ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΣΧΕΔΟ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΥΡΟΚΟΜΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΡΕΘΥΜΝΟΥ

ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ

<u>ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ</u>
ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ)
ΞΕΚΟΥΚΟΥΛΩΤΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΒΕΝΙΕΡΗ ΔΑΝΑΗ

ΧΑΝΙΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	5
2.1. Ποσοτικά και Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των Τυροκομικών Αποβλήτων	5
2.1.1. Ποσοτικά Χαρακτηριστικά Τυροκομικών Αποβλήτων	5
2.1.2. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Τυροκομικών Αποβλήτων	6
2.1.2.1. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Πρωτογενούς Τυρόγαλου	6
2.1.2.2. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Δευτερογενούς Τυρόγαλου	8
2.1.2.3. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Μίγματος Αποβλήτων	10
2.2. Εφαρμοσμένες Τεχνικές στην Επεξεργασία Τυροκομικών Αποβλήτων	12
2.2.1. Τεχνητοί Υγροβιότοποι	12
2.2.2. Αναερόβια Βιολογική Επεξεργασία	14
2.2.3. Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία	14
2.2.4. Λοιπές Τεχνικές	15
2.2.5. Σύνοψη Εφαρμοσμένων Τεχνικών	16
2.2.6. Επιλογή Τεχνικής	16
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	17
3.1. Θέσεις και Επωνυμία Τυροκομείων	18
3.2. Ποσοτικά Στοιχεία Τυροκομικών Αποβλήτων στο Νομό Ρεθύμνου	20
3.3. Στοιχεία Επεξεργασίας και Διάθεσης των Αποβλήτων όπως Εφαρμόζονται Σήμερα	27
3.4. Λοιπά Στοιχεία Από την Περιφερειακή Ενότητα Ρεθύμνης	31
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	34
4.1. Επιλογή Θέσεων Μονάδων	34
4.1.1. Προσδιορισμός Θέσεων Μονάδων Βάσει των Θέσεων και της Δυναμικότητας των Τυροκομείων	34
4.1.2. Έλεγχος Πλήρωσης Κριτηρίων	39
4.1.2.1. Έλεγχος Απόστασης από Κατοικημένες Περιοχές και Επαρχιακό Οδικό Δίκτυο	39
4.1.2.2. Έλεγχος Απόστασης από την Ακτογραμμή	41
4.1.2.3. Έλεγχος Απόστασης Δυτικής και Ανατολικής Μονάδας από Περιοχές “Natura 2000”	42
4.1.2.4. Έλεγχος Ενδεχόμενου Ρύπανσης Υπόγειων και Επιφανειακών Υδάτων	43
4.1.3. Επιλογή Τελικών Θέσεων	43
4.2. Σχεδιασμός Συστημάτων Επεξεργασίας	45
4.2.1. Υπολογισμός Παροχών ανά Μονάδα Επεξεργασίας Αποβλήτων	45
4.2.2. Ανάπτυξη Συστημάτων Επεξεργασίας	46
4.2.2.1. Ανάλυση Τεχνικών	47
4.2.2.2. Ανάπτυξη Τεχνικών	49
4.3. Ενεργειακό Ισοζύγιο Συστημάτων Επεξεργασίας	54
4.3.1. Θερμικό Ισοζύγιο Συστήματος UASB στη Δυτική Μονάδα	55
4.3.2. Θερμικό Ισοζύγιο Συστήματος UASB στην Ανατολική Μονάδα	56
4.3.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Ενεργειακού Ισοζυγίου	58
4.4. Κοστολόγηση του Έργου	58

4.4.1. Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης	59
4.4.2. Κόστος Εγκατάστασης I	59
4.4.2.1. Αντιδραστήρες UASB	59
4.4.2.2. Υγροβιότοποι SFS	60
4.4.3. Αποτελέσματα Κοστολόγησης	61
4.4.4. Κόστος ανά Τυροκομείο	63
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	68
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τυροκομική είναι η διαδικασία παραγωγής τυριού από το γάλα των οικόσιτων ζώων. Λαμβάνει χώρα σε ειδικές εγκαταστάσεις που ονομάζονται τυροκομεία και εκτός από το τυρί παράγεται και ένα απόβλητο που ονομάζεται χουμάς ή τυρόγαλο. Το τυρόγαλο είναι μια υδαρής ουσία, η οποία ως παραπροϊόν διαδικασίας που ως πρώτη ύλη χρησιμοποιεί το γάλα, είναι πλούσιο σε λακτόζη. Η λακτόζη είναι το βασικό σάκχαρο του γάλακτος και ως σάκχαρο περιέχει πολύ υψηλή συγκέντρωση άνθρακα, ο οποίος αποτελεί τη βασική πηγή τροφής των ζωικών οργανισμών. Στην προκειμένη περίπτωση, δεδομένου ότι μιλάμε για υδαρή ουσία, άρα και διαλυτό άνθρακα, το μέγεθος του άνθρακα είναι πολύ μικρό, πράγμα το οποίο ευνοεί την κατανάλωσή του από μικροοργανισμούς. Όταν μια πλούσια σε διαλυτό άνθρακα ουσία, εισέλθει σε αναλογικά μεγάλη ποσότητα σε κάποιο υδατικό οικοσύστημα, καταναλώνεται αποκλειστικά από τους μικροοργανισμούς, οι οποίοι λόγω του πολύ μικρού τους μεγέθους δεν συνδέονται άμεσα με την τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει υπέρμετρα ο πληθυσμός των μικροοργανισμών, να καταναλώνουν μεγάλο ποσοστό του διαλυτού οξυγόνου και να δημιουργούνται συνθήκες ασφυξίας για τα υπόλοιπα είδη του οικοσυστήματος (ευτροφισμός). Η υπέρμετρη αύξηση των μικροοργανισμών σε κάποιο υδατικό οικοσύστημα, εκτός από τον αφανισμό των μεγάλων ζωικών οργανισμών, συνοδεύεται και με προσθήκη πράσινης απόχρωσης στο νερό λόγω των άλγεων που αναπτύσσονται, όπως και με ανάπτυξη δυσάρεστης οσμής στο νερό λόγω των αναερόβιων συνθηκών που επικρατούν. Έτσι, υποβαθμίζεται άρδην η ποιότητα του νερού είτε αυτό προορίζεται για ύδρευση είτε για αναψυχή. Κατά συνέπεια πρέπει να λαμβάνουμε μέτρα που αποτρέπουν την έκθεση των υδάτινων μαζών σε σχετικά μεγάλες ποσότητες ουσιών πλούσιων σε διαλυτό άνθρακα για τη διαφύλαξη της ποιότητας των οικοσυστημάτων αλλά και των υδάτων.

Η τυροκομική ως κατ' εξοχήν αγροτική δραστηριότητα λαμβάνει χώρα σε όλα τα μήκη και τα πλάτη των αγροτικών νομών. Η μεγάλη διασπορά των τυροκομείων συνεπάγεται μεγάλη απόσταση των τυροκομείων από τις πρωτεύουσες των νομών, οι οποίες διαθέτουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων με υψηλό οργανικό φορτίο. Το κόστος για ιδιωτική απορρύπανση των αποβλήτων σε εγκαταστάσεις προηγμένης τεχνολογίας είναι μεγάλο. Έτσι, στην πλειονότητά τους οι τυροκόμοι χρησιμοποιούν πρόχειρες μεθόδους απορρύπανσης των αποβλήτων τους σε ιδιωτικό επίπεδο, οι οποίες μέθοδοι σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να θεωρηθούν ισοδύναμες με την επεξεργασία σε κάποια Μονάδα προηγμένης τεχνολογίας.

Ο νομός Ρεθύμνου είναι ένας αγροτικός νομός στον οποίο δραστηριοποιούνται 43 τυροκομεία στον τομέα της παραγωγής "βαριών" τυριών (φέτα, γραβιέρα κλπ) ή και "ελαφριών" τυριών (μυζήθρα κλπ). Οι τυροκόμοι του Ρεθύμνου δεν διαφοροποιούνται όσον αφορά στις προαναφερόμενες πρόχειρες μεθόδους επεξεργασίας των αποβλήτων τους.

Οι σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχει η διαιώνιση της μη λήψης μέτρων, και οι τεχνικές δυσκολίες για ουσιαστική απορρύπανση των αποβλήτων των τυροκομείων σε

ιδιωτικό επίπεδο, μας ώθησαν στο να ασχοληθούμε με το ζήτημα των αποβλήτων των τυροκομείων στο νομό Ρεθύμνου.

Η παρούσα Διπλωματική εργασία γίνεται στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας του Πολυτεχνείου Κρήτης, άρα ένας από τους στόχους της, ασφαλώς είναι να προάγει τις γνώσεις, την εκπαίδευση και τη μόρφωση του φοιτητή. Εκτός αυτού όμως, ο χαρακτήρας της εργασίας (Διπλωματική) και το επίπεδο κατάρτισης του τελειόφοιτου φοιτητή, επιβάλλουν η εργασία να παρέχει αξιοποιήσιμα στοιχεία για την εκπλήρωση του σχεδίου που ορίζει ο τίτλος της ("Στρατηγικό Σχέδιο για τη Διαχείριση Αποβλήτων Τυροκομείων στο Νομό Ρεθύμνου"). Έτσι, ορίζουμε τον έτερο στόχο της εργασίας που είναι να παράγει ένα στρατηγικό σχέδιο για την απορρύπανση των αποβλήτων όλων των τυροκομείων του Νομού Ρεθύμνης.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. Ποσοτικά και Ποιοτικά Χαρακτηριστικά των Τυροκομικών Αποβλήτων

Τα απόβλητα των τυροκομείων αποτελούνται από: το πρωτογενές τυρόγαλα, το δευτερογενές τυρόγαλα και το νερό πλυσίματος.

Το πρωτογενές τυρόγαλα παράγεται κατά την επεξεργασία του γάλακτος προς την παραγωγή "βαριών τυριών" όπως γραβιέρα, φέτα κλπ.

Το δευτερογενές τυρόγαλα παράγεται κατά την επεξεργασία του πρωτογενούς τυρόγαλου προς την παραγωγή "ελαφριών τυριών" όπως μυζήθρα, μανούρι κλπ.

Το νερό πλυσίματος παράγεται κατά την πλύση των σκευών, μηχανημάτων και των εν γένει χώρων (πατώματα, πάγκοι κλπ) του τυροκομείου.

Η χημική σύσταση των αποβλήτων ενός τυροκομείου εξαρτάται από την αναλογία των τριών διακριτών προαναφερόμενων περιεχομένων αποβλήτων (Javier Rivas et al., 2012).

Η εν λόγω αναλογία διαφέρει ανά τυροκομείο λόγω της διαφορετικής παραγωγικής διαδικασίας που υιοθετείται. Κάποια τυροκομεία χρησιμοποιούν το πρωτογενές τυρόγαλα προς την παραγωγή "ελαφριών τυριών", ενώ κάποια άλλα εισάγουν το πρωτογενές τυρόγαλα στα απόβλητα χωρίς να το εκμεταλλευτούν.

Στην παρούσα εργασία, με τους όρους "Μίγμα Αποβλήτων, Τυρόγαλο, Τυροκομικά Απόβλητα" εννοούμε το μίγμα πρωτογενούς τυρόγαλου, δευτερογενούς τυρόγαλου και νερού πλυσίματος των τυροκομείων ανεξαρτήτου αναλογίας των παραπάνω επιμέρους αποβλήτων.

2.1.1. Ποσοτικά Χαρακτηριστικά Τυροκομικών Αποβλήτων

Ο Πίνακας 2.1. παρουσιάζει διάφορα ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία συμπεριλαμβανομένων και των ποσοτικών χαρακτηριστικών της παραγωγής πρωτογενούς τυρόγαλου.

Πίνακας 2.1: Πυκνότητα Γάλακτος, Απόδοση Τυροκόμησης, Παραγωγή Πρωτογενούς Τυρόγαλου

Είδος Γάλακτος	Πυκνότητα (g/cm^3)	Απόδοση Τυροκόμησης (kg τυριού/100 kg γάλακτος)	Όγκος Παραγόμενου Πρωτ. Τυρόγαλου (L τυρόγαλου/ L γάλακτος)	Πηγή
Αγελαδινό	1,032	9,86	0,873	Fox et al., 2000
Πρόβειο	1,036	14,78	0,822	Fox et al., 2000
Κατσικίσιο	1,034	9,84	0,872	Fox et al., 2000

Όσον αφορά στο μίγμα τυροκομικών αποβλήτων, ο όγκος τους υπολογίζεται σε περίπου τετραπλάσια ποσότητα του όγκου γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε (Javier Rivas et al., 2012).

2.1.2. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Τυροκομικών Αποβλήτων

2.1.2.1. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Πρωτογενούς Τυρόγαλου

Πίνακας 2.2. (1/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Πρωτογενούς Τυρόγαλου

Πηγή	pH	EC (mS/cm)	Λακτόζη (g/L)	LA (g/L)	Πρωτεΐνες (g/L)	Λίπη και Έλαια (%)	Μεταλλικά Άλατα (%)
Ghaly and Singh, 1989	5	-	-	-	-	-	-
Malaspina et al., 2001	-	-	-	-	-	-	-
Siso, 1996	-	-	45-50	0,5	6,0-8,0	Λιπίδια 4-5 (g/L)	8-10
Erguder et al., 2001	3,92	-	-	-	-	-	-
Ghaly and Kamal, 2004	4,9	-	50	-	-	-	-
Farizoglu et al., 2004,2007	4,5-5	-	-	-	-	-	-
Rektor and Vatai, 2004	-	-	3,9 (%)	-	0,72 (%)	0,79	0,46
Ferchichi et al., 2005	4,2	-	49,2	-	-	-	-
Blonskaja and Vaalu, 2006	3,8-6,3	-	-	-	-	-	-
Saddoud et al., 2007	4,9+-0,3	-	45,9+-0,88	-	2,71+-0,05	9,44+-1,14 (g/L)	-
Yorgun et al., 2008	-	-	43,92	-	1,42	0	6,1 (g/L)
Janczukowicz et al., 2008	5,8	-	-	-	-	0,99 (g/L)	-
Gannoun et al., 2008	4,46+-0,3	7,6+-0,15	-	-	125+-2 (g/kg)	0,9+-0,5	-
Azbar et al., 2009	4,7	-	42,6	-	-	-	-
Ebrahimi et al., 2010	6,0-6,5	-	50-60	-	-	-	-

Πίνακας 2.2. (2/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Πρωτογενούς Τυρόγαλου

