμενου κομπόστ αφορούν στην εφαρμογή του ως λίπασμα ή εδαφοβελτιωτικό στη γεωργία, στην χρήση του ως υλικό επικαλύψεων Χ.Υ.Τ.Α και τη δυνατότητα χρήσης του ως υλικό αποκατάστασης κατεστραμμένου τοπίου/περιοχών. Ωστόσο, κύριος προορισμός του κομπόστ όταν εφαρμόζεται η μέθοδος της κομποστοποίησης πρέπει να αποτελεί η χρήση του ως λίπασμα ή εδαφοβελτιωτικό.

2.2 Ιλύς Αστικών Λυμάτων

Η ιλύς που παράγεται στις Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων (Μ.Ε.Λ) έχει υδαρή μορφή και περιέχει περίπου 40 φορές περισσότερα στερεά από τα αστικά λύματα (5% έναντι 1.25%) (Μαρκαντωνάτος, 1990). Η περιεκτικότητα της σε στερεά εξαρτάται από το είδος της επεξεργασίας που υφίστανται τα υγρά λύματα, καθώς και από την περαιτέρω επεξεργασία. Έτσι, η υγρασία της ιλύος δύναται να μειωθεί σε ποσοστό 60% (επεξεργασία πύκνωσης, σταθεροποίησης, αφυδάτωσης κλπ.) αλλά και μέχρι 10% για την περίπτωση χρήσης της θερμικής ξήρανσης .

Η περιεκτικότητας της παραγόμενης ιλύος σε ρυπαντικούς παράγοντες δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στην λήψη αποφάσεων για την τελική διάθεσή της. Το πρόβλημα έγκειται στην εφαρμογή δαπανηρών διεργασιών επεξεργασίας που στοχεύουν στη μείωση του όγκου της ιλύος και την αδρανοποίηση των ρυπαντικών της παραγόντων.

2.2.1 Είδη Ιλύος Αστικών Λυμάτων

1^οβάθμια Ιλύς: Ως 1^οβάθμια ιλύς χαρακτηρίζεται η ιλύς που προέρχεται από τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης μιας Μ.Ε.Λ. Η εν λόγω ιλύς είναι συνήθως φαιόχρωμη, λιπαρή και έχει αποκρουστική οσμή. Η περιεκτικότητά της σε ολικά στερεά (TS) κυμαίνεται από 2.0-7.0%, με μέση τιμή 4.0%. Από τα ολικά περιεχόμενα στερεά το 60-80% είναι πτητικά (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Βιολογική Ιλύς: Ως Βιολογική ιλύς χαρακτηρίζεται η ιλύς που παράγεται κατά τη βιολογική επεξεργασία των λυμάτων σε μια Μ.Ε.Λ. Η εν λόγω ιλύς είναι συνήθως σκούρα-καφέ, με μορφή κροκίδων, χωρίς να είναι δύσοσμη στην αρχή, αλλά γίνεται γρήγορα σηπτική και δύσοσμη.

Αναερόβια Χωνευμένη Ιλύς: Η ιλύς που χωνεύεται αναερόβια είναι πυκνόρρευστη, σκουρόχρωμη και περιέχει πολλά αέρια, κυρίως CO_2 και CH_4 . Η εν λόγω ιλύς δεν αναδύει δυσάρεστες οσμές όταν έχει χωνέψει καλά (βλ. Ενότητα 2.2.2, Μέρος Α).

Αερόβια Χωνευμένη Ιλύς: Η χωνευμένη αερόβια ιλύς είναι σκούρα-καφέ με μορφή κροκίδων και είναι σχετικά αδρανής (βλ. Ενότητα 2.2.2, Μέρος Α).

Στον Πίνακα 8 δίνονται τυπικά χαρακτηριστικά των διαφορετικών ειδών ιλύος που παράγονται σε μια Μ.Ε.Λ.

Πίνακας 8: Τυπική Σύσταση Ιλύος [www.erasmus.gr]

Παράμετροι	Κατηγορία Ιλύος				
	A	B1	B2	C	D
Ξηρά Στερεά (DS) kg/m ³	12	9	7	10	30
Οργανικά Στερεά (VS) (%DS)	65	67	77	72	50
pH	6	7	7	6.5	7
C (%VS)	51.5	52.5	53	51	49
N (%VS)	4.5	7.5	6.3	7.1	6.2
C/N	11.4	7	8.7	7.2	7.9
P (%DS)	2	2	2	2	2
Cl (%DS)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
K (%DS)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Al (%DS)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Ca (%DS)	10	10	10	10	10
Fe (%DS)	2	2	2	2	2
Mg (%DS)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Λίπη (%DS)	18	8	10	14	10
Πρωτεΐνες (%DS)	24	36	34	30	18
Θερμική Ισχύς (kWh/t DS)	4200	4100	4800	4600	3000

A: Πρωτοβάθμια Ιλύς

B1: Βιολογική Ιλύς (Χαμηλή φόρτιση >0.20 BOD₅/kg MLSS)

B₂: Βιολογική Ιλύς (Υψηλή και μέση φόρτιση <0.20 BOD₅/kg MLSS)

C: Μικτή Ιλύς (Πρωτοβάθμια και Βιολογική Ιλύς)

D: Χωνευμένη Ιλύς

2.2.2 Δυνατότητες Επεξεργασίας Ιλύος Αστικών Λυμάτων

Η ιλύς που παράγεται στις Μ.Ε.Λ έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό και παθογόνους παράγοντες. Προκειμένου να αποκτήσει τα κατάλληλα χαρακτηριστικά για την τελική διάθεση και απομάκρυνσή της από μια Μ.Ε.Λ έχουν αναπτυχθεί διάφορες διεργασίες επεξεργασίας της.

Γενικοί στόχοι των εκάστοτε εφαρμοζόμενων τεχνικών επεξεργασίας της ιλύος είναι:

- μείωση του όγκου της ιλύος και μάζας της ιλύος
- μείωση της περιεκτικότητάς της σε νερό για την ευκολότερη διαχείριση και διάθεσή της.
- μείωση του οργανικού φορτίου
- βιοχημική σταθεροποίηση
- υγειονομοποίηση με την απομάκρυνση των παθογόνων μ/ο
- εξάλειψη των οσμών
- παραγωγή ενέργειας (περίπτωση αναερόβιας χώνευσης)

Η γραμμή επεξεργασίας της ιλύος σε έναν Βιολογικό Καθαρισμό περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Προεπεξεργασία
- Συμπύκνωση
- Σταθεροποίηση/Απολύμανση
- Χημική Επεξεργασία
- Αφυδάτωση
- Θερμική Ξήρανση
- Τελική Διάθεση (Κομποστοποίηση, Εφαρμογή στη Γεωργία, Χ.Υ.Τ.Α, Καύση, κλπ.)

Προεπεξεργασία: Πριν την κυρίως επεξεργασία της ιλύος απαιτείται μια προεργασία αυτής που περιλαμβάνει την εξάμμωση, τη μίξη των διαφόρων ειδών ιλύος και την αποθήκευση (Στάμου, 1994).

Κατά την εξάμμωση πραγματοποιείται απομάκρυνση άμμου ώστε να μη δημιουργούνται λειτουργικά προβλήματα στις διάφορες μονάδες επεξεργασίας και κυρίως στα διάφορα μηχανικά μέρη (αντλίες, μηχανικά μέσα πύκνωσης-αφυδάτωσης κλπ.), από τη συσσώρευση της ιλύος σε αυτά (Στάμου, 1994).

Η μίξη των διαφόρων ειδών ιλύος έχει ως στόχο τη δημιουργία ομοιόμορφου μίγματος ιλύος που είναι σημαντικό για μεθόδους επεξεργασίας όπως η σταθεροποίηση και η αφυδάτωση (Στάμου, 1994).

Η αποθήκευση της ιλύος πραγματοποιείται ώστε να περιορίζεται η διαφορά φάσης στη λειτουργία μεταξύ γραμμής επεξεργασίας των αποβλήτων και της ιλύος, και να

επιτυγχάνεται ομοιόμορφη φόρτιση των διαφόρων μονάδων επεξεργασία της ιλύος (Στάμου, 1994).

Συμπύκνωση: Σκοπός της συμπύκνωσης είναι η μείωση του όγκου της ιλύος με απομάκρυνση της μάζας του νερού που περιέχει και ταυτόχρονη αύξηση των στερεών της.

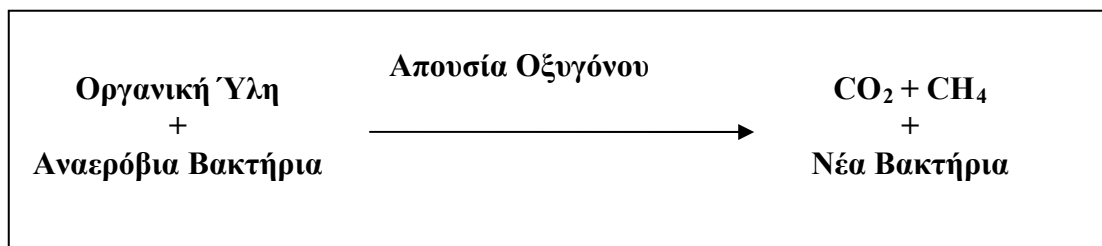
Η συμπύκνωση της ιλύος δύναται να πραγματοποιηθεί μέχρι ένα βαθμό με παράταση της παραμονής της στη δεξαμενή καθιζήσεως. Ωστόσο αποδοτικότερη είναι η συμπύκνωση με τη χρήση πυκνωτών (Μαρκαντωνάτος, 1990) .

Η πάχυνση λαμβάνει χώρα πριν τη σταθεροποίηση και αφυδάτωση της ιλύος, με στόχο την αύξηση της απόδοσης των εν λόγω διεργασιών. Πάχυνση μπορεί να επιτευχθεί είτε με βαρύτητα, είτε με επίπλευση, είτε με μηχανικά μέσα (φυγοκέντριση). Η παχυμένη ιλύς έχει συνήθως περιεκτικότητα σε στερεά 10-30% και είναι εφικτή η άντλησή της (NAMA, 2005).

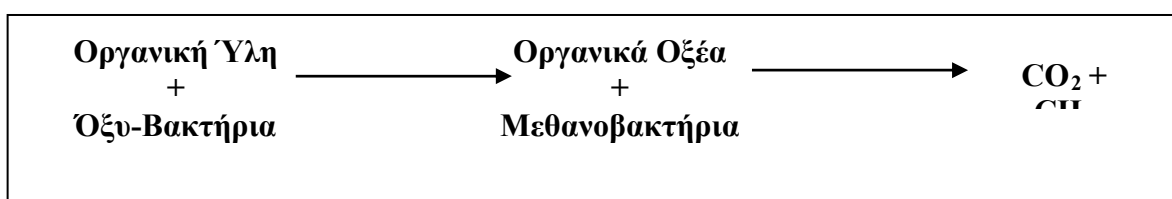
Σταθεροποίηση/Απολύμανση: Η σταθεροποίηση της ιλύος στοχεύει στην υγειονομοποίηση της ιλύος, στην εξάλειψη των δυσάρεστων οσμών, και στη δυνατότητα της ιλύος να γίνει σηπτική. Σταθεροποίηση της ιλύος πραγματοποιείται με χημική ή βιολογική οξείδωση του οργανικού της μέρους που οδηγεί στη δημιουργία συνθηκών ακατάλληλων για την επιβίωση των μικροοργανισμών. Κύριες μέθοδοι βιολογικής σταθεροποίησης είναι η αναερόβια και η αερόβια χώνευση της ιλύος, ενώ η επεξεργασία με ασβέστη ή νιτρώδη ιόντα ανήκουν στις μεθόδους χημικής σταθεροποίησης της ιλύος.

Αναερόβια Χώνευση: Η αναερόβια χώνευση αποτελείται από δύο ξεχωριστά στάδια που λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα μέσα στη δεξαμενή χωνεύσεως. Κατά το πρώτο στάδιο πολύπλοκες μεγαλομοριακές ενώσεις (πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες) υδρολύονται από οξυβακτήρια σε μικρότερες μοριακές ενώσεις, οι οποίες μετατρέπονται σε οργανικά οξέα μικρής αλυσίδας, όπως οξικό οξύ, προπιονικό και βουτυρικό οξύ. Κατά το δεύτερο στάδιο τα παραγόμενα οργανικά οξέα διασπώνται από μεθανοβακτήρια και παράγεται μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Η βιολογική διεργασία του πρώτου σταδίου είναι ταχύτερη απ' αυτή του δεύτερου σταδίου, που αποτελεί και το βραδύτερο στάδιο της χώνευσης (Μαρκαντωνάτος 1990; Τραγανίτης 1995).

Σχήμα 2: Βιολογική αντίδραση της αναερόβιας χώνευσης [Τραγανίτης, 1995]



Σχήμα 3: Υπεραπλουστευμένη απεικόνιση των σταδίων της αντίδρασης της αναερόβιας χώνευσης [Τραγανίτης, 1995].



Τα μεθανοβακτήρια είναι ιδιαίτερος ευαίσθητα σε μεταβολές φόρτισης, θερμοκρασίας και pH, καθώς και στην είσοδο τοξικών και αέρα στο περιβάλλον όπου αναπτύσσονται (Τραγανίτης, 1995). Οποιασδήποτε δυσμενής μεταβολή, προκαλεί ελάττωση του πληθυσμού των μεθανοβακτηρίων με συνέπεια τη συσσώρευση των παραγόμενων οργανικών οξέων από τα ανθεκτικά οξυβακτήρια και την πιο πέρα ελάττωση των μεθανοβακτηρίων. Συνεπώς επέρχεται αστοχία του συστήματος που γίνεται αντιληπτή από τη μείωση γενικά των παραγόμενων αερίων, τη μείωση του ποσοστού του μεθανίου, την αύξηση της συγκέντρωσης των οργανικών οξέων και τελικά την πτώση του pH (Μαρκαντωνάτος 1990).

Αερόβια Σταθεροποίηση: Η αερόβια σταθεροποίηση της ιλύος είναι μέθοδος παραπλήσια του παρατεταμένου αερισμού στη μέθοδο της δραστηκής ιλύος. Κατ' αυτή τη μέθοδο επιδιώκεται μέσω μακροχρόνιου αερισμού της ιλύος η έναρξη ή η συνέχεια της βιολογικής δράσης των αερόβιων μικροοργανισμών πιο πέρα από τη φάση της σύνθεσης νέου κυτταρικού υλικού, μέχρι του σταδίου της αυτο-οξειδώσεως.

Κατά την αυτο-οξείδωση οι μικροοργανισμοί αναγκάζονται λόγω ελάττωσης του διαθέσιμου θρεπτικού υποστρώματος να καταναλώσουν το δικό τους πρωτόπλασμα για την απαραίτητη ενέργεια επιβίωσης. Κατ' αυτό τον τρόπο οξειδώνεται το 75-80%

του κυτταρικού υλικού ενώ το υπόλοιπο 20-25% αποτελείται από οργανικές ουσίες, που δεν είναι βιοδιασπάσιμες και αδρανή υλικά.

Η αερόβια σταθεροποίηση της ιλύος χρησιμοποιείται συνήθως για την ενδογενή οξείδωση δραστικής ιλύος από μονάδες που δεν έχουν πρωτοβάθμια καθίζηση.

Σε σύγκριση με την αναερόβια σταθεροποίηση κατά την αερόβια το ποσοστό του μη διασπάσιμου οργανικού υλικού είναι μεγαλύτερο, και η υγειονομοποίηση της ιλύος είναι λιγότερο αποτελεσματική.

Επεξεργασία με Ασβέστη: Η μέθοδος προσθήκης ασβέστη χαρακτηρίζεται ως ασβεστοποίηση και εφαρμόζεται κυρίως σε αφυδατωμένη ιλύς με περιεκτικότητα σε στερεά 20-30%. Η ασβεστοποίηση πραγματοποιείται είτε με την προσθήκη άνυδρου ασβέστη CaO ή σβησμένου ασβέστη Ca(OH)_2 στην ιλύ και την δημιουργία ενός ομοιόμορφου μίγματος με τιμή του $\text{pH} \geq 12$ ώστε να καταστραφεί ή να περιορισθεί η βιομάζα που είναι κατάλληλη για την αποδόμηση οργανικών ουσιών (Ανδρεαδάκης 2006; Τσίμας, 1998; NAMA, 2005).

Η διεργασία της ασβεστοποίησης συντελεί στην μείωση των παθογόνων παραγόντων της ιλύος, αυξάνει την περιεκτικότητά της σε στερεή ύλη, και διευκολύνει τη διαχείριση του τελικού προϊόντος. Ειδικότερα με την προσθήκη ασβέστη στη μάζα της ιλύος επέρχεται:

- Καταστροφή των παθογόνων μ/ο λόγω της θερμότητας που παράγεται κατά την αντίδραση του ασβέστη με νερό.
- Περιορισμός της δυνατότητας επιβίωσης των παθογόνων μ/ο από την αύξηση του pH .
- Αύξηση της περιεχόμενης ξηράς ύλης και μείωση του ποσοστού οργανικών από την προσθήκη ασβέστη.

Με βάση τα αποτελέσματα εργαστηριακής κλίμακας πειραμάτων ασβεστοποίησης (Ανδρεαδάκης, 2006) έχει διαπιστωθεί ότι η επεξεργασία της ιλύος με υδράσβεστο σε δόσεις που κυμαίνονται μεταξύ 6-10% σε συνδυασμό με την αποθήκευση της ιλύος για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 14 ημερών εξασφαλίζει τη διατήρηση του pH σε τιμές μεγαλύτερες του 12. Επιπλέον, επιτυγχάνεται σημαντικός βαθμός υγειονομοποίησης, που πλησιάζει τα απαιτούμενα όρια για την επαναχρησιμοποίηση της ιλύος στη γεωργία και εξασφαλίζεται η ικανοποίηση των όρων διάθεσης της ιλύος σε Χ.Υ.Τ.Α (Ανδρεαδάκης, 2006).

Επεξεργασία με Νιτρώδη Ιόντα: Η εν λόγω μέθοδος περιλαμβάνει τη διατήρηση της ιλύος σε όξινο περιβάλλον με διατήρηση του pH στο 2 ή 3 για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 30 λεπτών κατά το οποίο λαμβάνει χώρα η δράση των νιτρωδών ιόντων. Κατ' αυτό τον τρόπο πραγματοποιείται απολύμανση της ιλύος με καταστροφή των παθογόνων παραγόντων (για pH 3) και των σπόρων αυτών (για pH 2) (NAMA, 2005).

Χημική Επεξεργασία

Η χημική βελτίωση επηρεάζει τη φυσική δομή της ιλύος και συσσωματώνει τα στερεά που απελευθερώνονται από το νερό. Με αυτό τον τρόπο, πραγματοποιείται κατάλληλη προετοιμασία και επεξεργασία της ιλύος για να γίνει αποδοτικότερη η αφυδάτωση (Μαρκαντωνάτος, 1990; Στάμου, 1994).

Στην εν λόγω μέθοδο χρησιμοποιούνται διάφορα χημικά όπως χλωριούχος σίδηρος, ασβέστης, θειικό αργίλιο και οργανικά πολυμερή.

Αφυδάτωση/ Ξήρανση

Σκοπός της αφυδάτωσης και ξήρανσης είναι η σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης στερεών στη μάζα της ιλύος με την απομάκρυνση μέρους του περιεχόμενου νερού. Κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ελάττωση του όγκου της ιλύος, γεγονός που μειώνει το κόστος μεταφοράς και επεξεργασίας της και που γενικά διευκολύνει τους χειρισμούς χρησιμοποίησής της (Μαρκαντωνάτος, 1990; Στάμου, 1994).

Η αφυδάτωση πραγματοποιείται με φυσική εξάτμιση και αποστράγγιση του νερού της ιλύος (κλίνες και λίμνες ξήρανσης) ή με μηχανικά μέσα (φυγοκέντριση, φίλτρα κλπ.) (Στάμου, 1994).

Για την ξήρανση χρησιμοποιούνται αμμοκλίνες ξηράνσεως, θερμική ξήρανση κλπ (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Λιπασματοποίηση/Κομποστοποίηση

Η λιπασματοποίηση/κομποστοποίηση είναι μια μέθοδος αερόβιας θερμοφιλικής σταθεροποίησης (βλ. Ενότητα 2.1, Μέρος Α) που στοχεύει στη μετατροπή της ιλύος σε λίπασμα για εφαρμογή στη γεωργία. Η λιπασματοποίηση πραγματοποιείται είτε σε ανοιχτούς χώρους (παράλληλες σειρές τάφρων ή αεριζόμενοι σωροί) ή με μηχανικά μέσα (μονάδες κομποστοποίησης). Η ιλύς μπορεί να κομποστοποιηθεί ως έχει ή μαζί

με άλλα οργανικά απόβλητα δίνοντας ένα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά τελικό προϊόν (Στάμου, 1994).

Τελική Διάθεση

Οι συνηθέστεροι τρόποι διάθεσης της ιλύος μετά από κατάλληλη επεξεργασία περιλαμβάνουν:

- Διάθεση ως εδαφοβελτιωτικό ή λίπασμα στη γεωργία
- Διάθεση σε Χ.Υ.Τ.Α. ως υλικό επικάλυψης ή απλή απόρριψη
- Διάθεση ως υλικό για την αποκατάσταση του τοπίου σε λατομεία, εδαφικές κοιλότητες, μεταλλεία κλπ.

2.3 Περιεχόμενοι Ρύποι στην Ιλύ και στο Κομπόστ [Technical Office for Agriculture et al., 2004]

2.3.1 Ανόργανοι Ρύποι (Δυνητικά Τοξικά Στοιχεία)

Στην εν λόγω ενότητα γίνεται αναφορά στις ιδιότητες και τις πηγές προέλευσης των βασικότερων ανόργανων ρύπων που έχουν παρατηρηθεί στην ιλύ, στο κομπόστ και στο έδαφος εφαρμογής του κομπόστ.

Αρσενικό As

Το αρσενικό είναι μεταλλοειδές χημικό στοιχείο. Βάση των ιδιοτήτων του ανήκει στην ομάδα των βαρέων μετάλλων και των μη μεταλλικών στοιχείων.

Το αρσενικό είναι από τα πιο τοξικά χημικά στοιχεία και έκθεση σε χαμηλές δόσεις αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης συγκεκριμένων τύπων καρκίνου, διαβήτη και αγγειακών παθήσεων.

As στο κομπόστ: Το αρσενικό απομακρύνεται εύκολα από τις επιφάνειες ξύλου όπου χρησιμοποιείται στην επεξεργασία του.

As στο έδαφος: Όταν το αρσενικό εισάγεται στο έδαφος τότε συσσωρεύεται σε αυτό ή περνά στα επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα όπου και παραμένει σε αυτά με τη διαλυτή του μορφή.

Η ποσότητα του διαλυτού αρσενικού στο έδαφος εξαρτάται από το pH και την οξειδοαναγωγική ικανότητα του εδάφους καθώς και από την παρουσία άλλων

χημικών στοιχείων όπως σίδηρος, οξείδια του μαγνησίου, αργιλικά ορυκτά και οργανικά στοιχεία. Έχει παρατηρηθεί ότι κάτω από όξινες συνθήκες, η διάλυση των οξειδίων του σιδήρου αυξάνει τις συγκεντρώσεις αρσενικού που βρίσκονται στο έδαφος εν' διάλυση.

Κάδμιο Cd

Το κάδμιο είναι ένα μαλακό, όλκιμο μέταλλο το οποίο συνήθως λαμβάνεται ως παρα-προϊόν της ρευστοποίησης (εκκαμίνευση) του μολύβδου και του ψευδαργύρου.

Cd στην ιλύ: Το περιεχόμενο κάδμιο στην ιλύ έχει κυρίως βιομηχανική προέλευση, αλλά μπορεί να προέρχεται και από λύματα καθαρά αστικής προέλευσης: το κάδμιο συναντάται στα καλλυντικά και στα παρασιτοκτόνα που χρησιμοποιούνται για κηπουρικές εργασίες. Επίσης, μέρος του καδμίου στην ιλύ προέρχεται από επιφανειακές απορροές λόγω της ατμοσφαιρικής κατακρήμνισης του καδμίου (π.χ επεισόδια βροχής).

Cd στο κομπόστ: Μεγάλες συγκεντρώσεις καδμίου στο κομπόστ αποτελούν ένδειξη βιομηχανικής ρύπανσης.

Cd στο έδαφος: Κύριες πηγές επιβάρυνσης του εδάφους με κάδμιο αποτελούν: 20% αγροτικά απόβλητα, 38% ιλύς, 2% λιπάσματα, 40% ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις.

Το pH του εδάφους είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας ελέγχου της διαθεσιμότητας του καδμίου καθώς επηρεάζει τη σταθερότητα και τη διαλυτότητα των διαφόρων ενώσεων καδμίου και όλους σχεδόν τους μηχανισμούς απορρόφησης. Όσο πιο όξινο είναι το έδαφος τόσο πιο κινητικό γίνεται το κάδμιο και τόσο πιο εύκολα προσλαμβάνεται από τα φυτά. Η απορρόφηση του καδμίου από τα φυτά στις γεωργικές εφαρμογές είναι μεγάλης σημασίας, ενώ εξίσου σημαντική είναι η μεταφορά του καδμίου από το έδαφος στα υπόγεια ύδατα λόγω της υψηλής κινητικότητας σε σχέση με άλλα βαρέα μέταλλα.

Χρώμιο Cr

Το χρώμιο εμφανίζεται με διάφορες μορφές αλλά κυρίως απαντάται ως Cr III και Cr VI.

Cr στην ιλύ: Ανάλογα με το βαθμό βιομηχανοποίησης μιας περιοχής οι πηγές χρωμίου στην ιλύ διακρίνονται στις εξής:

- 35 – 50% από τη βιομηχανία (βυρσοδεψεία, χημική οξείδωση κλπ.)

- 9 – 50% επιφανειακές απορροές (σκόνη, παρασιτοκτόνα, λιπάσματα κλπ.)
- 14 – 28% εισροές από αστικές εφαρμογές

Cr στο κομπόστ: Η περιεκτικότητα χρωμίου στο κομπόστ δεν είναι σημαντική.

Cr στο έδαφος: Τόσο το Cr III όσο και το Cr VI εμφανίζονται στο έδαφος και υπό κανονικές συνθήκες ευνοείται η μείωση της συγκέντρωσής τους. Το pH του εδάφους επηρεάζει τη διαλυτότητα και τη βιοδιαθεσιμότητα των διαφόρων μορφών καδμίου. Οξινες συνθήκες ευνοούν την απορρόφηση του Cr VI από τα σωματίδια του εδάφους ενώ εμποδίζουν την απορρόφηση του Cr III.

Χαλκός Cu

Cu στην ιλύ: Ο χαλκός στην ιλύ και στα υγρά λύματα προέρχεται κυρίως από αστικές εισροές (οικιακά προϊόντα, διάβρωση σωλήνων κλπ.) αλλά μπορεί να έχει και βιομηχανική προέλευση (χημική βιομηχανία, βιομηχανία ηλεκτρονικών προϊόντων κλπ.).

Cu στο κομπόστ: Το πόσιμο νερό σε περιοχές με υδραυλικές εγκαταστάσεις κατασκευασμένες από χαλκό ευθύνεται για την δημιουργία εναποθέσεων υψηλών φορτίων χαλκού. Η χρήση χαλκού σε προσθετικά εκτροφής ζώων όπως χοιροστάσια δημιουργούν υψηλά φορτία χαλκού στα κόπρανα των ζώων, ενώ η παρουσία χαλκού στα μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται στην αμπελουργία και την κηπουρική έχει σαν συνέπεια την παρουσία χαλκού στα φυτικά υπολείμματα.

Cu στο έδαφος: Η προέλευση του χαλκού στο έδαφος διακρίνεται στις εξής πηγές: 55% αγροτικά απόβλητα, 28% ιλύς, 1% λιπάσματα, 16% ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Υδράργυρος Hg

Ο υδράργυρος είναι ιδιαίτερα τοξικός και πτητικός γι' αυτό και θεωρείται ιδιαίτερα επικίνδυνος.

Hg στην ιλύ: Ο υδράργυρος προέρχεται από φαρμακευτικά προϊόντα, σπασμένα θερμόμετρα, νερό απορροής κλπ.

Hg στο έδαφος: Η πολύπλοκη συμπεριφορά του υδραργύρου περιορίζει την κινητικότητά του στο έδαφος. Το μεγαλύτερο μέρος του υδραργύρου στο έδαφος είναι προσδεμένο στο οργανικό μέρος και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην έκπλυση με την απορροή.

Νικέλιο Ni

Ni στην ιλύ: Το νικέλιο στην ιλύ προέρχεται από αστικές εισροές (καλλυντικά προϊόντα και χρωστικές ουσίες) στο αποχετευτικό δίκτυο αλλά και από βιομηχανικές δραστηριότητες (π.χ παραγωγή μπαταριών).

Ni στο κομπόστ: Κύρια πηγή αποτελούν οι απορριπτόμενες μπαταρίες

Ni στο έδαφος: Η υψηλή κινητικότητα και η βιοδιαθεσιμότητα του νικελίου εξωγενούς προέλευσης σε σύγκριση με άλλα μέταλλα είναι συχνά παρατηρούμενη. Ωστόσο δεν υπάρχουν σαφείς πληροφορίες σχετικά με την κινητικότητα του νικελίου που προϋπάρχει στο έδαφος.

Μόλυβδος Pb

Pb στην ιλύ: Δύο είναι οι βασικές πηγές προέλευσης του μόλυβδου στην ιλύ: οι αστικές εισροές στο αποχετευτικό δίκτυο και η μεταποίηση παλιών σωληνώσεων.

Pb στο κομπόστ: Κύρια πηγή ρύπανσης του κομπόστ με μόλυβδο αποτελούν οι απορριπτόμενες μπαταρίες.

Pb στο έδαφος: Οι πηγές προέλευσης του μόλυβδου στο έδαφος διακρίνονται στις ακόλουθες: 12% αγροτικά απόβλητα, 19% ιλύς, 1% λιπάσματα, 68% ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις.

Ο μόλυβδος γενικά δεν είναι ιδιαίτερα κινητικός στο έδαφος. Το pH του εδάφους, η περιεκτικότητα του σε χουμικά οξέα, και το περιεχόμενο οργανικό υλικό επηρεάζουν την περιεκτικότητα και κινητικότητα του μόλυβδου στο έδαφος. Ένα μικρό μόνο μέρος του μόλυβδου είναι διαλυτό και προσλαμβάνόμενο από τις ρίζες των φυτών. Κάτω από όξινες συνθήκες αυξάνεται η κινητικότητα και η βιοδιαθεσιμότητα του μόλυβδου.

Ψευδάργυρος Zn

Zn στην ιλύ: Ο ψευδάργυρος προέρχεται κυρίως από τις μεταποιήσεις σωληνώσεων αλλά και από υγρά απόβλητα βιομηχανιών.

Zn στο έδαφος: Οι πηγές προέλευσης του ψευδαργύρου στο έδαφος διακρίνονται σε: 61% αγροτικά απόβλητα, 20% ιλύς, 1% λιπάσματα, και 18% ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Η πιο συχνά εμφανιζόμενη μορφή του ψευδαργύρου στο έδαφος είναι η δισθενής μορφή του Zn^{+2} όπου προσδένεται ισχυρά με τα υπεροξείδια του Fe και Al. Ο ψευδάργυρος είναι περισσότερο διαλυτός στο έδαφος σε σχέση με άλλα ίχνη μετάλλων και εμφανίζει μεγάλη κινητικότητα και διαθεσιμότητα σε όξινα εδάφη.

2.3.2 Οργανικοί Ρύποι

Στις υποενότητες που ακολουθούν γίνεται αναφορά στις ιδιότητες και τις πηγές προέλευσης των βασικότερων οργανικών ρύπων που έχουν παρατηρηθεί στην ιλύ, στο κομπόστ και στο έδαφος εφαρμογής του κομπόστ.

PCBs (PolyChlorinated Biphenyls)

Τα PCBs είναι μια κατηγορία στοιχείων που προέρχονται από την χλωρίωση των διφαινυλίων. Είναι εξαιρετικά χημικά σταθερές ενώσεις και εμφανίζονται στο περιβάλλον ακόμα και στις μέρες μας, αν και η παραγωγή τους έχει σταματήσει από το 1984. Κατά κανόνα στη βιβλιογραφία γίνεται αναφορά σε αθροιστικά 6 από τα συνολικά 209 είδη PCBs, που διαφέρουν ως προς τον βαθμό χλωρίωσης, με τους αριθμούς 28, 52, 101, 138, 153 και 180. Τα 6 αυτά είδη PCBs αποτελούν το 30% των συνολικών PCBs.

PCBs στην ιλύ: Τα PCBs στην ιλύ προέρχονται από τις βιομηχανίες και τα πετρελαιοειδή. Επίσης προέρχονται από προϊόντα όπως το χαρτί. Η συγκέντρωση των PCBs στην ιλύ κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 0-250 mg/kg στερεών.

PCBs στο κομπόστ: Η είσοδος των PCBs στα φυτά και στα βιογενετικά απόβλητα οφείλεται κυρίως στην καθίζηση σωματιδίων σκόνης. Τα PCBs συχνά συναντιούνται στο χαρτί και στο χαρτόνι των αστικών απορριμμάτων.

PCBs στο έδαφος: Τα PCBs στο έδαφος είναι φυσικά, χημικά, και βιολογικά σταθερά. Είναι λιπόφιλα και έχουν την τάση να συσσωρεύονται στην ιλύ και κατά συνέπεια στο οργανικό υλικό του εδάφους. Επομένως, η αποδόμησή τους σε εδάφη πλούσια με οργανικά υλικά είναι μικρότερη. Παρότι οι εν λόγω ουσίες είναι βιοδιασπάσιμες στο έδαφος και χαρακτηρίζονται από μερική πτητικότητα, συγκαταλέγονται ανάμεσα στις χημικές ουσίες που παρουσιάζουν “εμμονή” στο περιβάλλον.

PCDD/F (PolyChlorinated DibenzoDioxins and DibenzoFurans)

Βάση τοξικολογικών μελετών οι διοξίνες και τα φουράνια συγκαταλέγονται ανάμεσα στις πιο επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία. Βρίσκονται παντού στο περιβάλλον σε χαμηλές συγκεντρώσεις και οφείλονται κυρίως σε ανθρωπογενής δραστηριότητες όπως οι θερμικές διεργασίες και οι χημικές βιομηχανίες.

PCDD/F στην ιλύ: PCDD/F εμφανίζονται στην ιλύ, όπου οι συγκεντρώσεις των PCDD είναι υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις των PCDF. Η παρουσία τους σε ιλύς είναι ανεπιθύμητη. Η προέλευσή τους στις ιλύς οφείλεται κυρίως σε επιφανειακές απορροές που εισέρχονται στο αποχετευτικό σύστημα. Επίσης PCDD/F χρησιμοποιούνται στην προετοιμασία των προϊόντων εντομοκτόνων. Άλλη πηγή αποτελούν τα υγρά βιομηχανικά λύματα.

PCDD/F στο κομπόστ: Οι διοξίνες όπως οι PCDD/F δεν αποδομούνται εύκολα και αντιθέτως τείνουν να συσσωρεύονται κατά την αποδόμηση του οργανικού υλικού.

Σύμφωνα με μελέτες έχει παρατηρηθεί ότι κατά την κομποστοποίηση μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση των PCDD/F και κυρίως των hepta- και octa- PCDD. Ωστόσο οι χαμηλές συγκεντρώσεις χλωριωμένων PCDD/F μειώνονται κατά τη διεργασία της κομποστοποίησης και κυρίως φθίνουν οι συγκεντρώσεις των φουρανίων.

PCDD/F στο έδαφος: Το κύριο μονοπάτι εισόδου των διοξινών στο έδαφος είναι μέσω της ατμοσφαιρικής κατακρήμνισης και της εναποτιθέμενης ιλύος από τη διεργασία υγρών αποβλήτων.

Όπως τα PCBs έτσι και οι PCDD/F είναι στοιχεία που παρουσιάζουν φυσική, χημική και βιολογική σταθερότητα και είναι λιπόφιλες ενώσεις. Έχουν την τάση να συγκεντρώνονται στην ιλύ και στο οργανικό υλικό του εδάφους όπου απορροφούνται ισχυρά. Γενικά οι διοξίνες και τα φουράνια εμφανίζονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και η εμφάνισή τους σε βαθύτερα στρώματα είναι σπάνια.

Εάν κομπόστ που περιέχει PCDD/F εφαρμόζεται επαναλαμβανόμενα στο ίδιο έδαφος, τότε αναμένεται να παρατηρηθεί αύξηση της συγκέντρωσης των διοξινών και φουρανίων στην εν λόγω περιοχή εφαρμογής του.

PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)

Κύριοι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι οι εξής: naphthalene, polyphenyls, acenaphthene, phenantrene, fluorine, fluoranthene, pyrene, benzo(a)pyrene. Η ναφθαλίνη (naphthalene) είναι από τις πιο ευδιάλυτες στο νερό, τις

πιο πτητικές και βιοαποδομήσιμες χημικές ουσίες από την κατηγορία των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων. Ωστόσο, υπάρχουν πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες που είναι αδιάλυτοι στο νερό, παρουσιάζουν μικρή βιοδιαθεσιμότητα στο έδαφος και έχουν υψηλή συγγένεια με το οργανικό υλικό της ιλύος. Η μικρή βιοδιαθεσιμότητα και ο λιπόφιλος χαρακτήρας των εν' λόγω ουσιών μειώνεται με το μοριακό τους βάρος. Τα PAHs παρουσιάζουν μεγάλη εμμονή στο περιβάλλον.

PAHs στην ιλύ: Πηγές PAHs στην ιλύ είναι:

- PAHs τα οποία βρίσκονται στις επιφανειακές απορροές και εισέρχονται στο αποχετευτικό δίκτυο (εδώ περιλαμβάνονται και τα PAHs από τα απαέρια τα οποία κατακρημνίζονται με τη βροχή)
- PAHs από βιομηχανικές εισροές στο αποχετευτικό δίκτυο

PAHs στο κομπόστ: Τα PAHs διασπώνται εύκολα παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας από αερόβια βακτήρια και δύσκολα εμμένουν σε ένα σύστημα κομποστοποίησης όταν η λειτουργία του είναι εύρυθμη.

PAHs στο έδαφος: Η εφαρμογή στο έδαφος υλικών (π.χ κομπόστ) που περιέχουν PAHs πρέπει να γίνεται με προσοχή γιατί η επαναλαμβανόμενη εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της συγκέντρωσης των PAHs στο έδαφος.

Τα περισσότερα PAHs παρουσιάζουν εμμονή στο έδαφος. Ο χρόνος ημι-ζωής τους μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 10 χρόνια και βιοδιασπώνται πολύ αργά. Τα PAHs είναι αδιάλυτα στο νερό και για αυτό απορροφούνται στη σωματιδιακή φάση του εδάφους και κυρίως στο οργανικό υλικό.

Χλωριωμένα Παρασιτοκτόνα

Χλωριωμένα παρασιτοκτόνα όπως τα: Aldrin, Biphenyl, Chlordan, Endrin, Heptachlor, DDT [1,1,1-trichlor-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethan], Lindane, HCH-ισομερή (Hexachlocyclohexan) και Hexachlorbenzene (HCB) Heptachlor προέρχονται από τις αγροτικές εφαρμογές. Βρίσκονται παντού και ρυπαίνουν το περιβάλλον αν και η εφαρμογή των περισσότερων εξ' αυτών στη γεωργία έχει απαγορευτεί.

Χλωριωμένα παρασιτοκτόνα στο κομπόστ: Η συγκέντρωση του χημικού Lindane στο κομπόστ είναι εξαιρετικά χαμηλή και αποτελεί ένδειξη της ποιότητας του κομπόστ.

Μετρήσεις χημικών στοιχείων όπως τα PCP, AOX και g-HCH είναι χρήσιμες να πραγματοποιούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

LAS (Linear Alkylbenzene Sulphonates)

Πρόκειται για ανιονικές ξενοβιοτικές ενώσεις οι οποίες εμφανίστηκαν το 1964 στη βιομηχανία και που στη συνέχεια αντικατέστησαν βαθμιαία τα ABS (Highly branched alkylbenzene sulphonates). Τα LAS είναι πλήρως βιοδιασπάσιμα κάτω από αερόβιες συνθήκες. Έρευνες έχουν δείξει ότι ο χρόνος ημι-ζωής των εν λόγω ουσιών για ιλύς που χρησιμοποιούνται στο έδαφος κυμαίνεται από 5-33 μέρες. Τα LAS εμφανίζονται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα ιζήματα στον πυθμένα υδάτινων αποδεκτών και στην ιλύ που έχει υποστεί αναερόβια χώνευση. Η αναερόβια αποδόμηση των LAS είναι σχεδόν αδύνατη, και μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες.

LAS στην ιλύ: Τα LAS αποδομούνται πολύ γρήγορα στην ιλύ εκτός από την περίπτωση της αναερόβιας επεξεργασίας της. Σε μονάδες επεξεργασίας της παραγόμενης ιλύος έχουν παρατηρηθεί συγκεντρώσεις των εν λόγω χημικών που κυμαίνονται από <1 έως 10 g/kg. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς της ιλύος, την αποθήκευσή της, και την εφαρμογή της στη γεωργία, αποκαθίστανται οι αερόβιες συνθήκες και πραγματοποιείται ταχεία αποδόμηση των LAS.

LAS στο κομπόστ: Τα LAS παρουσιάζουν πολύ υψηλό βαθμό διάσπασης στις αερόβιες συνθήκες της κομποστοποίησης.

LAS στο έδαφος: Δεν έχει παρατηρηθεί πειραματικά συσσώρευση LAS στο έδαφος ή βιοσυσσώρευσή τους στα φυτά.

NPE (NonylPhEnol)

Το τοξικό nonylphenol εμφανίζεται στις μονάδες επεξεργασίας υγρών λυμάτων λόγω της μετατροπής των εισερχόμενων nonylphenolethoxylates ουσιών, κατά τη χώνευση της ιλύος, και γι' αυτό εμφανίζεται κυρίως στην ιλύ αστικών λυμάτων.

NPE στην ιλύ: Οι εν λόγω ουσίες συγκεντρώνονται στην ιλύ αλλά υφίστανται ταχεία βιοαποδόμηση κάτω από αερόβιες συνθήκες.

NPE στο κομπόστ: Οι εν λόγω ουσίες εμφανίζουν υψηλό βαθμό διάσπασης στις αερόβιες συνθήκες της κομποστοποίησης.

NPE στο έδαφος: Οι περισσότερες μελέτες καταδεικνύουν μικρό χρόνο ημιζωής για τα NP στο έδαφος και μικρό κίνδυνο συσσώρευσής τους στο έδαφος. Σχεδόν όλο ή το

μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας των ΝΡ έχει παρατηρηθεί ότι εξαφανίζεται από το έδαφος σε διάστημα 50-100 ημερών.

DEHPs (Di (2-EthylHexyl) Phthalates)

Τα DEHPs ανήκουν στους εστέρες των φθαλικών ενώσεων και χρησιμοποιούνται σαν πλαστικοποιητές στην παραγωγή πλαστικών (PVCs).

DEHPs στην ιλύ: Η παρουσία τους στην ιλύ οφείλεται στην παρουσία τους στα πλαστικά προϊόντα που ενδεχομένως εισέρχονται στο αποχετευτικό δίκτυο και στα λύματα βιομηχανιών παραγωγής πλαστικών.

DEHPs στο κομπόστ: Η παρουσία των DEHPs στο κομπόστ οφείλεται κυρίως στη παρουσία πλαστικών που τα περιέχουν. Παρουσιάζουν υψηλό βαθμό διάσπασης στις αερόβιες συνθήκες της κομποστοποίησης.

DEHPs στο έδαφος: Τα DEHPs έχουν χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και υψηλό συντελεστή κατανομής οκτανόλης - νερού (K_{ow}). Για το λόγο αυτό η απορρόφησή τους στο έδαφος είναι υψηλή. Κάτω από αερόβιες συνθήκες οι μικροοργανισμοί αποδομούν τα DEHPs σχετικά εύκολα.

Τα DEHPs φαίνεται ότι συσσωρεύονται στο έδαφος κατά την εφαρμογή ιλύος σε αυτό, αλλά μόνο όταν οι ποσότητες της εφαρμοζόμενης ιλύος είναι πολύ μεγάλες. Σε κανονικές δόσεις δεν πραγματοποιείται συσσώρευση λόγω του μικρού χρόνου ημιζωής των DEHPs κάτω από αερόβιες συνθήκες. Κάτω από αναερόβιες συνθήκες τα DEHPs είναι δύσκολα ή καθόλου αποδομήσιμα.

2.3.2-1 Βιοαποδόμηση Οργανικών Ρύπων Κατά τη Διεργασία της Κομποστοποίησης [Technical Office for Agriculture et al., 2004]

PCBs (PolyChlorinated Biphenyls)

Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης τα PCBs εμφανίζουν μείωση της συγκέντρωσής τους η οποία οφείλεται εν μέρη στην εξάτμιση των πτητικών μερών των PCBs. Μελέτη του 1989 έδωσε μείωση των PCBs σε ποσοστό 15-74% (μέση τιμή 45%) κατά την κομποστοποίηση διάρκειας τριών μηνών (Fricke et al., 1989). Ο Bywater (1998) βρήκε ότι κατά την κομποστοποίηση υλικού, που περιείχε PCBs, παρατηρήθηκε μείωση της αρχικής συγκέντρωσης των PCBs σε ποσοστό 25% για διάστημα τριών μηνών. Οι Gibson et al. (2002) κατέγραψαν μείωση 2% της αρχικής

συγκέντρωσης PCBs σε λάσπη βιολογικού καθαρισμού υγρών αποβλήτων μετά την κομποστοποίησή της για 142 μέρες. Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι χαμηλού βαθμού χλωριωμένα PCBs (PCBs με 1-3 χλώρια) παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά αποδόμησης από τα υψηλού βαθμού χλωριωμένα PCBs (Technical Office for Agriculture et al., 2004).

PCDD/F (PolyChlorinated DibenzoDioxins and DibenzoFurans)

Οι διοξίνες και φουράνες αποδομούνται δύσκολα και μάλιστα έχει παρατηρηθεί ότι έχουν την τάση να συγκεντρώνονται περισσότερο κατά τη διεργασία της κομποστοποίησης. Τα περισσότερα τεστ έδειξαν αύξηση των hepta- και octa-PCDD κατά την κομποστοποίηση οργανικών αποβλήτων. Ωστόσο παρατηρήθηκε μείωση του χαμηλού βαθμού χλωριωμένων PCDD/PCDF και κυρίως των φουράνων.

Παραγωγή διοξινών μπορεί να προκληθεί κατά τη διεργασία της αποσύνθεσης μόνο όταν επικρατούν θερμοκρασίες $>70^{\circ}\text{C}$ και με την παρουσία πρωταρχικών συστατικών ως τριχλωροφαινόλη και πενταχλωροφαινόλη (Technical Office for Agriculture et al., 2004).

Ωστόσο ο σχηματισμός των PCDD/PCDF κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης βρίσκεται ακόμα υπό έρευνα (Technical Office for Agriculture et al., 2004).

PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)

Οι Κυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες εμφανίζουν μερική αποδόμηση κατά την κομποστοποίηση οργανικού κλάσματος (Loser et al., 1999; Martens, 1982) ή κατά την αποδόμηση μίγματος ιλύος βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων (Lazzari et al., 1999). Οι Fricke et al., 1989 αναφέρουν μείωση των PAHs κατά 56% για κομποστοποίηση περιόδου τριών μηνών. Άλλες μελέτες έχουν δώσει αποδόμηση κατά 56% για βιο-απόβλητα και 47% για ιλύς βιολογικών καθαρισμών, για κομποστοποίηση διάρκειας 131 ημερών (Technical Office for Agriculture et al., 2004).

LAS (Linear Alkylbenzene Sulphonates)

Τα LAS εμφανίζουν υψηλό βαθμό αποδόμησης κάτω από αερόβιες συνθήκες (Bywater, 1998, Brandli et al., 2003, Amundsen et al., 2002) ενώ κάτω από αναερόβιες συνθήκες δεν αποδομούνται, εκτός από συγκεκριμένες περιπτώσεις. Βάση ερευνών που πραγματοποιήθηκαν από την HERA βρέθηκε συγκέντρωση LAS με

τιμές μεταξύ 1-15mg/l στα ακατέργαστα αστικά λύματα. Μετά την επεξεργασία των λυμάτων σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού παρατηρήθηκε απομάκρυνση των LAS στα υγρά λύματα σε ποσοστό 99% και μείωση της αρχικής συγκέντρωσης LAS σε ένα εύρος τιμών μεταξύ 0.009-0.14mg/l. Η συγκέντρωση των LAS στην ιλύ παρουσίασε τιμές από <1g/kg έως 10g/kg. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς της ιλύος για την εφαρμογή της στη γεωργία, την αποθήκευσή της και την εφαρμογή της στο έδαφος παρατηρείται αποκατάσταση των αερόβιων συνθηκών και γρήγορη αποδόμηση των LAS (Technical Office for Agriculture et al., 2004). Ωστόσο σε πιλοτικό πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Madsen et al. στη Δανία δεν παρατηρήθηκε σημαντική απομάκρυνση των LAS στη μάζα αναερόβιας χωνευμένης ιλύος καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσής της (Danish EPA et al., 1999).

Οι Amundsen et al. (2002) αναφέρουν ποσοστά αποδόμησης μεγαλύτερα από 60% κατά τη διάρκεια κομποστοποίησης σε σωρούς για διάστημα 28 εβδομάδων. Γενικά έχει καταγραφεί ένα μεγάλο εύρος τιμών σχετικά με τον χρόνο ημιζωής των LAS κατά την διεργασία της κομποστοποίησης. Ο Jensen (1999) δίνει χρόνο ημιζωής μεταξύ 7 με 21 μέρες. Οι δε Madsen et al. δίνουν 100% ποσοστό απομάκρυνσης LAS από την μάζα ιλύος αστικών λυμάτων ύστερα από οχτώ εβδομάδες κομποστοποίησης.

NP (Nonylphenols)

Πολλοί συγγραφείς υποστηρίζουν ότι τα NP διασπώνται ταχέως κάτω από τις αερόβιες συνθήκες της κομποστοποίησης (Bywater, 1998; Gibson et al., 2002; Amundsen et al., 2002).

DEHPs (Di (2-EthylHexyl) Phthalates)

Τα DEHP έχουν χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και υψηλό συντελεστή κατανομής οκτανόλης-νερού (K_{ow}). Κάτω από αερόβιες συνθήκες μικροοργανισμοί αποδομούν τα DEHP (Torslov et al., 1997) ενώ κάτω από αναερόβιες συνθήκες αποδομούνται πολύ αργά ως καθόλου (Arthur Andersen et al., 2001).

Ο Bywater (1998) αναφέρει υψηλού βαθμού διάσπαση των φθαλικών ενώσεων κάτω από τις αερόβιες συνθήκες της κομποστοποίησης. Επίσης, μελέτες έχουν δώσει ποσοστό απομάκρυνσης φθαλικών ενώσεων από ιλύς αστικών λυμάτων ίσο με 67%, ύστερα από την επεξεργασία της ιλύος με τη διεργασία της κομποστοποίησης, για διάστημα 131 ημερών (Hund et al., 1999). Σε άλλη έρευνα βρέθηκε ότι κάτω από

αερόβιες συνθήκες και θερμοκρασία 63 °C είναι δυνατή η μείωση κατά 70% της αρχικής συγκέντρωσης των DEHP στη μάζα της ιλύος αστικών λυμάτων (Banat et al., 1999).

Παρασιτοκτόνα

Λόγω της ευρείας παραγωγής παρασιτοκτόνων με διαφορετική συμπεριφορά όσο αφορά την αποδόμησή τους είναι δύσκολο να καθοριστεί επακριβώς η τύχη τους κατά τη διεργασία της κομποστοποίησης. Τα παρασιτοκτόνα δύναται να αποδομούνται ή να συσσωρεύονται στο κομπόστ ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες κομποστοποίησης. Έχει βρεθεί ότι τα παρασιτοκτόνα αποδομούνται ευκολότερα σε θερμοκρασίες γύρω στους 52°C (Bywater, 1998).

Γενικά έχει παρατηρηθεί ότι τα περισσότερα παρασιτοκτόνα τείνουν να μειώσουν την αρχική τους συγκέντρωση στη μάζα του κομπόστ κατά τη διεργασία της κομποστοποίησης. Ωστόσο, υπάρχουν παρασιτοκτόνα που παρουσιάζουν μικρή αύξηση στη συγκέντρωσή τους στην έξοδο της κομποστοποίησης και αυτά είναι κυρίως τα: dieldrin, methoxychlor, lindane, chlordane, toxaphene, DDT και άλλα οργανοχλωριομένα παρασιτοκτόνα (Technical Office for Agriculture et al., 2004).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (1)

Ελληνική

- Ανδρεαδάκης, Α., Δ., Μαμάης, Γ., Ντινοπούλου & Α. Τζίμας, 2006, *Ασβεστοποίηση Ιλύων Από Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων*, Δημερίδα: Μονάδες Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων Μικρής Κλίμακας, Πορταριά, σελ. 393-401.
- Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων, 2005, Έκθεση για Δ.Ε.Υ.Α.Χανίων, «Ενσωμάτωση των Παραπροϊόντων της Επεξεργασίας των Λυμάτων στο ΧΥΤΑ και Εργαστηριακός Έλεγχος για τις Επιπτώσεις σε Αυτόν Από την Ενσωμάτωση», Εκπόνηση Εργαστηριακών Μετρήσεων και Δοκιμών Εδαφομηχανικής Ιλύος Ε.Ε.Λ.Χανίων, Χανιά.
- Κατσιώτη Μ., Ε., Λιότση, Π., Μπούρα & Α., Κατσίρη, 2005, *Εναλλακτικές Χρήσεις Μίγματος Λάσπης Βιολογικού Καθαρισμού με Τσιμέντο και Ζαροσίτη*, Heleco '05, 5^η Διεθνής Έκθεση & Συνέδριο για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος, Τ.Ε.Ε.
- Μαρκαντωνάτος Γ., 1990, *Επεξεργασία & Διάθεση Υγρών Αποβλήτων*, Αθήνα.
- NAMA & Δ.Ε.Υ.Α.Χανίων, 2005, Τεχνική Έκθεση, *Μελέτη Διάθεσης Παραπροϊόντων Επεξεργασίας της Ε.Ε.Λ. Χανίων στον Χ.Υ.Τ.Α Κορακιάς*, Χανιά.
- Στάμου, Ι. & Ζ., Βογιατζής, 1994, *Βασικές Αρχές & Σχεδιασμός Συστημάτων Επεξεργασίας Αποβλήτων*, Αθήνα.
- Τραγανίτης, Στ. & Ι., Σκουμπύρης, 1995, Ελληνική Εταιρία Τοπικής Ανάπτυξης & Αυτοδιοίκησης Α.Ε, *Οδηγός Λειτουργίας Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων*, Σειρά: Επεξεργασία Νερού 1.
- Τσίμας Σ., Ε.Ν., Βελονάκης & Μ., Λεοντζάκος, 1998, *Συμβολή της Ασβέστου στις Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων. Η Περίπτωση του Κέντρου Ελέγχου Λυμάτων Ψυττάλειας*, Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, V, τεύχ. 1-2, σελ 37-47.

Διεθνής

- Danish EPA et al., 1999, SPT Workshop in Co-ordination with the Danish EPA, *Linear Alkyl Benzene Sulphonate (LAS) Risk Assessment for Sludge-Amended Soils*, Copenhagen, available at: < <http://www.erasm.org/workshop/sptjfs02.pdf> >, January 2006.
- European Environment Agency et al., 1997, *Sludge Treatment and Disposal*, Denmark.

- Environment Agency et al., 2001, *Technical Guidance On Composting Operations*, Draft For External Consultation, USA.
- European Commission et al., 2001, *Organic Contaminants in Sewage Sludge for Agricultural Use*, available at: <http://europa.eu.int/comm/environment/waste/sludge/organics_in_sludge.pdf>, September 2005.
- Envitec, Μελέτη: Μονάδα Μηχανικής Διαλογής & Κομποστοποίησης & Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων στη Θέση Κορακία- Ακρωτηρίου Χανίων, Τομος 2, Τεύχη 1 & 2.
- International Water Management Institute et al., 2003, *Co-composting of faecal sludge and Municipal organic waste, A literature and state of knowledge Review*, available at: <http://www.sandec.ch/FaecalSludge/Documents/Cocomp_review-2003-01-19.pdf>(23 August, 2006).
- Laternus Fr., *Sewage Sludge Application: "Sewage Sludge in Europe – What's the Problem*, available at: <http://www.ituf.liu.se/fl/sewage_sludge_application>, October 2005.
- Manios T., 2003, *The Composting Potential of Different Organic Solid Wastes: Experience from The Island of Crete*, Crete, available at: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V7X-48SBTY9-2/2/06eda7fc5f1e4e30ba83d7fa540fc268>>, September 2005
- Marmo L., *Harmonisation in View of The Revision of The Sewage Sludge Directive 86/278/EEC*, available at: <http://www.jrc.cec.eu.int/download/events/ei_8-9_02_01.pdf>, January 2006.
- Technical Office for Agriculture et al., 2004, *Heavy Metals & Organic Compounds From Wastes Used As Fertilisers (Annex 1, Fact sheet- Inorganic & Organic Pollutants*, available at: <http://europa.eu.int/comm/environment/waste/compost/pdf/hm_annex1.pdf>, August 2005.
- Technical Office for Agriculture et al., 2004, *Heavy Metals and Organic Compounds from Wastes Used as Organic Fertilizers (Final Report)*, Austria.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen, and S. Vigil, 1993, *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues*, McGraw Hill, New York.

Επιπρόσθετη Διεθνής Βιβλιογραφία Cited in: Technical Office for Agriculture et al., 2004.

- Amundsen, C. E., Eggen, T. & Lystad, H., 2002, *Degradation of Organic Contaminants in Sewage Sludge During Windrow Composting* – abstract of the International Symposium Composting and Compost Utilization, Columbus, Ohio, USA.
- Banat, F. A., Pechtl, S. & Bischof, F., 1999, *Experimental Assessment of Biodegradation of Di-2-Thylhexyl Phthalate (Dehp) Under Aerobic Thermophilic Conditions*, Chemosphere 39(12): 2097-2106, Cit in: Brandli et al. 2003.
- Bywater, S., 1998, *A Feasibility Study of the Introduction of Process and Quality Standards for Compost in the UK*, The Composting Association, pp 151.
- Fricke, K., Vogtmann, H., Jager, H. & Wilken, M., 1989, *Organische Schadstoffe in Bioabfallkomposten*, Müll und Abfall 9, 472-481, Erich Schmidt-Verlag, Berlin.
- Gibson, R., Canet, R., Padgett, E., Wang, M-J., Gove, L., Lopez-Real, J.M & Beck, A.J., 2002, *Losses of 4-Nonylphenols, Phthalates, and PCBs During Drying and Composting of Sewage Sludge*. – Abstract of the International Symposium Composting and Compost 2002, Columbus, Ohio, USA.
- Hund, K., Kurth, H.H. & Wahle, U., 1999, *Entwicklung einer Untersuchungs- und Bewertungsstrategie zur Ableitung von Qualitätskriterien für Komposte*, Cit in: Brandli et al., 2003.
- Jensen, J., 1999, *Fate and Effects of Linear Alkylbenzene Sulphonates (Las) in the Terrestrial Environment*, Sci. Total Environ. 226 (2-3): 93-111, Cit in: Brandli et al., 2003.
- Lazzari, L., Sperti, L., Salizzato, M. & Pavoni, B., 1999, *Gas Chromatographic Determination of Organic Micropollutants in Samples of Sewage Sludge and Compost: Behaviour of Pcb and Pah During Composting*. Chemosphere 38(8): 1925-1935, Cit in: Brandli et al., 2003.
- Loser, C., Ulbricht, H., Hoffmann, P., & Seidel, H., 1999, *Composting of Wood Containing Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Pahs)*, Compost Sci Util. 7(3): 16-32, Cit in: Brandli et al., 2003.
- Martens, R., 1982, *Concentrations and Microbial Mineralization of 4 to 6 Ring Polycyclic Aromatic- Hydrocarbons in Composted Municipal Waste*, Chemosphere 11(8): 761-770, Cit in Brandli et al., 2003.

Διαδίκτυο

Λιανός Γ., 17/01/2006 *Άρθρο: Εργοστάσιο Ξήρανσης στην Ψυττάλεια το 2007, available at: http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_economyepix_317578_17/01/2006_170139 , August 2006.*

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ (1)

Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α.: Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

Δ.Ε.Υ.Α.Χ: Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χανίων

ΚΥΑ: Κοινή Υπουργική Απόφαση

Μ.Ε.Λ: Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων

Χ.Υ.Τ.Α: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

ΜΕΡΟΣ Β

Μελέτη Δυνατότητας Συν-κομποστοποίησης Ιλύος (Περιοχή Χανίων)

Στο δεύτερο μέρος γίνεται περιγραφή της μελέτης που πραγματοποιήθηκε με στόχο τη διαπίστωση της δυνατότητας εισαγωγής της ιλύος αστικών λυμάτων σε μια μονάδα κομποστοποίησης αστικών απορριμμάτων. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε για την ιλύ που παράγεται στη Μονάδα του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων και ελέγχθηκε η δυνατότητα εισόδου της στη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης του Δήμου Ακρωτηρίου Χανίων.

Αρχικά στην Ενότητα 1, δίνεται περιγραφή της Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων και της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης του Δήμου Ακρωτηρίου Χανίων. Σκοπός της περιγραφής είναι ο προσδιορισμός των ακριβών διεργασιών που οδηγούν στην παραγωγή της εξεταζόμενης ιλύος, για την περίπτωση του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων, και των ακριβών διεργασιών της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής, που σχετίζονται με το ανακτώμενο οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων που τελικά εισάγεται στη Μονάδα Κομποστοποίησης.

Στη συνέχεια, στην Ενότητα 2 παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγόμενης ιλύος, των στερεών απορριμμάτων του Δήμου Χανίων, και του οργανικού κλάσματος των αστικών απορριμμάτων που οδηγείται προς κομποστοποίηση. Η γνώση της σύνθεσης των υλικών που οδηγούνται προς κομποστοποίηση είναι απαραίτητη ώστε να προσδιοριστούν οι παράμετροι που επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης (π.χ υγρασία, pH, κλπ). Επιπλέον, στο τέλος της Ενότητας 2 δίνονται στοιχεία παλιότερων εργαστηριακών αναλύσεων για τη συγκέντρωση ρύπων που περιέχονται στην παραγόμενη ιλύς αστικών λυμάτων.

Στην Ενότητα 3 δίνονται οι προδιαγραφές που πρέπει να πληρούνται, ώστε να εξασφαλιστεί επιτυχής συν-κομποστοποίηση της ιλύος με το οργανικό κλάσμα των

αστικών απορριμμάτων και παραγωγή κομπόστ, εμπορεύσιμης ποιότητας. Οι εν λόγω προδιαγραφές αφορούν νομοθετικούς και σχεδιαστικούς περιορισμούς.

Στην Ενότητα 4 αναφέρονται οι εργαστηριακές αναλύσεις σε δείγματα κομπόστ και ιλύος που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια πειράματος. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αξιολογήθηκαν βάση των προδιαγραφών που καθορίζονται στην Ενότητα 3. Κατά τις αναλύσεις στα δείγματα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος εντοπίστηκαν συγκεντρώσεις οργανικών ρύπων (LAS, NPE και PAHs) που υπερβαίνουν τα όρια που θέτει η σχετική νομοθεσία.

Τέλος στην Ενότητα 5 παρουσιάζονται συγκεκριμένες προτάσεις για τη διαχείριση του προβλήματος σχετικά με τη δυνατότητα συν-κομποστοποίησης της ιλύος αστικών λυμάτων με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων, βάση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν στην Ενότητα 4.

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται τα μέρη και οι λειτουργίες της Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων και της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης του Δήμου Ακρωτηρίου Χανίων. Σκοπός της σχετικής περιγραφής είναι η γνώση των ακριβών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στη διαχείριση των αστικών λυμάτων και που οδηγούν στην παραγωγή της εξεταζόμενης ιλύος. Ο τρόπος διαχείρισης των αστικών λυμάτων καθώς και οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι επεξεργασίας της παραγόμενης ιλύος εντός μιας Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού είναι καθοριστικές για τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της προς διάθεση ιλύος. Με βάση το ίδιο σκεπτικό η γνώση των διεργασιών που πραγματοποιούνται σε μια Μονάδα Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης είναι καθοριστική για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οργανικού υλικού προς κομποστοποίηση και του τελικού προϊόντος «κομπόστ».

1.1 Περιγραφή Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού

Η Μονάδα του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων λειτουργεί από το 1995 και δέχεται προς επεξεργασία τα υγρά λύματα των Δήμων Χανίων και Σούδας.

Θέση Έργου: Η Μονάδα Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων έχει κατασκευαστεί ΒΑ της πόλης των Χανίων στην Περιοχή «Κουμπελής». Είναι τοποθετημένη σε φυσική προεξοχή του εδάφους προς τη θάλασσα μεταξύ δύο μικρών όρμων, στους οποίους καταλήγουν αντίστοιχα δύο μικρά ρεύματα. Βόρεια και δυτικά περιβάλλεται από θάλασσα, ενώ ανατολικά συνορεύει με το χώρο του Πολυτεχνείου Κρήτης (NAMA, 2005).

Δυναμικότητα Έργου: Η Μονάδα Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων έχει σχεδιαστεί για να δέχεται προς επεξεργασία αστικά λύματα που αντιστοιχούν σε 105,500 κατοίκους, βιομηχανικά λύματα που αντιστοιχούν σε 5000 ισοδύναμους κατοίκους και βοθρολύματα που αντιστοιχούν σε 7000 ισοδύναμους κατοίκους. Συνολικά δηλαδή, ο βιολογικός καθαρισμός έχει σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί 117,500 ισοδύναμους κατοίκους που αντιστοιχεί σε 26,000m³/d υγρών λυμάτων. Το

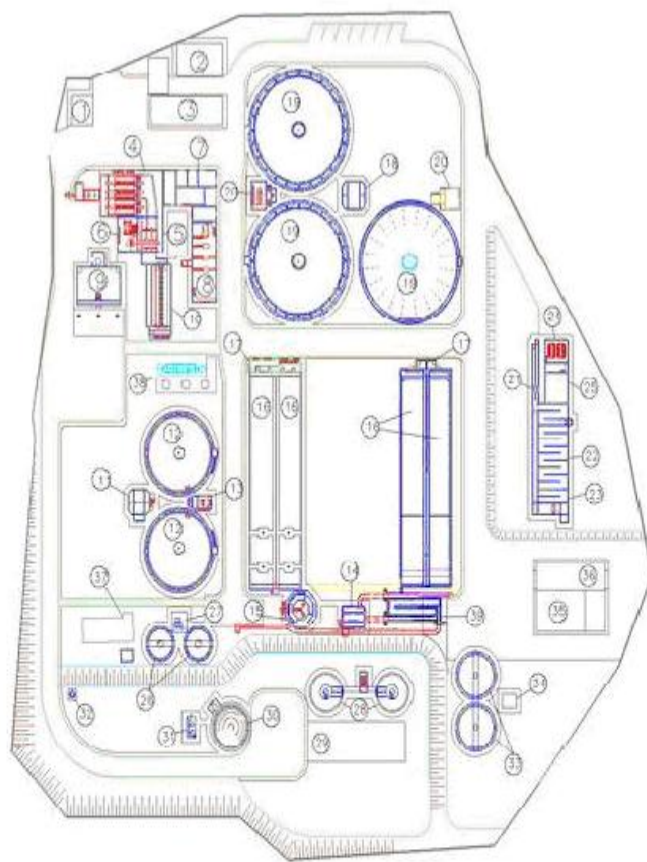
καλοκαίρι του 2004 η μέση παροχή λυμάτων ανήλθε στα $19,000\text{m}^3/\text{d}$ (Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004).

Σύμφωνα με τελευταία στοιχεία της Δ.Ε.Υ.Α.Χ, το 2005 η μέση παροχή εισόδου λυμάτων στην εγκατάσταση ήταν $16,811\text{m}^3/\text{d}$, για κατ' εκτίμηση 105,000 ισοδύναμους κατοίκους. Για το ίδιο έτος η μέγιστη ωριαία παροχή εκτιμάται σε $1800\text{m}^3/\text{h}$ σε συνθήκες βροχοπτώσεων.

Βασικά Τμήματα Εργοστασίου: Στη Μονάδα Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων η επεξεργασία των λυμάτων πραγματοποιείται με τη μέθοδο της ενεργούς ιλύος. Για την επεξεργασία της παραγόμενης ιλύος χρησιμοποιείται η μέθοδος της αναερόβιας χώνευσης όπου παράλληλα αξιοποιείται το παραγόμενο βιοαέριο για την παραγωγή ενέργειας.

Για τις αναφερόμενες μεθόδους επεξεργασίας των αστικών λυμάτων και της παραγόμενης ιλύος η μονάδα διαθέτει τις ακόλουθες εγκαταστάσεις:

- Αντλιοστάσιο Εισόδου
- Εγκατάσταση Υποδοχής Βοθρολυμάτων
- Εσχάρωση
- Εξάμμωση – Αφαίρεση Λιπών
- Πρωτοβάθμια Καθίζηση
- Δεξαμενές Επιλογής
- Δεξαμενές Αερισμού
- Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης
- Δεξαμενή Χλωρίωσης
- Μηχανική Πάχυνση της Ιλύος
- Προπάχυνση
- Αναερόβιοι Χωνευτές
- Μεταπάχυνση
- Αφυδάτωση



1. ΦΥΛΑΚΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ
2. ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΦΥΛΑΚΑ
3. ΔΙΟΙΚΗΤΗΡΙΟ - ΧΗΜΙΚΟ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
4. ΑΙΘΟΥΣΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ ΑΡΧΙΜΗΔΗ
5. ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΞΧΑΡΩΝ
6. ΚΤΙΡΙΟ ΠΑΥΣΗΣ ΑΜΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΕΞΧΑΡΩΜΑΤΩΝ
7. ΚΤΙΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΣΙΟΥ
8. ΚΤΙΡΙΟ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ
9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΙ ΑΝΤΑΙΟΣΤΑΣΙΟ ΒΟΘΡΟΥΜΑΤΩΝ
10. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΜΜΟΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΙΠΟΣΥΛΛΟΓΗΣ
11. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΡΟΗΣ ΠΡΟΣ Α ΚΑΘΙΖΗΣΗ
12. ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ
13. ΑΝΤΑΙΟΣΤΑΣΙΟ 1ο ΒΑΘΜΙΑΣ ΑΛΕΞΗΣ
14. ΠΡΟΜΕΡΙΣΤΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
15. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
16. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
17. ΑΝΤΑΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΠΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ
18. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΡΟΗΣ Β ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ
19. ΔΕΞΑΜΕΝΗ Β ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ
20. ΑΝΤΑΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΠΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ
21. ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ (VERTURI)
22. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΑΛΩΡΙΩΣΗΣ
23. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΑΡΡΥΘΜΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ
24. ΚΤΙΡΙΟ ΧΑΛΩΡΙΩΣΗΣ
25. ΚΤΙΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
26. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΟΠΑΧΥΝΣΗΣ
27. ΑΝΤΑΙΟΣΤΑΣΙΟ ΠΡΟΠΑΧΥΝΣΗΣ
28. ΧΩΡΕΥΤΗΣ ΙΛΥΟΣ
29. ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
30. ΑΕΡΟΦΥΛΑΚΙΟ
31. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΘΕΙΩΣΗΣ
32. ΔΕΥΔΟΣ ΚΑΥΣΗΣ
33. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕΤΑΠΑΧΥΝΣΗΣ
34. ΑΝΤΑΙΟΣΤΑΣΙΟ ΜΕΤΑΠΑΧΥΝΣΗΣ
35. ΚΤΙΡΙΟ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ
36. ΚΤΙΡΙΟ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ - ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ
37. ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ
38. ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ

Σχήμα 4: Γενική διάταξη Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων [<http://www.deyax.org.gr>]

1.1.1 Αναλυτική Περιγραφή των Εγκαταστάσεων

Αντλιοστάσιο Εισόδου Εγκατάστασης

Τα λύματα του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού οδηγούνται σε δυο παράλληλα κανάλια. Από εκεί και αφού περάσουν μέσω δύο εσχάρων χονδρόκοκκων καταλήγουν στο φρεάτιο φόρτισης του αντλιοστασίου εισόδου.

Στη συνέχεια τα λύματα ανυψώνονται μέσω τεσσάρων αντλιών Αρχιμήδη, εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Η μέση παροχή κάθε αντλίας ανέρχεται στα $830\text{m}^3/\text{h}$ ενώ υπάρχει η δυνατότητα απομόνωσης κάθε αντλίας με την χρήση χειροκίνητου θυροφράγματος.

Η ανύψωση των λυμάτων πραγματοποιείται στα 5.60m, ενώ στη συνέχεια ακολουθούν φυσική ροή μέχρι την έξοδο της εγκατάστασης (Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004; Ν.Α.Μ.Α, 2005).

Εγκατάσταση Υποδοχής Βοθρολυμάτων

Η εγκατάσταση υποδοχής βοθρολυμάτων αποτελείται από 2 θαλάμους συνολικού όγκου 420m^3 όπου μέσω τριών στεγανών υποδοχών δέχεται τα βοθρολύματα κατοίκων του Νομού Χανίων που δεν είναι συνδεδεμένοι με το αποχετευτικό δίκτυο της πόλης (Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004).

Εσχάρωση

Η εσχάρωση πραγματοποιείται με δύο αυτόματες εσχάρες με διάκενο ράβδων 6mm. Η ενεργοποίηση του περιστρεφόμενου μηχανισμού απομάκρυνσης εσχαρωμάτων γίνεται με αισθητήρα διαφοράς πίεσεως αέρα οπότε τα εσχαρώματα αφού συμπιεστούν μεταφέρονται σε κάδο συλλογής μέσω μεταφορικής ταινίας (Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004).

Εξάμμωση-Αφαίρεση Λιπών

Μετά την εσχάρωση τα λύματα εισέρχονται σε δύο δεξαμενές εξάμμωσης, αφαίρεσης λιπών. Κάθε δεξαμενή έχει όγκο 118m^3 από τα οποία τα 75m^3 είναι η περιοχή εξάμμωσης και τα 43m^3 ο όγκος της περιοχής αφαίρεσης λιπών. Επιπλέον, κάθε δεξαμενή δύναται να απομονωθεί με τη χρήση χειροκίνητων θυροθραγμάτων τόσο ανάντι όσο και κατάντι αυτής.

Στα λύματα διοχετεύεται αέρας μέσω 11 κεραμικών διαχυτήρων που τροφοδοτούνται από δύο φυσητήρες, εκ των οποίων ο ένας είναι εφεδρικός, με δυναμικότητα $360\text{m}^3/\text{h}$.

Η καθιζάνουσα άμμος συλλέγεται με σαρωτή και οδηγείται σε hopper (κώνος) άμμου ανάντι της δεξαμενής. Από τα hopper η άμμος απομακρύνεται με υποβρύχιες αντλίες δυναμικότητας $20\text{m}^3/\text{h}$ έκαστη. Για προβλεπόμενο χρόνο παραμονής των λυμάτων μεγαλύτερο από 7min επιτυγχάνεται αφαίρεση του 90% των σωματιδίων διαμέτρου 0,16-0,20mm στην περιοχή της εξάμμωσης. Για την μέση ημερήσια παροχή λυμάτων του έτους 2005 ο μέσος χρόνος παραμονής των λυμάτων στην δεξαμενή εξάμμωσης για το ίδιο έτος ήταν 20min.

Η απομάκρυνση των επιπλεόντων στερεών γίνεται με επιφανειακό ξέστρο και η συλλογή τους πραγματοποιείται σε φρεάτιο συλλογής, κατάντι των δεξαμενών εξάμμωσης (Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004; Ν.Α.Μ.Α, 2005).

Πρωτοβάθμια Καθίζηση

Η εγκατάσταση της πρωτοβάθμιας καθίζησης αποτελείται από δύο κυκλικές δεξαμενές, διαμέτρου 22m έκαστη. Τα λύματα διερχόμενα από μεριστή ροής, εισέρχονται στο κέντρο της κάθε δεξαμενής και εξέρχονται ακτινικά μέσω υπερχειλιστών. Κάθε δεξαμενή φέρει περιστρεφόμενη γέφυρα και ξέστρο στον πυθμένα για την απομάκρυνση της ιλύος προς το κεντρικό φρεάτιο. Κατά την πρωτοβάθμια καθίζηση πραγματοποιείται απομάκρυνση BOD_5 κατά 33% και αιωρούμενων στερεών κατά 60% (Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004).

Για την μέση ημερήσια παροχή λυμάτων του έτους 2005 ο μέσος χρόνος παραμονής των λυμάτων στην δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης για το ίδιο έτος ήταν 3.52h. Επιπλέον, για το έτος 2005 η μέση παροχή απομάκρυνσης της πρωτοβάθμιας ιλύος ήταν $83.2\text{m}^3/\text{d}$

Δεξαμενή Επιλογής

Στην δεξαμενή επιλογής μαιανδροειδούς ροής και ενεργού όγκου 485m^3 αναμιγνύονται υπό ανοξικές συνθήκες τα πρωτοβάθμια λύματα με την ιλύ ανακυκλοφορίας από τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Η δεξαμενή έχει κατασκευαστεί για να εμποδίζει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων νηματοειδών βακτηριδίων στα επόμενα στάδια της εγκατάστασης. Για τον εν λόγω

σκοπό είναι εφοδιασμένη με 4 υποβρύχιους αναδευτήρες συνολικής ισχύος ανάδευσης 6KW (Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004; Ν.Α.Μ.Α, 2005).

Δεξαμενές Αερισμού

Το μίγμα υγρών λυμάτων και ιλύος οδηγείται από τη δεξαμενή επιλογής σε μεριστή ροής που διανέμει την παροχή στις τέσσερις δεξαμενές αερισμού. Κάθε δεξαμενή αερισμού έχει διαστάσεις 60m μήκος, 8.4m πλάτος, και 4.50m ωφέλιμο βάθος και αποτελείται από ανοξική και αερόβια ζώνη.

Κάθε ανοξική ζώνη φέρει αναδευτήρες και κάθε αερόβια ζώνη διαθέτει 5 φυσητήρες δυναμικότητας 3750Nm³/h, στα 550mbar.

Οι φυσητήρες είναι τοποθετημένοι στον πυθμένα των δεξαμενών και συντελούν στην οξυγόνωση των λυμάτων, με συνέπεια την αποδόμηση του οργανικού φορτίου των λυμάτων και την πραγματοποίηση της νιτροποίησης. Ο αερισμός εδώ είναι συνεχής και η συγκέντρωση του οξυγόνου ρυθμίζεται στα 2.00mg/l.

Στην ανοξική ζώνη πραγματοποιείται μερική απονιτροποίηση, μέσω ανακυκλοφορίας των νιτροποιημένων εκροών, και κατ' αυτό τον τρόπο απομακρίνεται άζωτο.

Για την μέση ημερήσια παροχή λυμάτων του έτους 2005 ο μέσος χρόνος παραμονής των λυμάτων στην διάταξη του αερισμού για το ίδιο έτος ήταν 6.25h.

Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Το τμήμα δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων περιλαμβάνει τρεις δεξαμενές καθίζησης. Οι δυο εξ' αυτών έχουν διαμέτρου 33m, μέσω βάθος 2.5m και όγκο 2130m³ έκαστη, φέρουν περιστρεφόμενη γέφυρα με σαρωτή ιλύος και σύστημα συλλογής και απομάκρυνσης των επιπλέοντων. Η τρίτη δεξαμενή, που είναι νεότερα κατασκευασμένη, έχει την ίδια διάμετρο αλλά μέσο βάθος 3.5m, φέρει περιστρεφόμενη γέφυρα με σαρωτή ιλύος και διάταξη απομάκρυνσης αφρών που περιλαμβάνει ξέστρο, κανάλι και αντλία επιπλεόντων.

Η εισροή των λυμάτων είναι ίδια με την πρωτοβάθμια, ενώ η εκροή στις δύο παλαιότερες δεξαμενές γίνεται με περιμετρικούς επιφανειακούς υπερχειλιστές και στη νεότερη δεξαμενή με υποεπιφανειακούς ακτινικούς σωλήνες υπερχειλίσης. Η περίσσεια ιλύος αντλείται προς την μηχανική πάχυνση και η ίλος ανακυκλοφορίας αντλείται προς τη δεξαμενή επιλογής.

Για την μέση ημερήσια παροχή λυμάτων του έτους 2005 ο μέσος χρόνος παραμονής των λυμάτων στην δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης για το ίδιο έτος ήταν 4.76h. Επιπλέον, για το έτος 2005 η μέση παροχή απομάκρυνσης της δευτεροβάθμιας ιλύος ήταν $215\text{m}^3/\text{d}$ και η μέση ημερήσια παροχή ανακυκλοφορίας από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης προς τον αερισμό ήταν $1800\text{m}^3/\text{d}$.

Δεξαμενή Χλωρίωσης

Τα λύματα πριν την έξοδο τους από την εγκατάσταση του Βιολογικού Καθαρισμού υφίστανται απολύμανση για την καταστροφή των περιεχόμενων παθογόνων παραγόντων. Η απολύμανση πραγματοποιείται με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου, με 15% ενεργό χλώριο, που τροφοδοτείται σε δεξαμενή μαιανδρικής ροής. Η δεξαμενή χλωρίωσης έχει διαστάσεις 24m μήκος, 10m πλάτος και 2.5m βάθος, ωφέλιμο όγκο 600m^3 , και εξασφαλίζει χρόνο επαφής των λυμάτων με το διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου 30min.

Η εκροή της δεξαμενής χλωρίωσης οδηγείται στη θάλασσα μέσω υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης που είναι κατασκευασμένος από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας, έχει διάμετρο 710mm, μήκος 110m και καταλήγει σε βάθος 16m.

Μηχανική Πάχυνση της Ιλύος

Η δευτεροβάθμια ιλύς υφίσταται πάχυνση με δύο φυγόκεντρους δυναμικότητας $25\text{m}^3/\text{h}$ ή $175\text{kg}/\text{h}$ έκαστη επιτυγχάνοντας πάχυνση σε ποσοστό 5% ($50\text{kg}/\text{m}^3$). Μετά την πάχυνση η ιλύς οδηγείται στην προπάχυνση ή δύναται να διοχετευτεί απευθείας στους χωνευτές ή στην μεταπάχυνση (Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004).

Προπάχυνση

Η πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια ιλύς τροφοδοτείται στο κέντρο δύο δεξαμενών, διαμέτρου 8.5m, μέσου βάθους 3.0m και όγκου 200m^3 έκαστη. Η ιλύς, κινούμενη ακτινικά προς την περιφέρεια της δεξαμενής, καθιζάνει με τη βοήθεια περιστρεφόμενης γέφυρας που φέρει κάθετους ράβδους με μορφή κτένας. Η απομάκρυνση της ιλύος γίνεται από τον πυθμένα προς τους αναερόβιους χωνευτές.

Αναερόβιοι Χωνευτές

Η παχυμένη ιλύς οδηγείται στους αναερόβιους χωνευτές μέσω δύο περιστροφικών ογκομετρικών αντλιών (Μοηνο) μεγίστης παροχής $22\text{m}^3/\text{h}$ και μανομετρικού ύψους 40m.

Οι αναερόβιοι χωνευτές αποτελούνται από δύο δεξαμενές ενεργού όγκου 1700m^3 έκαστη. Στους χωνευτές η ιλύς θερμαίνεται στους 35°C , μέσω 2 εναλλακτών θερμότητας. Κάθε εναλλάκτης θερμότητας έχει δυναμικότητα $125,000\text{Kcal/h}$.

Κατά την αναερόβια χώνευση επιτυγχάνεται σταθεροποίηση της ιλύος μέσω της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης απουσία αέρα. Παράλληλα, παράγεται βιοαέριο με περιεκτικότητα σε μεθάνιο σε ποσοστό περίπου 70%. Το παραγόμενο βιοαέριο αφού υποστεί αποθείωση μεταφέρεται σε αεριοφυλάκιο διαμέτρου 12.80m και όγκου 650m^3 . Η περίσσεια βιοαερίου οδηγείται σε δαυλό δυναμικότητας $200\text{Nm}^3/\text{h}$.

Το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται για την θέρμανση των χωνευτών και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που επαναχρησιμοποιείται για τις ανάγκες του έργου. Για τον εν λόγω σκοπό έχει κατασκευαστεί συγκρότημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο, δυναμικότητας 200KVA και ηλεκτρική ισχύ 148KW.

Για το έτος 2005 η μέση τροφοδοσία των χωνευτών ήταν $113\text{m}^3/\text{d}^{(2)}$ με μέσους χρόνους παραμονής της ιλύος 39 ημέρες στον ένα χωνευτή και 21 ημέρες⁽³⁾ στον δεύτερο χωνευτή.

Μεταπάχυνση

Η σταθεροποιημένη ιλύς οδηγείται από τους χωνευτές σε δύο κυκλικές δεξαμενές διαμέτρου 11m και όγκου 300m^3 έκαστη. Οι δεξαμενές μεταπάχυνσης λειτουργούν όπως οι δεξαμενές προπάχυνσης.

² Στον προσδιορισμό της μέσης τροφοδοσίας του χωνευτή δεν έχουν ληφθεί υπόψη οι μήνες Ιανουάριος-Μάιος δεδομένου ότι κατά την περίοδο αυτή ο ένας χωνευτής βρισκόταν εκτός λειτουργίας, για λόγους συντήρησης.

³ Ο μικρότερος χρόνος παραμονής της ιλύος στον δεύτερο χωνευτή οφείλεται σε διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας, λόγω αφρισμού.

Αφυδάτωση

Μετά την μεταπάχυνση η ιλύς οδηγείται στο τμήμα της αφυδάτωσης. Το τμήμα της αφυδάτωσης αποτελείται από δύο ταινιοφιλτρόπρεσες με πλάτος ιμάντα 2m και μέγιστο ωριαίο φορτίο 848kgSS/h, μετά από κροκίδωση της ιλύος με πολυηλεκτρολύτη. Η συγκέντρωση στερεών στην αφυδατωμένη ιλύς κυμαίνονται μεταξύ 15-25%. Η αφυδατωμένη ιλύς οδηγείται μέσω ταινιόδρομου στην καρότσα φορτηγού που τη μεταφέρει στην περιοχή τελικής ή προσωρινής διάθεσής της.

1.2 Περιγραφή Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης

Το εργοστάσιο μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης και ο χώρος υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων σχεδιάστηκαν ώστε να δέχονται και να επεξεργάζονται τα απορρίμματα των Δήμων της Ε' Διαχειριστικής Ενότητας του Διαχειριστικού Σχεδίου Απορριμμάτων (πρώην επαρχία Κυδωνίας) του Νομού Χανίων και συγκεκριμένα των Δήμων: Χανίων, Ακρωτηρίου, Σούδας, Κεραμειών, Ελ. Βενιζέλου, Θέρισου, Νέας Κυδωνίας, Πλατανιά και Μουσούρων (Αγοραστάκης, 2005).



Σχήμα 5: Απεικόνιση της Ε' Διαχειριστικής Ενότητας του Διαχειριστικού Σχεδίου Απορριμμάτων [<http://agis-net.gr>]

Θέση Έργου: Το εργοστάσιο μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης βρίσκεται στην περιοχή Κορακιά, νότια της χαράδρας του Κουρουπητού στο Ακρωτήριο Χανίων, καταλαμβάνοντας μια έκταση 235.5 στρεμμάτων (Αγοραστάκης, 2005).

Δυναμικότητα Έργου: Η δυναμικότητα του εργοστασίου υπολογίστηκε στους 70,000 τόνους ετησίως για σύμμεικτα αστικά απορρίμματα (έτος 2015) και στους 105,000 τόνους πρασίνων απορριμμάτων (κλαδιά & χόρτα) για 6ωρη καθημερινή λειτουργία, πέντε μέρες την εβδομάδα. Η δυναμικότητα του εργοστασίου μπορεί να

αυξηθεί μελλοντικά αυξάνοντας τις ώρες καθημερινής λειτουργίας (Αγοραστάκης, 2005; Μύρκου, 2006).

Η μονάδα είναι σχεδιασμένη ώστε από τα προς επεξεργασία απορρίμματα να ανακτάται το 65% ως ανακυκλώσιμο υλικό (χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο & σιδηρούχα) και εδαφοβελτιωτικό (κομπόστ), ενώ το 35% να διατίθεται σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής που βρίσκεται σε παρακείμενη περιοχή (βλ. Σχήμα 6, αριθμός 9) (Αγοραστάκης, 2005; Μύρκου, 2006).

Βασικά Τμήματα Εργοστασίου: Το εργοστάσιο μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα (Αγοραστάκης, 2005):

- Α. Τμήμα Υποδοχής Απορριμμάτων
- Β. Τμήμα Μηχανικής Διαλογής και Χειροδιαλογής
- Γ. Τμήμα Κομποστοποίησης, Ραφινάρισματος, και Αποθήκευσης Κομπόστ
- Δ. Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων και Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Υ)

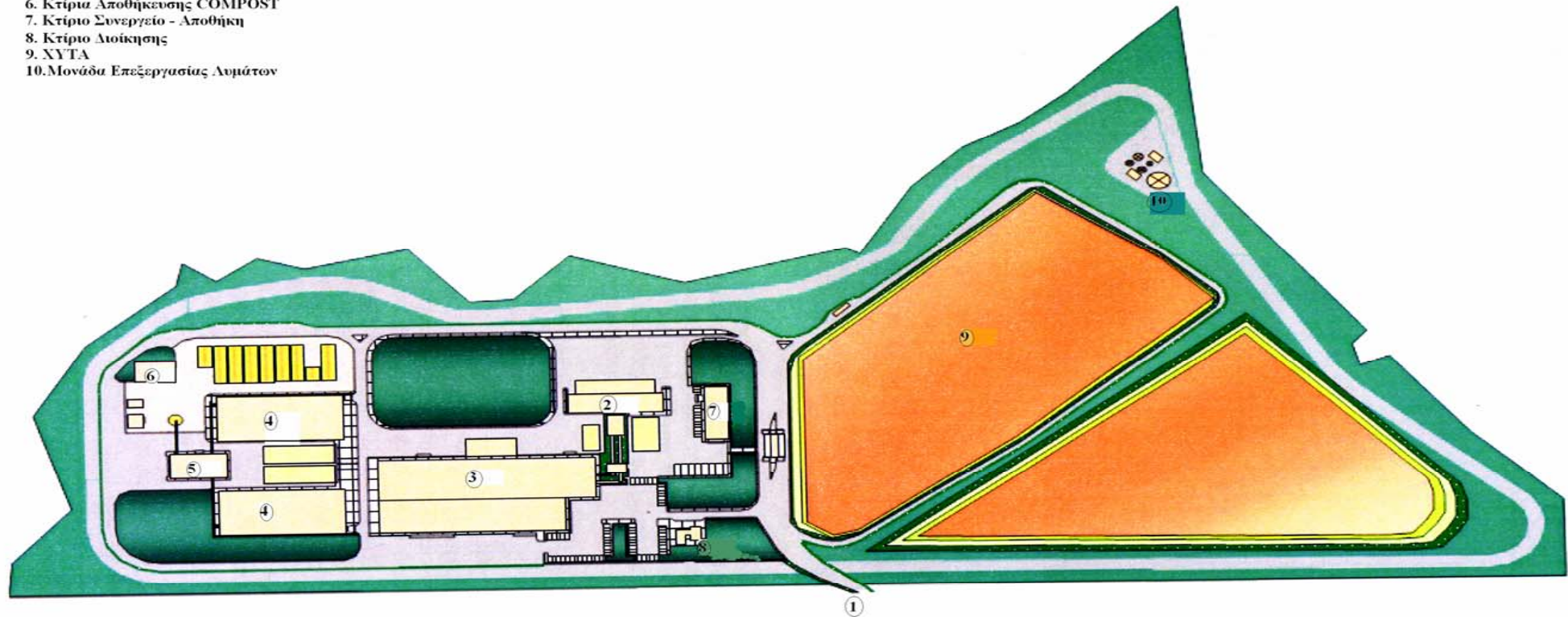
Επιπλέον οι εγκαταστάσεις διαθέτουν Διοικητήριο, Συνεργείο Οχημάτων και Αποθήκη.

Στο Σχήμα 6 φαίνονται τα διάφορα τμήματα της εγκατάστασης.

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

1. Πύλη Εισόδου
2. Κτίριο Υποδοχής Απορριμμάτων
3. Κτίριο Μηχανικής Διαλογής
4. Κτίρια Κομποστοποίησης
5. Κτίριο Ραφινάρισματος
6. Κτίρια Αποθήκευσης COMPOST
7. Κτίριο Συνεργείο - Αποθήκη
8. Κτίριο Διοίκησης
9. ΧΥΤΑ
10. Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων



Σχήμα 6: Γενική Διάταξη Εγκαταστάσεων Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης & Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων Νομού Χανίων [Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, 2006]

Παραγωγικές Διαδικασίες: Τα αστικά απορρίμματα εισέρχονται στη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής με κλειστά απορριμματοφόρα οχήματα. Με την είσοδό τους στο χώρο από την πύλη (1) τα απορριμματοφόρα ζυγίζονται και ελέγχονται ως προς τη φύση του φορτίου τους. Στη συνέχεια οδηγούνται στο κτίριο υποδοχής των απορριμμάτων (2) όπου τοποθετούνται σε δεξαμενές υποδοχής και ελέγχονται απόλυτα για την έκλυση οσμών και σκόνης (Στοιχεία ENVITEC A.E.).

Έπειτα τα απορρίμματα δοσομετρούνται στο κτίριο επεξεργασίας (3). Στον ίδιο χώρο υπάρχουν διατάξεις μηχανικού διαχωρισμού καθώς και διαχωρισμού με χειροδιαλογή, όπου διαχωρίζονται τα ρεύματα των ανακυκλώσιμων υλικών. Τα διαχωρισμένα ανακυκλώσιμα υλικά διαμορφώνονται σε δέματα για διάθεση στο εμπόριο.

Από την επεξεργασία των απορριμμάτων προκύπτει και ένα κλάσμα πλούσιο σε οργανική ύλη το οποίο αναμειγνύόμενο με το ρεύμα των πράσινων απορριμμάτων οδηγείται στη μονάδα ταχείας κομποστοποίησης προς περαιτέρω επεξεργασία. Στη μονάδα κομποστοποίησης, το πλούσιο σε οργανικό υλικό κλάσμα των απορριμμάτων κομποστοποιείται που σημαίνει ότι υφίσταται βιολογική σταθεροποίηση σε περιβάλλον ελεγχόμενης θερμοκρασίας και υγρασίας. Η διεργασία της κομποστοποίησης πραγματοποιείται σε δυο γραμμές επεξεργασίας που αναπτύσσονται σε όμοια μεταξύ τους κτίρια (4).

Το σταθεροποιημένο υλικό (κομπόστ) οδηγείται στη μονάδα ραφιναρίας (5) όπου εκεί απομακρύνονται ανεπιθύμητες προσμίξεις (γυαλί, σκληρά πλαστικά, χαλίκια, φύλλο πλαστικού κ.λπ.) που μολύνουν το υλικό. Το τελικό προϊόν της επεξεργασίας είναι το εξευγενισμένο κομπόστ το οποίο αποτελεί σταθεροποιημένη μορφή του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων (Στοιχεία ENVITEC A.E.).

Το ραφιναρισμένο κομπόστ οδηγείται στην πλατεία χουμοποίησης (6) όπου και στοιβάζεται σε σωρούς προς ωρίμανση. Το 15% του παραγόμενου κομπόστ τυποποιείται και ενσακίζεται ενώ το υπόλοιπο μπορεί να αξιοποιηθεί ως υλικό επιχώσεων.

Τα υπολείμματα της επεξεργασίας των εισερχομένων απορριμμάτων (35%) οδηγούνται προς διάθεση σε Χ.Υ.Τ.Υ (9).

Η μονάδα διαθέτει σύστημα επεξεργασίας των στραγγισμάτων (10) του Χ.Υ.Τ.Υ. Το εν λόγω σύστημα εξασφαλίζει τριτοβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων με τη μέθοδο του παρατεταμένου αερισμού (Στοιχεία ENVITEC A.E.).

1.2.1 Αναλυτική Περιγραφή των Διεργασιών των Τμημάτων Α, Β & Γ της Εγκατάστασης [Στοιχεία ENVITEC Α.Ε.]

Τμήμα Υποδοχής

Στο τμήμα αυτό πραγματοποιείται απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων που αποτελούνται κυρίως από λάστιχα, δέρματα, ξύλα, χόρτα, υφάσματα και σιδηρούχα.

Τμήμα Μηχανικής Διαλογής – Χειροδιαλογής

Στην είσοδο του εν' λόγω τμήματος πραγματοποιείται απομάκρυνση ανεπιθύμητων υλικών όπως μπαταρίες ή συρματόσχοινα.

Τμήμα Πρωτοβάθμιας Κοσκίνισης (Διάμετρος οπών κόσκινου 200mm)

Μετά την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων υλικών, το ρεύμα των εισερχόμενων απορριμμάτων στο τμήμα μηχανικής διαλογής και χειροδιαλογής οδηγείται στα δύο πρωτοβάθμια περιστροφικά κόσκινα (ένα για κάθε γραμμή επεξεργασίας).

Το κάθε περιστροφικό κόσκινο διαθέτει οπές διαμέτρου 200mm. Τα εν λόγω κόσκινα διαχωρίζουν το ρεύμα των απορριμμάτων σε δύο κλάσματα:

- 1) Στο κλάσμα των ευμεγεθών υλικών που συγκρατείται και δεν διαπερνά τις οπές 200mm του κόσκινου. Το υλικό αυτό οδηγείται στην ταινία χειροδιαλογής των ευμεγεθών ανακυκλώσιμων υλικών.
- 2) Στο κλάσμα των υλικών μεγέθους μικρότερου από 200mm που διέρχεται από τις οπές του κόσκινου. Το κλάσμα αυτό, που αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό των σύμμεικτων απορριμμάτων οδηγείται για δευτεροβάθμια κοσκίνιση και για περαιτέρω διαχωρισμό των υλικών βάση του μεγέθους τους.

Τμήμα Χειροδιαλογής Ευμεγεθών Εμπορεύσιμων Υλικών

Το ευμέγεθες κλάσμα που διαχωρίζεται με τη πρωτοβάθμια κοσκίνιση κατευθύνεται στην ταινία χειροδιαλογής των ευμεγεθών εμπορεύσιμων υλικών.

Η ταινία χειροδιαλογής διαθέτει εκατέρωθεν της θέσης χειροδιαλογής για κάθε κατηγορία υλικών. Τα υλικά που ανακτώνται σε αυτό το στάδιο είναι το χαρτόνι και το φύλλο πλαστικού.

Μαγνητικός Διαχωρισμός Σιδηρούχων Μετάλλων Κλάσματος >200mm

Το ρεύμα των υλικών που δεν ανακτώνται στο τμήμα χειροδιαλογής κατευθύνεται στο τμήμα μαγνητικού διαχωρισμού για την ανάκτηση των σιδηρούχων μετάλλων. Μαζί με αυτά τα υλικά είναι δυνατόν να παρασυρθούν και μικρές ποσότητες άλλων υλικών που βρίσκονται προσκολλημένα στα μαγνητιζόμενα αντικείμενα.

Τμήμα Δευτεροβάθμιας Κοσκίνισης (Διάμετρος οπών κόσκινου 70mm)

Το ρεύμα των απορριμμάτων που διήλθε από τις οπές του κόσκινου της πρωτοβάθμιας κοσκίνισης οδηγείται σε δευτεροβάθμιο περιστροφικό κόσκινο με διάμετρο οπών 70mm για περαιτέρω διαχωρισμό. Το κόσκινο διαχωρίζει εκ νέου το ρεύμα των απορριμμάτων σε δύο νέα κλάσματα:

- 1) Στο κλάσμα που συγκρατείται από το κόσκινο και κατευθύνεται στην ταινία χειροδιαλογής που βρίσκεται κατάντι.
- 2) Στο κυρίως οργανικό κλάσμα που διέρχεται από τις οπές των 70mm του κόσκινου και το οποίο μετά από μαγνητικό διαχωρισμό οδηγείται με τα λοιπά, προς κομποστοποίηση οργανικά κλάσματα.

Τμήμα Χειροδιαλογής Κλάσματος 70-200mm

Το κλάσμα υλικών μεγέθους μεγαλύτερου των 70mm κατευθύνεται στο τμήμα χειροδιαλογής. Στο εν λόγω τμήμα πραγματοποιείται ανάκτηση χαρτιού, πλαστικού και ευμεγέθους οργανικού κλάσματος. Το ρεύμα των απορριμμάτων που εναπομένει στην ταινία χειροδιαλογής οδηγείται προς διαχωρισμό των σιδηρούχων και αλουμινούχων υλικών.

Μαγνητικός Διαχωρισμός Σιδηρούχων Μετάλλων Κλάσματος 70-200mm

Το ρεύμα των υλικών που δεν ανακτώνται στο τμήμα χειροδιαλογής του κλάσματος 70-200mm κατευθύνεται στο τμήμα μαγνητικού διαχωρισμού για την ανάκτηση των σιδηρούχων μετάλλων. Μαζί με αυτά τα υλικά είναι δυνατόν να παρασυρθούν και μικρές ποσότητες άλλων υλικών που βρίσκονται προσκολλημένα στα μαγνητιζόμενα αντικείμενα.

Διαχωρισμός Μη Μαγνητιζόμενων Μετάλλων (Αλουμινίου)

Το ρεύμα των υλικών που εξέρχονται από το πεδίο του μόνιμου μαγνήτη απαλλαγμένο από σιδηρούχα μέταλλα εισέρχεται στον ειδικό διαχωριστή αλουμινίου, με δινορρεύματα Foucault.

Διαχωρισμός Σιδηρούχων Μετάλλων στο Κλάσμα <70mm

Σε αυτό το κλάσμα, που αποτελείται κυρίως από οργανικά υλικά μεγέθους <70mm, πραγματοποιείται απομάκρυνση σιδηρούχων μετάλλων μέσω μαγνητικού διαχωριστή.

Προσθήκη Φυτικών Υπολειμμάτων και Τροφοδοσία Τμήματος Κομποστοποίησης

Συγκεκριμένη ποσότητα κλαδιών/ χόρτων δοσομετράται στο ρεύμα του κυρίως οργανικού κλάσματος διαμέτρου <70mm, το οποίο διήλθε από το δευτεροβάθμιο κόσκινο και στη συνέχεια εξήλθε από το μαγνητικό διαχωριστή. Επίσης, στο ρεύμα αυτό εισάγεται το ευμέγεθες οργανικό κλάσμα που ανακτήθηκε στο τμήμα της χειροδιαλογής των υλικών μεγέθους 70-200mm, αφού πρώτα τεμαχιστεί.

- Όσο αφορά τη μέγιστη σχεδιαστική εισερχόμενη ποσότητα κλαδιών και χόρτων αυτή ανέρχεται στους 40tn/d.

Τμήμα Ταχείας Κομποστοποίησης

Το ρεύμα των οργανικών υλικών που διαχωρίζεται από τα σύμμεικτα απορρίμματα στο τμήμα της μηχανικής διαλογής οδηγείται στο τμήμα ταχείας κομποστοποίησης μαζί με ποσότητα (40tn/d) κλαδιών και χόρτων και αποδομείται με συνεχή ανάδευση.

Το τμήμα της κομποστοποίησης αποτελείται από μια αερόβια δεξαμενή κομποστοποίησης με διαστάσεις 22m x 67.2m. Το μέγιστο ύψος του υλικού στη δεξαμενή έχει καθοριστεί στα 2.5m, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητικό μέτωπο φόρτισης του ημερήσιου τροφοδοτούμενου υλικού προς κομποστοποίηση. Ο χρόνος παραμονής του οργανικού υλικού στο τμήμα κομποστοποίησης έχει καθοριστεί στις 6 ημερολογιακές εβδομάδες.

Η κλίνη κομποστοποίησης διαθέτει γέφυρα που φέρει δύο φορεία, καθένα από τα οποία φέρει δύο περιστρεφόμενους κεκλιμένους κοχλίες.

Η γέφυρα μετακινείται κατά μήκος της μεγάλης διαστάσεως του κτιρίου κομποστοποίησης και οι κοχλίες επί της γέφυρας κατά πλάτος του αντιδραστήρα

σαρώνοντας το σύνολο του υλικού εντός του αντιδραστήρα με συχνότητα μια φορά ημερησίως.

Η λειτουργία των κοχλίων είναι διπλή. Προωθούν το υλικό προς την έξοδο του αντιδραστήρα και ταυτόχρονα αναδεύουν και ομογενοποιούν το υλικό της κομποστοποίησης ώστε να ανατάσσουν τις διαυλώσεις που τείνει να σχηματίσει ο αέρας, ο οποίος εμφυσάται εντός της κλίνης από τα κάτω προς τα πάνω.

Η ταχεία κομποστοποίηση αναπτύσσεται σε δύο γραμμές επεξεργασίας .

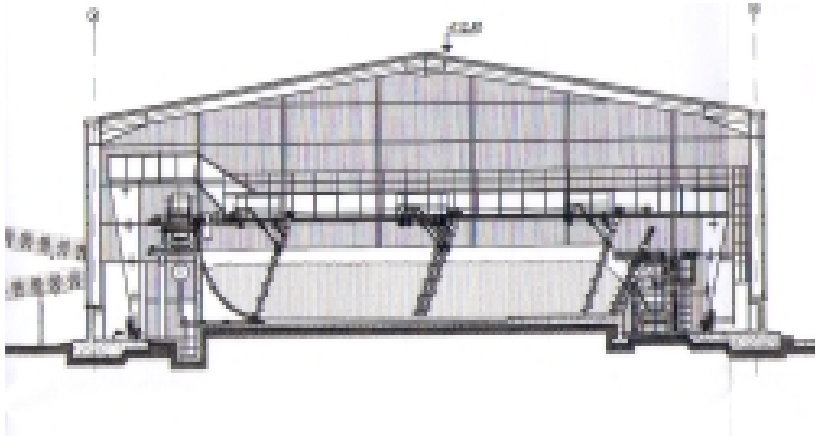
Το υλικό κομποστοποίησης παραμένει στην μονάδα ταχείας κομποστοποίησης για χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων υπό συνεχή αερισμό και ανάδευση.

Προκειμένου η διεργασία της κομποστοποίησης να είναι επιτυχής, απαιτείται η υγρασία του υλικού προς κομποστοποίηση να είναι μεταξύ 55-65%.

Στη δεξαμενή κομποστοποίησης λόγω της συνεχούς παροχής αέρα, υπό συνθήκες αυξημένων θερμοκρασιών (55°C-65°C), σε συνδυασμό με την συνεχή ανάδευση, μεγάλες ποσότητες υγρασίας του κομποστοποιημένου υλικού εξατμίζονται και επομένως όσο προχωράει η κομποστοποίηση η μάζα του υλικού μειώνεται.

Οι απώλειες σε πτητικά (κυρίως CO₂), στο τμήμα ταχείας κομποστοποίησης ανέρχονται σε ποσοστό 12% της ημερήσιας εισερχόμενης ξηρής μάζας του κομπόστ. Επιπλέον, αναμένεται η τελική υγρασία του κομπόστ να αποκατασταθεί σε ποσοστό 35%. Σημειώνεται ότι στο τμήμα κομποστοποίησης το χαρτί κομποστοποιείται πλήρως και επομένως έχει ενσωματωθεί στην κατηγορία του κομπόστ.

Σημείωση 1: Οι τιμές υγρασίας, θερμοκρασίας και απώλειες σε πτητικά αφορούν στη σχετική μελέτη σχεδιασμού της μονάδας και όχι στις πραγματικές παρατηρούμενες συνθήκες λειτουργίας της μονάδας.



Σχήμα 7: Μονάδα Ταχείας Κομποστοποίησης-α [www.agis-net.gr]



Εικόνα 1: Μονάδα Ταχείας Κομποστοποίησης –β [www.agis-net.gr]

Τμήμα Ραφινάρισματος Κομπόστ

Το υλικό που εισέρχεται στη ραφιναρία δοσομετρείται και εισάγεται σε δονούμενο κόσκινο τύπου Flip-Flor, εφοδιασμένο με οπές διαμέτρου 10mm. Με αυτή τη διαδικασία επιτυγχάνεται απομάκρυνση ξένων προσμίξεων (κυρίως γυαλί, σκληρά πλαστικά, χαλικάκια, φύλλο πλαστικού) και μη πλήρως κομποστοποιημένων οργανικών στερεών από το κομποστοποιημένο υλικό.

Συνδυασμός Αεροδιαχωρισμού και Βαλλιστικού Διαχωρισμού Κλάσματος

Κομπόστ <10mm

Η μέθοδος ραφινάρισματος του κλάσματος του κομπόστ μεγέθους <10mm με τη χρήση βαρυτικής τράπεζας παράγει δύο κλάσματα υλικών: 1) κλάσμα βαριών/σκληρών (αδρανή, γυαλί, λοιπά) και 2) κλάσμα κομπόστ.

Τμήμα Αποθήκευσης-Ωρίμανσης-Τυποποίησης Κομπόστ

Το παραγόμενο κομπόστ, μετά τη φάση του ραφινάρισματος οδηγείται στην ανοικτή πλατεία χουμοποίησης όπου διαστρώνεται με τη μορφή σωρών. Το υλικό παραμένει στην πλατεία χουμοποίησης για διάστημα 4 εβδομάδων, προκειμένου να ολοκληρωθεί η ωρίμανσή του πριν τη διάθεσή του στην αγορά.

Το 15% του παραγόμενου κομπόστ πρέπει να συσκευαστεί ώστε να διατεθεί στην αγορά σε τυποποιημένη μορφή. Το υπόλοιπο 85% παραμένει αποθηκευμένο για να διατεθεί στην αγορά τις επόμενες μέρες. Η αποθήκευση του εν λόγω υλικού πραγματοποιείται σε κλειστή αποθήκη για διάστημα 4 εβδομάδων, προκειμένου να ολοκληρωθεί η ωρίμανσή του. Μετά την ωρίμανσή του ενσακίζεται και αποθηκεύεται εκ νέου μέχρι τη διάθεσή του στην αγορά.

Σημείωση 2: Τα στοιχεία στην Ενότητα 1.2, Μέρος Β αφορούν δεδομένα της σχετικής μελέτης σχεδιασμού της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης από την ανάδοχο εταιρεία ENVITEC A.E.

2. ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Στην Ενότητα 2 παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των εξεταζόμενων υλικών προς κομποστοποίηση. Συγκεκριμένα, παρέχονται πληροφορίες για την σύνθεση των αστικών απορριμμάτων πριν την είσοδό τους στη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής και για το ανακτώμενο οργανικό κλάσμα πριν την είσοδο στη Μονάδα Κομποστοποίησης. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στις παραγόμενες ποσότητες ιλύος και δίνονται στοιχεία για τη σύνθεση των διαφορετικών ειδών ιλύος αστικών λυμάτων του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων.

2.1 Σύμμεικτα Απορρίμματα

2.1.1 Σύνθεση

Η Μονάδα Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης έχει σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη δυο διαφορετικές περιπτώσεις σύνθεσης σύμμεικτων απορριμμάτων που αφορούν τη δοθείσα από τα τεύχη της Δημοπράτησης σύστασης των απορριμμάτων του Δήμου Χανίων. Η πρώτη περίπτωση αφορά την είσοδο προς επεξεργασία σύμμεικτων απορριμμάτων με αυξημένο οργανικό κλάσμα και η δεύτερη αφορά απορρίμματα με 20% αυξημένο ξηρό κλάσμα. Οι συγκεκριμένες συστάσεις βασίζονται σε εμπειρικά δεδομένα και όχι σε μελέτη πεδίου. Για αυτό τον λόγο οι συστάσεις που δίνονται από τη σχετική μελέτη παρουσιάζονται με επιφύλαξη στο Παράρτημα Ι.

Για πιο αξιόπιστα δεδομένα σχετικά με τη σύσταση των απορριμμάτων που εισέρχονται στη μονάδα μηχανικής διαλογής μπορούμε να στηριχθούμε στα αποτελέσματα σχετικής μελέτης που πραγματοποίησε το εργαστήριο «Διαχείρισης τοξικών και επικινδύνων αποβλήτων» του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, του Πολυτεχνείου Κρήτης, στα πλαίσια άλλης μεταπτυχιακής διατριβής. Στη μελέτη δίνονται η σύσταση και σύνθεση των σύμμεικτων απορριμμάτων όπως διαμορφώθηκαν ύστερα από in-situ δειγματοληψίες. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με την έναρξη του προγράμματος ανακύκλωσης στα Χανιά και ενδεχομένως να έχει μεταβληθεί η σύσταση των απορριμμάτων που εισέρχονται στο εργοστάσιο μηχανικής διαλογής από την

συγκεκριμένη περίοδο (η σύσταση των σύμμεικτων απορριμμάτων του νομού Χανίων παραμένει η ίδια).

Μελέτη σχετικά με τη σύσταση των αστικών απορριμμάτων της περιφέρειας Κρήτης έχει πραγματοποιηθεί πρόσφατα από το Πολυτεχνείο Κρήτης για λογαριασμό του Ε.Σ.Δ.Α.Κ (Ενιαίο Σύνδεσμο Διαχείρισης Απορριμμάτων Κρήτης) δίνοντας πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη σύνθεση των απορριμμάτων για το Νομό Χανίων.

Τέλος, από την πρόσφατη έναρξη δοκιμαστικής λειτουργίας της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής (Μάιος 2005) έχει δοθεί η δυνατότητα να αποκτήσουμε μια πιο συγκεκριμένη εικόνα για τη σύσταση των αστικών απορριμμάτων που οδηγούνται στη μονάδα προς επεξεργασία.

Τα αποτελέσματα των διαφορετικών μελετών για τον προσδιορισμό της σύστασης των απορριμμάτων του Νομού Χανίων καθώς και τα ισοζύγια μάζας που έχουν προκύψει από τη δοκιμαστική φάση λειτουργίας του Εργοστασίου Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης δείχνουν ότι η σχετική μελέτη κατασκευής και λειτουργίας της εν' λόγω μονάδας από την ανάδοχο εταιρεία ENVITEC A.E δεν ανταποκρίνεται στην πραγματική σύσταση των παραγόμενων απορριμμάτων του νομού Χανίων (βλ. Παράρτημα Ι).

Στην Ενότητα 2.1, Μέρος Β, δίνονται η σύσταση και οι ποσότητες αντίστοιχα των αστικών απορριμμάτων, με βάση τις in-situ δειγματοληψίες του εργαστηρίου «Διαχείρισης τοξικών και επικινδύνων αποβλήτων», τα ισοζύγια μάζας της δοκιμαστικής φάσης λειτουργίας της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και τα αποτελέσματα για την περιφέρεια Κρήτης. Στο Παράρτημα Ι δίνεται η σύσταση των αστικών απορριμμάτων για τον Νομό Χανίων όπως παρουσιάζεται στη σχετική μελέτη της ανάδοχου εταιρείας ENVITEC A.E. Τονίζεται ξανά ότι, οι εν λόγω συστάσεις δίνονται μόνο πληροφοριακά και δε χρησιμοποιούνται στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή καθώς στηρίζονται στην εμπειρία της εταιρείας ENVITEC A.E σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (Αττική, Καλαμάτα).

Περίπτωση Α: Ποιοτική Ανάλυση–In-situ Δειγματοληψία–Πολυτεχνείο Κρήτης-Νομός Χανίων

Στο Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης πραγματοποιήθηκε μελέτη ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης των στερεών απορριμμάτων του Νομού Χανίων. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με in-situ δειγματοληψίες διάρκειας 12 μηνών, που πραγματοποιήθηκαν σε 3 φάσεις:

Α' Φάση: Μήνες Οκτώβριος, Νοέμβριος, Δεκέμβριος 2005, Ιανουάριος και Φεβρουάριος 2006 (Μέση ημερήσια παραγόμενη ποσότητα 196tn)

Β' Φάση: Μήνες Μάρτιος, Απρίλιος Μάιος και Ιούνιος 2006 (Μέση ημερήσια παραγόμενη ποσότητα 244tn)

Γ' Φάση: Μήνες Ιούλιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος 2006 (Μέση ημερήσια παραγόμενη ποσότητα 299tn)

Τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται στον Πίνακα 9 και στο Διάγραμμα 3.

Πίνακας 9: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύνθεσης αστικών απορριμμάτων Νομού Χανίων (2005-2006) [Μύρκου, 2006]

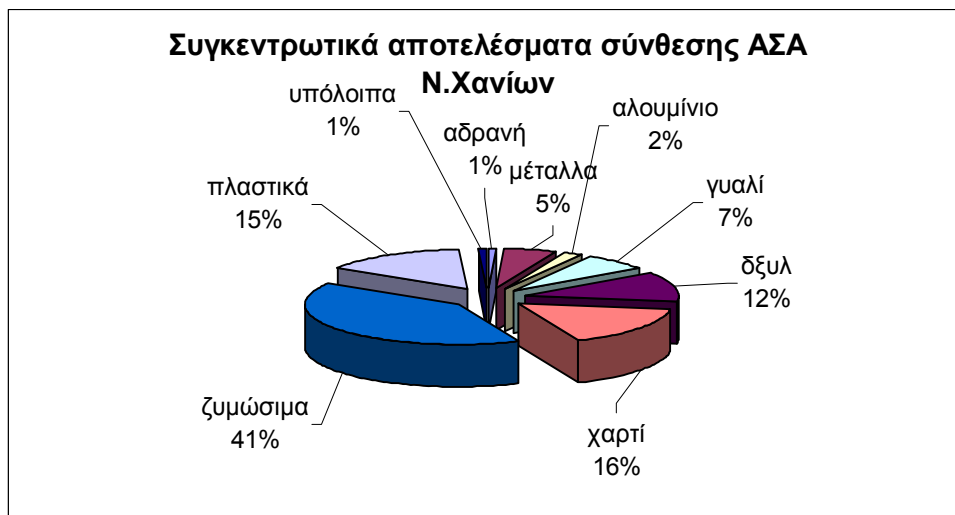
Υλικά	Σύσταση %w/w			
	Α Φάση	Β Φάση	Γ Φάση	Συγκεντρωτικά Έτους(Β+Γ)
Οργανικά	22.07	39.06	41.47	40.27
Χαρτί	30.29	18.48	14.30	16.39
Πλαστικά	15.07	12.80	17.71	15.26
Μέταλλα	6.85	5.39	5.41	5.40
Αλουμινούχα	3.35	0.96	3.23	2.10
Γυαλί	6.05	6.47	7.31	6.89
ΔΞΥΛ ^a	13.93	15.75	8.20	11.98
Αδρανή	1.29	1.07	0.82	0.94
Υπόλοιπα	1.09	0.00	1.55	0.78
Σύνολο	100	100	100	100

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα – Λάστιχα

Στα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του Πίνακα 9 η μελέτη αποδέχεται μόνο τα αποτελέσματα της Β και Γ φάσης καθώς αναφέρεται (Μύρκου, 2006) ότι κατά την Α

φάση ενδεχομένως να υπήρξαν σφάλματα κατά τις δειγματοληψίες. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι κατά την Α φάση το ποσοστό χαρτιού που καταγράφηκε ήταν υψηλότερο από το ποσοστό των οργανικών υλικών, γεγονός μη αναμενόμενο.

Διάγραμμα 3: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύνθεσης αστικών απορριμμάτων Νομού Χανίων (2005-2006) [Μύρκου, 2006]



Συμπεράσματα για τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύνθεσης των αστικών απορριμμάτων του Νομού Χανίων για τα έτη 2005-2006 (Πίνακας 9).

- Στη σύνθεση των αστικών απορριμμάτων παρουσιάζονται 3 κυρίαρχες κατηγορίες, ήτοι: τα οργανικά (ζυμώσιμα) υλικά, το χαρτί και τα πλαστικά με συνολικό ποσοστό 71.92%.
- Την πρώτη θέση κατέχουν τα οργανικά σε ποσοστό 40.27%, έπεται το χαρτί (16.39%) και ακολουθούν τα πλαστικά (15.26%) και τα υπόλοιπα υλικά.
- Τα αδρανή υλικά εμφανίζονται σε πολύ χαμηλό ποσοστό (0.94%).

Περίπτωση Β: Αποτελέσματα Τεχνικής Έκθεσης για τον Ε.Σ.Δ.Α.Κ-Περιφέρεια Κρήτης

Στο Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης πραγματοποιήθηκε μελέτη «Ποιοτικής και Ποσοτικής Ανάλυσης Απορριμμάτων της Περιφέρειας Κρήτης» για λογαριασμό του Ενιαίου Συνδέσμου Διαχείρισης Απορριμμάτων Κρήτης (Ε.Σ.Δ.Α.Κ).

Για τον εν λόγω σκοπό πραγματοποιήθηκε ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των στερεών αποβλήτων των Νομών Ηρακλείου, Ρεθύμνης και Λασιθίου.

Η συνολική διάρκεια των δειγματοληψιών ήταν 12 μήνες και πραγματοποιήθηκαν σε 4 φάσεις:

Α' Φάση: Μήνες Σεπτέμβριος και Οκτώβριος 2003

Β' Φάση: Μήνες: Νοέμβριος, Δεκέμβριος 2003 και Ιανουάριος 2004

Γ' Φάση: Μήνες Μάρτιος, Απρίλιος και Μάιος 2004

Δ' Φάση: Μήνες Ιούνιος και Ιούλιος 2004

Δεδομένου ότι μεταξύ των τεσσάρων νομών της Κρήτης δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές όσον αφορά στα συνολικά κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά, μπορούμε να δεχτούμε ότι τα αποτελέσματα της εν λόγω μελέτης ισχύουν για όλη την Κρήτη και επομένως και για το Νομό Χανίων.

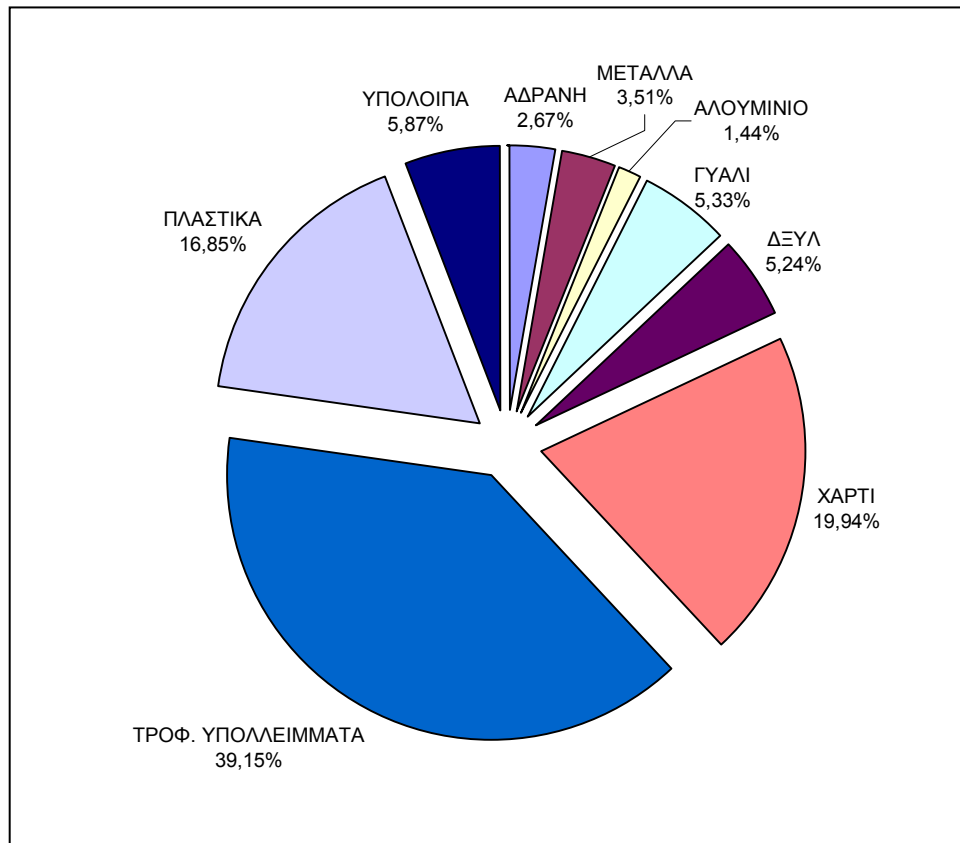
Τα αποτελέσματα της μελέτης δίνονται στον Πίνακα 10 και στο Διάγραμμα 4.

Πίνακας 10: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύνθεσης αστικών απορριμμάτων Περιφέρειας Κρήτης (2003-2004) [Γιδαράκος, 2004; Gidarakos, 2005]

Υλικά	Σύσταση %w/w				Συγκεντρωτικά
	1 ^η Φάση	2 ^η Φάση	3 ^η Φάση	4 ^η Φάση	
Αδρανή	2.02	1.65	3.85	3.17	2.67
Μέταλλα	3.63	3.08	3.44	3.89	3.51
Αλουμίνιο	2.10	0.69	1.23	1.75	1.44
Γυαλί	6.89	3.12	4.76	6.55	5.33
ΔΞΥΛ ^a	4.62	5.49	5.52	5.34	5.24
Χαρτί	20.41	22.21	20.03	17.09	19.94
Τροφ. Υπολείμματα	35.66	39.61	40.94	40.38	39.15
Πλαστικά	20.02	17.83	14.66	14.89	16.85
Υπόλοιπα	4.65	6.32	5.56	6.94	5.87
Σύνολο					100

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα – Λάστιχα

Διάγραμμα 4: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα σύνθεσης αστικών απορριμμάτων περιφέρειας Κρήτης (2003-2004) [Γιδαράκος, 2004]



Από τον Πίνακα 10 προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα σχετικά με την σύνθεση των απορριμμάτων, της περιφέρειας Κρήτης:

- Στην σύνθεση των αστικών απορριμμάτων παρουσιάζονται 3 κυρίαρχες κατηγορίες, ήτοι: τα ζυμώσιμα υλικά (τροφικά υπολείμματα), το χαρτί και τα πλαστικά με συνολικό ποσοστό περίπου 77%.
- Την πρώτη θέση καταλαμβάνουν τα τροφικά υπολείμματα (>39%) και ακολουθούν το χαρτί (20%) και τα πλαστικά (17%) που μοιράζονται την δεύτερη θέση.
- Το ποσοστό του γυαλιού (>5%) που πλέον αποτελείται περισσότερο από φιάλες μιας χρήσεως.
- Τα ποσοστά των αδρανών υλικών είναι ιδιαίτερα χαμηλά (<3%). Το χαμηλό αυτό ποσοστό αδρανών, σύμφωνα με την μελέτη για τον Ε.Σ.Δ.Α.Κ, δικαιολογείται στο ότι δεν συλλέγονται από τα απορριμματοφόρα οχήματα

αλλά μεταφέρονται σε ξεχωριστούς χώρους διάθεσης απορριμμάτων με άλλα οχήματα. Το ποσοστό που καταγράφηκε αντιστοιχεί σε ποσότητες αδρανών από εμπορικές/οικιακές δραστηριότητες, συνήθως μπάζα-σοβάδες και άμμος μέσα σε σακούλες.

- Επιπλέον συμπεράσματα:

Το κλάσμα του αλουμινίου παρουσιάζει την μεγαλύτερη εποχιακή διακύμανση μεταξύ των διαφόρων υλικών. Συγκεκριμένα, ενώ την πρώιμη φθινοπωρινή περίοδο εμφάνισε ποσοστό $>2\%$, την χειμερινή περίοδο «έπεσε» σε ποσοστό $<0.7\%$. Αντίστοιχα, τα ποσοστά που εμφάνισε για την εαρινή και θερινή περίοδο ήταν $>1.2\%$ και $>1.7\%$.

Το κλάσμα του γυαλιού παρουσιάζει την φθινοπωρινή και θερινή περίοδο (τουριστικές περίοδοι) ποσοστό $>6.5\%$, ενώ στις άλλες φάσεις (χειμερινή και εαρινή περίοδος) το αντίστοιχο ποσοστό είναι αρκετά χαμηλότερο (3.1% και 4.8% αντίστοιχα). Η επίδραση των τουριστικών δραστηριοτήτων φαίνεται εντονότερα αν εστιάσουμε στις επιμέρους περιοχές δειγματοληψίας και ιδιαίτερα στις περιοχές έντονης τουριστικής δραστηριότητας, όπως είναι η Χερσόνησος. Συγκεκριμένα, ενώ την χειμερινή περίοδο στην Χερσόνησο το κλάσμα του γυαλιού παρουσίασε ποσοστό $<3\%$, την φθινοπωρινή και θερινή περίοδο το αντίστοιχο ποσοστό ήταν περίπου 18% .

Το κλάσμα του χαρτιού παρουσιάζει μια πτώση κατά περίπου 23% μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου. Η μεταβολή αυτή μπορεί βέβαια να αποδοθεί στην αντίστοιχη αύξηση του κλάσματος του γυαλιού (110%), του αλουμινίου (153%), των μετάλλων (26%), των αδρανών (93%) και των υπολοίπων (10%).

Το μεγαλύτερο ποσοστό που καταγράφηκε για το κλάσμα των πλαστικών είναι 20% και σημειώθηκε κατά την χειμερινή περίοδο. Την εαρινή και θερινή περίοδο καταγράφηκε πτώση του ποσοστού αυτού ίση με 26% . Η πτώση αυτή μπορεί να εξηγηθεί ίσως από την αντίστοιχη αύξηση του κλάσματος των τροφικών (15%), του κλάσματος των υπολοίπων (20%) και του κλάσματος των ΔΞΥΛ (20%).

Κατά την φθινοπωρινή περίοδο το κλάσμα των οργανικών υλικών (τροφικά υπόλοιπα και υπόλοιπα κήπου) παρουσίασε ποσοστό περίπου 36% . Στις υπόλοιπες περιόδους το αντίστοιχο ποσοστό ήταν περίπου 40% . Η μεταβολή αυτή (15%) δεν αντιστοιχεί απαραίτητα σε μεταβολή των απόλυτων ποσοτήτων των τροφικών υπολοίπων, αλλά συσχετίζεται με τις μεταβολές σε άλλα κλάσματα, όπως είναι τα πλαστικά. Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι μεταξύ των κλασμάτων των τροφικών

υπολοίπων και των πλαστικών-χαρτιών εντοπίζεται μια σχέση αντίστροφης αναλογίας ποσοστών (Γιδαράκος, 2004).

Επίσης σύμφωνα με την ίδια έκθεση διαπιστώνεται η μεταβολή της σύνθεσης των απορριμμάτων κατά τα τελευταία χρόνια. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι ενώ την προηγούμενη δεκαετία (1985-1995) τα ζυμώσιμα υλικά εμφανίζονται σε ποσοστά 55-67%, πλέον (1995-2003) εμφανίζουν ποσοστά της τάξης του 27-41%, με τον Εθνικό σχεδιασμό του 2000 να εμφανίζει ποσοστό 47%.

Περίπτωση Γ: Ισοζύγια Μάζας –Φάση Δοκιμαστικής Λειτουργίας

Κατά τη φάση δοκιμαστικής λειτουργίας της μονάδας μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης προέκυψαν καθημερινά ισοζύγια μάζας και προσδιορίστηκε η σύσταση των αστικών απορριμμάτων που ανακτώνται, ήτοι: γυαλί, πλαστικό, αλουμίνιο, σιδηρούχα. Οι πίνακες που μας δίνουν αυτές τις πληροφορίες παρατίθενται στο Παράρτημα II και βάση αυτών προσδιορίστηκε ο Πίνακας 11.

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 11 μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσεγγιστεί η σύνθεση των αστικών απορριμμάτων και όχι για να προσδιοριστεί η πραγματική σύνθεση αυτών. Αυτό στηρίζεται στο ότι μέρος του ρεύματος των απορριμμάτων, που εισέρχονται στη μονάδα και που τελικά καταλήγουν στο Χ.Υ.Τ.Υ, περιέχει συστατικά που δεν ανακτώνται στο τμήμα μηχανικής διαλογής όπως οργανικά, πλαστικά, γυαλί κλπ. Έτσι υλικά που καταλήγουν στον Χ.Υ.Τ.Υ δεν περιέρχονται στο προσδιορισμό της σύστασης της εκάστοτε κατηγορίας αποβλήτου. Επιπλέον, στον Πίνακα 11 δεν παρατηρείται ανάκτηση γυαλιού. Αυτό μας οδηγεί στην υπόθεση ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της κατηγορίας γυαλιού δεν συγκρατείται από τα κόσκινα και εισέρχεται στο ρεύμα του κομπόστ που οδηγείται στη δεξαμενή κομποστοποίησης. Η παρουσία γυαλιού μειώνει την εμπορική του αξία αν και γυαλί αναμένεται να απομακρυνθεί στη ραφιναρία.

Πίνακας 11: Προσεγγιστική σύσταση επιμέρους συστατικών σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων (βάση ισοζυγίων μάζας)

Υλικά	Σύσταση Υλικών		
	Μέση Τιμή	Εύρος	Μέση Απόκλιση Τετραγώνου (σ ²)
Άχρηστα Χειροδιαλογής Ανεπιθύμητων	3.28%	0%-4.58%	1.40%
Άχρηστα Πρωτοβάθμιας Χειροδιαλογής	1.39%	0.5%-2.69%	0.73%
Άχρηστα Δευτεροβάθμιας Χειροδιαλογής	21.20%	16.48%-25.50%	3.16%
Σιδηρούχα Ηλεκτρομαγνήτη	0.39%	0.05%-0.69%	0.23%
Εισερχόμενο Υλικό Κομποστοποίησης (Οργανικό κλάσμα +ξένες προσμίξεις) ^a	59.79%	54.70%-63.88%	3.39%
Χαρτί (Τυπωμένο και Συσκευασίας)	7.23%	4.56%-8.72%	1.31%
Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτιά με πλαστικό)	1.36%	0.35%-3.25%	1.13%
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	3.04%	1.02%-4.39%	1.30%
PTE, PVC, PE(πλαστικά δοχεία)	1.23%	0.99%-1.81%	0.29%
Σίδηρος	1.42%	0.32%-2.42%	0.75%
Αλουμίνιο	0.37%	0.22%-0.60%	0.17%

^a Στο οργανικό κλάσμα δεν συμπεριλαμβάνονται τα πράσινα απορρίμματα που εισέρχονται στη δεξαμενή κομποστοποίησης από ξεχωριστή γραμμή.

Προκειμένου ο Πίνακας 11 να έχει παρόμοια μορφή με αυτή των Πινάκων 9 και 10 εξάγουμε τον Πίνακα 12. Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι στον Πίνακα 12 γίνεται αναφορά στα ανακτήσιμα υλικά του ρεύμα των αστικών απορριμμάτων που εισέρχονται στη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής και όχι στην σύσταση των αστικών απορριμμάτων.

Πίνακας 12: Μέση σύσταση ρεύματος σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων μετά από ανάκτηση στη μονάδα μηχανικής διαλογής

Υλικά	Μέση Σύσταση w/w
Οργανικά + ξένες προσμίξεις ^a	59.79
Χαρτί ^b	8.58
Πλαστικά ^c	4.27
Σιδηρούχα ^d	1.81
Αλουμινούχα	0.37
Υπόλοιπα ^e	25.87
Σύνολο	100.00

^a Οργανικά: Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης (οργανικό κλάσμα & προσμίξεις)

^b Χαρτί: Χαρτί (Τυπωμένο και Συσκευασίας) & Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτιά με πλαστικό)

^c Πλαστικά: Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον) & PTE, PVC, PE (πλαστικά δοχεία)

^d Σιδηρούχα: Σιδηρούχα Ηλεκτρομαγνήτη & Σίδηρος

^e Υπόλοιπα: Άχρηστα Χειροδιαλογής Ανεπιθύμητων, Άχρηστα Πρωτοβάθμιας Χειροδιαλογής & Άχρηστα Δευτεροβάθμιας Χειροδιαλογής

Ο Πίνακας 12 σχολιάζεται μαζί με τον Πίνακα 13 ακολούθως, όπου δίνονται τα συμπεράσματα για τη σύσταση των σύμμεικτων απορριμμάτων του νομού Χανίων.

Συμπεράσματα για τη Σύσταση των Σύμμεικτων Απορριμμάτων του Νομού Χανίων

Στον Πίνακα 13 φαίνεται ότι τα αποτελέσματα της in-situ δειγματοληψίας που πραγματοποιήθηκε σε αστικά απορρίμματα, προερχόμενα από το νομό Χανίων, (Περίπτωση Α) δίνουν ποσοστά που προσεγγίζουν κατά πολύ τη σύσταση των αστικών απορριμμάτων που έδωσε η τεχνική έκθεση του Πολυτεχνείου Κρήτης για τον Ε.Σ.Δ.Α.Κ (Περίπτωση Β) για την σύσταση των απορριμμάτων της Περιφέρειας Κρήτης.

Πίνακας 13: Συγκεντρωτικός πίνακας μέσης σύσταση σύμμεικτων αστικών απορριμμάτων – Περιπτώσεις Α & Β .

Υλικά	Μέση Σύσταση % w/w	
	Περίπτωση Α	Περίπτωση Β
Οργανικά	40.27	39.15
Χαρτί	16.39	19.94
Πλαστικά	15.26	16.85
Σιδηρούχα	5.40	3.51
Αλουμινούχα	2.10	1.44
Γυαλί	6.89	5.33
ΔΞΥΛ ^a	11.98	5.24
Αδρανή	0.94	2.67
Υπόλοιπα	0.78	5.87
Σύνολο	100.00	100.00

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα – Λάστιχα

Από τους Πίνακες 12 και 13 εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Από τον Πίνακα 12 προκύπτει ότι το 60% του ολικού ρεύματος των αστικών απορριμμάτων που εισέρχονται στο εργοστάσιο μηχανικής διαλογής τελικά καταλήγει στη δεξαμενή κομποστοποίησης. Το υλικό προς κομποστοποίηση αποτελείται από οργανικό υλικό καθώς και ξένες προσμίξεις, όπως γυαλί και πλαστικό. Λαμβάνοντας υπόψη ότι στη περίπτωση της in-situ δειγματοληψίας (Περίπτωση Α) το γυαλί των αστικών απορριμμάτων κατέχει το ποσοστό των 6.89%, ενώ δεν εμφανίζεται πουθενά στα ισοζύγια μάζας ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών στο εργοστάσιο (Περίπτωση Γ), υπάρχει αυξημένη υποψία ότι σημαντικό ποσοστό του γυαλιού δεν συγκρατείται από τα κόσκινα και περνάει στη διεργασία της κομποστοποίησης. Όπως προαναφέρθηκε γυαλί ανακτάται από τη μάζα του κομποστ στη ραφιναρία ύστερα από τη διεργασία της κομποστοποίησης. Η παρουσία του γυαλιού στο τελικό κομπόστ μειώνει την εμπορικότητά του. Τέλος ένα μέρος του γυαλιού ενδέχεται να απομακρύνεται κατά τη διαλογή και απομάκρυνση ογκωδών αντικειμένων.
- Το ποσοστό του πλαστικού που ανακτάται (Περίπτωση Γ) είναι πολύ χαμηλό σε σχέση με την περιεκτικότητα των αστικών απορριμμάτων σε πλαστικό. Αυτό

λογικά οφείλεται στο ότι κατά τη διαλογή και απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων απομακρύνεται και ένα μεγάλο ποσοστό πλαστικού. Επίσης ένα μικρό ποσοστό πλαστικού που δεν ανακτάται περνάει από τα δευτεροβάθμια κόσκινα στην δεξαμενή κομποστοποίησης. Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε από επί τόπου παρατήρηση εφόσον το υλικό της κομποστοποίησης βρέθηκε να είναι επιβαρυνμένο με πλαστικά καλαμάκια, που όμως αναμένεται να απομακρυνθούν στην ραφιναρία.

- Οι δύο μελέτες προσδιορισμού της σύστασης των αστικών απορριμμάτων, για το Νομό Χανίων (Περίπτωση Α) και για την Περιφέρεια Κρήτης (Περίπτωση Β) αντίστοιχα, δίνουν παρόμοια αποτελέσματα όσο αφορά τη σύσταση των απορριμμάτων σε: οργανικά, χαρτί, πλαστικά, γυαλί, σιδηρούχα και αλουμινούχα. Ωστόσο υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση ως προς την περιεκτικότητα σε ΔΞΥΛ, αδρανή και λοιπά υλικά αν και το άθροισμα αυτών είναι παρόμοιο και στις δύο περιπτώσεις. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να θεωρηθεί ότι ίσως υπήρξε διαφορετική προσέγγιση διαχωρισμού και κατηγοριοποίησης των υλικών που ανήκουν στις τρεις αυτές κατηγορίες κατά τις αναλύσεις των δύο διαφορετικών μελετών. Επιπλέον, η μελέτη για την Περιφέρεια Κρήτης δεν περιλαμβάνει στοιχεία από τον Νομό Χανίων. Παρά ταύτα η σύγκλιση των αποτελεσμάτων των δύο μελετών αποτελεί απόδειξη της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων που προέκυψαν κατά τη μελέτη προσδιορισμού της σύστασης των απορριμμάτων του Νομού Χανίων–Περίπτωση Α. Επομένως, αποτελέσματα της μελέτης σύστασης των απορριμμάτων του Νομού Χανίων Περίπτωση Α μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω υπολογισμούς στις επόμενες ενότητες.

Αυτό που μας ενδιαφέρει κυρίως από τη σύσταση των αστικών απορριμμάτων για το Νομό Χανίων είναι η γνώση της περιεκτικότητας αυτών σε οργανικά υλικά. Η γνώση της ποιότητας και ποσότητας του οργανικού κλάσματος των αστικών απορριμμάτων που οδηγείται προς κομποστοποίηση αποτελεί βασική σχεδιαστική παράμετρο για την ικανοποιητική λειτουργία της δεξαμενής κομποστοποίησης και την παραγωγή κομπόστ σε οικονομικά συμφέρουσες ποσότητες.

Πρέπει επιπλέον να σημειωθεί ότι η σύσταση των αστικών απορριμμάτων που οδηγούνται στη μονάδα μηχανικής διαλογής αναμένεται να μεταβληθεί καθώς από τον Ιούνιο του έτους 2005 ξεκίνησε πρόγραμμα ανακύκλωσης στον Δήμο Χανίων. Η εκ' νέου διαμόρφωση της σύστασης των απορριμμάτων εξαρτάται από την επιτυχία του προγράμματος ανακύκλωσης και το ποσοστό συμμετοχής των πολιτών.

2.1.2 Υγρασία Σύμμεικτων Απορριμμάτων

Ο προσδιορισμός της υγρασίας κάθε κατηγορίας υλικού αποτελεί παράμετρο απαραίτητη ώστε να καθοριστεί η υγρασία του υλικού που οδηγείται προς κομποστοποίηση. Επιπλέον, είναι δυνατόν να υπολογιστούν οι απώλειες υγρασίας του οργανικού υλικού και η ελάττωση της μάζας που κομποστοποιείται, η οποία θα προσδιορίσει την παραγωγή κομπόστ.

Σύμφωνα με τη σχετική μελέτη σχεδιασμού του εν λόγω έργου από την ανάδοχο εταιρεία ENVITEC A.E, η υγρασία των απορριμμάτων ανά κατηγορία υλικού δίνεται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14: %Υγρασία σύμμεικτων απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων [ENVITEC A.E]

Υλικά	% Υγρασία
Οργανικά	70
Χαρτί	20-25
Πλαστικά	5
Σιδηρούχα	5
Αλουμινούχα	5
Γυαλί	2
Υφάσματα	30
ΔΞΥΛ ^a -Χόρτα	40
Αδρανή	20

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα – Λάστιχα

Η υγρασία των οργανικών υλικών πριν καταλήξουν στους απορριμματοφόρους σάκους είναι άνω του 75%. Με την τοποθέτησή τους όμως σε σάκους απορριμμάτων μέρος της υγρασίας των οργανικών υλικών μεταφέρεται σε υδρόφιλα υλικά όπως είναι το χαρτί. Για αυτό τον λόγο η υγρασία του οργανικού υλικού λαμβάνεται ίση με 70% ενώ η υγρασία του χαρτιού που αρχικά εκτιμάται σε 15% λαμβάνεται αυξημένη (20-25%).

Τα πλαστικά και το γυαλί είναι υδρόφοβα υλικά. Ωστόσο λαμβάνονται με ποσοστό υγρασίας 5 και 2% αντίστοιχα ώστε να ληφθεί υπόψη η ποσότητα τυχόν εγκλωβισμένων υγρών.

Τα λοιπά υλικά λαμβάνονται με υγρασία 40%, καθώς περιλαμβάνουν κυρίως πάνες βρεφών και υγιεινής και άλλα κυτταρινούχα υδρόφιλα υλικά.

Γενικά, για τον προσδιορισμό της υγρασίας των αστικών απορριμμάτων χρησιμοποιείται η κάτωθι σχέση:

$$\text{Μέση περιεκτικότητα σε υγρασία (\%)} = \left(\frac{\alpha - \beta}{\alpha} \right) \times 100$$

Όπου: α = αρχικό βάρος δείγματος

β = βάρος δείγματος μετά την ξήρανση

Με βάση την σύσταση των απορριμμάτων που έδωσε η in-situ δειγματοληψία (Πίνακας 9) και την υγρασία που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία απορριμμάτων (Πίνακας 14), προκύπτει ο Πίνακας 15 τον οποίο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να καθορίσουμε την υγρασία των απορριμμάτων.

Πίνακας 15: Χαρακτηριστικά συστατικών σύμμεικτων απορριμμάτων Νομού Χανίων- Περίπτωση Α :“In-situ Δειγματοληψία-Πολυτεχνείο Κρήτης”

Υλικά	Σύσταση %w/w	Υγρασία %	Ξηρή Ύλη %w/w
Οργανικά	40.27	70	12.08
Χαρτί	16.39	20-25	12.70
Πλαστικά	15.26	5	14.50
Σιδηρούχα	5.40	5	5.13
Αλουμινούχα	2.10	5	2.00
Γυαλί	6.89	2	6.75
ΔΞΥΛ ^a	11.98	40	7.19
Αδρανή+Λοιπά	1.72	20	1.38
Σύνολο	100.00	-	61.73

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα – Λάστιχα

Οπότε η μέση υγρασία των απορριμμάτων του Δήμου Χανίων υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

Μέση περιεκτικότητα σε υγρασία (%) = $100 - 61.73 = 38.27$

Επιπλέον, με βάση τη σύσταση των απορριμμάτων της τεχνικής έκθεσης του Πολυτεχνείου Κρήτης για τον Ε.Σ.Δ.Α.Κ προκύπτει ο Πίνακας 16. Τα αποτελέσματα του πίνακα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της μέσης υγρασίας των αστικών απορριμμάτων, η οποία μπορεί να συγκριθεί με την μέση υγρασία που προσδιορίστηκε στην Τεχνική Έκθεση για τον Ε.Σ.Δ.Α.Κ (βλ. Πίνακα 17). Από την σύγκριση μπορούμε να διαπιστώσουμε κατά πόσο οι υγρασίες των διαφορετικών κατηγοριών, που δίνονται στην Μελέτη της ENVITEC Α.Ε, είναι αξιόπιστες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς αξιολογικό σφάλμα.

Πίνακας 16: Χαρακτηριστικά συστατικών σύμμεικτων απορριμμάτων Νομού Χανίων- Περίπτωση Β “Αποτελέσματα τεχνικής έκθεσης για τον Ε.Σ.Δ.Α.Κ”.

Υλικά	Σύσταση %w/w	Υγρασία %	Ξηρή Ύλη %w/w
Οργανικά	39.15	70	11.75
Χαρτί	19.94	20-25	15.45
Πλαστικά	16.85	5	16.00
Σιδηρούχα	3.51	5	3.33
Αλουμινούχα	1.44	5	1.37
Γυαλί	5.33	2	5.22
ΔΞΥΛ ^a	5.24	40	3.14
Αδρανή+Λοιπά	8.52	20	6.82
Σύνολο	100.00	-	63.08

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα – Λάστιχα

Οπότε η μέση υγρασία των απορριμμάτων του Νομού Χανίων υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{Μέση περιεκτικότητα σε υγρασία (\%)} = \frac{100 - 61.93}{100} \times 100 = 63.08 = 36.92\%$$

Πίνακας 17: Μέση υγρασία σύμμεικτων απορριμμάτων

Υγρασία Σύμμεικτων Απορριμμάτων	
Νομός Χανίων	38%
Περιφέρεια Κρήτης ¹	37%
Περιφέρεια Κρήτης ²	41%

1 Βάση της υγρασίας των σύμμεικτων απορριμμάτων που δίνει η ENVITEC

2 Η υγρασία που δίνει ο Ε.Σ.Δ.Α.Κ

Η υγρασία των σύμμεικτών απορριμμάτων για την Περιφέρεια της Κρήτης που δίνεται στη μελέτη του Ε.Σ.Δ.Α.Κ (41%) παρουσιάζει απόκλιση της τάξης του 10%, από την υγρασία (37%) που προσδιορίστηκε βάση του Πίνακα 14 που δίνεται στη μελέτη της ENVITEC Α.Ε. Με βάση τις υγρασίες του Πίνακα 14 προσδιορίστηκε η υγρασία των απορριμμάτων του Νομού Χανίων (38%). Δεδομένου ότι η μελέτη του Ε.Σ.Δ.Α.Κ στηρίζεται σε μελέτες πεδίου και ανταποκρίνεται καλύτερα στην πραγματικότητα, η υγρασία των αστικών απορριμμάτων για το νομό Χανίων είναι συνετό να ληφθεί με 10% προσαύξηση δηλαδή ίση με 42%. Προκειμένου όμως για να είμαστε πιο συντηρητική δεχόμεθα μια μέση υγρασία των αστικών απορριμμάτων για το Νομό Χανίων ίση με 40%.

2.1.3 Άλλα Χαρακτηριστικά Σύμμεικτων Απορριμμάτων Χανίων

Στον Πίνακα 18 δίνονται τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των αστικών απορριμμάτων της περιφέρειας Κρήτης που παρουσιάζονται στην τεχνική έκθεση του Πολυτεχνείου Κρήτης για τον Ε.Σ.Δ.Α.Κ και που έχουν προκύψει έπειτα από εργαστηριακές αναλύσεις.

Πίνακας 18: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά απορριμμάτων της Περιφέρειας Κρήτης [Γιδαράκος, 2004].

Παράμετρος	Τιμή
Υγρασία %	41.00
Τέφρα	7.34
ΑΘΔ_φ^a KJ/Kg	
<i>Οργανικά</i>	6629
<i>Χαρτί</i>	14106
<i>Πλαστικά</i>	38,155
<i>ΔΞΥΛ^b</i>	13,733
ΚΘΔ_φ^c KJ/Kg	
<i>Οργανικά</i>	3602
<i>Χαρτί</i>	13,603
<i>Πλαστικά</i>	34,698
<i>ΔΞΥΛ^b</i>	13,468
C/N	23.09
Μόλυβδος (Pb), ppm	16.8
Κάδμιο (Cd), ppm	0.07
Υδράργυρος (Hg), ppm	0.02

^a ΑΘΔ_φ: Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη

^b ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα - Λάστιχα

^c ΚΘΔ_φ: Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη

Στον Πίνακα 19 δίνονται διάφορες χαρακτηριστικές παράμετροι των αστικών απορριμμάτων του Δήμου Χανίων με βάση την ελληνική βιβλιογραφία.