Πηγή	BOD_5 (g/L)	COD (g/L)	BOD_5/COD	TS (g/L)	TSS (g/L)	TVS (g/L)
Ghaly and Singh, 1989	40-60	75,8	0,53-0,79	56,8	21,82	47,9
Malaspina et al., 2001	-	68,8+-11,5	-	3,19 (g/kg)	1,3+-1,14 (g/kg)	3,37 (g/kg)
Siso, 1996	30-50	60-80	0,50-0,63	-	-	-
Erguder et al., 2001	-	74,5+-0,4	-	-	9,4+-0,5	-
Ghaly and Kamal 2004	-	74,2	-	66,83	22,15	-
Farizoglu et al., 2004,2007	-	73-86	-	-	20-22	-
Rektor and Vatai, 2004	-	-	-	5,87 (%)	-	-
Ferchichi et al., 2005	-	102,1	-	70,9	-	-
Blonskaja and Vaalu, 2006	35,5-46,0 (BOD_7)	60,3-66,7	-	-	4,1-10	-
Saddoud et al., 2007	37,7+-2,8	68,6+-3,3	0,55	5,93+-0,38 (%)	1,35+-0,06	5,61+-0,36 (%)
Yorgun et al., 2008	-	100	-	-	-	-
Janczukowicz et al., 2008	29,5	73,4	0,4	-	7,2	-
Gannoun et al., 2008	40+-2,55	60+-10	0,67	59+-0,5	1,5+-0,23	-
Azbar et al., 2009	-	86,3	-	-	6,9	-
Ebrahimi et al., 2010	27-36	50-70	0,51-0,54	55-65	10,0-15,0	-

Πίνακας 2.2. (3/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Πρωτογενούς Τυρόγαλου

Πηγή	TN (g/L)	TKN (g/L)	$N-NH_4^+$ (g/L)	$N-NO_3^-$ (mg/L)	TP (g/L)	$P-PO_4^{3-}$ (g/L)
Ghaly and Singh, 1989	-	1,5	0,27	-	-	-
Malaspina et al., 2001	-	1,46+-0,26	0,064	9,1	0,38+-0,05	-
Siso, 1996	-	-	-	-	-	-
Erguder et al., 2001	-	0,146	-	-	0,124	-
Ghaly and Kamal, 2004	0,9-1,2	1,49	0,17	-	-	-
Farizoglu et al., 2004,2007	-	-	0,06-0,15	7,0-10,0	0,42-0,54	0,34-0,43
Rektor and Vatai, 2004	1,76	-	-	-	-	-
Ferchichi et al., 2005	-	-	-	-	-	-
Blonskaja and Vaalu, 2006	-	-	-	-	-	-
Saddoud et al., 2007	-	1,12+-0,01	-	-	0,5+-0,0018	-
Yorgun et al., 2008	-	-	-	-	-	-
Janczukowicz et al., 2008	-	-	-	-	-	-
Gannoun et al., 2008	-	-	-	-	-	-
Azbar et al., 2009	0,2	-	-	-	-	-
Ebrahimi et al., 2010	-	0,01-0,02	-	-	-	-

2.1.2.2. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Δευτερογενούς Τυρόγαλου

Πίνακας 2.3. (1/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Δευτερογενούς Τυρόγαλου

Πηγή	pH	EC (mS/cm)	Λακτόζη (g/L)	Πρωτεΐνες (g/L)
Wildenauer and Winter, 1985	4,5	-	45	8,2
Robbins and Lehrsch, 1992	3,3	7,7	-	-
Pereira et al., 2002	-	-	-	0,49+-0,09 (%)
Minhalma et al., 2007	6,2	23,3	50,6	8,3 (μαζί με αμινοξέα)
Lanczukowicz et al., 2008	5,4	-	-	-

Πίνακας 2.3. (2/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Δευτερογενούς Τυρόγαλου

Πηγή	Λίπη (g/L)	TOC (g/L)	COD (g/L)	BOD_5 (g/L)	BOD_5 /COD	TS (%)
Wildenauer and Winter, 1985	-	-	79	-	-	6,8
Robbins and Lehrsch, 1992	-	-	-	-	-	-
Pereira et al., 2002	0,53+-0,28 (%)	-	-	-	-	-
Minhalma et al., 2007	-	31,2	-	-	-	-
Lanczukowicz et al., 2008	0,49	-	58,5	26,8	0,46	-

Πίνακας 2.3. (3/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Δευτερογενούς Τυρόγαλου

Πηγή	TSS (g/L)	TN (g/L)	TKN (g/L)	$N - NH_3$ (g/L)	TP (g/kg)	Ξηρά ύλη (%)
Wildenauer and Winter, 1985	-	2	-	0,7	-	-
Robbins and Lehrsch, 1992	-	-	-	-	1,58	-
Pereira et al., 2002	-	-	-	-	-	6,71+-0,64
Minhalma et al., 2007	-	-	1,74	-	-	-
Lanczukowicz et al., 2008	8,3	-	-	-	-	-

2.1.2.3. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Μίγματος Αποβλήτων

Πίνακας 2.4. (1/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Μίγματος Αποβλήτων

Πηγή	pH	EC (mS/cm)	Λακτόζη (g/L)	Πρωτεΐνες (g/L)	Λίπη και Έλαια (g/L)	BOD_5 (g/L)
Fang, 1991	7,0+-2,0	-	-	-	-	0,90+-0,31
Gutierrez et al., 1991	5,5-7,7	-	-	-	0,075-0,600	-
Kalyuzhnyi et al., 1997	4,3-8,7	-	-	2,3-33,5	0,4-5,7	-
Gavala et al., 1999	4,7	-	-	-	-	-
Yang et al., 2003	5,92	-	44,37+-0,88	9,06	-	-
Lee et al., 2006	-	-	16,35+-0,71	1,88+-0,08	-	-
Janczukowicz et al., 2008	7,83-7,9	-	-	-	0,33-0,95	2,6-3,5
Martins et al., 2010	4,1	-	-	-	-	5,1+-1
Rivas et al., 2010	4,0-4,6	11,3-13,5	0,178-0,182	(938-947) $* 10^{-6}$	1,83-3,76	10-12,5
Rivas et al., 2011	-	-	0,18+-0,003	(943+-6) $* 10^{-6}$	-	14,8+-1,5

Πίνακας 2.4. (2/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Μίγματος Αποβλήτων

Πηγή	COD (g/L)	TOC (g/L)	BOD_5/COD	TS (g/L)	TSS (g/L)	θολότητα (NTU)
Fang, 1991	1,62+-0,56	0,55+-0,17	0,55+-0,09	-	0,26+-0,18	-
Gutierrez et al., 1991	0,79-6,55	-	-	1,1-6,4	-	-
Kalyuzhnyi et al., 1997	5,4-77,3	-	-	3,9-58,9	-	-
Gavala et al., 1999	40-60	-	-	-	1,0-5,0	-
Yang et al., 2003	71,41	35,4	-	62,44+-2,9	-	-
Lee et al., 2006	19,73+-0,62	-	-	20,13+-0,06	1,12+-0,07	-
Janczukowicz et al., 2008	11,8-17,6	-	0,15-0,29	-	0,94-3,38	-
Martins et al., 2010	11,2+-1,1	2,5+-0,05	0,46	-	-	-
Rivas et al., 2010	8,8-25,6	-	0,79-1,00	7.0-8,3	1,6-4,8	1331-2004
Rivas et al., 2011	18,5+-1,4	-	0,8	7,7+-0,6	-	1331+-219

Πίνακας 2.4. (3/3): Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Μίγματος Αποβλήτων

Πηγή	VS (g/L)	TN (mg/L)	TKN (g/L)	$N-NH_4^+$ (mg/L)	TP (mg/L)	Cl (g/L)
Fang, 1991	-	-	0,11+-0,08	8,5+-6,3	-	-
Gutierrez et al., 1991	0,89-4,16	10,82	-	-	6,0-47,0	-
Kalyuzhnyi et al., 1997	3,1-48,7	0,5-5,6	-	-	-	-
Gavala et al., 1999	-	-	0,83	-	280	-
Yang et al., 2003	-	-	1,61+-0,11	161+-1	-	-
Lee et al., 2006	18,4+-0,02	-	0,34+-0,02	-	-	-
Janczukowicz et al., 2008	-	-	-	-	-	-
Martins et al., 2010	-	-	-	-	-	-
Rivas et al., 2010	-	-	0,31-0,36	52-71	6,6-7,2	2,1-2,8
Rivas et al., 2011	-	-	0,34+-0,02	56,4+-7,3	6,6+-0,3	2,41+-0,25

2.2. Εφαρμοσμένες Τεχνικές στην Επεξεργασία Τυροκομικών Αποβλήτων

Τεχνικές επεξεργασίας των τυροκομικών αποβλήτων έχουν αναπτυχθεί και για τους τρείς τύπους αποβλήτων (1-πρωτογενές τυρόγαλα, 2-δευτερογενές τυρόγαλα, 3-μίγμα των δύο παραπάνω με το νερό πλυσίματος) που παράγουν τα τυροκομεία. Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε την επεξεργασία του μίγματος των αποβλήτων των τυροκομείων γι' αυτό θα ασχοληθούμε κυρίως με αυτό. Παρ' όλα αυτά θα αναφέρουμε εν τάχει ότι το πρωτογενές και δευτερογενές τυρόγαλα παρουσιάζουν κατάλληλες ιδιότητες ώστε να υποβληθούν σε κάποια αναερόβια ή αερόβια βιολογική επεξεργασία (Prazeres et al., 2012), ενώ οι πλούσιες θρεπτικές ιδιότητες του πρωτογενούς τυρόγαλου, έχουν οδηγήσει στην εκμετάλλευσή του προς παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων (Vasala et al., 2005, Prazeres et al., 2012).

Οι τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία του μίγματος αποβλήτων των τυροκομείων μπορεί να χωριστούν στις παρακάτω τέσσερεις βασικές κατηγορίες:

1. Τεχνητοί Υγροβιότοποι
2. Αναερόβια Βιολογική Επεξεργασία
3. Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία
4. Λοιπές Τεχνικές

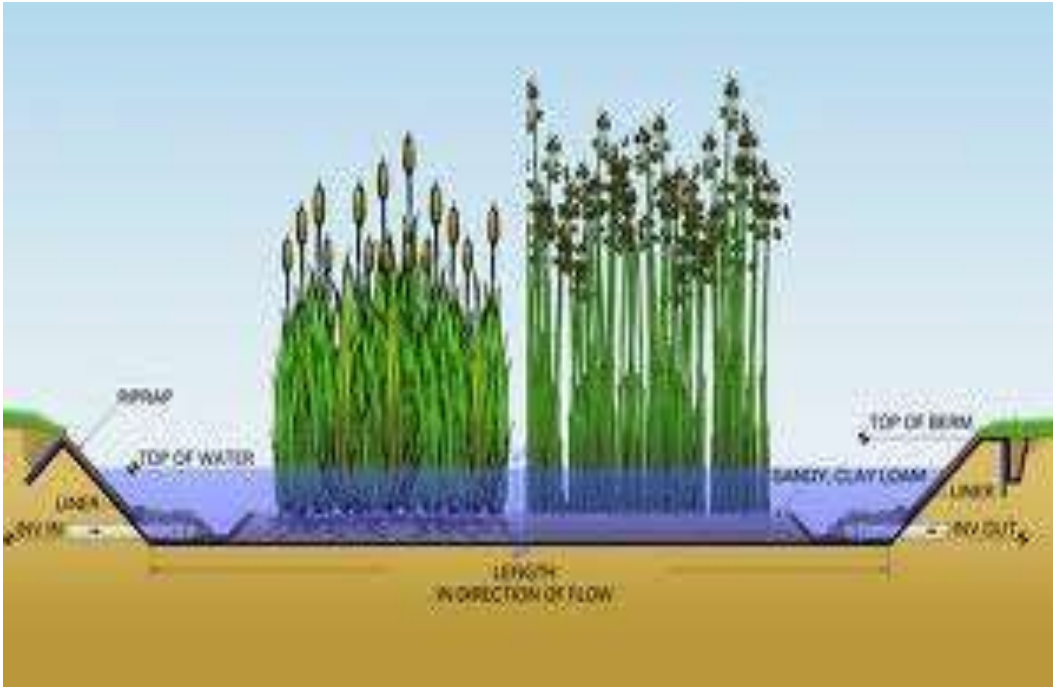
2.2.1. Τεχνητοί Υγροβιότοποι

Στη συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιούνται φυτικοί οργανισμοί και μικροβιακές κοινότητες που ζουν στη ριζόσφαιρα των φυτών για την απομάκρυνση των οργανικών ή ανόργανων ρύπων. Φυτεύονται κατάλληλοι φυτικοί οργανισμοί σε λεκάνη απόρριψης των αποβλήτων για να απομακρύνουν τους ρύπους (Εικόνα 2.1.). Σχετική τεχνολογία είναι η φυτοδιήθηση όπου τα ριζικά συστήματα των φυτών βρίσκονται σε υδάτινο περιβάλλον. Η απομάκρυνση των ρύπων γίνεται με τους παρακάτω τρόπους (Βιολογικές Μέθοδοι Εξυγίανσης Περιβάλλοντος – Καλογεράκης, 2013):

- Το ριζικό σύστημα των φυτών ανοίγει διόδους που διευκολύνουν την είσοδο του οξυγόνου στο χώμα. Έτσι δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για τη λειτουργία των μικροοργανισμών που ζουν στα ριζικά συστήματα των φυτών. Οι μικροοργανισμοί αποδομούν τις ρυπαντικές ενώσεις ή τις διασπούν ώστε να τις προσλάβουν οι ρίζες των φυτών.
- Τα φυτά που χρησιμοποιούνται στους τεχνητούς υγροβιότοπους έχουν τη δυνατότητα υπερσυσσώρευσης ρυπαντικών ενώσεων στους ιστούς των ριζών και των κλαδιών τους. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα σημαντικής απομάκρυνσης ρύπων από το ρυπασμένο απόβλητο.
- Τα φυτά έχουν τη δυνατότητα να απομακρύνουν σημαντικές ποσότητες υδατοδιαλυτών ρύπων που είναι διαλυμένες στο νερό που προσλαμβάνουν για την

άρδευσή τους. Στη συνέχεια οι ρύποι μεταφέρονται στα φύλλα των φυτών μέσω της διαπνοής και εξατμίζονται προς την ατμόσφαιρα.

- Τα φυτά διαθέτουν ένζυμα που μπορούν να διασπάσουν και να αποδομήσουν τους ρύπους σε ικανοποιητικό βαθμό. Δηλαδή εκτός της απομάκρυνσης που αναφέραμε με τους παραπάνω τρόπους υπάρχει και η δυνατότητα πλήρους αποδόμησης των ρύπων πράγμα που κάνει τους τεχνητούς υγροβιότοπους πολλά υποσχόμενη ανερχόμενη τεχνολογία.