Πίνακας 19: Μέσες τιμές διαφόρων παραμέτρων στα απορρίμματα Χανίων [Παρισάκης, 1990].

Παράμετρος	Μέση τιμή
Τέφρα (%)	3.7
Αποδομίσιμος Οργανικός Άνθρακας (%)	14.3
Οργανικός Άνθρακας (%)	20.6
Άζωτο ολικό (%)	0.6
Άζωτο Αμμωνιακό (mg/kg)	20
Φώσφορος (mg/kg)	844.7
Θείο (mg/kg)	1119.5
Χλώριο (mg/kg)	881.4
Φθόριο (mg/kg)	9.1
Κάλιο (mg/kg)	2298.9
Νάτριο (mg/kg)	1144.9
Χρώμιο (mg/kg)	10.7
Νικέλιο (mg/kg)	3.1
Μαγγάνιο (mg/kg)	9.5
Χαλκός (mg/kg)	51.0
Κάδμιο (mg/kg)	0.5
Ψευδάργυρος (mg/kg)	31.2
Μόλυβδος (mg/kg)	8.1
Κατώτερη Θερμογόνος Τιμή (kJ/kg)	7075.6
Ολικό Υπόλειμμα Καύσης (%)	13.3
Ολικά Καύσιμα (%)	45.7

2.1.4 Ποσότητα Σύμμεικτων Απορριμμάτων (Είσοδος Μονάδας)

Σύμφωνα με τη σχετική μελέτη η δυναμικότητα της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής ανέρχεται στους 270 τόνους σύμμεικτων απορριμμάτων ημερησίως. Σε αυτή την ποσότητα προστίθενται επιπλέον 40 τόνοι κλαδιών και χόρτων (ημερησίως).

Στον Πίνακα 20 δίνονται οι ποσότητες κάθε κατηγορίας αστικών απορριμμάτων στην είσοδο της εγκατάστασης, για την σύσταση των σύμμεικτων απορριμμάτων του Νομού Χανίων, βάση της in-situ δειγματοληψίας (Περίπτωση Α).

Τα προσδιοριζόμενα ισοζύγια μάζας διαμορφώθηκαν βάση της μέγιστης δυνατής ποσότητας εισερχόμενων αστικών απορριμμάτων προς επεξεργασία στη Μονάδα Μηχανικής Διαλογής και επομένως βάση της σχεδιαστικής δυναμικότητας αυτής (270tn/d).

Πίνακας 20: Ποσότητες σύμμεικτων απορριμμάτων ανά κατηγορία στην είσοδο της εγκατάστασης- Περίπτωση Α

Υλικά	Είσοδος		DS ^b (Στερεά)	
	(%)	(tn/d)	(%)	(tn/d)
Οργανικά	40.27	108.7	30	32.6
Χαρτί	16.39	44.3	75	33.2
Πλαστικά	15.26	41.2	95	39.1
Σιδηρούχα	5.40	14.6	95	13.9
Αλουμινούχα	2.10	5.7	95	5.4
Γυαλί	6.89	18.6	98	18.2
ΔΞΥΛ ^a -Χόρτα	11.98	32.3	60	19.4
Αδρανή+Λοιπά	1.72	4.6	80	3.7
Σύνολο	100.00	270	-	165.5

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα – Λάστιχα

^b DS: Dry Solids

2.2 Οργανικό Κλάσμα Αστικών Απορριμμάτων

2.2.1 Σύνθεση και Ποσότητα

Προκειμένου να καθοριστούν τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του υλικού που εισέρχεται προς κομποστοποίηση και του τελικού προϊόντος της κομποστοποίησης πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ισοζύγια μάζας ανά θέση παραγωγικής διαδικασίας. Οι διεργασίες που πραγματοποιούνται στα απορρίμματα περιγράφονται στην Ενότητα 1.2.1, Μέρος Β. Τα ποσοστά απομάκρυνσης για κάθε κατηγορία υλικού ανά θέση της παραγωγικής διεργασίας, δίνονται στα ισοζύγια μάζας της σχετικής μελέτης σχεδιασμού της μονάδας.

Βάση των απομακρύνσεων που δίνει η ENVITEC A.E, σε κάθε θέση παραγωγικής διεργασίας, και τη σύνθεση των αστικών απορριμμάτων, βάση της in-situ

δειγματοληψίας (Περίπτωση Α), είναι δυνατόν να δημιουργηθούν ισοζύγια μάζας προκειμένου να προσδιοριστεί η σύσταση του υλικού που εισέρχεται προς κομποστοποίηση.

Στους Πίνακες 21-26 δίνονται τα ισοζύγια μάζας μόνο για εκείνες τις διεργασίες που αφορούν το υλικό που τελικά θα οδηγηθεί προς κομποστοποίηση. Συγκεκριμένα δίνονται τα ισοζύγια μάζας για τις διεργασίες:

- Απομάκρυνση Ογκωδών Αντικειμένων
- Κόσκινο 200mm
- Κόσκινο 70mm
- Μαγνήτης 70mm
- Χειροδιαλογή 70-200mm (μόνο για το οργανικό κλάσμα)
- Προσθήκη φυτικών υπολειμμάτων-είσοδος κομποστοποίησης

Πίνακας 21: Ισοζύγιο μάζας για τη διεργασία: Απομάκρυνση ογκωδών αντικειμένων–Είσοδος 270tn/d

Διεργασία: Είσοδος-Απομάκρυνση Ογκωδών Αντικειμένων						
Υλικά	Είσοδος		Προς ΧΥΤΥ		Προς Επεξεργασία	
	%	tn/d	%	tn/d	%	tn/d
Οργανικά	40.27	108.7	0	0.0	100	108.7
Χαρτί*	16.39	44.3	0	0.0	100	44.3
Πλαστικά*	15.26	41.2	0	0.0	100	41.2
Σιδηρούχα	5.40	14.6	5	0.7	95	13.9
Αλουμινούχα	2.10	5.7	0	0.0	100	5.7
Γυαλί	6.89	18.6	0	0.0	100	18.6
ΔΞΥΛ ^a - Χόρτα	11.98	32.3	10	3.2	90	29.1
Λοιπά	0.94	2.5	0	0.0	100	2.5
Αδρανή	0.78	2.1	0	0.0	100	2.1
Σύνολο	100	270	-	1.9	-	266.1

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα - Λάστιχα

Πίνακας 22: Ισοζύγιο μάζας για τη διεργασία: Κόσκινο 200mm- Είσοδος 266.1tn/d

Διεργασία: Κόσκινο 200mm					
Υλικά	Είσοδος	<200mm		>200mm	
	tn/d	%	tn/d	%	tn/d
Οργανικά	108.7	95	103.3	5	5.4
Χαρτί*	44.3	85	37.7	15	6.6
Πλαστικά*	41.2	67	27.6	33	13.6
Σιδηρούχα	13.9	95	13.2	5	0.7
Αλουμινούχα	5.7	99	5.6	1	0.1
Γυαλί	18.6	100	18.6	0	0.0
ΔΞΥΛ ^a - Χόρτα	29.1	75	21.8	25	7.3
Λοιπά	2.5	90	2.3	10	0.2
Αδρανή	2.1	100	2.1	0	0.0
Σύνολο	266.1	-	232.2	-	33.9

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα - Λάστιχα

Σημείωση 3: Στην μελέτη της αναδόχου εταιρείας ENVITEC A.E δίνονται τα ποσοστά απομάκρυνσης για κάθε υλικό της κατηγορίας χαρτιού και πλαστικά για την εν λόγω διεργασία. Εδώ δίνονται τα ποσοστά απομάκρυνσης για το συνολικό ρεύμα χαρτιού και πλαστικών αντίστοιχα που προσδιορίστηκαν βάση της συνολικής μάζας χαρτιού και πλαστικού που απομακρύνθηκε.

Πίνακας 23: Ισοζύγιο μάζας για τη διεργασία: Κόσκινο 70mm-Είσοδος 232.2 tn/d

Διεργασία: Κόσκινο 70mm					
Υλικά	Είσοδος	<70mm		>70mm	
	tn/d	%	tn/d	%	tn/d
Οργανικά	103.3	80	82.6	20	20.7
Χαρτί	37.7	39	14.7	61	23.0
Πλαστικά	27.6	17	4.7	83	22.9
Σιδηρούχα	13.2	30	4.0	70	9.2
Αλουμινούχα	5.6	20	1.1	80	4.5
Γυαλί	18.6	35	6.5	65	12.1
ΔΞΥΛ ^a - Χόρτα	21.8	35	7.6	65	14.2
Λοιπά	2.3	20	0.5	80	1.8
Αδρανή	2.1	80	1.7	20	0.4
Σύνολο	232.2		123.4		108.8

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα - Λάστιχα

Πίνακας 24: Ισοζύγιο μάζας για τη διεργασία: Μαγνήτης <70mm-Είσοδος 123.4 tn/d

Διεργασία: Μαγνήτης <70mm					
Υλικά	Είσοδος	Μαγνήτης		Έξοδος	
	tn/d	%	tn/d	%	tn/d
Οργανικά	82.6	0.1	8.3	99.9	74.3
Χαρτί	14.7	0	0.0	100	14.7
Πλαστικά	4.7	0	0.0	100	4.7
Σιδηρούχα	4.0	95	3.8	5	0.2
Αλουμινούχα	1.1	0	0.0	100	1.1
Γυαλί	6.5	0	0.0	100	6.5
ΔΞΥΛ ^a - Χόρτα	7.6	0	0.0	100	7.6
Λοιπά	0.5	0	0.0	100	0.5
Αδρανή	1.7	0	0.0	100	1.7
Σύνολο	123.4	-	12.1	-	111.3

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα - Λάστιχα

Πίνακας 25: Ισοζύγιο μάζας οργανικού κλάσματος για τη διεργασία: Χειροδιαλογή κλάσματος 70-200mm

Διεργασία:Χειροδιαλογή Κλάσματος 70-200mm			
	>70mm	Προς Κομποστοποίηση	
Οργανικά	20.7 tn/d	40%	8.3tn/d

Πίνακας 26: Ισοζύγιο μάζας για τη διεργασία: Προσθήκη φυτικών υπολειμμάτων

Υλικά	Είσοδος (tn/d)	DS (tn/d)	Κλαδιά (tn/d)	Οργανικά χειροδιαλογής (tn/d)	Είσοδος Κομποστοποίησης (tn/d)
Οργανικά	74.3	22.29	40 (24DS)	8.3 (2.49DS)	122.6
Χαρτί	14.7	11.03			14.7
Πλαστικά	4.7	4.46			4.7
Σιδηρούχα	0.2	0.19			0.2
Αλουμινούχα	1.1	1.04			1.1
Γυαλί	6.5	6.37			6.5
ΔΞΥΛ ^a - Χόρτα	7.6	4.56			7.6
Λοιπά	0.5	0.40			0.5
Αδρανή	1.7	1.36			1.7
Σύνολο	111.3	51.7			159.6

^a ΔΞΥΛ: Δέρματα- ΞΥλα - Λάστιχα

Στο υλικό του κομπόστ (111.3tn/d) της εισόδου στη διεργασία της αερόβιας κομποστοποίησης αντιστοιχούν (74.3+8.3)tn/d οργανικά, 40tn/d κλαδιά και 14.7tn/d χαρτί. Όπου οι 8.3tn/d αφορούν το ευμέγεθες οργανικό κλάσμα, που ανακτήθηκε στο τμήμα της χειροδιαλογής των υλικών μεγέθους 70-200mm (Πίνακας 25), αφού πρώτα τεμαχιστεί.

Η γνώση της ποσότητας του υλικού που εισέρχεται προς κομποστοποίηση είναι απαραίτητη για να καθοριστεί η επάρκεια σε χωρητικότητα της δεξαμενής αερόβιας κομποστοποίησης και η δυνατότητα προσθήκης επιπλέον ποσοτήτων υλικού (ιλύς και κλαδιά).

Το τελικό προϊόν σύμφωνα με τις διεργασίες που περιγράφηκαν στη Ενότητα 1.2, Μέρος Β, για την επεξεργασία των αστικών απορριμμάτων του Δήμου Χανίων θα έχει διάμετρο <10mm.

Πρόσφατη αναφορά της Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α. στο διαδύκτιο δίνει διάμετρο κομπόστ <6,3mm σε ποσοστό 80% περίπου κατά βάρος (www.dedisa.gr).

Από τον Πίνακα 26 προκύπτει ένα πολύτιμο συμπέρασμα σχετικό με την υγρασία του υλικού που εισέρχεται στη Δεξαμενή Κομποστοποίηση. Εάν εξαιρέσουμε τα κλαδιά (24tn ds/d) τότε η υγρασία του υλικού που οδηγείται προς κομποστοποίηση μπορεί να προσδιορισθεί από τα περιεχόμενα στερεά (DS) που δίνονται στην 3^η στήλη του Πίνακα 26 και τη βοήθεια της σχέσης υπολογισμού της μέσης περιεκτικότητας σε υγρασία που δίνεται στη σελ 87. Κατά αυτό τον τρόπο προκύπτει ότι για το υλικό που εισέρχεται προς κομποστοποίηση έχει μια μέση υγρασία 55% η οποία με την προσθήκη των 40tn κλαδιών την ημέρα πέφτει στο 54%.

2.3 Ιλύς Αστικών Λυμάτων

Στη Μονάδα Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων παράγονται δυο διαφορετικά είδη ιλύος ως παραπροϊόντα της επεξεργασίας των αστικών λυμάτων. Πρόκειται για χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς που έχει προέλθει από μίγμα πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας ιλύος και έχει χωνευτή αναερόβια, και για αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύς, που αφορά αποκλειστικά δευτεροβάθμια ιλύς που δεν έχει υποστεί επεξεργασία. Και τα δύο είδη ιλύος περιέχουν τόσο θρεπτικά όσο και επιβλαβή συστατικά για την εφαρμογή τους στην γεωργία και κατ' επέκταση στη διεργασία της κομποστοποίησης.

2.3.1 Παραγόμενη Ποσότητα Ιλύος

Από την ημερήσια παραγόμενη ποσότητα αφυδατωμένης ιλύος το 35% αντιστοιχεί σε αναερόβια χωνευμένη ιλύς (100% ιλύς πρωτοβάθμιας επεξεργασίας και 20% ιλύς δευτεροβάθμιας επεξεργασίας) και το 65% σε αχώνευτη ιλύς (80% ιλύς δευτεροβάθμιας επεξεργασίας).

Σύμφωνα με στοιχεία που προσκομίσθηκαν από τη Δ.Ε.Υ.Α. Χανίων (2005) καθημερινά (πλην της Κυριακής) διατίθενται περί τα 9m³ αναερόβιας χωνευμένης ιλύος και 18m³ αχώνευτης ιλύος. Οι ποσότητες αυτές παρουσιάζουν εποχιακές

διακυμάνσεις και εκτιμάται ότι το καλοκαίρι παράγεται 15% παραπάνω ποσότητα ιλύος. Επιπλέον, έχει εκτιμηθεί ότι για το έτος 2004 η παραγωγή ιλύς ανήλθε στα 7800m³. Με βάση αυτά τα στοιχεία προκύπτουν τα αποτελέσματα των Πινάκων 27 και 28.

Πίνακας 27: Μέσες παραγόμενες ποσότητες αφυδατωμένης ιλύος

Παραγόμενες Ποσότητες	Χωνευμένη Ιλύς	Αχώνευτη Ιλύς	Συνολική Ποσότητα Ιλύος
Ημερήσια Βάση	9m ³ /d	18m ³ /d	27m ³ /d
Εβδομαδιαία Βάση	54m ³ /wk	108m ³ /wk	162m ³ /wk
Ετήσια Βάση	2592m ³ /yr	5184m ³ /yr	7776m ³ /yr

Από τον Πίνακα 27 προκύπτει ότι η αρχική εκτιμηθείσα ποσότητα παραγόμενης αφυδατωμένης ιλύος για το έτος 2004 (7800m³) από τη Δ.Ε.Υ.Α. Χανίων συν έπεσε με τους υπολογισμούς μας (7776m³/yr).

Πίνακας 28: Μέγιστες παραγόμενες ποσότητες αφυδατωμένης ιλύος για την καλοκαιρινή περίοδο-αύξηση 15%

Παραγόμενες Ποσότητες	Χωνευμένη Ιλύς	Αχώνευτη Ιλύς	Συνολική Ποσότητα Ιλύος
Ημερήσια Βάση	10.35m ³ /d	20.7m ³ /d	31.05m ³ /d
Εβδομαδιαία Βάση	62.1m ³ /wk	124.2m ³ /wk	186.3m ³ /wk

Στον Πίνακα 28 παρουσιάζονται οι μέγιστες ποσότητες ιλύος που ενδέχεται να παραχθούν κατά την καλοκαιρινή περίοδο τόσο σε ημερήσια όσο και σε εβδομαδιαία βάση. Οι ποσότητες αυτές πρέπει να ληφθούν υπόψη για να καθοριστεί τόσο η χωρητικότητα των μέσων μεταφοράς όσο και η χωρητικότητα πιθανών χώρων προσωρινής αποθήκευσης και του τελικού χώρου διάθεσης.

2.3.2 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Ιλύος

Στην Ενότητα 2.3.2, Μέρος Β δίνονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ιλύος που παράγεται στον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων ανάλογα με την επεξεργασία της (χωνευμένη και αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύς). Η γνώση αυτών των χαρακτηριστικών είναι απαραίτητη για να διαπιστωθεί εάν η ιλύς τηρεί τις νομοθετικές αλλά και λειτουργικές απαιτήσεις διάθεσής της στην κομποστοποίηση.

Στερεά – Θρεπτικά Συστατικά Ιλύος

Η περιεκτικότητα της ιλύος σε στερεά δίνει τις απαραίτητες πληροφορίες για την υγρασία αυτής και τη δυνατότητα του υλικού να διατεθεί χωρίς να δημιουργήσει προβλήματα σε αυτή καθ' αυτή τη διεργασία της κομποστοποίησης, αλλά και στα μηχανικά μέρη της μονάδας (πολύ υδαρό υλικό αναμένεται να προκαλέσει δυσλειτουργία του μηχανικού εξοπλισμού).

Η γνώση των περιεχόμενων θρεπτικών συστατικών είναι απαραίτητη καθώς αποτελούν στοιχείο επιτυχούς αποδόμησής της από τους μικροοργανισμούς της κομποστοποίησης.

Πίνακας 29: Ποιοτικά χαρακτηριστικά ιλύος Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων [Στοιχεία από Δ.Ε.Υ.Α. Χανίων, 2005-Παράρτημα VI]

Παράμετροι	Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς	Αχώνευτη Αφυδατωμένη Ιλύς
TSS	23-25%	14-16%
VSS/SS	57-60%	67-71%
Περιεκτικότητα N	2-3.6%	2-5.5%
Περιεκτικότητα P	1.3-2.2%	1.3-3.3%

Στον Πίνακα 29 φαίνεται ότι το προϊόν που θέλουμε να επεξεργαστούμε έχει υψηλή υγρασία της τάξης των 77% με 86% και περιέχει σημαντικές ποσότητες ολικών πτητικών που αναμένεται να εξατμιστούν κατά τη διεργασία της κομποστοποίησης.

Η υψηλή υγρασία στην ιλύ είναι απαραίτητη στη διεργασία της κομποστοποίησης ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες αναπλήρωσης της περιεκτικότητας της σε νερό λόγω των απωλειών εξάτμισης (βλ. Ενότητα 2.1.1, Μέρος Α). Ωστόσο η υψηλή υγρασία στην ιλύ είναι υπεύθυνη και για το χαμηλό ενεργό πορώδες της που δεν είναι επιθυμητό στην κομποστοποίηση (βλ. Ενότητα 2.1.1, Μέρος Α). Το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με την ανάμιξη της ιλύος με πρόσθετα υλικά (bulking agents) όπως κλαριά, ροκανίδια κλπ., που μπορούν να απορροφήσουν ένα μέρος της υγρασίας, βελτιώνοντας το πορώδες του μίγματος και στο τέλος της διεργασίας θα έχουν αποδομηθεί.

Βαρέα Μέταλλα στην Ιλύ

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας της παραγόμενης αφυδατωμένης ιλύος σε βαρέα μέταλλα πραγματοποιήθηκαν κατά καιρούς μετρήσεις από διαφορετικά χημικά

εργαστήρια με χρήση διαφορετικών μεθόδων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 30: Αποτελέσματα αναλύσεων αφυδατωμένης ιλύος – Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας, ΕΜΠ- Δοκιμή έκλυσης prEN12457 [Στοιχεία από Δ.Ε.Υ.Α. Χανίων, 2005-Παράρτημα VI]

Παράμετρος	prEN12457-1		prEN12457-2	
	L/S =2	Δοκιμή Διήθησης	L/S =10	Δοκιμή Διήθησης
	(mg/kg DS)	(mg/l)	(mg/kg DS)	(mg/l)
Αρσενικό (As)	0.03	0.12	0.22	0.020
Κάδμιο (Cd)	<0.002	<0.001	<0.01	<0.001
Χρώμιο (Cr)	0.09	0.040	1.29	0.120
Χαλκός (Cu)	0.94	0.426	2.09	0.194
Υδράργυρος (Hg)	<0.04	<0.02	<0.2	<0.02
Μολυβδαίνιο (Mo)	0.01	<0.005	<0.05	<0.005
Νικέλιο (Ni)	0.53	0.240	0.73	0.068
Μόλυβδος (Pb)	0.07	0.030	2.37	0.220
Αντιμόνιο (Sb)	<0.02	<0.01	<0.11	<0.01
Σελήνιο (Se)	<0.01	<0.005	<0.05	<0.005
Ψευδάργυρος (Zn)	0.26	0.116	1.26	0.117
Ιόντα Χλωρίου	5.89	2.66	38.29	3.55
Ιόντα Φθορίου	0.4	0.2	0.79	0.079

Πίνακας 31: Αποτελέσματα αναλύσεων αφυδατωμένης ιλύος – Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας, ΕΜΠ- Δοκιμή έκλυσης DIN38414-S4 [Στοιχεία από Δ.Ε.Υ.Α. Χανίων, 2005-Παράρτημα VI]

DIN 38414-S4		
Παράμετρος	L/S =10 (mg/kg DS)	Δοκιμή Διήθησης (mg/l)
Αρσενικό (As)	0.16	0.015
Κάδμιο (Cd)	<0.01	<0.001
Χρώμιο (Cr)	1.51	0.140
Χαλκός (Cu)	2.15	0.199
Υδράργυρος (Hg)	<0.2	<0.02
Μολυβδαίνιο (Mo)	<0.05	<0.005
Νικέλιο (Ni)	0.72	0.067
Μόλυβδος (Pb)	2.70	0.250
Αντιμόνιο (Sb)	<0.11	<0.01
Σελήνιο (Se)	<0.05	<0.005
Ψευδάργυρος (Zn)	1.78	0.165
Ιόντα Χλωρίου	114.87	10.65
Ιόντα Φθορίου	1.12	0.112

Πίνακας 32: Αποτελέσματα αναλύσεων αφυδατωμένης ιλύος (δείγμα 8-7-2003 & δείγμα 9-7-2003) [Στοιχεία από Δ.Ε.Υ.Α. Χανίων, 2005-Παράρτημα VI]

Παράμετρος	Μέθοδος Ανίχνευσης	Όριο Ανίχνευσης (mg/kg DS)	1ο δείγμα (mg/kg DS)	2ο δείγμα (mg/kg DS)
Κάδμιο (Cd)	Flame ASS	0.5	1.1	1.2
Μόλυβδος (Pb)	Flame ASS	3	91	82
Χρώμιο (Cr)	Flame ASS	14	61	39
Χαλκός (Cu)	Flame ASS	3	192	176
Ψευδάργυρος (Zn)	Flame ASS	7	500	521
Νικέλιο (Ni)	Flame ASS	4	39	24
Υδράργυρος (Hg)	Hydride ASS	0.1	2.5	2.5
Ολικά Στερεά (%)		-	14.83	15.33

Σημείωση 4: Σχολιασμός των Πινάκων 30, 31 και 32 γίνεται στην Ενότητα 3.1, Μέρος Β.

Οι τιμές των βαρέων μετάλλων στους Πίνακες 30, 31 και 32 αποτελούν ένδειξη της ποιότητας της ιλύος. Ανάλογα με τον τρόπο διάθεσης που θα ακολουθηθεί οι εν λόγω τιμές συγκρίνονται με σχετικά όρια που καθορίζουν εάν ο επιλεγμένος τρόπος διάθεσης είναι ή δεν είναι απαγορευτικός. Για το σκοπό αυτό στην Ενότητα 3 δίνονται τα σχετικά επιτρεπτά όρια διάθεσης της ιλύος για την περίπτωση της συν-κομποστοποίησης της ιλύος με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων.

3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΝ-ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

Τα ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων από εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής – κομποστοποίησης καθορίζονται από την ΚΥΑ 114218/97 σχετικά με την «Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων». Εάν θέλουμε να εξασφαλίσουμε ότι το τελικό προϊόν της κομποστοποίησης θα πληρεί τις προδιαγραφές, πρέπει η ιλύς και το οργανικό κλάσμα στην είσοδο της κομποστοποίησης να εξασφαλίζουν συγκεντρώσεις ρύπων κάτω από τα όρια που θέτει η νομοθεσία για τους αντίστοιχους ρύπους στο τελικό προϊόν, κομπόστ.

Επιπλέον μέσα από την ΚΥΑ 80568/4225/91, που αποτελεί εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας με την Ευρωπαϊκή οδηγία 86/278/ΕΕ, καθορίζονται οι όροι για την απ' ευθείας διάθεση της ιλύος στη γεωργία. Στην περίπτωση που θα πραγματοποιηθεί συν-κομποστοποίηση της ιλύος οι προδιαγραφές αυτές θα πρέπει να ληφθούν υπόψη καθώς το τελικό προϊόν (κομπόστ) θα χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.

Σχετικά με την ευρωπαϊκή νομοθεσία αναμένεται η έκδοση της αναθεώρησης της οδηγίας 86/278/ΕΕ που αναφέρεται στην απευθείας εφαρμογή της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία. Στο 3^ο draft “Working Document on Sludge” της 27^{ης} Απριλίου 2000 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (σχέδιο αναθεώρησης της οδηγίας 86/278/ΕΕ) καθορίζονται χαμηλότερες οριακές τιμές βαρέων μετάλλων στην ιλύ που χρησιμοποιείται στη γεωργία και νέες οριακές τιμές όσο αφορά στους επικίνδυνους οργανικούς ρύπους. Επιπλέον, τίθενται περιορισμοί ως προς το μικροβιακό φορτίο της ιλύος.

Τέλος, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και να αξιολογηθεί το 2^ο draft “Biological Treatment of Biowaste” της 12^{ης} Φεβρουαρίου 2001 της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αναφέρεται στη διεργασία της κομποστοποίησης.

3.1 Προδιαγραφές Προϊόντων Από Εγκαταστάσεις Μηχανικής Διαλογής – Κομποστοποίησης (ΚΥΑ 114218/97)

Στον Πίνακα 33 δίνονται τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το παραγόμενο κομπόστ και οι οριακές τιμές της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων σε αυτό προκειμένου να πληρούνται οι προδιαγραφές της ΚΥΑ 114218/97.

Πίνακας 33: Ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων από εγκαταστάσεις Μηχανικής Διαλογής – Κομποστοποίησης

Παράμετροι	Οριακές Τιμές (ΚΥΑ 114218/97)
pH	6-8
Εντεροβακτήρια	0
Περιεκτικότητα σε πλαστικό	<0.3% Ξηρού βάρους
Περιεκτικότητα σε γυαλί	<0.5% Ξηρού βάρους
Υγρασία	<40%
Κοκκομετρική διαβάθμιση για το 90% κατά βάρος μέγεθος	<10mm
Βαρέα Μέταλλα	mg/kg DS
Κάδμιο (Cd)	10
Χαλκός (Cu)	500
Νικέλιο (Ni)	200
Μόλυβδος (Pb)	500
Χρώμιο III (Cr III)	500
Χρώμιο VI (Cr VI)	10
Ψευδάργυρος (Zn)	2000
Αρσενικό (As)	15
Υδράργυρος (Hg)	5

Συγκρίνοντας τις οριακές τιμές για τα βαρέα μέταλλα στον Πίνακα 33 με τις τιμές των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων που προσδιορίστηκαν στην βιολογική ιλύ (Πίνακες 30, 31 & 32) παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων

στην ιλύ του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων βρίσκονται πολύ πιο κάτω από τα όρια που ορίζει η ΚΥΑ 114218/97.

Εφόσον το παραγόμενο κομπόστ θα διατεθεί στη γεωργία θα πρέπει επιπλέον να ληφθούν υπόψη οι οριακές τιμές βαρέων μετάλλων που μπορούν να εισάγονται κάθε έτος στα καλλιεργημένα εδάφη με βάση ένα μέσο όρο 10 ετών, όπως επίσης ορίζει η ΚΥΑ 114218/97 (Πίνακας 34).

Πίνακας 34: Οριακές τιμές για τις ποσότητες των βαρέων μετάλλων που μπορούν να εισάγονται κατ' έτος στα καλλιεργημένα εδάφη με βάση ένα μέσο όρο 10 ετών

Παράμετροι	Οριακές Τιμές (ΚΥΑ 114218/97) (kg/εκτάριο/έτος)
Κάδμιο	0.15
Χαλκός	12
Νικέλιο	3
Μόλυβδος	15
Ψευδάργυρος	30
Χρώμιο	5
Υδράργυρος	0.1

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 114218/97 προκειμένου για τις οριακές τιμές για τις ποσότητες των βαρέων μετάλλων που μπορούν να εισάγονται κατ' έτος στα καλλιεργημένα εδάφη με βάση ένα μέσο όρο 10 ετών, μπορεί να επιτραπεί η υπέρβαση αυτών, στην περίπτωση που στα εδάφη καλλιεργούνται προς εμπορία προϊόντα που προορίζονται αποκλειστικά για ζωοτροφές. Λαμβάνεται πάντα βέβαια μέριμνα ώστε να μην προκύψει κανένας κίνδυνος για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

3.2 Προδιαγραφές Διάθεσης Ιλύος στη Γεωργία (Οδηγία 86/278/ΕΕ, ΚΥΑ 80568/4225/91)

3.2.1 Βαρέα Μέταλλα

Για τις συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στην ιλύ θα πρέπει εκτός της ΚΥΑ 114218/97 να λάβουμε υπόψη τα όρια που θέτει η ελληνική νομοθεσία με την ΚΥΑ 80568/4225/91 (εναρμόνιση με την οδηγία 86/278/ΕΕ) για τη διάθεση της ιλύος στη γεωργία. Εν' αναμονή της αναθεώρησης της οδηγίας 86/278/ΕΕ συνετό είναι τα όρια των βαρέων μετάλλων στην ιλύ να κινούνται κάτω από τις οριακές τιμές που αναμένεται να θέσει η εν' λόγω αναθεωρημένη οδηγία (βλ. Πίνακες 35, 36 και 37).

Πίνακας 35: Οριακές τιμές βαρέων μετάλλων στην ιλύ που διατίθεται στη γεωργία με βάση την ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία

Βαρέα Μέταλλα	Οδηγία 86/278/ΕΕ (mg/kg DS)	ΚΥΑ 80568/4225/91 (mg/kg DS)	Αναθεώρηση Οδηγίας 86/278/ΕΕ* (mg/kg DS)
Κάδμιο (Cd)	20-40	20-40	10
Χαλκός (Cu)	1000-1750	1000-1750	1000
Νικέλιο (Ni)	300-400	300-400	300
Μόλυβδος (Pb)	750-1200	750-1200	750
Χρώμιο III (Cr III)	-	500	Χρώμιο 1000
Χρώμιο VI (Cr VI)	-	10	
Ψευδάργυρος (Zn)	2500-4000	2500-4000	2500
Υδράργυρος (Hg)	16-25	16-25	10

*3rd draft “Working Document of Sludge” της 27^{ης} Απριλίου 2000

Συγκρίνοντας τις οριακές τιμές για τα βαρέα μέταλλα στον Πίνακα 35 με τις τιμές των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων που προσδιορίστηκαν στην βιολογική ιλύ (Πίνακες 30, 31 & 32) παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στην ιλύς του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων βρίσκονται πολύ πιο κάτω από τα όρια του Πίνακα 35.

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται επιπλέον προϋποθέσεις για όρια που πρέπει να ληφθούν κατά τη διάθεση του τελικού προϊόντος, κομπόστ, στη γεωργία.

Πίνακας 36: Οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στο έδαφος

Βαρέα Μέταλλα	ΟΡΙΑ (mg/kg DS)			
	KYA 80568/4225/91	Αναθεώρηση Οδηγίας 86/278/EE		
	& Οδηγία 86/278/EE			
	pH 6 έως 7	5<pH<6	6<pH<7	pH>7
Κάδμιο (Cd)	1-3	0.50	1.00	1.50
Χρώμιο (Cr)	-	30	60	100
Χαλκός (Cu)	50-140	20	50	100
Νικέλιο (Ni)	30-75	15	50	70
Μόλυβδος (Pb)	50-300	70	70	100
Υδράργυρος (Hg)	1.0-1.5	0.10	0.50	1.00
Ψευδάργυρος (Zn)	150-300	60	150	200

Πίνακας 37: Οριακές τιμές για τις ποσότητες των βαρέων μετάλλων που μπορούν να εισάγονται ανά έτος στα καλλιεργήσιμα εδάφη

Παράμετρος	KYA 80568/4225/91 & Οδηγίας 86/278/EE (kg/ha/yr)	Αναθεώρηση Οδηγίας 86/278/EE (kg/ha/yr)
Κάδμιο (Cd)	0.15	0.03
Χρώμιο (Cr)	5	3
Χαλκός (Cu)	12	3
Νικέλιο (Ni)	3	0.90
Μόλυβδος (Pb)	15	2
Υδράργυρος (Hg)	0.10	0.03
Ψευδάργυρος (Zn)	30	7.50

3.2.2 Επικίνδυνοι Οργανικοί Ρύποι

Ο καθορισμός της συγκέντρωσης των οργανικών ρύπων στην ιλύ πριν τη διάθεσή της στη γεωργία είναι διαδικασία που αναμένεται να εισαχθεί με την εφαρμογή της αναθεώρησης της οδηγίας 86/278/EE. Η εν λόγω εργασία προσδιορισμού των οργανικών ρύπων κρίνεται απαραίτητη και στην περίπτωση που η ιλύς υφίσταται βιολογική αποδόμηση πριν τη διάθεσή της στη γεωργία.

Πίνακας 38: Οριακές τιμές οργανικών ενώσεων στην ιλύ που χρησιμοποιείται στη γεωργία

Οργανικές Ενώσεις	Νέος Κανονισμός (mg/kg DS)
AOX	500
LAS	2600
DEHP	100
NP/NPEO	50
PAHs ^a	6
PCB ^b	0.8
PCDD/F	100 ng TE/kg

^a Άθροισμα των ακόλουθων πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων: acenaptene, phenanthrene, fluorine, flouranthene, pyrene, benzo(b+j+k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, benzo(ghi)perylene, indeno(1,2,3-c,d)pyrene.

^b Άθροισμα των πολυχλωριομένων διφαινυλίων με αριθμό 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180

3.2.3 Μικροβιακό Φορτίο

Στο σχέδιο αναθεώρησης της οδηγίας 86/278/EE τίθενται οι κάτωθι περιορισμοί για το οργανικό φορτίο της προοριζόμενης για γεωργική εφαρμογή ιλύος, η οποία διακρίνεται σε δύο κατηγορίες υγειονοποιημένης ιλύος:

- Μετά από προηγμένη επεξεργασία
 - Σαλμονέλα: 0/50gr DS
 - Ελάχιστη μείωση Escherichia Coli 6 log₁₀
- Μετά από συμβατική επεξεργασία
 - Ελάχιστη μείωση Escherichia Coli 6 log₁₀

Στον όρο “Ιλύς μετά από προηγμένη επεξεργασία” περιλαμβάνονται οι κάτωθι διεργασίες:

- Θερμική ξήρανση εφόσον η θερμοκρασία της ιλύος είναι μεγαλύτερη από 80°C, η περιεκτικότητα σε νερό λιγότερο από 10% και η δράση του νερού (Aw) πάνω από 0.90 την πρώτη ώρα της επεξεργασίας.

- Θερμόφιλη αερόβια σταθεροποίηση στους 55°C για 20 ώρες σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Θερμόφιλη αναερόβια σταθεροποίηση στους 53°C για 20 ώρες σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Θερμική επεξεργασία της ιλύος για τουλάχιστον 30min στους 70 °C, και στη συνέχεια μεσόφιλη χώνευση στους 35 °C, με χρόνο παραμονής τουλάχιστον 12 ημέρες.
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για περίοδο 3 μηνών.
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για περίοδο 2 ωρών σε θερμοκρασία 55°C.

Στον όρο “Ιλύς μετά από συμβατική επεξεργασία” περιλαμβάνονται οι κάτωθι διεργασίες:

- Θερμόφιλη αερόβια σταθεροποίηση στους 55°C με ελάχιστο χρόνο παραμονής 20 ημέρες.
- Θερμόφιλη αναερόβια σταθεροποίηση στους 53°C με ελάχιστο χρόνο παραμονής 20 ημέρες.
- Μεσόφιλη αναερόβια σταθεροποίηση στους 35°C με ελάχιστο χρόνο παραμονής 15 ημέρες.
- Παρατεταμένος αερισμός σε θερμοκρασία περιβάλλοντος σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH >12 για 12 έως 24 ώρες.
- Αποθήκευση της υγρής ιλύος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για ικανό χρονικό διάστημα χωρίς ανάμιξη και απομάκρυνση κατά την διάρκεια αποθήκευσης.

3.2.4 Γεωργική Χρήση

Οι περιορισμοί που τίθενται από τον νέο κανονισμό για τη διάθεση της ιλύος στη γεωργία, ανάλογα με τη μορφή της γεωργικής χρήσης αλλά και την προηγούμενη επεξεργασία της ιλύος, δίνονται στον Πίνακα 39.

Πίνακας 39: Γεωργική χρήση ιλύος βάση του βαθμού προεπεξεργασίας της –Αναθεώρηση οδηγίας 86/278/ΕΕ

Γεωργική Χρήση	Προηγούμενη Επεξεργασία	Συμβατική Επεξεργασία
Βοσκοτόπια	✓	Βοσκή μετά από 6 εβδομάδες
Ζωοτροφές	✓	Συγκομιδή μετά από 6 εβδομάδες
Αρωτραίες εκτάσεις	✓	Άμεση όργωση
Οπωρολαχανικά σε επαφή με το έδαφος	✓	Συγκομιδή μετά από 12 μήνες
Οπωρολαχανικά σε επαφή με το έδαφος που καταναλίσκονται ωμά	✓	Συγκομιδή μετά από 30 μήνες
Οπωροφόρα δέντρα, αμπελώνες, αναδάσωση	✓	Πρόσβαση κοινού μετά από 10 μήνες
Πάρκα κτλ. πρόσβαση κοινού	✓	OXI
Δάση	OXI	OXI
Αποκατάσταση λατομείων κτλ.	✓	Πρόσβαση κοινού μετά από 10 μήνες

3.3 Προδιαγραφές Κομποστοποίησης Οργανικών Αποβλήτων (2^ο draft “Biological Treatment of Biowaste” της 12^{ης} Φεβρουαρίου 2001 της Ευρωπαϊκής Ένωσης)

Η σύνθεση του 2^{ου} draft “Biological Treatment of Biowaste” της 12^{ης} Φεβρουαρίου 2001 της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει ως σκοπό την προώθηση της βιολογικής επεξεργασίας των οργανικών αποβλήτων, θέτοντας ταυτόχρονα διεθνείς μέτρα για διαχείριση τους ώστε να αποτραπούν και να μειωθούν δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

3.3.1 Γενικές Προϋποθέσεις Κομποστοποίησης 2^{ου} draft

Η κομποστοποίηση των οργανικών αποβλήτων πρέπει να έχει ως σκοπό την μετατροπή τους σε υλικό κομπόστ που πληρεί τις προϋποθέσεις κλάσεων ποιότητας του πίνακα που δίνεται στο Παράρτημα ΙΙΙ του 2^{ου} draft (βλ. Πίνακα 41).

Η κομποστοποίηση θα πρέπει να πραγματοποιείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να περιορίζονται οι αρνητικές επιπτώσεις της διεργασίας στο περιβάλλον (π.χ αέριες εκπομπές ή διαρροές στο επιφανειακό ή υπόγειο νερό), και στην υγεία των εργαζόμενων της μονάδας.

Οι απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται ώστε να εξασφαλίζεται ένα ικανοποιητικό επίπεδο υγιεινής του τελικού προϊόντος, κομπόστ δίνονται στο Παράρτημα ΙΙ του εν λόγω draft.

Το τελικό προϊόν κομπόστ θα πρέπει να παράγεται και να εμπορεύεται βάση των απαιτήσεων του Παραρτήματος ΙΙΙ του 2^{ου} draft.

3.3.2 Προϋποθέσεις Έγκρισης Διεργασίας

Οι προϋποθέσεις έγκρισης της διεργασίας αφορούν μονάδες που παράγουν πάνω από 500 τόνους πράσινων και υπολειμμάτων ξύλου ετησίως ή 250 τόνους επεξεργασμένων οργανικών αποβλήτων ετησίως.

Στη διεργασία της κομποστοποίησης είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται ένας ενδεικτικός οργανισμός ώστε να καθορίζεται η αποδοτικότητα της διεργασίας στην υγειονομοποίηση του τελικού προϊόντος. Το τεστ θα πρέπει να πραγματοποιείται από κάθε μονάδα κομποστοποίησης μέσα στους πρώτους μήνες της έναρξης λειτουργίας της.

Το τεστ θα πρέπει να επαναληφθεί εάν η σύσταση του αποβλήτου αλλάξει σημαντικά ή εάν πραγματοποιηθούν σημαντικές μετατροπές στη διεργασία της κομποστοποίησης.

Ως ενδεικτικός οργανισμός θα πρέπει να χρησιμοποιείται *Salmonella senftenberg* W775 (H₂S αρνητικό) [υπό εξέταση].

3.3.3 Διαχείριση Διεργασίας Κομποστοποίησης

Η διεργασία της κομποστοποίησης θα πρέπει να πραγματοποιείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται για αρκετές εβδομάδες ικανοποιητικό εύρος θερμοφίλων θερμοκρασιών και υψηλή βιολογική δραστηριότητα η οποία εξασφαλίζεται όταν επικρατούν ικανοποιητικές συνθήκες υγρασίας, θρεπτικών, βέλτιστης δομής και αερισμού του υλικού της κομποστοποίησης

Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης η συνολική ποσότητα του οργανικού υλικού θα πρέπει να ανακατεύεται και να εκτίθεται σε ικανοποιητικές θερμοκρασίες σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 40.

Πίνακας 40: Συνθήκες ικανοποιητικής κομποστοποίησης οργανικού υλικού (Θερμοκρασία, περίοδος επεξεργασίας, ανακάτεμα ανάλογα με το είδος της διεργασίας της κομποστοποίησης [European Commission, 2001])

	Θερμοκρασία	Περίοδος Επεξεργασίας	Ανακατέματα
Κομποστοποίηση σε σωρούς	55°C	2 εβδομάδες	5
Κομποστοποίηση σε σωρούς	65 °C	1 εβδομάδα	2
Κομποστοποίηση σε δεξαμενή	60 °C	1 εβδομάδα	N/A

3.3.4 Έλεγχος Διεργασίας

Οι προϋποθέσεις ελέγχου της διεργασίας αφορούν μονάδες που παράγουν πάνω από 100 τόνους πρασίνων και υπολειμμάτων ξύλου ετησίως ή 50 τόνους επεξεργασμένων οργανικών αποβλήτων ετησίως.

Οι σχετικοί παράμετροι της διεργασίας της κομποστοποίησης (θερμοκρασία, υγρασία και συχνότητα ανάδευσης για την κομποστοποίηση) θα πρέπει να καταγράφονται καθημερινά, να κρατούνται για 5 χρόνια και να είναι ανά πάσα στιγμή διαθέσιμα στις αρχές όταν αυτά ζητηθούν.

Προκειμένου να είναι σωστός ο έλεγχος και η διαχείριση της διεργασίας θα πρέπει οι μονάδες βιολογικής επεξεργασίας να έχουν ικανοποιητικά «ανοίγματα» για

την εισαγωγή και εξαγωγή δειγμάτων και την καταγραφή παραμέτρων της διεργασίας.

3.3.5 Απαιτήσεις Τελικού Προϊόντος

- Το τελικό προϊόν κομπόστ θεωρείται υγειονοποιημένο όταν πληρεί της ακόλουθες προϋποθέσεις:
 - *Salmonella* spp απών σε 50g του κομπόστ [υπό συζήτηση]
 - *Clostridium perfringens* απών σε 1g κομπόστ [υπό συζήτηση]
- Το τελικό υλικό κομπόστ θα πρέπει να περιέχει λιγότερο από 3 «germinating weed seeds» ανά λίτρο.
- Το τελικό προϊόν θα πρέπει να πληρεί τις τιμές που δίνει ο Πίνακας 41.

Κοινωνικά πρότυπα πρέπει να αναπτυχθούν, όσο αφορά τη διαχείριση της διεργασίας, τις απαιτήσεις του τελικού υλικού και τη δειγματοληψία. Μέχρι αυτά τα πρότυπα να γίνουν αποδεκτά θα πρέπει τα κράτη μέλη να εφαρμόσουν διεθνείς προδιαγραφές και διεργασίες.

Πίνακας 41: Κατηγορίες κλάσης ποιοτικών υλικών κομπόστ και σταθεροποιημένων οργανικών αποβλήτων-Παράρτημα III (2nd draft) [European Commission, 2001]

Παράμετροι	Κομπόστ		Σταθεροποιημένο υλικό
	Κλάση 1	Κλάση 2	
Cd (mg/kg dm)	0.7	1.5	5
Cr (mg/kg dm)	100	150	600
Cu (mg/kg dm)	100	150	600
Hg (mg/kg dm)	0.5	1	5
Ni (mg/kg dm)	50	75	150
Pb (mg/kg dm)	100	150	500
Zn (mg/kg dm)	200	400	1500
PCBs(mg/kg dm) ^a	-	-	0.4
PAHs (mg/kg dm) ^b	-	-	3
Ξένες προσμίξεις> 2mm	<0.5%	<0.5%	<3%
Αμμοχάλικα και πέτρες>5mm	<5%	<5%	-

^a Κανονικοποιημένο σε 30% συγκέντρωση οργανικού υλικού.

^b Τα όρια για τους εν λόγω ρύπους θα τεθούν με βάση τα περιεχόμενα της οδηγίας για την ιλύ αστικών λυμάτων.

3.3.6 Προϋποθέσεις Εφαρμογής στο Έδαφος

Μόνο επεξεργασμένα οργανικά απόβλητα επιτρέπεται να διασπείρονται σε εδάφη, εκτός από συγκεκριμένα οργανικά απόβλητα που αναφέρονται ειδικά στο Παράρτημα Ι του 2nd draft και υπολείμματα λαχανικών που παράγονται και παραμένουν σε καλλιεργήσιμα ή δασικά εδάφη.

Τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι η εφαρμογή σε εδάφη, επεξεργασμένων και μη, οργανικών αποβλήτων εξασφαλίζει οφέλη για τη γεωργία και οικολογική αναβάθμιση της περιοχής εφαρμογής.

Εάν και εφόσον κρίνεται αναγκαίο, τα κράτη μέλη μπορούν να λάβουν αυστηρότερα μέτρα απ' αυτά που δίνονται στο εν λόγω draft όσο αφορά την εφαρμογή, επεξεργασμένων και μη, οργανικών αποβλήτων στο έδαφος.

Το κομπόστ κλάσης 1 (Παράρτημα ΙΙΙ, 2nd draft) πρέπει να χρησιμοποιείται με βάση τη βέλτιστη αγρονομική πρακτική χωρίς συγκεκριμένους περιορισμούς. Το κομπόστ κλάσης 2 πρέπει να χρησιμοποιείται σε ποσότητες που δε ξεπερνούν τους 30 τόνους σε στερεή μάζα ανά εκτάριο ανά τρία έτη, κατά μέσο όρο (βλ. Πίνακα 41).

Τα Κράτη Μέλη πρέπει να επιτρέπουν την χρήση σταθεροποιημένων οργανικών υλικών που πληρούν τις προϋποθέσεις του Παραρτήματος ΙΙΙ (2nd draft) σαν συστατικό στα τεχνητά εδάφη ή σε εφαρμογές σε εδάφη που δε χρησιμοποιούνται για καλλιέργειες (π.χ τελικό υλικό επικάλυψης χωματερών για την αποκατάσταση του τοπίου, σαν υλικό αποκατάστασης τοπίου σε παλιά και αχρηστεμένα λατομία και ορυχεία, στις κατασκευές δρόμων κλπ).

Για την εφαρμογή σταθεροποιημένων οργανικών αποβλήτων σε περιοχές που υπάρχει πιθανότητα άμεσης έκθεσης του κοινού πρέπει να πληρούνται οι προϋποθέσεις του Παραρτήματος ΙΙΙ (2nd draft).

Η διάθεση των σταθεροποιημένων οργανικών αποβλήτων σε εδάφη πρέπει να επιτρέπεται εφόσον η εφαρμογή δεν επαναλαμβάνεται στην ίδια περιοχή για τουλάχιστον 10 χρόνια και για συνολική ποσότητα που δεν ξεπερνά τους 200 τόνους στερεών ανά εκτάριο.

Η διάθεση σε εδάφη σταθεροποιημένων οργανικών αποβλήτων πρέπει να είναι ελεγχόμενη από τις αρμόδιες αρχές και να λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις των άρθρων 5 (όρια βαρέων μετάλλων στο έδαφος), 9 (ανάλυση εδάφους και αναλυτικές μέθοδοι) και 10 (διατήρηση αρχείων) της οδηγίας 86/278/EEC.

Επιπλέον, το draft στο Παράρτημα IV αυτού αναφέρεται στις μετρήσεις που πρέπει να πραγματοποιούνται και να καταγράφονται στο τελικό προϊόν κομπόστ πριν τη διάθεσή του στο εμπόριο. Το Παράρτημα IV του 2^{ου} draft δίνεται στο Παράρτημα III της εν λόγω μεταπτυχιακής διατριβής.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το Παράρτημα I στο οποίο δίνεται κατάλογος με τα υλικά που είναι κατάλληλα για βιολογική επεξεργασία και/ή για εφαρμογή στο έδαφος. Στο κατάλογο περιλαμβάνεται, με κωδικό 19 08 05, η ιλύς που προέρχεται από μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων που πρέπει να πληρεί τις απαιτήσεις της οδηγίας 86/278/EEC προκειμένου να οδηγηθεί για κομποστοποίηση.

3.3.7 Συμπεράσματα Αξιολόγησης 2^{ου} draft

Γενικά από την αξιολόγηση του 2^{ου} draft η είσοδος της ιλύος του βιολογικού καθαρισμού Χανίων στην δεξαμενή κομποστοποίησης της μονάδας λιπασματοποίησης θα πρέπει να πραγματοποιηθεί με βάση τους όρους και τα μέτρα που θέτει η οδηγία 86/278/EEC (Παράρτημα I, του εν λόγω draft). Δεδομένου ότι αναμένεται αναθεώρηση της οδηγίας 86/278/EEC κρίνεται σωστό η προμελέτη να πραγματοποιηθεί με βάση τους όρους και προϋποθέσεις που θέτει η αναθεωρημένη οδηγία. Ο πίνακας που δίνεται στο Παράρτημα III του 2^{ου} draft σχετικά με τις κατηγορίες κλάσης του παραγόμενου κομπόστ και τις επιτρεπτές συγκεντρώσεις διάφορων ρύπων πρέπει να ληφθεί υπόψη στην αξιολόγηση της τελικής ποιότητας του κομπόστ και όχι στην αξιολόγηση της εισόδου της ιλύος στην διεργασία της κομποστοποίησης.

3.4 Απαιτήσεις Διάθεσης Ιλύος Από Σταθμούς Επεξεργασίας Λυμάτων (ΚΥΑ 5673/400/97)

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 5673/400/97 για την πραγματοποίηση της διάθεσης σε υδάτινο αποδέκτη ή την επαναχρησιμοποίησης της ιλύος που παράγεται κατά την επεξεργασία των λυμάτων απαιτείται ο σταθμός επεξεργασίας να διαθέτει την προβλεπόμενη για την ίδρυση και λειτουργία του έγκριση περιβαλλοντικών όρων κατ' εφαρμογή του άρθρου 4 (παρ. 1 και 2) του Ν. 1650/86, καθώς και σχετική άδεια

του οικείου Νομάρχη σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Οι όροι και οι απαιτήσεις που τίθενται από τις κατά περίπτωση αρμόδιες αρχές στην χορηγούμενη έγκριση περιβαλλοντικών όρων και στην σχετική άδεια αποσκοπούν στην προοδευτική μείωση της συνολικής ποσότητας της ιλύος που διατίθεται στα επιφανειακά νερά από πλοία, αγωγούς μεταφοράς ή άλλα μέσα μέχρι την οριστική παύση της διάθεσης αυτής στις 31 Δεκεμβρίου 1998.

3.5 Επιπρόσθετες Απαιτήσεις Συν-κομποστοποίησης Ιλύος με Αστικά Απορρίμματα για τη Λειτουργία της Διεργασίας της Κομποστοποίησης

Προκειμένου να συν-κομποστοποιήσουμε ιλύς βιολογικού καθαρισμού με οργανικό κλάσμα θα πρέπει να πληρούνται οι κάτωθι προϋποθέσεις σχετικά με το προς κομποστοποίηση μίγμα:

- Η υγρασία πρέπει να είναι περίπου 40-60%. Τιμές υγρασίας >60% μειώνουν τη θερμοκρασία, το πορώδες και επομένως και τη συγκέντρωση οξυγόνου, ενώ τιμές υγρασίας <40% μπορούν να μειώσουν το ρυθμό κομποστοποίησης. Για τιμές υγρασίας 10-15% οι μικροοργανισμοί καθίστανται ανενεργοί.
- Το πτητικά στερεά (VS) πρέπει να είναι >70%.
- Το pH πρέπει να διατηρείται σε τιμές 6.5-8. Ωστόσο κατά την κομποστοποίηση μπορεί να παρατηρηθούν τιμές pH από 5.5 έως 9. Στο τέλος της διεργασίας το pH αποκτά τιμή γύρω στο 7.
- Προτείνεται αναλογία C/N μεταξύ 25 και 30 ώστε να έχουμε σωστή ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Ο άνθρακας αποτελεί το βασικό δομικό υλικό των μικροβιακών κυττάρων (περίπου το 50% της μάζας τους) και είναι το συστατικό που παρέχει την ενέργεια για την εξώθερμη αντίδραση της κομποστοποίησης. Το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό για τη δημιουργία των δομικών στοιχείων των πρωτεϊνών, των αμινοξέων, των ένζυμων κλπ που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και την ομαλή λειτουργία των μικροβιακών κυττάρων. Για αναλογία C/N <25-30 τότε το άζωτο μετατρέπεται σε αμμωνία με αποτέλεσμα έντονες ανεπιθύμητες οσμές. Για C/N >30 τότε δεν υπάρχει αρκετό άζωτο για τη βέλτιστη ανάπτυξη των μικροβιακών πληθυσμών, με αποτέλεσμα η

θερμοκρασία να διατηρηθεί χαμηλή και η αποδόμηση να επιβραδυνθεί δραστικά.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν ανωτέρω το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων που εισέρχεται στη δεξαμενή κομποστοποίησης έχει υγρασία 55% (βλ. Πίνακα 26) και η ιλύς έχει 75-85% (βλ. Πίνακα 29).

Όπως προαναφέρθηκε η υψηλή υγρασία της ιλύος είναι απαραίτητη στη διεργασία της κομποστοποίησης ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες αναπλήρωσής της σε υγρασία λόγω των απωλειών εξάτμισης. Ωστόσο η υψηλή υγρασία της ιλύος είναι υπεύθυνη και για το χαμηλό ενεργό πορώδες της που δεν είναι επιθυμητό στην κομποστοποίηση (βλ. Ενότητα 2.1.1, Μέρος Α). Το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί με την ανάμιξη της ιλύος με πρόσθετα υλικά (bulking agents) όπως κλαριά, ροκανίδια κλπ. που μπορούν να απορροφήσουν ένα μέρος της υγρασίας, βελτιώνοντας το πορώδες του μίγματος και που τελικά αποδομούνται.

3.6 Σχεδιαστικοί Περιορισμοί-Επάρκεια Μετώπου Φόρτισης Δεξαμενής Ταχείας Κομποστοποίησης

Για να επιτραπεί η είσοδος της ιλύος στη δεξαμενή κομποστοποίησης θα πρέπει να εξασφαλιστεί επάρκεια του όγκου του μετώπου φόρτισης της δεξαμενής ώστε να εισαχθεί η επιπλέον ποσότητα ιλύος και οποιοδήποτε άλλων προσθέτων. Για το σκοπό αυτό πρέπει, σύμφωνα με τη σχετική μελέτη, να εξασφαλιστεί ύψος μετώπου φόρτισης ίσο με 2.5 m.

Για ύψος μετώπου φόρτισης μεγαλύτερο των 2.5m ενδέχεται ο αέρας που εισέρχεται στο κομπόστ από τον πυθμένα της δεξαμενής να μην περάσει απ' όλη τη μάζα του και να επιβραδύνει τη διεργασία της κομποστοποίησης. Για ύψος μικρότερο των 2.5m ενδέχεται να μην αναπτυχθούν οι κατάλληλες συνθήκες για τη διεργασία της κομποστοποίησης (θερμοκρασία).

3.7 Επιθυμητή Καθαρότητα Τελικού Προϊόντος Κομπόστ

Βάση της μελέτης σχεδιασμού και κατασκευής της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης το παραγόμενο κομπόστ θα πληρεί τις φυσικοχημικές προδιαγραφές (ελάχιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά):

-Κοκκομετρία Υλικού: < 10mm (90%k w.w)

- Περιεχόμενη Υγρασία: < 40%

- C/N<25

- pH: 6.0-8.0

- Κάδμιο: 10mg/kg d.m

- Χαλκός: 500mg/kg d.m

- Νικέλιο: 200mg/kg d.m

- Μόλυβδος: 500mg/kg d.m

- Χρώμιο III: 500mg/kg d.m

- Χρώμιο IV: 10mg/kg d.m

- Ψευδάργυρος: 2,000mg/kg d.m

- Αρσενικό: 15mg/kg d.m

- Υδράργυρος: 5mg/kg d.m

- Οργανική Ουσία: >35%

- Εντεροβακτήρια: 0

- Περιεκτικότητα σε πλαστικό:<0.3% d.m

- Περιεκτικότητα σε γυαλί:<0.5% d.m

4. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ–ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Προκειμένου να μελετηθεί η δυνατότητα συν-κομποστοποίησης της ιλύος αστικών λυμάτων με το οργανικό κλάσμα της κομποστοποίησης είναι σημαντική η γνώση των τιμών των παραμέτρων 1) του οργανικού κλάσματος των αστικών απορριμμάτων, 2) της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος και 3) της αχώνευτης αφυδατωμένης ιλύος, που επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης και καθορίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Οι παράμετροι που απαιτείται να προσδιοριστούν δίνονται στον Πίνακες IV-1 και IV-2 στο Παράρτημα IV.

4.1 Εργαστηριακά Αποτελέσματα

Οι μετρήσεις που δίδονται στους Πίνακες 42, 43 και 44, πλην των οργανικών ρύπων, πραγματοποιήθηκαν από το εργαστήριο «Διαχείρισης Τοξικών & Επικίνδυνων Αποβλήτων» του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης. Οι μετρήσεις των οργανικών ρύπων πραγματοποιήθηκαν στη Γερμανία από την εταιρεία CAU Analytik για λογαριασμό του Πολυτεχνείου Κρήτης. Στο Παράρτημα V δίνονται αναλυτικά οι μετρήσεις των οργανικών ρύπων, ενώ στους πίνακες που ακολουθούν δίνεται μόνο η συγκέντρωση των συνολικών χημικών ανά κατηγορία οργανικών ρύπων, των βαρέων μετάλλων και άλλων παραμέτρων των προς ανάλυση δειγμάτων.

Πίνακας 42: Ποιοτικά χαρακτηριστικά “Αχώνευτης Αφυδατωμένης Ιλύος”-Εργαστηριακές αναλύσεις

Παράμετροι	Τιμές	Μέθοδος
Θερμοκρασία	17°C	
pH	6.9	EPA 4500- HB
Υγρασία	84.35%	EPA 2540B
DS (Στερεά)	15.65%	EPA 2540B
VS (Πτητικά Στερεά)	72.07%	EPA 2540E
Λίπη/Ελαια	-	
Βαρέα Μέταλλα	mg/kg (DS)	
Κάδμιο (Cd)	4.47	EPA 3030F
Χαλκός (Cu)	258.96	EPA 3030F
Νικέλιο (Ni)	21.38	EPA 3030F
Μόλυβδος (Pb)	168.41	EPA 3030F
Χρώμιο Ολικό (Cr)	54.04	EPA 3030F
Ψευδάργυρος (Zn)	725.35	EPA 3030F
Αρσενικό (As)	<5	EPA 3030F
Υδράργυρος (Hg)	2.0	EN 1483
Θρεπτικά Συστατικά		
C/N/P	C N P	- Για τον προσδιορισμό C/N: EuroEA3000 CHNS-O Analyser
	34.35% 4.32% 0.57%	- Για τον προσδιορισμό P: EPA 4500-P B-Merck Test Kit 086
Μικροβιακό Φορτίο		
E. Coli	39 CFUs/gr	ATCC 8739 (MacCONKEY Agar & LEVINE EMB Agar)
Salmonella	0 CFUs/gr	ATCC 14028 (MacCONKEY Agar & LEVINE EMB Agar)
Οργανικά	mg/kg (DS)	
AOX (Cl)	230	DIN 38414-18
LAS	360	Extraction, HPLC-FLD
DEHP	7.0	Extraction, GC-MS
NP	3.0	Extraction, GC-MS
NPEO	28	Extraction, GC-MS
PAHs (sum) ^a	1.44	EPA 8270
PCBs (sum) ^b	0.04	DIN 38414-20
PCDD/F	3.835 TE ng/kg	DIN 38414-24

^a Sum of: Acenaphthene, fluorine, phenanthrene, fluorathene, pyrene, benzo[b+k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, indeno[1.2.3-cd]pyrene and benzon[ghi]anthracene

^b Sum of: PAHs: 28, 52, 101, 153, 138, 180

Πίνακας 43: Ποιοτικά χαρακτηριστικά “Χωνευμένης Αφυδατωμένης Ιλύος”-Εργαστηριακές αναλύσεις

Παράμετροι	Τιμές	Μέθοδος
Θερμοκρασία	18°C	
pH	6.83	EPA 4500- HB
Υγρασία	74.09%	EPA 2540B
DS (Στερεά)	25.91%	EPA 2540B
VS (Πτητικά Στερεά)	87.85%	EPA 2540E
Λίπη/Ελαια	-	
Βαρέα Μέταλλα	mg/kg (DS)	
Κάδμιο (Cd)	5.0039	EPA 3030F
Χαλκός (Cu)	301.66	EPA 3030F
Νικέλιο (Ni)	37.89	EPA 3030F
Μόλυβδος (Pb)	235.18	EPA 3030F
Χρώμιο Ολικό (Cr)	64.34	EPA 3030F
Ψευδάργυρος (Zn)	969.69	EPA 3030F
Αρσενικό (As)	<5	EPA 3030F
Υδράργυρος (Hg)	4.1	EN 1483
Θρεπτικά Συστατικά		
C/N/P	C N P	- Για τον προσδιορισμό C/N: EuroEA3000 CHNS-O Analyser
	35.65% 7.01% 0.09%	- Για τον προσδιορισμό P: EPA 4500-P B-Merck Test Kit 086
Μικροβιακό Φορτίο		
E. Coli	440 CFUs/gr	ATCC 8739 (MacCONKEY Agar & LEVINE EMB Agar)
Salmonella	0 CFUs/gr	ATCC 14028 (MacCONKEY Agar & LEVINE EMB Agar)
Οργανικά	mg/kg (DS)	
AOX (Cl)	260	DIN 38414-18
LAS	26,000	Extraction, HPLC-FLD
DEHP	24	Extraction, GC-MS
NP	80	Extraction, GC-MS
NPEO	220	Extraction, GC-MS
PAHs (sum) ^a	14.07	EPA 8270
PCBs (sum) ^b	0.07	DIN 38414-20
PCDD/F	1.12 TE ng/kg	DIN 38414-24

^a Sum of: Acenaphthene, fluorine, phenanthrene, fluorathene, pyrene, benzo[b+k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, indeno[1.2.3-cd]pyrene and benzon[ghi]anthracene

^b Sum of: PAHs: 28, 52, 101, 153, 138, 180

Πίνακας 44: Ποιοτικά χαρακτηριστικά “Οργανικού Κλάσματος-Είσοδος Κομποστοποίησης”
- Εργαστηριακές αναλύσεις

Παράμετροι	Τιμές	Μέθοδος
Θερμοκρασία	Περιβάλλοντος	
pH	-	
Υγρασία	52.81%	EPA 2540B
DS (Στερεά)	47.19%	EPA 2540B
VS (Πτητικά Στερεά)	75.13%	EPA 2540E
Λίπη/Ελαια	-	
Βαρέα Μέταλλα	mg/kg (DS)	
Κάδμιο (Cd)	1.6984	EPA 3030F
Χαλκός (Cu)	353.37	EPA 3030F
Νικέλιο (Ni)	18.65	EPA 3030F
Μόλυβδος (Pb)	60.01	EPA 3030F
Χρώμιο Ολικό (Cr)	44.30	EPA 3030F
Ψευδάργυρος (Zn)	211.45	EPA 3030F
Αρσενικό (As)	<5	EPA 3030F
Υδράργυρος (Hg)	<0.3	EN 1483
Θρεπτικά Συστατικά		
C/N/P	C N P	- Για τον προσδιορισμό C/N: EuroEA3000 CHNS-O Analyser - Για τον προσδιορισμό P: EPA 4500-P B-Merck Test Kit 086
	36.33% 1.43% 0.01%	
Μικροβιακό Φορτίο		
E. Coli	689478 CFUs/gr	ATCC 8739 (MacCONKEY Agar & LEVINE EMB Agar)
Salmonella	0 CFUs/gr	ATCC 14028 (MacCONKEY Agar & LEVINE EMB Agar)
Οργανικά	mg/kg (DS)	
AOX (Cl)	150	DIN 38414-18
LAS	150	Extraction, HPLC-FLD
DEHP	8.0	Extraction, GC-MS
NP	<2	Extraction, GC-MS
NPEO	<5	Extraction, GC-MS
PAHs (sum) ^a	2.74	EPA 8270
PCBs (sum) ^b	0.01	DIN 38414-20
PCDD/F	0.251 TE ng/kg	DIN 38414-24

^a Sum of: Acenaphthene, fluorine, phenanthrene, fluoranthene, pyrene, benzo[b+k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, indeno[1.2.3-cd]pyrene and benzon[ghi]anthracene

^b Sum of: PAHs: 28, 52, 101, 153, 138, 180

4.2 Έλεγχος Εργαστηριακών Αναλύσεων Βάση της Κείμενης Νομοθεσίας

Στον Πίνακα 45 δίνονται τα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή και Ελληνική Νομοθεσία για την ασφαλή διάθεση της ιλύος και του κομπόστ στη γεωργία καθώς και τα αποτελέσματα των αναλύσεων των τριών δειγμάτων (αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύς, χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς και εισερχόμενο οργανικό υλικό προς κομποστοποίηση). Οι παράμετροι που ελέγχονται βάση της νομοθεσίας είναι: τα βαρέα μέταλλα, οι οργανικοί ρύποι και το μικροβιακό φορτίο.

Πίνακας 45: Έλεγχος εργαστηριακών αναλύσεων βάση της κείμενης νομοθεσίας

Παράμετροι	Οριακές Τιμές		Δείγματα		
	Αναθεώρηση Οδηγίας 86/278/EE	ΚΥΑ 114218/97	Α.Α.Ι ^a	Χ.Α.Ι ^b	Κ. Εισ. ^c
Βαρέα Μέταλλα	mg/kg DS	mg/kg DS	mg/kg DS	mg/kg DS	mg/kg DS
Κάδμιο (Cd)	10	10	4.47	5.00	1.70
Χαλκός (Cu)	1000	500	258.96	301.66	353.37
Νικέλιο (Ni)	300	200	21.38	37.89	18.65
Μόλυβδος (Pb)	750	500	168.41	235.18	60.01
Χρώμιο Ολικό	1000	-	54.04	64.34	44.30
Ψευδάργυρος (Zn)	2500	2000	725.35	969.69	211.45
Αρσενικό (As)	-	15	<5	<5	<5
Υδράργυρος (Hg)	10	5	2.0	4.1	<0.3
Οργανικά					
AOX	500		230	260	150
LAS	2600		360	26,000	150
DEHP	100		7.0	24	8.0
NP/NPEO	50				
NP			3.0	80	<2
NPEO			28	220	<5
PAHs	6		1.44	14.07	2.74
PCB	0.8		0.04	0.07	0.01
PCDD/F	100 TE ng/kg		3.835 TE ng/kg	1.12 TE ng/kg	0.251 TE ng/kg
Μικροοργανισμοί					
E. Coli			39 CFUs/gr	440CFUs/gr	689,478CFUs/gr
Salmonella	0/50gr (DS)		0 CFUs/gr	0 CFUs/gr	0 CFUs/gr

^a Α.Α.Ι: Αχώνευτη Αφυδατωμένη Ιλύς, ^b Χ.Α.Ι: Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς, ^c Κ. Εισ.: Κομπόστ Εισόδου

Συμπεράσματα Αναλύσεων - Σχολιασμός Πίνακα 45:

- **Βαρέα μέταλλα:** Ως προς τη συγκέντρωση των δειγμάτων, αχώνευτης αφυδατωμένης ιλύος, χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος και εισερχόμενου υλικού προς κομποστοποίηση (οργανικό κλάσμα & ξένες προσμίξεις αστικών απορριμμάτων) πληρούνται πλήρως τα όρια που θέτει η αναμενόμενη αναθεώρηση της οδηγίας 86/278/EE και τα οποία είναι πιο αυστηρά από τα όρια της ισχύουσας οδηγίας 86/278/EE. Δεδομένου ότι τα βαρέα μέταλλα δεν βιοαποδομούνται κατά την αερόβια διεργασία της κομποστοποίησης, πραγματοποιείται σύγκριση των τιμών των συγκεντρώσεων των τριών προαναφερόμενων δειγμάτων ως προς τα όρια που θέτει η ΚΥΑ 114218/97 για τη συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στο παραγόμενο κομπόστ. Και σε αυτή την περίπτωση τα δείγματα πληρούν τα όρια που θέτει η εν λόγω οδηγία. Συνεπώς όσον αφορά στην συν-κομποστοποίηση της παραγόμενης αφυδατωμένης ιλύος (χωνευμένης και αχώνευτης) με το εισερχόμενο οργανικό κλάσμα δεν τίθεται πρόβλημα ως προς την συγκέντρωση του υλικού προς κομποστοποίηση με βαρέα μέταλλα.
- **Οργανικοί Ρύποι:** Όσον αφορά στους οργανικούς ρύπους ισχύουν, για κάθε δείγμα, τα ακόλουθα:
 - ο Αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύς: Πληρεί τα όρια που θέτει η αναμενόμενη αναθεώρηση της οδηγίας 86/278/EE για όλους τους προσδιοριζόμενους οργανικούς ρύπους.
 - ο Χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς: Πληρεί τα όρια που θέτει η αναμενόμενη αναθεώρηση της οδηγίας 86/278/EE για τους οργανικούς ρύπους: PCDD/Fs, AOX, DEHP & PCBs ενώ ***ξεπερνά τα όρια για τους οργανικούς ρύπους: LAS, NP, NPEO & PAHs.***

Όπως αναφέρθηκε οι οργανικές ουσίες LAS και NPE παρουσιάζουν υψηλό βαθμό αποδόμησης κάτω από αερόβιες συνθήκες (βλ. Ενότητα 2.3, Μέρος Α). Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στα LAS όπου το αναλυόμενο δείγμα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος έδωσε τιμή πολύ υψηλή (26,000mg/kg w/w) σε σύγκριση με τα όρια διάθεσης της ιλύος στο έδαφος (2600mg/kg w/w). Ωστόσο, αυτό που ενδιαφέρει είναι η

συγκέντρωση των LAS και NPE στο τελικό προϊόν κομπόστ. Δεδομένου ότι έχει παρατηρηθεί χρόνος ημιζωής των LAS που κυμαίνεται από 5 ως 33 μέρες (www.cler.com) αναμένεται στο τέλος της διεργασίας της κομποστοποίησης, διάρκειας 6 εβδομάδων (42 μέρες), να έχει αποδομηθεί ένα μεγάλο μέρος των LAS, κάτω από τις αερόβιες συνθήκες της κομποστοποίησης. Παρά ταύτα δε δύναται να εξασφαλιστεί πλήρως ότι η προσθήκη της εν λόγω χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος είναι ασφαλής. Απαιτείται φάση δοκιμαστικής συν-κομποστοποίησης της παραγόμενης ιλύος με το οργανικό υλικό των αστικών απορριμμάτων και προσδιορισμός των LAS, NPE καθώς και των άλλων οργανικών υλικών στο υλικό εξόδου της κομποστοποίησης. Επίσης, αποθήκευση του τελικού προϊόντος -κομπόστ για ορισμένο χρονικό διάστημα πριν τη διάθεσή του στην αγορά αναμένεται να μειώσει επιπλέον την συγκέντρωση των περιεχόμενων LAS και NPE.

Όσο αφορά στα PAHs που παρουσιάζουν μεγαλύτερη εμμονή στο περιβάλλον έχει παρατηρηθεί μείωση της συγκέντρωσης αυτών σε δείγματα υλικού που έχουν υποστεί κομποστοποίηση. Συγκεκριμένα σε έδαφος ρυπασμένο με PAHs, στο οποίο εφαρμόστηκε η διεργασία της κομποστοποίησης, παρατηρήθηκε μείωση της αρχικής συγκέντρωσης από τα 500 mg PAHs/kg εδάφους σε λιγότερο από 20 mg PAHs/kg εδάφους σε διάρκεια 7 εβδομάδων (Cookson, 1995).

- ο Κομπόστ εισόδου: Πληρεί τα όρια που θέτει η αναμενόμενη αναθεώρηση της οδηγίας 86/278/EE για όλους τους προσδιοριζόμενους οργανικούς ρύπους.
- **Μικροβιακό φορτίο**: Παρατηρούμε ότι ο αριθμός των εμφανιζόμενων αποικιών του μικροοργανισμού E. Coli στην αφυδατωμένη ιλύ (αχώνευτη και χωνευμένη) είναι πολλές τάξεις μικρότερος από αυτόν που εμφανίζεται στο οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων που οδηγείται προς κομποστοποίηση. Σχετικά με την περιεκτικότητα των δειγμάτων σε σαλμονέλα οι μετρήσεις δεν έδωσαν ενδείξεις εμφάνισής της σε κανένα από τα δείγματα. Μελλοντικά είναι απαραίτητο οι εν λόγω μετρήσεις μικροβιακού φορτίου να πραγματοποιούνται στο παραγόμενο κομπόστ (έξοδος κομποστοποίησης). Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την κομποστοποίηση πραγματοποιείται υγειονοποίηση του κομπόστ.

4.3 Επανάλεγχος Αποτελεσμάτων

Για τον επανέλεγχο της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος ως προς τους ρύπους που βρέθηκαν να ξεπερνούν τα όρια που θέτει η κείμενη νομοθεσία, στάλθηκε και δεύτερο δείγμα προς ανάλυση. Τα αποτελέσματα έδωσαν τιμές συγκεντρώσεων LAS, NP και NPEO που ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια (βλ. Πίνακα 46). Ο επανέλεγχος πραγματοποιήθηκε κυρίως γιατί κρίθηκε ότι οι συγκεντρώσεις των LAS στην χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς ήταν ιδιαίτερα υψηλές σε σχέση με τα επιτρεπτά όρια.