Εικόνα 2.1: Τεχνητός Υγροβιότοπος

Η συγκεκριμένη τεχνική είναι πολύ οικονομική καθώς χρησιμοποιείται ελάχιστος εξοπλισμός και εργατικό δυναμικό. Παρ' όλα αυτά, η αρχική αναλογία σε πρωτογενές τυρόγαλα, δευτερογενές τυρόγαλα, νερό πλυσίματος και αστικά λύματα είναι σημαντική και επηρεάζει άμεσα την απόδοση απομάκρυνσης των ρύπων (Farnet et al., 2009) η οποία πολλές φορές δεν είναι αποδεκτή (Dragone et al., 2009, Saddoud et al., 2007). Έτσι, πολλές φορές χρειάζεται κάποιου είδους προεπεξεργασία όπως: αραίωση με αστικά λύματα και/ή απομάκρυνση του λίπους (Comino et al., 2011, Farnet et al., 2008), καθίζηση μέσω αύξησης του pH με προσθήκη ασβέστη (Rivas et al., 2010, Prazeres et al., 2012). Κάποιες φορές το επεξεργασμένο απόβλητο δεν πληροί τις προϋποθέσεις για διάθεση στο περιβάλλον και πρέπει να χρησιμοποιηθεί για άρδευση και άλλων φυτών (Dragone et al., 2009; Saddoud et al., 2007; Farnet et al., 2009; Travis et al., 2012).

Λόγω της γεωγραφικής διασποράς των τυροκομείων, της σχετικά μεγάλης απόστασής τους από τα αστικά κέντρα που συνήθων περιέχουν τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και λόγω του μικρού μεγέθους των τυροκομείων που κάνει οικονομικά ασύμφορη την εγκατάσταση κάποιου συστήματος επεξεργασίας αποβλήτων, υπάρχει σημαντική δυσκολία

στην επεξεργασία των τυροκομικών αποβλήτων από κάποιο σύστημα προηγμένης τεχνολογίας. Παράλληλα, το αξιόλογο επίπεδο που έχει επιτευχθεί στην τεχνική των τεχνητών υγροβιότοπων, τους καθιστά ως τη νέα, πολλά υποσχόμενη και εν τέλει βέλτιστη τεχνική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όταν ο τυροκόμος καλείται να αντιμετωπίσει τη ρύπανση σε ιδιωτικό επίπεδο.

2.2.2. Αναερόβια Βιολογική Επεξεργασία

Τα τυροκομικά απόβλητα περιέχουν πολύ υψηλό οργανικό φορτίο, το οποίο δυσχεραίνει πολύ την αποδοτική απομάκρυνσή του. Παρ' όλα αυτά, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι για την επεξεργασία τους, με πιο αποδοτική να διαφαίνεται η αναερόβια βιολογική επεξεργασία (Sayedm et al., 1988, Gutiérrez et al., 1991, Hawkes et al., 1995, Gavala et al., 1999).

Παρά τη μεγάλη απομάκρυνση του οργανικού φορτίου όμως, σε πολλές περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί ότι το εναπομείναν οργανικό φορτίο είναι υψηλότερο από το επιτρεπόμενο όριο για διάθεση σε κάποιο φυσικό αποδέκτη. Η αλκαλικότητα είναι σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ελέγχεται και να διατηρείται στο επιθυμητό επίπεδο τόσο κατά την έναρξη (Gutiérrez et al., 1991, Kalyuzhnyi et al., 1997) όσο και κατά τη λειτουργία (Gavala et al., 1999, Yang et al., 2003, Rodgers et al., 2004) της διεργασίας. Επιπλέον, αν τα απόβλητα περιέχουν αναλογικά μεγάλη ποσότητα πρωτογενούς τυρόγαλου, η παραγωγή πτητικών οξέων από τα ακετογενή βακτήρια είναι ταχύτερη από την κατανάλωσή τους από τα μεθανιογενή βακτήρια με αποτέλεσμα τα πτητικά οξέα να συσσωρεύονται στη δεξαμενή (Gutiérrez et al., 1991). Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του pH και την ελάττωση του βαθμού απομάκρυνσης του COD (Rodgers et al., 2004). Ένα άλλο μειονέκτημα που συναντάται στην αναερόβια βιολογική επεξεργασία είναι η δυσκολία δημιουργίας κοκκώδους λάσπης όταν προκύπτει οξύνιση (Yang et al., 2003). Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος χρησιμοποιείται αντιδραστήρας δύο φάσεων, όπου επιτυγχάνεται μερική οξύνιση με σχηματισμό των καλύτερων πρόδρομων ουσιών για την παραγωγή του μεθανίου (του οξικού και του βουτυρικού οξέος). Η μερική οξύνιση μειώνει τον όγκο του αντιδραστήρα, καθώς και τον απαιτούμενο χρόνο παραμονής. Ο αντιδραστήρας δύο φάσεων αυξάνει την απομάκρυνση του COD και την παραγωγή μεθανίου σε σύγκριση με τον αντιδραστήρα μιας φάσης (Yang et al., 2003).

2.2.3. Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία

Η αερόβια βιολογική επεξεργασία έχει εξεταστεί επίσης, με λιγότερο επιτυχή αποτελέσματα (Fang, 1991; Martins and Quinta-Ferreira, 2010, Rivas et al., 2010, 2011).

Η κατανάλωση του υψηλού οργανικού φορτίου κάτω από αερόβιες συνθήκες είναι σχετικά αργή διαδικασία επομένως χρειάζεται μεγάλος όγκος δεξαμενής αερισμού ώστε να επιτευχθεί ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής. Έτσι, λόγω του μεγάλου όγκου της δεξαμενής δημιουργείται πρόβλημα στο ρυθμό μεταφοράς οξυγόνου (Gutiérrez et al., 1991). Επιπλέον, λόγω του μεγάλου οργανικού φορτίου δημιουργείται υπερβολική παραγωγή ενεργού ιλύος (Gutiérrez et al., 1991). Τα δυο παραπάνω προβλήματα έχουν

αντιμετωπιστεί μέσω προεπεξεργασίας των αποβλήτων και συγκεκριμένα μέσω αλκαλικής ή συσσωματικής καθίζησης του οργανικού φορτίου (Rivas et al., 2010, 2011). Έτσι, λόγω της απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου πριν την αερόβια επεξεργασία, απαιτείται μικρότερος χρόνος παραμονής, ενώ δεν ευνοείται η υπερβολική ανάπτυξη της ενεργού ιλύος (Rivas et al., 2010). Άλλη διεργασία που έχει χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την αερόβια επεξεργασία είναι η οξείδωση των οργανικών ρύπων του ρεύματος προς σχηματισμό CO_2. Η οξείδωση είναι αρκετά δαπανηρή τεχνολογία γι' αυτό και η εφαρμογή της δεν συνιστάται σε ακατέργαστα απόβλητα. Επιτυγχάνει όμως ικανοποιητικά αποτελέσματα σε συνδυασμό με την αερόβια επεξεργασία και συγκεκριμένα, μετά από αυτήν (Martins and Quinta-Ferreira, 2010).

2.2.4. Λοιπές Τεχνικές

Η αλκαλική και συσσωματική καθίζηση που προαναφέρθηκαν, έχουν χρησιμοποιηθεί και ως κύριες διεργασίες απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου από τα τυροκομικά απόβλητα (Rivas et al., 2010, Rivas et al., 2011). Πλεονεκτούν ως προς την απλότητα και την οικονομικότητα αλλά μειονεκτούν λόγω του ότι απομακρύνουν τον ρύπο χωρίς να τον αποδομούν. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημάνουμε ότι είναι επιθυμητό η αντιμετώπιση προβλημάτων ρύπανσης να περιλαμβάνει την ολοκληρωτική καταστροφή ή αποδόμηση των ρύπων και όχι απλά την απομάκρυνση του ρύπου από κάποιο υγρό ή αέριο ρεύμα, όπως κάνει η καθίζηση. Ο λόγος είναι ότι ο συσσωρευμένος πλέον ρύπος θα πρέπει να διατεθεί και αυτός με τη σειρά του κάπου αλλού. Παρ' όλα αυτά, κατά την αλκαλική και συσσωματική καθίζηση, το υπερκείμενο υγρό παρουσιάζει κατάλληλες ιδιότητες (αρκετά θρεπτικά κλπ) ώστε να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία (Rivas et al., 2010, 2011), ενώ, συγκεκριμένα κατά την αλκαλική καθίζηση με ασβέστη, ακόμα και η λάσπη της καθίζησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία (Carvalho et al., 2012). Ο περιοριστικός παράγοντας της χρησιμοποίησης της λάσπης στη γεωργία είναι η αντοχή των φυτών στην αλατότητα, γι' αυτό και θα πρέπει να επιλέγεται η λίπανση φυτών με μέτρια έως υψηλή αντοχή στην αλατότητα (cv. Roma and cv. Rio Grande).

Τέλος, μπορεί όπως αναφέρθηκε, η αερόβια επεξεργασία να μην είναι πολύ αποδοτική, η εναλλαγή σε αναερόβιες και αερόβιες συνθήκες όμως κατά την επεξεργασία τυροκομικών αποβλήτων με σχετικά χαμηλό οργανικό φορτίο, έχει οδηγήσει σε 99% απομάκρυνση του COD (Fang, 1991).

2.2.5. Σύνοψη Εφαρμοσμένων Τεχνικών

Πίνακας 2.5: Τεχνικές Σχετικές Με Τεχνητούς Υγροβιότοπους

Απομάκρυνση Λίπους -> Τεχνητός Υγροβιότοπος
Απομάκρυνση Λίπους -> Τεχνητός Υγροβιότοπος -> Επαναχρησιμοποίηση στη Γεωργία
Αραίωση με Αστικά Λύματα -> Απομάκρυνση Λίπους -> Τεχνητός Υγροβιότοπος
Αραίωση με Αστικά Λύματα->Απομάκρυνση Λίπους -> Τεχνητός Υγροβιότοπος -> Επαναχρησιμοποίηση στη Γεωργία
Αλκαλική Καθίζηση με Ασβέστη-> Τεχνητός Υγροβιότοπος
Αλκαλική Καθίζηση με Ασβέστη -> Τεχνητός Υγροβιότοπος-> Επαναχρησιμοποίηση στη Γεωργία

Πίνακας 2.6: Τεχνικές Σχετικές Με Αναερόβια Βιολογική Επεξεργασία

Αναερόβια Βιολογική Επεξεργασία

Πίνακας 2.7: Τεχνικές Σχετικές Με Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία

Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία
Αλκαλική Καθίζηση με Ασβέστη -> Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία
Συσσωματική Καθίζηση -> Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία
Αερόβια Βιολογική Επεξεργασία -> Οξείδωση

Πίνακας 2.8: Λοιπές Τεχνικές

Αλκαλική Καθίζηση με Ασβέστη -> Επαναχρησιμοποίηση στη Γεωργία
Συσσωματική Καθίζηση -> Επαναχρησιμοποίηση στη Γεωργία
Εναλλαγή σε Αερόβιες και Αναερόβιες Συνθήκες Βιολογικής Επεξεργασίας

2.2.6. Επιλογή Τεχνικής

Τα προαναφερόμενα πλεονεκτήματα χρήσης της τεχνικής των τεχνητών υγροβιότοπων αφορούν στην ιδιωτική επεξεργασία των αποβλήτων, γιατί όσον αφορά στην από κοινού αντιμετώπιση της ρύπανσης τα πράγματα είναι τελείως διαφορετικά. Η τοποθέτηση της Μονάδας επεξεργασίας των αποβλήτων δύναται να γίνει σε σημείο που εξυπηρετεί αποκλειστικά τα τυροκομεία, ενώ το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας θα μοιραστεί σε όλα τα τυροκομεία και ενδεχομένως σε κάποιο δημόσιο φορέα ή την Ε.Ε.. Έτσι, καταλήγουμε σε συνδυασμό αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας ως κύρια και πιο αποτελεσματική τεχνική που έχει παρατηρηθεί, ακολουθούμενη από τεχνητό υγροβιότοπο ώστε να διασφαλιστούν τα νομοθετημένα όρια ποιότητας.

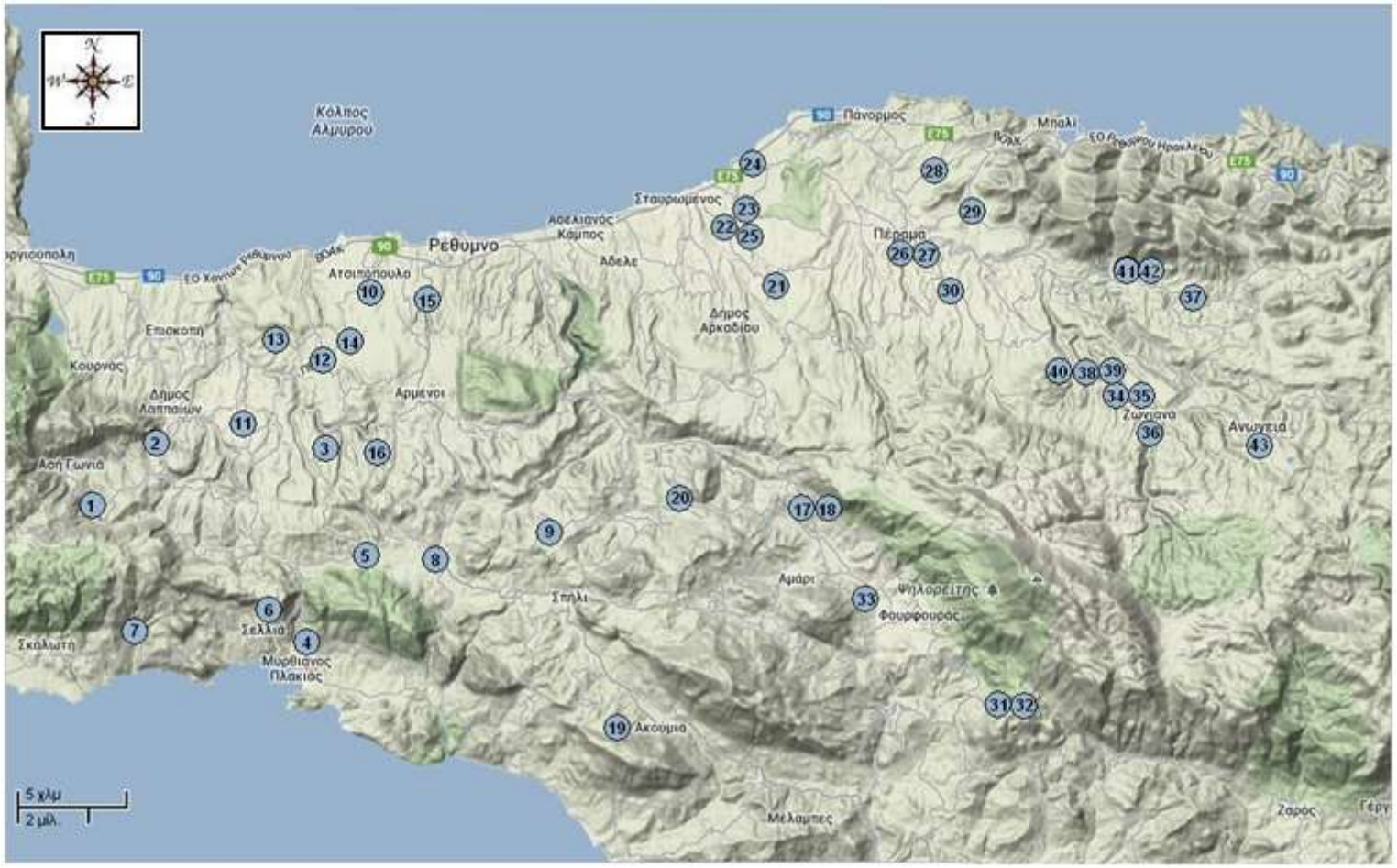
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκπόνηση της εργασία μας -που αφορά στην επεξεργασία όλων των τυροκομικών αποβλήτων του νομού Ρεθύμνης- θα έπρεπε να γνωρίζουμε τις θέσεις των τυροκομείων και την ημερήσια ποσότητα παραγωγής τυροκομικών αποβλήτων του νομού Ρεθύμνης. Για το σκοπό αυτό ζητήσαμε και λάβαμε άδεια από τον προϊστάμενο του Τμήματος Περιβάλλοντος Περιφερειακής Ενότητας Ρεθύμνης, να αποκτήσουμε πρόσβαση στους φακέλους του αρχείου ώστε να αναζητήσουμε εκεί τα στοιχεία που μας ενδιαφέρουν. Από τους φακέλους αντλήσαμε τα επιθυμητά ποσοτικά στοιχεία σχετικά με την παραγωγή των τυροκομικών αποβλήτων και τις θέσεις των τυροκομείων. Επίσης αναγνώσαμε και καταγράψαμε διάφορα ποιοτικά στοιχεία των αποβλήτων, όπως και τους έως τώρα εφαρμοζόμενους τρόπους επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων.