Πίνακας 46: Επανάλεγχος οργανικών ρύπων στην Χ.Α.Ι (LAS, DEHP, NPE, NPEO)

Παράμετροι	Όρια-Αναθεώρησης Οδηγίας 86/278/EE (mg/kg DS)	Χ.Α.Ι (1) ^a (mg/kg DS)	Χ.Α.Ι (2) ^b (mg/kg DS)
LAS	2600	26,000	22,000
DEHP	100	24	100
NP/NPEO	50		
NP		80	490
NPEO		220	590

^a Χ.Α.Ι (1): Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς, 1^ο δείγμα

^b Χ.Α.Ι (2): Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς, 2^ο δείγμα

Στον Πίνακα 46 παρατηρούμε ότι στο δεύτερο δείγμα οι προσδιορισθέντες οργανικοί ρύποι όχι μόνο εξακολουθούν να ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια αλλά παρουσιάζουν συγκεντρώσεις μεγαλύτερες αυτών που προσδιορίστηκαν στο πρώτο δείγμα. Εξαίρεση αποτελούν τα LAS που η συγκέντρωσή τους στο δεύτερο δείγμα είναι κάπως χαμηλότερη από αυτή που προσδιορίστηκε στο πρώτο, αλλά και στις δυο περιπτώσεις ξεπερνά κατά πολύ τα επιτρεπτά όρια.

4.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Οργανικών Ρύπων

Η παρουσία των οργανικών ρύπων στις ιλύς μονάδων επεξεργασίας αστικών απορριμμάτων έχει απασχολήσει πολλά κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπως στη Γερμανία που έχει ξεκινήσει προγράμματα για να αποκτηθεί μια συνολική εικόνα για τους εν λόγω ρύπους (Braunish, 2003).

Στον Πίνακα 47 δίνονται οι μέσες συγκεντρώσεις οργανικών ρύπων που προέκυψαν από μετρήσεις στην ιλύς από 17 μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων στη Γερμανία.

Πίνακας 47: Σύγκριση συγκεντρώσεων οργανικών ρύπων στην ιλύ του βιολογικού καθαρισμού Χανίων με τα αποτελέσματα Γερμανικής μελέτης [Braunish, 2003]

		Συγκέντρωση mg/kg TS		
		PAHs	PCBs	Bis-(2-ethylhexyl)phthalat
Γερμανία^a	Μέση Τιμή	7.82	0.111	23.57
	Μέγιστη Τιμή	27.4	0.167	47.0
	Ελάχιστη τιμή	1.4	0.068	2.7
A.A.I^b		1.44	0.04	7.0
X.A.I^c		14.07	0.07	24

^a Γερμανία: Αποτελέσματα μετρήσεων στην Ιλύς 17 βιολογικών καθαρισμών στη Γερμανία

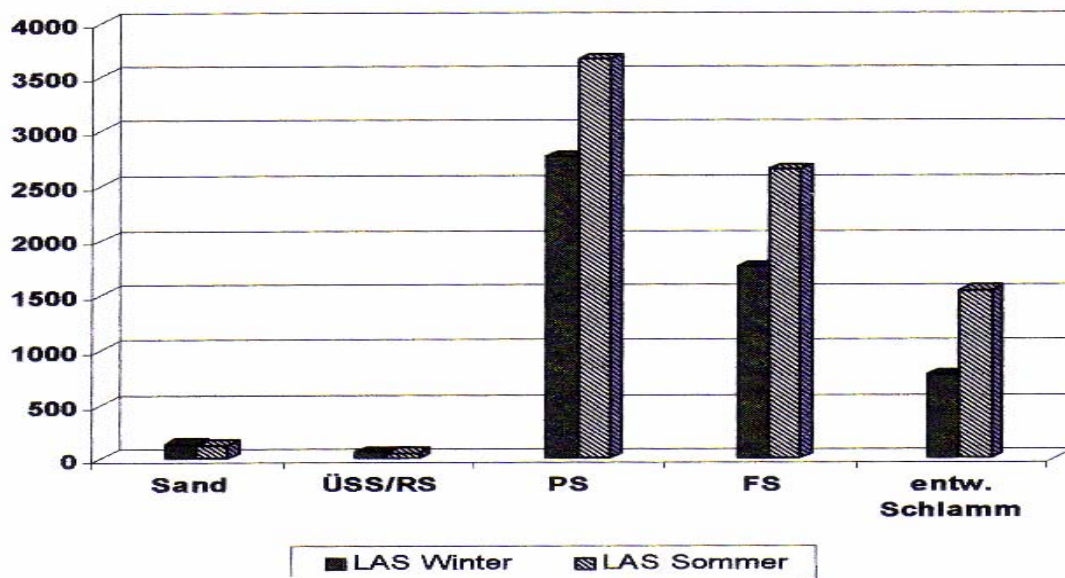
^b A.A.I: Αχώνευτη Αφυδατωμένη Ιλύς (από βιολογικό καθαρισμό Χανίων)

^c X.A.I: Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς (από βιολογικό καθαρισμό Χανίων)

Από τον Πίνακα 47 φαίνεται ότι όσον αφορά στις συγκεντρώσεις της ιλύος του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων στους οργανικούς ρύπους PAHs, PCBs και Bis-(2-ethylhexyl)phthalat παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές με αυτές της Γερμανικής μελέτης σε δείγματα ιλύος από 17 μονάδες βιολογικών καθαρισμών.

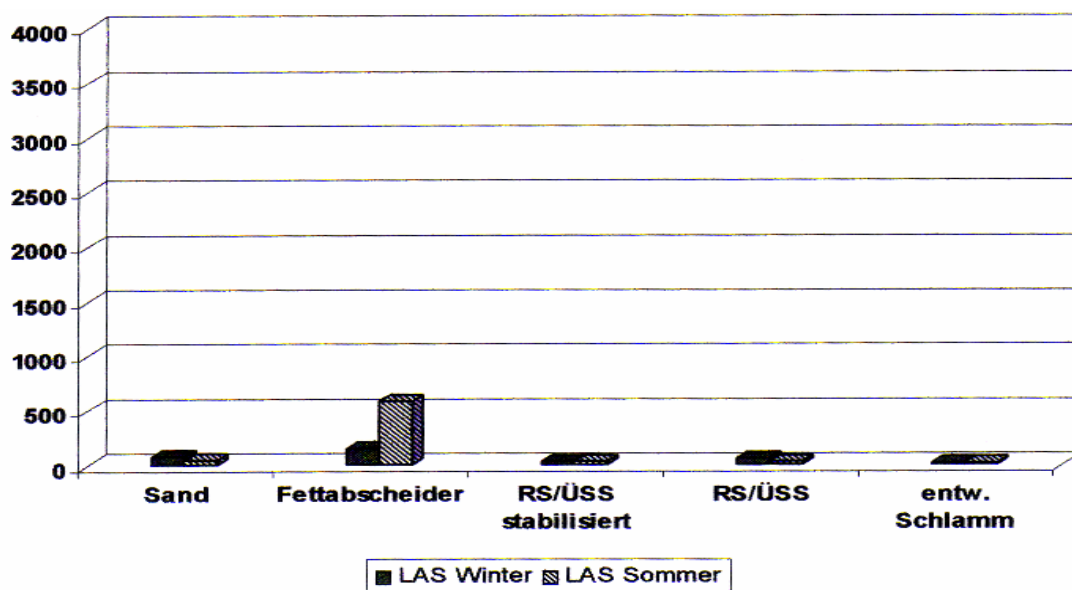
Στη ίδια μελέτη έγινε προσπάθεια προσδιορισμού των περιεχόμενων LAS στην ιλύ δύο μονάδων βιολογικών καθαρισμών. Οι δύο επιλεγθέντες μονάδες βιολογικών καθαρισμών διαφέρουν στο ότι η πρώτη δέχεται περισσότερα βιομηχανικά λύματα σε σχέση με την δεύτερη. Τα αποτελέσματα δίνονται με τη μορφή ραβδογραμμάτων στα διαγράμματα που ακολουθούν.

Διάγραμμα 5: Συγκέντρωση LAS, σε mg/kg (TS), στην χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύ μονάδας επεξεργασίας αστικών λυμάτων (Χειμώνα /Καλοκαίρι) που δέχεται υψηλά ποσοστά βιομηχανικών αποβλήτων [Braunish, 2003]



Υπόμνημα διαγράμματος 5} Sand: Άμμος , USS/RS:, PS:, FS:, entw Schlamm: Χωνευμένη Ιλύς

Διάγραμμα 6: Συγκέντρωση LAS, σε mg/kg (TS), στην χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύ μονάδας επεξεργασίας αστικών λυμάτων (Χειμώνα /Καλοκαίρι) που δέχεται χαμηλά ποσοστά βιομηχανικών αποβλήτων [Braunish, 2003].



Υπόμνημα διαγράμματος 6 } Sand: Άμμος, Fettabscheider: Διαχωρισμός λιπών USS/RS Stabliert:, entw Schlamm: Χωνευμένη Ιλύς

Τα Διαγράμματα 5 και 6 δείχνουν ότι οι συγκεντρώσεις των LAS κυμαίνονται από 10mg/kg TS (για μικρές ποσότητες βιομηχανικών λυμάτων στα αστικά λύματα) έως 3700mg/kg TS (για αυξημένες ποσότητες βιομηχανικών λυμάτων στα αστικά λύματα).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των Διαγραμμάτων 4 και 5 με τις συγκεντρώσεις των LAS που προσδιορίστηκαν στα δύο δείγματα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων (1^ο δείγμα: 26,000mg/kg, 2^ο δείγμα: 22,000mg/kg) παρατηρούμε μια πολύ μεγάλη απόκλιση. Οι μεγάλες συγκεντρώσεις LAS που εμφανίζονται στα δείγματα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος οφείλονται ενδεχομένως στην σύνθεση των αστικών λυμάτων που εισέρχονται στον βιολογικό καθαρισμό. Απαραίτητη είναι η πραγματοποίηση μετρήσεων σε δείγματα αστικών λυμάτων, στην είσοδο της μονάδας του βιολογικού καθαρισμού προκειμένου να προσδιοριστούν οι αρχικές τους συγκεντρώσεις.

4.5 Έλεγχος Παραμέτρων που Επηρεάζουν τη Διεργασία της Κομποστοποίησης

Προκειμένου να ελεγχθεί η δυνατότητα συν-κομποστοποίησης της παραγόμενης ιλύος αστικών λυμάτων με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων και τα φυτικά υπολείμματα, απαιτείται έλεγχος των παραμέτρων της ιλύος που μπορούν να επηρεάσουν τη διεργασία της κομποστοποίησης. Στον Πίνακα 48 δίνονται οι προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων που επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης με βάση τη βιβλιογραφία (βλ. Ενότητα 2, Μέρος Α) και οι τιμές των εν λόγω παραμέτρων που προσδιορίστηκαν εργαστηριακά.

Πίνακας 48: Έλεγχος παραμέτρων που επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης

Εργαστηριακές Αναλύσεις				
Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών & Επικίνδυνων Αποβλήτων				
Παράμετροι	Προτεινόμενες τιμές κομπόστ	Α.Α.Ι^a	Χ.Α.Ι^b	Κ. Εισ.^c
Θερμοκρασία	*	17°C	18 °C	Περιβάλλοντος
pH	6.5 -8	6.9	6.83	6 ^{**}
Υγρασία	40-65%	84.35%	74.09%	52.81%
VS (Πτητικά Στερεά)	>70%	72.07%	87.85%	75.13%
C/N	20:1-40:1	8/1	5/1	25.5/1

* Στις προτεινόμενες τιμές της θερμοκρασίας γίνεται αναφορά στη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης και δεν αφορά τη θερμοκρασία εισόδου του υλικού. Προτεινόμενες τιμές της θερμοκρασίας δίνονται στην Ενότητα 2.1, Μέρος Α.

** Η τιμή αυτή του pH αποτελεί το μέσο όρο των τιμών pH που παρατηρήθηκαν στο οργανικό υλικό εισόδου κατά τη φάση δοκιμαστικής λειτουργίας της μονάδας από την ανάδοχο εταιρεία ENVITEC A.E (βλ. Πίνακα II-11, Παράρτημα II)

^a Α.Α.Ι: Αχώνευτη Αφυδατωμένη Ιλύς

^b Χ.Α.Ι: Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς

^c Κ. Εισ.: Κομπόστ Εισόδου (Οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων)

Πίνακας 49: Έλεγχος υγρασίας υλικού προς κομποστοποίηση–Ισοζύγια μάζας δοκιμαστικής φάσης λειτουργίας της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής

Υγρασία	
Προτεινόμενη τιμή	40-65%
Οργανικό Κλάσμα Αστικών Απορριμμάτων	47%
Φυτικά Υπολείμματα	22%
Υλικό Εισόδου Κομποστοποίησης ^a	46%
Αναλογία	
Οργανικό Κλάσμα/Φυτικά Υπολ.	42/1

^a Υλικό Εισόδου Κομποστοποίησης: Οργανικό Κλάσμα Αστικών Απορριμμάτων & Φυτικά Υπολείμματα

Συμπεράσματα – Σχολιασμός Πινάκων 48 και 49:

- **pH:** Η παραγόμενη αφυδατωμένη (χωνευμένη και αχώνευτη) ιλύς παρουσιάζει pH γύρω στο 7 (ουδέτερο pH) το οποίο δεν αναμένεται να δημιουργήσει πρόβλημα στην κομποστοποίηση και συγκεκριμένα στις λειτουργίες των μ/ο της κομποστοποίησης.

- **Υγρασία:**

- Οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων

Στην παρούσα φάση δοκιμαστικής λειτουργίας της μονάδας κομποστοποίησης το υλικό που οδηγείται προς κομποστοποίηση (οργανικό υλικό και φυτικά υπολείμματα) παρουσιάζει ικανοποιητικό ποσοστό υγρασίας (52.81%), δεδομένου ότι για την έναρξη της διεργασίας απαιτείται υγρασία >40%. Υψηλό ποσοστό υγρασίας είναι επιθυμητό και κατά τη διάρκεια της διεργασίας όπου αναμένεται να έχουμε απώλειες λόγω εξάτμισης του πτητικού μέρους του υλικού. Εξ' άλλου από τη δοκιμαστική λειτουργία της μονάδας προέκυψε ότι απαιτείται τακτική διαβροχή του κομποστ για να διατηρηθεί η θερμοκρασία σε επιθυμητά επίπεδα.

Από τον Πίνακα 48 φαίνεται ότι η υγρασία των φυτικών υπολειμμάτων είναι χαμηλή (22%). Η χαμηλή αυτή υγρασία είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση της υγρασίας του οργανικού υλικού από 47% σε 46%. Εάν και η μείωση αυτή φαίνεται να είναι μικρή, είναι σημαντική αν ληφθεί υπόψη ότι η κατά βάρος (w/w) ανάμιξη οργανικού υλικού προς φυτικά υπολείμματα που πραγματοποιήθηκε ήταν κατά μέσο όρο 42/1 (Η εν λόγω αναλογία προκύπτει υπολογίζοντας τον μέσο όρο των αναλογιών εισαγόμενης ποσότητας οργανικού υλικού προς φυτικά υπολείμματα για το χρονικό διάστημα 12 έως 30 Μαΐου 2005 που δίνονται στον Πίνακα Π-10 του Παραρτήματος Π). Συνεπώς μεγαλύτερη αναλογία φυτικών υπολειμμάτων προς οργανικό υλικό ενδέχεται να μειώσει περισσότερο την περιεχόμενη υγρασία.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αναλογία 42/1 (οργανικό κλάσμα/ φυτικά υπολείμματα) είναι αυτή που εφαρμόστηκε στη δοκιμαστική φάση λειτουργίας του εργοστασίου χωρίς να ληφθεί υπόψη η εισαγωγή ιλύος. Η δε

μελέτη αναφέρει την εισαγωγή, στην διεργασία της κομποστοποίησης, 88tn οργανικού κλάσματος με 17tn χαρτιού και με 40tn κλαδιών αποτελώντας θεωρητική προσέγγιση. Στην περίπτωση της συν-κομποστοποίησης ιλύος με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων η προσθήκη των φυτικών υπολειμμάτων θα πρέπει τελικά να κριθεί με βάση την συνολική ημερήσια ποσότητα οργανικού υλικού που εισάγεται προς κομποστοποίηση, την ποσότητα της εισερχόμενης ιλύος και τις απαιτούμενες συνθήκες για την πραγματοποίηση ικανοποιητικής κομποστοποίησης. Σχετική αναφορά με την προτεινόμενη αναλογία υλικών που εισάγονται στην κομποστοποίηση γίνεται στην Ενότητα 5, Μέρος Β.

Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί ότι η υγρασία 50% των φυτικών υπολειμμάτων που δίνεται στη μελέτη της αναδόχου εταιρείας ENVITEC Α.Ε είναι θεωρητική και επομένως δε θα πρέπει να στηριχθούμε σε αυτή εφόσον υπάρχουν μετρήσιμα δεδομένα υγρασίας. Είναι πιο σωστό να χρησιμοποιήσουμε ως μέση υγρασία των φυτικών υπολειμμάτων την τιμή που προσδιορίστηκε κατά τη δοκιμαστική φάση λειτουργίας της μονάδας μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης (22%). Ωστόσο, η υγρασία των φυτικών υπολειμμάτων δύναται να μεταβάλλεται περιοδικά και ανάλογα με το είδος αυτών που εισάγονται στην κομποστοποίηση.

- Ιλύς αστικών λυμάτων

Σχετικά με την παραγόμενη αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύ και την χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύ, αυτές παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό υγρασίας (74.09% και 84.35%). Το υψηλό ποσοστό υγρασίας είναι επιθυμητό στην κομποστοποίηση, ειδικά στην αρχή της διεργασίας. Ωστόσο, η ρύθμιση της περιεχόμενης υγρασίας προκειμένου να κυμαίνεται στο διάστημα που δρα ευεργετικά για τη διεργασία (40-65%), μπορεί να πραγματοποιηθεί προσθέτοντας μεγαλύτερη ποσότητα φυτικών υπολειμμάτων.

- **Πτητικά VS:** Στο υλικό της κομποστοποίησης απαραίτητη προϋπόθεση είναι να περιέχονται πτητικά στερεά σε ποσοστό >70%. Και στα τρία δείγματα η περιεκτικότητα σε πτητικά είναι >70%.

- **Αναλογία C/N:** Στην παρούσα φάση δοκιμαστικής λειτουργίας της μονάδας μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης το υλικό που οδηγείται για κομποστοποίηση βρέθηκε να έχει ικανοποιητική αναλογία C/N (25.5/1), η οποία βρίσκεται εντός του διαστήματος των τιμών C/N που δρουν ευνοϊκά για τη διεργασία. Αντιθέτως τόσο η αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύς, όσο και η χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς παρουσιάζουν πολύ χαμηλές τιμές C/N (5/1 και 8/1 αντιστοίχως). Επομένως, η εισαγωγή της ιλύος για συν-κομποστοποίηση με το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων ενδέχεται να μειώσει - ανάλογα με την προστιθέμενη ποσότητα ιλύος – την αναλογία C/N του υλικού που οδηγείται για κομποστοποίηση. Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπισθεί με την προσθήκη μεγαλύτερης αναλογίας φυτικών υπολειμμάτων που περιέχουν σημαντικές ποσότητες κυτταρίνης και λιγνίνης συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση του χουμικού περιεχόμενου του τελικού προϊόντος. Τα κλαδιά χαρακτηρίζονται από μια αναλογία C/N γύρω στο 200/1 (www.hua.gr).

4.6 Έλεγχος Επάρκειας Μετώπου Φόρτισης

Η αερόβια κομποστοποίηση του οργανικού κλάσματος των απορριμμάτων και των τεμαχισμένων κλαδιών και χόρτων πραγματοποιείται σε 2 γραμμές λειτουργίας.

Επίσης η διαστασιολόγηση της δεξαμενής κομποστοποίησης πραγματοποιήθηκε για τη δυσμενέστερη εκδοχή ισοζυγίων μάζας με αυξημένη σύσταση οργανικού κλάσματος. Με βάση αυτή την εκδοχή κατασκευάστηκαν 2 κλίνες κομποστοποίησης με διαστάσεις 22m x 67.2m και ύψος μετώπου φόρτισης τα 2.5m.

Οι ποσότητες των υλικών προς κομποστοποίηση έχουν ως εξής (Περίπτωση Β, Παράρτημα Ι):

- Εισερχόμενο οργανικό κλάσμα στο τμήμα κομποστοποίησης: 159.6tn
- Εισερχόμενο οργανικό κλάσμα ημερησίως σε κάθε γραμμή λειτουργίας:
 $159.6.9\text{tn}/2=79.8\text{tn}$

Σύμφωνα με τη σχετική μελέτη ο όγκος του μετώπου φόρτισης σε κάθε γραμμή λειτουργίας του τμήματος κομποστοποίησης έχει υπολογιστεί ίσος με 202m³. Ο υπολογισμός του πραγματοποιήθηκε με βάση την παραδοχή ότι θα εξασφαλίζεται ότι

το τροφοδοτούμενο υλικό δε θα υπερβεί σε ύψος τα 2.5m, δεδομένου ότι με το προσφερόμενο σύστημα εξασφαλίζεται ισοκατανομή του υλικού κατά το πλάτος και μήκος του διατιθέμενου μετώπου φόρτωσης. Παρακάτω δίνονται οι σχετικοί υπολογισμοί.

-Υπολογισμός όγκου μετώπου φόρτωσης σε κάθε γραμμή λειτουργίας του τμήματος κομποστοποίησης

Στο προσφερόμενο τμήμα κομποστοποίησης το μέτωπο φόρτωσης θεωρητικά διαθέτει όγκο ίσο με το ένα τέταρτο κυλίνδρου με ακτίνα $R=2.5m$ και μήκους $L=67.2m$ (πλάτος δεξαμενής κομποστοποίησης)

Επομένως:

- Όγκος κυλίνδρου: $V=\pi R^2 L$
- Όγκος μετώπου φόρτωσης:

$$V_{\text{μετώπου}} = \frac{V}{4} = \frac{\pi R^2 L}{4} = \frac{3.14 \cdot (2.5m)^2 \cdot 67.2m}{4} = 330m^3$$

Στην πραγματικότητα μετά την μετακίνησή του από τους κοχλίες το υλικό αποτίθεται με μια γωνία τριβής σε σχέση με την οριζόντια διεύθυνση 55° (35° σε σχέση με την κατακόρυφη) και επομένως ο ανωτέρω όγκος πρέπει να μειωθεί κατά τον όγκο του κυλινδρικού τομέα που αντιστοιχεί σε 35° , δηλαδή:

$$\frac{35^\circ}{360^\circ} \cdot 3.14 \cdot (2.5m)^2 \cdot 67.2m = 128m^3$$

Επομένως ο πραγματικός διαθέσιμος όγκος είναι:

$$V_{\text{μετώπου}} = 330m^3 - 128m^3 = 202m^3$$

Η επάρκεια του όγκου του μετώπου φόρτισης της ημερήσιας τροφοδοτούμενης ποσότητας υλικών προς κομποστοποίηση είναι βασική παράμετρος για την ομαλή έναρξη της διεργασίας της κομποστοποίησης.

Δεδομένου ότι το ειδικό βάρος του εισερχόμενου υλικού έχει καθοριστεί στη σχετική μελέτη ως $0.75tn/m^3$ η ημερήσια ογκομετρική παροχή θα είναι :

$$79.8tn / 0.75(tn/m^3) = 106.4m^3 \text{ εισερχόμενου υλικού} < 202m^3 \text{ του μετώπου φόρτισης.}$$

Συνεπώς το μέτωπο φόρτισης επαρκεί για την παραλαβή της ημερήσιας ογκομετρικής παροχής οργανικού υλικού προς κομποστοποίηση. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι μας δίνεται η δυνατότητα για περαιτέρω φόρτιση της δεξαμενής της τάξης των $202\text{m}^3 - 106.4\text{m}^3 = 95.6\text{m}^3$ για κάθε γραμμή λειτουργίας της δεξαμενής κομποστοποίησης ή $2 \times 95.6\text{m}^3 = 191.2\text{m}^3$ για ολόκληρη τη διεργασία της κομποστοποίησης.

Ο όγκος της ιλύος που πρέπει να διατεθεί ημερησίως είναι ίσος με 27m^3 . Επομένως σε κάθε γραμμή της διεργασίας θα εισέλθει όγκος 13.5m^3 ενώ θα εξακολουθήσουμε να έχουμε τη δυνατότητα φόρτισης της κάθε κλίνης κομποστοποίησης με: $95.6\text{m}^3 - 13.5\text{m}^3 = 82.1\text{m}^3$ πρόσθετων υλικών.

5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Όπως προκύπτει από τα συμπεράσματα της Ενότητας 4, Μέρος Β τα σημαντικότερα προβλήματα που δεν επιτρέπουν την απευθείας διάθεση της ιλύος, που παράγεται στον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων, είναι τα υψηλά ποσοστά υγρασίας και η χαμηλή αναλογία C/N που περιέχει. Το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί με την προσθήκη φυτικών υπολειμμάτων (κλαριά, πριονίδι κλπ.) σε συγκεκριμένη αναλογία. Η εν λόγω πρακτική αναμένεται να αυξήσει την αναλογία C/N του υλικού της κομποστοποίησης λόγω της περιεχόμενης κυτταρίνης, να ρυθμίσει την υγρασία του υλικού της κομποστοποίησης λόγω της δυνατότητας απορρόφησης σημαντικής ποσότητας ύδατος και να βελτιώσει το πορώδες και την υφή του προς κομποστοποίηση μείγματος-σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης (βλ. Ενότητα 2.1.1, Μέρος Α).

Επιπλέον, οι υψηλές συγκεντρώσεις LAS που παρατηρήθηκαν στην χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς καθιστά απαγορευτική την διάθεση της ιλύος στην κομποστοποίηση χωρίς προηγούμενη έρευνα προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδρασή της στην ποιότητα του τελικού προϊόντος κομπόστ. Συνιστάται επομένως δοκιμαστική φάση λειτουργίας της συν-κομποστοποίησης ιλύος (χωνευμένης και αχώνευτης) με το οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων και με πρόσθετα φυτικά υπολείμματα.

Προτεινόμενες Ενέργειες

Πρόταση Α: Έλεγχος της Συμπεριφοράς των Οργανικών Ρύπων LAS, NPE & PAHs στη Μάζα Χωνευμένης Αφυδατωμένης Ιλύος

Εφόσον το πρόβλημα εντοπίστηκε στις υψηλές συγκεντρώσεις των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs στη μάζα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος, που καθιστούν απαγορευτική την απευθείας διάθεσή της στη γεωργία και προβληματική την είσοδό της στην κομποστοποίηση, κρίνεται σημαντικό να ελεγχθεί η συμπεριφορά τους στη μάζα της ιλύος. Σημαντικό είναι να διαπιστωθεί ο ρυθμός βιοαποδόμησης των εν λόγω οργανικών ρύπων στη μάζα της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος κάτω από αερόβιες συνθήκες μιας και η κομποστοποίηση πραγματοποιείται υπό τις ίδιες

αερόβιες συνθήκες. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να διαπιστωθεί η συμπεριφορά των οργανικών ρύπων κάτω από αναερόβιες συνθήκες ώστε να έχουμε ολοκληρωμένη εικόνα της συμπεριφορά τους. Πρέπει να γνωρίζουμε τι μπορεί να συμβεί εάν δεν έχουμε επαρκή αερισμό κατά την κομποστοποίηση.

- 1. Δημιουργία σωρών Χωνευμένης Αφυδατωμένης Ιλύος:** Για τους παραπάνω λόγους προτείνεται η δημιουργία ενός σωρού χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος υπό συνθήκες αναερόβιας αποθήκευσης και η δημιουργία δεύτερου σωρού χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος υπό συνθήκες αερόβιας αποθήκευσης.
- 2. Χρόνος παρακολούθησης σωρών:** 6-7 εβδομάδες για κάθε σωρό κομποστοποίησης. Ο χρόνος κομποστοποίησης στηρίζεται στο σχεδιαστικό χρόνο κομποστοποίησης που έχει καθοριστεί για τη λειτουργία της κομποστοποίησης στη δεξαμενή κομποστοποίησης της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης (6 εβδομάδες).
- 3. Συνιστώμενες αναλύσεις στη μάζα των σωρών:**
 - Μέτρηση των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs
 - Παρακολούθηση : Θερμοκρασία, pH, υγρασία, οργανικός άνθρακας

Πρόταση Β: Εφαρμογής της Συν-κομποστοποίησης σε Πειραματικό Στάδιο

- 1. Δημιουργία σωρών παρακολούθησης συν-κομποστοποίησης:** Προτείνεται η πειραματική εφαρμογή της συν-κομποστοποίησης της ιλύος με αστικά απορρίμματα σε σωρούς κάτω από προκαθορισμένες συνθήκες. Σκοπός είναι ο έλεγχος της συμπεριφοράς των οργανικών ενώσεων LAS, NPE και PAHs και της διεργασίας της συν-κομποστοποίησης.
- 2. Χρόνος συν-κομποστοποίησης:** 6-7 εβδομάδες για κάθε σωρό κομποστοποίησης. Ο χρόνος κομποστοποίησης στηρίζεται στο σχεδιαστικό χρόνο κομποστοποίησης που έχει καθοριστεί για τη λειτουργία της κομποστοποίησης στη Δεξαμενή Κομποστοποίησης της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης (6 εβδομάδες).

3. Υλικό συν-κομποστοποίησης: 1) Οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων προερχόμενο από τη μονάδα μηχανικής διαλογής, 2) χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς, 3) αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύς και 4) φυτικά υπολείμματα. Τα φυτικά υπολείμματα αφορούν κυρίως κλαριά και χόρτα με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Γρασίδι και άλλα υλικά με υψηλά ποσοστά υγρασίας δεν πρέπει να συγκαταλέγονται στον όρο φυτικά υπολείμματα για την συγκεκριμένη πρόταση.

4. Προτεινόμενες αναλογίες εισερχόμενων υλικών συν-κομποστοποίησης:

- Αναλογία ανάμειξης αφυδατωμένης ιλύος/κλαδιά-χόρτα : 2/1- 3/1 w/w
- Αναλογία ανάμειξης αφυδατωμένης ιλύος/ οργανικού υλικού: 1/3 –1/4 w/w
- Αναλογία χωνευμένης/αχώνευτης αφυδατωμένης ιλύος:1/2 v/v

Σημείωση 5: Οι αναλογίες ιλύος προς κλαδιά και ιλύος προς οργανικό υλικό έχουν προκύψει από προηγούμενη εμπειρία εφαρμογής της συν-κομποστοποίησης πρωτοβάθμιας βιολογικής ιλύος με οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων και φυτικά υπολείμματα. Επιπλέον, η αναλογία χωνευμένης προς αχώνευτης ιλύος προκύπτει με βάση την ημερήσια παραγωγή ιλύος στον βιολογικό καθαρισμό Χανίων (9m³ χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς και 18m³ αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύς).

5. Συνιστώμενες αναλύσεις στη μάζα των σωρών

- Ανάλυση των περιεχόμενων οργανικών ρύπων LAS, NPE & PAHs που βρέθηκαν να ξεπερνούν τα όρια στη μάζα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος. Πρέπει να διαπιστωθεί πως συμπεριφέρονται οι εν λόγω οργανικοί ρύποι κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Επίσης, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι στο τέλος της διεργασίας η συγκέντρωσή τους στο τελικό προϊόν κομπόστ θα βρίσκεται κάτω από τα προτεινόμενα όρια (2nd draft “Working document: Biological Treatment of Biowaste)
- Μέτρηση των παραμέτρων που επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης (pH, θερμοκρασία, υγρασία, πτητικά στερεά-οργανικός άνθρακας, C/N, κλπ.).

6. Απαραίτητες εργασίες κατά τη διάρκεια της συν-κομποστοποίησης

- Έλεγχος της θερμοκρασίας του υλικού της κομποστοποίησης (διατήρηση θερμοκρασίας στους 43-65°C).
- Διαβροχή υλικού κομποστοποίησης για τη διατήρηση της θερμοκρασίας και υγρασίας σε επιθυμητά επίπεδα.
- Έλεγχος της αναλογίας C/N του υλικού της κομποστοποίησης
- Έλεγχος του pH του υλικού της κομποστοποίησης

7. Απαραίτητες αναλύσεις στο τελικό προϊόν κομπόστ

- Έλεγχος της περιεκτικότητας του κομπόστ σε βαρέα μέταλλα
- Έλεγχος της περιεκτικότητας του κομπόστ σε οργανικούς ρύπους
- Έλεγχος παρουσίας παθογένειας στο κομπόστ

Πρόταση Γ: Μέτρηση Οργανικών Ρύπων LAS, NPE & PAHs στα Αστικά Λύματα του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων

Σημαντικό είναι να προσδιοριστεί η συγκέντρωση των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs στα αστικά λύματα, στα διαφορετικά μέρη του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να διαπιστωθεί η συμπεριφορά των εν λόγω οργανικών ρύπων από την είσοδο έως την έξοδο του βιολογικού καθαρισμού. Επιπλέον, μπορεί να εξεταστεί η σημαντική διαφορά που παρουσιάζουν οι συγκεντρώσεις τους στη μάζα χωνευμένης και αχώνευτης αφυδατωμένης ιλύος (26,000 και 360 mg/kg d.m αντιστοίχως).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (2)

Ελληνική

- Γιδαράκος Ε., Χάβας Γ., Διαμαντόπουλος Ε. & Τζαμίλης Π., 2004, Τεχνική Έκθεση για τον Ε.Σ.Δ.Α.Κ, *Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση Απορριμμάτων Περιφέρειας Κρήτης*, Χανιά.
- Δ.Ε.Υ.Α.Χ, 2004, *Εγκατάσταση Επεξεργασία Λυμάτων Χανίων*, Χανιά.
- Μύρκου, Κ., 2005, Πολυτεχνείο Κρήτης, Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων, *Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση Στερεών Απορριμμάτων του Νομού Χανίων*, Χανιά.
- NAMA & Δ.Ε.Υ.Α.Χανίων, 2005, Τεχνική Έκθεση, *Μελέτη Διάθεσης Παραπροϊόντων Επεξεργασίας της Ε.Ε.Α Χανίων στον Χ.Υ.Τ.Α Κορακιάς*, Χανιά.
- Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, 2006, Φυλλάδιο: *Μονάδα Μηχανικής Διαλογής & Κομποστοποίησης & Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων Νομού Χανίων*, Χανιά.
- Παρισάκης Γ., Σκορδίλης Α., Λώλος Θ., Τσομπανίδης Χ., Λώλος Γ. & Ανδριανόπουλος Α., 1990, ΕΜΡ Εργαστήριο Αναλυτικής και Ανοργάνου Χημείας, *Μέτρηση φυσικο-χημικών χαρακτηριστικών απορριμμάτων Δήμου Καλαμάτας*, Αθήνα.

Διεθνής

- Braunish F., Friehmelt V., Gidarakos E. & Shneider-Fresenius W., 2003, *Hazardous Organic Compounds in Sewage Treatment Plants*, KA-Abwasser, Abfall (50)1, pp. 50-61.
- Cookson, J.T. Jr, 1995, *Bioremediation Engineering Design & Application*, McGraw-Hill, Inc, New York.
- European Commission, 2001, 2nd draft “*Biological Treatment of Biowaste*”, available at: < <http://www.compost.it/biod.pdf> >, November 2005.
- Gidarakos E., Tzamilis P. & Havas G., 2006, *Municipal Solid Waste Composition Determination Supporting the Integrated Solid Waste Management System in the Island of Crete*, Waste Management, vol. 26, pp. 668-679, Chania.

Διευθύνσεις στο Internet

<<http://agis-net.gr/F02/emak.htm>>, (June, 2005)

<[http:// www.cler.com/facts/sludge.html](http://www.cler.com/facts/sludge.html)>, (August 2005)

<<http://www.dedisa.gr/site/0frames.htm>>, (September, 2006)

<http://www.deyax.org.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=87> (September, 2006)

<<http://www.hua.gr/compost.net/ENVITEC.doc>>, (June 2005)

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ (2)

Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α.: Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων

Δ.Ε.Υ.Α.Χ: Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χανίων

ΚΥΑ: Κοινή Υπουργική Απόφαση

Χ.Υ.Τ.Α: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Ε.Σ.Δ.Α.Κ: Ενιαίος Σύνδεσμος Διαχείρισης Απορριμμάτων Κρήτης

ΔΞΥΛ: Δέρματα, ΞΥλα Λάστιχα

ΜΕΡΟΣ Γ

Συμπεριφορά των Οργανικών Ρύπων LAS, NPE & PAHs –Πειραματικό Μέρος

Το Μέρος Γ περιλαμβάνει το πειραματικό κομμάτι της εν λόγω μεταπτυχιακής διατριβής. Ο σχεδιασμός και η διεξαγωγή του πειράματος στηρίχθηκε στα αποτελέσματα και συμπεράσματα του Μέρους Β. Το σημαντικότερο πρόβλημα που προέκυψε είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις LAS, NPE* και PAHs στη μάζα της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος, που καθιστούν αβέβαιη την ασφαλή είσοδο της στην κομποστοποίηση. Βάση του εν λόγω προβληματισμού εξετάζεται η συμπεριφορά των εν λόγω ρύπων στη μάζα διαφορετικών μιγμάτων ιλύος. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν κάτω από διαφορετικές πειραματικές συνθήκες ελέγχοντας τη δυνατότητα εισόδου της ιλύος στην κομποστοποίηση.

Ειδικότερα, στην Ενότητα 1 δίνονται στοιχεία σχετικά με το σχεδιασμό της πειραματικής διαδικασίας. Περιλαμβάνεται ο καθορισμός του σκοπού του πειράματος, οι επιθυμητές πειραματικές συνθήκες και ο καθορισμός των παραμέτρων προς προσδιορισμό.

Στην Ενότητα 2 περιγράφονται οι ενέργειες που απαιτούνται για την εξασφάλιση αντιπροσωπευτικής δειγματοληψίας. Δηλαδή καθορίζονται οι μέθοδοι δειγματοληψίας για στερεά και υγρά δείγματα, ο χρόνος και η συχνότητα των δειγματοληψιών, και τα μέσα δειγματοληψίας και συλλογής των δειγμάτων. Επιπλέον, αναφέρεται ο τρόπος αποθήκευσης και μεταφοράς των δειγμάτων.

* Στον όρο NPE συμπεριλαμβάνονται τόσο οι ενώσεις NPEO (Nonyphenoethoxylates) όσο και οι ενδιάμεσοι μετατροπείς που αφορούν τις ενώσεις NP (nonyphenoethoxylates). Οι δύο αυτές κατηγορίες μελετούνται ως άθροισμα γιατί συνυπάρχουν σε ένα σύστημα αλλά και γιατί η σχετική ευρωπαϊκή πρακτική θέτει όρια σχετικά με το άθροισμα των συγκεντρώσεων των NP και NPEO.

Στις Ενότητες 3 και 4 παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

Στη συνέχεια στην Ενότητα 5 παρατίθενται οι παρατηρήσεις που προέκυψαν κατά την πειραματική διαδικασία. Στην Ενότητα 6 παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα που προέκυψαν από το σχολιασμό των αποτελεσμάτων της Ενότητας 4 και των παρατηρήσεων της Ενότητας 5. Τέλος στην Ενότητα 7 υποβάλλονται συγκεκριμένες προτάσεις, για μελλοντικές ενέργειες σχετικές με τη δυνατότητα συν-κομποστοποίησης της ιλύος με τα αστικά απορρίμματα.

1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Ο σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας αποτελεί βασική προϋπόθεση για τον προγραμματισμό των επόμενων σταδίων που περιλαμβάνουν τη δειγματοληψία και το κομμάτι των αναλύσεων. Στο σχεδιασμό της πειραματικής διαδικασίας είναι σημαντικό να καθοριστούν ο σκοπός του πειράματος, οι πειραματικές συνθήκες και οι μετρούμενοι παράμετροι.

1.1 Σκοπός Πειράματος

Σκοπός της πειραματικής διαδικασίας είναι η διαπίστωση της συμπεριφοράς των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs 1) σε δείγματα υγρών λυμάτων, 2) στη μάζα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος υπό συνθήκες αναερόβιας και αερόβιας αποθήκευσής της και 3) στη μάζα μίγματος χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος, οργανικού κλάσματος αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων.

Συγκεκριμένα εξετάστηκαν οι κάτωθι περιπτώσεις:

- Συμπεριφορά LAS, NPE και PAHs στη μάζα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος κάτω από αναερόβιες συνθήκες.
- Συμπεριφορά LAS, NPE και PAHs στη μάζα χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος κάτω από αερόβιες συνθήκες.
- Συμπεριφορά LAS, NPE και PAHs στη μάζα μίγματος χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος, οργανικού κλάσματος αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων σε αναλογία 1:3:2 αντιστοίχως, υπό συνθήκες αερόβιας κομποστοποίησης.
- Προσδιορίστηκε η συγκέντρωση των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs σε αστικά λύματα.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην συμπεριφορά των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs στη μάζα της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος, καθώς έδωσαν υψηλές συγκεντρώσεις σε δύο διαδοχικά τυχαία δείγματα (Μέρος Β). Σκοπός λοιπόν είναι να διαπιστωθεί ο ρυθμός βιοαποδόμησης των εν λόγω ενώσεων κάτω από αναερόβιες και αναερόβιες συνθήκες και να διαπιστωθεί εάν κατά την κομποστοποίηση θα αποδομηθούν σε τέτοιο βαθμό ώστε να πληρούνται τα όρια και οι προϋποθέσεις που θέτει η νομοθεσία (3^ο draft “Working Document on Sludge”).

1.2 Πειραματικές Συνθήκες

Για την διεξαγωγή των πειραμάτων δημιουργήθηκαν οι κάτωθι σωροί:

1^{ος} Σωρός: Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς

Μάζα Σωρού: ~500-600kg

Ύψος Σωρού: 70cm

Διαστάσεις Βάσης Σωρού: 90cm x 90cm

Πειραματικές Συνθήκες: Αποθήκευση σωρού ως έχει για χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων.

Παράμετροι προς Παρακολούθηση: Θερμοκρασία, pH, Υγρασία, Πτητικά, LAS, NPE και PAHs

2^{ος} Σωρός: Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς

Μάζα Σωρού: ~500kg

Ύψος Σωρού: 60cm

Διαστάσεις Βάσης Σωρού: 90cm x 90cm

Πειραματικές Συνθήκες: Αποθήκευση σωρού για χρονικό διάστημα 6-7 εβδομάδων. Ανάδευση/αερισμός σωρού κάθε 3-4 ημέρες για τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών στη μάζα του.

Παράμετροι προς Παρακολούθηση: Θερμοκρασία, pH, Υγρασία, Πτητικά, LAS, NPE και PAHs

3^{ος} & 4^{ος} Σωρός: Μίγμα Αφυδατωμένης Ιλύος, Αστικών Απορριμμάτων και Φυτικών Υπολειμμάτων

Μάζα Σωρού: 300kg

Αναλογίες Υλικών Μίγματος: 3 μέρη αστικών απορριμμάτων, 2 μέρη φυτικών υπολειμμάτων, 1 μέρος αφυδατωμένης ιλύος (με αναλογία χωνευμένης προς αχώνευτης 1:2).

Ύψος Σωρού: 90cm

Διαστάσεις Βάσης Σωρού: 100cm x 100cm

Πειραματικές Συνθήκες: Κομποστοποίηση σωρού για χρονικό διάστημα 6-7 εβδομάδων. Ανάδευση/αερισμός σωρού κάθε 3-4 ημέρες για τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών στη μάζα του. Διαβροχή σωρού για τη διατήρηση της υγρασίας σε ποσοστό 40-60%.

Παράμετροι προς Παρακολούθηση: Θερμοκρασία, pH, Υγρασία, Πτητικά, LAS, NPE και PAHs

Σημείωση 1: Η επιλογή της συγκεκριμένης αναλογίας υλικών προς κομποστοποίηση στηρίζεται στα αποτελέσματα της μεταπτυχιακής διατριβής με τίτλο «Κομποστοποίηση Αστικών Απορριμμάτων» που εκπονήθηκε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο από τον κο Πασχάλη Γιώργο, υπεύθυνο Ποιότητας Ελέγχου του Εργοστασίου Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων. Στην εν λόγω μεταπτυχιακή διατριβή εξετάσθηκε η κομποστοποίηση και το τελικό προϊόν διαφορετικών μειγμάτων αστικών απορριμμάτων και βιολογικής ιλύος. Με βάση τα συμπεράσματα της εργασίας, τα καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν για αναλογία αστικών απορριμμάτων προς φυτικά υπολείμματα και προς βιολογική ιλύς ίση με 3:2:1 (Πασχάλης, 2005).

Σημείωση 2: Η δημιουργία περισσότερων του ενός σωρού για την περίπτωση του μίγματος ιλύος, αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων στηρίζεται στην ανομοιογένεια του προς εξέταση μίγματος. Όταν το προς εξέταση υλικό είναι ανομοιογενές απαιτείται η δημιουργία περισσότερων των 3 σωρών, για να έχουμε αξιόπιστα αποτελέσματα. Στο εν λόγω πείραμα οι εξεταζόμενοι σωροί της κομποστοποίησης περιορίστηκαν στους 2 λόγω του υψηλού κόστους αναλύσεων των οργανικών ενώσεων.

Σημείωση 3: Ο χρόνος κομποστοποίησης των σωρών SCa και SCb είχε αρχικά προγραμματισθεί για 6-7 εβδομάδες ενώ τελικά στην πράξη απαιτήθηκε παρακολούθηση των σωρών έως και τις αρχές της 11^{ης} εβδομάδας.

Πίνακας 50: Πειραματικές συνθήκες για τη μελέτη των σωρών 1, 2, 3 και 4

	Σωρός 1	Σωρός 2	Σωρός 3&4
Μάζα	500-600kg	500kg	300kg
Αρχικό Ύψος	80cm	60cm	90-100cm*
Διαστάσεις Βάσης	90cm x 90cm	90cm x 90cm	100cm x 100cm
Ανάδευση/Αερισμός	-	ανά 3-4 ημέρες	ανά 3-4 ημέρες
Υγρασία	-	-	διατήρηση στο 40-60%

*Το ύψος των σωρών 3 & 4 αποτελεί σημαντική παράμετρο της διεργασίας της κομποστοποίησης. Κατά τη χειμερινή περίοδο, ύψος σωρού μικρότερο του 1m καθιστά δύσκολη την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στη μάζα του, λόγω των χαμηλών περιβαλλοντικών θερμοκρασιών και της γρήγορης ψύξης του σωρού. Το καλοκαίρι απαιτείται ο σωρός προς κομποστοποίηση να έχει ύψος τουλάχιστον 80cm. Για μικρότερα ύψη δεν ευνοείται η διεργασία της κομποστοποίησης, η οποία μεν λαμβάνει χώρα αλλά σε πάρα πολύ χαμηλούς ρυθμούς. Επίσης, για την περίπτωση του εν λόγω πειράματος όπου η ανάδευση του σωρού πραγματοποιείται με φτυάρι, σωροί με ύψος μεγαλύτερο του 1.5m είναι δύσκολο να αναδευτούν ή να ανοιχτούν για να διαβρεχούν. Σημειώνεται ότι σε δεξαμενές κομποστοποίησης αποφεύγεται ύψος μετώπου φόρτισης μεγαλύτερου των 2.5m καθώς εμποδίζεται η ροή αέρα σε όλη τη μάζα του σωρού και η διαφυγή αερίων και θερμότητας από το εσωτερικό του σωρού.

Για λόγους ευκολίας κατά την πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε κωδικοποίηση της ονομασίας των σωρών ως ακολούθως:

SDN: Κωδικός σωρού χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος υπό αναερόβιες συνθήκες (1^{ος} Σωρός)

SDA: Κωδικός σωρού χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος υπό αερόβιες συνθήκες (2^{ος} Σωρός)

SCa: Κωδικός σωρού μίγματος ιλύος, αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων υπό συνθήκες κομποστοποίησης (3^{ος} Σωρός)

SCb: Κωδικός σωρού μίγματος ιλύος, αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων υπό συνθήκες κομποστοποίησης (4^{ος} Σωρός)

Εικόνα 2: Σωροί SDN & SDA: 1^η ημέρα



Εικόνα 3: Σωροί SCa & SCb: 1^η ημέρα



1.3 Μετρούμενοι Παράμετροι

Στερεά Δείγματα

Οι παράμετροι που προσδιορίστηκαν στη μάζα των υπό εξέταση σωρών είναι:

- Η θερμοκρασία
- Το pH
- Η υγρασία
- Τα πτητικά στερεά και ο οργανικός άνθρακας
- Οι οργανικοί ρύποι: LAS, NPE και PAHs

Υγρά Δείγματα

Οι παράμετροι που προσδιορίστηκαν στα αστικά λύματα είναι:

- Η θερμοκρασία
- Το pH
- Οι οργανικοί ρύποι: LAS, NPE και PAHs

2. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων εξαρτάται από την λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων (αριθμός δειγμάτων & σημεία δειγματοληψίας), τα μέσα δειγματοληψίας, αποθήκευσης και μεταφοράς (υλικό κατασκευής, καθαρισμός κλπ.), καθώς και τις συνθήκες δειγματοληψίας, αποθήκευσης και μεταφοράς των δειγμάτων (π.χ μεταφορά δειγμάτων σε χαμηλές θερμοκρασίας για ανάλυση δειγμάτων μετά το πέρας 2 ωρών από τη στιγμή της δειγματοληψίας).

2.1 Αντιπροσωπευτικότητα Δειγμάτων

Η λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος αποτελεί ενέργεια που επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες. Η αντιπροσωπευτικότητα ενός δείγματος προς ανάλυση εξαρτάται πρωτίστως από τη σύνθεση, υφή και ποσότητα του υλικού. Η ομοιογένεια ή ανομοιογένεια ενός υλικού καθώς και η διεργασία που αυτό υφίσταται καθορίζουν το είδος και τον αριθμό των δειγμάτων. Για υλικά που χαρακτηρίζονται από ομοιογένεια απαιτείται μικρότερος αριθμός δειγμάτων σε σχέση με ανομοιογενή δείγματα. Επίσης, η διεργασία που υφίσταται το υλικό προς δειγματοληψία καθορίζει τη συχνότητα και τον αριθμό των δειγμάτων.

Στις πλείστες των περιπτώσεων, είναι προτιμότερο να λαμβάνονται σύνθετα δείγματα, που προκύπτουν από πολλά στιγμιαία δείγματα, ιδιαίτερα όταν οι συνθήκες δειγματοληψίας μεταβάλλονται με το χρόνο (π.χ μεταβλητή παροχή). Στην περίπτωση επανάληψης των δειγματοληψιών τα δείγματα θα πρέπει να λαμβάνονται από τα ίδια σημεία δειγματοληψίας και κατά τον ίδιο τρόπο.

2.2 Χρόνος Δειγματοληψιών

Ο χρόνος δειγματοληψιών για τον προσδιορισμό της συμπεριφοράς των LAS, NPE και PAHs, στους τέσσερις εξεταζόμενους σωρούς, καθορίστηκε στις 6 εβδομάδες. Η επιλογή των 6 εβδομάδων στηρίχθηκε στη σχεδιαστική διάρκεια της κομποστοποίησης στο Εργοστάσιο Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης (κομποστοποίηση 6 εβδομάδων).

Για την περίπτωση των σωρών SCa και SCb καταγράφηκαν οι παράμετροι που είναι καθοριστικοί για την επιτυχία της κομποστοποίησης (θερμοκρασία, υγρασία, πτητικά στερεά-οργανικός άνθρακας, και pH) για διάστημα 10-11 εβδομάδων, ώστε να εξασφαλιστεί σταθεροποίηση του τελικού προϊόντος, κομπόστ.

2.3 Συχνότητα Δειγματοληψιών

Η συχνότητα των δειγματοληψιών ρυθμίστηκε έτσι ώστε να διαμορφωθεί ικανοποιητική εικόνα της συμπεριφορά των εξεταζόμενων οργανικών ρύπων, λαμβάνοντας υπόψη το υψηλό κόστος των μετρήσεων και τις οικονομικές δυνατότητες του εργαστηρίου.

Για τα δείγματα SDN και SDA ο αριθμός των δειγμάτων για τον προσδιορισμό των οργανικών ενώσεων LAS, NPE και PAHs καθορίστηκε στα 10, για περίοδο δειγματοληψιών διάρκειας 6 εβδομάδων. Οι πρώτες δειγματοληψίες πραγματοποιούνται ανά 3-4 ημέρες, ενώ αραιώνουν μετά την τρίτη εβδομάδα. Κατ' αυτό τον τρόπο δόθηκε η δυνατότητα παρακολούθησης πιθανής ταχείας αποδόμησης των εξεταζόμενων οργανικών ρύπων, στα πρώτα στάδια της πειραματικής διαδικασίας.

Για τα δείγματα SCa και SCb ο αριθμός των δειγμάτων καθορίστηκε στα 6, με ομοιόμορφη κατανομή των δειγματοληψιών κατά το χρονικό διάστημα των 6 πρώτων εβδομάδων.

Επιπρόσθετες δειγματοληψίες από τους σωρούς SCa και SCb προγραμματίστηκαν για την πραγματοποίηση αναλύσεων προσδιορισμού και ρύθμισης των παραμέτρων που επηρεάζουν τη διεργασία της κομποστοποίησης (υγρασία, pH, οργανικός άνθρακας).

Μέτρηση της θερμοκρασία πραγματοποιήθηκε σε σχεδόν καθημερινή βάση για όλους τους εξεταζόμενους σωρούς.

Στους Πίνακες 51, 52 και 53 δίνεται το πρόγραμμα δειγματοληψιών για τον προσδιορισμό των LAS, NPE και PAHs καθώς και των παραμέτρων pH, υγρασία και πτητικών στερεών-οργανικού άνθρακα.

Πίνακας 51: Πρόγραμμα δειγματοληψιών- Σωρός SDN

Μάιος			Ιούνιος		
1	11	21	1	11	21
2	12	22	2	12	22
3	13	23	3	13	23
4	14	24	4	14	24
5	15	25	5	15	25
6	16	26	6	16	26
7	17	27	7	17	27
8	18	28	8	18	28
9	19	29	9	19	29
10	20	30	10	20	30
	31				

■: Αναλύσεις: Θερμοκρασία, pH, υγρασία, πτητικά στερεά-οργανικός άνθρακας, LAS, NPE και PAHs.

Πίνακας 52: Πρόγραμμα δειγματοληψιών – Σωρός SDA

Μάιος			Ιούνιος		
1	11	21	1	11	21
2	12	22	2	12	22
3	13	23	3	13	23
4	14	24	4	14	24
5	15	25	5	15	25
6	16	26	6	16	26
7	17	27	7	17	27
8	18	28	8	18	28
9	19	29	9	19	29
10	20	30	10	20	30
	31				3/7

■: Αναλύσεις LAS, NPE και PAHs.

■: Αναλύσεις: Θερμοκρασία, pH, υγρασία, πτητικά στερεά- οργανικός άνθρακας.

Πίνακας 53: Πρόγραμμα Δειγματοληψιών- Σωροί SCa & SCb

Μάιος			Ιούνιος			Ιούλιος		
1	11	21	1	11	21	1	11	21
2	12	22	2	12	22	2	12	22
3	13	23	3	13	23	3	13	23
4	14	24	4	14	24	4	14	24
5	15	25	5	15	25	5	15	25
6	16	26	6	16	26	6	16	26
7	17	27	7	17	27	7	17	27
8	18	28	8	18	28	8	18	28
9	19	29	9	19	29	9	19	29
10	20	30	10	20	30	10	20	30
	31							31

■: Αναλύσεις LAS, NPE και PAHs.

■: Αναλύσεις: Θερμοκρασία, pH, υγρασία, πτητικά στερεά-οργανικός άνθρακας.

■: Αναλύσεις: Θερμοκρασία, υγρασία

2.4 Μέσα Δειγματοληψίας

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται στις δειγματοληψίες πρέπει να είναι κατασκευασμένα από υλικά που δεν αντιδρούν με το περιεχόμενο δείγμα. Η συλλογή, αποθήκευση και μεταφορά των δειγμάτων, που αναλύονται ως προς τους περιεχόμενους οργανικούς ρύπους LAS, NPE και PAHS πρέπει να πραγματοποιείται με συσκευές κατασκευασμένες από γυαλί, PTFE (PolyTetraFluoroEthylene) και ανοξείδωτο χάλυβα. Ωστόσο, όταν το κόστος αγοράς των εν λόγω συσκευών είναι υψηλό είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν συσκευές από πιο φθηνά υλικά όπως πλαστικό, χάλυβα ή/και αλουμίνιο. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται συσκευές / εργαλεία από ατσάλι πρέπει να δοθεί προσοχή στην περίπτωση που αυτά είναι γαλβανισμένα ή επικαλυμμένα με ψευδάργυρο ο οποίος εύκολα μπορεί να περάσει στο δείγμα. Επίσης, υλικά από ή με επικάλυψη χρωμίου θα πρέπει να αποφεύγονται. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η περίπτωση αντίδρασης του υλικού προς δειγματοληψίας με το υλικό κατασκευής των οργάνων δειγματοληψίας [EPA et al.,1989; www.wayne-health.org].

Επιπλέον, οι συσκευασίες που χρησιμοποιούνται στην προσωρινή αποθήκευση των υλικών, που προορίζονται για την ανάλυση οργανικών ενώσεων, πρέπει να εξασφαλίζουν περιορισμένη διέλευση φωτός από τα τοιχώματά τους. Η πιθανή αντίδραση των οργανικών ενώσεων με την ηλιακό φως δύναται να οδηγήσει στην αποδόμηση των οργανικών ενώσεων και στον περιορισμό των συγκεντρώσεών τους. Ενδέχεται λοιπόν τα αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων να δώσουν συγκεντρώσεις οργανικών ενώσεων μικρότερων των πραγματικών. Για τον λόγο αυτό, στην περίπτωση χρήσης γυάλινων συσκευασιών προτιμώνται οι γυάλινες συσκευασίες από κεχριμπάρι που έχουν σκούρο καφέ χρώμα. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται διάφανες γυάλινες συσκευασίες τότε η χρήση εξωτερικού περιβλήματος από αλουμινόχαρτο μπορεί να παρεμποδίζει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας από τα τοιχώματα της συσκευασίας [EPA,1989; www.wayne-health.org].

2.4.1 Μέσα Δειγματοληψίας Στερεών Δειγμάτων

Κατά τη δειγματοληψία των στερεών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα κάτωθι μέσα:

Γυάλινες διαφανείς συσκευασίες με καπάκι από PTFE (PolyTetraFluoroEthylene). Χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για τη συλλογή, αποθήκευση και μεταφορά δειγμάτων, με σκοπό τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs. Για να αποφευχθεί η διέλευση του φωτός στη μάζα των δειγμάτων οι συσκευασίες τυλίγονται με αλουμινόχαρτο.

Ανοξείδωτος Χαλύβδινος δειγματολήπτης με έμβολο από PTFE. Ο συγκεκριμένος δειγματολήπτης χρησιμοποιήθηκε με σκοπό τη λήψη δειγμάτων από τη μάζα του σωρού SDN, προκειμένου για τη διατήρηση των αναερόβιων συνθηκών.

Ο δειγματολήπτης αποτελείται από δύο τμήματα. Το πρώτο περιλαμβάνει ανοξείδωτο χαλύβδινο κυλινδρικό σωλήνα διαμέτρου 60mm και μήκους 1m (βλ. Εικόνα 4), όπου το ένα άκρο είναι τροχισμένο σε τόρνο (βλ. Εικόνα 5), ώστε να διευκολύνεται η εισαγωγή του δειγματολήπτη στη μάζα του σωρού SDN. Το δεύτερο τμήμα αποτελείται από ράβδο ανοξείδωτου χάλυβα στην μια άκρη του οποίου είναι προσαρμοσμένο έμβολο από υλικό PTFE (βλ. Εικόνα 6). Ρόλος του δεύτερου τμήματος είναι η απομάκρυνση του υλικού δειγματοληψίας από το εσωτερικό του σωλήνα.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος διαπιστώθηκε ότι ο δειγματολήπτης έχει τη δυνατότητα εξαγωγής καρότου χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος μήκους 40cm (βλ. Εικόνα 8).

Εικόνα 4: Ανοξείδωτος χαλύβδινος δειγματολήπτης με έμβολο από PTFE για τη λήψη δείγματος από το εσωτερικό του σωρού SDN.



Εικόνα 5: Άκρο εισαγωγής δειγματολήπτη



Εικόνα 6: Έμβολο PTFE δειγματολήπτη



Διαφανείς πλαστικές σακούλες (30cm x 20cm). Χρησιμοποιήθηκαν για τη λήψη δειγμάτων προκειμένου για τον προσδιορισμό της υγρασία, των πτητικών και του pH.

Ανοξείδωτο χαλύβδινο φτυαράκι. Χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη των δειγμάτων.

Απλό φτυάρι. Χρησιμοποιήθηκε για την ανάδευση και αερισμό των σωρών.

2 Βαθμονομημένοι (σε l) κουβάδες (10l έκαστος). Για την προσθήκη υγρασίας στους σωρούς SCa και SCb.

2.4.2 Μέσα Δειγματοληψίας Υγρών Δειγμάτων

Κατά τη δειγματοληψία των υγρών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα κάτωθι μέσα:

Μπουκάλια χωρητικότητας 1l και 0.5l με καπάκι από PTFE. Χρησιμοποιήθηκαν για τη λήψη υγρών δειγμάτων από τη Μονάδα Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων. Τα δείγματα αναλύθηκαν ως προς την περιεκτικότητα τους στους οργανικούς ρύπους LAS, NPE και PAHs.

2.4.3 Προετοιμασία Μέσων Δειγματοληψίας

Πριν από κάθε δειγματοληψία τα μέσα συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης των δειγμάτων πλένονται με απιονισμένο νερό και αφήνονται να στεγνώσουν σε επωαστικό κλίβανο σε θερμοκρασία 50°C για μια μέρα.

2.5 Μέθοδος/Σημεία Δειγματοληψίας

Στην ενότητα 2.5 δίνονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη δειγματοληψία στη μάζα στερεών δειγμάτων και τη συλλογή αντιπροσωπευτικών υγρών δειγμάτων από τον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων.

2.5.1 Δειγματοληψία Στερεών Δειγμάτων

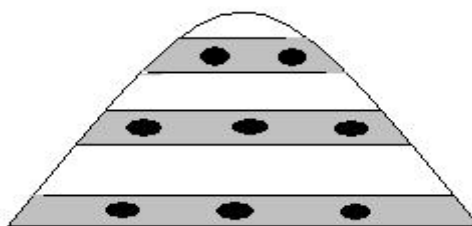
Η δειγματοληψία στους σωρούς SDN, SDA, SCa και SCb πραγματοποιήθηκε με τη λήψη σύνθετων δειγμάτων σε συνδυασμό με τη χρήση της μεθόδου του τετραμερισμού (Swedish EPA, 2001). Κάθε δειγματοληψία αποτελείται από τρία βήματα που περιγράφονται λεπτομερώς παρακάτω.

Βήματα Λήψης Στερεών Δειγμάτων

1^ο βήμα: Λήψη τυχαίων δειγμάτων.

- Σωροί SDA, SCA και SCb

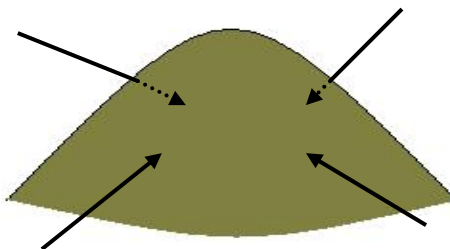
Για τη λήψη τυχαίων δειγμάτων πραγματοποιείται τομή στο μέσο κάθε σωρού. Στη συνέχεια λαμβάνονται δείγματα από διαφορετικά ύψη της τομής και καθ' όλο το μήκος του σωρού στο δεδομένο ύψος. (Επιλογή τριών διαφορετικών υψών: βάση-κέντρο-κορυφή). Στο Σχήμα 8 δίδονται με τη μορφή μαύρων κύκλων τα σημεία δειγματοληψίας στην τομή του σωρού.



Σχήμα 8: Σημεία δειγματοληψίας στην τομή των σωρών SDA, SCA & SCb

- Σωρός SDN

Η λήψη τυχαίων δειγμάτων πραγματοποιείται με τη χρήση του δειγματολήπτη που περιγράφηκε στην Ενότητα 2.4.1, Μέρος Γ. Ο δειγματολήπτης εισάγεται στο σωρό και λαμβάνει δείγμα από τέσσερα διαφορετικά σημεία, τα σημεία που φαίνονται στο Σχήμα 9. Κατά την έξοδο του δειγματολήπτη τα σημεία εισόδου καλύπτονται με υλικό από τα πλαϊνά του σωρού ώστε να αποφευχθεί η εισροή αέρα στο εσωτερικό του. Το δείγμα που λαμβάνεται έχει τη μορφή καρότου μήκους 40cm (βλ. Εικόνα 8).

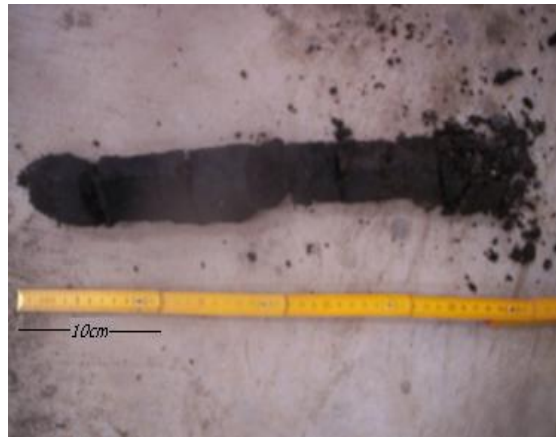


Σχήμα 9: Σημεία εισαγωγής δειγματολήπτη για τη λήψη δειγμάτων από τον σωρό SDN

Εικόνα 7: Δειγματολήπτης εντός του σωρού SDN -Δειγματοληψίας στιγμιαίου δείγματος



Εικόνα 8: Καρότο δειγματοληψίας από τον σωρό SDN

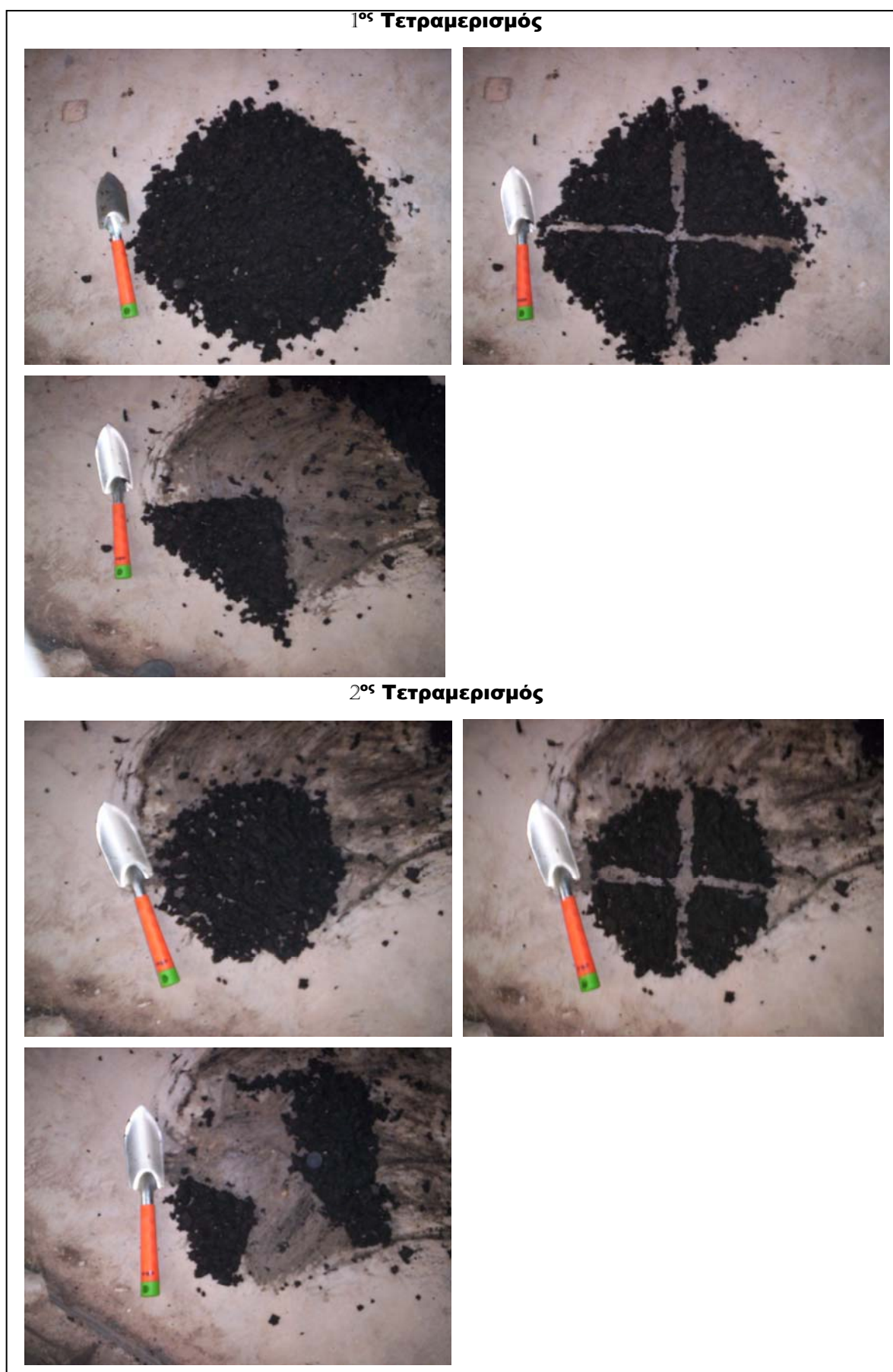


2^ο βήμα: Ανάμειξη των τυχαίων δειγμάτων για τη λήψη ομοιογενούς σύνθετου δείγματος

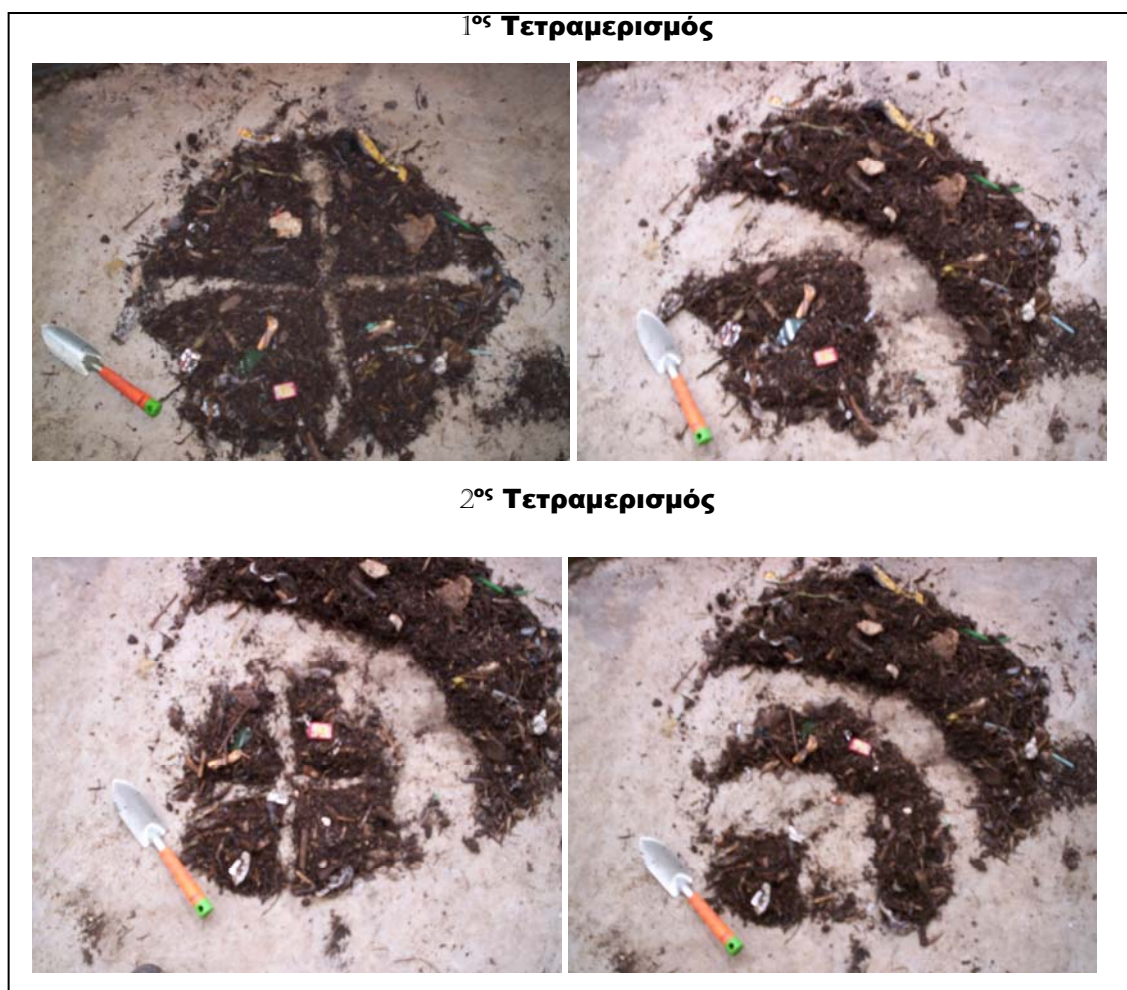
3^ο βήμα: Τετραμερισμός δείγματος για την λήψη αντιπροσωπευτικής ποσότητας δείγματος προς ανάλυση.

Κατά τον τετραμερισμό το σύνθετο δείγμα τοποθετείται με τη μορφή κύκλου πάνω σε επιφάνεια που δεν αντιδρά με το υλικό. Στη συνέχεια χωρίζεται σε τέσσερα τεταρτημόρια από τα οποία λαμβάνεται τυχαία το ένα. Το καινούριο δείγμα υφίστανται ξανά τετραμερισμό. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να ληφθεί η απαιτούμενη προς ανάλυση ποσότητα δείγματος (Μέση ποσότητα δειγμάτων ιλύος για την ανάλυση των οργανικών ενώσεων LAS, NPE και PAHs : ~200gr (± 10 gr)).