Παραδοχές

Δυστυχώς πολλοί φάκελοι ήταν ελλιπείς όσον αφορά στην παραγωγή αποβλήτων και χρειάστηκε να εξάγουμε την παραγωγή αποβλήτων μέσω παραδοχών. Συγκεκριμένα, οι πιο ενημερωμένοι φάκελοι έδειχναν την ημερήσια παραγωγή αποβλήτων, η οποία χαρακτηριζόταν από μηνιαία διακύμανση. Η μηνιαία διακύμανση οφείλεται στο ότι το γάλα δεν είναι εξίσου διαθέσιμο όλους τους μήνες, ενώ υπάρχει και περίοδος (10/7 έως 21/11) όπου τα τυροκομεία δεν λειτουργούν καθόλου λόγω έλλειψης γάλακτος. Λόγω της εποχιακής διακύμανσης στην παραγωγή αποβλήτων, από εδώ και στο εξής, θα αντικαταστήσουμε τον όρο “ημερήσια παραγωγή αποβλήτων” με τον όρο ”ετήσια κατανομή αποβλήτων”. Οι αμέσως λιγότερο ενημερωμένοι φάκελοι, δεν παρείχαν την ετήσια κατανομή αποβλήτων αλλά την ετήσια παραγωγή αποβλήτων. Επίσης δεν ανέφεραν τίποτα για διακοπή λειτουργίας του τυροκομείου από 10/7 έως 21/11. Εμείς θεωρήσαμε ότι και αυτά τα τυροκομεία διακόπτουν τη λειτουργία τους τη συγκεκριμένη περίοδο, γιατί η έλλειψη γάλακτος θεωρητικά επηρεάζει όλα τα τυροκομεία το ίδιο. Όσον αφορά στο ζήτημα της ετήσιας κατανομής αποβλήτων τους, με αναζήτηση στους περισσότερο ενημερωμένους φάκελους, βρήκαμε κάποια τυροκομεία που έχουν την ίδια ετήσια παραγωγή αποβλήτων και θέσαμε την ίδια ετήσια κατανομή αποβλήτων στα τυροκομεία των λιγότερο ενημερωμένων φακέλων. Έπειτα, υπήρχαν ακόμα λιγότερο ενημερωμένοι φάκελοι, οι οποίοι παρείχαν μόνο το στοιχείο της κατανάλωσης γάλακτος σε μια ημέρα μέγιστης παραγωγικότητας ή/και την κινητήρια ισχύ του μηχανολογικού εξοπλισμού. Πάλι μέσω κοινών στοιχείων με τους ενημερωμένους φακέλους έγινε αναγωγή των στοιχείων σε ετήσιες κατανομές αποβλήτων. Τέλος, αντιμετωπίσαμε πρόβλημα σχετικά με την αναγνώριση του αν τα τυροκομεία λειτουργούν, καθώς πολλά δεν είχαν ολοκληρώσει τις απαραίτητες διαδικασίες για να λάβουν άδεια λειτουργίας. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος θεωρήσαμε ότι όλα τα τυροκομεία λειτουργούν κανονικά, θεώρηση η οποία: α) φυσιολογικά δεν αποκλίνει πολύ από την πραγματικότητα και β) προσδίδει ασφάλεια στους ποσοτικούς υπολογισμούς παραγωγής των αποβλήτων.

3.1. Θέσεις και Επωνυμία Τυροκομείων



Εικόνα 3.1: Χάρτης με τις Θέσεις των Τυροκομείων του Ρεθύμνου

Πίνακας 3.1: Υπόμνημα Εικόνας 3.1.

Α/Α	ΕΠΩΝΥΜΙΑ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ (ΧΩΡΙΟ)
1	Δουρουντουδάκη Μανωλάκη Αικατερίνη	Μυριοκέφαλα
2	Αφοι Πλυμάκη Α.Ε.	Αργυρούπολη
3	Α.Ε. Ηλιάκης Γεώργιος	Κάτω Μαλάκι
4	Α.Β.Ε.Ε. "Πρέβελης"	Μύρθιος
5	Κουρμούλης Κων/νος & Σια Ο.Ε.	Αγκουσελιανά
6	Γαλακτοκομική Κρήτης Α.Ε.	Σελλιά
7	Φρονιμάκης Ιωάννης	Κάτω Ροδάκινο
8	Ν. Κραουνάκης & Σια Ο.Ε.	Παλέ Δ.Δ. Κοξαρέ
9	Αφοι Τζουρμπάκη Ο.Ε.	Καρίνες
10	Ε.Γ.Σ. Ρεθύμνου	Ατσιπόπουλο, Βιολί Χαράκι
11	Βογιατζιδάκη Μαρία	Ρούστικα
12	Ριτζάκης Αντώνιος	Αγ. Ανδρέας
13	Μενιουδάκης Εμμανουήλ	Κάτω Βαλσαμόνερο
14	Σκαλίδης Κων/νος	Γωνιά
15	Ε.Γ.Σ. Ρεθύμνου	Τρία Μοναστήρια
16	Γασπαράκης Νικόλαος	Κούμοι
17	Δραμιτινού Ιωάννα	Καλογέρου
18	Τυροκομική Αμαρίου Α.Ε.	Καλογέρου
19	Κραουνάκη Ζαχαρένια	Βρύσσες
20	Ιερωνυμάκης Γεώργιος	Παντάνασσα
21	Καλλιγιάννης Αντώνιος	Σκουλούφια, Γρίμπιλα
22	Κιαγιάς Χαρίτος	Αγ. Νικόλαος Δ.Δ. Ερφών
23	Κοσκινά Νικολέτα	Πρίνος
24	Κοτζαμπασάκης Στυλιανός	Λατζιμά Πρίνου
25	Βολτυράκη Ελευθερία	Βιράν Επισκοπή
26	Κόκκινος Αντώνιος	Πέραμα Μυλοποτάμου
27	Ένωση Γεωργικών Συν/σμών Μυλοποτάμου	Πέραμα Μυλοποτάμου
28	Μαρή Ελένη	Αχλαδέ Μυλοποτάμου
29	Ένωση Γεωργικών Συν/σμών Μυλοποτάμου	Μελιδόνι
30	Κόκκινου Ανθούλα	Σελία Χουμερίου
31	Μπικάκης Κων/νος & Σια Ο.Ε.	Νίθαυρις
32	Μπικάκης Γεώργιος Στέφανος	Νίθαυρις
33	Πατεράκης Εμμανουήλ	Λαμπιώτες
34	Κλάδος Κων/νος	Κράνα
35	Κόκκινος Δράκος	Κράνα
36	Υιοί Ν. Σαπουντζή Ο.Ε.	Μακρυγιάννη Μυλοποτάμου
37	Αφοί Παρασύρης Ο.Β.Ε.Ε.	Ζωνιανά
38	Κλάδου Στυλιανή	Λιβάδια
39	Κλάδος Ευστράτιος & Σια Ο.Ε.	Λιβάδια
40	Βάμβουκας Δημήτριος	Λιβάδια

41	Στριλιγκάς Βασίλης του Γεωργίου	Απλαδιανά
42	Βάμβουκα Μαρία	Απλαδιανά
43	Α.Γ.Σ. Ανωγείων "Η Πρόοδος"	Ανώγεια

3.2. Ποσοτικά Στοιχεία Τυροκομικών Αποβλήτων στο Νομό Ρεθύμνου

Τα στοιχεία του αρχείου της Περιφερειακής Ενότητας Ρεθύμνης εξήχθησαν ως ποσοτικά στοιχεία δύο διακριτών επιμέρους αποβλήτων. Το ένα απόβλητο είναι το μίγμα πρωτογενούς και δευτερογενούς τυρόγαλου και το άλλο απόβλητο είναι το νερό πλυσίματος σκευών, μηχανημάτων, πατωμάτων κλπ. Το απόβλητο στο οποίο αναφερόμαστε στο θεωρητικό μέρος, είναι το μίγμα των δύο εν λόγω αποβλήτων. Παρ' όλα αυτά εδώ θα παρουσιάσουμε τα ποσοτικά στοιχεία των αποβλήτων με τον τρόπο που τα εξάγαμε από το αρχείο της Περιφερειακής Ενότητας Ρεθύμνης, δηλαδή ως δύο επιμέρους απόβλητα. Ο λόγος που τα παρουσιάζουμε έτσι είναι διότι και στην πραγματικότητα τα δύο ρεύματα των αποβλήτων είναι διακριτά καθώς όπως θα δούμε παρακάτω, υποβάλλονται και σε διαφορετικού είδους επεξεργασία. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε αθροισμένα τα δύο ρεύματα γιατί θα τα επεξεργαστούμε ως μίγμα.

Πίνακας 3.2: Παραγωγή Μίγματος Πρωτογενούς και Δευτερογενούς Τυρόγαλου (m^3/ημέρα)

Α/Α	21-30 Νοεμβρίου	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	1-10 Ιουλίου
1	0,4	0,7	1,3	1,5	1,5	1,5	1,1	0,6	0,3
2	0,9	1,6	3,1	3,7	3,7	3,7	2,5	1,3	0,6
3	0,6	1,0	1,9	2,3	2,3	2,3	1,6	0,9	0,4
4	0,9	1,6	3,1	3,7	3,7	3,7	2,5	1,3	0,6
5	0,7	1,3	2,5	3,0	3,0	3,0	2,0	1,1	0,5
6	0,6	1,0	1,8	2,1	2,1	2,1	1,5	0,8	0,4
7	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3
8	0,7	1,3	2,5	3,0	3,0	3,0	2,0	1,1	0,5
9	0,4	0,6	1,1	1,3	1,3	1,3	0,9	0,5	0,3
10	1,9	3,7	7,2	8,6	8,6	8,6	5,8	3,0	1,2
11	0,3	0,5	0,9	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5	0,3
12	0,4	0,7	1,3	1,6	1,6	1,6	1,1	0,6	0,3
13	0,3	0,5	0,9	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5	0,3
14	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3
15	3,5	6,8	13,4	16,0	16,0	16,0	10,7	5,4	2,1
16	0,3	0,5	0,9	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5	0,3
17	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3
18	0,6	1,0	1,9	2,3	2,3	2,3	1,6	0,9	0,4
19	0,4	0,6	1,0	1,2	1,2	1,2	0,9	0,5	0,3
20	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3
21	0,3	0,5	0,9	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5	0,3
22	0,4	0,6	1,0	1,2	1,2	1,2	0,9	0,5	0,3
23	0,5	0,8	1,5	1,8	1,8	1,8	1,3	0,7	0,4
24	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,2
25	0,3	0,5	0,9	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5	0,3
26	0,4	0,6	1,0	1,2	1,2	1,2	0,9	0,5	0,3
27	0,4	0,6	1,0	1,2	1,2	1,2	0,9	0,5	0,3
28	0,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,4	0,3
29	3,7	7,2	14,2	17,0	17,0	17,0	11,4	5,8	2,3
30	0,6	1,0	1,9	2,3	2,3	2,3	1,6	0,8	0,4
31	0,4	0,6	1,0	1,2	1,2	1,2	0,9	0,5	0,3
32	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3
33	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3
34	0,6	1,0	1,9	2,3	2,3	2,3	1,6	0,9	0,4
35	0,6	1,0	1,9	2,3	2,3	2,3	1,6	0,9	0,4
36	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3
37	0,5	0,9	1,6	1,9	1,9	1,9	1,3	0,7	0,4
38	0,9	1,6	3,1	3,7	3,7	3,7	2,5	1,3	0,6
39	0,4	0,7	1,3	1,5	1,5	1,5	1,0	0,6	0,3
40	0,3	0,5	0,9	1,0	1,0	1,0	0,7	0,4	0,3
41	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3
42	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,2
43	3,1	6,0	11,8	14,2	14,2	14,2	9,5	4,8	1,9
Σύνολο	29,9	53,4	98,0	116,8	116,8	116,8	80,0	44,0	20,5

Πίνακας 3.3: Παραγωγή Μίγματος Πρωτογενούς και Δευτερογενούς Τυρόγαλου (m^3)