Εικόνα 9: Τετραμερισμός σε σύνθετο δείγμα – Σωροί SDN-SDA



Εικόνα 10: Τετραμερισμός σε σύνθετο δείγμα- Σωροί SCa-SCb



2.5.2 Δειγματοληψία Υγρών Δειγμάτων

Για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των εξεταζόμενων οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs στα αστικά λύματα του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες εργασίες:

Καθορισμός σημείων δειγματοληψίας

Τα σημεία από τα οποία πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες στον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων είναι:

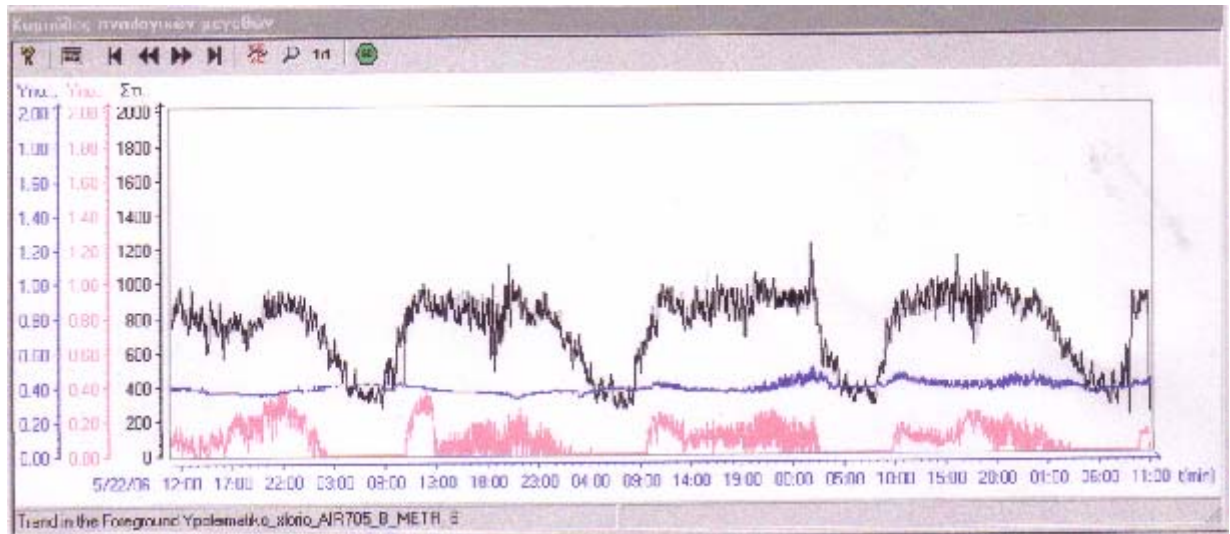
- Είσοδος Βιολογικού
- Έξοδος Εξάμμωσης-Είσοδος Πρωτοβάθμιας Καθίζησης
- Έξοδος Πρωτοβάθμιας Καθίζηση- Είσοδος Βιολογικής Επεξεργασίας
- Δεξαμενή Μερισμού Ροής προς της Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης
- Έξοδος Εγκατάστασης (πριν τη χλωρίωση)
- (Έξοδος εξάμμωσης-λήψη δείγματος άμμου)

Προσδιορισμός αριθμού στιγμιαίων δειγμάτων ανά σημείο δειγματοληψίας

Για τον καθορισμό των χρονικών στιγμών λήψης των στιγμιαίων δειγμάτων, ανά σημείο δειγματοληψίας, και των αναλογιών συμμετοχής τους στο σύνθετο δείγμα χρησιμοποιήθηκε το Ροόγραμμα 1. Στο εν λόγω ροογράμμα δίνεται η στιγμιαία παροχή εισόδου των υγρών λυμάτων στον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων κατά τη διάρκεια της ημέρας (γραφική παράσταση μαύρου χρώματος).

Το Ροόγραμμα 1 λήφθηκε λίγες μέρες πριν τη δειγματοληψία έτσι ώστε ο προσδιορισμός των ποσοτήτων των στιγμιαίων δειγμάτων να είναι αντιπροσωπευτικός της στιγμιαίας παροχής κατά την ημέρα της δειγματοληψίας.

Ροόγραμμα 1: Παροχή εισόδου Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων για τις 22-23/05/06



Άξονας x: χρόνος σε min

Άξονας y μαύρο χρώμα: Στιγμιαία ποσότητα εισερχόμενων λυμάτων σε m^3

Ο άξονας y για τις γραφικές παραστάσεις με ροζ και μπλε χρώμα δε λαμβάνεται υπόψη

Από το Ροόγραμμα 1 παρατηρούμε ότι η ελάχιστη στιγμιαία παροχή εισόδου υγρών λυμάτων στον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων σημειώνεται κατά τις 7:00 με 8:00 το πρωί ($\sim 400m^3$). Στη συνέχεια σημειώνεται αύξηση της παροχής μέχρι τις 12:00 το μεσημέρι όπου λαμβάνει μια μέγιστη τιμή ($900-1000m^3$), που διατηρείται σχεδόν σταθερή μέχρι τις 19:00 με 20:00 το βράδυ. Μετά τις 20:00 έχουμε βαθμιαία πτώση της στιγμιαίας παροχής εισόδου.

Στο πείραμα καθορίστηκε η λήψη 5 στιγμιαίων δειγμάτων για κάθε σημείο δειγματοληψίας. Η λήψη των στιγμιαίων δειγμάτων προγραμματίστηκε στο χρονικό διάστημα μεταξύ 7:00 και 20:00, ώρες κατά τις οποίες επιτρέπεται η είσοδος και εργασία στο χώρο του Βιολογικού Καθαρισμού.

Ακολουθώς δίνεται το πρόγραμμα δειγματοληψιών ανά σημείο δειγματοληψίας.

Πρόγραμμα Δειγματοληψιών Ανά Σημείο Δειγματοληψίας

- 1^η Δειγματοληψία: 8:00 (όπου παρατηρείται η ελάχιστη στιγμιαία παροχή εισόδου)
2^η Δειγματοληψία: 10:30 (όπου παρατηρείται σταδιακή αύξηση της στιγμιαίας παροχής εισόδου – από τις 8:00 μέχρι τις 12:00)
3^η Δειγματοληψία: 14:30 (όπου σημειώνεται αυξημένη στιγμιαία παροχή εισόδου)
4^η Δειγματοληψία: 17:30 (όπου σημειώνεται αυξημένη στιγμιαία παροχή εισόδου)
5^η Δειγματοληψία: 20:00 (όπου ελαττώνεται βαθμιαία η στιγμιαία παροχή εισόδου)

Σημείωση 4: Η απόφαση λήψης 2 δειγμάτων κατά τη χρονική διάρκεια που στην είσοδο σημειώνεται μέγιστη στιγμιαία παροχή στηρίζεται στην διατήρηση της υψηλής τιμής της μέγιστης παροχής για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (12:00 έως 19:00), μέσα στο χρονικό διάστημα που λαμβάνουν χώρα οι δειγματοληψίες (7:00-20:00).

Επιπλέον, με βάση το Πρόγραμμα 1 καθορίστηκε η αναλογία ανάμιξης των στιγμιαίων δειγμάτων - λήψη τυχαίων δειγμάτων σε ποσότητες ανάλογες τις στιγμιαίας παροχής εισόδου. Για κάθε σημείο δειγματοληψίας οι ποσότητες συμμετοχής των 5 στιγμιαίων δειγμάτων στο σύνθετο δείγμα καθορίστηκαν ως εξής:

Δείγμα των 8:00: 350ml

Δείγμα των 10:30: 350ml

Δείγμα των 14:30: 500ml

Δείγμα των 17:30: 500ml

Δείγμα των 20:00: 400ml

Λήψη τυχαίων δειγμάτων

Στις 26/05/06 πραγματοποιήθηκε λήψη στιγμιαίων δειγμάτων βάση των προγραμματισμένων εργασιών. Τα στιγμιαία δείγματα συλλέχθηκαν σε γυάλινα μπουκάλια με βιδωτό καπάκι από PTFE και αποθηκεύτηκαν προσωρινά σε φορητό ψυγείο σε θερμοκρασία <4°C.

Δημιουργία σύνθετων δειγμάτων

Για τη δημιουργία σύνθετων δειγμάτων ανά σημείο δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε πολύ καλή ανάμιξη των στιγμιαίων δειγμάτων στις αναλογίες που καθορίστηκαν στις προγραμματισμένες εργασίες. Τελικά, για κάθε σημείο δειγματοληψίας προέκυψε ένα σύνθετο δείγμα 1.5l που στάλθηκε προς ανάλυση σε δοχεία του 1l και των 0.5l, σε θερμοκρασία $<4^{\circ}\text{C}$.

2.5.3 Προφυλάξεις Κατά τη Δειγματοληψία

Το άτομο που είναι επιφορτισμένο με τη διαδικασία της δειγματοληψίας από τους σωρούς ιλύος και κομπόστ θα πρέπει να παίρνει μέτρα προφύλαξης για να αποφευχθεί η έκθεσή του στους παθογόνους μικροοργανισμούς που περιέχονται στους σωρούς. Απαραίτητη είναι η χρήση γαντιών, προστατευτικής μάσκας και ρουχισμού όταν πραγματοποιείται διαχείριση ή δειγματοληψία των σωρών (www.wayne-health.org).

2.6 Συλλογή Δειγμάτων

Τα δείγματα που λαμβάνονται κατά τη δειγματοληψία συλλέγονται σε διαφορετικά μέσα ανάλογα με τις αναλύσεις που ακολουθούν.

Η συλλογή των στερεών δειγμάτων, που οδηγούνται για τον προσδιορισμό των εξεταζόμενων οργανικών ρύπων, πραγματοποιείται σε γυάλινα δοχεία με βιδωτό καπάκι από PTFE. Επιπλέον, η συλλογή πραγματοποιείται έτσι ώστε το δείγμα να καταλαμβάνει όλο το χώρο μέσα στο δοχείο περιορίζοντας έτσι την παρουσία αέρα που θα μπορούσε να αντιδράσει με τις οργανικές ενώσεις του δείγματος. Τα γυάλινα δοχεία περιβάλλονται με αλουμινόχαρτο ώστε να αποτραπεί η διέλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας από τα γυάλινα τοιχώματα.

Τα στερεά δείγματα που οδηγούνται για τον προσδιορισμό της υγρασίας και του pH συλλέγονται σε απλές πλαστικές σακούλες.

Τα υγρά δείγματα που αναλύονται ως προς τους περιεχόμενους οργανικούς ρύπους συλλέγονται σε γυάλινα δοχεία με καπάκι από PTFE.

2.7 Μεταφορά και Αποθήκευση Δειγμάτων

Για όλα τα δείγματα των οποίων οι αναλύσεις δεν πραγματοποιούνται εντός 2 ωρών από τη στιγμή της δειγματοληψίας απαιτείται η μεταφορά και η αποθήκευση τους σε θερμοκρασία $<4^{\circ}\text{C}$. Για αναλύσεις δειγμάτων που ξεπερνούν το διάστημα των 7 ημερών απαιτείται η προσθήκη συντηρητικών (Standard Method 20th Edition for Water, Wastewater).

Για τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο του Εργοστασίου Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης τα δείγματα διατηρήθηκαν σε θερμοκρασία $<4^{\circ}\text{C}$ σε ψυγείο του εργαστηρίου. Για τη μεταφορά δειγμάτων που αναλύθηκαν στο εξωτερικό χρησιμοποιήθηκαν παγοκύστες και συσκευασίες με μονωτικά υλικά. Η διάρκεια μεταφοράς των δειγμάτων δεν ξεπέρασε τις 2 μέρες.

2.8 Κωδικοποίηση Δειγμάτων

Κάθε δείγμα προς ανάλυση φέρει ετικέτα με κωδική ονομασία ανά θέση δειγματοληψίας, ημερομηνία λήψης και ανάλυσης του δείγματος.

Για τα στερεά δείγμα από τον σωρό SDN χρησιμοποιήθηκαν κωδικοί της μορφής xySDN όπου το x παίρνει τιμές από 0 έως 9 και το y παίρνει τιμές από 1 έως 9.

Παράδειγμα: Το πρώτο δείγμα που λήφθηκε από τον σωρό SDN έχει κωδικό 01SDN ($x=0, y=1$).

Για τα στερεά δείγμα από τον σωρό SDA χρησιμοποιήθηκαν κωδικοί της μορφής xySDA όπου το x παίρνει τιμές από 0 έως 9 και το y παίρνει τιμές από 1 έως 9.

Παράδειγμα: Το πρώτο δείγμα που λήφθηκε από τον σωρό SDA έχει κωδικό 01SDA ($x=0, y=1$).

Για τα στερεά δείγμα από τον σωρό SCa χρησιμοποιήθηκαν κωδικοί της μορφής xySCa όπου το x παίρνει τιμές από 0 έως 9 και το y παίρνει τιμές από 1 έως 9.

Παράδειγμα: Το πρώτο δείγμα που λήφθηκε από τον σωρό SCa έχει κωδικό 01SCa ($x=0, y=1$).

Για τα στερεά δείγμα από τον σωρό SCb χρησιμοποιήθηκαν κωδικοί της μορφής xySCb όπου το x παίρνει τιμές από 0 έως 9 και το y παίρνει τιμές από 1 έως 9.

Παράδειγμα: Το πρώτο δείγμα που λήφθηκε από τον σωρό SCb έχει κωδικό 01SCb ($x=0, y=1$).

Για τα σύνθετα υγρά δείγματα που λήφθηκαν από τον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων χρησιμοποιήθηκαν κωδικοί της μορφής 0yMW όπου το y παίρνει τιμές από 1 έως 5.

Συγκεκριμένα:

01MW: Σύνθετο δείγμα υγρών λυμάτων από την είσοδο του Βιολογικού Καθαρισμού.

02MW: Σύνθετο δείγμα υγρών λυμάτων από την έξοδο της δεξαμενής εξάμωσης.

03MW: Σύνθετο δείγμα υγρών λυμάτων από την έξοδο της Δεξαμενής Πρωτοβάθμιας Καθίζησης.

04MW: Σύνθετο δείγμα υγρών λυμάτων από τον μεριστή ροής πριν την είσοδο των λυμάτων στις Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης.

05MW: Σύνθετο δείγμα υγρών λυμάτων στην έξοδο του Βιολογικού Καθαρισμού πριν τη χλωρίωση.

Επιπλέον:

Στο μοναδικό στιγμιαίο δείγμα άμμου που λήφθηκε από το τμήμα της εξάμωσης δόθηκε ο κωδικός 01SAH.

Στον Πίνακα 54 δίνονται οι κωδικοί των δειγμάτων ανά σημείο δειγματοληψίας.

Πίνακας 54: Κωδικοί δειγμάτων με βάση την προέλευση τους

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
xySDN, (x=0...9, y=1...9)	Δείγματα σωρού SDN
xySDA, (x=0...9, y=1...9)	Δείγματα σωρού SDA
xySCa, (x=0...9, y=1...9)	Δείγματα σωρού SCa
xySCb, (x=0...9, y=1...9)	Δείγματα σωρού SCb
01MW	Δείγμα από την είσοδο του Βιολογικού Καθαρισμού
02MW	Δείγμα από την έξοδο της Εξάμμωσης
03MW	Δείγμα από την έξοδο της 1 ^ο Βάθμιας Καθίζησης
04MW	Δείγμα στην είσοδο της 2 ^ο Βάθμιας Καθίζησης
05MW	Δείγμα στην έξοδο του Βιολογικού Καθαρισμού
01SHA	Δείγμα άμμου από την εξάμμωση

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

3.1 Μέτρηση Θερμοκρασίας

Για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας στους σωρούς SDN, SDA, SCa και SCb χρησιμοποιήθηκε φορητό ψηφιακό θερμόμετρο, με μεταλλική ακίδα μήκους 50cm της εταιρείας Greisinger Electronic GmbH (Κωδικός GMH 1150) (βλ. Εικόνα 11). Το εν λόγω θερμόμετρο έχει δυνατότητα μέτρησης θερμοκρασιών από -50 έως +1150°C, και ακρίβεια $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Το θερμόμετρο προσδιορίζει τη μέση τιμή των θερμοκρασιών που αναπτύσσονται κατά μήκος της μεταλλικής ακίδας.

Εικόνα 11: Ψηφιακό θερμόμετρο GMH 1150



Η μέση θερμοκρασία κάθε σωρού προέκυψε προσδιορίζοντας τη μέση θερμοκρασία στη βάση (κατά πλάτος), στη μέση (κατά πλάτος) και στην κορυφή (κατά πλάτος και καθ' ύψος) του σωρού.

3.2 Προσδιορισμός Υγρασίας

Ο προσδιορισμός της σχετικής υγρασία στα στερεά δείγματα πραγματοποιήθηκε με βάση τις οδηγίες **EPA SW846 – Test Method 150.1**

- Το δείγμα προς ανάλυση ζυγίζεται σε ζυγό ακριβείας (m_0)
- Στη συνέχεια τοποθετείται σε επωαστικό κλίβανο στους $103 \pm 5^\circ\text{C}$ για 24 ώρες.
- Το αφυγραμένο δείγμα επαναζυγίζεται (m_1)
- Η σχετική υγρασία υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Σχετική Υγρασία} = (m_0 - m_1)/m_0$$

όπου m_0 και m_1 αναφέρονται σε καθαρό βάρος του δείγματος.

3.3 Προσδιορισμός Πτητικών Στερεών

Για τον προσδιορισμό των περιεχόμενων πτητικών στερεών στα στερεά δείγματα χρησιμοποιήθηκαν οι οδηγίες EPA SW846 – Test Method 160.4.

- Υπόλειμμα του δείγματος προσδιορισμού της σχετικής υγρασίας ζυγίζεται σε ζυγό ακριβείας (m_2).
- Στη συνέχεια το υπόλειμμα τοποθετείται για 20 min σε κλίβανο καύσης που έχει προθερμαθεί στους 550°C .
- Το υπόλειμμα της καύσης επαναζυγίζεται (m_3)

- Τα πτητικά στερεά υπολογίζεται από τον τύπο:

$$VS = (m_2 - m_3)/m_2$$

όπου m_2 και m_3 αναφέρονται σε καθαρό βάρος του δείγματος.

3.4 Προσδιορισμός Οργανικού Άνθρακα

Ο προσδιορισμός του περιεχόμενου οργανικού άνθρακα των στερεών δειγμάτων πραγματοποιείται με βάση τις οδηγίες **EPA SW846 – Modified Test Method 160.4**

Ο οργανικός άνθρακας προσδιορίζεται με βάση τα πτητικά στερεά από τη σχέση:

$$C_{\text{organic}} = V.S./1.8$$

3.5 Προσδιορισμός pH

Ο προσδιορισμός του pH των στερεών δειγμάτων βασίστηκε στην οδηγία της **EPA 9040B**, του εγχειριδίου SW846 για τον έλεγχο των στερεών αποβλήτων.

- Στερεό δείγμα ζυγίζεται σε ζυγό ακριβείας
- Προστίθεται απιονισμένο νερό σε αναλογία 1:5
- Το διάλυμα τοποθετείται σε μηχανικό αναδευτήρα για περίπου 1 ώρα προκειμένου να αποκτήσει ομοιογενή χαρακτηριστικά
- Το διάλυμα αφήνεται να ηρεμήσει για 30min.
- Στη συνέχεια πραγματοποιείται μέτρηση του pH του διαλύματος με εργαστηριακό μετρητή PHA. Ταυτόχρονα προσδιορίζεται η θερμοκρασία του διαλύματος.

3.6 Προσδιορισμός Οργανικών Ενώσεων (LAS, NPE & PAHs)

Οι εν λόγω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο της εταιρείας CAU Analytik, βάση των ακόλουθων μεθόδων:

- PAH : με βάση την οδηγία EPA 8270
- LAS: με εκχύλιση και υγρή χρωματογραφία με φθορισμομετρικό ανιχνευτή (HPLC-FLD).
- NPE: με εκχύλιση και αέρια χρωματογραφία-Φασματομετρία μάζας (GC-MS)

Επίσης πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός των περιεχόμενων στερεών με βάση τη μέθοδο EN 12880.

- PAH: Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες που καθορίζονται στην οδηγία EPA 8270 περιλαμβάνουν τις ενώσεις:

Naphthalene

Acenaphthylene

Acenaphthene*

Fluorene*

Phenanthrene*

Anthracene

Fluorathene*

Pyrene*

Benzo[a]anthracene

Chrysene

Benzo[b]fluorathene*

Benzo[k]fluorathene*

Benzo[a]perene

Indeno[1.2.3-cd]pyrene*

Benzo[ghi]anthracene*

Dibenzo[ah]anthracene

Οι αρωματικές πολυκυκλικές ενώσεις που φέρουν αστερίσκο στα αριστερά τους είναι οι ενώσεις για τις οποίες έχει τεθεί όριο παρουσία τους σε ιλύς που διατίθεται απευθείας στη γεωργία (3^ο draft “Working Document on Sludge”).

Ωστόσο στο πείραμα εξετάσθηκε η συμπεριφορά του συνόλου των PAHs που προσδιορίσθηκαν εργαστηριακά προκειμένου να αποκτηθεί ολοκληρωμένη εικόνα της ικανότητας βιοαποδόμησής τους.

- LAS: Στη μέθοδο HPLC-FLD προσδιορίζεται το άθροισμα όλων των linear alkylbenzensulfonates. Στο πείραμα μελετήθηκε η συμπεριφορά του συνόλου των LAS.
- NPE: Στη μέθοδο GC-MS προσδιορίζονται οι ενώσεις 4-Nonylphenol και Nonyphenolethoxylate (NPEO).

Στα όρια που θέτει το 3^ο Draft “Working Document on Sludge” για τις οργανικές ενώσεις NPE περιλαμβάνονται οι ενώσεις nonylphenol και nonyphenolethoxylates με 1 ή 2 ethoxy ομάδες.

Στο πείραμα μελετήθηκε η ικανότητα βιοαποδόμησης του αθροίσματος των 4-Nonylphenol και Nonyphenolethoxylate (NPEO).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Στην Ενότητα 4 δίδονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στα προγραμματισμένα δείγματα (βλ. Ενότητα 2, Μέρος Γ). Οι αναλύσεις παρουσιάζονται με τη μορφή Πινάκων και ακολούθως απεικονίζονται σε Γραφικές Παραστάσεις. Στις περισσότερες Γραφικές Παραστάσεις, δίνονται με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος Excel, μαθηματικές εξισώσεις που δηλώνουν τη σχέση που συνδέει τον άξονα x με τον άξονα y. Για κάθε μετρούμενη παράμετρο πραγματοποιείται σχολιασμός της συμπεριφοράς που εκδήλωσε κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, σε κάθε δείγμα χωριστά.

4.1 Σωρός SDN

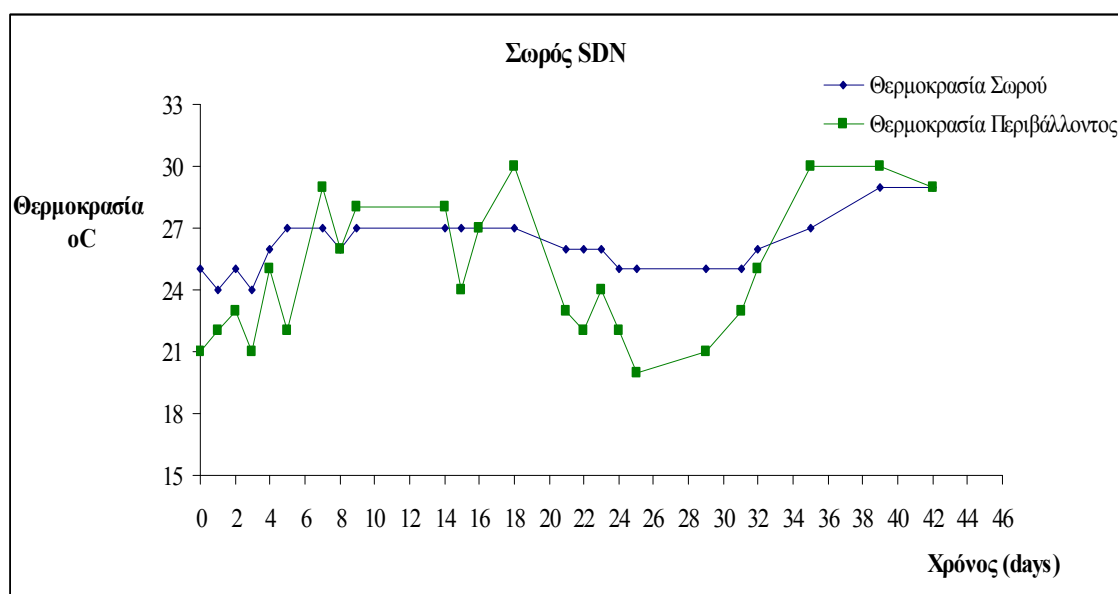
4.1.1 Αποτελέσματα Μέτρησης Θερμοκρασίας

Στον Πίνακα 55 δίδονται οι μετρήσεις της θερμοκρασίας στη μάζα του σωρού SDN, οι ημερομηνίες λήψης των θερμοκρασιών και η αντίστοιχη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Πίνακας 55: Θερμοκρασία σωρού SDN και θερμοκρασία περιβάλλοντος

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Θερμοκρασία Σωρού (°C)	Θερμοκρασία Περιβάλλοντος(°C)
15/05/06	0	25	21
16/05/06	1	24	22
17/05/06	2	25	23
18/05/06	3	24	21
19/05/06	4	26	25
20/05/06	5	27	22
22/05/06	7	27	29
23/05/06	8	26	26
24/05/06	9	27	28
29/05/06	14	27	28
30/05/06	15	27	24
31/05/06	16	27	27
02/06/06	18	27	30
05/06/06	21	26	23
06/06/06	22	26	22
07/06/06	23	26	24
08/06/06	24	25	22
09/06/06	25	25	20
13/06/06	29	25	21
15/06/06	31	25	23
16/06/06	32	26	25
19/06/06	35	27	30
23/06/06	39	29	30
26/06/06	42	29	29

Γραφική Παράσταση 1: Μεταβολή θερμοκρασίας σωρού SDN



Τα αποτελέσματα μέτρησης της θερμοκρασίας στη μάζα του σωρού SDN δείχνουν ότι η θερμοκρασία του σωρού SDN για το διάστημα των 6 εβδομάδων αποθήκευσης δεν παρουσίασε αξιόλογη μεταβολή (βλ. Πίνακα 55 & Γραφική Παράσταση 1). Το μόνο που μπορεί να σημειωθεί είναι ότι αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος οδήγησε σε μικρή άνοδο της θερμοκρασίας εντός του σωρού κατά 1-2°C. Επιπλέον, πτώση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος συντέλεσε στην μείωση της θερμοκρασίας του σωρού στην αρχική της τιμή (25°C).

Η θερμοκρασία του σωρού SDN κυμάνθηκε από 24 έως 29°C με μέση τιμή τους 26°C (mean average) και συχνότερα εμφανιζόμενη θερμοκρασία τους 27°C (mode). Παράλληλα, η θερμοκρασία περιβάλλοντος κυμάνθηκε από 20 έως 30°C, με μέση τιμή τους 25°C, και συχνότερα επικρατούσα θερμοκρασία τους 22°C.

Γενικά ο σωρός SDN διατήρησε μια μέση θερμοκρασία 27°C τις μέρες που η θερμοκρασία περιβάλλοντος σημείωσε μέση τιμή 26°C, έπεσε κατά 1°C όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος έπεσε τους 20°C και έφτασε μέχρι τους 29°C για τις μέρες που η θερμοκρασία περιβάλλοντος διατηρήθηκε στους 30°C, για χρονικό διάστημα μίας εβδομάδας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τις τελευταίες εβδομάδες λόγω μείωσης της μάζα του σωρού SDN (αφαίρεση μάζας λόγω δειγματοληψιών- βλ. Ενότητες 2.4.1 & 2.5.1, Μέρος Γ) η μεταβολή της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του σωρού μπορεί να θεωρηθεί πιο ευαίσθητη στη μεταβολή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Επιπλέον, αξιόλογη παρατήρηση είναι ότι η θερμοκρασία του σωρού δεν μεταβλήθηκε σε επίπεδα που να μαρτυρούν ανάπτυξη σημαντικής μικροβιακής δραστηριότητας εντός του σωρού.

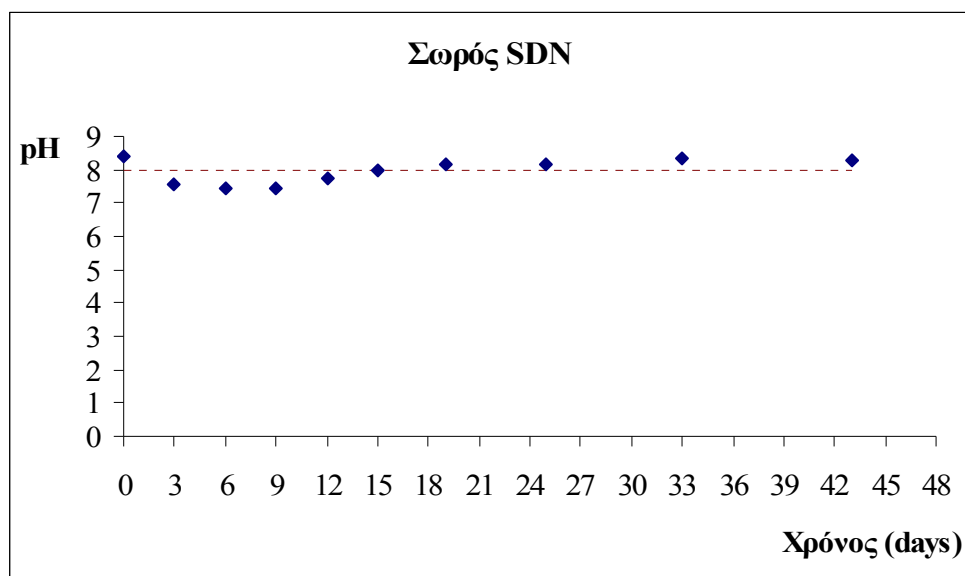
4.1.2 Αποτελέσματα προσδιορισμού pH

Στον Πίνακα 56 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού του pH στη μάζα του σωρού SDN. Επιπλέον δίνεται η θερμοκρασία του διαλύματος που σημειώθηκε τη στιγμή μέτρησης του pH.

Πίνακας 56: Μεταβολή του pH στη μάζα του σωρού SDN

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	pH
15/05/06	0	8.41
17/05/06	3	7.59
20/05/06	6	7.47
23/05/06	9	7.44
26/05/06	12	7.73
29/05/06	15	8.00
02/06/06	19	8.17
08/06/06	25	8.17
16/06/06	33	8.31
26/06/06	43	8.28

Γραφική Παράσταση 2: Μεταβολή του pH στη μάζα του σωρού SDN



Από τη Γραφική Παράσταση 2 παρατηρείται ότι το pH στη μάζα του σωρού SDN διατηρήθηκε σχεδόν σταθερό, διαμορφώνοντας τιμή κοντά στο 8 κατά τη διάρκεια των 6 εβδομάδων αποθήκευσης.

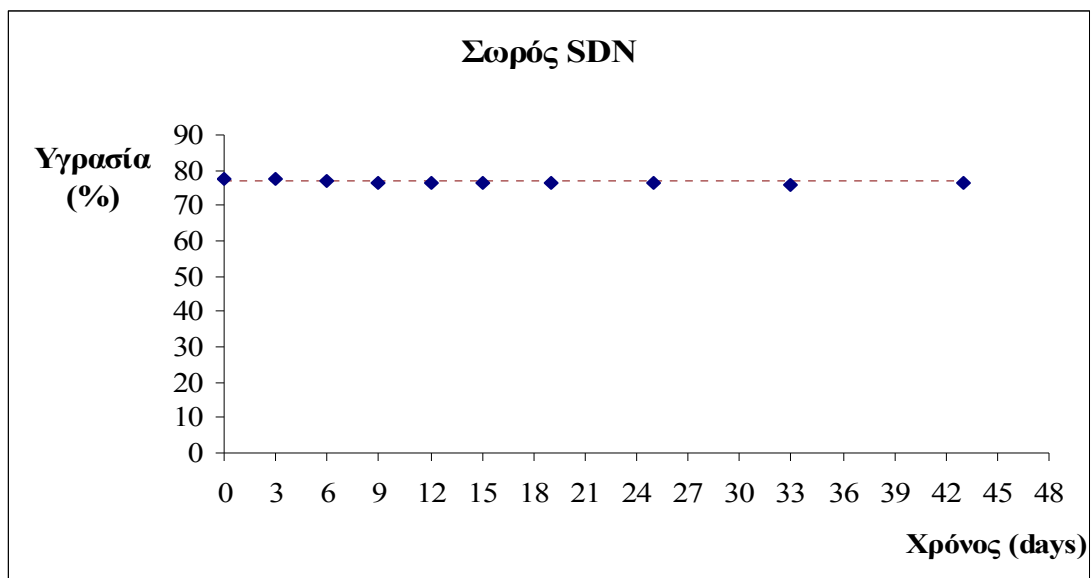
4.1.3 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Υγρασίας

Στον Πίνακα 57 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού της υγρασίας στη μάζα του σωρού SDN, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 3.

Πίνακας 57: Μεταβολή της υγρασίας στη μάζα του σωρού SDN

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Υγρασία (%)
15/05/06	0	77.43
17/05/06	3	77.60
20/05/06	6	76.97
23/05/06	9	76.36
26/05/06	12	76.38
29/05/06	15	76.69
02/06/06	19	76.40
08/06/06	25	76.46
16/06/06	33	76.04
26/06/06	43	76.66

Γραφική Παράσταση 3: Μεταβολή της υγρασίας στη μάζα του σωρού SDN



Η υγρασία του σωρού SDN παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη διατηρώντας μέση τιμή 76.7%. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι δεν υπήρξε ροή ατμοσφαιρικού αέρα στο εσωτερικό του σωρού ή αντίστροφα. Η ροή ατμοσφαιρικού αέρα στη μάζα του σωρού θα οδηγούσε στην εξάτμιση ενός ποσοστού της υγρασία από τη μάζα του σωρού SDN. Επομένως, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι κατά την πειραματική

διαδικασία μπορέσαμε να διατηρήσουμε αναερόβιες συνθήκες αποθήκευσης της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος και να μελετήσουμε τη συμπεριφορά των εξεταζόμενων οργανικών ρύπων υπό αυτές τις συνθήκες.

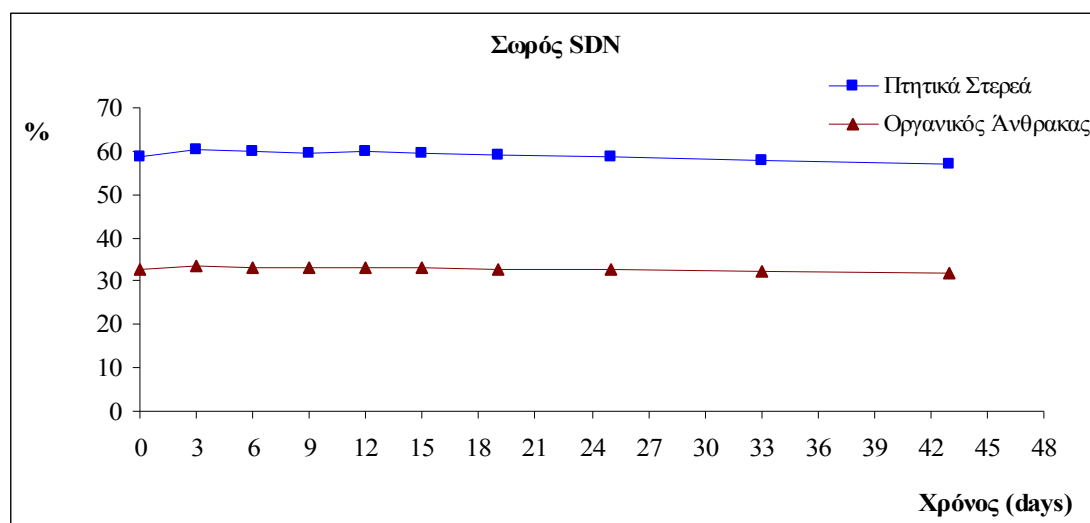
4.1.4 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Πτητικών Στερεών και Οργανικού Άνθρακα

Στον Πίνακα 58 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα του σωρού SDN, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 4.

Πίνακας 58: Μεταβολή των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα του σωρού SDN

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Πτητικά Στερεά (%)	Οργανικός Άνθρακας (%)
15/05/06	0	58.68	32.60
17/05/06	3	60.50	33.61
20/05/06	6	59.97	33.32
23/05/06	9	59.47	33.04
26/05/06	12	59.92	33.29
29/05/06	15	59.36	32.98
02/06/06	19	58.92	32.73
08/06/06	25	58.64	32.58
16/06/06	33	57.85	32.14
26/06/06	43	57.11	31.73

Γραφική Παράσταση 4: Μεταβολή των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα του σωρού SDN



Από τη Γραφική Παράσταση 4 φαίνεται ότι τα πτητικά στερεά και ο οργανικός άνθρακας παρέμειναν σταθερά γεγονός που αποδεικνύει ότι δεν υπήρξε αποδόμηση οργανικού φορτίου κατά τη διάρκεια των 6 εβδομάδων αποθήκευσης. Τα πτητικά στερεά διατηρήθηκαν κοντά στο 60% και ο οργανικός άνθρακας κοντά στο 33%.

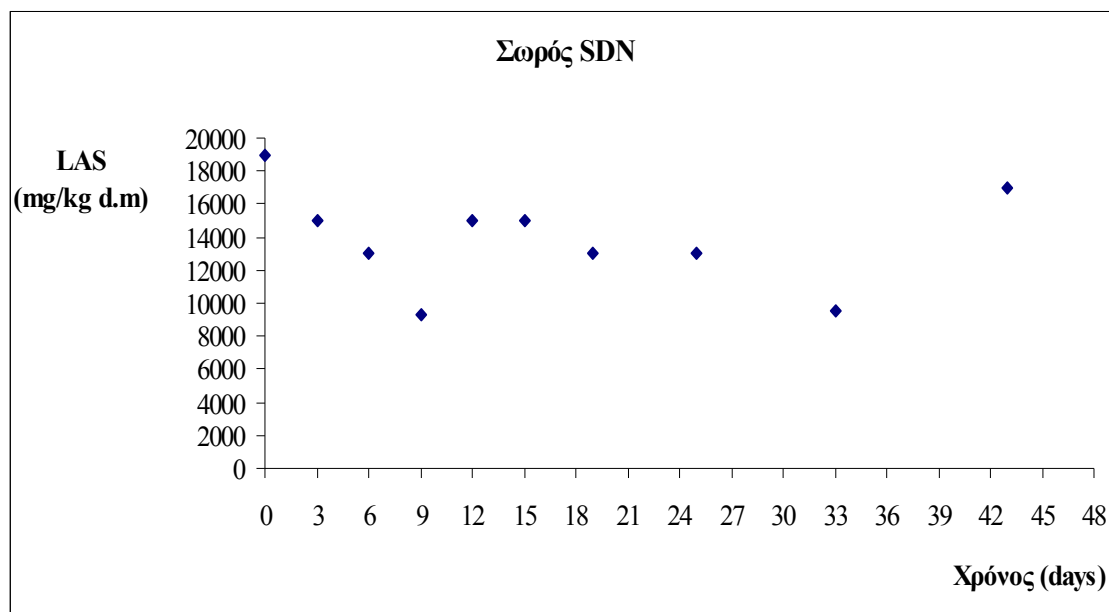
4.1.5 Αποτελέσματα Προσδιορισμού LAS

Στον Πίνακα 59 και την Γραφική Παράσταση 5 δίδονται οι συγκεντρώσεις των οργανικών ρύπων LAS που προσδιορίστηκαν στη μάζα του σωρού SDN.

Πίνακας 59: Μεταβολή LAS στη μάζα του σωρού SDN

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	LAS (mg/kg d.m)
15/05/06	0	19,000
17/05/06	3	15,000
20/05/06	6	13,000
23/05/06	9	9300
26/05/06	12	15,000
29/05/06	15	15,000
02/06/06	19	13,000
08/06/06	25	13,000
16/06/06	33	9500
26/06/06	43	17,000

Γραφική Παράσταση 5: Μεταβολή της συγκέντρωσης των LAS στη μάζα του σωρού SDN



Στην Γραφική Παράσταση 5 δίδονται, με τη μορφή σημείων, οι συγκεντρώσεις LAS που προσδιορίστηκαν σε κάθε δείγμα που λήφθηκε με δειγματολήπτη από τον σωρό SDN και που αναλύθηκε εργαστηριακά. Τα σημεία δεν ενώνονται με γραμμή καθώς δεν εμφανίζουν κάποια ιδιαίτερη σχέση μεταξύ τους. Το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι οι συγκεντρώσεις LAS στο σωρό SDN παρέμειναν σχεδόν σταθερές κατά τη διάρκεια των 6 εβδομάδων. Στο συμπέρασμα αυτό οδηγούν κυρίως η πρώτη και η τελευταία δειγματοληψία που έδωσαν παρόμοιας τάξης συγκεντρώσεις LAS στη μάζα του σωρού SDN (19,000 και 17,000mg/kg d.m αντιστοίχως). Η σημαντικότητα των δυο μετρήσεων έγκειται στη δυνατότητα πιο αντιπροσωπευτικής δειγματοληψίας απ' όλη τη μάζα του σωρού σε σχέση με τις υπόλοιπες μετρήσεις. Και στις δύο περιπτώσεις - αρχική και τελική δειγματοληψία- η λήψη δείγματος έγινε πραγματοποιώντας τομή στον σωρό και λαμβάνοντας δείγμα καθ' ύψος και κατά μήκος της τομής. Αντιθέτως, η λήψη δειγμάτων στις ενδιάμεσες δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δειγματολήπτη όπως περιγράφηκε στην Ενότητα 2.4.1, Μέρος Γ, με συνέπεια τα δείγματα να μη μπορούν να χαρακτηρισθούν ως 100% αντιπροσωπευτικά. Ωστόσο, τα περισσότερα ενδιάμεσα δείγματα, με εξαίρεση τα δείγματα που ελήφθησαν την 9^η και 33^η ημέρα αποθήκευσης, έδωσαν υψηλές τιμές LAS (13,000-15,000mg/kg d.m) πολύ κοντά στην αρχική τιμή (19,000mg/kg d.m).

Το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι η συγκέντρωση των LAS κάτω από τις αναερόβιες συνθήκες, που προσπαθήσαμε να διατηρήσουμε στον σωρό SDN, δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή και παρέμεινε σχεδόν σταθερή.

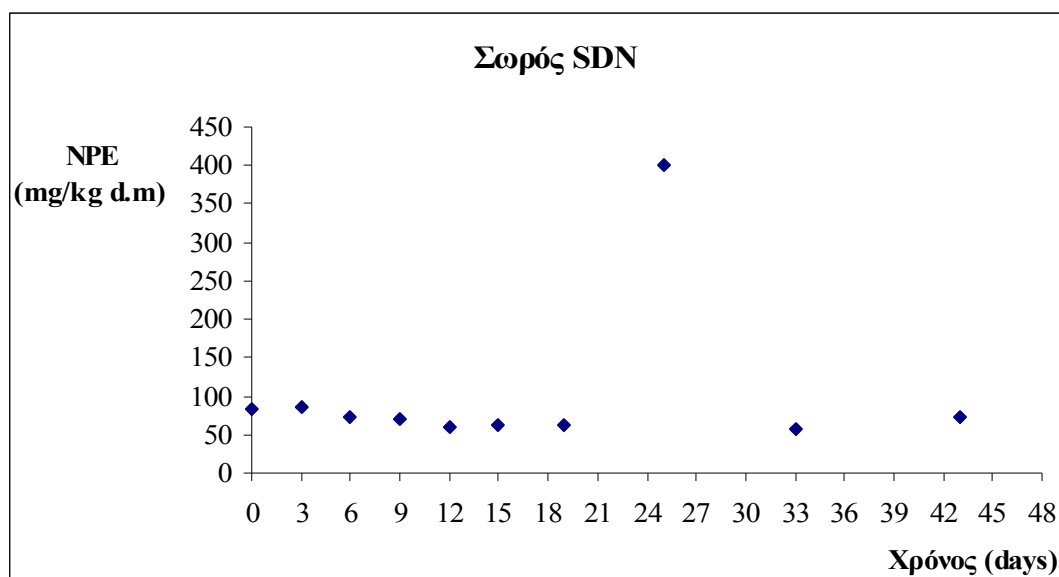
4.1.6 Αποτελέσματα Προσδιορισμού NPE

Στον Πίνακα 60 και στην Γραφική Παράσταση 6 δίδονται οι συγκεντρώσεις των οργανικών ρύπων NPE που προσδιορίστηκαν στη μάζα του σωρού SDN.

Πίνακας 60: Μεταβολή της συγκέντρωσης των NPE στη μάζα του σωρού SDN

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	NPE (mg/kg d.m)
15/05/06	0	83.0
17/05/06	3	86.0
20/05/06	6	72.0
23/05/06	9	70.0
26/05/06	12	59.0
29/05/06	15	63.1
02/06/06	19	62.0
08/06/06	25	400.0
16/06/06	33	57.0
26/06/06	43	73.0

Γραφική Παράσταση 6: Μεταβολή της συγκέντρωσης των NPE στη μάζα του σωρού SDN



Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 60 γίνεται αντιληπτό ότι κατά την 25^η ημέρα δειγματοληψιών προσδιορίστηκε μια πολύ υψηλή συγκέντρωση NPE, που ενδεχομένως να πρέπει να εξαιρεθεί. Γενικά όμως καθ' όλο το διάστημα των 6 εβδομάδων η συγκέντρωση NPE διατηρήθηκε σε ένα σταθερό εύρος τιμών μεταξύ 60-80mg/kg d.m χωρίς να παρουσιάζεται τάση μείωσης ή αύξησης.

4.1.7 Αποτελέσματα Προσδιορισμού PAHs

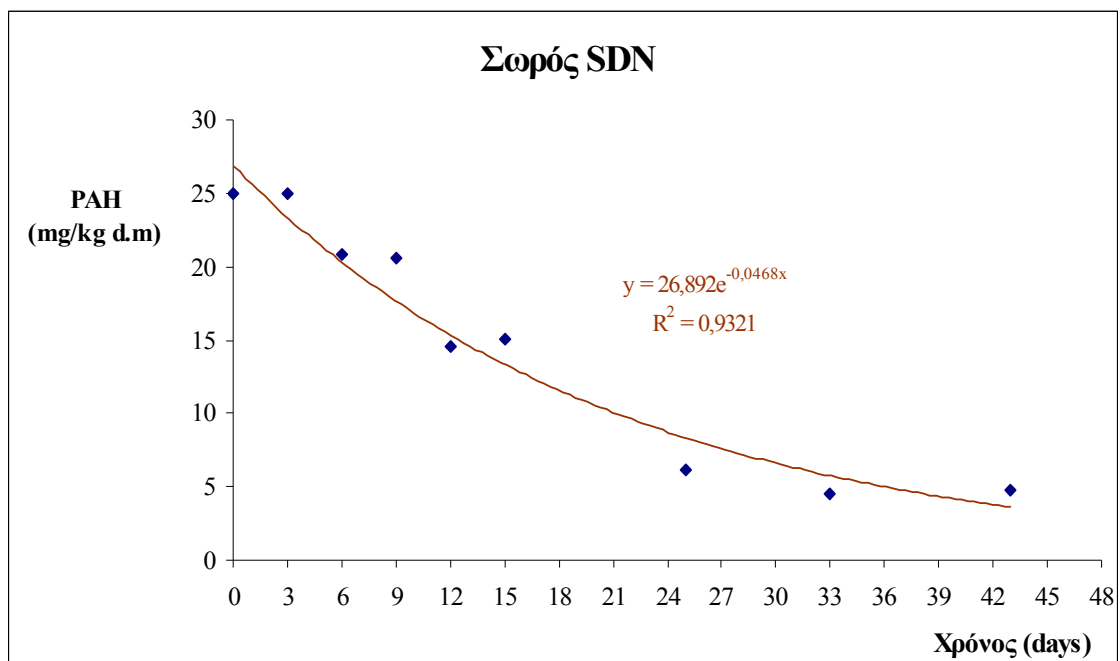
Στον Πίνακα 61 και την Γραφική Παράσταση 7 δίδονται οι συγκεντρώσεις των οργανικών ρύπων PAHs που προσδιορίστηκαν στη μάζα του σωρού SDN.

Πίνακας 61: Μεταβολή της συγκέντρωσης των PAHs στη μάζα του σωρού SDN

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	PAHs (mg/kg d.m)
15/05/06	0	25.00
17/05/06	3	25.00
20/05/06	6	20.80
23/05/06	9	20.60
26/05/06	12	14.60
29/05/06	15	15.10
02/06/06	19	23.00
08/06/06	25	6.20
16/06/06	33	4.58
26/06/06	43	4.75

Στον Πίνακα 61 παρατηρούμε ότι την 19^η ημέρα η τιμή της συγκέντρωσης PAHs που προσδιορίστηκε είναι ιδιαίτερα υψηλή και δεν ακολουθεί τη γενική τάση μείωσης της συγκέντρωσης PAHs κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Η υψηλή συγκέντρωση μπορεί να δικαιολογηθεί με λάθος κατά τον προσδιορισμό ή μη αντιπροσωπευτική δειγματοληψία. Προκειμένου να δοθεί μια αντιπροσωπευτική περιγραφή της συμπεριφοράς των PAHs στη μάζα του σωρού SDN εξαιρούμε τη μέτρηση της 19^{ης} ημέρας. Κατά αυτό τον τρόπο προκύπτει η Γραφική Παράσταση 7.

Γραφική Παράσταση 7: Μεταβολή της συγκέντρωσης των PAHs στη μάζα του σωρού SDN



Από την Γραφική Παράσταση 7 παρατηρείται ότι τα PAHs αποδομούνται εκθετικά στη μάζα του σωρού SDN ακολουθώντας κινητική αντίδραση 1^{ης} τάξης για όλο το διάστημα των 6 εβδομάδων με σταθερά αντίδρασης ίση με $k = 0.0468 \text{ d}^{-1}$.

$$C_{\text{PAHs}}(t) = C_{\text{PAHs}}(0) \cdot e^{-0.0468 \cdot t} \quad R^2 = 0.9321 \quad \forall 0 \leq t \leq 43 \quad (\text{Σχέση 4.1})$$

Όπου:

$C_{\text{PAHs}}(t)$: Η συγκέντρωση PAHs τη χρονική στιγμή t , σε mg/kg d.m

$C_{\text{PAHs}}(0)$: Η αρχική συγκέντρωση PAHs, σε mg/kg d.m

t : Ο χρόνος σε ημέρες (days)

Ο χρόνος ημιζωής των PAHs στο σωρό SDN είναι:

$$t_{1/2} = \ln 2 / k \Rightarrow t_{1/2} = \ln 2 / (0.0468) \Rightarrow t_{1/2} \approx 15 \text{ d} \quad (\text{Σχέση 4.2})$$

Στο τέλος της 6^{ης} εβδομάδας η συγκέντρωση PAHs έχει μειωθεί σε ποσοστό 82% σε σχέση με την αρχική συγκέντρωση ενώ μετά την 25^η μέρα η συγκέντρωση PAHs βρίσκεται εντός των ορίων (6 mg/kg d.m) που θέτει το 3^ο draft “Working Document on Sludge” για τη διάθεση της ιλύος στη γεωργία.

Πληροφορία $\Rightarrow R^2$: Ονομάζεται συντελεστής προσδιορισμού και εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X . Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X .

4.2 Σωρός SDA

Στον Πίνακα 62 δίνεται το χρονοδιάγραμμα των πραγματοποιηθέντων αναδεύσεων/αερισμών στη μάζα του σωρού SDA κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Ωστόσο το πρόγραμμα των δειγματοληψιών παρέμεινε ίδιο με αυτό που προ-καθορίστηκε στην Ενότητα 2.3, Μέρος Γ.

Πίνακας 62: Χρονοδιάγραμμα ανάδευσης/ αερισμού σωρού SDA

Μάιος			Ιούνιος		
1	11	21	1	11	21
2	12	22	2	12	22
3	13	23	3	13	23
4	14	24	4	14	24
5	15	25	5	15	25
6	16	26	6	16	26
7	17	27	7	17	27
8	18	28	8	18	28
9	19	29	9	19	29
10	20	30	10	20	30
31					

-- Αερισμός σωρού SDA

Από τον Πίνακα 62 φαίνεται ότι ο αερισμός του σωρού SDA πραγματοποιήθηκε ανά 3 με 4 ημέρες. Συγκρίνοντας τους Πίνακες 52 και 62 προκύπτει ότι οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν τις ίδιες ημέρες με τις ημέρες που πραγματοποιήθηκε ο αερισμός του σωρού, για λόγους ευκολίας στη διαχείριση του σωρού.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δειγμάτων που λήφθηκαν βάση του προκαθορισμένου προγράμματος του Πίνακα 52 δίνονται στους Πίνακες και Γραφικές Παραστάσεις που ακολουθούν.

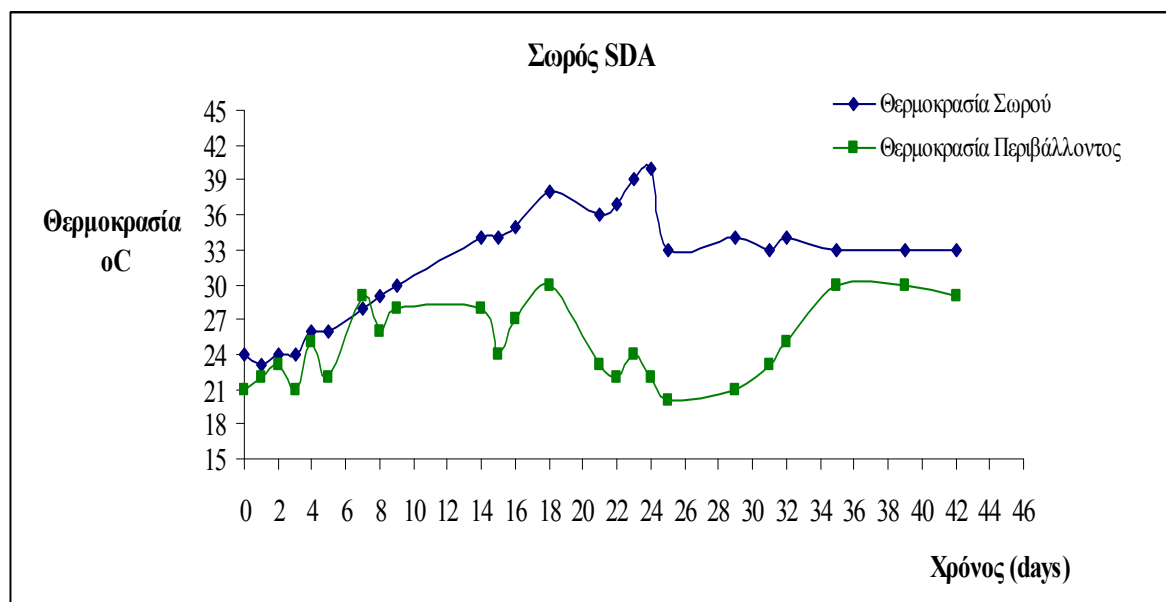
4.2.1 Αποτελέσματα Μέτρησης Θερμοκρασίας

Στον Πίνακα 63 δίδονται οι μετρήσεις της θερμοκρασίας στη μάζα του σωρού SDA, οι ημερομηνίες λήψης των θερμοκρασιών και η θερμοκρασία περιβάλλοντος τη στιγμή μέτρησης.

Πίνακας 63: Θερμοκρασία σωρού SDA και θερμοκρασία περιβάλλοντος

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Θερμοκρασία Σωρού (°C)	Θερμοκρασία Περιβάλλοντος(°C)
15/05/06	0	24	21
16/05/06	1	23	22
17/05/06	2	24	23
18/05/06	3	24	21
19/05/06	4	26	25
20/05/06	5	26	22
22/05/06	7	28	29
23/05/06	8	29	26
24/05/06	9	30	28
29/05/06	14	34	28
30/05/06	15	34	24
31/05/06	16	35	27
02/06/06	18	38	30
05/06/06	21	36	23
06/06/06	22	37	22
07/06/06	23	39	24
08/06/06	24	40	22
09/06/06	25	33	20
13/06/06	29	34	21
15/06/06	31	33	23
16/06/06	32	34	25
19/06/06	35	33	30
23/06/06	39	33	30
26/06/06	42	33	29

Γραφική Παράσταση 8: Μεταβολή θερμοκρασίας σωρού SDA



Στον σωρό SDA σημειώθηκαν θερμοκρασίες από 23 έως 40°C, με μέση τιμή 32°C (mean average) και συχνότερα επικρατούσα θερμοκρασία 33°C (mode). Ειδικότερα, τις πρώτες μέρες παρακολούθησης η θερμοκρασία στη μάζα του σωρού SDA διατηρήθηκε στους 24°C, κοντά στην θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στη συνέχεια καταγράφηκε σταδιακή αύξηση όπου σε διάστημα 24 ημερών η θερμοκρασία του σωρού SDA έφτασε από τους 24°C στους 40°C.

Για το χρονικό διάστημα των πρώτων 8 ημερών δίνεται η εντύπωση ότι η αύξηση της θερμοκρασίας του σωρού SDA ακολουθεί την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Ωστόσο η παρατήρηση αυτή δε φαίνεται να ισχύει τις επόμενες μέρες. Συγκεκριμένα μετά την 8^η ημέρα και για διάστημα μιας εβδομάδας, όπου η θερμοκρασία του περιβάλλοντος διατηρήθηκε σταθερή (28°C) και στη συνέχεια έπεσε αισθητά (20°C), δεν παρατηρήθηκε ανάλογη συμπεριφορά στο σωρό SDA. Αντιθέτως, την ίδια περίοδο, η θερμοκρασία του σωρού SDA συνέχισε την ανοδική της πορεία φτάνοντας τους 40°C (24^η ημέρα), σημειώνοντας διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ σωρού και περιβάλλοντος ίση με 18°C.

Βασικός παράγοντας για την αύξηση της θερμοκρασίας στο σωρό SDA είναι ο αερισμός που πραγματοποιήθηκε στο σωρό και που συντέλεσε στην πραγματοποίηση εξώθερμων αντιδράσεων στη μάζα του.

Μετά την 24^η ημέρα ο αερισμός και η χαμηλή, σε σχέση με τη θερμοκρασία του σωρού (40°C), θερμοκρασία περιβάλλοντος (22°C) οδήγησαν σε πτώση της θερμοκρασίας στη μάζα του σωρού (33°C). Η θερμοκρασία του σωρού SDA διατηρήθηκε στους 33°C για τις επόμενες ημέρες παρακολούθησης. Αν και οι εργασίες αερισμού συνεχίστηκαν, δεν παρατηρήθηκε εκ' νέου αύξηση της θερμοκρασίας. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι επιβραδύνθηκε η διαδικασία βιοαποδόμησης που ενδεχομένως να οφείλονται στο μικρό ύψος του σωρού.

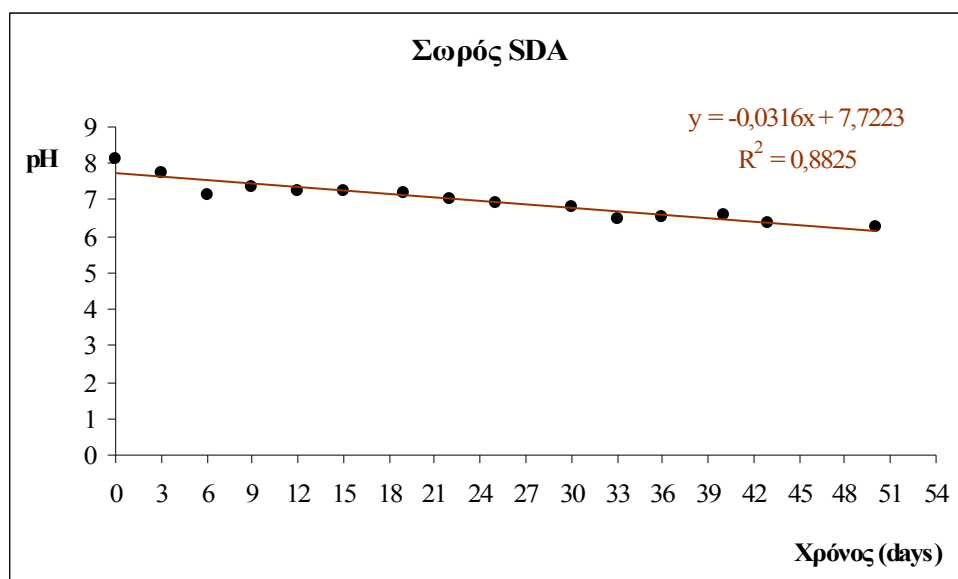
4.2.2 Αποτελέσματα Προσδιορισμού pH

Στον Πίνακα 64 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού του pH στη μάζα του σωρού SDA. Επιπλέον, δίδεται η θερμοκρασία του διαλύματος που σημειώθηκε τη στιγμή μέτρησης του pH.

Πίνακας 64: Μεταβολή του pH στη μάζα του σωρού SDA

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	pH	T (°C)
15/05/06	0	8.12	25.6
17/05/06	3	7.76	24.1
20/05/06	6	7.12	27.5
23/05/06	9	7.37	29.0
26/05/06	12	7.24	25.8
29/05/06	15	7.26	25.0
02/06/06	19	7.19	28.3
05/06/06	22	7.00	25.0
08/06/06	25	6.89	25.3
13/06/06	30	6.81	24.1
16/06/06	33	6.48	25.9
19/06/06	36	6.53	25.7
23/06/06	40	6.60	28.1
26/06/06	43	6.36	27.6
03/07/06	50	6.26	30.4

Γραφική Παράσταση 9: Μεταβολή του pH στη μάζα του σωρού SDA



Το pH στη μάζα του σωρού SDA παρουσίασε σταδιακή μείωση με αρχική τιμή 8.12 και τελική τιμή 6.26 σε διάστημα 6 εβδομάδων. Η εξίσωση ευθείας που δίνεται στη Γραφική Παράσταση 9 δεν είναι ιδιαίτερα αξιοποιήσιμη για την περιγραφή της μεταβολής του pH στη μάζα του σωρού SDA.

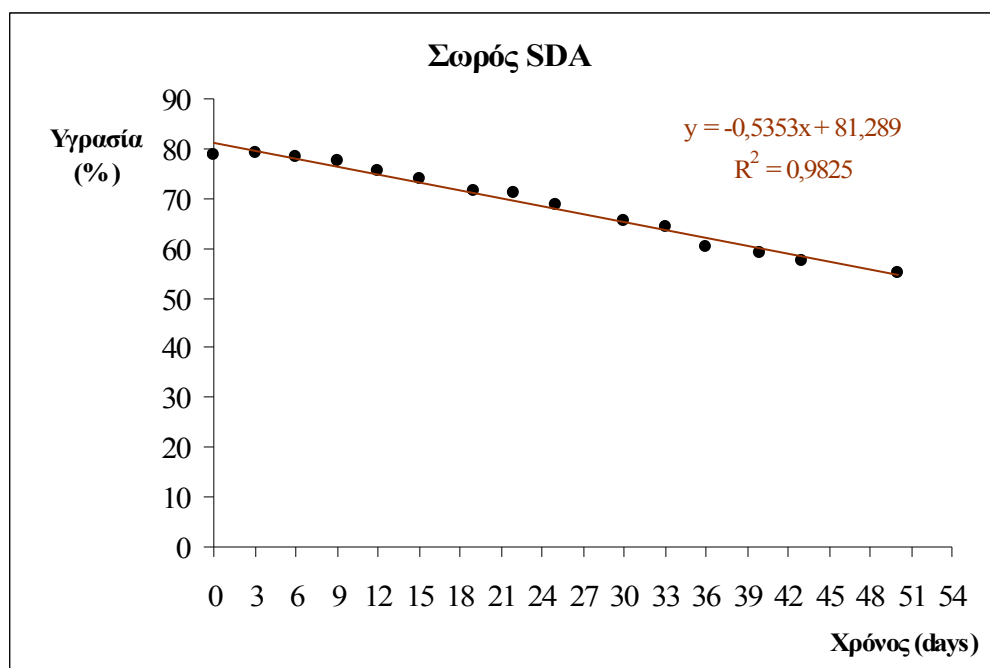
4.2.3 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Υγρασίας

Στον Πίνακα 65 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού της υγρασίας στη μάζα του σωρού SDA, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 10.

Πίνακας 65: Μεταβολή της υγρασίας στη μάζα του σωρού SDA

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Υγρασία (%)
15/05/06	0	78.66
17/05/06	3	79.05
20/05/06	6	78.32
23/05/06	9	77.52
26/05/06	12	75.68
29/05/06	15	74.08
02/06/06	19	71.56
05/06/06	22	71.00
08/06/06	25	68.57
13/06/06	30	65.48
16/06/06	33	64.09
19/06/06	36	60.45
23/06/06	40	59.04
26/06/06	43	57.35
03/07/06	50	54.89

Γραφική Παράσταση 10: Μεταβολή της υγρασίας στη μάζα του σωρού SDA



Από τη Γραφική Παράσταση 10 φαίνεται ότι η υγρασία στο σωρό SDA επηρεάστηκε σημαντικά από τον αερισμό παρουσιάζοντας σταδιακή μείωση στο διάστημα των 6 εβδομάδων. Ο αερισμός συντέλεσε στην απομάκρυνση υγρασίας από τη μάζα του σωρού σε ποσοστό μέχρι 24%. Επιπλέον, στη Γραφική Παράσταση 10 δίνεται ότι η μείωση της υγρασίας στο σωρό SDA είναι γραμμική και μπορεί να περιγραφεί από την ακόλουθη σχέση :

$$M(t) = -0.5353 \cdot t + M_o, R^2 = 0.9825 \quad \forall \quad 0 \leq t \leq 42 \quad (\text{Σχέση 4.3})$$

Όπου :

M_o : Η αρχική επί τις εκατό (%) υγρασία του σωρού SDA

$M(t)$: Η επί τις εκατό (%) υγρασία του σωρού SDA σε χρόνο t

t : Ο χρόνος σε ημέρες (days)

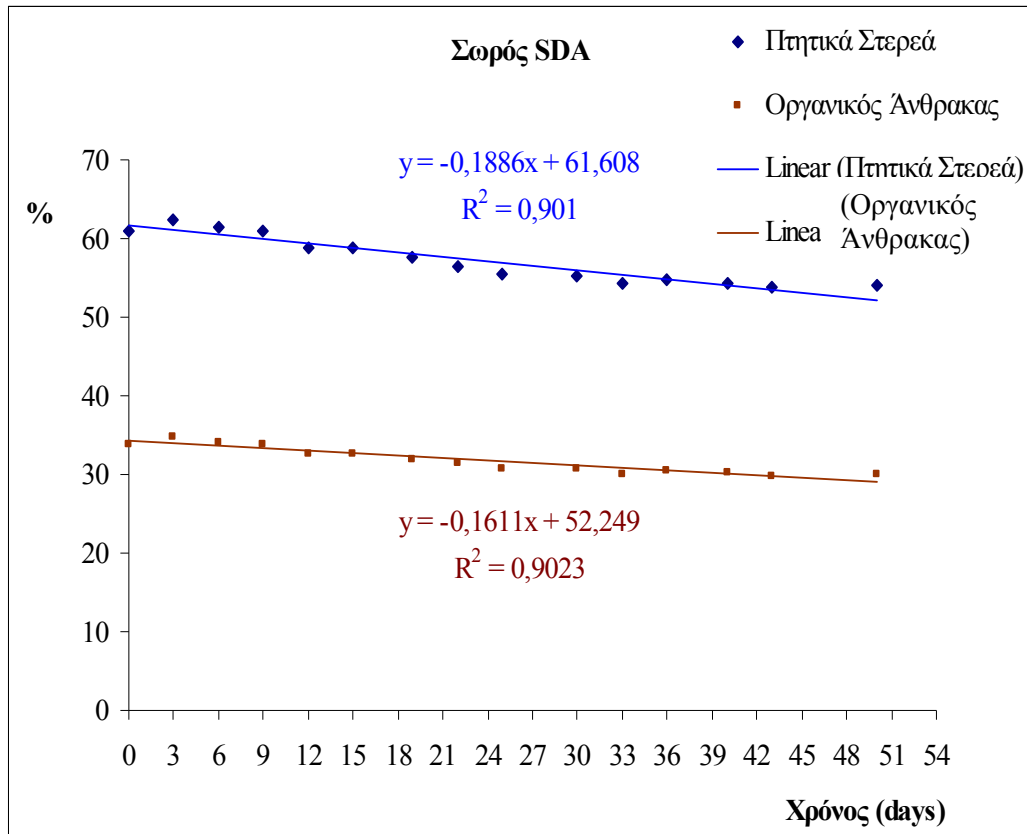
4.2.4 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Πτητικών Στερεών και Οργανικού Άνθρακα

Στον Πίνακα 66 δίνονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα του σωρού SDA, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 11.

Πίνακας 66: Μεταβολή των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα του σωρού SDA

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Πτητικά Στερεά (%)	Οργανικός Άνθρακας (%)
15/05/06	0	61.07	33.93
17/05/06	3	62.45	34.69
20/05/06	6	61.47	34.15
23/05/06	9	60.86	33.81
26/05/06	12	58.88	32.71
29/05/06	15	58.92	32.73
02/06/06	19	57.54	31.97
05/06/06	22	56.45	31.36
08/06/06	25	55.45	30.81
13/06/06	30	55.26	30.70
16/06/06	33	54.19	30.11
19/06/06	36	54.86	30.48
23/06/06	40	54.23	30.13
26/06/06	43	53.77	29.87
03/07/06	50	54.02	30.01

Γραφική Παράσταση 11: Μεταβολή των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα του σωρού SDA



Η περιεκτικότητα σε πτητικά στερεά και οργανικό άνθρακα μειώνεται γραμμικά με το χρόνο. Στη Γραφική Παράσταση 11 παρατηρούμε ότι σε διάστημα 6 εβδομάδων ο οργανικός άνθρακας έχει μειωθεί μόνο κατά 11.6% (από 33.93% σε 30%) παρουσιάζοντας χαμηλούς ρυθμούς αποδόμησης.

4.2.5 Αποτελέσματα Προσδιορισμού LAS

Στον Πίνακα 67 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού της συγκέντρωσης των οργανικών ρύπων LAS στη μάζα του σωρού SDA, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 12.

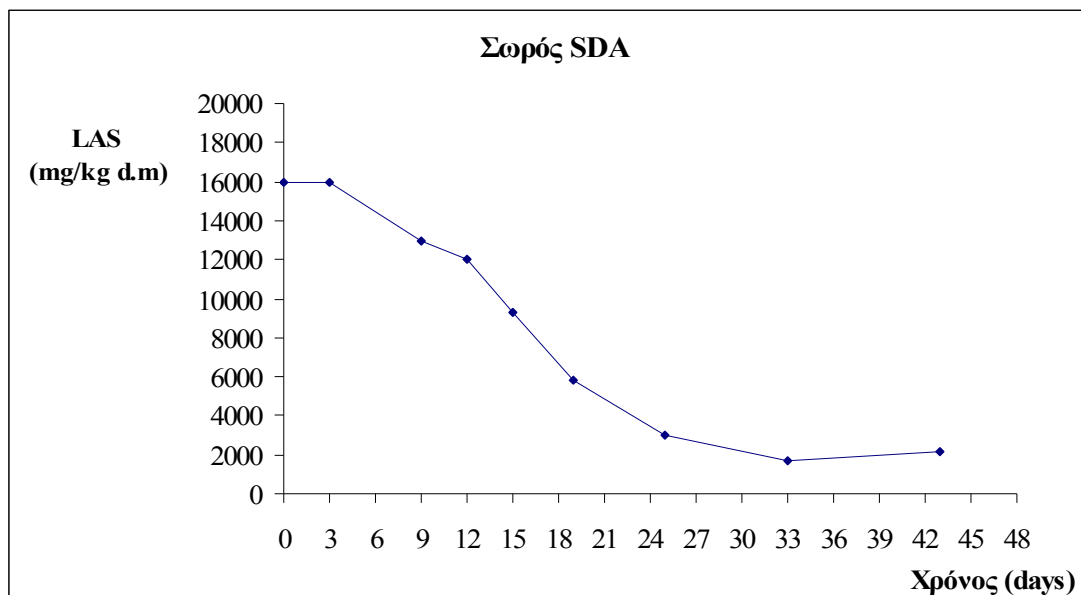
Πίνακας 67: Μεταβολή της συγκέντρωσης των LAS στη μάζα του σωρού SDA

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	LAS (mg/kg d.m)
15/05/06	0	16,000
17/05/06	3	16,000
20/05/06	6	8800
23/05/06	9	13,000
26/05/06	12	12,000
29/05/06	15	9300
02/06/06	19	5800
08/06/06	25	3000
16/06/06	33	1700
26/06/06	43	2200

Στην Γραφική Παράσταση 12 απεικονίζονται τα αποτελέσματα του Πίνακα 67 με εξαίρεση τη τιμή της συγκέντρωσης των LAS που προσδιορίστηκε την 6^η ημέρα δειγματοληψιών, η οποία εκτιμάται ότι είναι πολύ μικρή. Στηριζόμενοι στο γεγονός της αποδόμησης και της αδυναμίας αναδημιουργίας των LAS υπό αερόβιες συνθήκες, δεχόμαστε ότι την 9^η, 12^η και 15^η ημέρα δειγματοληψιών οι παρατηρούμενες συγκεντρώσεις LAS δε δύναται να είναι μεγαλύτερες από αυτές που προσδιορίστηκαν στην ιλύ κατά την 6^η ημέρα.

Με βάση την ίδια λογική θα έπρεπε να εξαιρεθεί η μέτρηση που πραγματοποιήθηκε την 33^η ημέρα. Ωστόσο, η διαφορά που παρουσιάζεται με τη συγκέντρωση της 44^η ημέρας είναι μικρή για να προσδιορίσουμε ποια μέτρηση είναι πιο αντιπροσωπευτική.

Γραφική Παράσταση 12: Μεταβολή της συγκέντρωσης των LAS στη μάζα του σωρού SDA



Στη Γραφική Παράσταση 12 φαίνεται ότι η συγκέντρωση των LAS στη μάζα του σωρού SDA μειώνεται σε ποσοστό έως 86% σε διάστημα 6 εβδομάδων. Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε περαιτέρω τη συμπεριφορά των LAS κάτω από τις διαμορφούμενες αερόβιες συνθήκες χωρίζουμε τη γραφική παράσταση σε τρία τμήματα (βλ. Γραφική Παράσταση 13).