Α/Α	21-30 Νοεμβρίου	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	1-10 Ιουλίου	Σύνολο
1	4,3	22,3	39,9	42,4	47,0	45,5	32,9	18,2	3,2	255,5
2	8,8	49,8	95,0	102,2	113,2	109,5	77,0	39,5	5,9	600,9
3	5,9	31,8	58,9	63,0	69,8	67,5	48,1	25,5	4,1	374,5
4	8,8	49,8	95,0	102,2	113,2	109,5	77,0	39,5	5,9	600,9
5	7,3	40,8	77,0	82,6	91,5	88,5	62,5	32,5	5,0	487,6
6	5,6	29,9	55,3	59,1	65,4	63,3	45,1	24,1	4,0	351,8
7	3,4	16,7	21,5	23,8	26,4	25,5	19,1	13,8	2,7	152,9
8	7,3	40,8	77,0	82,6	91,5	88,5	62,5	32,5	5,0	487,6
9	4,0	20,0	35,4	37,5	41,5	40,2	29,2	16,4	3,0	227,2
10	19,0	113,2	221,7	239,4	265,1	256,5	178,3	88,5	12,0	1393,5
11	3,4	16,4	28,1	29,7	32,9	31,8	23,4	13,6	2,6	181,9
12	4,4	22,7	40,8	43,4	48,1	46,5	33,6	18,5	3,3	261,2
13	3,5	16,9	29,2	30,8	34,1	33,0	24,3	14,0	2,7	188,4
14	3,4	16,7	21,5	23,8	26,4	25,5	19,1	13,8	2,7	152,9
15	34,5	209,4	414,1	448,0	496,0	480,0	332,2	163,0	21,3	2598,5
16	3,5	16,9	29,2	30,8	34,1	33,0	24,3	14,0	2,7	188,4
17	3,4	16,7	21,5	23,8	26,4	25,5	19,1	13,8	2,7	152,9
18	5,9	31,8	58,9	63,0	69,8	67,5	48,1	25,5	4,1	374,5
19	3,7	18,2	31,8	33,6	37,2	36,0	26,4	15,0	2,8	204,6
20	3,4	16,7	21,5	23,8	26,4	25,5	19,1	13,8	2,7	152,9
21	3,5	16,9	29,2	30,8	34,1	33,0	24,3	14,0	2,7	188,4
22	3,7	18,2	31,8	33,6	37,2	36,0	26,4	15,0	2,8	204,6
23	4,9	25,9	47,3	50,4	55,8	54,0	38,8	21,0	3,6	301,7
24	2,9	13,1	16,5	17,9	19,8	19,2	14,8	11,0	2,3	117,4
25	3,4	16,4	28,1	29,7	32,9	31,8	23,4	13,6	2,6	181,9
26	3,7	18,2	31,8	33,6	37,2	36,0	26,4	15,0	2,8	204,6
27	3,7	18,2	31,8	33,6	37,2	36,0	26,4	15,0	2,8	204,6
28	3,3	15,5	19,8	21,8	24,2	23,4	17,7	12,9	2,6	141,1
29	36,6	222,3	440,0	476,0	527,0	510,0	352,9	173,0	22,6	2760,3
30	5,9	31,8	58,9	63,0	69,8	67,5	48,1	25,5	4,1	374,4
31	3,7	18,2	31,8	33,6	37,2	36,0	26,4	15,0	2,8	204,6
32	3,4	16,7	21,5	23,8	26,4	25,5	19,1	13,8	2,7	152,9
33	3,4	16,7	21,5	23,8	26,4	25,5	19,1	13,8	2,7	152,9
34	5,9	31,8	58,9	63,0	69,8	67,5	48,1	25,5	4,1	374,5
35	5,9	31,8	58,9	63,0	69,8	67,5	48,1	25,5	4,1	374,5
36	3,4	16,7	21,5	23,8	26,4	25,5	19,1	13,8	2,7	152,9
37	5,1	27,2	49,8	53,2	58,9	57,0	40,8	22,0	3,7	317,8
38	8,8	49,8	95,0	102,2	113,2	109,5	77,0	39,5	5,9	600,9
39	4,3	21,8	39,0	41,4	45,9	44,4	32,1	17,8	3,2	249,9
40	3,3	15,5	26,4	27,7	30,7	29,7	22,0	12,9	2,6	170,7
41	3,4	16,7	21,5	23,8	26,4	25,5	19,1	13,8	2,7	152,9
42	2,9	13,1	16,5	17,9	19,8	19,2	14,8	11,0	2,3	117,4
43	30,7	185,5	366,3	396,2	438,7	424,5	294,0	144,5	19,0	2299,2
Σύνολο	299,2	1655,4	3037,0	3269,4	3619,7	3503,0	2479,3	1320,3	205,2	19388,5

Πίνακας 3.4: Παραγωγή Αποβλήτου που Αποτελείται από τα Νερά Πλυσίματος του Τυροκομείου (m^3/ημέρα)

Α/Α	21-30 Νοεμβρίου	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	1-10 Ιουλίου
1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
2	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
3	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
8	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
9	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
10	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1
11	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
12	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
13	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
14	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
15	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1
16	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
17	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
18	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
19	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
20	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
21	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
22	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
23	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
24	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
25	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
26	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
27	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
28	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
29	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5
30	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
31	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
32	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
33	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
34	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
35	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
36	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
37	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
38	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
39	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
40	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
41	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
42	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
43	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7
Σύνολο	248,6	248,6	248,6	248,6	248,6	248,6	248,6	248,6	248,6

Πίνακας 3.5: Παραγωγή Αποβλήτου που Αποτελείται από τα Νερά Πλυσίματος του Τυροκομείου (m^3)

Α/Α	21-30 Νοεμβρίου	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	1-10 Ιουλίου	Σύνολο
1	30,2	93,6	93,6	84,5	93,6	90,6	93,6	90,6	30,2	700,4
2	83,5	258,9	258,9	233,8	258,9	250,5	258,9	250,5	83,5	1937,4
3	48,0	148,9	148,9	134,5	148,9	144,1	148,9	144,1	48,0	1114,5
4	83,5	258,9	258,9	233,8	258,9	250,5	258,9	250,5	83,5	1937,4
5	65,0	201,6	201,6	182,1	201,6	195,1	201,6	195,1	65,0	1508,9
6	44,6	138,4	138,4	125,0	138,4	133,9	138,4	133,9	44,6	1035,6
7	14,0	43,5	43,5	39,3	43,5	42,1	43,5	42,1	14,0	325,7
8	65,0	201,6	201,6	182,1	201,6	195,1	201,6	195,1	65,0	1508,9
9	27,4	85,0	85,0	76,7	85,0	82,2	85,0	82,2	27,4	635,9
10	201,0	623,2	623,2	562,9	623,2	603,1	623,2	603,1	201,0	4664,1
11	19,1	59,3	59,3	53,6	59,3	57,4	59,3	57,4	19,1	444,0
12	31,0	96,2	96,2	86,9	96,2	93,1	96,2	93,1	31,0	720,1
13	17,4	54,1	54,1	48,8	54,1	52,3	54,1	52,3	17,4	404,6
14	14,0	43,5	43,5	39,3	43,5	42,1	43,5	42,1	14,0	325,7
15	371,0	1150,2	1150,2	1038,9	1150,2	1113,1	1150,2	1113,1	371,0	8608,1
16	17,4	54,1	54,1	48,8	54,1	52,3	54,1	52,3	17,4	404,6
17	16,8	52,1	52,1	47,0	52,1	50,4	52,1	50,4	16,8	389,8
18	48,0	148,9	148,9	134,5	148,9	144,1	148,9	144,1	48,0	1114,5
19	22,5	69,9	69,9	63,1	69,9	67,6	69,9	67,6	22,5	522,9
20	14,0	43,5	43,5	39,3	43,5	42,1	43,5	42,1	14,0	325,7
21	17,4	54,1	54,1	48,8	54,1	52,3	54,1	52,3	17,4	404,6
22	22,5	69,9	69,9	63,1	69,9	67,6	69,9	67,6	22,5	522,9
23	30,2	93,6	93,6	84,5	93,6	90,6	93,6	90,6	30,2	700,4
24	8,9	27,7	27,7	25,0	27,7	26,8	27,7	26,8	8,9	207,4
25	19,1	59,3	59,3	53,6	59,3	57,4	59,3	57,4	19,1	444,0
26	22,5	69,9	69,9	63,1	69,9	67,6	69,9	67,6	22,5	522,9
27	22,5	69,9	69,9	63,1	69,9	67,6	69,9	67,6	22,5	522,9
28	12,3	38,3	38,3	34,6	38,3	37,0	38,3	37,0	12,3	286,3
29	335,3	1039,6	1039,6	939,0	1039,6	1006,0	1039,6	1006,0	335,3	7779,9
30	48,0	148,9	148,9	134,5	148,9	144,1	148,9	144,1	48,0	1114,5
31	22,5	69,9	69,9	63,1	69,9	67,6	69,9	67,6	22,5	522,9
32	36,5	113,2	113,2	102,2	113,2	109,5	113,2	109,5	36,5	847,0
33	14,0	43,5	43,5	39,3	43,5	42,1	43,5	42,1	14,0	325,7
34	48,0	148,9	148,9	134,5	148,9	144,1	148,9	144,1	48,0	1114,5
35	48,0	148,9	148,9	134,5	148,9	144,1	148,9	144,1	48,0	1114,5
36	14,0	43,5	43,5	39,3	43,5	42,1	43,5	42,1	14,0	325,7
37	39,5	122,6	122,6	110,7	122,6	118,6	122,6	118,6	39,5	917,3
38	83,5	258,9	258,9	233,8	258,9	250,5	258,9	250,5	83,5	1937,4
39	29,3	91,0	91,0	82,2	91,0	88,0	91,0	88,0	29,3	680,7
40	17,4	54,1	54,1	48,8	54,1	52,3	54,1	52,3	17,4	404,6
41	14,0	43,5	43,5	39,3	43,5	42,1	43,5	42,1	14,0	325,7
42	8,9	27,7	27,7	25,0	27,7	26,8	27,7	26,8	8,9	207,4
43	337,0	1044,8	1044,8	943,7	1044,8	1011,1	1044,8	1011,1	337,0	7819,3
Σύνολο	2486,1	7707,0	7707,0	6961,2	7707,0	7458,4	7707,0	7458,4	2486,1	57678,2

Πίνακας 3.6: Παραγωγή Αποβλήτου που Αποτελείται από το Τυρόγαλο και τα Νερά Πλυσίματος του Τυροκομείου (m^3/ημέρα)

Α/Α	21-30 Νοεμβρίου	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	1-10 Ιουλίου
1	3,5	3,7	4,3	4,5	4,5	4,5	4,1	3,6	3,3
2	9,2	10,0	11,4	12,0	12,0	12,0	10,8	9,7	8,9
3	5,4	5,8	6,7	7,1	7,1	7,1	6,4	5,7	5,2
4	9,2	10,0	11,4	12,0	12,0	12,0	10,8	9,7	8,9
5	7,2	7,8	9,0	9,5	9,5	9,5	8,5	7,6	7,0
6	5,0	5,4	6,2	6,6	6,6	6,6	5,9	5,3	4,9
7	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0	1,9	1,7
8	7,2	7,8	9,0	9,5	9,5	9,5	8,5	7,6	7,0
9	3,1	3,4	3,9	4,1	4,1	4,1	3,7	3,3	3,0
10	22,0	23,8	27,3	28,7	28,7	28,7	25,9	23,1	21,3
11	2,3	2,4	2,8	3,0	3,0	3,0	2,7	2,4	2,2
12	3,5	3,8	4,4	4,7	4,7	4,7	4,2	3,7	3,4
13	2,1	2,3	2,7	2,8	2,8	2,8	2,5	2,2	2,0
14	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0	1,9	1,7
15	40,6	43,9	50,5	53,1	53,1	53,1	47,8	42,5	39,2
16	2,1	2,3	2,7	2,8	2,8	2,8	2,5	2,2	2,0
17	2,0	2,2	2,4	2,5	2,5	2,5	2,3	2,1	1,9
18	5,4	5,8	6,7	7,1	7,1	7,1	6,4	5,7	5,2
19	2,6	2,8	3,3	3,5	3,5	3,5	3,1	2,8	2,5
20	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0	1,9	1,7
21	2,1	2,3	2,7	2,8	2,8	2,8	2,5	2,2	2,0
22	2,6	2,8	3,3	3,5	3,5	3,5	3,1	2,8	2,5
23	3,5	3,9	4,5	4,8	4,8	4,8	4,3	3,7	3,4
24	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1
25	2,3	2,4	2,8	3,0	3,0	3,0	2,7	2,4	2,2
26	2,6	2,8	3,3	3,5	3,5	3,5	3,1	2,8	2,5
27	2,6	2,8	3,3	3,5	3,5	3,5	3,1	2,8	2,5
28	1,6	1,7	1,9	2,0	2,0	2,0	1,8	1,7	1,5
29	37,2	40,7	47,7	50,5	50,5	50,5	44,9	39,3	35,8
30	5,4	5,8	6,7	7,1	7,1	7,1	6,4	5,7	5,2
31	2,6	2,8	3,3	3,5	3,5	3,5	3,1	2,8	2,5
32	4,0	4,2	4,3	4,5	4,5	4,5	4,3	4,1	3,9
33	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0	1,9	1,7
34	5,4	5,8	6,7	7,1	7,1	7,1	6,4	5,7	5,2
35	5,4	5,8	6,7	7,1	7,1	7,1	6,4	5,7	5,2
36	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0	1,9	1,7
37	4,5	4,8	5,6	5,9	5,9	5,9	5,3	4,7	4,3
38	9,2	10,0	11,4	12,0	12,0	12,0	10,8	9,7	8,9
39	3,4	3,6	4,2	4,4	4,4	4,4	4,0	3,5	3,3
40	2,1	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7	2,5	2,2	2,0
41	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0	1,9	1,7
42	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1
43	36,8	39,7	45,5	47,9	47,9	47,9	43,2	38,5	35,6
Σύνολο	278,5	302,0	346,6	365,4	365,4	365,4	328,6	292,6	269,1

Πίνακας 3.7: Παραγωγή Αποβλήτου που Αποτελείται από το Τυρόγαλο και τα Νερά Πλυσίματος του Τυροκομείου (m^3)

Α/Α	21-30 Νοεμβρίου	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	1-10 Ιουλίου	Σύνολο
1	34,5	115,9	133,5	127,0	140,6	136,0	126,4	108,7	33,4	956,0
2	92,3	308,7	353,9	336,0	372,0	360,0	335,8	290,0	89,4	2538,1
3	53,9	180,7	207,8	197,5	218,7	211,6	197,0	169,6	52,2	1489,0
4	92,3	308,7	353,9	336,0	372,0	360,0	335,8	290,0	89,4	2538,1
5	72,4	242,5	278,6	264,7	293,1	283,6	264,2	227,6	70,0	1996,6
6	50,2	168,4	193,7	184,1	203,8	197,2	183,6	158,0	48,6	1387,5
7	17,5	60,2	65,0	63,1	69,9	67,6	62,7	56,0	16,7	478,7
8	72,4	242,5	278,6	264,7	293,1	283,6	264,2	227,6	70,0	1996,6
9	31,4	105,0	120,3	114,2	126,5	122,4	114,2	98,6	30,4	863,0
10	220,0	736,4	844,9	802,3	888,3	859,6	801,5	691,6	213,0	6057,6
11	22,5	75,7	87,5	83,3	92,2	89,2	82,8	71,0	21,8	626,0
12	35,5	118,9	137,1	130,3	144,3	139,6	129,8	111,6	34,3	981,4
13	20,9	71,0	83,3	79,6	88,2	85,3	78,4	66,3	20,1	593,1
14	17,5	60,2	65,0	63,1	69,9	67,6	62,7	56,0	16,7	478,7
15	405,6	1359,6	1564,4	1486,9	1646,2	1593,1	1482,5	1276,1	392,4	11206,7
16	20,9	71,0	83,3	79,6	88,2	85,3	78,4	66,3	20,1	593,1
17	20,2	68,8	73,6	70,8	78,4	75,9	71,2	64,2	19,5	542,6
18	53,9	180,7	207,8	197,5	218,7	211,6	197,0	169,6	52,2	1489,0
19	26,2	88,1	101,6	96,7	107,1	103,6	96,2	82,6	25,4	727,6
20	17,5	60,2	65,0	63,1	69,9	67,6	62,7	56,0	16,7	478,7
21	20,9	71,0	83,3	79,6	88,2	85,3	78,4	66,3	20,1	593,1
22	26,2	88,1	101,6	96,7	107,1	103,6	96,2	82,6	25,4	727,6
23	35,1	119,6	140,9	134,9	149,4	144,6	132,3	111,6	33,8	1002,1
24	11,8	40,8	44,2	43,0	47,6	46,0	42,5	37,9	11,3	324,9
25	22,5	75,7	87,5	83,3	92,2	89,2	82,8	71,0	21,8	626,0
26	26,2	88,1	101,6	96,7	107,1	103,6	96,2	82,6	25,4	727,6
27	26,2	88,1	101,6	96,7	107,1	103,6	96,2	82,6	25,4	727,6
28	15,6	53,8	58,1	56,4	62,4	60,4	55,9	49,9	14,9	427,4
29	371,9	1261,9	1479,5	1415,0	1566,6	1516,0	1392,5	1179,0	357,9	10540,2
30	53,9	180,7	207,8	197,5	218,7	211,6	197,0	169,6	52,2	1489,0
31	26,2	88,1	101,6	96,7	107,1	103,6	96,2	82,6	25,4	727,6
32	39,9	129,9	134,7	126,0	139,5	135,0	132,3	123,3	39,2	999,7
33	17,5	60,2	65,0	63,1	69,9	67,6	62,7	56,0	16,7	478,7
34	53,9	180,7	207,8	197,5	218,7	211,6	197,0	169,6	52,2	1489,0
35	53,9	180,7	207,8	197,5	218,7	211,6	197,0	169,6	52,2	1489,0
36	17,5	60,2	65,0	63,1	69,9	67,6	62,7	56,0	16,7	478,7
37	44,7	149,8	172,4	163,9	181,5	175,6	163,4	140,6	43,2	1235,2
38	92,3	308,7	353,9	336,0	372,0	360,0	335,8	290,0	89,4	2538,1
39	33,6	112,8	130,0	123,6	136,8	132,4	123,1	105,8	32,5	930,6
40	20,7	69,6	80,4	76,6	84,8	82,0	76,1	65,2	20,0	575,3
41	17,5	60,2	65,0	63,1	69,9	67,6	62,7	56,0	16,7	478,7
42	11,8	40,8	44,2	43,0	47,6	46,0	42,5	37,9	11,3	324,9
43	367,7	1230,3	1411,2	1339,9	1483,5	1435,6	1338,8	1155,6	356,0	10118,6
Σύνολο	2785,3	9362,7	10744,1	10230,4	11326,6	10961,2	10186,8	8778,9	2691,5	77067,5