Από τη Γραφική Παράσταση 13 δίνεται ότι μέχρι και την 12^η ημέρα η συγκέντρωση των LAS μειώνεται βάσει της εξίσωσης της ευθείας:

$$C_{LAS}(t) = -366.67 \cdot t + C_{LAS}(0), R^2 = 0.949, \forall 0 \leq t \leq 12 \quad (\text{Σχέση 4.4})$$

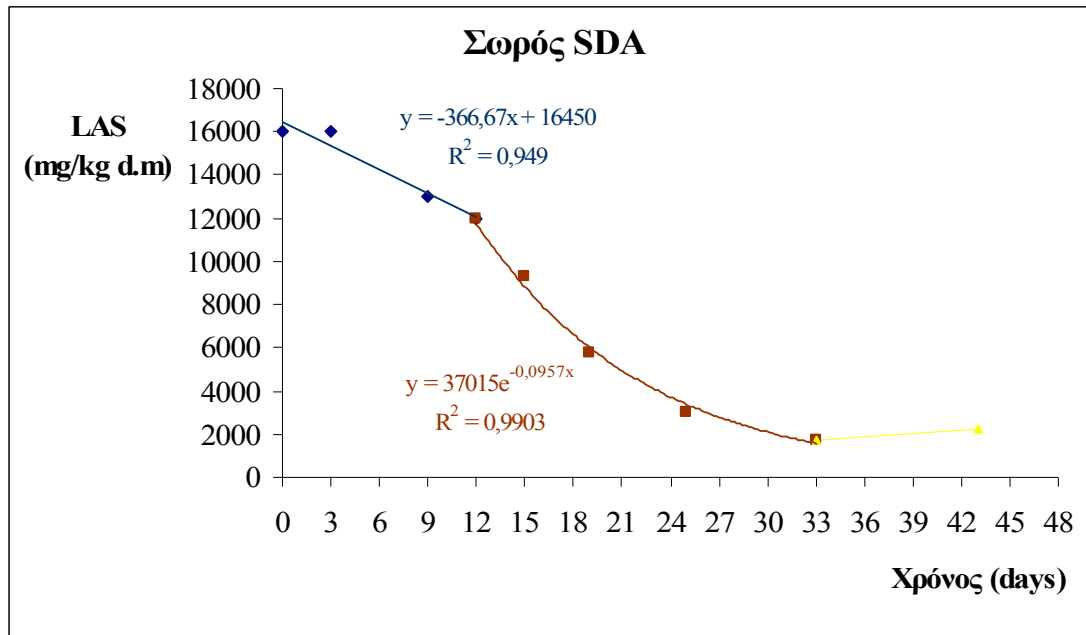
Όπου:

$C_{LAS}(t)$: Η συγκέντρωση LAS τη χρονική στιγμή t , σε mg/kg d.m

$C_{LAS}(0)$: Η αρχική συγκέντρωση LAS, σε mg/kg d.m

t : Ο χρόνος σε ημέρες (days)

Γραφική Παράσταση 13: Μεταβολή της συγκέντρωσης των LAS στη μάζα του σωρού SDA-Αναδιαμορφωμένη



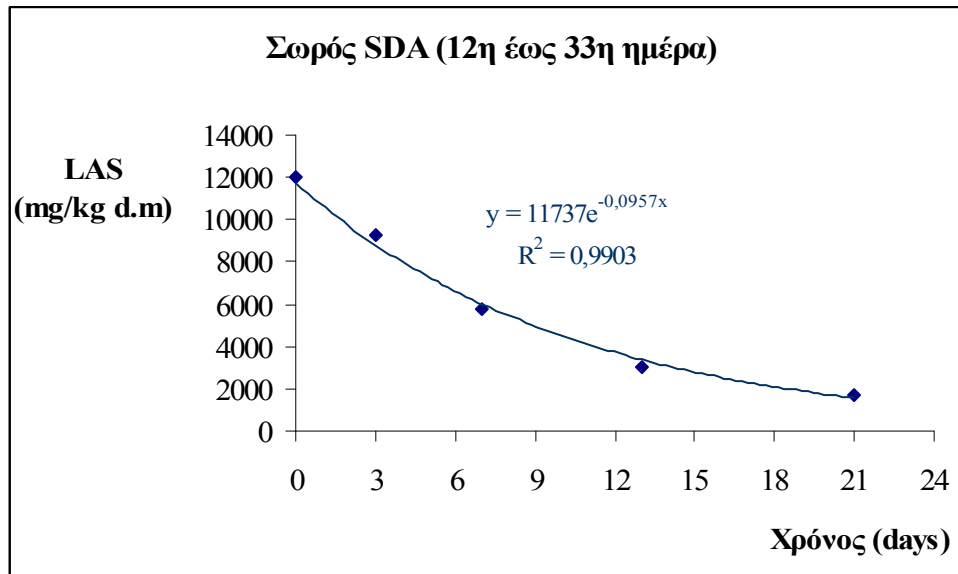
Τις πρώτες 12 ημέρες η μείωση της συγκέντρωσης των LAS αντιστοιχεί σε ποσοστό 25%. Το ποσοστό αυτό έρχεται σε αντίθεση με μελέτες στις οποίες έχει παρατηρηθεί μείωση των LAS έως 75% τις πρώτες 10 μέρες διάθεσης ιλύος σε εδάφη (Jacobsen et al., 2002).

Από την 12^η ημέρα έως την 33^η ημέρα η μεταβολή της συγκέντρωσης LAS στον σωρό SDA ακολουθεί εκθετική μείωση:

$$C_{LAS}(t) = 37015 \cdot e^{-0,0957 \cdot t}, R^2 = 0,9903 \quad \forall 12 \leq t \leq 33 \quad (\text{Σχέση 4.5})$$

Η Σχέση 4.5 περιγράφει κινητική αντίδρασης 1^{ης} τάξης. Προκειμένου να βρούμε τη σταθερά k της αντίδρασης εκφράζουμε τη Σχέση 4.5 ως προς $t_0 = 0$. Στη Γραφική Παράσταση 14 δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης LAS για $0 \leq t \leq 21$ όπου $t=0$ αντιστοιχεί στην 12^η ημέρα δειγματοληψίας και $t=21$ αντιστοιχεί στην 33^η ημέρα δειγματοληψίας.

Γραφική Παράσταση 14: Μεταβολή της συγκέντρωσης των LAS στη μάζα του σωρού SDA για το χρονικό διάστημα μεταξύ 12^{ης} και 33^{ης} ημέρας



Με αυτό το τέχνασμα μπορούμε να υπολογίσουμε εύκολα τη σταθερά k της αντίδρασης αποδόμησης των οργανικών ρύπων LAS. Η Σχέση 4.6 δίνει την εκθετική μείωση της συγκέντρωσης των LAS για το χρονικό διάστημα μεταξύ 12^{ης} και 33^{ης} ημέρας για την εκθετική καμπύλη που απεικονίζεται στην Γραφική Παράσταση 14.

$$C_{LAS}(t) = 11737 \cdot e^{-0.0957 \cdot t}, R^2 = 0.9903 \quad \forall 0 \leq t \leq 21 \quad (\text{Σχέση 4.6})$$

Η εν λόγω σχέση μπορεί να γραφεί ως εξής

$$C_{LAS}(t) = C_{LAS}(0) \cdot e^{-0.0957 \cdot t} \quad (\text{Σχέση 4.7})$$

που αντιστοιχεί στην εξίσωση κινητικής αντίδρασης 1^{ης} τάξης με $k = 0.0957 \text{ d}^{-1}$

Επιπλέον, ο χρόνος ημιζωής για το διάστημα $[0, 21]$ της Σχέσης 4.7 είναι:

$$t_{1/2} = \ln 2 / k \Rightarrow t_{1/2} = \ln 2 / (0.0957) \Rightarrow t_{1/2} \approx 7 \text{ d} \quad (\text{Σχέση 4.8})$$

Επομένως για τη Σχέση 4.6 ο χρόνος ημιζωής των LAS μεταξύ της 12^{ης} και 33^{ης} ημέρας σημειώνεται την 19^η ημέρα.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ενώ τις πρώτες 12 ημέρες η συγκέντρωση LAS στο σωρό SDA μειώνεται αργά με μέσο ρυθμό 2.2 % ανά ημέρα, μετά την 12^η ημέρα παρατηρείται εκθετική αύξηση του ρυθμού αποδόμησης των LAS. Ως αποτέλεσμα τις επόμενες εφτά ημέρες (19^η ημέρα) η συγκέντρωση των LAS μειώθηκε στο 75% της αρχικής.

Εκτιμάται ότι μετά την 33^η ημέρα η συγκέντρωση LAS παρουσιάζει επιπλέον μείωση αλλά σε πολύ χαμηλούς ρυθμούς. Το γεγονός αυτό στηρίζεται στην σχεδόν σταθερή τιμή της συγκέντρωσης LAS για διάστημα 10 ημερών (μεταξύ 33^{ης} και 43^{ης}) κάτω από τις ίδιες πειραματικές συνθήκες.

Στο τέλος της 6^{ης} εβδομάδας θεωρώντας μέση τιμή LAS ίση με 2000mg/kg d.m έχει αποδομηθεί το 87.5% της αρχικής συγκέντρωσης. Επιπλέον, η συγκέντρωση LAS στο τέλος της διεργασίας είναι χαμηλότερη από τα όρια (2600mg/kg d.m) που θέτει το 3^ο draft “Working Document on Sludge” για την απευθείας διάθεση της ιλύος στα εδάφη.

4.2.6 Αποτελέσματα Προσδιορισμού NPE

Στον Πίνακα 68 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού της συγκέντρωσης των οργανικών ρύπων NPE στη μάζα του σωρού SDA, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 15.

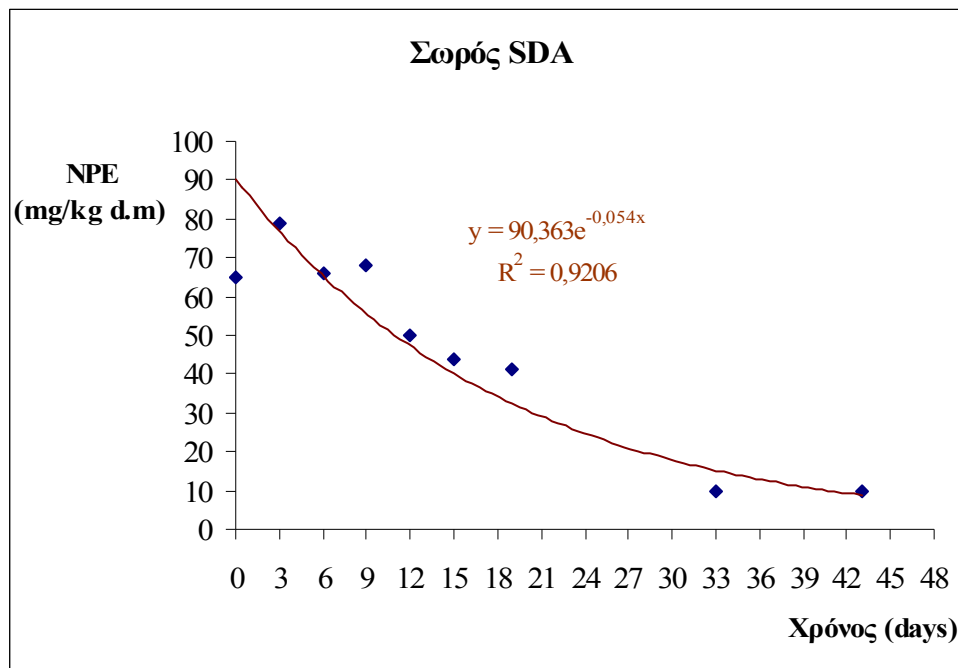
Πίνακας 68: Μεταβολή της συγκέντρωσης των NPE στη μάζα του σωρού SDA

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	NPE (mg/kg d.m)
15/05/06	0	65
17/05/06	3	79
20/05/06	6	66
23/05/06	9	68
26/05/06	12	50
29/05/06	15	44
02/06/06	19	41
08/06/06	25	101
16/06/06	33	10
26/06/06	43	10

Παρατηρούμε ότι την 25^η ημέρα η τιμή της συγκέντρωσης NPE που προσδιορίστηκε είναι ιδιαίτερα υψηλή και δεν ακολουθεί τη γενική τάση μείωσης της συγκέντρωσης

NPE κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Η υψηλή συγκέντρωση μπορεί να δικαιολογηθεί είτε με σφάλμα κατά τη δειγματοληψία είτε κατά την ανάλυση των δειγμάτων. Προκειμένου να δοθεί αντιπροσωπευτική περιγραφή της συμπεριφοράς των NPE στη μάζα του σωρού SDA εξαιρούμε τη μέτρηση της 25^{ης} ημέρας. Κατά αυτό τον τρόπο προκύπτει η Γραφική Παράσταση 15.

Γραφική Παράσταση 15: Μεταβολή της συγκέντρωσης των NPE στη μάζα του σωρού SDA -Αναδιαμορφωμένη



Από την Γραφική Παράσταση 15 παρατηρείται ότι τα NPE αποδομούνται εκθετικά στη μάζα του σωρού SDA ακολουθώντας κινητική αντίδραση 1^{ης} τάξης για όλο το διάστημα των 6 εβδομάδων με σταθερά αντίδρασης ίσο με $k=0.054d^{-1}$.

$$C_{NPE}(t) = C_{NPE}(0) \cdot e^{-0.054 \cdot t} \quad R^2=0.9206 \quad \forall 0 \leq t \leq 43 \quad (\text{Σχέση 4.9})$$

Όπου:

$C_{NPE}(t)$: Η συγκέντρωση NPE τη χρονική στιγμή t , σε mg/kg d.m

$C_{NPE}(0)$: Η αρχική συγκέντρωση NPE, σε mg/kg d.m

t : Ο χρόνος σε ημέρες (days)

Ο χρόνος ημιζωής των NPE στο σωρό SDA είναι:

$$t_{1/2} = \ln 2 / k \Rightarrow t_{1/2} = \ln 2 / (0.054) \Rightarrow t_{1/2} \approx 13 \text{ d} \quad (\text{Σχέση 4.10})$$

Στο τέλος της 6^{ης} εβδομάδας η συγκέντρωση NPE έχει μειωθεί σε ποσοστό 85% σε σχέση με την αρχική συγκέντρωση, ενώ από την 12^η ημέρα και μετά η συγκέντρωση NPE βρίσκεται εντός των ορίων (50mg/kg d.m) που θέτει το 3^ο draft “Working Document on Sludge” για τη διάθεση της ιλύος στη γεωργία.

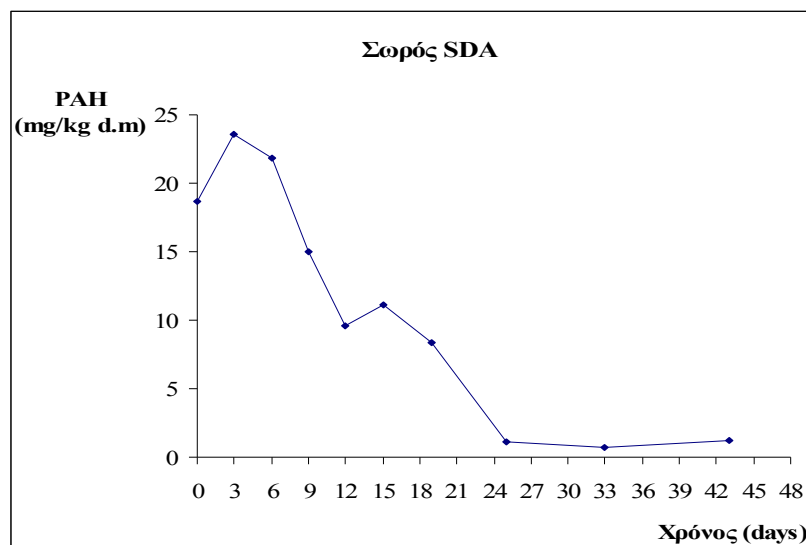
4.2.7 Αποτελέσματα Προσδιορισμού PAHs

Στον Πίνακα 69 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού της συγκέντρωσης των οργανικών ρύπων PAHs στη μάζα του σωρού SDA, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 16.

Πίνακας 69: Μεταβολή της συγκέντρωσης των PAHs στη μάζα του σωρού SDA

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	PAHs (mg/kg d.m)
15/05/06	0	18.70
17/05/06	3	23.60
20/05/06	6	21.80
23/05/06	9	15.00
26/05/06	12	9.58
29/05/06	15	11.10
02/06/06	19	8.41
08/06/06	25	1.13
16/06/06	33	0.75
26/06/06	43	1.24

Γραφική Παράσταση 16: Μεταβολή της συγκέντρωσης των PAHs στη μάζα του σωρού SDA



Η συγκέντρωση των PAHs παρουσιάζει μείωση με το χρόνο. Ωστόσο από την προκύπτουσα γραφική παράσταση δεν είναι εύκολο να καθοριστεί κάποια εξίσωση που να περιγράφει επ' ακριβώς τον τρόπο μείωσης των PAHs στη μάζα του σωρού SDA. Ακόμα και εάν εξαιρέσουμε την πρώτη μέτρηση και μετατοπίσουμε τις μετρήσεις πάνω στον άξονα x προκύπτει η εκθετική καμπύλη της Γραφικής Παράστασης 17 που όμως δεν χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό εμπιστοσύνης ($R^2=0.8359$). Ωστόσο, εάν στηριχθούμε στην εν λόγω καμπύλη, τότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η αποδόμηση των PAHs ακολουθεί κινητική αντίδραση 1^{ης} τάξης με σταθερά αντίδρασης $k=0.0938d^{-1}$:

$$C_{PAH}(t) = C_{PAH}(0) \cdot e^{-0.0938 \cdot t} \quad (\text{Σχέση 4.11})$$

Όπου:

$C_{PAHs}(t)$: Η συγκέντρωση PAHs τη χρονική στιγμή t, σε mg/kg d.m

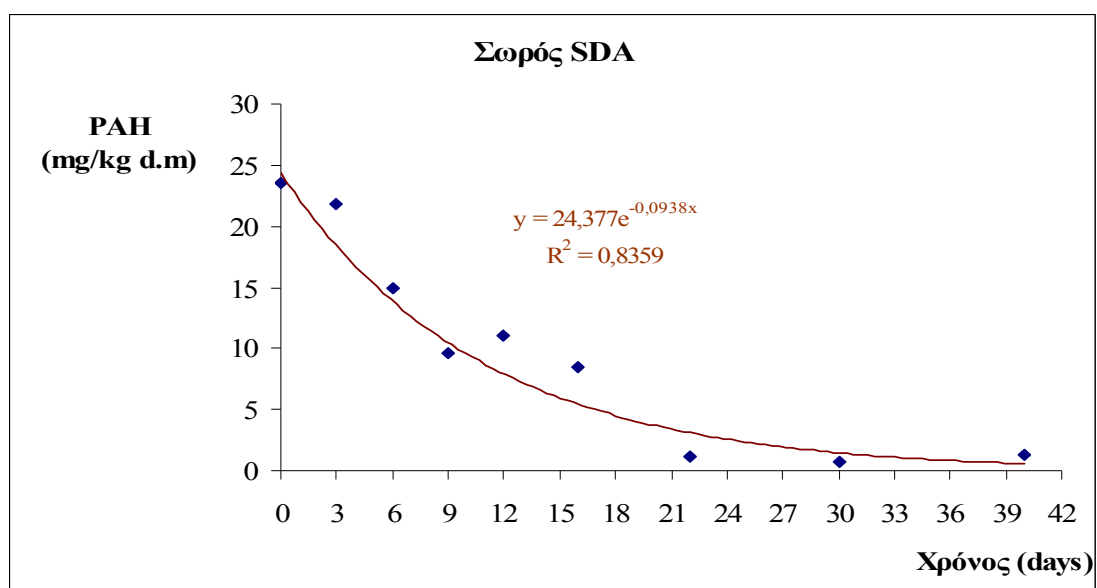
$C_{PAHs}(0)$: Η αρχική συγκέντρωση PAHs, σε mg/kg d.m

t: Ο χρόνος σε ημέρες (days)

Με βάση τη σχέση 4.11 μπορεί να θεωρηθεί χρόνος ημιζωής:

$$t_{1/2} = \ln 2 / k \Rightarrow t_{1/2} = \ln 2 / (0.0938) \Rightarrow t_{1/2} \approx 7 \text{ d} \quad (\text{Σχέση 4.12})$$

Γραφική Παράσταση 17: Μεταβολή της συγκέντρωσης των PAHs στη σωρού μάζα του SDA-Αναδιαμορφωμένη



Ο χρόνος ημιζωής που προσδιορίστηκε από τη Σχέση 4.12 διαφέρει από τον πειραματικό χρόνο ημιζωής που σημειώθηκε μεταξύ της 9^{ης} και 15^{ης} ημέρας.

Από τον Πίνακα 69 παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση PAHs μειώνεται απότομα μεταξύ της 19^{ης} και 25^{ης} ημέρας (διάστημα 6 ημερών), σε ποσοστό 87%. Μετά την 25^η ημέρα, η συγκέντρωση PAHs διατηρείται σταθερή έως και την 43^η ημέρα (διάστημα 18 ημερών), όπου σημειώθηκε σημαντική επιβράδυνση της αποδόμησης των PAHs.

Από την 25^η ημέρα δειγματοληψιών και ενδεχομένως νωρίτερα από την συγκεκριμένη ημερομηνία η συγκέντρωση των PAHs έχει πέσει κάτω από τα όρια (6mg/kg d.m) που θέτει το 3^ο draft “Working document on Sludge” για την απευθείας διάθεση της ιλύος στη γεωργία.

Μέχρι την 25^η ημέρα έχει αποδομηθεί περίπου το 95% της αρχικής συγκέντρωσης PAHs στην μάζα του σωρού SDA.

4.3 Σωροί SCa & SCb

Στον Πίνακα 70 δίνεται το χρονοδιάγραμμα των αναδεύσεων/αερισμών που πραγματοποιήθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης της διεργασίας της κομποστοποίησης στους σωρούς SCa και SCb.

Πίνακας 70: Χρονοδιάγραμμα ανάδευσης / αερισμού και προσθήκης υγρασίας στους σωρούς SCa και SCb

Μάιος			Ιούνιος			Ιούλιος		
1	11	21	1	11	21	1	11	21
2	12	22	2	12	22	2	12	22
3	13	23	3	13	23	3	13	23
4	14	24	4	14	24	4	14	24
5	15	25	5	15	25	5	15	25
6	16	26	6	16	26	6	16	26
7	17	27	7	17	27	7	17	27
8	18	28	8	18	28	8	18	28
9	19	29	9	19	29	9	19	29
10	20	30	10	20	30	10	20	30
		31						31

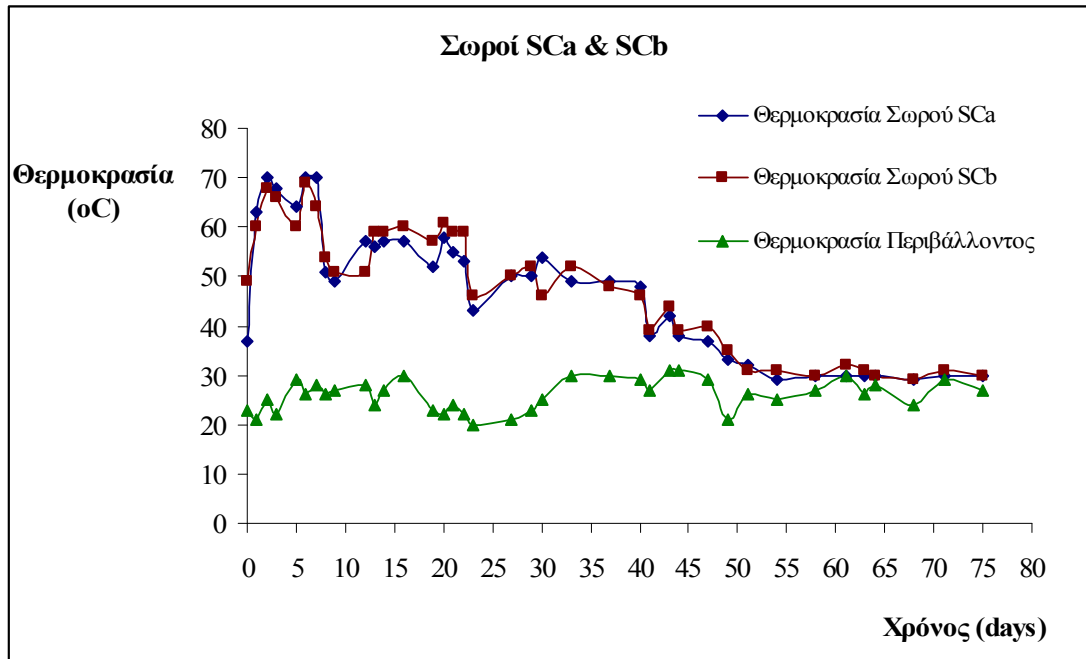
 Αερισμός σωρών SCa & SCb
 Προσθήκη υγρασία στους σωρούς SCa & SCb

4.3.1 Αποτελέσματα Μέτρησης Θερμοκρασίας

Στον Πίνακα 71 δίνονται οι μετρήσεις της θερμοκρασίας στη μάζα των σωρών SCa και SCb, οι ημερομηνίες λήψης των θερμοκρασιών και η αντίστοιχη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Πίνακας 71: Μεταβολή θερμοκρασίας στη μάζα των σωρών SCa & SCb

Ημερομηνία Μέτρησης	Χρόνος (days)	Θερμοκρασία Σωρού SCa (°C)	Θερμοκρασία Σωρού SCb (°C)	Θερμοκρασία Περιβάλλοντος (°C)
17/05/06	0	37	49	23
18/05/06	1	63	60	21
19/05/06	2	70	68	25
20/05/06	3	68	66	22
22/05/06	5	64	60	29
23/05/06	6	70	69	26
24/05/06	7	70	64	28
25/05/06	8	51	54	26
26/05/06	9	49	51	27
29/05/06	12	57	51	28
30/05/06	13	56	59	24
31/05/06	14	57	59	27
02/06/06	16	57	60	30
05/06/06	19	52	57	23
06/06/06	20	58	61	22
07/06/06	21	55	59	24
08/06/06	22	53	59	22
09/06/06	23	43	46	20
13/06/06	27	50	50	21
15/06/06	29	50	52	23
16/06/06	30	54	46	25
19/06/06	33	49	52	30
23/06/06	37	49	48	30
26/06/06	40	48	46	29
27/06/06	41	38	39	27
29/06/06	43	42	44	31
30/06/06	44	38	39	31
03/07/06	47	37	40	29
05/07/06	49	33	35	21
07/07/06	51	32	31	26
10/07/06	54	29	31	25
14/07/06	58	30	30	27
17/07/06	61	30	32	30
19/07/06	63	30	31	26
20/07/06	64	30	30	28
24/07/06	68	29	29	24
27/07/06	71	30	31	29
31/07/06	75	30	30	27

Γραφική Παράσταση 18: Μεταβολή θερμοκρασίας σωρών SCa & SCb

Από τη Γραφική Παράσταση 18 παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία που αναπτύχθηκε στους σωρούς SCa και SCb ακολούθησε παρόμοια συμπεριφορά για το χρονικό διάστημα των 71 ημερών κομποστοποίησης.

Στους δύο σωρούς, η διεργασία της κομποστοποίησης ξεκινά άμεσα από τη δεύτερη μέρα παρακολούθησης, με αύξηση της θερμοκρασίας στους 60°C και διατήρηση των θερμοκρασιών της θερμόφιλης ζώνης (55-70°C) μέχρι την 22^η ημέρα (3 εβδομάδες). Οι υψηλές θερμοκρασίες στην αρχή της διεργασίας εξασφαλίζουν την υγειονομοποίηση του τελικού προϊόντος της κομποστοποίησης (Καταστροφή παθογόνων παραγόντων για διατήρηση της θερμοκρασίας στους 55-65°C, για διάστημα 3 ημερών).

Μετά την 22^η μέρα η θερμοκρασία στους σωρούς μειώνεται σταθερά. Από την 54^η ημέρα κομποστοποίησης (8^η εβδομάδα) έως την 75^η ημέρα (11^η εβδομάδα) παρακολούθησης των σωρών η θερμοκρασία στη μάζα των σωρών SCa και SCb έχει τιμή κοντά στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένδειξη σταθεροποίησης του υλικού κομποστοποίησης που συν-αξιολογείται μαζί με την περιεκτικότητα του τελικού προϊόντος κομπόστ σε οργανικό άνθρακα και άζωτο.

Για να διαπιστωθεί η σταθερότητα του τελικού προϊόντος πραγματοποιήθηκε στις 27/07/06 τεστ με θερμό. Συγκεκριμένα σε δείγμα προερχόμενο από το σωρό SCa

υγρασίας 26%, προστέθηκε νερό ρυθμίζοντας την υγρασία του στο 50%. Στη συνέχεια το δείγμα τοποθετήθηκε σε θερμό 1l καλύπτοντας τα 2/3 του όγκου του. Η παρουσία αέρα στα υπολειπόμενα 1/3 του όγκου του θερμού εξασφαλίζει το απαραίτητο οξυγόνο για ενδεχόμενη περαιτέρω κομποστοποίησης του περιεχόμενου υλικού. Στο προς εξέταση δείγμα λήφθηκε η αρχική θερμοκρασία (30°C) και στη συνέχεια, παρέμεινε στο θερμό για 3 μέρες. Την τρίτη μέρα, λήφθηκε εκ νέου η θερμοκρασία του δείγματος (32°C). Στο διάστημα των τριών ημερών δεν παρατηρήθηκε ουσιαστική μεταβολή της θερμοκρασίας που να μαρτυρά την ανάπτυξη μικροβιακής δραστηριότητας στη μάζα του δείγματος. Συνεπώς, χωρίς να είμαστε βέβαιοι για την ορθότητα της εν λόγω μεθόδου μπορούμε να υποθέσουμε ότι το προϊόν μας είναι σταθεροποιημένο.

Ενδεικτική μέθοδος για την ορθή διαπίστωση της σταθεροποίησης του τελικού προϊόντος κομπόστ είναι η μέθοδος της αυτοθέρμανσης.

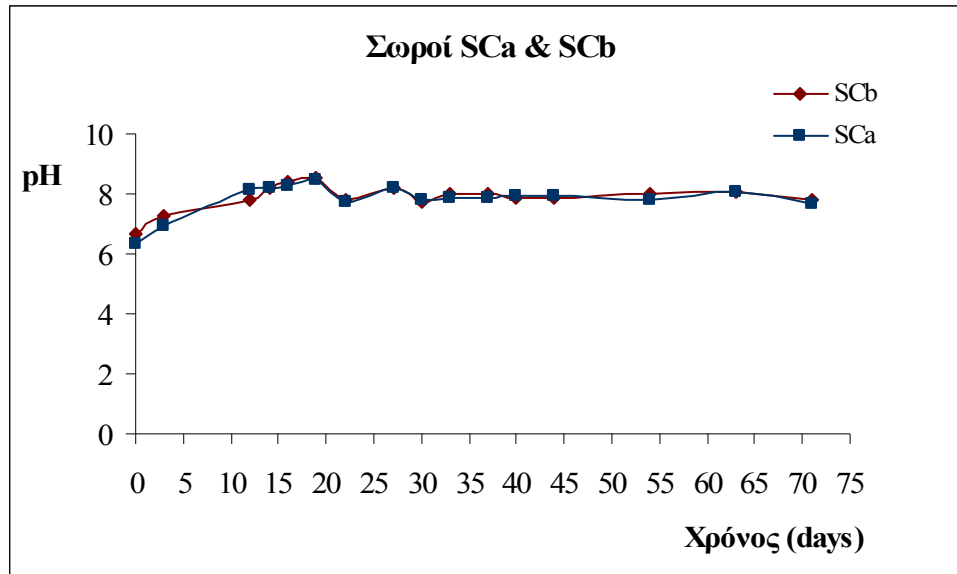
4.3.2 Αποτελέσματα Προσδιορισμού pH

Στον Πίνακα 72 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού του pH στη μάζα των σωρών SCa και SCb. Επιπλέον, δίδεται η θερμοκρασία του διαλύματος που σημειώθηκε τη στιγμή μέτρησης του pH.

Πίνακας 72: Μεταβολή του pH στη μάζα του σωρού SCa & SCb

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	pH Σωρού SCa	T (°C)	pH Σωρού SCb	T (°C)
17/05/06	0	6.35	25.1	6.67	25.2
20/05/06	3	6.93	28.3	7.30	29.3
29/05/06	12	8.12	26.0	7.83	26.5
31/05/06	14	8.20	26.6	8.21	27.0
02/06/06	16	8.25	28.5	8.39	28.3
05/06/06	19	8.48	25.5	8.55	25.5
08/06/06	22	7.74	26.5	7.79	25.8
13/06/06	27	8.20	24.4	8.21	24.3
16/06/06	30	7.79	26.0	7.73	26.2
19/06/06	33	7.90	26.2	7.97	25.9
23/06/06	37	7.86	28.2	8.03	28.3
26/06/06	40	7.91	27.7	7.87	28.2
03/07/06	44	7.92	30.3	7.90	30.2
10/07/06	54	7.80	26.7	7.98	26.8
19/07/06	63	8.06	27.8	8.04	28.1
27/07/06	71	7.66	27.0	7.77	26.4

Γραφική Παράσταση 19: Μεταβολή του pH στη μάζα των σωρών SCa & SCb



Το pH στους σωρούς SCa και SCb παρουσίασε αρχική τιμή 6-6.5 που με την έναρξη της διεργασίας της κομποστοποίησης αυξήθηκε φτάνοντας το 8.5 μετά την δεύτερη εβδομάδα. Αυτό οφείλεται στις υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου που περιέχονται στους σωρούς κυρίως λόγω της ιλύος. Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης το οργανικό άζωτο αμμωνιωποιείται με αποτέλεσμα η διαλυμένη αμμωνία να βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. Αν και η αμμωνία αποτελεί βασικό θρεπτικό στοιχείο για την ανάπτυξη της βιομάζας στους σωρούς SCa και SCb φαίνεται να βρίσκεται σε περίσσεια αυξάνοντας το pH τους.

Στη συνέχεια το pH διατηρήθηκε στο 8 μέχρι την 11^η εβδομάδα παρακολούθησης. Ωστόσο, σε καμιά περίπτωση το pH δεν ξεπέρασε το όριο, που συντελεί στην αδρανοποίηση των μικροοργανισμών της διεργασίας της κομποστοποίησης που είναι η τιμή 9. Στο τέλος της διεργασίας το pH στους σωρούς έπεσε στο 7.6-7.7.

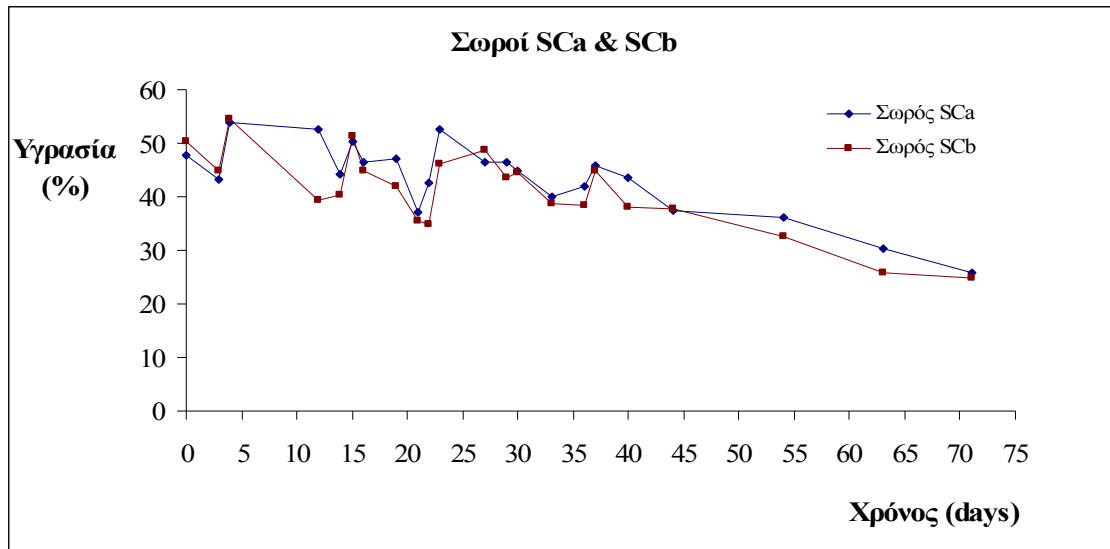
Το τελικό προϊόν κομπόστ πληρεί τις προδιαγραφές της Κ.Υ.Α 114218/97 για τιμή pH 6-8 προκειμένου για τη διάθεσή του στη γεωργία.

4.3.3 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Υγρασίας

Στον Πίνακα 73 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού της υγρασίας στη μάζα των σωρών SCa και SCb, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 20.

Πίνακας 73: Μεταβολή της υγρασίας στη μάζα των σωρών SCa & SCb

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Υγρασία Σωρού SCa (%)	Υγρασία Σωρού SCb (%)
17/05/06	0	47.77	50.48
20/05/06	3	43.11	44.95
21/05/06	4	54.00	54.55
29/05/06	12	52.48	39.51
31/05/06	14	44.19	40.43
01/05/06	15	50.27	51.16
02/06/06	16	46.59	44.83
05/06/06	19	47.17	41.78
07/06/06	21	37.04	35.50
08/06/06	22	42.54	34.77
09/06/06	23	52.69	46.27
13/06/06	27	46.48	48.68
15/06/06	29	46.41	43.50
16/06/06	30	44.92	44.37
19/06/06	33	40.08	38.83
21/06/06	36	41.97	38.41
23/06/06	37	45.75	44.93
26/06/06	40	43.51	38.08
03/07/06	44	37.44	37.72
10/07/06	54	36.26	32.62
19/07/06	63	30.34	25.95
27/07/06	71	25.91	24.98

Γραφική Παράσταση 20: Μεταβολή της υγρασίας στη μάζα των σωρών SCa & SCb

Από τη Γραφική Παράσταση 20 φαίνεται ότι μέχρι την 40^η ημέρα κομποστοποίησης (6^η εβδομάδα) η υγρασία διατηρήθηκε με διαβροχή των σωρών στο 40-55% (εύρος βέλτιστης κομποστοποίησης). Στη συνέχεια παρατηρήθηκε μείωση της υγρασίας που έφτασε το 26% μετά την 11^η εβδομάδα διαχείρισης των σωρών SCa και SCb. Τιμές υγρασίας κάτω του 35% σημειώθηκαν μετά την 8^η εβδομάδα κομποστοποίησης.

Σημειώνεται ότι η διαβροχή των σωρών πραγματοποιήθηκε μέχρι την 4^η εβδομάδα διαχείρισής τους.

Βάση των προδιαγραφών της ΚΥΑ 114218/97 η υγρασία στο τελικό προϊόν κομπόστ πρέπει να είναι <40%. Βάση των προδιαγραφών που ισχύουν στην Αγγλία (www.compost.org.uk), όπου η κομποστοποίηση εφαρμόζεται ευρέως, η περιεχόμενη υγρασία στο τελικό κομπόστ πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 35-45%. Η υγρασία στους εξεταζόμενους σωρούς βρίσκεται μεταξύ αυτού του εύρους μετά την 6^η εβδομάδα. Η περιεκτικότητα των σωρών σε υγρασία, βάση των προϋποθέσεων διάθεσης του στη γεωργία, δε πρέπει να εξετάζεται μεμονωμένα αλλά μαζί με άλλες παραμέτρους όπως η αναλογία C/N ώστε να εξασφαλίζεται ότι έχει επέλθει σταθεροποίηση του υλικού της κομποστοποίησης (βλ. Ενότητα 4.3.5, Μέρος Γ).

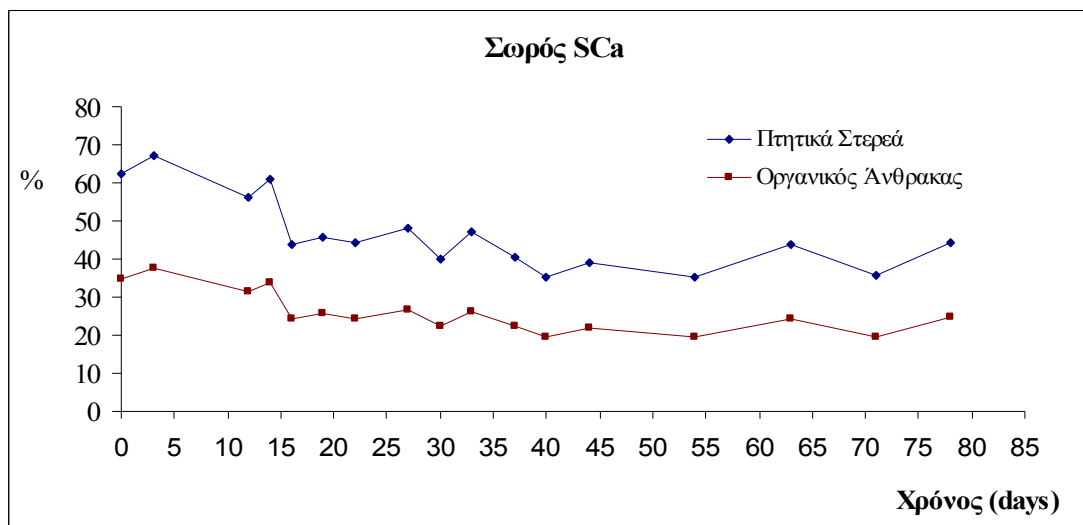
4.3.4 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Πτητικών Στερεών-Οργανικού Άνθρακα

Στον Πίνακα 74 δίδονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα των σωρών SCa και SCb, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 21.

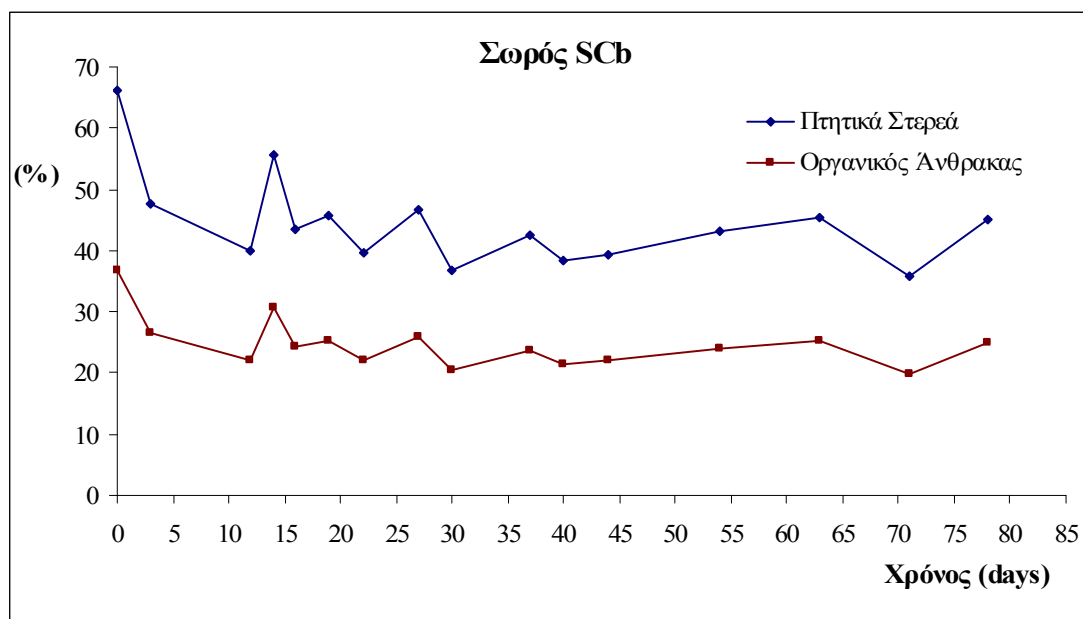
Πίνακας 74: Μεταβολή των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα των σωρών SCa & SCb

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Σωρός SCa		Σωρός SCb	
		Πτητικά Στερεά (%)	Οργανικός Άνθρακας (%)	Πτητικά Στερεά (%)	Οργανικός Άνθρακας (%)
17/05/06	0	62.29	34.61	66.18	36.77
20/05/06	3	67.37	37.43	47.77	26.54
29/05/06	12	56.36	31.31	39.85	22.14
31/05/06	14	60.75	33.75	55.48	30.82
02/06/06	16	43.79	24.33	43.49	24.16
05/06/06	19	45.86	25.48	45.65	25.36
08/06/06	22	44.10	24.50	39.55	21.97
13/06/06	27	48.13	26.74	46.68	25.93
16/06/06	30	40.04	22.24	36.67	20.37
19/06/06	33	47.05	26.14	55.86	31.03
23/06/06	37	40.27	22.37	42.63	23.68
26/06/06	40	35.26	19.59	38.50	21.39
03/07/06	44	39.02	21.68	39.46	21.92
10/07/06	54	35.19	19.55	43.11	23.95
19/07/06	63	43.66	24.26	45.32	25.18
27/07/06	71	35.56	19.76	35.84	19.91
03/08/06	78	44.28	24.60	45.14	25.08

Γραφική Παράσταση 21: Μεταβολή των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα του σωρού SCa



Γραφική Παράσταση 22: Μεταβολή των πτητικών στερεών και του οργανικού άνθρακα στη μάζα του σωρού SCb



Οι αυξομειώσεις στην Γραφική Παράσταση 22 ενδεχομένως οφείλονται σε μη αντιπροσωπευτικό δείγμα για τον προσδιορισμό των πτητικών στερεών (παρουσία υλικών όπως γυαλί ή πλαστικό μπορούν να οδηγήσουν σε σφάλμα)

Από τις Γραφικές Παραστάσεις 21 και 22 παρατηρείται ότι μετά την 6^η εβδομάδα κομποστοποίησης τα πτητικά στερεά πέφτουν στο 40% και ο οργανικός άνθρακας στο 25%. Μετά την 6^η εβδομάδα οι ρυθμοί αποδόμησης του οργανικού άνθρακα είναι χαμηλοί.

Η μείωση του οργανικού άνθρακα σε ποσοστό μεγαλύτερου του 40% κατά την περίοδο της ταχείας κομποστοποίησης (6 εβδομάδες) αποτελεί ένδειξη του υψηλού βαθμού σταθεροποίησης της οργανικής ύλης.

Γενικά, υψηλοί ρυθμοί μείωσης του οργανικού άνθρακα συνδέονται με την παρουσία αζώτου σε κατάλληλες ποσότητες ώστε οι ρυθμοί ανάπτυξης της βιομάζας να είναι σταθερά υψηλοί και η κομποστοποίηση να επιτυγχάνει υψηλούς ρυθμούς.

4.3.5 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Αναλογίας C/N

Σε δείγματα που ληφθήκαν από τους σωρούς SCa και SCb στις 3/08/06 εφαρμόστηκε μέθοδος Kjeldahl για τον προσδιορισμό του περιεχόμενου οργανικού αζώτου. Στα ίδια δείγματα πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός του περιεχόμενου οργανικού άνθρακα. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 75.

Πίνακας 75: Προσδιορισμός αναλογίας C/N- Δείγματα 03/08/06- Σωροί SCa και SCb

	C%	N%	C/N
Σωρός SCa	24.6	1.65	15:1
Σωρός SCb	25.08	1.39	18:1

Σύμφωνα με τη μελέτη σχεδιασμού και κατασκευής της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης εξασφαλίζεται αναλογία C/N<25% στο τελικό προϊόν κομπόστ (βλ. Ενότητα 3.7, Μέρος Γ). Η ΚΥΑ 114218/97 δε θέτει ελάχιστες προδιαγραφές ως προς την αναλογία C/N στο τελικό προϊόν κομπόστ. Ωστόσο, βάση προδιαγραφών ποιότητας για το τελικό προϊόν-κομπόστ όπως καθορίζεται σε άλλα Ευρωπαϊκά κράτη η αναλογία C/N για τη διάθεση του στο εμπόριο πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ του 15:1 και 20:1.

Επομένως το τελικό προϊόν κομπόστ της 11^{ης} εβδομάδας παρακολούθησης είναι καλά σταθεροποιημένο και περιέχει ιδανικές αναλογίες C/N. Ενδεχομένως αναλογία C/N μεταξύ του 15:1 και 20:1 έχει σημειωθεί στη μάζα των σωρών από την 8^η

εβδομάδα κομποστοποίησης όπου ο οργανικός άνθρακας έχει σχεδόν σταθεροποιηθεί στο 25% (βλ. Ενότητα 4.3.4, Μέρος Γ).

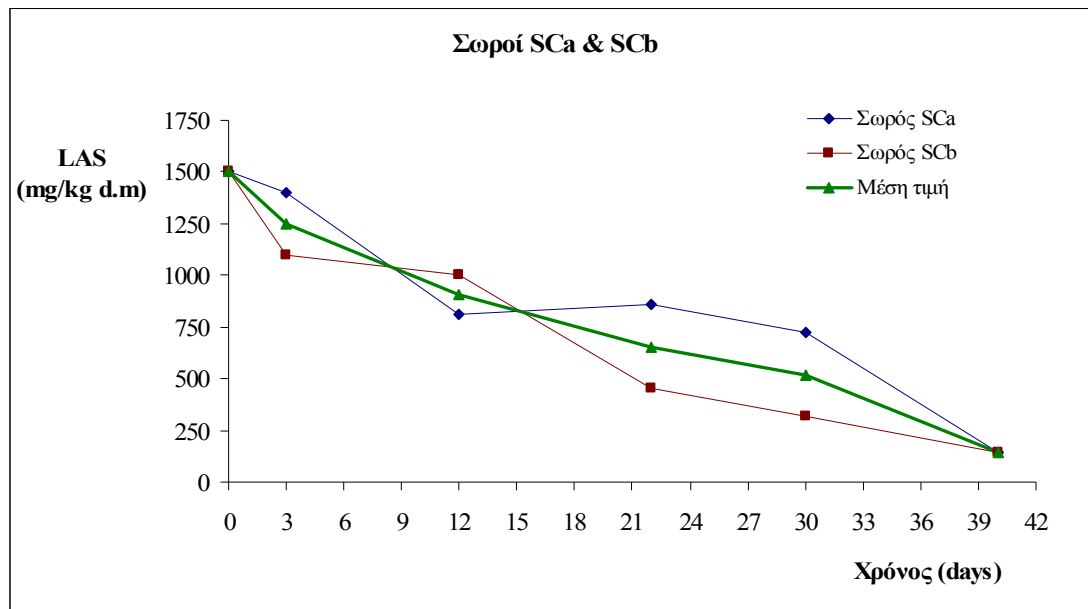
4.3.6 Αποτελέσματα Προσδιορισμού LAS

Στον Πίνακα 76 δίδονται τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των οργανικών ρύπων LAS στη μάζα των σωρών SCa και SCb, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 23.

Πίνακας 76: Μεταβολή της συγκέντρωσης των LAS στη μάζα των σωρών SCa & SCb

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	LAS (mg/kg d.m)		
		Σωρός SCa	Σωρός SCb	Μέση Τιμή
17/05/06	0	1500	1500	1500
20/05/06	3	1400	1100	1250
29/05/06	12	810	1000	905
08/06/06	22	860	450	655
16/06/06	30	720	320	520
26/06/06	40	140	140	140

Γραφική Παράσταση 23: Μεταβολή της συγκέντρωσης των LAS στη μάζα των σωρών SCa & SCb



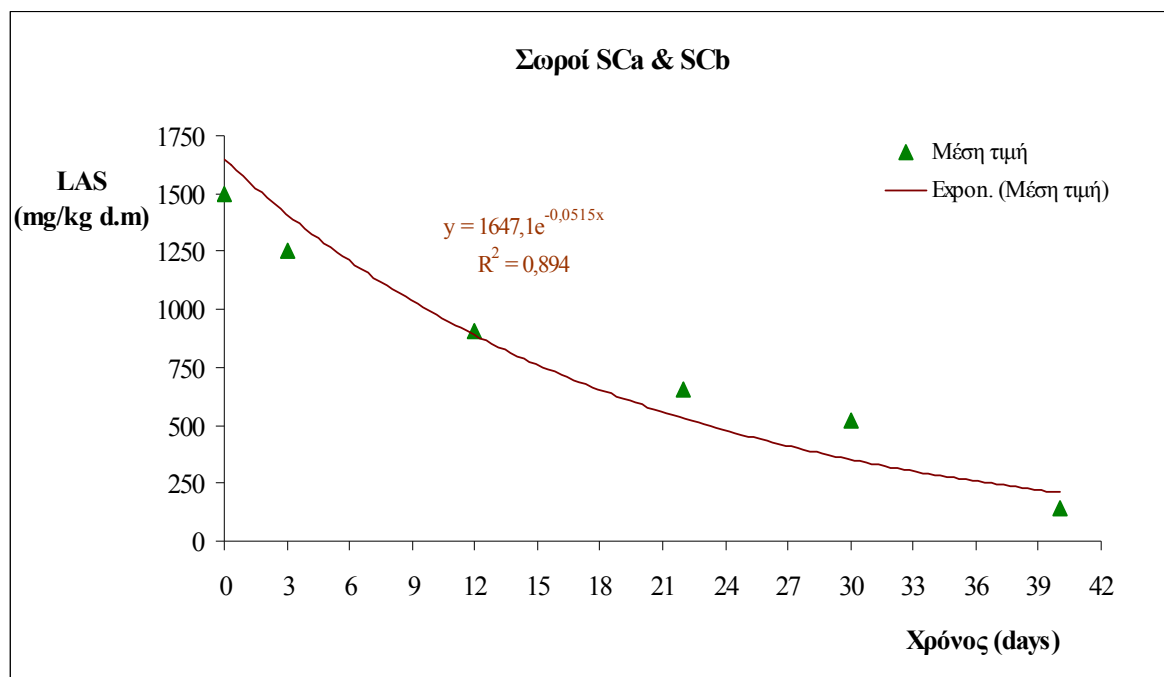
Παρατηρούμε ότι οι δύο σωροί SCa και SCb έδωσαν διαφορετικά αποτελέσματα για τη συγκέντρωση LAS που προσδιορίστηκε στη μάζα τους τις ίδιες ημέρες

δειγματοληψίας. Το γεγονός αυτό οφείλεται στα ανομοιογενή χαρακτηριστικά των σωρών SCa και SCb. Για το λόγο αυτό προσδιορίστηκε η μέση τιμή των συγκεντρώσεων LAS που σημειώθηκαν στους σωρούς SCa και SCb. Κατά αυτό τον τρόπο μπορούμε να αποκτήσουμε μια πιο αντιπροσωπευτική εικόνα της μεταβολής των LAS στη μάζα υλικού κομπόστ με χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά των υπό εξέταση σωρών.

Γενικά φαίνεται ότι οι αρχικές συγκεντρώσεις LAS βρίσκονται κάτω από τα όρια (2600mg/kg d.m) που θέτει το 2^ο draft “Working document: Biological Treatment of Biowaste” για τη διάθεση του κομπόστ στη γεωργία. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι ενώ στα δείγματα χωνευμένης και αφυδατωμένης ύλης προσδιορίστηκαν υψηλές συγκεντρώσεις LAS (16,000-19,000mg/kg d.m) η ανάμειξη της ύλης με αστικά απορρίμματα και φυτικά υπολείμματα συνέβαλε στην αραίωση τους μέσα στο μίγμα. Ως αποτέλεσμα, εμφανίστηκαν χαμηλές συγκεντρώσεις LAS στους σωρούς SCa και SCb από την έναρξη της διεργασίας.

Επιπλέον, η συγκέντρωση των LAS στο τέλος της 6^{ης} εβδομάδας κομποστοποίησης έπεσε στα 140mg/kg d.m και στους δύο σωρούς. Στο διάστημα των 6 εβδομάδων κομποστοποίησης η συγκέντρωση LAS στη μάζα των σωρών SCa και SCb μειώθηκε σε ποσοστό 91% της αρχικής συγκέντρωσης (1500mg/kg d.m).

Γραφική Παράσταση 24: Μεταβολή της μέσης τιμής της συγκέντρωσης των LAS που προσδιορίστηκαν στη μάζα των σωρών SCa & SCb



Στην Γραφική Παράσταση 24 απεικονίζονται ως σημεία η μέση τιμή της συγκέντρωσης των LAS στους σωρούς SCa και SCb. Με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος Excel δίνεται η εξίσωση της εκθετικής καμπύλης που εκφράζει την πιθανή συμπεριφορά των LAS που όμως δεν είναι ιδιαίτερα αξιόπιστη ($R^2=0.894$).

4.3.7 Αποτελέσματα Προσδιορισμού NPE

Στον Πίνακα 77 δίδονται τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των οργανικών ρύπων NPE στη μάζα των σωρών SCa και SCb.

Πίνακας 77: Μεταβολή της συγκέντρωσης των NPE στη μάζα των σωρών SCa & SCb

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	Σωρός SCa		Σωρός SCb	
		4-Nonylphenol (mg/kg d.m)	NPEO (mg/kg d.m)	4-Nonylphenol (mg/kg d.m)	NPEO (mg/kg d.m)
17/05/06	0	<2	<5	<2	<5
20/05/06	3	<2	<5	<2	<5
29/05/06	12	<2	<5	<2	<5
08/06/06	22	3	<5	6	6
16/06/06	30	<2	<5	<2	<5
26/06/06	40	<2	<5	<2	<4

Όλα σχεδόν τα δείγματα που λήφθηκαν από τους σωρούς SCa και SCb περιείχαν συγκεντρώσεις οργανικών ενώσεων NPE σε τιμές μικρότερες του ορίου ανίχνευσής τους, από την εφαρμοζόμενη μέθοδο προσδιορισμού τους. Σε όλα τα δείγματα η συγκέντρωση των NPE δε ξεπέρασε το σχετικό όριο διάθεσης του κομπόστ στη γεωργία (50mg/kg d.m).

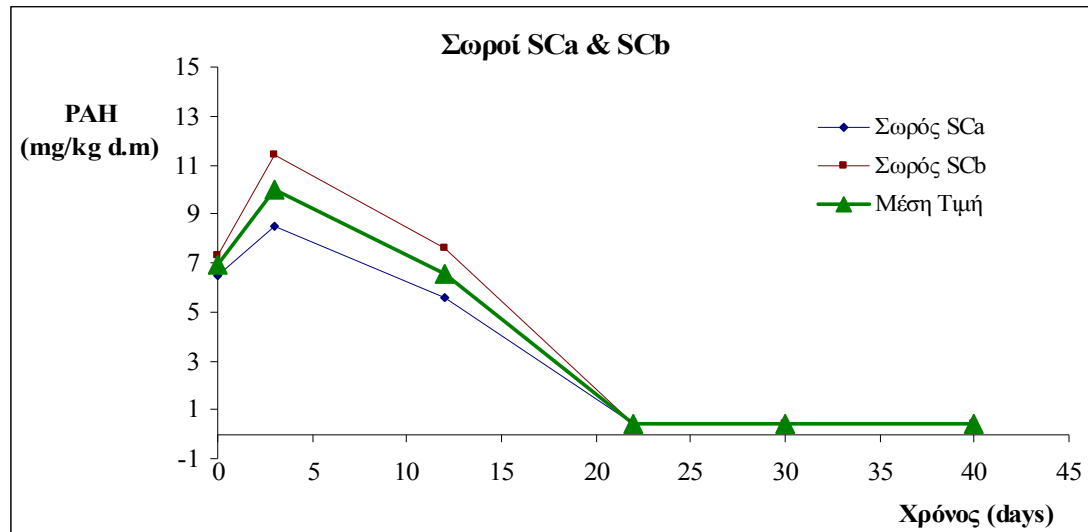
4.3.8 Αποτελέσματα Προσδιορισμού PAHs

Στον Πίνακα 78 δίδονται τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης των οργανικών ρύπων PAHs στη μάζα των σωρών SCa και SCb, τα οποία απεικονίζονται στη συνέχεια στην Γραφική Παράσταση 25.

Πίνακας 78: Μεταβολή της συγκέντρωσης των PAHs στη μάζα των σωρών SCa & SCb

Ημερομηνία Δειγματοληψίας	Χρόνος (days)	PAHs (mg/kg d.m)		
		Σωρός SCa	Σωρός SCb	Μέση Τιμή
17/05/06	0	6.51	7.29	6.90
20/05/06	3	8.51	11.4	9.96
29/05/06	12	5.55	7.58	6.57
08/06/06	22	0.44	0.44	0.44
16/06/06	30	0.41	0.42	0.42
26/06/06	40	0.40	0.40	0.40

Γραφική Παράσταση 25: Μεταβολή της συγκέντρωσης των PAHs στη μάζα των σωρών SCa & SCb



Για το χρονικό διάστημα μεταξύ 1^{ης} και 12^{ης} ημέρας παρατηρήθηκαν συγκεντρώσεις PAHs μεταξύ 5.5 και 11.5mg/kg d.m. Για τις δειγματοληψίες που έλαβαν χώρα μεταξύ της 22^{ης} και 40^{ης} ημέρας (διάστημα 22 ημερών) προέκυψαν τιμές συγκέντρωσης PAHs κοντά στο 0.4mg/kg. Ωστόσο για το ενδιάμεσο διάστημα μεταξύ 12^{ης} και 22^{ης} ημέρας (διάστημα 10 ημερών) δεν πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες γεγονός που δεν επέτρεψε την διαμόρφωση εικόνας για τον τρόπο μείωσης των οργανικών ρύπων PAHs στο εν λόγω χρονικό διάστημα.

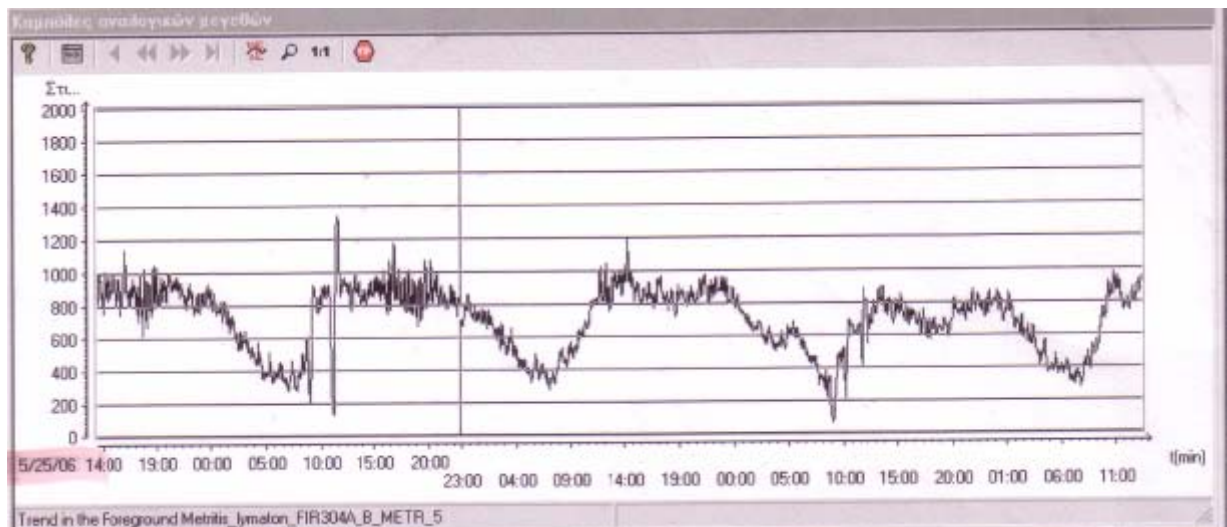
Στο τέλος της 3^{ης} εβδομάδας, του κυρίου μέρους της διεργασίας της κομποστοποίησης, η συγκέντρωση των PAHs έχει μειωθεί σε ποσοστό 95%. Επιπλέον, η συγκέντρωση PAHs στο τέλος της τρίτης εβδομάδας βρίσκεται πολύ κάτω από το σχετικό όριο διάθεσης του κομποστ στη γεωργία (6mg/kg d.m).

4.4 Υγρά Λύματα

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των υγρών δειγμάτων που λήφθηκαν από τον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων, βάση των προγραμματισμένων εργασιών (βλ. Ενότητα 2.2.5, Μέρος Γ) δίνονται στους Πίνακες 79, 80 και στο Ροόγραμμα 2.

Το Ροόγραμμα 2 δίνει τη στιγμιαία παροχή εισόδου των υγρών λυμάτων στον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων την ημέρα που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες. Οι εν λόγω παροχές είναι παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν (βλ. Ροόγραμμα 1) για τον προγραμματισμό των δειγματοληψιών και την επιλογή των ποσοτήτων συμμετοχής των στιγμιαίων δειγμάτων στη δημιουργία σύνθετων δειγμάτων.

Ροόγραμμα 2: Παροχή εισόδου Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων για τις 25-26/05/06



Άξονας x: χρόνος σε min

Άξονας y: Στιγμιαία ποσότητα εισερχόμενων λυμάτων σε m³

Στον Πίνακα 79 δίδονται οι στιγμιαίες τιμές της θερμοκρασίας εισόδου των λυμάτων στον Βιολογικό Καθαρισμό όπως καταγράφηκαν από το υπολογιστικό πρόγραμμα SCADA της Μονάδας.

Πίνακας 79: Θερμοκρασία εισόδου αστικών λυμάτων του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων στις 27/07/2006. - Ενδείξεις SCADA

Ωρα	Θερμοκρασία Εισόδου Αστικών Λυμάτων
8:00	22.74°C
10:00	22.40°C
14:30	23.29°C
17:30	23.58°C
20:00	23.35°C

Πίνακας 80: Αποτελέσματα αναλύσεων υγρών λυμάτων Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων

Κωδικός Δείγματος	Σημείο Δειγματοληψίας	pH	LAS (mg/L)	PAHs (μg/L)	NPE (μg/L)	NPEO (μg/L)
01MW	Είσοδος Β.Κ.	7.29 (19.4°C)	7400	1.02	10	17
02MW	Έξοδος Εξάμ/σης	7.31 (19°C)	7900	0.83	8.6	13
03MW	Έξοδος Π.Κ	7.32 (18°C)	6400	1.07	7.3	9.6
04MW	Είσοδος Δ.Κ	7 (18°C)	n.id. (<0.1)	0.11	<2	<5
05MW	Έξοδος Β.Κ	7.45 (19.4°C)	n.id. (<0.1)	0.02	<2	<5

Β.Κ: Βιολογικός Καθαρισμός

Π.Κ: Πρωτοβάθμια Καθίζηση

Δ.Κ: Δευτεροβάθμια Καθίζηση

n.id: not identified (δεν προσδιορίστηκε)

Σημείωση 5: Στον Πίνακα 80 δίνεται ότι για τα δείγματα 04MW και 05MW δεν ήταν δυνατή η ανίχνευση των οργανικών ρύπων LAS με τη μέθοδο SPE, HPLC-FLD που χρησιμοποιήθηκε στο εργαστήριο.

Ο οργανικές ενώσεις LAS είναι ένα μίγμα ισομερών ενώσεων διαφορετικού μήκους αλυσίδας που κατά τη χρωματογραφική μέθοδο εμφανίζονται ως ένα γράφημα με διαφορετικού ύψους κορυφές έκλουσης, που είναι συγκεκριμένο για κάθε χημική ουσία. Στα περισσότερα αναλυόμενα δείγματα LAS οι προκύπτουσες κορυφές έκλουσης ήταν ίδιες ή παρόμοιες με αυτές του πρότυπου διαλύματος. Για την περίπτωση των δειγμάτων 04MW και 05MW υπήρξε σημαντική διαφορά του προκύπτον γραφήματος κορυφών έκλουσης με το πρότυπο διάλυμα. Αυτό οφείλεται στην παρουσία ουσιών στα αναλυόμενα δείγματα με χρόνο εκχύλισης παρόμοιο με αυτόν των LAS. Ο προσδιορισμός αυτών των ουσιών μπορεί να γίνει

με τη χρήση συγκεκριμένων ανιχνευτών. Προτιμότερο θα ήταν ο συνδυασμός φασματομέτρου μάζας με την μέθοδο HPLC.

Με βάση το γεγονός ότι ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των LAS ήταν αδύνατος, τα αποτελέσματα για τα δείγματα 04MW και 05MW μπορούν να εκφραστούν με βάση το όριο ανίχνευσης για τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο (<0.1mg/kg).

Στη συνέχεια τα αποτελέσματα του Πίνακα 80 συγκρίνονται με τις συγκεντρώσεις των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs που σημειώθηκαν σε Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων σε κράτη της Ευρώπης (Πίνακες 81 & 82).

Πίνακας 81: Συγκεντρώσεις των οργανικών ρύπων PAHs, LAS και NPE στην εισροή και εκροή Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων σε χώρες της Ευρώπης [European Commission, 2001].

Οργανικές Ενώσεις	Χώρα	Εισροή Μ.Ε.Λ (μg/L)	Εκροή Μ.Ε.Λ (μg/L)
PAHs	Αυστρία	147-625	20-70
	Γερμανία	0.79-33	-
	Γαλλία	0.05-0.44	0.02-0.09
	Αγγλία	5.6-349	2.4-147
LAS	Αυστρία	400-3500	11-55
	Γερμανία	5400	67
	Ιταλία	4600	43
	Ολλανδία	4000	9
	Ισπανία	9600	140
	Αγγλία	15100	10
NPE	Σουηδία	0.5-6	-
	Γερμανία	0.2	0.002

Μ.Ε.Λ: Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων

Πίνακας 82: Συγκέντρωση LAS στα ανεπεξέργαστα υγρά αστικά λύματα – διεθνής εμπειρία [Painter et al., 1989]

Χώρα	Αριθμός Δειγμάτων	Αριθμός Μ.Ε.Λ	LAS (mg/L)
USA	-	3	3.8
	78	17	3.7
	3	1	3.73
	3	1	3.8-6.5
Καναδάς	9	3	2.0
Ελβετία	-	8	2.4
Γερμανία	-	10	4.0
	5	1	7.4
	-	8	4.8
Ισπανία	-	5	14.7

Μ.Ε.Λ: Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων

Συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις LAS και NPE που σημειώθηκαν στην είσοδο του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων (βλ. Πίνακα 80) με τις συγκεντρώσεις που έχουν σημειωθεί στην είσοδο Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων σε κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (βλ. Πίνακα 81 & 82) διαπιστώνουμε ότι οι πρώτες είναι πολύ υψηλές. Αυτό πιθανώς οφείλεται στην είσοδο υψηλών ποσοτήτων απορρυπαντικών ή άλλων ουσιών, που περιέχουν τους εξεταζόμενους ρύπους, στο αποχετευτικό δίκτυο Χανίων (κυρίως βιομηχανική επιβάρυνση). Για την αποδοχή ή απόρριψη των εν λόγω τιμών απαιτείται νέος κύκλος δειγματοληψιών στον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων, που όμως στην παρούσα φάση δεν ήταν δυνατό λόγω του υψηλού κόστους των μετρήσεων. Στην περίπτωση που η επανάληψη των μετρήσεων δώσει παρόμοιες υψηλές συγκεντρώσεις LAS και NPE στην είσοδο του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων, τότε οι υψηλές συγκεντρώσεις LAS και NPE που σημειώθηκαν στη μάζα της χωνευμένης ιλύος μπορούν να δικαιολογηθούν από την υψηλή φόρτιση της εισόδου. Στην περίπτωση αυτή, το πρόβλημα μετατοπίζεται στον εντοπισμό της πηγής ή των πηγών που συμβάλλουν στην είσοδο υψηλών φορτίων LAS και NPE στο αποχετευτικό δίκτυο Χανίων.

Η συγκέντρωση των PAHs που προσδιορίστηκε στην είσοδο και έξοδο του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων είναι παρόμοια με τις συγκεντρώσεις που σημειώθηκαν σε άλλα κράτη (βλ. Πίνακα 81). Για τα PAHs δίνεται ένα ποσοστό απομάκρυνσης μεταξύ εισόδου και εξόδου ίσο με 98%.

Από τον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων λήφθηκε επίσης δείγμα άμμου από την εξάμμωση. Τα αποτελέσματα δίδονται στον Πίνακα 83.

Πίνακας 83: Αποτελέσματα αναλύσεων στιγμιαίου δείγματος άμμου στην έξοδο της εξάμμωσης

Κωδικός Δείγματος:	01SAH
Σημείο Δειγματοληψίας:	Εξάμμωση
Παράμετροι	Τιμή
pH	7.31 (25.8°C)
Υγρασία	30.5%
Πτητικά Στερεά	15%
Οργανικοί Ρύποι	
LAS	580mg/kg d.m
PAHs	5.66mg/kg d.m
4-Nonylphenol	<2mg/kg d.m
NPEO	<5mg/kg d.m

Η περιεκτικότητα της άμμου σε οργανικούς ρύπους είναι χαμηλή, παρουσιάζοντας τιμές μικρότερες από τα όρια που θέτει το 3^ο draft “Working Document on Sludge”.

5. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Κατά την πειραματική διαδικασία διαχείρισης και παρακολούθησης των εξεταζόμενων σωρών SDN, SDA, SCa και SCb προέκυψαν σημαντικές παρατηρήσεις και πληροφορίες οι οποίες παρατίθενται ακολούθως.

5.1 Σωρός SDN

1^η Παρατήρηση –Μείωση Ύψους

Κατά την πειραματική διαδικασία καταγράφηκε σταδιακή μείωση του ύψους του σωρού SDN.

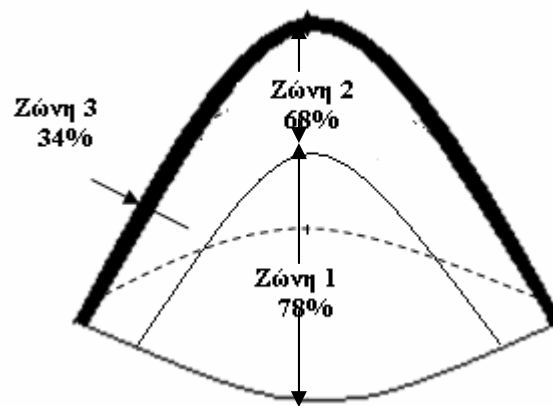
Αρχικό ύψος σωρού SDN: 60cm

Ύψος σωρού SDN μετά την 3^η εβδομάδα: 40cm

Εφόσον η απομάκρυνση υγρασία από τον σωρό βρέθηκε να είναι περιορισμένη (βλ. Ενότητα 4.1.3, Μέρος Γ) η μείωση του ύψους του σωρού πιθανόν οφείλεται σε καθιζήσεις που προκλήθηκαν εντός της μάζας του από τα κενά που δημιουργήσε η αφαίρεση δείγματος με τον δειγματολήπτη (βλ. Ενότητες 2.1.4 & 2.1.5, Μέρος Γ).

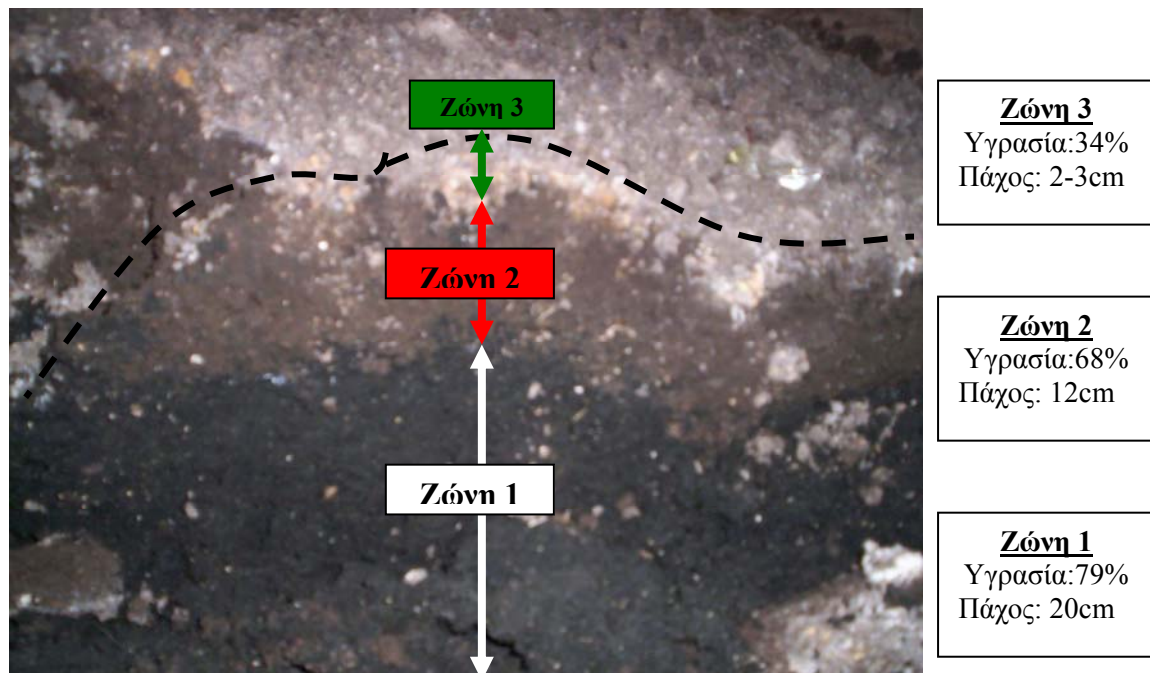
2^η Παρατήρηση: Μόνωση Σωρού

Στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας (6^η εβδομάδα), πραγματοποιήθηκε τομή στον σωρό SDN. Στην τομή διακριθήκαν 3 ζώνες διαφορετικής απόχρωσης με διαφορετικά ποσοστά υγρασίας. Συγκεκριμένα ελήφθησαν δείγματα από κάθε διακρινόμενη ζώνη και προσδιορίστηκαν τα ποσοστά υγρασίας. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδωσαν ποσοστό υγρασίας: α) 78% για τη ζώνη 1 που επεκτείνεται από τη βάση μέχρι ύψους 20cm από τη βάση, β) 69% για τη ζώνη 2, πάχους 12cm και γ) 34% για τη ζώνη 3 πάχους 2-3cm που περιβάλλει εξωτερικά τον σωρό (βλ. Σχήμα 10 & Εικόνα 12).



Σχήμα 10: Ζώνες υγρασία εντός του σωρού SDN – 6^η εβδομάδα αποθήκευσης

Εικόνα 12: Ζώνες υγρασία σε τομή του σωρού SDN – 6^η εβδομάδα αποθήκευσης



--- : Όριο εξωτερικής επιφάνειας σωρού SDN

Κατά την αποθήκευση χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος πραγματοποιείται απομάκρυνση ενός σημαντικού ποσοστού υγρασίας από την επιφάνεια του σωρού που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εξωτερικού φλοιού, πάχους 2-3cm, που δρα ως μόνωση στο σωρό. Ως αποτέλεσμα πραγματοποιείται περιορισμένη διέλευση ατμοσφαιρικού αέρα στο εσωτερικό του σωρού και περιορισμένη χημική δραστηριότητα (αερόβιες διεργασίες). Επιπλέον, η υγρασία του σωρού εγκλωβίζεται στο εσωτερικό του. Συγκεκριμένα στη ζώνη κοντά στην επιφάνεια και μέχρι βάθος

15cm η υγρασία μειώνεται μόνο κατά 10%, ενώ κάτω από αυτή τη ζώνη η υγρασία είναι αμετάβλητη.

3^η Παρατήρηση- Ανάπτυξη Ζιζανίων, Μυκήτων και Βακτηρίων

Μετά την 1^η εβδομάδα αποθήκευσης, αναπτύχθηκαν ζιζάνια στην επιφάνεια του σωρού SDN (βλ. Εικόνα 13). Επιπλέον, εμφανίστηκαν μύκητες (μούχλα) και βακτήρια (κίτρινοι-πορτοκαλοί λεκέδες) μετά την 3^η εβδομάδα (βλ. Εικόνα 14 & 15). Η εμφάνισή τους στο σωρό οφείλεται κυρίως στη διατήρηση υψηλής υγρασίας στη μάζα του σωρού.

Εικόνα 13: Ζιζάνια στην επιφάνεια του σωρού SDN - 6^η εβδομάδα



Εικόνα 14: Βακτήρια σε δείγμα από την επιφάνεια του σωρού SDN



Εικόνα 15: Μύκητες (μούχλα) στην επιφάνεια του σωρού SDN



5.2 Σωρός SDA

1^η Παρατήρηση- Μείωση Μάζας

Σημαντική μείωση ύψους και μάζας παρατηρήθηκε στον σωρό SDA λόγω της απώλειας υγρασίας από τις περιοδικές αναδεύσεις του σωρού. Στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας για την ίδια περίπου αρχική διάμετρο το ύψος του σωρού από τα 60cm μειώθηκε στα 35cm.

2^η Παρατήρηση-Ανάπτυξη ζιζανίων

Από την 1^η εβδομάδα διαχείρισης του σωρού SDA αναπτύχθηκαν στην επιφάνεια του ζιζάνια τα οποία καταστρέφονταν σε κάθε κύκλο ανάδευσης του σωρού. Παρατηρήθηκε επανεμφάνισή τους μετά από κάθε ανάδευση, φαινόμενο που διήρκησε μέχρι και την 4^η εβδομάδα οπότε είχαμε σημαντική μείωση της υγρασίας που δεν επέτρεψε την επανεμφάνισή τους.

5.3 Σωροί SCa & SCb

1^η Παρατήρηση-Ανομοιογενή ανάπτυξη θερμοκρασιών στη μάζα των σωρών

Για τους σωρούς SCa και SCb η τιμή της θερμοκρασίας στα διαφορετικά σημεία εντός των σωρών παρουσίασε σημαντική διακύμανση, κυρίως για τις 3 πρώτες εβδομάδες. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ανομοιογενή κατανομή και τη μεγάλη διάμετρο των διαφορετικών υλικών των σωρών, στην αρχή της κομποστοποίησης. Για το σκοπό αυτό η θερμοκρασία μετρήθηκε σε πολλά και διαφορετικά σημεία εντός του σωρού. Μετά την τρίτη εβδομάδα όπου το υλικό λόγω της βιαποδόμησης έγινε πιο ομοιογενές η θερμοκρασία μέσα στο σωρό παρουσίασε ομοιόμορφη κατανομή.

2^η Παρατήρηση- Μεταβολή της μορφής των σωρών

Η μορφή των σωρών μεταβάλλεται σταδιακά κατά τη διάρκεια των έξι εβδομάδων κομποστοποίησης.

Κατά την 1-2^η εβδομάδα, από την κορυφή μέχρι τη βάση του σωρού, τα υλικά κομποστοποίησης παρουσιάζουν ομοιόμορφη κατανομή. Κάθε υλικό του μίγματος

προς κομποστοποίηση είναι ακόμα ευδιάκριτο (σκουπίδια, ιλύς, φυτικά υπολείμματα).

Μετά την 3^η εβδομάδα, που έχει πραγματοποιηθεί κομποστοποίηση, η κατανομή των υλικών στον εξεταζόμενο σωρό έχει ως εξής:

- Τα υλικά από πλαστικό, γυαλί και αλουμίνιο ξεχωρίζουν και κατά τις αναδεύσεις έχουν την τάση να συσσωρεύονται στην βάση του σωρού.
- Το οργανικό υλικό έχει αποδομηθεί και η διάμετρός του έχει μικρύνει.
- Τα φυτικά υπολείμματα δεν διακρίνονται καθώς έχουν αποδομηθεί μαζί με τα λοιπά οργανικά υλικά.

3^η Παρατήρηση-Μείωση ύψους των σωρών

Μείωση του ύψους παρατηρήθηκε και στους σωρούς SCa και SCb λόγω αποδόμησης των οργανικών υλικών. Ωστόσο, μετά από κάθε ανάδευση γινόταν επαναφορά του ύψους του σωρού στα 80cm μειώνοντας τη διάμετρο του σωρού από τη βάση. Το ύψος και η μάζα του σωρού είναι σημαντικές παράμετροι για την αποδοτική κομποστοποίηση των σωρών (βλ. Ενότητα 1.2, Μέρος Γ).

Όπως στους σωρούς SDN και SDA έτσι και στους σωρούς SCa και SCb μείωση της μάζας αυτών επήλθε από την εξαγωγή δειγμάτων προς ανάλυση.

4^η Παρατήρηση- Αχνισμός σωρών

Κατά την 1^η εβδομάδα όπου αναπτύχθηκαν υψηλές θερμοκρασίες στις μάζες των σωρών SCa και SCb παρατηρήθηκε «αχνισμός» των σωρών λόγω της απομάκρυνσης θερμότητας και αερίων από τη μάζα τους. «Αχνισμός» παρατηρήθηκε και για τις επόμενες 3 εβδομάδες αλλά μόνο κατά την ανάδευση των σωρών όποτε και πραγματοποιούνταν απελευθέρωση θερμότητας και αερίων εγκλωβισμένων στο εσωτερικό του σωρού.

Άλλες Παρατηρήσεις

- Κατά την πρώτη εβδομάδα παρατηρήθηκε ότι σε κάποια σημεία των σωρών SCa και SCb τα φυτικά υπολείμματα είχαν σταχτί χρώμα ένδειξη διαδικασία καύσης στη μάζα τους λόγω των αναπτυσσόμενων υψηλών θερμοκρασιών. Το φαινόμενο αυτό έγινε αντιληπτό γρήγορα και δόθηκε μεγαλύτερη προσοχή στην επαρκή διαβροχή και ανάδευση του σωρού.

- Την πρώτη εβδομάδα κομποστοποίησης εμφανίστηκαν στην επιφάνεια των σωρών μυγάκια που όμως εξαφανίστηκαν την 2^η εβδομάδα. Η παρουσία τους ενδεχομένως να οφείλεται στην ύπαρξη κομπόστ για μια εβδομάδα στη δεξαμενή κομποστοποίησης της μονάδας πλησίον της οποίας είχαν τοποθετηθεί οι εξεταζόμενοι σωροί.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Χωνευμένη Αφυδατωμένη Ιλύς

Όπως προέκυψε από την πειραματική διαδικασία κατά την αποθήκευση ή τη διάθεση χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος πάνω στο έδαφος ή σε Χ.Υ.Τ.Α χωρίς περαιτέρω επεξεργασία συντελείται μόνωση της ιλύος με το περιβάλλον. Όταν η αποθήκευση πραγματοποιείται με τη μορφή σωρού, παρατηρείται η δημιουργία εξωτερικού φλοιού πάχους 2-3cm του οποίου η αρχική υγρασία έχει μειωθεί στο 34% δρώντας μονωτικά για το σωρό (βλ. Ενότητα 5.1, Μέρος Γ). Σε αυτή την περίπτωση ο σωρός διατηρεί στο εσωτερικό του τα αρχικά του χαρακτηριστικά για όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσής του. Παράμετροι όπως η αρχική υγρασία, το pH, τα περιεχόμενα πτητικά στερεά- οργανικός άνθρακας και ορισμένοι ρύποι, που η αποδόμησή τους στηρίζεται στην παρουσία αέρα, παραμένουν σχεδόν αμετάβλητοι (βλ. Πίνακα 84). Συνεπάγεται επομένως ότι η τοποθέτηση ιλύος σε ΧΥΤΑ, χωρίς την ανάμειξή της με απορρίμματα, οδηγεί σε ένα υλικό παγίδα μέσα σε ένα ΧΥΤΑ που μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα όπως και σε αστοχία του ΧΥΤΑ.

Αντιθέτως, όταν η αποθήκευση της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος πραγματοποιείται με παράλληλες εργασίες αερισμού της, έχουμε ένα υλικό με διαφορετική συμπεριφορά. Στην περίπτωση αυτή, οι παράμετροι που επηρεάζονται από την παρουσία αέρα σημειώνουν μείωση με το χρόνο αποθήκευσης της ιλύος. Στο χρονικό διάστημα των 6 εβδομάδων αποθήκευσης της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος με αερισμό σημειώθηκε μείωση των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs σε συγκεντρώσεις κάτω των ορίων που θέτει το 3^ο draft “Working Document on Sludge” για την διάθεση της ιλύος στη γεωργία.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ιλύς πρέπει να ελεγχθεί και ως προς το μικροβιακό της φορτίο. Η προσθήκη άνυδρου ασβέστη αυξάνει το pH και μειώνει το μ/ο φορτίο. Το συμπέρασμα αυτό έχει προκύψει από πειραματικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο χημικό εργαστήριο του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων.

Στους Πίνακες 84 και 85 δίνονται τα χαρακτηριστικά που εμφανίζει η χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς κάτω από συνθήκες αναερόβιας και αερόβιας αποθήκευσης, αντιστοίχως.

Πίνακας 84: Χαρακτηριστικά χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος υπό συνθήκες αναερόβιας αποθήκευσης

Αποθήκευση Χωνευμένης Αφυδατωμένης Ιλύος Υπό Αναερόβιες Συνθήκες		
Παράμετροι	Παρατηρήσεις	Τιμή/Σχέση
pH	Διατηρείται σταθερό όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσης	8
Υγρασία	Παραμένει σταθερή καθ' όλο το χρονικό διάστημα αποθήκευσης	77%
Πτητικά Στερεά	Αμετάβλητα κατά την διάρκεια αποθήκευσης	60%
Οργανικός Ανθρακας	Αμετάβλητος κατά την διάρκεια αποθήκευσης	33%
Οργανικοί Ρύποι		
LAS	Σταθερή συγκέντρωση κατά τη διάρκεια αποθήκευσης	~17,0000mg/kg d.m >2600mg/kg d.m (3 rd draft)*
NPE	Σταθερή συγκέντρωση κατά τη διάρκεια αποθήκευσης	60-80mg/kg d.m> 50mg/kg d.m (3 rd draft)*
PAHs	Μείωση που ακολουθεί κινητική 1 ^{ης} τάξης κατά τη διάρκεια αποθήκευσης (6 εβδομάδες)	$C_{PAHs}(t) = C_{PAHs}(0) \cdot e^{-0.0468 \cdot t}$ $t_{1/2} = 15 \text{ d}$ (βλ. Ενότητα 4.1.7, Μέρος Γ) Τελική Συγκέντρωση (6 ^η εβδομάδα): ~4.75mg/kg d.m <6mg/kg d.m (3 rd draft)*

* (3rd Draft): Αφορά τα όρια που θέτει το 3^ο draft “Working Document on Sludge” για τη διάθεση της ιλύος στη γεωργία.

Πίνακας 85: Χαρακτηριστικά χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος υπό συνθήκες αερόβιας αποθήκευσης

Αποθήκευσης Χωνευμένης Αφυδατωμένης Ιλύος Υπό Αερόβιες Συνθήκες		
Παράμετροι	Παρατηρήσεις	Τιμή/Σχέση
pH	Μειώνεται σχεδόν γραμμικά καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης	pH=7.7223-0.0316·t
Υγρασία	Μειώνεται γραμμικά καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης	$M(t)=M_o-0.5353 \cdot t$ M_o = Αρχική υγρασία (81%) <hr/> Μείωση υγρασίας 30% σε διάστημα 6 εβδομάδων
Πτητικά Στερεά	Μειώνεται γραμμικά καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης- Χαμηλός ρυθμός αποδόμησης	$VS(t)=VS_o-0.1886 \cdot t$ VS_o =Αρχική περιεκτικότητα πτητικών στερεών (61.6%)
Οργανικός Άνθρακας	Μειώνεται γραμμικά καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης- Χαμηλός ρυθμός αποδόμησης	$C_{org.}(t)=C_{org.o}-0.1611 \cdot t$ $C_{org.o}$ = Αρχική περιεκτικότητα οργανικού άνθρακα (52.2%)
Οργανικοί Ρύποι		
LAS	Μείωση συγκέντρωσης σε 2 φάσεις: -1 ^η φάση: Γραμμική Μείωση -2 ^η φάση: Εκθετική Μείωση (Κινητική 1 ^{ης} τάξης)	<u>1^η φάση:</u> $C_{LAS}(t)=C_{LAS}(0)-366.67 \cdot t, \forall 0 \leq t \leq 12$ $C_{LAS}(0)$ = Αρχική συγκέντρωση LAS (16,000mg/kg d.m) <hr/> <u>2^η φάση:</u> $C_{LAS}(t)=37015 \cdot e^{-0.0957 \cdot t}, \forall 12 \leq t \leq 33$ <hr/> Τελική Συγκέντρωση (6 ^η εβδομάδα): ~ 2000mg/kg d.m < 2600mg/kg d.m (3 rd draft)* <hr/> Αποδόμηση 87.5% σε διάστημα 6 εβδομάδων
NPE	Μείωση συγκέντρωσης που ακολουθεί κινητική αντίδραση 1 ^{ης} τάξης	$C_{NPE}(t)=C_{NPE}(0) \cdot e^{-0.054 \cdot t}$ $C_{NPE}(0)$ =Αρχική συγκέντρωση NPE (80mg/kg d.m) $t_{1/2}=13$ d <hr/> Τελική Συγκέντρωση (6 ^η εβδομάδα): ~ 10mg/kg d.m < 50mg/kg d.m (3 rd draft)* <hr/> Αποδόμηση 85% σε διάστημα 6 εβδομάδων
PAHs	Μείωση συγκέντρωσης που πιθανώς ακολουθεί κινητική αντίδραση 1 ^{ης} τάξης κατά τη διάρκεια αποθήκευσης (6 εβδομάδες)	Αρχική Συγκέντρωση: 23 mg/kg d.m (Βλ. Ενότητα 4.2.6, Μέρος Γ) <hr/> Τελική Συγκέντρωση (6 ^η εβδομάδα): ~ 1.2mg/kg d.m < 6mg/kg d.m (3 rd draft)* <hr/> Αποδόμηση 95% σε διάστημα 6 εβδομάδων

* (3rd Draft): Αφορά τα όρια που θέτει το 3^ο draft “Working Document on Sludge” για τη διάθεση της ιλύος στη γεωργία.

6.2 Συν-κομποστοποίηση Ιλύος

Στους Πίνακες 86-α και 86-β δίνονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά του μίγματος ιλύος, αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων σε αναλογία 1:3:2 όπως διαμορφώθηκαν κατά τις πειραματικές συνθήκες αερόβιας κομποστοποίησης.

Πίνακας 86-α: Χαρακτηριστικά μίγματος ιλύος, αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων σε αναλογία 1:3:2 (κ.β.) υπό συνθήκες αερόβιας κομποστοποίησης

Συν-κομποστοποίηση ιλύος, αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων σε αναλογία 1:3:2		
Παράμετροι	Παρατηρήσεις	Τιμή/Σχέση
Θερμοκρασία	Διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών στη θερμοφιλή ζώνη τις 3 πρώτες εβδομάδες κομποστοποίησης	55-70°C
	Μείωση θερμοκρασίας μετά την 3 ^η εβδομάδα	55 °C ↓ 30 °C
	Διατήρηση θερμοκρασίας σωρού σε τιμή κοντά στη θερμοκρασία περιβάλλοντος μετά την 8 ^η εβδομάδα κομποστοποίησης (σταθεροποίηση)	30 °C
pH	Με αρχική τιμή 6-6.5 το pH αυξάνεται τις 2 πρώτες εβδομάδες κομποστοποίησης στο 8.5. Μετά την 3 ^η εβδομάδα το pH διατηρείται σταθερό κοντά στο 8	Αρχική τιμή: 6-6.5 Μέγιστη τιμή: 8.5 (2 ^η εβδομάδα) Τελική τιμή: 8 (11 ^η εβδομάδα)
Υγρασία	Διατήρηση υγρασίας σωρού με διαβροχή στο 40-55% κατά τις 3 πρώτες εβδομάδες κομποστοποίησης	Αρχική τιμή: 50%
	Μείωση της υγρασίας μετά την 4 ^η εβδομάδα	Τιμή Υγρασία κατά την κύρια κομποστοποίηση: 40-55%
	Πτώση της υγρασίας κάτω του 30% την 9 ^η εβδομάδα κομποστοποίησης	Υγρασία Τελικού Προϊόντος: 25% (11 ^η εβδομάδα)
Πτητικά Στερεά	Μείωση πτητικών στο 40% μετά την 6 ^η εβδομάδα κομποστοποίησης	Αρχική τιμή: 66%
		Ενδιάμεση τιμή: 45% (6 ^η εβδομάδα)
		Τελική τιμή: 44% (11 ^η εβδομάδα)

Πίνακας 86-β: Χαρακτηριστικά μίγματος ιλύος, αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων σε αναλογία 1:3:2 υπό συνθήκες αερόβιας κομποστοποίησης

Συν-κομποστοποίηση ιλύος, αστικών απορριμμάτων και φυτικών υπολειμμάτων σε αναλογία 1:3:2		
Παράμετροι	Παρατηρήσεις	Τιμή/Σχέση
Οργανικοί Ρύποι		
LAS	Μείωση των αρχικών συγκεντρώσεων LAS σε ποσοστό 91% σε διάστημα 6 εβδομάδων κομποστοποίησης	Αρχική τιμή: 1500mg/kg d.m Τιμή 6 εβδομάδων κομποστοποίησης: 140mg/kg d.m <2600mg/kg d.m (3 rd draft)*
NPE	Κατά τις αναλύσεις βρέθηκαν κάτω από το όριο ανίχνευσης για τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο προσδιορισμού τους	<50mg/kg d.m (3 rd draft)*
PAHs	Μείωση της αρχικής συγκέντρωσης PAHs σε ποσοστό 95% σε διάρκεια τριών εβδομάδων κομποστοποίησης Διατήρηση χαμηλής συγκέντρωσης PAHs μετά την 3 ^η και έως την 6 ^η εβδομάδα κομποστοποίησης	Αρχική τιμή: 7mg/kg d.m Τιμή την 3 ^η εβδομάδα κομποστοποίησης: 0.44mg/kg d.m Τιμή την 6 ^η εβδομάδα κομποστοποίησης: 0.4mg/kg d.m <6mg/kg d.m (3 rd draft)*

* (3rd Draft): Αφορά τα όρια που θέτει το 3^ο draft “Working Document on Sludge” για τη διάθεση της ιλύος στη γεωργία.

Σχετικά με την καθαυτή διεργασία της κομποστοποίησης φαίνεται ότι αυτή έχει ολοκληρωθεί μετά την 6^η εβδομάδα κομποστοποίησης όπου ο διαθέσιμος οργανικός άνθρακας έχει μειωθεί στο 25% και η υγρασία ξεκινάει να πέφτει κάτω του 40%. Το σταθεροποιημένο υλικό κομπόστ λαμβάνεται μετά την 9^η εβδομάδα όπου η υγρασία έχει πέσει στο 35% και ο οργανικός άνθρακας βρίσκεται στο 24% (βλ. Ενότητες 4.2.3-4.2.5, Μέρος Γ)

Κατά την πειραματική διαδικασία αποδεικνύεται ότι οι συγκεντρώσεις των οργανικών ρύπων LAS και NPE παρουσιάζουν αρχικές τιμές στο υλικό κομποστοποίησης μικρότερες από τα όρια που θέτει το 3^ο draft για την περιεκτικότητα των εν λόγω ρύπων στο τελικό προϊόν κομπόστ. Τα PAHs παρουσιάζουν αρχική συγκέντρωση λίγο πιο πάνω από το όριο. Επιπλέον, λόγω της αποδόμησης των οργανικών ρύπων κάτω από τις αναερόβιες συνθήκες της κομποστοποίησης, οι συγκεντρώσεις των εξεταζόμενων ρύπων στο τέλος της 6^{ης}

εβδομάδας κομποστοποίησης έχουν τιμές πολύ χαμηλότερες από τα προαναφερόμενα επιτρεπτά όρια. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι κατά την ανάμειξη ιλύος με αστικά απορρίμματα και φυτικά υπολείμματα στις προκαθορισμένες αναλογίες επέρχεται αραίωση των περιεχόμενων οργανικών ρύπων. Η αραίωση πραγματοποιείται σε τέτοιο βαθμό που τελικά εξασφαλίζονται αρχικές τιμές στο προκύπτον μίγμα κομποστοποίησης μικρότερων των επιτρεπτών ορίων. Με αυτό τον τρόπο οι συγκεντρώσεις των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs πληρούν τα όρια ποιότητας του τελικού προϊόντος κομπόστ πριν την έναρξη της κομποστοποίησης. Επιπλέον, το τελικό προϊόν κομπόστ φαίνεται να είναι σχεδόν απαλλαγμένο από τους εξεταζόμενους ρύπους τους οποίους περιέχει σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, εξασφαλίζοντας κομπόστ καλής ποιότητας.

Ωστόσο, στην περίπτωση που στην κομποστοποίηση εισαχθούν μεγαλύτερες ποσότητες χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος, συμβάλλοντας σε υψηλότερες συγκεντρώσεις οργανικών ρύπων στο αρχικό κομπόστ, αναμένεται ότι στο τέλος της κομποστοποίησης 6 εβδομάδων θα έχουν πέσει κάτω από τα επιτρεπτά όρια. Η πεποίθηση αυτή ενισχύεται από το πείραμα μελέτης της συμπεριφοράς των εξεταζόμενων οργανικών ρύπων στη μάζα σωρού χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος υπό συνθήκες αερόβιας αποθήκευσης για διάστημα 6 εβδομάδων. Στην περίπτωση αυτή εξασφαλίστηκε ότι οι υψηλές αρχικές συγκεντρώσεις πέφτουν κάτω από τα επιτρεπτά όρια στο τέλος της διεργασίας.

6.3 Αστικά Λύματα Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων

Δυστυχώς οι πειραματικές μετρήσεις δεν έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα, γεγονός που οφείλεται στην αδυναμία διεξαγωγής περισσότερων του ενός σετ δειγματοληψιών κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Η είσοδος του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων έδωσε πολύ υψηλές τιμές των οργανικών ρύπων LAS και NPE (7400mg/L και 20μg/L, αντιστοίχως) που δε δικαιολογούνται βιβλιογραφικά (Μέγιστες καταγεγραμμένες τιμές LAS και NPE στην Ευρώπη: 15.10mg/L και 6μg/L αντιστοίχως). Οι υψηλές συγκεντρώσεις στα λύματα στην είσοδο του βιολογικού καθαρισμού διατηρούνται έως ότου αυτά εισαχθούν στη δεξαμενή παρατεταμένου αερισμού. Μετά την δεξαμενή παρατεταμένου αερισμού οι συγκεντρώσεις των περιεχόμενων οργανικών ρύπων είναι πολύ χαμηλές έως και μη

ανιχνεύσιμες για την περίπτωση των LAS. Φαίνεται λοιπόν ότι ο αερισμός συμβάλει σημαντικότερα στην απομάκρυνση των οργανικών ρύπων από τα υγρά λύματα. Με βάση αυτό το γεγονός, θα αναμέναμε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις LAS, NPE και PAHs στην υγρή ιλύ της δευτεροβάθμιας καθίζησης από ότι στην παραγόμενη υγρή ιλύ της πρωτοβάθμιας καθίζησης.

Η παραπάνω διαπίστωση μπορεί να εξηγήσει την υψηλή συγκέντρωση LAS (17,000-26,000mg/kg d.m) στην μάζα της χωνευμένης αφυδατωμένης ιλύος, που αποτελείται 80% από πρωτοβάθμια ιλύ και 20% δευτεροβάθμια ιλύ, σε αντίθεση με τη χαμηλή συγκέντρωση των LAS (340mg/kg d.m) που προσδιορίστηκε στη μάζα της αχώνευτης αφυδατωμένης ιλύος που αποτελείται αποκλειστικά από δευτεροβάθμια ιλύ (βλ. Ενότητα 2.3.1, Μέρος Β).

Σχετικά με τη μεταβολή της συγκέντρωσης των PAHs αυτή διατηρείται κοντά στο 1mg/kg d.m στα λύματα μέχρι και πριν τον παρατεταμένο αερισμό. Μετά τη δεξαμενή παρατεταμένου αερισμού έχει πραγματοποιηθεί απομάκρυνση των PAHs σε ποσοστό 89% που στην έξοδο φτάνει το 98%.

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην Ενότητα 7 προβάλλονται συγκεκριμένες προτάσεις βασισμένες στα συμπεράσματα και τις παρατηρήσεις που προέκυψαν στο πειραματικό μέρος της μεταπτυχιακής διατριβής. Ακολουθώς, παρατίθενται τρεις προτάσεις που αφορούν τις ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν στα επόμενα στάδια διαπίστωσης της δυνατότητας συν-κομποστοποίησης της ιλύος αστικών λυμάτων.

Πρόταση Α: Πιλοτική Εφαρμογή της Συν-κομποστοποίησης

1. **Δεξαμενή εφαρμογής συν-κομποστοποίησης:** Προτείνεται η εφαρμογή της δοκιμαστικής συν-κομποστοποίησης σε μια εκ' των δύο δεξαμενών που διαθέτει η μονάδα μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης και σε μήκος 8 m από τα συνολικά 67.2 m που διαθέτει η δεξαμενή.
2. **Χρόνος συν-κομποστοποίησης:** 6 εβδομάδων για κάθε παρτίδα υλικού κομποστοποίησης.
3. **Υλικό συν-κομποστοποίησης:** 1) Οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων προερχόμενο από τη μονάδα μηχανικής διαλογής, 2) χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύ, 3) αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύ και 4) φυτικά υπολείμματα. Τα φυτικά υπολείμματα αφορούν κυρίως κλαριά και χόρτα με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Γρασίδι και άλλα υλικά με υψηλά ποσοστά υγρασίας δεν πρέπει να συγκαταλέγονται στον όρο φυτικά υπολείμματα για την συγκεκριμένη πρόταση.
4. **Αναλογίες εισερχόμενων υλικών συν-κομποστοποίησης:**
 - Αναλογία ανάμειξης αφυδατωμένης ιλύος/κλαδιά-χόρτα : 2/1- 3/1 w/w
 - Αναλογία ανάμειξης αφυδατωμένης ιλύος/ οργανικού υλικού: 1/3 –1/4 w/w
 - Αναλογία χωνευμένης/αχώνευτης αφυδατωμένης ιλύος: 1/2 v/v

Σημείωση 6: Οι αναλογίες ιλύος προς κλαδιά και ιλύος προς οργανικό υλικό έχουν προκύψει από προηγούμενη εμπειρία εφαρμογής της συν-κομποστοποίησης πρωτοβάθμιας βιολογικής

ιλύος με οργανικό κλάσμα αστικών απορριμμάτων και φυτικά υπολείμματα. Επιπλέον, η αναλογία χωνευμένης προς αχώνευτη ιλύος προκύπτει με βάση την ημερήσια παραγωγή ιλύος στον βιολογικό καθαρισμό Χανίων (9 m^3 χωνευμένη αφυδατωμένη ιλύς και 18 m^3 αχώνευτη αφυδατωμένη ιλύς).

5. Τρόπος εισαγωγής υλικού

Απαιτείται η αγορά αναμίκτη για την ομογενοποίηση του μείγματος ιλύος, οργανικού υλικού και τεμαχισμένων κλαδιών-χόρτων πριν την είσοδό του στη δεξαμενή κομποστοποίησης. Για την φάση δοκιμαστικής λειτουργίας της συν-κομποστοποίησης δίνονται οι ακόλουθες δυνατότητες τοποθέτησης του αναμίκτη:

- Στην περίπτωση που κατά τη δοκιμαστική φάση λειτουργίας της συν-κομποστοποίησης στη μία εκ' των δύο δεξαμενών της μονάδας δεν πραγματοποιείται παράλληλα κανονική λειτουργία κομποστοποίησης του οργανικού κλάσματος και των φυτικών υπολειμμάτων στην δεύτερη δεξαμενή, τότε η τοποθέτηση του αναμίκτη μπορεί να γίνει μετά τον τεμαχιστή κλαδιών και πριν από τον μεριστή ροής της μονάδας. Στη θέση αυτή μπορεί να παραμείνει και στην περίπτωση επιτυχίας της δοκιμαστικής φάσης εφαρμογής της συν-κομποστοποίησης για την μετέπειτα λειτουργία της συν-κομποστοποίησης.
- Στην περίπτωση όπου παράλληλα με τη δοκιμαστική φάση εφαρμογής της συν-κομποστοποίησης λειτουργεί και η κομποστοποίηση οργανικού υλικού και φυτικών υπολειμμάτων τότε η ανάμιξη των υλικών μπορεί να πραγματοποιείται ανεξάρτητα της συνολικής διεργασίας κατά τη φάση μόνο της δοκιμαστικής λειτουργίας.
- Γενικά, η τοποθέτηση του αναμίκτη πρέπει να καθοριστεί από τους υπευθύνους της μονάδας ανάλογα με τις χωροταξικές δυνατότητες αυτής.

6. Συνιστώμενες αναλύσεις πριν την είσοδο των υλικών προς συν-κομποστοποίηση

- Έλεγχος της περιεκτικότητας της ιλύος και του οργανικού υλικού σε βαρέα μέταλλα
- Έλεγχος της ιλύος και του οργανικού υλικού σε οργανικούς ρύπους

- Έλεγχος παρουσίας παθογένειας στην ιλύ και στο οργανικό υλικό
- Έλεγχος της αναλογίας C/N του μίγματος ιλύος, οργανικού υλικού και φυτικών υπολειμμάτων
- Έλεγχος της περιεχόμενης υγρασίας, ολικών στερεών, πτητικών στερεών και pH του εισερχόμενου μίγματος κομποστοποίησης.

Στον πίνακα IV-1 του παραρτήματος IV δίνονται αναλυτικά οι απαραίτητες μετρήσεις.

7. Απαραίτητες εργασίες κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης

- Έλεγχος της θερμοκρασίας του υλικού της κομποστοποίησης στη δεξαμενή (διατήρηση θερμοκρασίας στους 43-65°C).
- Διαβροχή υλικού κομποστοποίησης για τη διατήρηση της θερμοκρασίας και υγρασίας σε επιθυμητά επίπεδα.
- Έλεγχος της αναλογίας C/N του υλικού της κομποστοποίησης
- Έλεγχος του pH του υλικού της κομποστοποίησης

8. Απαραίτητες αναλύσεις στο τελικό προϊόν κομπόστ

- Έλεγχος της περιεκτικότητας του κομπόστ σε βαρέα μέταλλα
- Έλεγχος της περιεκτικότητας του κομπόστ σε οργανικούς ρύπους
- Έλεγχος παρουσίας παθογένειας στο κομπόστ

Οι αναλύσεις θα πρέπει να πραγματοποιηθούν σε τουλάχιστον τρεις παρτίδες υλικού κομποστοποίησης, 6 εβδομάδων έκαστη.

Στους πίνακες IV-2 & IV-3 του παραρτήματος IV δίνονται αναλυτικά οι απαραίτητες μετρήσεις. Οι εν λόγω πίνακες μπορεί να αποτελέσουν συνοδευτικά έγγραφα απαραίτητα για την πώληση του τελικού προϊόντος κομπόστ και αποδεικτικά της ποιότητάς του.

Σημείωση 7: Σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να παραλειφθεί το στάδιο της δοκιμαστικής φάσης συν-κομποστοποίησης της ιλύος του βιολογικού καθαρισμού Χανίων με το οργανικό

κλάσμα των αστικών απορριμμάτων. Θα πρέπει να διαπιστωθεί η συμπεριφορά των οργανικών ρύπων κατά την αερόβια κομποστοποίηση ώστε να εξασφαλιστεί η ποιότητα του τελικού προϊόντος κομπόστ. Στην περίπτωση που στο τελικό προϊόν οι οργανικοί ρύποι εξακολουθούν να ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια για την διάθεση του κομπόστ στη γεωργία, η λύση της συν-κομποστοποίησης (όσο αφορά στην εφαρμογή του κομπόστ στη γεωργία) θα πρέπει να επανεξεταστεί.

Πρόταση Β: Επανάληψη Μετρήσεων Οργανικών Ρύπων στα Αστικά Λύματα

Προτείνεται η επανάληψη προσδιορισμού των οργανικών ρύπων LAS, NPE και PAHs στα αστικά λύματα, στα διαφορετικά μέρη της Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων. Συνετός είναι ο προγραμματισμός σειράς δειγματοληψιών στη διάρκεια ενός έτους λειτουργίας του βιολογικού με συχνότητα λήψης και ανάλυσης δειγμάτων τουλάχιστον ανά δύο μήνες. Επιπλέον προτείνεται ο καθορισμός επιπρόσθετων σημείων δειγματοληψίας απ' αυτών που καθορίστηκαν στην εν λόγω μεταπτυχιακή διατριβή (π.χ δείγματα ιλύος πριν τους χωνευτές). Κατά αυτό τον τρόπο προσδιορίζεται ακριβώς η συμπεριφορά των LAS, NPE και PAHs στον Βιολογικό Καθαρισμό Χανίων.

Σημαντικό είναι σε αυτή τη μελέτη να πραγματοποιηθεί καταγραφή των πιθανών πηγών εισόδου υψηλού φορτίου LAS και NPE στο αποχετευτικό δίκτυο Χανίων (βιοτεχνίες-βιομηχανίες).

Πρόταση Γ: Εναλλακτικός Τρόπος Διάθεσης της Ιλύος Βάση των Πειραματικών Παρατηρήσεων

Όπως διαπιστώθηκε από την πειραματική διαδικασία η περιεκτικότητα της ιλύος σε οργανικούς ρύπους πληρεί τα όρια που θέτει το 3^ο draft “Working document on Sludge” για την απευθείας διάθεσή της στη γεωργία, εφόσον αποθηκευτεί για τουλάχιστον 6-7 εβδομάδες κάτω από συνθήκες τακτικού αερισμού/αναδεύσεων. Επιπλέον, μείωση της υγρασίας στα επιθυμητά επίπεδα για τη διάθεση στη γεωργία και καταστροφή των παθογόνων παραγόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί με προσθήκη άνυδρου ασβέστη.

Η εν λόγω πρόταση αποτελεί εναλλακτικό τρόπο διάθεσης της ιλύος και αξίζει να μελετηθεί και να συγκριθεί με την πρόταση για συν-κομποστοποίηση της ιλύος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (3)

Διεθνής

- European Commission, 2001, *Pollutants in Urban Waste Water & Sewage Sludge*, Luxembourg.
- EPA et al., 1989, *POTW Sludge Sampling And Analysis Guidance Document*, USA, available at: <<http://epa.gov>>, March 2006.
- Jacobsen, A.,M., Mortensen, G., K. & Hansen, H.,C.,B., 2002, *Degradation & Mobility of Linear Alkylbenzene Sulfonate & Nonylphenol in Sludge- Amended Soil*, Published in J. Environ. Qual. 33: 232-240 (2004), USA.
- Painter, H.A & Zabel,T., 1989, *The Behaviour of LAS in Sewage Treatment*, Carl Hanser Verlag, Munchen, available at: <http://www.lasinfo.org/reports/behaviour_of_las_insewage_treatmet.pdf>, January 2006.
- Seldak, R.I. & Booman, K.A., 1986, *Soap and Detergent Association- Soap/Cosmetics/Chemical Specialities*, NY, USA.
- Swedish EPA, 2001, Report 5217, *Organic Contaminants in Sewage Sludge*, Test Methods for the Examination of Composting and Compost.
- U.S. EPA, 1989, *POTW Sludge Sampling And Analysis Guidance Document*, Washington, DC. Chapter 13 “Monitoring and Sampling”, available at: <<http://www.wayne-health.org/pdf/septage-sludge/landapp-monitoring%20sites.pdf>>, June 2006.

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ (3)

KYA: Κοινή Υπουργική Απόφαση

Μ.Ε.Λ: Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

**Σύσταση Αστικών Απορριμμάτων Δήμου Χανίων
Βάση της Σχετικής Μελέτης της Αναδόχου Εταιρείας
ENVITEC Α.Ε για τον Σχεδιασμό της Μονάδας
Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης**

I.1 Περίπτωση Α: Αυξημένο Οργανικό Κλάσμα

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται η σύσταση των σύμμεικτων απορριμμάτων, καθώς και οι συστάσεις των κατηγοριών χαρτιού και πλαστικού με βάση τη σχετική μελέτη κατασκευής και λειτουργίας της μονάδας για την περίπτωση που έχει αυξημένο οργανικό κλάσμα.

- **Σύσταση Σύμμεικτων**

Πίνακας I-1: Σύσταση σύμμεικτων απορριμμάτων - Περίπτωση Α “Αυξημένο Οργανικό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Οργανικά	55
Χαρτί	18.57
Πλαστικά	8.6
Σιδηρούχα	2.75
Αλουμινούχα	1.0
Γυαλί	3.75
Υφάσματα	1.65
ΔΞΥΛ - Χόρτα	2.3
Λοιπά	4.4
Αδρανή	1.98
Σύνολο	100

- **Σύσταση Κατηγορίας Χαρτιού**

Πίνακας I-2: Ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους κατηγοριών χαρτιού στο σύνολο του υλικού «χαρτιού» - Περίπτωση Α “Αυξημένο Οργανικό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Χαρτόνι	14
Χαρτί συσκευασίας	9
Χαρτί τυπωμένο	30
Λοιπά Χαρτιά	47
Σύνολο	100

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το χαρτί καταλαμβάνει το 18.57% του συνόλου των απορριμμάτων για την περίπτωση Α, μπορούμε να προσδιορίσουμε τα ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων κατηγοριών χαρτιού στο σύνολο των απορριμμάτων (Πίνακας I-3).

Πίνακας I-3: Ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους κατηγοριών χαρτιού στο σύνολο των απορριμμάτων – Περίπτωση Α “Αυξημένο Οργανικό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Χαρτόνι	2.65
Χαρτί συσκευασίας	1.57
Χαρτί τυπωμένο	5.6
Λοιπά Χαρτιά	8.75
Σύνολο	18.57

- **Σύσταση Κατηγορίας Πλαστικού**

Πίνακας I-4: Ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους κατηγοριών πλαστικού στο σύνολο του υλικού «πλαστικού» - Περίπτωση Α “Αυξημένο Οργανικό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Φύλλο πλαστικού	66
Φιάλες PET	4
Φιάλες PVC	1
Φιάλες PE	5
Λοιπά πλαστικά	24
Σύνολο	100

Στην κατηγορία «φύλλο πλαστικού» περιλαμβάνονται πλαστικές σακούλες, πλαστικό φύλλο συσκευασίας, πλαστικοποιημένα χαρτιά, κλπ.

Στην κατηγορία «Φιάλες PET» περιλαμβάνονται αναψυκτικά, εμφιαλωμένο νερό, κλπ.

Στην κατηγορία «Φιάλες PVC» περιλαμβάνονται υγρά απορρυπαντικά, σαμπουάν, και άλλα φιαλίδια.

Στην κατηγορία «Φιάλες PE» περιλαμβάνονται εμφιαλωμένο νερό

Στην κατηγορία «Λοιπά πλαστικά» περιλαμβάνονται συσκευασίες γιαουρτιού, πλαστικά καπάκια, άλλα πλαστικά αντικείμενα, καλαμάκια, ξυραφάκια πλαστικά μιας χρήσεως, πλαστικοί αναπτήρες κλπ.

Ομοίως λαμβάνοντας υπόψη ότι το πλαστικό καταλαμβάνει το 8.6% του συνόλου των απορριμμάτων για την περίπτωση Α μπορούμε να προσδιορίσουμε τα ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων κατηγοριών πλαστικού στο σύνολο των απορριμμάτων (Πίνακας I-5).

Πίνακας I-5: Ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους κατηγοριών πλαστικού στο σύνολο των απορριμμάτων – Περίπτωση Α “Αυξημένο Οργανικό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Φύλλο πλαστικού	5.7
Φιάλες PET	0.3
Φιάλες PVC	0.1
Φιάλες PE	0.4
Λοιπά πλαστικά	2.1
Σύνολο	8.6

I.2 Περίπτωση Β: Με 20% Αυξημένο Ξηρό Κλάσμα

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται η σύσταση των σύμμεικτων απορριμμάτων, καθώς και οι συστάσεις των κατηγοριών χαρτιού και πλαστικού με βάση τη σχετική μελέτη κατασκευής και λειτουργίας της μονάδας για την περίπτωση που έχει 20% αυξημένο ξηρό κλάσμα.

- **Σύσταση Σύμμεικτων απορριμμάτων**

Πίνακας I-6: Σύσταση σύμμεικτων απορριμμάτων - Περίπτωση Β “Με 20% Αυξημένο Ξηρό Κλάσμα»

Υλικά	Σύσταση %w/w
Οργανικά	49.5
Χαρτί	22.3
Πλαστικά	10.3
Σιδηρούχα	2.8
Αλουμινούχα	1.0
Γυαλί	3.8
Υφάσματα	1.7
ΔΞΥΛ- Χόρτα	2.3
Λοιπά	4.4
Αδρανή	1.9
Σύνολο	100

- **Σύσταση Κατηγορίας Χαρτιού**

Πίνακας I-7: Ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους κατηγοριών χαρτιού στο σύνολο του υλικού «χαρτιού» - Περίπτωση Β “Με 20% Αυξημένο Ξηρό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Χαρτόνι	14.3
Χαρτί συσκευασίας	8.5
Χαρτί τυπωμένο	30.1
Λοιπά Χαρτιά	47.1
Σύνολο	100

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το χαρτί καταλαμβάνει το 22.3 % του συνόλου των απορριμμάτων για την περίπτωση Β μπορούμε να προσδιορίσουμε τα ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων κατηγοριών χαρτιού στο σύνολο των απορριμμάτων (Πίνακας I-8).

Πίνακας I-8: Ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους κατηγοριών χαρτιού στο σύνολο των απορριμμάτων – Περίπτωση Β “Με 20% Αυξημένο Ξηρό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Χαρτόνι	3.2
Χαρτί συσκευασίας	1.9
Χαρτί τυπωμένο	6.7
Λοιπά Χαρτιά	10.5
Σύνολο	22.3

- **Σύσταση Κατηγορίας Πλαστικού**

Πίνακας I-9: Ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους κατηγοριών πλαστικού στο σύνολο του υλικού «πλαστικού» - Περίπτωση Β “Με 20% Αυξημένο Ξηρό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Φύλλο πλαστικού	66
Φιάλες PET	4
Φιάλες PVC	1
Φιάλες PE	5
Λοιπά πλαστικά	24
Σύνολο	100

Στην κατηγορία «φύλλο πλαστικού» περιλαμβάνονται πλαστικές σακούλες, πλαστικό φύλλο συσκευασίας, πλαστικοποιημένα χαρτιά, κλπ.

Στην κατηγορία «Φιάλες PET» περιλαμβάνονται αναψυκτικά, εμφιαλωμένο νερό, κλπ.

Στην κατηγορία «Φιάλες PVC» περιλαμβάνονται υγρά απορρυπαντικά, σαμπουάν, και άλλα φιαλίδια.

Στην κατηγορία «Φιάλες PE» περιλαμβάνονται εμφιαλωμένο νερό

Στην κατηγορία «Λοιπά πλαστικά» περιλαμβάνονται συσκευασίες γιαουρτιού, πλαστικά καπάκια, άλλα πλαστικά αντικείμενα, καλαμάκια, ξυραφάκια πλαστικά μιας χρήσεως, πλαστικοί αναπτήρες κλπ.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το πλαστικό καταλαμβάνει το 10.3 % του συνόλου των απορριμμάτων για την περίπτωση Β μπορούμε να προσδιορίσουμε τα ποσοστά συμμετοχής των διαφόρων κατηγοριών πλαστικού στο σύνολο των απορριμμάτων (Πίνακας I-10).

Πίνακας I-10: Ποσοστό συμμετοχής των επιμέρους κατηγοριών πλαστικού στο σύνολο των απορριμμάτων – Περίπτωση Β “Με 20% Αυξημένο Ξηρό Κλάσμα”

Υλικά	Σύσταση %w/w
Φύλλο πλαστικού	6.8
Φιάλες PET	0.4
Φιάλες PVC	0.1
Φιάλες PE	0.5
Λοιπά πλαστικά	2.5
Σύνολο	10.3

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

**Ισοζύγια Μάζας Δοκιμαστικής Φάσης Λειτουργίας
της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής και
Κομποστοποίησης**

Πίνακας II-1: Ισοζύγιο μάζας της 26/5/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης
(εκτός μισάωρης λειτουργίας για τις δοκιμές του φορέα)

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ
Είσοδος	18,260	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	830	4.46%
Φυτικά απορρίμματα	360	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	210	1.13%
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	4040	21.70%
		Σιδηρούχα ηλεκτρομαγνήτη	10	0.05%
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	10,998	59.07%
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1370	7.36%
		Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	66	0.35%
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	528	2.84%
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	232	1.25%
		Σίδηρος	336	1.80%
ΣΥΝΟΛΟ	18,620	ΣΥΝΟΛΟ	18,620	100.00%

ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ							
Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	50	274	1.370	60	6	360
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	95	520				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	105	575				
Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	1	20	66	66			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	45	216	528			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	65	312				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	35	86	232			
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	60	147				
Σίδηρος	4	40	336	336			
Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης από το μισάωρο των δοκιμών του φορέα (σε kg) : 1306							

Πίνακας II-2: Ισοζύγιο μάζας της 27/5/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης
(εκτός μισάωρης λειτουργίας για τις δοκιμές του φορέα)

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ			
Είσοδος	20,520	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	700	3.36%			
Φυτικά απορρίμματα	300	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	560	2.69%			
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	5310	25.50%			
		Σιδηρούχα ηλεκτρομαγνήτη	130	0.62%			
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	11,614	55.78%			
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)					
		Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)					
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάilon)	2506	12.03%			
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)					
		Σίδηρος					
ΣΥΝΟΛΟ	20,820	ΣΥΝΟΛΟ	20,820	100.00%			
ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ							
Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	0	0	0	60	5	300
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	0	0				
Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	1	0	0	0			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάilon)	1	0	0				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάilon)	1	0	0	0			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάilon)	1	0	0				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	0	0	0			
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	0	0				
Σίδηρος	0	40	0	0			
Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης από το μισάωρο των δοκιμών του φορέα (σε kg) : 1461							

Πίνακας Π-3: Ισοζύγιο μάζας της 30/5/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης
(εκτός μισάωρης λειτουργίας για τις δοκιμές του φορέα)

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ
Είσοδος	32,210	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	0	0.00%
Φυτικά απορρίμματα	240	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	450	1.39%
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	8020	24.71%
		Σιδηρούχα ηλεκτρομαγνήτη	100	0.31%
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	20,587	63.44%
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1479	4.56%
		Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	792	2.44%
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	330	1.02%
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	588	1.81%
		Σίδηρος	104	0.32%
ΣΥΝΟΛΟ	32,450	ΣΥΝΟΛΟ	32,450	100.00%

ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ							
Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	65	356	1479	60	4	240
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	90	493				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	115	630				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	80	384	792			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	85	408				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	35	86				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	2	50	244				
Σίδηρος	7	40	588				
Αλουμίνιο	2	42	104				
Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης από το μισάωρο των δοκιμών του φορέα (σε kg) : 0							

Πίνακας Π-4: Ισοζύγιο μάζας της 31/5/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης
(εκτός μισάωρης λειτουργίας για τις δοκιμές του φορέα)

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ
Είσοδος	29,060	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	1220	4.13%
Φυτικά απορρίμματα	480	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	190	0.64%
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	6320	21.39%
		Σιδηρούχα ηλεκτρομαγνήτη	94	0.32%
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	17,315	58.62%
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	2575	8.72%
		Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	960	3.25%
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	342	1.16%
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	420	1.42%
		Σίδηρος	104	0.35%
ΣΥΝΟΛΟ	29,540	ΣΥΝΟΛΟ	29,540	100.00%

ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ

Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	70	383	2575	60	8	480
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	2	90	986				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	105	575				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	115	630				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	35	168	960			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	75	360				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	90	432				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	65	159	342			
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	75	183				
Σίδηρος	5	40	420	420			
Αλουμίνιο	2	42	104	104			
Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης από το μισάωρο των δοκιμών του φορέα (σε kg) : 0							

Πίνακας II-5: Ισοζύγια μάζας της 31/5/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ
Είσοδος	23,480	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	800	3.36%
Φυτικά απορρίμματα	360	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	310	1.30%
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	3930	16.48%
		Σιδηρούχα ηλεκτρομαγνήτη	76	0.32%
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	15,229	63.88%
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1835	7.70%
		Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	115	0.48%
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	792	3.32%
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	281	1.18%
		Σίδηρος	420	1.76%
		Αλουμίνιο	52	0.22%
ΣΥΝΟΛΟ	23,840	ΣΥΝΟΛΟ	23,840	100.00%

ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ							
Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	55	301	1835	60	6	360
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	80	438				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	95	520				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	105	575	115			
Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	1	35	115				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	65	312				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	100	480	792			
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	30	73				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	35	86				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	50	122	281			
Σίδηρος	5	40	420				
Αλουμίνιο	1	42	52				

Πίνακας II-6: Ισοζύγια μάζας της 2/6/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ
Είσοδος	16,900	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	680	3.91%
Φυτικά απορρίμματα	480	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	420	2.42%
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	3300	18.99%
		Σιδηρούχα ηλεκτρομαγνήτη	120	0.69%
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	10,119	58.22%
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1150	6.62%
		Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	296	1.70%
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	624	3.59%
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	147	0.84%
		Σίδηρος	420	2.42%
		Αλουμίνιο	104	0.60%
ΣΥΝΟΛΟ	17,380	ΣΥΝΟΛΟ	17,380	100.00%

ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ							
Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	100	548	1.150	60	8	480
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	110	603				
Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	1	90	296	296			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	30	144	624			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	100	480				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	60	147	147			
Σίδηρος	5	40	420	420			
Αλουμίνιο	2	42	104	104			

Πίνακας Π-7: Ισοζύγια μάζας της 3/6/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ
Είσοδος	19,660	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	900	4.58%
Φυτικά απορρίμματα	0	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	230	1.17%
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	4650	23.65%
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	10,754	54.70%
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1698	8.64%
		Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	148	0.75%
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	864	4.39%
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	196	0.99%
		Σίδηρος	168	0.85%
		Αλουμίνιο	52	0.26%
		ΣΥΝΟΛΟ 19,660		ΣΥΝΟΛΟ

ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ							
Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	20	110	1.698	60	0	360
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	90	493				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	2	100	1.096				
Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	1	45	148	148			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	40	192				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	55	264	864			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	85	408				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	2	40	196	196			
Σίδηρος	2	40	168	168			
Αλουμίνιο	1	42	52	52			
<u>Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης από το μισάωρο των δοκιμών του φορέα (σε kg) : 2.837</u>							

Πίνακας ΙΙ-8: Ισοζύγια μάζας της 6/6/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ			
Είσοδος	19,960	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	680	3.31%			
Φυτικά απορρίμματα	600	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	100	0.49%			
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	3550	17.27%			
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	13,079	63.61%			
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1507	7.33%			
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	864	4.20%			
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	257	1.25%			
		Σίδηρος	420	2.04%			
		Αλουμίνιο	104	0.51%			
ΣΥΝΟΛΟ 20,560		ΣΥΝΟΛΟ	20,560	100.00%			
ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ							
Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	2	80	877	1.507	60	10	600
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	115	630				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	30	144	864			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	35	168				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	115	552	257			
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	50	122				
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	55	134	420			
Σίδηρος	5	40	420				
Αλουμίνιο	2	42	104	104			

Πίνακας Π-9: Ισοζύγιο μάζας της 7/6/2005 - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης

ΕΙΣΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΕΚΡΟΕΣ	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ
Είσοδος	41,360	Άχρηστα χειροδιαλογής ανεπιθύμητων	1000	2.42%
Φυτικά απορρίμματα	0	Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής	530	1.28%
Πρόγραμμα διαλογής στην πηγή	0	Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής	8740	21.13%
		Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης	25,132	60.76%
		<i>Εισερχόμενο υλικό κομπόστας Β'</i>	<i>21,875</i>	
		<i>By pass υλικού κομπόστας Α'</i>	<i>3257</i>	
		Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	2849	6.89%
		Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	214	0.52%
		Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1584	3.83%
		PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	452	1.09%
		Σίδηρος	756	1.83%
		Αλουμίνιο	104	0.25%
ΣΥΝΟΛΟ	41,360	ΣΥΝΟΛΟ	41,360	100.00%

ΦΥΤΙΚΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ							
Ανακυκλώσιμα υλικά	Αριθμός δεμάτων	Μήκος δεμάτων (cm)	Βάρος δεμάτων (kg)	Συνολικό βάρος ανακυκλώσιμου υλικού (kg)	Βάρος αρπάγης (kg)	Αριθμός αρπαγών	Βάρος κλαδιών και χόρτων (kg)
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	60	329	2849	60	0	0
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	75	411				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	80	438				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	2	100	1096				
Χαρτί (τυπωμένο & συσκευασίας)	1	105	575				
Διάφορα χαρτιά (τετραπάκ & χαρτί με πλαστικό)	1	65	214	214			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	60	288	1584			
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	80	384				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	90	432				
Φύλλα πλαστικού (σακούλες, νάιλον)	1	100	480				

Συνέχεια Πίνακα II-9

PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	20	49	452
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	1	30	73	
PET PVC PE (πλαστικά δοχεία)	3	45	330	
Σίδηρος	9	40	756	756
Αλουμίνιο	2	42	104	104

Εισερχόμενο υλικό κομποστοποίησης από το μισάωρο των δοκιμών του φορέα (σε kg) : 0

ΕΚΤΕΛΟΥΜΕΝΕΣ ΖΥΓΙΣΕΙΣ:

Είσοδος

Άχρηστα πρωτοβάθμιας χειροδιαλογής

Άχρηστα δευτεροβάθμιας χειροδιαλογής

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

Δεν ζυγίστηκαν τα ανεπιθύμητα (η τιμή 1000 kg προέκυψε αυθαίρετα βάσει της εισόδου)

Το βάρος των φυτικών απορριμμάτων προέκυψε από τον αριθμό των αρπαγών που εισαχθήκανε στον τεμαχιστή

Το βάρος των ανακυκλώσιμων υλικών υπολογίστηκε βάσει του μήκους των δεμάτων τους

Το βάρος του εισερχόμενου οργανικού υλικού κομποστοποίησης προέκυψε από την εξίσωση εισροών & εκροών

Μέχρι τα 36,000 kg της εισόδου, το οργανικό διοχετευόταν στην κομπόστα Β'. Στην υπόλοιπη παραγωγή (6360 kg) το οργανικό έπεφτε σε container έξω από την κομπόστα Α'. Οι τιμές 21,875 kg & 3257 kg προέκυψαν από το 60.76% της αντίστοιχης εισόδου.

Πίνακας Π-10: Ποσότητες και περιεχόμενη υγρασία οργανικού υλικού και φυτικών υπολειμμάτων - Φάση δοκιμαστικής λειτουργίας μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης

<i>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</i>	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΛΙΚΟΥ							
	<i>ΕΙΣΑΧΘΗΣΑ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (tn)</i>	<i>ΥΓΡΑΣΙΑ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ</i>	<i>ΕΙΣΑΧΘΗΣΑ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΦΥΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (tn)</i>	<i>ΥΓΡΑΣΙΑ ΦΥΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ</i>	<i>ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (tn)</i>	<i>ΥΓΡΑΣΙΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΥΛΙΚΟΥ</i>	<i>ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (tn)</i>	<i>ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ (tn)</i>
Πέμπτη, Μαΐου 12, 2005	8.6	36%	0.00	0%	8.6	36%	5.5	3.1
Παρασκευή, Μαΐου 13, 2005	18.6	42%	0.36	25%	18.9	42%	11.0	7.9
Σάββατο, Μαΐου 14, 2005	0.0	0%	0.00	0%	0.0	0%	0.0	0.0
Κυριακή, Μαΐου 15, 2005	0.0	0%	0.00	0%	0.0	0%	0.0	0.0
Δευτέρα, Μαΐου 16, 2005	13.2	49%	0.36	26%	13.5	48%	7.0	6.5
Τρίτη, Μαΐου 17, 2005	16.0	57%	0.48	25%	16.4	56%	7.3	9.2
Τετάρτη, Μαΐου 18, 2005	0.0	0%	0.00	0%	0.0	0%	0.0	0.0
Πέμπτη, Μαΐου 19, 2005	0.8	44%	0.00	0%	0.8	44%	0.4	0.4
Παρασκευή, Μαΐου 20, 2005	7.9	47%	0.18	25%	8.1	46%	4.3	3.8
Σάββατο, Μαΐου 21, 2005	0.0	0%	0.00	0%	0.0	0%	0.0	0.0
Κυριακή, Μαΐου 22, 2005	0.0	0%	0.00	0%	0.0	0%	0.0	0.0
Δευτέρα, Μαΐου 23, 2005	8.1	33%	0.48	22%	8.6	32%	5.8	2.7
Τρίτη, Μαΐου 24, 2005	10.3	46%	0.30	22%	10.6	45%	5.9	4.8
Τετάρτη, Μαΐου 25, 2005	13.5	51%	0.24	15%	13.8	50%	6.9	6.9
Πέμπτη, Μαΐου 26, 2005	11.9	49%	0.36	21%	12.3	49%	6.3	6.0
Παρασκευή, Μαΐου 27, 2005	12.8	49%	0.30	21%	13.1	48%	6.8	6.3
Σάββατο, Μαΐου 28, 2005	0.0	0%	0.00	0%	0.0	0%	0.0	0.0
Κυριακή, Μαΐου 29, 2005	0.0	0%	0.00	0%	0.0	0%	0.0	0.0
Δευτέρα, Μαΐου 30, 2005	20.3	37%	0.24	19%	20.6	37%	13.0	7.6
Τρίτη, Μαΐου 31, 2005	16.8	58%	0.48	19%	17.3	57%	7.5	9.8
ΣΥΝΟΛΟ	158.9	47%	3.78	22%	162.7	46%	87.7	74.9

Πίνακας Π-11: Μετρήσεις pH κατά τη φάσης δοκιμαστικής λειτουργίας της μονάδας μηχανικής διαλογής & κομποστοποίησης

Εισερχόμενο Οργανικό Υλικό	
Ημερομηνία	pH
21/6/2005	5.75
23/6/2005	5.70
5/7/2005	5.74
12/7/2005	5.56
18/7/2005	6.20

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

**Παράρτημα-ΙV του 2nd Draft “ Biological Treatment
of Biowaste” της 12^{ης} Φεβρουαρίου 2001 της
Ευρωπαϊκής Ένωσης**

ANNEX IV

Sampling frequency and methods for analysis and sampling
[this Annex would have to be brought in line with the updated Sewage Sludge Directive]

- (1) In order to inform the end user about the characteristics of compost and stabilised biowaste, the following parameters shall be analysed:

	Parameter	Unit	Reference method (*)	
X	Dry matter	% fresh weight	EN 13039	Soil improvers and growing media – determination of organic matter and ash
X	Organic matter	% dm	EN 13039	Soil improvers and growing media – determination of organic matter and ash
X	Bulk density	kg/l fresh weight	EN 12580	Soil improvers and growing media – Determination of a quantity
X	Electrical conductivity	mS/m	EN 13038	Soil improvers and growing media – determination of electrical conductivity
X	pH(H ₂ O)	pH-unit	EN 13037	Soil improvers and growing media – determination of pH
X	Nitrogen (as total N and NH ₄ -N)	mg/kg dm	prEN 13654 parts 1 and 2	Soil improvers and growing media – total N – modified Kjeldahl/Dumas
X	Phosphorus (as P ₂ O ₅)	mg/kg dm	prEN 13650	Soil improvers and growing media – extraction of <i>aqua regia</i> soluble elements
X	Potassium (as K ₂ O)	mg/kg dm	prEN 13650	Soil improvers and growing media – extraction of <i>aqua regia</i> soluble elements
X	Calcium (as CaO), magnesium (as MgO), boron (B), molybdenum (Mo)	mg/kg dm	prEN 13650	Soil improvers and growing media – extraction of <i>aqua regia</i> soluble elements
X	C/N	-		
	Total impurities	% dm		
	Dynamic Respiration Index	mg O ₂ /kg VS/h	[ASTM D 5975-96]	Standard test method for determining the stability of compost by measuring oxygen consumption
	Respiration Activity after four days (AT ₄)	mg O ₂ /g dm		
	<i>Salmonella spp</i>	number/50 g dm		
	<i>Clostridium perfringens</i>	number/l g dm		
	Germinating weed seeds	number/l	[ÖNORM S 2023]	
	Heavy metals: cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), nickel (Ni), lead (Pb), zinc (Zn)	mg/kg dm	prEN 13650	Soil improvers and growing media – extraction of <i>aqua regia</i> soluble elements
	Heavy metal: mercury (Hg)	mg/kg dm		
	PAHs	mg/kg dm	[ISO 13877]	
	PCBs	mg/kg dm	[CD 10382]	

(*) Latest available edition.

- (2) The analyses shall be carried out:

- (a) every six months for plants producing more than 500 and up to 1 000 tonnes of treated biowaste per year;

- (b) at intervals of at least every 1 000 tonnes of treated biowaste produced or every 3 months, whichever comes first, for plants producing more than 1 000 and up to 10 000 tonnes of treated biowaste per year;
 - (c) every month for plants producing more than 10 000 tonnes of treated biowaste per year.
- (3) The competent authority may decide on a case-by-case basis to allow a reduction of the frequency of the analysis of any of the parameters for heavy metals and micro-organisms, if in a two-year period it has been shown that each measured value of the parameter is consistently below 75% of the threshold limit.

The competent authority may decide on a case-by-case basis to allow a reduction of the frequency of the analysis of any of the agronomic parameters if in a two-year period it has been shown that each measured value of the parameter deviates for less than 20% from the average.

- (4) The competent authority may decide on a case-by-case basis and whenever justified on the analysis of parameters other than those listed above.
- (5) The analyses shall be carried out by an independently audited using accredited methods and certified by the competent authority. Sample collection, preservation and analysis must assure valid and representative results.
- (6) The results of the analyses for the parameters marked with 'X' in the table above shall be printed on the label or on the accompanying information sheet.

The results of the analyses for all parameters shall be kept by the producer for five years and shall be at the disposal of the competent authority for compliance control.

- (7) Other methods for compost, digestate and stabilised biowaste examination to be used are the following:

Parameter	Unit	Reference method (*)	
Sampling	-	EN 12579	Soil improvers and growing media – sampling
Odour	OU/m ³	[CEN/TC 264 /WG 2]	Odours - Odour concentration measurement by dynamic olfactometry
<i>Salmonella senftenberg</i>			

(*) Latest available edition.

- (8) Community standards for the parameters listed in this Annex shall be developed. Until these standards are approved, Member States may apply national standards and procedures.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

**Απαραίτητες Μετρήσεις Διάθεσης Παραγόμενου
Κομπόστ – Συνοδευτικά Έγγραφα**

Πίνακας IV-1: Παράμετροι που πρέπει να προσδιορίζονται στο κομπόστ πριν από την τελική του διάθεση στο εμπόριο

Παράμετροι
Θερμοκρασία
DS (Στερεά)
VS (Πτητικά Στερεά)
pH
C/N/P
Λίπη/Ελαια
Βαρέα μέταλλα
Κάδμιο
Χαλκός
Νικέλιο
Μόλυβδος
Χρώμιο III
Χρώμιο VI
Ψευδάργυρος
Αρσενικό
Υδράργυρος
Οργανικά
AOX
LAS
DEHP
NPE
PAH
PCB
PCDD/F

Μετρήσεις μικροβιακού φορτίου

Σαλμονέλα: (0/50 gr DS)

Escherichia Coli 6 log₁₀ (Ελάχιστη μείωση)

Πίνακας IV-3: 2^ο φυλλάδιο προς συμπλήρωση πριν τη διάθεση του κομπόστ στο εμπόριο

[write the name of the composting plant; name of the product and period of validity] Compost guarantee-parameters as in EPA-report no. 470-1999																													
Weeds¹: _____ seedlings / litre Visible impurities²: _____ % of dry matter <small>1) i.e. viable seeds and plant parts. Very low content: less than 0,5/l. Noticeable content: 0,5-2/l. Large content: more than 2/l. 2) i.e. content of plastic-metal+glass larger than 2 mm. Content should be max. 0,5 % of dry matter. Sub-results must be stated: Plastic: _____ % of dry matter. Metal: _____ % of dry matter. Glass: _____ % of dry matter.</small>																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Degree of Stability</th> <th style="text-align: center;">Not-ready <input type="checkbox"/></th> <th style="text-align: center;">Fresh <input type="checkbox"/></th> <th style="text-align: center;">Stable <input type="checkbox"/></th> <th style="text-align: center;">Very-stable <input type="checkbox"/></th> </tr> </table> <p>The degree of Stability is calculated as a minimum upon the basis of Oxygen demand and Solvita test (results must be stated): Total oxygen demand in 4 days: _____ mg O₂/g dry organic matter Solvita compost test: _____ (colour no. on chart) Selfheating (T_{max}): _____ °C Organic-C/organic-N in water extract: _____ (no unit) Age of the compost at the time of sampling: _____ at least _____ months.</p>			Degree of Stability	Not-ready <input type="checkbox"/>	Fresh <input type="checkbox"/>	Stable <input type="checkbox"/>	Very-stable <input type="checkbox"/>																						
Degree of Stability	Not-ready <input type="checkbox"/>	Fresh <input type="checkbox"/>	Stable <input type="checkbox"/>	Very-stable <input type="checkbox"/>																									
Heavy metals (non-statutory declarable information for 100% yard waste compost) The compost trade organisation recommends for 100% yard waste compost determination of Cd and Pb. Observes present limit values: yes: <input type="checkbox"/> no: <input type="checkbox"/> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Content as mg/kg dry matter</th> <th style="text-align: center;">Average</th> <th style="text-align: center;">Limit value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cadmium (Cd)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">0,8</td> </tr> <tr> <td>Lead (Pb)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">120 (60²)</td> </tr> <tr> <td>Mercury (Hg)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">0,8</td> </tr> <tr> <td>Nickel (Ni)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td>Arsenic² (As)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">25²</td> </tr> <tr> <td>Chromium (Cr)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>Zinc (Zn)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">4000</td> </tr> <tr> <td>Copper (Cu)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">1000</td> </tr> </tbody> </table> <small>1) Applies for source separated household waste compost and sewage sludge compost. 2) Specific limit value if used in private gardens.</small>			Content as mg/kg dry matter	Average	Limit value	Cadmium (Cd)	_____	0,8	Lead (Pb)	_____	120 (60 ²)	Mercury (Hg)	_____	0,8	Nickel (Ni)	_____	30	Arsenic ² (As)	_____	25 ²	Chromium (Cr)	_____	100	Zinc (Zn)	_____	4000	Copper (Cu)	_____	1000
Content as mg/kg dry matter	Average	Limit value																											
Cadmium (Cd)	_____	0,8																											
Lead (Pb)	_____	120 (60 ²)																											
Mercury (Hg)	_____	0,8																											
Nickel (Ni)	_____	30																											
Arsenic ² (As)	_____	25 ²																											
Chromium (Cr)	_____	100																											
Zinc (Zn)	_____	4000																											
Copper (Cu)	_____	1000																											
Sanitary treatment (non-statutory declarable information for 100% yard waste compost) Stabilised/composted: <input type="checkbox"/> Controlled composting: <input type="checkbox"/> Controlled deactivation/sanitation: <input type="checkbox"/> <small>according to Annex 3 in Statutory order from the Ministry of Environment and Energy no. 823 of September 16, 1996.</small>																													
Organic pollutants (non-statutory declarable information for 100% yard waste compost) Observes present limit values: yes: <input type="checkbox"/> no: <input type="checkbox"/> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Content as mg/kg dry matter</th> <th style="text-align: center;">Average</th> <th style="text-align: center;">Limit value¹</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DEHP (e.g. softeners in pvc-plastic)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>LAS (surfactants, in detergents)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">2600</td> </tr> <tr> <td>NPE (surfactants, emulsifiers)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td>PAH (e.g. from inadequate combustion)</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </tbody> </table> <small>1) Applies for source separated household waste compost and sewage sludge compost.</small>			Content as mg/kg dry matter	Average	Limit value ¹	DEHP (e.g. softeners in pvc-plastic)	_____	100	LAS (surfactants, in detergents)	_____	2600	NPE (surfactants, emulsifiers)	_____	50	PAH (e.g. from inadequate combustion)	_____	6												
Content as mg/kg dry matter	Average	Limit value ¹																											
DEHP (e.g. softeners in pvc-plastic)	_____	100																											
LAS (surfactants, in detergents)	_____	2600																											
NPE (surfactants, emulsifiers)	_____	50																											
PAH (e.g. from inadequate combustion)	_____	6																											
Sample taking and quality control Samples are taken according to the directions from The Plant Directorate. The procedure for the internal quality control and the analyse reports from the external laboratory can be forwarded.																													

Πηγή: http://www.woodsend.org/pdf-files/dauish_modeling.pdf

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Αποτελέσματα Εργαστηριακών Αναλύσεων
Οργανικών Ρύπων – CAU-Analytic

Analytik- und Sachverständigenleistungen
– Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen –



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner
Dr. J. Brodsky

Technical University of Crete
Laboratory of Waste Management
Polytechniopolis
73100 Chania-Crete

Your order from Date
04.07.05 19.08.05
Your project

Project: 050644

Report : 05-07-289

Samples: 2 sludge samples, 1 solid sample

Containers: plastic containers

Sampling by: client

Date of sampling: unknown

Location of sampling: Chania

Date of receipt: 06.07.05

Time of analysis: 06.07.05 - 18.08.05

Test parameters: Analysis according to order,
details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of C.A.U. GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Ein Unternehmen der
Sakos
HOLDING

CAU Analytik GmbH
Telefon +49 (0) 61 03 - 983 - 0
Telefax +49 (0) 61 03 - 983 - 11
e-mail info@cau-analytik.de
www.cau-analytik.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Suring
Amtsgericht Offenbach am Main
HRB 41698

Beauftragter:
Dresdner Bank AG - Frankfurt
BLZ 500 800 00 - Kto. 528 398 500
Gemeinschaftsbank eG, München
BLZ 701 694 64 - Kto.-Nr. 808 735

Seite 1/7

Akkreditierung durch die DAP
Deutsche Akkreditierungsgesellschaft
Prüfwesen GmbH
DAP-PL 3295.99

Prüfbericht: 05-07-289



Sample name		Secondary treatment (S)			
Sample ID		05-08370			
Sampling date		unknown			
Sample type		Material			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method	
Heavy metals					
Mercury	mg/kg Hg	2.0	0.3	EN 1483	
Sum parameters					
AOX	mg/kg Cl	230	10	DIN 38414-18	
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)					
Naphthalene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270	
Acenaphthylene	mg/kg	2.8	0.01	EPA 8270	
Acenaphthene	mg/kg	0.22	0.01	EPA 8270	
Fluorene	mg/kg	0.24	0.01	EPA 8270	
Phenanthrene	mg/kg	0.66	0.01	EPA 8270	
Anthracene	mg/kg	0.27	0.01	EPA 8270	
Fluorathene	mg/kg	0.15	0.01	EPA 8270	
Pyrene	mg/kg	0.12	0.01	EPA 8270	
Benzo[a]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270	
Chrysene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270	
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270	
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270	
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270	
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270	
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270	
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	4.68		calculated	
Polychlorinated Biphenyls (PCB)					
PCB No. 28	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20	
PCB No. 52	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20	
PCB No. 101	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20	
PCB No.153	mg/kg	0.01	0.01	DIN 38414-20	
PCB No.138	mg/kg	0.01	0.01	DIN 38414-20	
PCB No.180	mg/kg	0.02	0.01	DIN 38414-20	
Sum of PCBs acc. to DIN	mg/kg	0.04		calculated	

Seite 2/7

Prüfbericht: 05-07-289



Parameter	Unit	Result	TEQ	Method
Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and -furans (PCDD/F)				
2,3,7,8-TetraCDD	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/kg	3.2	0.32	DIN 38414-24
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/kg	56	0.56	DIN 38414-24
OctaCDD	ng/kg	1.200	1.2	DIN 38414-24
2,3,7,8-TetraCDF	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/kg	1.3	0.065	DIN 38414-24
2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/kg	2.5	0.25	DIN 38414-24
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/kg	5.8	0.58	DIN 38414-24
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/kg	64	0.64	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/kg	< 5	0	DIN 38414-24
OctaCDF	ng/kg	220	0.22	DIN 38414-24
Sum of PCDD/F	ng/kg TEQ	-	3.835	calculated

Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Other parameters				
Linear alkylbenzenesulfonates (LAS)	mg/kg	360	10	Extraction, HPLC-FLD
Bis-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)	mg/kg	7.0	1	Extraction, GC-MS
4-Nonylphenol (NP)	mg/kg	3.0	2	Extraction, GC-MS
4-Nonylphenol mono- and diethoxylate (NPEO)	mg/kg	28	5	Extraction, GC-MS

Seite 3/7

Prüfbericht: 05-07-289



Sample name		Digest treatment (DS)			
Sample ID		05-08371			
Sampling date		unknown			
Sample type		Material			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method	
Heavy metals					
Mercury	mg/kg Hg	4.1	0.3	EN 1483	
Sum parameters					
AOX	mg/kg Cl	260	10	DIN 38414-18	
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)					
Naphthalene	mg/kg	0.71	0.01	EPA 8270	
Acenaphthylene	mg/kg	0.25	0.01	EPA 8270	
Acenaphthene	mg/kg	1.8	0.01	EPA 8270	
Fluorene	mg/kg	2.7	0.01	EPA 8270	
Phenanthrene	mg/kg	6.4	0.01	EPA 8270	
Anthracene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270	
Fluorathene	mg/kg	1.6	0.01	EPA 8270	
Pyrene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270	
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270	
Chrysene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270	
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270	
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270	
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270	
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270	
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270	
Dibenzo[a,h]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270	
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	16.4		calculated	
Polychlorinated Biphenyls (PCB)					
PCB No. 28	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20	
PCB No. 52	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20	
PCB No. 101	mg/kg	0.01	0.01	DIN 38414-20	
PCB No.153	mg/kg	0.02	0.01	DIN 38414-20	
PCB No.138	mg/kg	0.02	0.01	DIN 38414-20	
PCB No.180	mg/kg	0.03	0.01	DIN 38414-20	
Sum of PCBs acc. to DIN	mg/kg	0.07		calculated	

Seite 4/7

Prüfbericht: 05-07-289



Parameter	Unit	Result	TEQ	Method
Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and -furans (PCDD/F)				
2,3,7,8-TetraCDD	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/kg	24	0.24	DIN 38414-24
OctaCDD	ng/kg	530	0.53	DIN 38414-24
2,3,7,8-TetraCDF	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/kg	1.0	0.05	DIN 38414-24
2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/kg	17	0.17	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/kg	< 5	0	DIN 38414-24
OctaCDF	ng/kg	130	0.13	DIN 38414-24
Sum of PCDD/F	ng/kg TEQ	-	1.12	calculated

Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Other parameters				
Linear alkylbenzenesulfonates (LAS)	mg/kg	26,000	10	Extraction, HPLC-FLD
Bis-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)	mg/kg	24	1	Extraction, GC-MS
4-Nonylphenol (NP)	mg/kg	80	2	Extraction, GC-MS
4-Nonylphenol mono- and diethoxylate (NPEO)	mg/kg	220	5	Extraction, GC-MS

Seite 5/7

Prüfbericht: 05-07-289



Sample name	Urban Solid Waste (CO)			
Sample ID	05-08372			
Sampling date	unknown			
Sample type	Material			

Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Heavy metals				
Mercury	mg/kg Hg	< 0.3	0.3	EN 1483

Sum parameters				
AOX	mg/kg Cl	150	10	DIN 38414-18

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	1.6	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.92	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.1	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.48	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.30	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.34	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	5.08		calculated

Polychlorinated Biphenyls (PCB)				
PCB No. 28	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20
PCB No. 52	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20
PCB No. 101	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20
PCB No. 153	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20
PCB No. 138	mg/kg	< 0.01	0.01	DIN 38414-20
PCB No. 180	mg/kg	0.01	0.01	DIN 38414-20
Sum of PCBs acc. to DIN	mg/kg	0.01		calculated

Prüfbericht: 05-07-289



Parameter	Unit	Result	TEQ	Method
Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and -furans (PCDD/F)				
2,3,7,8-TetraCDD	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/kg	6.3	0.063	DIN 38414-24
OctaCDD	ng/kg	97	0.097	DIN 38414-24
2,3,7,8-TetraCDF	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/kg	< 1	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,8,7,8-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/kg	< 2	0	DIN 38414-24
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/kg	6.3	0.063	DIN 38414-24
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/kg	< 5	0	DIN 38414-24
OctaCDF	ng/kg	28	0.028	DIN 38414-24
Sum of PCDD/F	ng/kg TEQ	-	0.251	calculated

Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Other parameters				
Linear alkylbenzenesulfonates (LAS)	mg/kg	150	10	Extraction, HPLC-FLD
Bis-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)	mg/kg	8.0	1	Extraction, GC-MS
4-Nonylphenol (NP)	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
4-Nonylphenol mono- and diethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS

LOQ = Limit of quantitation

s.n.p. = Summation not possible

TEQ: toxicity equivalents (according to WHO)

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious. Results for solid matter samples refer, if not otherwise stated, to dry matter.