Από τον Πίνακα 3.2. παρατηρούμε ότι η παραγωγή αποβλήτων (τυρόγαλου) διακρίνεται από εποχιακή διακύμανση. Αυτό συμβαίνει επειδή η παραγωγή τυρόγαλου είναι ανάλογη της κατανάλωση γάλακτος η οποία (κατανάλωση γάλακτος) μεταβάλλεται εποχιακά λόγω της οριοθετημένης διαθεσιμότητας του γάλακτος. Από τον Πίνακα 3.4. παρατηρούμε ότι η παροχή του νερού πλυσίματος δεν θεωρείται ανάλογη με την εποχιακή διακύμανση της παραγωγικότητας. Ο λόγος είναι ότι η ποσότητα του νερού που απαιτείται για να πλυθούν τα μηχανήματα είναι ανεξάρτητη από την ποσότητα γάλακτος που επεξεργάστηκαν. Π.χ., ένα ποτήρι χρειάζεται την ίδια ποσότητα νερού για να πλυθεί, ανεξάρτητα από το πόσες φορές το γεμίσαμε με κρασί το ίδιο βράδυ. Έτσι, η ποσότητα του νερού πλυσίματος κάθε ημέρα, θεωρείται ίση με αυτή που απαιτείται σε μια ημέρα μέγιστης παραγωγικότητας.

3.3. Στοιχεία Επεξεργασίας και Διάθεσης των Αποβλήτων όπως Εφαρμόζονται Σήμερα

Πίνακας 3.8: Επεξεργασία και Διάθεση Τυρόγαλου και Προϊόντων Καθίζησης Αυτού

Α/Α	Διάθεση Τυρόγαλου	Υγρά Απόβλητα Καθίζησης του Τυρόγαλου (όπου υπάρχει καθίζηση)	Στερεά Καθίζησης του Τυρόγαλου (όπου υπάρχει καθίζηση)
1	1	-	-
2	2	3	4
3	6	9	4
4	2	3	4
5	5	-	-
6	6	12	4
7	2	3	4
8	1	-	-
9	2	3	4
10	2	3	4
11	2	3	4
12	1	-	-
13	1	-	-
14	1	-	-
15	1	-	-
16	1	-	-
17	2	3	4
18	1	-	-
19	2	3	4
20	7	3	4
21	1	-	-
22	3	-	-
23	2	3	4
24	2	3	4
25	1	-	-
26	2	3	4
27	1	-	-
28	7	3	4
29	1	-	-
30	2	3	4
31	3	-	-
32	1	-	-
33	2	3	4
34	5	-	-
35	2	3	4
36	2	3	4
37	2	5	4
38	8	-	-
39	10	13	15
40	2	14	4
41	2	3	4
42	2	3	4
43	11	3	4

Πίνακας 3.9: Υπόμνημα Πίνακα 3.8

Σήμανση	Σημασία
1	ΔΕΥΑΡ
2	Καθίζηση σε Σηπτική Δεξαμενή
3	Υπεδάφια Διάθεση σε Απορροφητικό Βόθρο
4	Εγκεκριμένη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων
5	Αποχετευτικό Σύστημα Περιοχής
6	Επεξεργασία σε Ιδιόκτητο Βιολογικό Καθαρισμό
7	3/5 Προς Χοιροτρόφους, 2/5 Καθίζηση σε Σηπτική Δεξαμενή
8	Προς Χοιροτρόφους
9	Άρδευση
10	Χημική Επεξεργασία
11	Προς Χοιροτρόφους ή Αερισμό (δεν είναι σαφές)
12	Δεκ-Μαρ Υπεδάφια Διάθεση, Απρ-Ιουν Άρδευση
13	Χλωρίωση
14	Διάθεση σε Χείμαρρο της Περιοχής
15	Αφυδάτωση και ΧΥΤΑ Αμαρίου

Πίνακας 3.10: Επεξεργασία και Διάθεση Νερού Πλυσίματος και Προϊόντων Καθίζησης Αυτού

Α/Α	Διάθεση Νερού Πλυσίματος	Υγρά Απόβλητα Καθίζησης του Νερού Πλυσίματος (όπου υπάρχει καθίζηση)	Στερεά Καθίζησης του Νερού Πλυσίματος (όπου υπάρχει καθίζηση)
1	2	3	4
2	8	-	-
3	6	9	4
4	8	-	-
5	2	3	4
6	6	12	4
7	2	3	4
8	7	-	-
9	2	3	4
10	2	3	4
11	2	3	4
12	1	-	-
13	1	-	-
14	2	3	4
15	1	-	-
16	1	-	-
17	2	7	4
18	2	3	4
19	2	3	4
20	2	3	4
21	2	3	4
22	7	-	-
23	2	3	4
24	2	3	4
25	2	3	4
26	2	3	4
27	1	-	-
28	2	3	4
29	1	-	-
30	2	3	4
31	7	-	-
32	2	3	4
33	2	3	4
34	5	-	-
35	2	3	4
36	2	3	4
37	2	5	4
38	2	3	4
39	10	13	11
40	2	3	4
41	2	3	4
42	2	3	4
43	2	3	4

Πίνακας 3.11: Υπόμνημα Πίνακα 3.10

Σήμανση	Σημασία
1	ΔΕΥΑΡ
2	Καθίζηση σε Σηπτική Δεξαμενή
3	Υπεδάφια Διάθεση σε Απορροφητικό Βόθρο
4	Εγκεκριμένη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων
5	Αποχετευτικό Σύστημα Περιοχής
6	Επεξεργασία σε Ιδιόκτητο Βιολογικό Καθαρισμό
7	Υπεδάφια Διάθεση
8	Πρόβλεψη για Στράγγιση των Δοχείων Άρα Ελεύθερη Διάθεση Λόγω Χαμηλού BOD5
9	Άρδευση
10	Χημική Επεξεργασία
11	Αφυδάτωση και ΧΥΤΑ Αμαρίου
12	Δεκ-Μαρ Υπεδάφια Διάθεση, Απρ-Ιουν Άρδευση
13	Χλωρίωση

3.4. Λοιπά Στοιχεία Από την Περιφερειακή Ενότητα Ρεθύμνης

Πίνακας 3.12: Γενικά Στοιχεία Τυροκομείων Ρεθύμνου

Α/Α	ΕΠΩΝΥΜΙΑ	Φάκελος	Άδεια	Κινητήρια Ισχύς (HP)	Μέγιστη Επεξεργασία Γάλακτος (kg/day)
1	Δουρουντουδάκη Αικατερίνη	Φ14.140	Εγκατάστασης έως 2009	42,2	1950
2	Αφοι Πλυμάκη Α.Ε.	Φ14.161	Αορίστου Χρόνου	80,0	5000
3	Α.Ε. Ηλιάκης Γεώργιος	Φ14.318	Οριστική	98,1	3000
4	Α.Β.Ε.Ε. "Πρέβελης"	Φ14.158	Έως 2001	274,0	5000
5	Κουρμούλης Κων/νος & Σια Ο.Ε.	Φ14.216	Έως 2002	36,8	4000
6	Γαλακτοκομική Κρήτης Α.Ε.	Φ14.307	Οριστική	86,0	2800
7	Φρονιμάκης Ιωάννης	Φ14.329	Οριστική	61,2	1000
8	Ν. Κραουνάκης & Σια Ο.Ε.	Φ14.346	Οριστική	106,8	4000
9	Αφοι Τζουρμπάκη Ο.Ε.	Φ14.233	Οριστική	179,0	1700
10	Ε.Γ.Σ. Ρεθύμνου	Φ14.166	Έως 1993	183,0	12000
11	Βογιατζιδάκης Νικόλαος	Φ14Α.282	Απαλλαγή	28,5	1300
12	Ριτζάκης Αντώνιος	Φ14.277	Οριστική	31,1	2000
13	Μενιουδάκης Εμμανουήλ	Φ14.352	Οριστική	32,8	1200
14	Σκαλίδης Κων/νος	Φ14.394	Εγκατάστασης	48,1	1000
15	Ε.Γ.Σ. Ρεθύμνου	Φ14.197	Οριστική	555,0	22000
16	Γασπαράκης Νικόλαος	Φ14.353	Οριστική	26,2	1200
17	Δραμιτινού Ιωάννα	Φ14.122	Οριστική	33,0	1000
18	Τυροκομική Αμαρίου Α.Ε.	Φ14.366	Οριστική	94,4	3000
19	Κραουνάκη Ζαχαρένια	Φ14.246	Οριστική	39,2	1500
20	Ιερωνυμάκης Γεώργιος	Φ14.405	Οριστική	61,7	1000
21	Καλλιγιάννης Αντώνιος	Φ14.147	Οριστική	29,0	1200
22	Κιαγιάς Χαρίτος	Φ14.278	Οριστική	19,0	1500
23	Κοσκινά Νικολέτα	Φ14.418	Οριστική	46,5	1950
24	Κοτζαμπασάκης Στυλιανός	Φ14Α.132Α	Απαλλαγή	5,0	700
25	Βολτυράκη Ελευθερία	Φ14Α.280	Απαλλαγή	28,2	1300
26	Κόκκινος Αντώνιος	Φ14.93	Οριστική	28,5	1500
27	Ε.Γ.Σ. Μυλοποτάμου	Φ14.217	Οριστική	86,4	1500
28	Μαρή Ελένη	Φ14.130	Εγκατάστασης έως 1993	17,5	900
29	Ε.Γ.Σ. Μυλοποτάμου	Φ14.407	Εγκατάστασης έως 2015	627,6	19900
30	Κόκκινου Ανθούλα	Φ14.431	Εγκατάστασης έως 2012	141,0	3000
31	Μπικάκης Κων/νος & Σια Ο.Ε.	Φ14Α.193	Απαλλαγή	22,6	1500
32	Μπικάκης Γεώργιος Στέφανος	Φ14.273	Οριστική	27,0	1000
33	Πατεράκης Εμμανουήλ	Φ14.393	Οριστική	35,4	1000
34	Κλάδος Κων/νος	Φ14Α.117	Απαλλαγή	10,0	3000
35	Κόκκινος Δράκος	Φ14.319	Επέκτασης	32,0	3000
36	Υιοί Ν. Σαπουντζή Ο.Ε.	Φ14.125	Έως 1997	38,0	1000
37	Αφοί Παρασύρης Ο.Β.Ε.Ε.	Φ14.100	Έως 1996	71,5	2500
38	Κλάδου Στυλιανή	Φ14.334	Οριστική	86,1	5000
39	Κλάδος Ευστράτιος & Σια Ο.Ε.	Φ14.416	Οριστική	140,6	1900
40	Βάμβουκας Δημήτριος	Φ14Α.24	Απαλλαγή	<15	1200
41	Στριλιγκάς Βασίλης	Φ14Α.258	Απαλλαγή	27,4	1000
42	Βάμβουκα Μαρία	Φ14.440	Εγκατάστασης έως 2013	42,2	700
43	Α.Γ.Σ. Ανωγείων "Η Πρόοδος"	Φ14.205	Οριστική	569,2	20000

Πίνακας 3.13: Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Πρωτογενούς Τυρόγαλου

BOD_5 (g/L)	COD (g/L)	TS (g/L)	pH
30	90	0,35	4,3-9

Πίνακας 3.14: Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Νερού πλυσίματος

BOD_5 (g/L)	COD (g/L)	TS (g/L)
4	12	0,26

Τα στοιχεία των Πινάκων 3.13 και 3.14 εκφράζουν χαρακτηριστικές τιμές που προήλθαν από τις τεχνικές και περιβαλλοντικές μελέτες των εν λόγω εγκαταστάσεων, όπως υπάρχουν στους σχετικούς φακέλους των υπηρεσιών.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Επιλογή Θέσεων Μονάδων

Βάσει της παραγωγής αποβλήτων για μια περίοδο λειτουργίας των τυροκομείων (232 ημέρες ανά έτος) που ανέρχεται σε 77067,5 m^3 επιλέγουμε να κατασκευάσουμε δύο Μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων.

Τα δεδομένα-κριτήρια που λαμβάνουμε υπ' όψιν για τον προσδιορισμό των θέσεων είναι τα εξής:

Δεδομένα

- Θέσεις τυροκομείων.
- Δυναμικότητα τυροκομείων.

Κριτήρια

- Απόσταση από κατοικημένες περιοχές που πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1km.
- Απόσταση από την ακτογραμμή που πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2 km.
- Οι Μονάδες πρέπει να βρίσκονται εκτός περιοχών που έχουν χαρακτηριστεί ως "Natura 2000".
- Οι Μονάδες πρέπει να είναι κοντά στο επαρχιακό οδικό δίκτυο για να είναι εφικτή η μεταφορά των αποβλήτων.
- Τα γεωλογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής εγκατάστασης των Μονάδων πρέπει να διασφαλίζουν ότι δεν θα ρυπανθούν υπόγεια και επιφανειακά ύδατα.

Αρχικά θα προσδιορίσουμε τις θέσεις των Μονάδων βάσει των θέσεων και της δυναμικότητας των τυροκομείων και στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να προσαρμόσουμε τις θέσεις των Μονάδων έτσι ώστε να πληρούν και τα κριτήρια που τίθενται.

4.1.1. Προσδιορισμός Θέσεων Μονάδων Βάσει των Θέσεων και της Δυναμικότητας των Τυροκομείων

Ξεκινώντας θα εξάγουμε το "κέντρο βάρους" (σημείο που εξάγεται βάσει των θέσεων και της δυναμικότητας των τυροκομείων) όλων των τυροκομείων (Εικόνα 4.1.).

Πίνακας 4.1: Θέσεις και Δυναμικότητα Τυροκομείων

Α/Α	Συντεταγμένη Χ	Συντεταγμένη Υ	Ετήσια Παραγωγή Αποβλήτων (m^3)
1	22	273	956,0
2	73	228	2538,1
3	198	231	1489,0
4	184	375	2538,1
5	229	310	1996,6
6	156	351	1387,5
7	57	366	478,7
8	279	314	1996,6
9	363	294	863,0
10	231	117	6057,6
11	137	214	626,0
12	196	167	981,4
13	161	152	593,1
14	217	153	478,7
15	273	122	11206,7
16	236	235	593,1
17	550	277	542,6
18	570	276	1489,0
19	413	438	727,6
20	459	268	478,7
21	530	112	593,1
22	493	69	727,6
23	509	56	1002,1
24	514	22	324,9
25	511	76	626,0
26	622	87	727,6
27	641	88	727,6
28	648	26	427,4
29	675	57	10540,2
30	659	115	1489,0
31	694	421	727,6
32	713	421	999,7
33	596	342	478,7
34	781	193	1489,0
35	800	192	1489,0
36	806	220	478,7
37	839	121	1235,2
38	759	175	2538,1
39	778	174	930,6

40	739	175	575,3
41	790	100	478,7
42	808	101	324,9
43	887	230	10118,6

$$X_{\text{Κέντρου Βάρους}} = \frac{\sum(X_i * \text{Ετήσια Παραγωγή Αποβλήτων}_i)}{\sum \text{Ετήσια Παραγωγή Αποβλήτων}_i} \qquad 4.1.$$

$$Y_{\text{Κέντρου Βάρους}} = \frac{\sum(Y_i * \text{Ετήσια Παραγωγή Αποβλήτων}_i)}{\sum \text{Ετήσια Παραγωγή Αποβλήτων}_i} \qquad 4.2.$$

(Οι συντεταγμένες του Πίνακα 4.1. έχουν ληφθεί από την προβολή της Εικόνας 4.1. με χρήση του προγράμματος "Ζωγραφική Windows XP" το οποίο θέτει σημείο 0,0 το Πάνω-Αριστερό γωνιακό σημείο της Εικόνας)

Εικόνα 4.1: "Κέντρο Βάρους" Όλων των Τυροκομείων (Κόκκινο Βέλος)

Στη συνέχεια θα χωρίσουμε τα τυροκομεία σε δύο ομάδες (μια για κάθε Μονάδα επεξεργασίας) βάσει της ευθείας που περνάει από το "κέντρο βάρους" και είναι κάθετη στη διεύθυνση της μέγιστης διασποράς των τυροκομείων (Εικόνα 4.2.).

Εικόνα 4.2: Η κάθετη διακεκομμένη είναι κάθετη στη διεύθυνση μέγιστης διασποράς, περνάει από το "κέντρο βάρους" και χωρίζει τα τυροκομεία σε Δυτικά και Ανατολικά

Παρακάτω εξάγονται οι θέσεις των Μονάδων για κάθε ομάδα (Δυτική, Ανατολική) τυροκομείων (Εικόνα 4.3.).

Πίνακας 4.2: Θέσεις και Δυναμικότητα Δυτικών Τυροκομείων

Τυροκομείο	Συντεταγμένη X	Συντεταγμένη Y	Ετήσια Παραγωγή Αποβλήτων (m^3)
1	22	273	956,0
2	73	228	2538,1
3	198	231	1489,0
4	184	375	2538,1
5	229	310	1996,6
6	156	351	1387,5
7	57	366	478,7
8	279	314	1996,6
9	363	294	863,0
10	231	117	6057,6
11	137	214	626,0
12	196	167	981,4
13	161	152	593,1
14	217	153	478,7
15	273	122	11206,7
16	236	235	593,1
19	413	438	727,6
20	459	268	478,7

Πίνακας 4.3: Θέσεις και Δυναμικότητα Ανατολικών Τυροκομείων

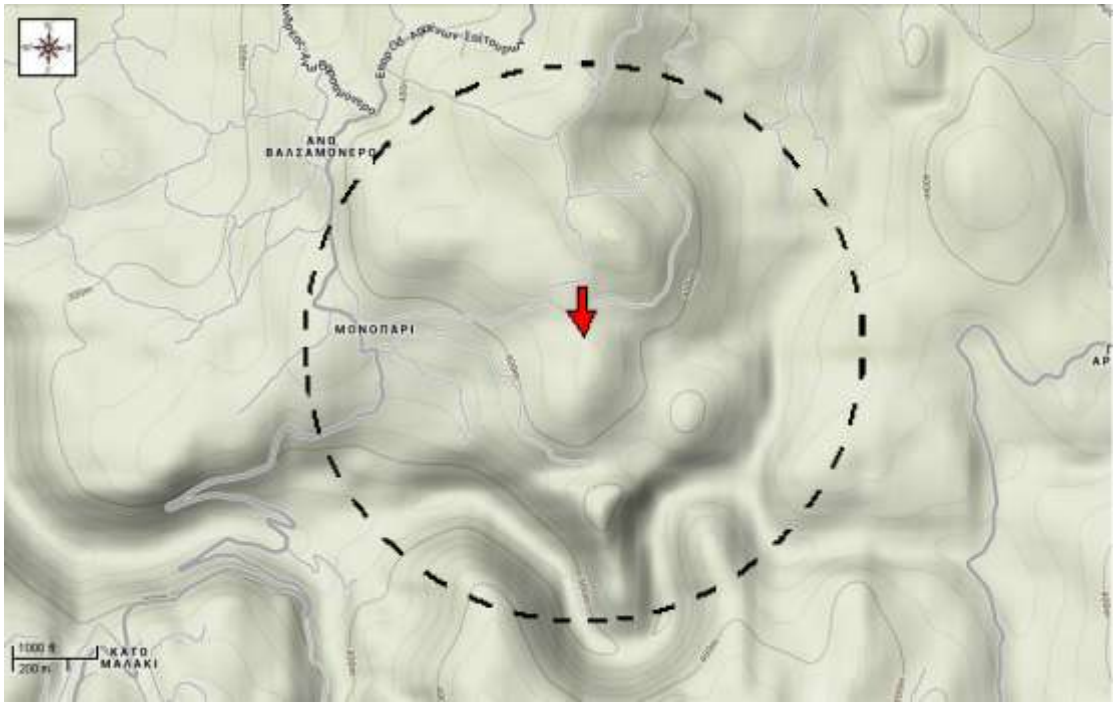
Τυροκομείο	Συντεταγμένη X	Συντεταγμένη Y	Ετήσια Παραγωγή Αποβλήτων (m^3)
17	550	277	542,6
18	570	276	1489,0
21	530	112	593,1
22	493	69	727,6
23	509	56	1002,1
24	514	22	324,9
25	511	76	626,0
26	622	87	727,6
27	641	88	727,6
28	648	26	427,4
29	675	57	10540,2
30	659	115	1489,0
31	694	421	727,6
32	713	421	999,7
33	596	342	478,7
34	781	193	1489,0
35	800	192	1489,0
36	806	220	478,7
37	839	121	1235,2
38	759	175	2538,1
39	778	174	930,6
40	739	175	575,3
41	790	100	478,7
42	808	101	324,9
43	887	230	10118,6

Εικόνα 4.3: Θέσεις Δυτικής και Ανατολικής Μονάδας

4.1.2. Έλεγχος Πλήρωσης Κριτηρίων

4.1.2.1. Έλεγχος Απόστασης από Κατοικημένες Περιοχές και Επαρχιακό Οδικό Δίκτυο

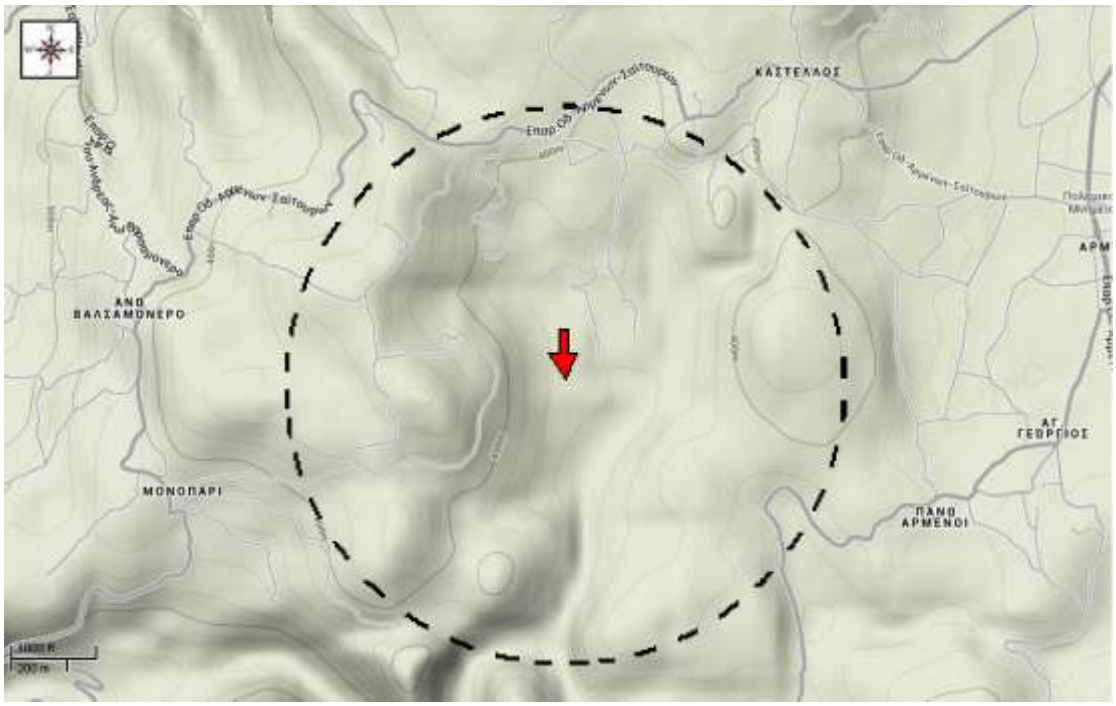
Α) Δυτική Μονάδα



Εικόνα 4.4: Θέση Δυτικής Μονάδας με Ένδειξη Απόστασης 1km

Από την Εικόνα 4.4. παρατηρούμε ότι το σημείο βρίσκεται σε μικρότερη απόσταση του ενός χιλιομέτρου από τον συνοικισμό “Μονοπάρι”. Επίσης παρατηρούμε ότι

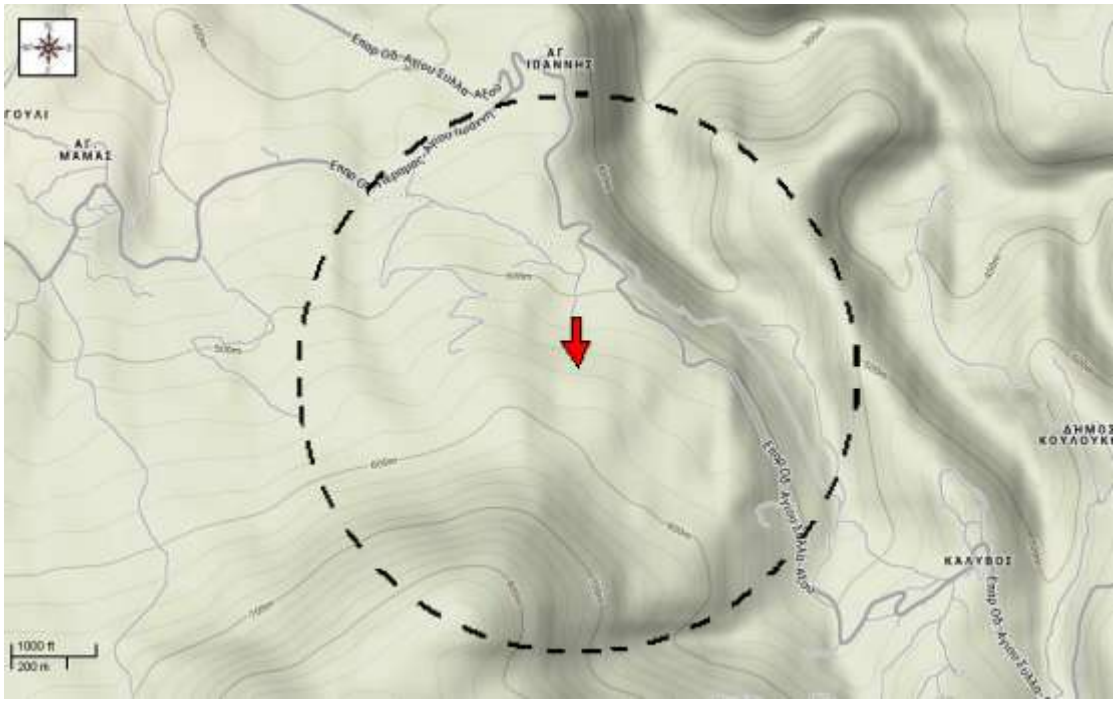
αρκεί η μετακίνηση της θέσης κατά 0,5km περίπου προς τα Βόρειο-Ανατολικά για να απαλειφτεί το πρόβλημα, πράγμα που θα κάνουμε (Εικόνα 4.5.).



Εικόνα 4.5: Θέση Δυτικής Μονάδας με Ένδειξη Απόστασης 1km (έπειτα από μετακίνηση από το αρχικό σημείο)

Από την Εικόνα 4.5. παρατηρούμε ότι η νέα θέση της Δυτικής Μονάδας πληροί τα κριτήρια της απόστασης από κατοικημένες περιοχές και το επαρχιακό οδικό δίκτυο.