Dreieich, den 19.08.05

Dr. J. Brodsky

Analytik- und Sachverständigenleistungen
– Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen –

Technical University of Crete
Laboratory of Waste Management
Polytechniopolis
73100 Chania-Crete

CAU Analytik GmbH
Daimlerstr. 23
63303 Dreieich



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner
Dr. J. Brodsky

Your order from Date
04.07.05 14.09.05

Your project

Project: 050644

Report : 05-08-316

Samples: 1 sludge sample

Containers: glass

Sampling by: client

Date of sampling: not known

Location of sampling: Chania

Date of receipt: 29.08.05

Time of analysis: 29.08.05 - 14.09.05

Test parameters: Analysis according to order,
details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of C.A.U. GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Ein Unternehmen der
Sakosta
HOLDING

CAU Analytik GmbH
Telefon: +49 (0) 61 03 - 983 - 0
Telefax: +49 (0) 61 03 - 983 - 11
e-mail: info@cau-analytik.de
www.cau-analytik.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Steing
Amtsgericht Offenbach am Main
HRB 41698

Bankverbindung:
Breitbank AG - Frankfurt
BLZ 550 800 00 - Kto. 528 958 500
Genossenschaftsbank eG - München
BLZ 701 604 64 - Kto. Nr. 808 733

Seite 1/2

Akkreditierung durch die DAP
Deutsche Akkreditierungsgesellschaft
Prüfingen GmbH
 DAP-PL-2295.99

Report: 05-08-316



Sample name		Digest treatment (DS)		
Sample ID		05-11310		
Sampling date		unbekannt		
Sample type		Material		
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Linear alkylbenzenesulfonates (LAS)	mg/kg	22,000	10	Extraction, HPLC-FLD
Bis-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)	mg/kg	100	1	Extraction, GC-MS
4-Nonylphenol (NP)	mg/kg	490	2	Extraction, GC-MS
4-Nonylphenol mono- and diethoxylate (NPEO)	mg/kg	590	5	Extraction, GC-MS

LOQ = Limit of quantitation

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious. Results for solid matter samples refer, if not otherwise stated, to dry matter.

Dreieich, den 14.09.05

Dr. J. Brodsky

Seite 2/2

Analytik- und Sachverständigenleistungen
– Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen –



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner
Dr. J. Brodsky

Techn. University of Crete
Lab. of Waste Management
attn. Prof. Dr. Gidakos
Polytechniopolis
73100 Chania-Crete

Your order from Date
24.02.06 14.06.06

Your project

Project: 060296

Report : 06-05-266

Samples: 13 sludge and compost samples

Containers: glass, plastic bags

Sampling by: client

Date of sampling: 15.05.06, 20.05.06, 23.05.06

Location of sampling: Crete

Date of receipt: 19.05.06, 26.05.06

Time of analysis: 19.05.06 - 14.06.06

Test parameters: Analysis according to order,
details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of CAU Analytik GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Ein Unternehmen der
Sakos
AGL 01/02

CAU Analytik GmbH
Telefon +49 (0)6103 - 48 56 98 - 0
Telefax +49 (0)6103 - 48 56 98 - 99
e-mail info@cau-analytik.de
www.cau-analytik.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Suring
Anteilhaber: Offenhach am Main
HOB 41098

Buchverbraucher:
Brodeur Bank AG, Frankfurt
BLZ 500 800 00 - Kto. 528 396 500
Genossenschaftsbank eG - München
BLZ 701 694 64 - Kto. Nr. 808 735

Page 1 of 14
Akreditierung durch die DAP
Deutsche Akkreditierungsagentur
Prüfungen GmbH
DAP-PA-2295.03

Report: 06-05-266



Sample name 01SAA
Sample ID 06-09980
Sampling date 15.05.06
Sample type Sludge

Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	16.3		EN 12880

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.96	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	1.1	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.55	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.32	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.34	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.63	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	6.98		calculated

4-Nonylphenol	mg/kg	6.0	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	8.600	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	01SDA			
Sample ID	06-09981			
Sampling date	unknown			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	20.9		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	4.9	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.39	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	3.4	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	5.2	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	1.0	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.0	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.1	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.24	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	18.7		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	15	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	50	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	16.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Page 3 of 14

Report: 06-05-266



Sample name	02SDA			
Sample ID	06-09982			
Sampling date	unknown			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	21.0		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	5.6	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.51	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	4.2	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	6.9	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.24	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.36	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.06	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	23.6		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	21	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	58	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	16.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Page 4 of 14

Report: 06-05-266



Sample name	02SDN			
Sample ID	06-09984			
Sampling date	unknown			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	22.3		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	5.5	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.53	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	4.3	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	6.6	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.17	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.27	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.11	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	2.2	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	25.0		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	18	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	68	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	15.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	02SDN			
Sample ID	06-09984			
Sampling date	unknown			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	22.3		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	5.5	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.53	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	4.3	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	6.6	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.17	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.27	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.11	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	2.2	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	25.0		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	18	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	68	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	15.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	01SCb			
Sample ID	06-09986			
Sampling date	unknown			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	52.1		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.38	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.18	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.27	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	2.4	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.46	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.8	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.79	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.24	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.31	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.11	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	7.29		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	1.500	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	01SCa			
Sample ID	06-09985			
Sampling date	unknown			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	42.2		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.38	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.26	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	2.1	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.35	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.9	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.73	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.19	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.25	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	6.51		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	1.500	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	03SDN			
Sample ID	06-10240			
Sampling date	20.05.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	22.9		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	4.8	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.50	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.92	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	3.8	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	6.2	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.24	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.34	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	20.8		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	19	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	53	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	13.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	03SDA			
Sample ID	06-10241			
Sampling date	20.05.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	21.4		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	5.1	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.52	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	3.8	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	6.3	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.23	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.32	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	21.8		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	17	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	49	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	8.800	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	04SDA			
Sample ID	06-10243			
Sampling date	23.05.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	22.8		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	3.3	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.34	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.61	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	2.1	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	4.5	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.92	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.1	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.21	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.31	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.06	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	15.0		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	16	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	52	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	13.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	04SDN			
Sample ID	06-10242			
Sampling date	23.05.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	23.7		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	4.6	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.41	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	1.7	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	3.4	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	5.7	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.6	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.22	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.36	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	20.6		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	19	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	51	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	9.300	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-05-266



Sample name	02SCb			
Sample ID	06-10245			
Sampling date	20.05.06			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	55.4		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.19	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.40	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	4.3	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.60	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	3.1	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.39	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.44	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.15	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	11.4		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	1.100	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious. Results for solid matter samples refer, if not otherwise stated, to dry matter.

Dreieich, den 14.06.06

Dr. J. Brodsky

Report: 06-05-266



Sample name	02SCa			
Sample ID	06-10244			
Sampling date	20.05.06			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	51.4		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.24	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.30	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	3.2	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.42	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	2.4	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.96	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.25	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.30	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	8.51		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	1.400	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-019



Sample name	05 SDN			
Sample ID	06-10469			
Sampling date	26.05.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	23.0		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	2.4	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.29	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.57	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	2.3	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	4.8	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.84	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.22	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.37	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	14.6		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	17	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	42	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	15.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Analytik- und Sachverständigenleistungen
– Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen –



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner
Dr. J. Brodsky

CAU Analytik GmbH
Bismarckstr. 31, 73450 Ditzingen

Techn. University of Crete
Lab. of Waste Management
attn. Prof. Dr. Gidarakos
Polytechniopolis
73100 Chania-Crete

Your order from 01.06.06 Date 14.06.06
Your project

Project: 060296
Report : 06-06-019

Samples: 7 sludge and compost samples
Containers: glass
Sampling by: client
Date of sampling: 26.05.06, 29.05.06
Location of sampling: Crete
Date of receipt: 01.06.06
Time of analysis: 01.06.06 - 14.06.06
Test parameters: Analysis according to order, details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of CAU Analytik GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Ein Unternehmen der
Saksta
HOLDING

CAU Analytik GmbH
Telefon +49 (0) 61 03 - 48 56 98 - 0
Telefax +49 (0) 61 03 - 48 56 98 - 99
e-mail info@cau-analytik.de
www.cau-analytik.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Staring
Antigungsdr. Offenbach am Main
HEB 41698

Stützverbindung:
Dresdner Rack AG - Frankfurt
BLZ 500 800 00 - Bz. 528 198 500
Gemeinschaftsbank eG - München
BLZ 701 694 64 - Bz. 40 808 733

Page 1 of 8
Akreditierung durch die DAP
Deutsche Akkreditierungsstelle
Prüfwesen GmbH
 DAP-PL-2295.99

Report: 06-06-019



Sample name	05 SDA			
Sample ID	06-10470			
Sampling date	26.05.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	23.8		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.19	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.47	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	3.0	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.56	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.96	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.19	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.33	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	9.58		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	16	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	34	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	12.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-019



Sample name	06 SDN			
Sample ID	06-10471			
Sampling date	29.05.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	22.9		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	2.2	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.29	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.58	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	2.4	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	5.3	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.97	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.21	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.33	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	15.1		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	15	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	48	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	15.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-019



Sample name	06 SDA			
Sample ID	06-10472			
Sampling date	29.05.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	27.1		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.75	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.51	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	1.2	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	3.0	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.59	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.8	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.32	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.51	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.29	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.25	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.13	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	11.1		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	15	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	29	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	9.300	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-019



Sample name	03 Sca			
Sample ID	06-10473			
Sampling date	29.05.06			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	45.8		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.22	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.17	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	1.6	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.26	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.8	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.81	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.19	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.29	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	5.55		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	810	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-019



Sample name	03 SCb			
Sample ID	06-10474			
Sampling date	29.05.06			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	56.1		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.12	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	2.2	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.30	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	2.4	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.33	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.39	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.11	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	7.58		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	1.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-019



Sample name	01 SAH			
Sample ID	06-10475			
Sampling date	26.05.06			
Sample type	Sand			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	74.6		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	1.8	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.14	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.26	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	1.0	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.79	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.66	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.18	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.26	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.11	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.06	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	5.66		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	580	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious. Results for solid matter samples refer, if not otherwise stated, to dry matter.

Dreieich, den 14.06.06

Dr. J. Brodsky

Analytik- und Sachverständigenleistungen
– Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen –



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner
Dr. J. Brodsky

CAU Analytik GmbH
Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Techn. University of Crete
Lab. of Waste Management
attn. Prof. Dr. E. Gidarakos
Polytechniopolis
73100 Chania-Crete

Your order from Date
05.06.06 23.06.06
Your project

Project: 060296

Report : 06-06-052

Samples: 2 sludge samples

Containers: glass

Sampling by: client

Date of sampling: 02.06.2006

Location of sampling: Crete

Date of receipt: 07.06.06

Time of analysis: 07.06.06 - 23.06.06

Test parameters: Analysis according to order,
details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of CAU Analytik GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Ein Unternehmen der
Sakosta
HOLDING

CAU Analytik GmbH
Telefon +49 (0) 61 03 - 48 56 98 - 0
Telefax +49 (0) 61 03 - 48 56 98 - 99
e-mail info@cau-analytik.de
www.cau-analytik.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Saring
Arztgerichtete Offizin am Main
HDB 40598

Bankverbindung:
Proxadner Bank AG - Frankfurt
BLZ 503 800 00 - Kto. 528 358 500
Genossenschaftsbank eG - München
BLZ 701 694 64 - Kto.-Nr. 808 735

Page 1 of 3
Akreditierung durch die DAP
Deutsche Akkreditierungsstellen
Prüfwesen GmbH
DAP-PA-2295.03

Report: 06-06-052



Sample name	07SDN			
Sample ID	06-10622			
Sampling date	02.06.2006			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	23.8		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	4.1	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.49	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	4.1	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	7.2	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	1.5	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.9	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.28	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.42	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[a,h]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	23.0		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	17	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	45	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	13000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-052



Sample name	07SDA			
Sample ID	06-10623			
Sampling date	02.06.2006			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	28.2		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.97	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.22	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.53	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	1.0	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	1.8	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.51	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.94	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	1.7	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.22	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.42	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	8.41		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	20	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	21	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	5800	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = Limit of quantitation

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious. Results for solid matter samples refer, if not otherwise stated, to dry matter.

Dreieich, 23.06.06

Dr. J. Brodsky

Analytik- und Sachverständigenleistungen
— Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen —



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner
Dr. J. Brodsky

CAU Analytik GmbH
Daimlerstrasse 23 · D-63303 Dreieich

Techn. University of Crete
Lab. of Waste Management
attn. Prof. Dr. E. Gidarakos
Polytechniopolis
73100 Chania-Crete

Your order from Date
08.06.06 27.06.06

Your project

Project: 060296

Report : 06-06-099

Samples: 2 sludge samples, 3 compost samples

Containers: glass

Sampling by: client

Date of sampling: unknown

Location of sampling: Crete

Date of receipt: 12.06.06

Time of analysis: 12.06.06 - 27.06.06

Test parameters: Analysis according to order,
details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of CAU Analytik GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Ein Unternehmen der
Sakostas
Netz GmbH

CAU Analytik GmbH
Telefon +49 (0)6103-48 56 98-0
Telefax +49 (0)6103-48 56 98-99
e-mail info@cau-analytik.de
www.cau-analytik.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Saring
Amtsgericht Offenbach am Main
HRB 410598

Bankverbindung:
Deutscher Bank AG - Frankfurt
BLZ 500 900 00 - Kto. 928 598 500
Genossenschaftsbank eG - München
BLZ 701 694 64 - Kto.-Nr. 808 733

Page 1 of 6

Akkreditierung durch die DAP -
Deutsche Akkreditierungsagentur
Prüfwesen GmbH
 DAP-PA-2295.03

Report: 06-06-099



Sample name	08SDN			
Sample ID	06-10881			
Sampling date	unknown			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	23.4		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	1.6	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.12	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.85	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.31	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.45	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.84	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.13	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.28	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	6.20		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	110	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	290	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	13000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-099



Sample name	08SDA			
Sample ID	06-10882			
Sampling date	unknown			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	31.3		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.12	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.37	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.19	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.06	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.06	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	1.13		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	58	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	43	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	3000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-099



Sample name	04SCa			
Sample ID	06-10883			
Sampling date	unknown			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	60.1		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	0.44		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	3.0	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	860	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-099



Sample name	04SCb			
Sample ID	06-10884			
Sampling date	unknown			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	64.8		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.11	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[a,h]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	0.44		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	6.0	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	6.0	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	450	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-099



Sample name	01FC			
Sample ID	06-10885			
Sampling date	unknown			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	64.3		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.15	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.24	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.27	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.15	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[a,h]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	1.00		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	13	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	120	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious. Results for solid matter samples refer, if not otherwise stated, to dry matter.

Dreieich, 27.06.06

Dr. J. Brodsky

Analytik- und Sachverständigenleistungen
– Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen –



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner
Dr. J. Brodsky

CAU Analytik GmbH
Helmholtzstr. 23 · 84-61983 Dreieich

Techn. University of Crete
Lab. of Waste Management
attn. Prof. Dr. E. Gidarakos
Polytechnioupolis
73100 Chania-Crete

Your order from Date
16.06.06 27.06.06
Your project

Project: 060296
Report : 06-06-159

Samples: 2 sludge samples, 2 compost samples
Containers: glass
Sampling by: client
Date of sampling: 16.06.06
Location of sampling: Crete
Date of receipt: 19.06.06
Time of analysis: 19.06.06 - 27.06.06
Test parameters: Analysis according to order,
details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of CAU Analytik GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Ein Unternehmen der
Sakostas
HOLDING

CAU Analytik GmbH
Telefon +49 (0) 61 03 - 48 55 98 - 0
Telefax +49 (0) 61 03 - 48 55 98 - 99
e-mail info@cau-analytik.de
www.cau-analytik.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Saring
Ansprechliche: Offenbach am Main
HRB 41698

Bankverbindung:
Deutscher Bank AG - Frankfurt
BLZ 500 800 00 - Kto. 928 398 500
Genossenschaftsbank eG - München
BLZ 701 694 64 - Kto.-Nr. 808 733

Page 1 of 5
Akkreditierung durch die DAP
Deutsche Akkreditierungsagentur
Prüfwesen GmbH
DAP-PL-2295.99

Report: 06-06-159



Sample name	05 SCA			
Sample ID	06-11257			
Sampling date	16.06.06			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	50.3		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	0.41		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	720	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-159



Sample name	05 SCb			
Sample ID	06-11258			
Sampling date	16.06.06			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	57.5		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	0.42		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	320	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-159



Sample name	09 SDA			
Sample ID	06-11259			
Sampling date	16.06.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	36.5		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.06	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.27	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.16	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	0.75		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	5.0	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	1700	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-159



Sample name	09 SDN			
Sample ID	06-11260			
Sampling date	16.06.06			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	23.3		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	1.3	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.13	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.37	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.99	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.24	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.38	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.66	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.14	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.27	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	4.58		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	16	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenolethoxylate (NPEO)	mg/kg	41	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	9500	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious. Results for solid matter samples refer, if not otherwise stated, to dry matter.

Dreieich, den 27.06.06

Dr. J. Brodsky

Analytik- und Sachverständigenleistungen
– Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen –



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner
Dr. J. Brodsky

CAU Analytik GmbH
Bismarckstr. 23 · D-63303 Dreieich

Techn. University of Crete
Lab. of Waste Management
attn. Prof. Dr. E. Gidakos
Polytechniopolis
73100 Chania-Crete

Your order from 07.07.06 Date 26.07.06

Your project
Kompost und Boden

Project: 060820

Report : 06-07-084

Samples: 2 sludge samples, 2 compost samples

Containers: glass

Sampling by: client

Date of sampling: 26.06.2006, 27.06.2006

Location of sampling: Crete

Date of receipt: 10.07.06

Time of analysis: 10.07.06 - 26.07.06

Test parameters: Analysis according to order,
details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of CAU Analytik GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Ein Unternehmen der
Sakostas
HOLDING

CAU Analytik GmbH
Telefon +49 (0) 61 05 - 48 56 98 - 0
Telefax +49 (0) 61 05 - 48 56 98 - 59
e-mail info@cau-analytik.de
www.cau-analytik.de

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Saring
Antigenität Offenbach am Main
HRB 41698

Bankverbindung:
Dresdner Bank AG - Frankfurt
BLZ 520 800 00 - Kto. 928 598 500
Genossenschaftsbank eG - München
BLZ 701 694 64 - Kto.-Nr. 808 733

Page 1 of 5
Akkreditierung durch die DAkk
Deutsches Akkreditierungssystem
Prüfwesen GmbH
 DAP-PA-2295.03

Report: 06-07-084



Sample name	10 SDN			
Sample ID	06-12400			
Sampling date	26.06.2006			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	23.9		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.69	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.09	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.17	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.73	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	1.4	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.28	0.01	EPA 8270
Fluorathene	mg/kg	0.41	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.56	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.13	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.22	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	4.75		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	20	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoethoxyate (NPEO)	mg/kg	53	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	17.000	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-07-084



Sample name	10 SDA			
Sample ID	06-12401			
Sampling date	26.06.2006			
Sample type	Sludge			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	43.3		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.18	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.11	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.12	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.30	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.06	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.15	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	1.24		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	5.0	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	2.200	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-07-084



Sample name	06SCa			
Sample ID	06-12402			
Sampling date	27.06.2006			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	63.9		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.07	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	0.03	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	0.40		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/kg	140	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-07-084



Sample name	06SCb			
Sample ID	06-12403			
Sampling date	27.06.2006			
Sample type	Compost			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Physical parameters				
Dry matter	%	64.9		EN 12880
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	mg/kg	0.04	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	mg/kg	0.05	0.01	EPA 8270
Anthracene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	mg/kg	0.06	0.01	EPA 8270
Pyrene	mg/kg	0.10	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	mg/kg	0.02	0.01	EPA 8270
Chrysene	mg/kg	0.08	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	mg/kg	0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	mg/kg	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	mg/kg	0.40		calculated
4-Nonylphenol	mg/kg	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoethoxylate (NPEO)	mg/kg	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/kg	140	10	Extraction, HPLC-FLD

LOQ = Limit of quantitation

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious. Results for solid matter samples refer, if not otherwise stated, to dry matter.

Dreieich, 26.07.06

Dr. J. Brodsky

Report: 06-06-061



Sample name	01 MW			
Sample ID	06-10464			
Sampling date	26.05.06			
Sample type	Waste water			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	µg/L	0.59	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	µg/L	0.04	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	µg/L	0.08	0.01	EPA 8270
Fluorene	µg/L	0.07	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	µg/L	0.11	0.01	EPA 8270
Anthracene	µg/L	0.06	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	µg/L	0.03	0.01	EPA 8270
Pyrene	µg/L	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Chrysene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	µg/L	1.02		calculated
4-Nonylphenol	µg/L	10	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoethoxylate (NPEO)	µg/L	17	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/L	7400	0.1	SPE, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Analytik- und Sachverständigenleistungen
– Umwelt-, Produkt- und GLP-Prüfungen –



Daimlerstr. 23
63303 Dreieich

Telefon: 06103 / 983-0
Telefax: 06103 / 983-11

Durchwahl -22
Ansprechpartner

Dr. J. Brodsky

Techn. University of Crete
Lab. of Waste Management
attn. Prof. Dr. E. Gidarakos
Polytechniopolis
73100 Chania-Crete

Your order from 24.02.06
Your project Date 29.06.06

Project: 060296

Report : 06-06-061

Samples: 5 aqueous samples

Containers: glass

Sampling by: client

Date of sampling: 26.05.06

Location of sampling: Crete

Date of receipt: 01.06.06

Time of analysis: 01.06.06 - 29.06.06

Test parameters: Analysis according to order,
details see report

Accredited Test Laboratory acc. to DIN EN ISO/IEC 17025 * DAR-Reg.-No.: DAP-PA-2295.03

The test results are dedicated solely to the samples. It is not allowed to copy the report in extracts without written approval of CAU Analytik GmbH. Measurement uncertainties are in compliance with cited norms and guidelines.

Report: 06-06-061



Sample name	02 MW			
Sample ID	06-10465			
Sampling date	26.05.06			
Sample type	Waste water			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	µg/L	0.49	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	µg/L	0.03	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	µg/L	0.05	0.01	EPA 8270
Fluorene	µg/L	0.07	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	µg/L	0.09	0.01	EPA 8270
Anthracene	µg/L	0.03	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	µg/L	0.03	0.01	EPA 8270
Pyrene	µg/L	0.04	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Chrysene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	µg/L	0.83		calculated
4-Nonylphenol	µg/L	8.6	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	µg/L	13	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/L	7900	0.1	SPE, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-061



Sample name	03 MW			
Sample ID	06-10466			
Sampling date	26.05.06			
Sample type	Waste water			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	µg/L	0.60	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	µg/L	0.02	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	µg/L	0.06	0.01	EPA 8270
Fluorene	µg/L	0.11	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	µg/L	0.15	0.01	EPA 8270
Anthracene	µg/L	0.05	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	µg/L	0.03	0.01	EPA 8270
Pyrene	µg/L	0.05	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Chrysene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	µg/L	1.07		calculated
4-Nonylphenol	µg/L	7.3	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	µg/L	9.6	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzenesulfonates), sum	mg/L	6400	0.1	SPE, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation

Report: 06-06-061



Sample name	04 MW			
Sample ID	06-10467			
Sampling date	26.05.06			
Sample type	Waste water			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	µg/L	0.02	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	µg/L	0.02	0.01	EPA 8270
Fluorene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Pyrene	µg/L	0.06	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Chrysene	µg/L	0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	µg/L	0.11		calculated
4-Nonylphenol	µg/L	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	µg/L	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/L	n.id.	0.1	SPE, HPLC-FLD

LOQ = limit of quantitation
n.id. = not identified

Report: 06-06-061



Sample name	05 MW			
Sample ID	06-10468			
Sampling date	26.05.06			
Sample type	Waste water			
Parameter	Unit	Result	LOQ	Method
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)				
Naphthalene	µg/L	0.02	0.01	EPA 8270
Acenaphthylene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Acenaphthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluorene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Phenanthrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[a]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Chrysene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[b]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[k]fluoranthene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[a]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Benzo[ghi]perylene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Dibenzo[ah]anthracene	µg/L	< 0.01	0.01	EPA 8270
Sum of PAH acc. to EPA	µg/L	0.02		calculated
4-Nonylphenol	µg/L	< 2	2	Extraction, GC-MS
Nonylphenoxyethoxylate (NPEO)	µg/L	< 5	5	Extraction, GC-MS
LAS (linear alkylbenzensulfonates), sum	mg/L	n.id.	0.1	SPE, HPLC-FLD

LOQ = Limit of quantitation
n.id. = not identified

Remark:

Analytical results are reported with two significant digits if not otherwise obvious.

Dreieich, 29.06.06

Dr. J. Brodsky

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Έγγραφα Δ.Ε.Υ.Α.Χ & Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α.

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΧΑΝΙΩΝ (Δ.Ε. Υ.Α.Χ.)
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΠΛΗΡ. Χ. Κοτσιφάκης
ΤΗΛ. 28210-45268
FAX 28210-36288, 40714
e-mail: kotsifaki@yahoo.com

ΠΡΟΣ : NAMA AE
Υπόψιν κ. Ν. Κάρτσωνα
Τηλ. 210-6974600
E-mail : nkarts@namanet.gr

ΘΕΜΑ : Συμπληρωματικά στοιχεία για τα στερεά υπολείμματα της Εγκατάστασης
Επεξεργασίας Λυμάτων Χανίων

ΣΧΕΤΙΚΟ : FAX NAMA 15-12-2004

Σε σχέση με τα τα στοιχεία που μας ζητήσατε με το fax σας της 15-12-2004, σας πληροφορούμε τα εξής:

- Η μέση ετήσια παραγωγή των παραπροϊόντων επεξεργασίας λυμάτων είναι όπως σας περιγράφηκε στο γράμμα μας της ***- 12-2004. Η μέση ημερήσια παραγωγή των παραπροϊόντων αυτών μπορεί να θεωρηθεί ως η μέση ετήσια διαιρεμένη με 365 ημέρες, εκτός από την λάσπη που παράγεται μόνο τις εργάσιμες ημέρες και τα Σάββατα, οπότε για την παραγωγή της αφυδατωμένης λάσπης οι ποσότητες που αναφέρονται πρέπει να διαιρεθούν με 350 ημέρες.
- Η εβδομαδιαία και η εποχιακή κατανομή διάθεσης των παραπροϊόντων έχει ως εξής:
 - Για την αφυδατωμένη λάσπη, η διάθεση της γίνεται καθημερινά από Δευτέρα ως και Σάββατο με φορηγιά της ΔΕΥΑΧ και μεταφέρεται καθημερινά η ποσότητα που παράγεται. Συνήθως παράγονται ένα φορηγιά ωφέλιμου όγκου 18 m³ και ένα φορηγιά ωφέλιμου όγκου 9 m³ (6 ημέρες = 12 δρομολόγια ή 156m³). Από την παραγόμενη λάσπη το 35% είναι χωνευμένη (9m³) και το 65% αχώνευτη (18m³). Είναι πιθανό η κατανομή αυτή να μην ισχύει για κάθε ημέρα, ορισμένες φορές παράγουμε για 2 ημέρες μόνο αχώνευτη λάσπη και για μια ημέρα μόνο χωνευμένη, οπότε έτσι μεταφέρονται και στον χώρο διάθεσης.
 - Η εποχιακή διακύμανση δεν παρουσιάζει μεγάλες αυξομειώσεις, (όπως και η παροχή των λυμάτων αν θεωρήσουμε μέσο όρο 17000m³/d το καλοκαίρι φθάνει τα 19000m³/d και τον χειμώνα τα 14500 m³/d) χονδρικά μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το καλοκαίρι παράγουμε 15% παραπάνω από την μέση ημερήσια και το χειμώνα 15% λιγότερο από την μέση ημερήσια: αυτό σε δρομολόγια φορηγιάς μεταφράζεται σε δύο παραπάνω την εβδομάδα (26m³ περίπου). Αντίστοιχα την χειμερινή περίοδο δύο δρομολόγια (26m³ περίπου) λιγότερα την εβδομάδα.

C:\Documents and Settings\user\Τα έγγραφά μου\αποβλήτα\λάσπη\συμπλ. στοιχεία στερεών υπολ.βιολογικού.doc

- Τα εσχαρίσματα συλλέγονται σε κάδους απορριμάτων και αδειάζουν σε απορριματοφόρο του Δήμου που έρχεται 3 φορές την εβδομάδα. Στα εσχαρίσματα παρουσιάζονται μεγαλύτερες διακυμάνσεις που οφείλονται κυρίως στα βοθρολύματα. Το καλοκαίρι παράγονται περίπου 2.5 m³ την εβδομάδα εσχαρίσματα από τα βοθρολύματα και 7m³ συνολικά από τις εσχάρες χονδροκόκκων + 6mm. Τους χειμερινούς μήνες παράγονται 1.3 m³ την εβδομάδα από τα βοθρολύματα και περίπου 7m³ από τις εσχάρες χονδροκόκκων + 6mm. Έτσι συνολικά έχουμε 7*(1,3+7)*4,3 + 5*(2,5+7)*4,3 = 454 m³ ανά έτος. Ο ρυθμός απομάκρυνσής τους είναι 8,3 m³ ανά εβδομάδα κατά τους χειμερινούς μήνες που απομακρύνονται 3 φορές από 2,8 m³ κάθε φορά και 9,5m³/εβδ. τους θερινούς μήνες που απομακρύνονται 3 φορές από 3,2m³ κάθε φορά.
- Η άμμος των βοθρολυμάτων επίσης παρουσιάζει εποχιακή διακύμανση (παραγωγή 2.5 m³ την εβδομάδα κατά τους θερινούς μήνες και 1.3 m³ ανά εβδομάδα κατά τους χειμερινούς μήνες) και απομακρύνεται από την εγκατάσταση ομοίως με τα εσχαρίσματα, 3 φορές την εβδομάδα από 0,85 m³ και 0,45m³ κάθε φορά για το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα. Η άμμος που παράγεται από το συγκρότημα άμμου συλλέγεται σε κάδο των 6m³ απομακρύνεται από την εγκατάσταση κάθε 20 ημέρες. Με την κατανομή αυτή έχουμε προς τον χώρο τελικής διάθεσης 2,5*4,3= 11m³ το μήνα από τα βοθρολύματα το καλοκαίρι, 5,5 m³ το μήνα το χειμώνα και 9 m³ το μήνα από το συγκρότημα πλυσής άμμου, συνολικά δηλαδή 9*12+ 11*5+5,5*7 = 200 m³/έτος.
- Για τα λίπη που συλλέγονται στην δεξαμενή απομάκρυνσης άμμου-λίπων, σε στερεή μορφή και συλλέγονται σε κάδους απορριμάτων, αυτά απομακρύνονται από την εγκατάσταση κάθε 15 ημέρες 1m³ περίπου. Τα άλλα λίπη που συλλέγονται στους κάδους και από τους οποίους απομακρύνεται το νερό, απομακρύνονται (κατ' εκτίμηση) 3 φορές την εβδομάδα ένας κάδος 6 m³ τους θερινούς μήνες (3*6*4,3*5 = 390 m³) και 1 φορά τους χειμερινούς μήνες (1*6*4,3*7= 180m³), οπότε συνολικά έχουμε 390+180+25= 600m³ και με μια προσαύξηση 100m³ για ασφάλεια για πιθανά προβλήματα (πχ μεγάλες ποσότητες επιπλεόντων από δευτεροβάθμια, που συνήθως συμβαίνουν μια φορά τον χρόνο) = 700 m³.

- Τα χαρακτηριστικά των παραπροϊόντων έχουν ως εξής (σύμφωνα με τις μετρήσεις που έχουν γίνει μέχρι σήμερα)

TSS

- Χωνευμένη αφυδατωμένη λάσπη:
Στερεά : 23-25%
VSS/SS = 57-60%
Περιεκτικότητα σε N : 2-3,6%
Περιεκτικότητα σε P : 1.3-2.2%
Βαρέα μέταλλα : *επιμετρήσιμα*
Μετρήσεις εκπλυσιμότητας : επισυνάπτονται

TSS

- Αχώνευτη αφυδατωμένη λάσπη:
Στερεά : 14-16%
VSS/SS : 67-71%
Περιεκτικότητα σε N : 2-5.5%
Περιεκτικότητα σε P : 1.3-3.3%

C:\Documents and Settings\user\Τα έγγραφά μου\αποβλήτα\λάσπη\συμπλ. στοιχεία στερεών υπολ.βιολογικού.doc

Βαρέα μέταλλα : επιβλεπόμενα
Μετρήσεις εκπομπειμότητας : επισυνάπτονται

- Εσχαρίσματα από εσχάρες 6mm : περιεκτικότητα σε στερεά 40-45%
- Αμμος : εξόδου αμμοπλυντηρίδας
Στερεά : 90%
VSS/SS : 1-3.8%

ΕΤΕΠ : Συστήματα επεξεργασίας για τα σφαίρα απορρυπαντικού της Εταιρείας μας
(Συστήματα Επεξεργασίας Απορρυπαντικού)

ΕΜΕΤΕΠ : Συστήματα Επεξεργασίας Απορρυπαντικού

Εκπαιδευτικό : Συστήματα Επεξεργασίας Απορρυπαντικού
Εκπαιδευτικό : Συστήματα Επεξεργασίας Απορρυπαντικού

1. Η παρούσα μελέτη περιγράφει τον υπολογισμό των απαιτούμενων επενδύσεων για την κατασκευή ενός συστήματος επεξεργασίας απορρυπαντικού, το οποίο θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί 100.000 λίτρα απορρυπαντικού ανά ημέρα. Η μελέτη περιγράφει επίσης τον υπολογισμό των απαιτούμενων επενδύσεων για την κατασκευή ενός συστήματος επεξεργασίας απορρυπαντικού, το οποίο θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί 100.000 λίτρα απορρυπαντικού ανά ημέρα.

2. Η παρούσα μελέτη περιγράφει τον υπολογισμό των απαιτούμενων επενδύσεων για την κατασκευή ενός συστήματος επεξεργασίας απορρυπαντικού, το οποίο θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί 100.000 λίτρα απορρυπαντικού ανά ημέρα.

3. Η παρούσα μελέτη περιγράφει τον υπολογισμό των απαιτούμενων επενδύσεων για την κατασκευή ενός συστήματος επεξεργασίας απορρυπαντικού, το οποίο θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί 100.000 λίτρα απορρυπαντικού ανά ημέρα. Η μελέτη περιγράφει επίσης τον υπολογισμό των απαιτούμενων επενδύσεων για την κατασκευή ενός συστήματος επεξεργασίας απορρυπαντικού, το οποίο θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί 100.000 λίτρα απορρυπαντικού ανά ημέρα.

4. Η παρούσα μελέτη περιγράφει τον υπολογισμό των απαιτούμενων επενδύσεων για την κατασκευή ενός συστήματος επεξεργασίας απορρυπαντικού, το οποίο θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί 100.000 λίτρα απορρυπαντικού ανά ημέρα. Η μελέτη περιγράφει επίσης τον υπολογισμό των απαιτούμενων επενδύσεων για την κατασκευή ενός συστήματος επεξεργασίας απορρυπαντικού, το οποίο θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί 100.000 λίτρα απορρυπαντικού ανά ημέρα.

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΧΑΝΙΩΝ (Δ.Ε.Υ.Α.Χ.)
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΠΛΗΡ. Χ. Κοτσιφάκη
ΤΗΛ. 28210-45268
FAX 28210-36288, 40714
e-mail: kotsifaki@yahoo.com

Χανιά, 6-12-2004

ΠΡΟΣ : ΝΑΜΑ ΑΕ
Υπόμιν κ. Ν. Κάρτωνα
Τηλ. 210-6974600
E-mail : nkarts@namanet.gr

Ποσότητες στερεών υπολειμμάτων από Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Χανίων για το 2004 και πρόβλεψη για το 2020

Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα στοιχεία που έχουμε από την λειτουργία της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Χανίων, προκύπτουν τα εξής για τα στερεά υπολείμματα που παράγονται ανά έτος:

1. Αφυδατωμένη λάσπη

Η αφυδατωμένη λάσπη που παράγεται προέρχεται από την επεξεργασία σε ταινιοφιλτράρες ανασρόβια χωνευμένης λάσπης (όλης της πρωτοβάθμιας και σε ποσοστό περίπου 20% της παραγόμενης συνολικά δευτεροβάθμιας) και δευτεροβάθμιας λάσπης (το 80% περίπου της δευτεροβάθμιας). Η περιεκτικότητα σε στερεά της ανασρόβια χωνευμένης είναι από 22-25% και αποτελεί ποσοστό 35% της συνολικής αφυδατωμένης ενώ της δευτεροβάθμιας από 14-16% και αποτελεί ποσοστό περίπου 65% της συνολικής αφυδατωμένης.

Η συνολική ποσότητα αφυδατωμένης που θα παραχθεί φέτος 2004 εκτιμάται το πολύ σε 7800 m³/έτος σύμφωνα με τα στοιχεία του 2004 (μέση ημερήσια παροχή για το 2004 16962 m³/ημέρα από 1-1 έως και 30-11). Σημειώνουμε όμως ότι στην ΔΕΔΙΣΑ έχουμε ζητήσει έγκριση για διάθεση 8800 m³ λάσπης για το έτος 2004-12-10.

Η πρόβλεψη για το 2020 (την οποία έχουμε αναφέρει και στην ΔΕΔΙΣΑ) είναι 13.000 M³ αφυδατωμένης λάσπης ανά έτος.

2. Εσχαρίσματα

Τα εσχαρίσματα που παράγονται από την εγκατάσταση προέρχονται από την εσχάρωση των βυθολυμάτων, τα εσχαρίσματα του συγκροτήματος αποφρακτικών και των λυμάτων που εισέρουν μέσω του ΚΑΑ και διέρχονται από σχάρες 6mm. Η περιεκτικότητα σε στερεά είναι της τάξεως του 45%. Η συνολικά εκτιμώμενη ποσότητα εσχαρισμάτων για το 2004 είναι 450 m³ /έτος. Η έγκριση που είχε ζητηθεί από την ΔΕΔΙΣΑ για το 2004 ήταν 300m³ γιατί όταν εκτιμήθηκε η ποσότητα δεν υπήρχε σαφής αντίληψη για τα προϊόντα των νέων εσχαρών που εγκαταστάθηκαν στο τέλος του 2003.

C:\Documents and Settings\user\Τα έγγραφά μου\αποβλήτα\ασπιρ/στερεά υπολείμματα βιολογικού 2004.doc

Η πρόβλεψη για το 2020 είναι 650 m³ /έτος (στην ΔΕΔΙΣΑ είχε αναφερθεί 500m³ ανά έτος)

3. Άμμος

Η άμμος που παράγεται προέρχεται από βυθολύματα που απομακρύνεται σε ξεχωριστό συγκρότημα προεπεξεργασίας, τα λύματα του ΚΑΑ για τα οποία υπάρχει συγκρότημα πλύσης στο οποίο οδηγείται η άμμος μετά την δεξαμενή εξάμμισης και η άμμος από το συγκρότημα επεξεργασίας των αποφρακτικών οχημάτων που οδηγείται στο ίδιο συγκρότημα πλύσης άμμου. Το ποσοστό στερεών μετά την έκπλυση στο συγκρότημα πλύσης είναι >90% και το ποσοστό οργανικών <3%.

Η εκτιμώμενη ετήσια ποσότητα άμμου είναι 200 m³ για το 2004 και 350m³ για το 2020 (οπώς έχει αναφερθεί και στην ΔΕΔΙΣΑ)

4. Λίπη

Ως λίπη που παράγει η εγκατάσταση θεωρούμε :

- Τα επιπλέοντα στερεά που συλλέγονται από την δεξαμενή εξάμμισης-αφαίρεσης λιπών, τα οποία υπολογίζονται σε 25 m³ ανά έτος και συλλέγονται σε κάδους απορριμάτων
- Τα επιπλέοντα στερεά των δεξαμενών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας καθίζησης που συλλέγονται στα φρεάτια επιπλεόντων, τα οποία στην συνέχεια αδειάζουν με αποφρακτικό όχημα και διατίθενται σε κάδους 5-6 m³, από τους οποίους αναρροφάται τακτικά το νερό με αποτέλεσμα στο τέλος να μένει ένα στερεό υπόλειμμα. Υπολογίζοντας μια μείωση όγκου στους κάδους της τάξης του 80%, τα στερεά αυτά υπολείμματα εκτιμώνται σήμερα στα 120 m³ / έτος
- Λίπη που διατίθενται ομοίως με τα παραπάνω σε κάδους από τους οποίους αντλείται το νερό και προέρχονται από τα αντλιοστάσια και το αποχετευτικό δίκτυο της πόλης και για τα οποία με μείωση όγκου κατά 80% υπολογίζονται τελικά σε 500 m³/έτος
- Λίπη από τα ξενοδοχεία που επι του παρόντος διαχειρίζονται ομοίως με παραπάνω, και υπολογίζονται σε 50 m³ ανά έτος.

Ετσι έχουμε μια εκτίμηση για το 2004 συνολικά της τάξεως των 700 m³ ανά έτος (πολύ προσεγγιστική εκτίμηση). Στην ΔΕΔΙΣΑ έχουμε αναφέρει αυτή την ποσότητα για το 2004 με πρόβλεψη 1200 M³ για το 2020.

Με εκτίμηση

Χριστίνα Κοτσιφάκη

C:\Documents and Settings\user\Τα έγγραφά μου\αποβλήτα\ασπιρ/στερεά υπολείμματα βιολογικού 2004.doc

21 DEC 2004 14:34 HP LASERJET 3200

p.1

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΧΑΝΙΩΝ (Δ.Ε.Υ.Α.Χ.)
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΠΛΗΡ. Χ. Κοτσιφάκη
ΤΗΛ. 28210-45268
FAX 28210-36288, 40714
e-mail: kotsifaki@yahoo.com

Χανιά, 20 -12-2004
Αρ.πρωτ. 3301

ΠΡΟΣ : καθ. Ε. Γιδάρκο
Πολυτεχνείο Κρήτης
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Τηλ. 28210-37789
FAX 28210-37850

ΘΕΜΑ : Στοιχεία για την αφυδατωμένη λάσπη και τα στερεά υπολείμματα της
Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Χανίων

Συμπληρωματικά σας στέλνω

1. Αναλύσεις βαρέων μετάλλων στην αφυδατωμένη λάσπη παρελθόντων ετών (1998-2000)
2. Ορθή επανάληψη των μικροβιολογικών δεικτών που έχουν μετρηθεί στις δοκιμές ανάμιξης λάσπης-ασβέστη (Εργαστήριο ΔΕΥΑΧ, 2004)
3. Στο έγγραφο προς ΝΑΜΑ με ημερομηνία 20-12-2004, στην παράγραφο 1, θα πρέπει να διορθωθεί «.....οι ποσότητες που αναφέρονται θα πρέπει να διααιρεθούν με 300 ημέρες»

Με φιλικούςαιρετισμούς

Χριστίνα Κοτσιφάκη

Συν: 667.5

DEC 2004 14:34 HP LASERJET 3200

p.2

ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
(ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε)

Λυκόβρυση 25/04 /2000

Αριθ.Πρωτ. 167,16.02.00

ΙΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ
Τομ.Δ/νση Σοφ.Βενιζέλου 1
141 23 Λυκόβρυση Αττικής
Τηλ.2816974,2832031
Πληροφορίες: Λεωνόπουλου Χ.

ΠΡΟΣ : ΔΗΜ.ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
- ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΧΑΝΙΩΝ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΙΛΟΣ Ε

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		Τηλ.0821-73733.....			
ΑΠΟΣΤΟΛΕΑΣ ΔΗΜ.ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ		ΧΑΝΙΑ-ΚΡΗΤΗ			
ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ:		ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ:			
Βάθος δειγματοληψίας....					
Αργυλος (%).....					
Τίλος (%).....					
Αμμος (%).....					
Χαρακτηρισμός.....					
Υδατοκορεσμός (%).....					
Ηλ.Αγωγιμότητα (mS/cm)Π.					
Ευνολικά αλάτα (%).....					
PH φωλτού .. (1:5)	7.2				
Ολικά στερεά (%)	21.79				
Οργανική Ουσία..... (%)	55.5				
Ολικός Ψευδάργυρος ppm	450				
Ολικός Χαλκός ppm	214				
Ολικό Κάδμιο ppm	3.7				
Ολικός Μόλυβδος ppm	89.00				
Ολικό Αέριο (%)	3.40				
Ολικός σίδηρος (P205) (%)	6.58				
Απομ.Καλίου (meq/100g)					
.....					
.....					
.....					
Αριθμός Μητρώου Δείγματος	55418				

Χ. Κοτσιφάκη
Αντιβ.
αντιγραφικό
Αρ. Σιδέρ.
Τακτική Επισυνήχ.
Αρ. Σιδέρ.
Τακτική Επισυνήχ.
Αρ. Σιδέρ.
Τακτική Επισυνήχ.

DEC 2004 14:35 HP LASERJET 3200
07 '03 THU 13:55 FAX 08210 36285 DEYA XANION

p. 3



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ & ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΟΟΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
Διευθυντής ΕΥΤ: Καθηγητής Ανδρέας Ανδρεάδης
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF WATER RESOURCES
HYDRAULIC & MARITIME ENGINEERING
SANITARY ENGINEERING LABORATORY
Director of SEL: Professor Andreas Andreiadis

Προς
ΔΕΥΑ Χανίων
Κυδωνίας 29
Χανιά, Τ.Κ. 73100
FAX 2821073733

Υπόψιν: κ. Κοτσιφάκη

Αθήνα, 9.7.2003

Σε συνέχεια της τηλεφωνικής μας επικοινωνίας σας στέλνω τα αποτελέσματα των αναλύσεων ύδων από την ΕΕΑ των Χανίων που πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας κατά την περίοδο Ιουνίου - Νοεμβρίου 1999 στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων.

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά ύδους ΕΕΑ Χανίων

Παράμετροι	Μονάδες	Θέρος 1999	Χειμώνας 1999
Άζωτο	g/Kg TS	37	78
Φώσφορος	g/Kg TS	20	Δεν μετρήθηκε
Ολικά στερεά, TS	%	22,7	22,6
Πτηνικά στερεά	%TS	60,1	50,9
Νικέλιο	mg/Kg TS	34,7	50,3
Ψευδάργυρος	mg/Kg TS	2307	Δεν μετρήθηκε
Χρόμιο	mg/Kg TS	36,3	36,0
Κόβριο	mg/Kg TS	2,5	2,2
Χαλκός	mg/Kg TS	223,2	Δεν μετρήθηκε
Μόλυβδος	mg/Kg TS	211	180,5

Στη διάθεσή σας για οιοδήποτε διευκρίνισεις.

Δίνος Μαρμάς
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Ηρώων Πολυτεχνείον 5, 15780, Αθήνα • 5, Iroon Polytechniou Str., 15780 Athens, Greece
Tel: 30-210-772 2894, 772 2804, Fax: 30-210-772 2899, <http://www.hydro.civil.ntua.gr/obj/sanitary/index.html>
• e-mail: andre1@central.ntua.gr

1010

ANDREADAKIS

820892 FAX 016626078 16:41 02/07/00

DEC 2004 14:35 HP LASERJET 3200

p. 4

ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΧΑΝΙΩΝ
ΔΕΥΑΧ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΑΥΣΟΣ

α/α δείγματος		1
Σημείο δειγματοληψίας		Εξοδος μονάδας αφυδάτωσης
Ημερομηνία δειγματοληψίας		4/8/1999
Ολικά στερεά		20,00%
Παράμετρος	Μον.μέτρησης	
Χαλκός (Cu)	mg/kg SS	209
Σίδηρος (Fe) Ψ	mg/kg SS	669
Μαγγάνιο (Mn) Ψ	mg/kg SS	106
Ψευδάργυρος (Zn)	mg/kg SS	848
Νικέλιο (Ni)	mg/kg SS	32
Μέθοδος μέτρησης	Ατομική απορρόφηση με φλόγα μετά από χώνευση	

Χανιά, 19-8-1999

Ο αναλυτής είναι
Χρυστίνα Κοτσιφάκη
Χημικός Μηχανικός

DEC 2004 14:35 HP LASERJET 3200

p. 5

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΧΑΝΙΩΝ
ΔΕΥΑΧ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΑΥΣΟΣ

α/α δείγματος		1	2
Σημείο δειγματοληψίας		Εξοδος μονάδας αφυδάτωσης	Εξοδος μονάδας - αφυδάτωσης
Ημερομηνία δειγματοληψίας		3/4/1998	9/6/1998
Ολικά στερεά		17,00%	17,20%
Παράμετρος	Μον. μέτρησης	Τιμή	Τιμή
Χαλκός (Cu)	mg/kg SS	144	216
Σίδηρος (Fe)	mg/kg SS	7560	8489
Μαγγάνιο (Mn)	mg/kg SS	108	114
Ψευδάργυρος (Zn)	mg/kg SS	1209	844
Νικέλιο (Ni)	mg/kg SS	5,8	89
Μέθοδος μέτρησης	Ατομική απορρόφηση με φλόγα μετά από χώνευση		

Χανιά, 24-6-1998

Ο αναλυτής

Χριστίνα Κοτσάρα
Χημικός Μηχανικός

DEC 2004 14:35 HP LASERJET 3200

p. 6

ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΛΑΣΠΗΣ ΚΑΙ ΜΙΓΜΑΤΑ ΛΑΣΠΗΣ-ΑΣΒΕΣΤΗ

Ημερομηνία ανάλυσης	Δείγμα	E.Coli (απ/1g στερεών)	total col. (απ/1 g στερε.)
25/10/2004	Χωνευμένη λάσπη 21-10-04	$1,68 \cdot 10^5$	
25/10/2004	Μίγμα αχώνευτης/Ca(OH) ₂ 10% 2 ώρες μετά την ανάμιξη	$<10^2$	
25/10/2004	Μίγμα χωνευμένης/Ca(OH) ₂ 10% 2 ώρες μετά την ανάμιξη	$<10^2$	
25/10/2004	Μίγμα χωνευμένης+ CaO 10% της 12-10-04	$<2,5 \cdot 10^2$	
18/11/2004	Μίγμα αχώνευτης λάσπης /CaO 5% της 8/10/2004	$<1,1 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^4$
18/11/2004	Μίγμα αχώνευτης λάσπης /CaO 7,5% της 8/10/2004	$<3,3 \cdot 10^2$	$3,3 \cdot 10^2$
18/11/2004	Μίγμα αχώνευτης λάσπης /CaO 10% της 8/10/2004	$<1,1 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$
18/11/2004	Μίγμα χωνευμένης λάσπης /CaO 5% της 12/10/2004		$<1,2 \cdot 10^2$
18/11/2004	Μίγμα χωνευμένης λάσπης /CaO 7,5% της 12/10/2004		$1,1 \cdot 10^2$
18/11/2004	Μίγμα χωνευμένης λάσπης /CaO 10% της 12/10/2004		$<1,2 \cdot 10^2$
18/11/2004	Μίγμα αχώνευτης λάσπης /CaO 5% της 19/10/2004	$<1,1 \cdot 10^3$	TNTC
18/11/2004	Μίγμα αχώνευτης λάσπης /CaO 7,5% της 19/10/2004	$<1,1 \cdot 10^4$	TNTC
18/11/2004	Μίγμα αχώνευτης λάσπης /CaO 10% της 19/10/2004	$<1,1 \cdot 10^3$	TNTC
18/11/2004	Μίγμα χωνευμένης λάσπης /CaO 5% της 19/10/2004	$<1,1 \cdot 10^4$	TNTC
18/11/2004	Μίγμα χωνευμένης λάσπης /CaO 7,5% της 19/10/2004	$<0,8 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$
18/11/2004	Μίγμα χωνευμένης λάσπης /CaO 10% της 19/10/2004	$<1,1 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$
TNTC : Too numerous to count			

→ Επιστολή Δημ/ου

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΧΑΝΙΩΝ (Δ.Ε.Υ.Α.Χ.)
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΤΜΗΜΑ

Κυδωνίας 29, 73135 Χανιά
Πληρ.: Χριστίνα Κοτσιφάκη
Τηλ.: 28210 45268
Fax: 28210 40714

Χανιά 20-12-04
Αρ.Πρωτ. 3301

ΠΡΟΣ: Πολυτεχνείο Κρήτης
Καθηγητή κ. Ε. Γιδάρικο

ΘΕΜΑ: Στοιχεία για την αφυδατωμένη λάσπη της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Χανίων

Συνημμένα σας αποστέλλουμε:

1. Έγγραφο προς NAMA 6-12-2004 για τις ποσότητες στερεών υπολειμμάτων της ΕΕΛ για το 2004 και πρόβλεψη για το 2020
2. Συμπληρωματικό έγγραφο προς NAMA 20-12-2004 για τις διακυμάνσεις παραγωγής των στερεών υπολειμμάτων και τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά
3. Μετρήσεις περιεκτικότητας σε βαρέα μέταλλα και δοκιμές εκπλυσιμότητας (AGENT LABORATORIES, Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας Σχολής Χημ.Μηχανικών ΕΜΠ)
4. Πίνακες και διαγράμματα δοκιμών προσθήκης ασβέστη σε αφυδατωμένη λάσπη (Εργαστήριο ΔΕΥΑΧ, Οκτώβριος -Νοέμβριος 2004)

Είμαστε στην διάθεσή σας για κάθε συμπληρωματική πληροφορία

Με εκτίμηση
Χριστίνα Κοτσιφάκη

Το έγγραφο μου/ενεκάτοχό/α αφυδατωμένης-ψύμης-20/12/2004-11:00 PM

AG.ENT. Laboratories

AGricultural & ENvironmental Testing & Research Laboratories ABEE

46 Alexandroupoleos, Ampelokipi, 115 27 Athens, HELLAS, Tel: (30-210) 7473 970-1, Fax: 7473 971

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Αριθμός Πιστοποιητικού :	3036
Κωδικός Πελάτη :	390
Πελάτη Επωνυμία :	Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χανίων
Διεύθυνση :	Κυδωνίας 29, 731 00 Χανιά
Είδος υπό Ελεγχ. :	Λάσπη
Αριθμός δειγμάτων :	2
Κατάσταση κατά την παραλαβή :	κανονική
Δειγματοληψία από :	πελάτη
Σημεία πελάτη επί δείγματος :	No1: Δειγμ/ψία 8-7-2003, έξοδος μονάδας αφυδάτωσης
	No2: Δειγμ/ψία 9-7-2003, έξοδος μονάδας αφυδάτωσης
Ημερομηνία παραλαβής δείγματος:	10/07/03
Ημερομηνία ανάλυσης :	10-15/07/03

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μέθοδος Ανάλυσης	Limit of Detection	Αποτέλεσμα Δείγματος 1	Αποτέλεσμα Δείγματος 2
Cd, mg / kg dry weight	Flame AAS	0.5	1.1	1.2
Pb, mg / kg dry weight	Flame AAS	3	91	82
Cr, mg / kg dry weight	Flame AAS	14	61	39
Cu, mg / kg dry weight	Flame AAS	3	192	176
Zn, mg / kg dry weight	Flame AAS	7	500	521
Ni, mg / kg dry weight	Flame AAS	4	39	24
Hg, mg / kg dry weight	Hydride AAS	0.1	2.5	2.5
Dry Weight, %	Air, Room T. Overnight, 105°C /et. weight		14.83	15.33

Υπογραφή

Ημερομηνία έκδοσης : 16/07/03

Π. Πασχάλης, Ph.D.
Unit Manager

- Τα παραπάνω αποτελέσματα αναφέρονται μόνο στο δείγμα που ελεγχθηκε.
- Απαγορεύεται η μερική αναδημοσίευση του παρόντος, χωρίς τη γραπτή άδεια της AG.ENT. Laboratories.

11-MAR-2004 13:28 FROM: E. M. POLYTECHNEIO

TO: *72*17647#0028210362P.1/6

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΕΩΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΣχολή Χημικών Μηχανικών
Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας**ΛΙΓΓΕΛΙΚΗ ΜΟΥΣΤΑΤΣΟΥ**

Αναπλ. Καθηγήτρια

Πρώτων Πολυτεχνείου 9, 157 73 Αθήνα, ☎ 7723263 fax 7723188
Email: moust@central.ntua.gr

Αθήνα, 4 Μαρτίου 2004

Στο δείγμα λάσπης που προσκομίσθηκε στο Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας της Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ από τη Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χαλκίδας (ΔΕΥΑΧ) διενεργήθηκε η δοκιμή έκλυσης prEN 12457, καθώς επίσης και το DIN 38414 – S 4.

Στο δείγμα εφαρμόζεται μόνο το πρώτο και δεύτερο μέρος του ευρωπαϊκού προτύπου prEN 12457, λόγω της κοκκομετρίας των αποβλήτων και βάσει των προβλεπόμενων δοκιμών από την απόφαση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ενότητας της 19^{ης} Δεκεμβρίου 2002 (2003/31/ΕΚ), για τον καθορισμό κριτηρίων και διαδικασιών αποδοχής των αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής σύμφωνα με το άρθρο 16 και το παράρτημα II της οδηγίας 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων.

Η δοκιμή prEN 12457 αποτελεί δοκιμή συμμόρφωσης, δηλαδή εξετάζει κατά πόσο το απόβλητο συμμορφώνεται με ειδικά κριτήρια αποδοχής του στους χώρους υγειονομικής ταφής. Εκτιμά την εκπλυσιμότητα κοκκωδών στερεών αποβλήτων και ιλύων και αποτελείται από τέσσερα μέρη, τα οποία διαφέρουν ως προς την κοκκομετρία του αποβλήτου και τον λόγο υγρού / στερεού, που εφαρμόζεται κατά την έκλυση.

Ακολουθεί η περιγραφή των εν προκειμένω εφαρμοσθέντων δύο πρώτων τμημάτων του προτύπου, prEN 12457-1 και prEN 12457-2.

• **prEN 12457-1**

Characterisation of waste – Leaching – Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges – Part 1: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 2 L/kg for materials with high solid content and with particle size below 4 mm (without or with size reduction)

MAR-2004 13:28 FROM: E. M. POLYTECHNEIO

TO: *72*17647#0028210362P.2/6

Χαρακτηρισμός αποβλήτου – Εκπλυσιμότητα – Δοκιμή συμμόρφωσης για την εκπλυσιμότητα κοκκωδών αποβλήτων και ιλύων – Μέρος 1^ο: Δοκιμή ενός σταδίου με λόγο υγρού/στερεού 2 L/kg για υλικά υψηλής περιεκτικότητας σε στερεά και με διάμετρο κόκκου μικρότερη των 4 mm (με ή χωρίς απομείωση μεγέθους)

Το απόβλητο πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 33% στερεά. Η διάμετρος των κόκκων του αποβλήτου πρέπει να είναι μικρότερη των 4 mm, ειδώς απαιτείται απομείωση μεγέθους χωρίς την χρήση άλεσης. Η ξήρανση του αποβλήτου σε θερμοκρασία μικρότερη των 40 °C επιτρέπεται μόνο σε περίπτωση που η μείωση του μεγέθους των κόκκων δυσχεραίνεται από την υγρασία του αποβλήτου.

Σε δείγμα που περιέχει τουλάχιστον 175 g ξηρού υλικού προστίθεται τόση ποσότητα νερού, ώστε ο λόγος υγρού/στερεού να είναι 2 L/kg, συμπεριλαμβανομένης και της υγρασίας του αποβλήτου. Ακολουθεί ανάδευση σε περιστρεφόμενο τύμπανο επί 24 h, και στη συνέχεια διήθηση του μείγματος. Το στερεό υπόλειμμα απορρίπτεται, ενώ το διήθημα αποτελεί το έκλυσμα. Στο έκλυσμα μετρώνται το pH, η θερμοκρασία, η αγωγιμότητα και προαιρετικός το οξειδαναγωγικό δυναμικό, καθώς και οι συγκεντρώσεις των εκλυομένων ουσιών, όπως προβλέπεται από την προαναφερθείσα οδηγία (2003/31/ΕΚ).

• **prEN 12457-2**

Characterisation of waste – Leaching – Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges – Part 1: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 L/kg for materials with particle size below 4 mm (without or with size reduction)

Χαρακτηρισμός αποβλήτου – Εκπλυσιμότητα – Δοκιμή συμμόρφωσης για την εκπλυσιμότητα κοκκωδών αποβλήτων και ιλύων – Μέρος 2^ο: Δοκιμή ενός σταδίου με λόγο υγρού/στερεού 10 L/kg για υλικά με διάμετρο κόκκου μικρότερη των 4 mm (με ή χωρίς απομείωση μεγέθους)

Η διάμετρος των κόκκων του αποβλήτου πρέπει να είναι μικρότερη των 4 mm, ειδώς απαιτείται απομείωση μεγέθους χωρίς την χρήση άλεσης. Η ξήρανση του αποβλήτου σε θερμοκρασία μικρότερη των 40 °C επιτρέπεται μόνο σε περίπτωση που η μείωση του μεγέθους των κόκκων δυσχεραίνεται από την υγρασία του αποβλήτου.

Σε δείγμα που περιέχει τουλάχιστον 90 g ξηρού υλικού προστίθεται τόση ποσότητα νερού, ώστε ο λόγος υγρού/στερεού να είναι 10 L/kg, συμπεριλαμβανομένης και της υγρασίας του αποβλήτου. Ακολουθεί ανάδευση σε περιστρεφόμενο τύμπανο επί 24 h,

PR-2004 13:29 FROM: E M POLYTECHNEIO

TO: *72*17647#0028210362P.3/6

και στη συνέχεια διήθηση του μείγματος. Το στερεό υπόλειμμα απορρίπτεται, ενώ το διήθημα αποτελεί το έκλουσμα. Στο έκλουσμα μετρώνται το pH, η θερμοκρασία, η αγωγιμότητα και προαιρετικώς το οξειδαναγωγικό δυναμικό, καθώς και οι συγκεντρώσεις των εκλυομένων ουσιών, όπως προβλέπεται από την προαναφερθείσα οδηγία (2003/31/EK).

• DIN 38 414 - S 4

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Schlamm und Sedimente (Gruppe S) - Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (S4) Γερμανική ενιαία μέθοδος για την εξέταση Υδάτων, Αποβλήτων, Ιλύων - Ιλός και Ιζήματα (Ομάδα S) - Καθορισμός της εκλυσιμότητας με νερό (S 4)

Η δοκιμή αυτή εκτιμά την εκλυσιμότητα στερεών υλικών και ιλύων κατά την επαφή τους με νερό. Περιλαμβάνει κατά κανόνα ένα στάδιο, όταν το δείγμα περιέχει ουσίες εύκολα εκλυόμενες, ενώ μπορεί να πραγματοποιηθεί σε περισσότερα του ενός στάδια, όταν το δείγμα περιέχει δύσκολα εκλυόμενες ουσίες ή ουσίες, των οποίων η συμπεριφορά έκλυσης μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της δοκιμής.

Η διάμετρος των κόκκων του στερεού δείγματος πρέπει να είναι μικρότερη των 10 mm, ειδώς απαιτείται απομείωση μεγέθους χωρίς την χρήση άλεσης. Οι λεπτόρρευστες ύλες, οι οποίες, όταν αφηθούν, εμφανίζουν διαχωρισμό στερεού - υγρού, πρέπει κατ' αρχήν να υποβάλλονται είτε σε διήθηση είτε σε φυγοκέντριση και ακολούθως το μεν στερεό υπόλειμμα να υποβάλλεται στην δοκιμή, το δε υγρό να συνδυάζεται με το έκλουσμα.

Σε δείγμα που περιέχει 100 g ξηρού υλικού προστίθεται 1 L νερού και το μείγμα υποβάλλεται σε ανάδευση σε μύλο επί 24 h. Ακολουθεί διήθηση του μείγματος και το μεν διήθημα αποτελεί το έκλουσμα, το δε στερεό υπόλειμμα, εάν χρειάζεται, υποβάλλεται στην αυτή διαδικασία, ειδώς απορρίπτεται. Στο έκλουσμα μετρούνται το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και οι συγκεντρώσεις των εκλυομένων ουσιών.

Οι συγκεντρώσεις των εκλυομένων μετάλλων μετρήθηκαν με Φασματοφωτομετρία Ατομικής Απορρόφησης με Φλόγα (AAS) (Perkin Elmer 3300) και Φούρνο Γραφίτη (GFAA) (Perkin Elmer HGA 700), καθώς και με Φασματοσκοπία Εκπομπής Πλάσματος (ICP-AES) (Perkin Elmer Optima 3000 Excel). Οι συγκεντρώσεις των Cl^- , F^- , SO_4^{2-} μετρήθηκαν με Ιοντικό Χρωματογράφο (Dionex DX 600).

PR-2004 13:29 FROM: E M POLYTECHNEIO

TO: *72*17647#0028210362P.4/6

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ prEN 12457-1

Κωδικός δείγματος: X1
Μάζα δείγματος (kg): 2,9
Ημερομηνία παραλαβής: 21/7/2003

Φύση αποβλήτου: υλός
Περιγραφή δείγματος: πολλή υγρασία

Κλάσμα μη θρασύ (μικρό (% w/w): 0
Κλάσμα υπερμεγέθους υλικού (% w/w > 4 mm): 0
Ποσοστό ξηρού υπολείμματος DR (% w/w): 13,75

Μέθοδος απομείωσης μεγέθους: δεν χρησιμοποιήθηκε

Μάζα αναλυτικού δείγματος (kg): 0,125
Όγκος εκχυλιστικού μέσου (L): 0,250

Μέθοδος διαχωρισμού στερεού-υγρού: Διήθηση υπό κενό: 0,45 μm

Ημερομηνία καθορισμού τυφλού δείγματος: 24/7/2003
Ημερομηνία δοκιμής εκλυσιμότητας: 24/7/2003

Παράμετροι	
Όγκος εκλουσματος (L)	0,167
pH	6,70
Θερμοκρασία (C)	25

Συστατικά	Όριο Ανιχνεύσεως (mg/L)	Τυφλό δείγμα (mg/L)	Συγκέντρωση στο έκλουσμα (mg/L)	Εκλυομένη Ποσότητα (μg/kg)
As	0,005	< 0,005	0,012	0,03
Cd	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002
Cr	0,005	< 0,005	0,040	0,09
Cu	0,01	< 0,01	0,426	0,94
Hg	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,04
Mo	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,01
Ni	0,01	< 0,01	0,240	0,53
Pb	0,01	< 0,01	0,030	0,07
Sb	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02
Se	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,01
Zn	0,02	< 0,02	0,116	0,26
Cl	0,05	0,11	2,66	5,89
F	0,05	0,1	0,2	0,4

Απόκλιση από το EN 12457-1: Επειδή $DR=13,75\% < 33\%$, δεν μπορεί να εφαρμοσθεί το πρότυπο, γι' αυτό εφαρμόστηκε σε ξηρό υλικό

Εργαστήριο: Εργ. Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας, Σχολή Χ. Μ., ΕΜΠ

Διεύθυνση: Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, Αθήνα

Υπεύθυνος εργαστηρίου: Α. Μουτσάτσου

Τηλέφωνο: 210 7723263

Fax: 210 7723188

Υπογραφή: 
e-mail: angst@central.ntua.gr

HR-2004 13:29 FROM: E M POLYTECHNEIO

TO: *72*17647#0028210362P.5-6

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ prEN 12457-2

Κωδικός δείγματος: X1
 Μάζα δείγματος (kg): 2,9
 Ημερομηνία παραλαβής: 21/7/2003

Φύση αποβλήτου: υλός
 Περιγραφή δείγματος: πολλή υγρασία

Κλάσμα μη θραυσίμου υλικού (% w/w): 0
 Κλάσμα υπερμεγέθους υλικού (% w/w > 4 mm): 0
 Ποσοστό ξηρού υπολείμματος DR (% w/w): 13,75

Μέθοδος ατομειώσεως μεγέθους: δεν χρησιμοποιήθηκε

Μάζα αναλυτικού δείγματος (kg): 0,655
 Όγκος εκχυλιστικού μέσου (L): 0,335

Μέθοδος διαχωρισμού στερεού-υγρού: διήθηση υπό κενό: 0,45 μm

Ημερομηνία καθορισμού τοφλού δείγματος: 24/7/2003
 Ημερομηνία δοκιμής εκπλυσιμότητας: 24/7/2003

Παράμετροι	
Όγκος εκλύσματος (L)	0,250
pH	7,50
Θερμοκρασία (C)	25

Συστατικά	Όριο Ανιχνεύσεως (mg/L)	Τυφλό δείγμα (mg/L)	Συγκέντρωση στο εκλύσμα (mg/L)	Εκλυσιμότητα Ποσότητα (mg/kg)
As	0,005	< 0,005	0,020	0,22
Cd	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,01
Cr	0,005	< 0,005	0,120	1,29
Cu	0,01	< 0,01	0,194	2,09
Hg	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,2
Mo	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05
Ni	0,01	< 0,01	0,068	0,73
Pb	0,01	< 0,01	0,220	2,37
Sb	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,11
Se	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05
Zn	0,02	< 0,02	0,117	1,26
Cl	0,05	0,11	3,55	38,29
F	0,05	0,1	0,079	0,79

Απόκλιση από το EN 12457-2: ουδεμία

Εργαστήριο: Εργ. Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας, Σχολή Χ. Μ., ΕΜΠ

Διεύθυνση: Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, Αθήνα

Υπεύθυνος εργαστηρίου: Α. Μουτσάτσου

Τηλέφωνο: 210 7723263 Fax: 210 7723188

Υπογραφή: 
 e-mail: angst@central.ntua.gr

HR-2004 13:30 FROM: E M POLYTECHNEIO

TO: *72*17647#0028210362P.6-6

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ DIN 38414 - S 4

Κωδικός δείγματος: X1
 Μάζα δείγματος (kg): 2,9
 Ημερομηνία παραλαβής: 21/7/2003

Φύση αποβλήτου: υλός
 Περιγραφή δείγματος: πολλή υγρασία

Κλάσμα μη θραυσίμου υλικού (% w/w): 0
 Κλάσμα υπερμεγέθους υλικού (% w/w > 4 mm): 0
 Ποσοστό ξηρού υπολείμματος DR (% w/w): 13,75

Μέθοδος ατομειώσεως μεγέθους: δεν χρησιμοποιήθηκε

Μάζα αναλυτικού δείγματος (kg): 0,010
 Όγκος εκχυλιστικού μέσου (L): 0,100

Μέθοδος διαχωρισμού στερεού-υγρού: διήθηση υπό κενό: 0,45 μm

Ημερομηνία καθορισμού τοφλού δείγματος: 24/7/2003
 Ημερομηνία δοκιμής εκπλυσιμότητας: 24/7/2003

Παράμετροι	
Όγκος εκλύσματος (L)	0,02
pH	7,5
Θερμοκρασία (C)	25

Συστατικά	Όριο Ανιχνεύσεως (mg/L)	Τυφλό δείγμα (mg/L)	Συγκέντρωση στο εκλύσμα (mg/L)	Εκλυσιμότητα Ποσότητα (mg/kg)
As	0,005	< 0,005	0,015	0,16
Cd	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,01
Cr	0,005	< 0,005	0,140	1,51
Cu	0,01	< 0,01	0,199	2,15
Hg	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,2
Mo	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05
Ni	0,01	< 0,01	0,067	0,72
Pb	0,01	< 0,01	0,250	2,70
Sb	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,11
Se	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05
Zn	0,02	< 0,02	0,165	1,78
Cl	0,05	0,11	10,65	114,87
F	0,05	0,1	0,112	1,12

Εργαστήριο: Εργ. Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας, Σχολή Χ. Μ., ΕΜΠ

Διεύθυνση: Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 73, Αθήνα

Υπεύθυνος εργαστηρίου: Α. Μουτσάτσου

Τηλέφωνο: 210 7723263

Fax: 210 7723188

Υπογραφή: 
 e-mail: angst@central.ntua.gr

Οι αναλυτές

Α. Μουτσάτσου

Α. Καραμάνη

Α. Κορκολής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Προς τους προέδρους της Δ.Ε.ΔΙ.ΣΑ. και Δ.Ε.Υ.Α. Χανίων, κο Κοπάση Ελευθέριο και κο Ντάλλα Μιχαήλ, για την παροχή πληροφοριών και την άψογη συνεργασία.

Ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τη Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α. Χανίων για την παραχώρηση του χώρου διεξαγωγής των πειραμάτων και του χημικού εργαστηρίου όπου πραγματοποιήθηκε μέρος των αναλύσεων. Προσωπικά να ευχαριστώ τους Φλεμετάκη Μαρία-Χημικό Μηχανικό, Αντωνογεώργο Κώστα-Χημικό, Κονταξάκη Μιχαήλ-Μηχανικό Παραγωγής και Διοίκησης, και Τσομπανόγλου Δέσποινα-Γεωπόνο καθώς και τους υπόλοιπους εργαζόμενους του Εργοστασίου Μηχανικής Διαλογής και Κομποστοποίησης του Δήμου Ακρωτηρίου Χανίων.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Κοτσιφάκη Χριστίνα, Χημικό του εργαστηρίου του Βιολογικού Καθαρισμού Χανίων, για τη βοήθεια στην οργάνωση και λήψη των υγρών δειγμάτων από τις εγκαταστάσεις της μονάδας.

Από το εργοστάσιο Μηχανικής Διαλογής και Βιολογικής Επεξεργασίας Απορριμμάτων Άνω Λιοσίων θερμά ευχαριστώ τους Πασχάλη Γιώργο-Χημικό Μηχανικό, και Σακελαριάδη Δημήτρη-Μεταλλειολόγο Μηχανικό, για την μετάδοση της εμπειρίας τους και την ξενάγηση στο χώρο του εργοστασίου.

Τέλος ευχαριστώ τον καθηγητή μου κο Γιδαράκο Ευάγγελο, Διευθυντή του «Εργαστηρίου Διαχείρισης Τοξικών και Επικινδύνων Αποβλήτων» για την επιστημονική επίβλεψη της εργασίας μου και των εργαστηριακών αναλύσεων.