<u>Β) Ανατολική Μονάδα</u>



Εικόνα 4.6: Θέση Ανατολικής Μονάδας με Ένδειξη Απόστασης 1km

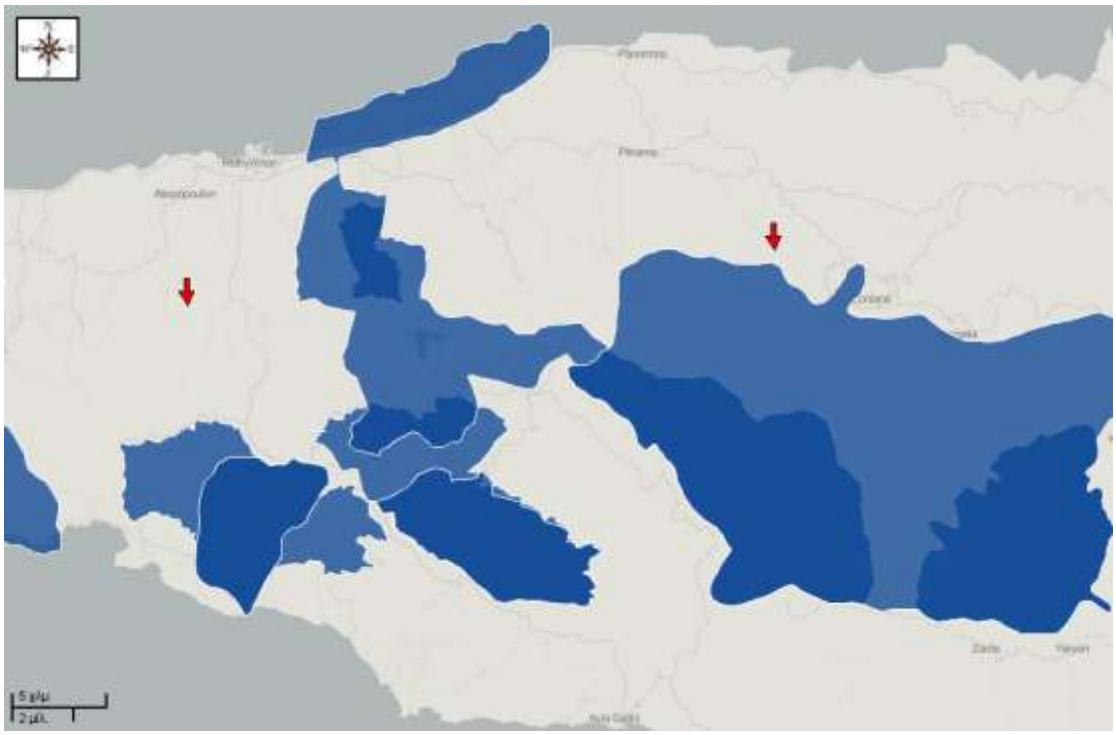
Από την Εικόνα 4.6. παρατηρούμε ότι η θέση της Ανατολικής Μονάδας πληροί τα κριτήρια της απόστασης από κατοικημένες περιοχές και το επαρχιακό οδικό δίκτυο.

4.1.2.2. Έλεγχος Απόστασης από την Ακτογραμμή

Εικόνα 4.7: Δυτική και Ανατολική Μονάδα με Ένδειξη Απόστασης 2 km

Από την Εικόνα 4.7. παρατηρούμε ότι και οι δύο Μονάδες πληρούν το κριτήριο της απόστασης από την ακτογραμμή.

4.1.2.3. Έλεγχος Απόστασης Δυτικής και Ανατολικής Μονάδας από Περιοχές “Natura 2000”



Εικόνα 4.8: Χάρτης με τη Δυτική Μονάδα, την Ανατολική Μονάδα και τις Περιοχές “Natura 2000” (μπλε σκίαση)

Από την Εικόνα 4.8. παρατηρούμε ότι και οι δύο Μονάδες πληρούν το κριτήριο της απόστασης από περιοχές “Natura 2000”.

4.1.2.4. Έλεγχος Ενδεχόμενου Ρύπανσης Υπόγειων και Επιφανειακών Υδάτων

Εικόνα 4.9: Χάρτης Υδρολογικών Στοιχείων της Περιοχής

Από την Εικόνα 4.9. Παρατηρούμε ότι η πιο κοντινή απόσταση Μονάδας από επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα είναι 2,1 km μεταξύ της Δυτικής Μονάδας και του Ποταμού του "Πετρέ" Ρεθύμνου. Η εν λόγω απόσταση μεταξύ Μονάδας και ποταμού κρίνεται αποδεκτή.

4.1.3. Επιλογή Τελικών Θέσεων

Από τον έλεγχο που κάναμε για πλήρωση των κριτηρίων που τίθενται για εγκατάσταση των Μονάδων στις θέσεις που ορίζουν τα "κέντρα βάρους", παρατηρούμε ότι οι θέσεις πληρούν τα κριτήρια για εγκατάσταση Μονάδας επεξεργασίας τυροκομικών απόβλητων, συνεπώς θα τις επιλέξουμε.

Εικόνα 4.9: Τελικές Θέσεις Μονάδων με Ένδειξη Εξυπηρετούμενων Τυροκομείων

Πίνακας 4.4: Συντεταγμένες Μονάδων Επεξεργασίας Τυροκομικών Αποβλήτων Βάσει του Παγκόσμιου Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς (WGS84-EPSG:4326)

----------	**Συντεταγμένη Χ**	**Συντεταγμένη Υ**
Δυτική Μονάδα	35.297789	24.438057
Δυτική Μονάδα	$+35^{o}\ 17'\ 52.04''$	$+24^{o}\ 26'\ 17.01''$
Ανατολική Μονάδα	35.319642	24.779620
Ανατολική Μονάδα	$+35^{o}\ 19'\ 10.71''$	$+24^{o}\ 46'\ 46.63''$

Πίνακας 4.5: Συντεταγμένες Μονάδων Επεξεργασίας Τυροκομικών Αποβλήτων Βάσει του Ελληνικού Γεωδαιτικού Συστήματος Αναφοράς (ΕΓΣΑ87)

----------	**Συντεταγμένη Χ**	**Συντεταγμένη Υ**
Δυτική Μονάδα	2749758.11	1649960.19
Ανατολική Μονάδα	2788249.95	1649010.61

Σημειώνεται ότι κατά την περίοδο εκπόνησης της παρούσας εργασίας (2013-2014), ο ιστότοπος “Google Maps” χρησιμοποιεί το σύστημα “WGS84-EPSG:4326”.

4.2. Σχεδιασμός Συστημάτων Επεξεργασίας

Στην παρούσα εργασία, το σύστημα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων τυροκομείων αποτελείται από δύο επιμέρους διεργασίες σε σειρά:

Α. Αναερόβια επεξεργασία σε Ανοδική Αναερόβια Κλίνη Ιλύος (Upflow Anaerobic Sludge Bed, UASB), ως κύρια επεξεργασία.

Β. Τεχνητός υγροβιότοπος υποεπιφανειακής ροής (SFS) ως τελική επεξεργασία.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αντλήθηκαν από την τελική τεχνική έκθεση «Στρατηγικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων από Ελαιουργεία στην Κρήτη» (Διαμαντόπουλος και Μαντζαβίνος, 2012) η οποία αναφέρονταν σε επεξεργασία αποβλήτων ελαιουργείων. Τα απόβλητα αυτά προσομοιάζουν αρκετά στα τυροκομικά απόβλητα όσον αφορά στο οργανικό φορτίο.

4.2.1. Υπολογισμός Παροχών ανά Μονάδα Επεξεργασίας Αποβλήτων

Από τον ορισμό πεδίου ευθύνης των Μονάδων (Εικόνα 4.9.) και τα ποσοτικά στοιχεία αποβλήτων των τυροκομείων (Πίνακας 3.7.) λαμβάνουμε την ποσότητα αποβλήτων που παραλαμβάνει κάθε Μονάδα Επεξεργασίας Αποβλήτων κατά το οκτάμηνο λειτουργίας των τυροκομείων (τελευταία γραμμή Πίνακα 4.6).

Πίνακας 4.6: Ποσότητα Αποβλήτων ανά Μονάδα Επεξεργασίας

Τυροκομεία Δυτικής Μονάδας	Παραγωγή Αποβλήτων σε 8 Μήνες (m^3)	Τυροκομεία Ανατολικής Μονάδας	Παραγωγή Αποβλήτων σε 8 Μήνες (m^3)
1	956,0	**17**	542,6
2	2538,1	**18**	1489,0
3	1489,0	**21**	593,1
4	2538,1	**22**	727,6
5	1996,6	**23**	1002,1
6	1387,5	**24**	324,9
7	478,7	**25**	626,0
8	1996,6	**26**	727,6
9	863,0	**27**	727,6
10	6057,6	**28**	427,4
11	626,0	**29**	10540,2
12	981,4	**30**	1489,0
13	593,1	**31**	727,6
14	478,7	**32**	999,7
15	11206,7	**33**	478,7
16	593,1	**34**	1489,0
19	727,6	**35**	1489,0
20	478,7	**36**	478,7
----------	----------	**37**	1235,2
----------	----------	**38**	2538,1
----------	----------	**39**	930,6
----------	----------	**40**	575,3
----------	----------	**41**	478,7
----------	----------	**42**	324,9
----------	----------	**43**	10118,6
Σύνολο	**35986,4**	**Σύνολο**	**41081,1**

4.2.2. Ανάπτυξη Συστημάτων Επεξεργασίας

Για την επεξεργασία των τυροκομικών αποβλήτων θα χρησιμοποιηθεί η τεχνική UASB (Upward-flow Anaerobic Sludge Bed - Κλίνη Αναερόβιας Ενεργού Ιλύος Ανοδικής Ροής) ακολουθούμενη από Αερόβια Επεξεργασία σε Τεχνητό Υγροβιότοπο Υποεπιφανειακής Ροής (SFS).

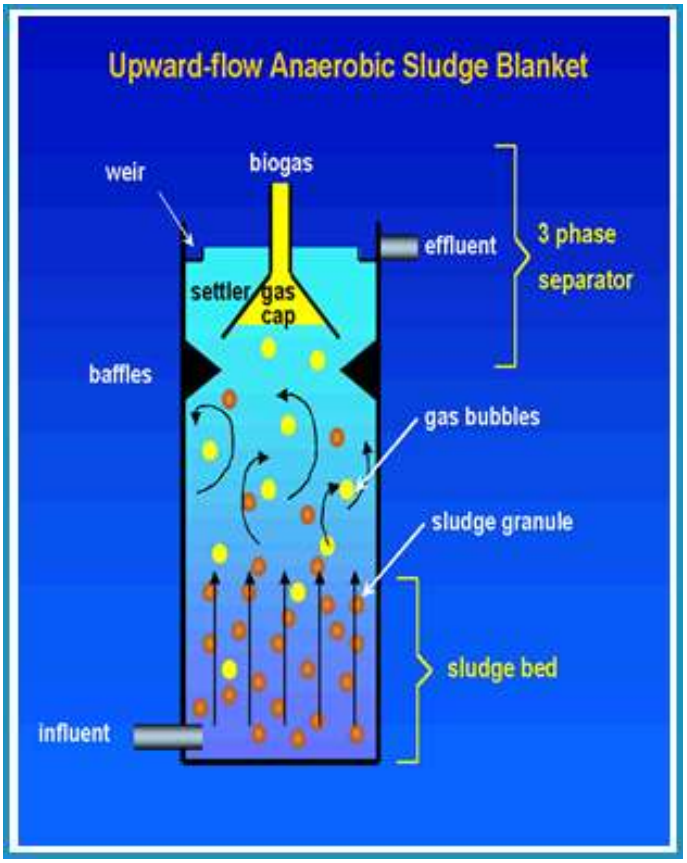
Η επιλογή της επεξεργασίας έγινε βάσει των παρακάτω κριτηρίων:

- Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις (απόδοση τεχνικών, παραγωγή αποβλήτων)
- Κόστος Επεξεργασίας

- Τεχνογνωσία
- Δυνατότητα Εφαρμογής

4.2.2.1. Ανάλυση Τεχνικών

Α) Τεχνική UASB



Εικόνα 4.10: Αντιδραστήρας UASB

Η τεχνική UASB περιλαμβάνει αντιδραστήρα στον οποίο η ροή είναι ανοδική. Στον πυθμένα βρίσκεται πυκνό στρώμα με συσσωματώματα (flocks) αναερόβιων μικροοργανισμών, καθώς και η είσοδος του ρεύματος. Η ροή παρασέρνει μέρος των συσσωματωμάτων και στα υψηλότερα σημεία του αντιδραστήρα και έτσι η διεργασία λαμβάνει χώρα σε όλο τον όγκο του αντιδραστήρα. Το ρεύμα που εισέρχεται στον αντιδραστήρα αρχικά έρχεται σε επαφή με το στρώμα των μικροοργανισμών όπου επιτυγχάνεται αναερόβια βιολογική αποδόμηση του οργανικού φορτίου μέσω κατανάλωσης αυτού από τους μικροοργανισμούς. Κατά την κατανάλωση του οργανικού φορτίου παράγονται αέρια διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και μεθάνιο (CH_4) ως απόρροια του αναερόβιου χαρακτήρα της διεργασίας. Η ανοδική κίνηση των αερίων συμβάλλει στην ανάμιξη του περιεχομένου αποβλήτου του αντιδραστήρα και επιτυγχάνεται καλύτερη επαφή των μικροοργανισμών με τους οργανικούς ρύπους. Στο πάνω μέρος του αντιδραστήρα

υπάρχει σύστημα συλλογής και αποθήκευσης του βιοαερίου $(CO_2 + CH_4)$ καθώς και σύστημα διαχωρισμού υγρής-στερεής φάσης του ρεύματος εξόδου.

Ο αντιδραστήρας UASB ανήκει στην κατηγορία των χωνευτών Υψηλού Ρυθμού-Δυο Βαθμίδων (High-Rate Digester-Two stage). Στον UASB επιτυγχάνεται υψηλή απομάκρυνση (μέχρι 85%) του BOD και αιωρούμενων στερεών (SS). Επίσης παράγεται μικρή ποσότητα ενεργού ιλύος.

Η υψηλή συγκέντρωση ενεργού ιλύος μέσα στον αντιδραστήρα είναι μία από τις πιο σημαντικές συνθήκες λειτουργίας της διεργασίας γι' αυτό και είναι απαραίτητη η καλή διατήρηση της ενεργού ιλύος στο εσωτερικό του αντιδραστήρα.

Το πλεονέκτημα στο κόστος της τεχνικής UASB σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα βιολογικής επεξεργασίας συνιστάται:

- Στη φυσική ανάμιξη του ρεύματος.
- Στη μη χρήση αεριστήρων, καθώς η διεργασία απαιτεί την απουσία οξυγόνου.
- Στη μη αναγκαία παρακολούθηση ανάπτυξης της βιομάζας καθώς όταν αυξάνεται η βιομάζα, μέρος αυτής παρασύρεται από τη ροή και απομακρύνεται.
- Στην ενεργειακή εκμετάλλευση του βιοαερίου.
- Στην υψηλή απόδοση της διεργασίας που συνεπάγεται α) μείωση του χρόνου παραμονής και κατ' επέκταση του όγκου του αντιδραστήρα και β) συνεχής λειτουργία χωρίς ανακύκλωση.

Ωστόσο, ένα μειονέκτημα, που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό μιας μονάδας επεξεργασίας των τυροκομικών απόβλητων, είναι ο χρόνος προσαρμογής που απαιτείται κατά την πρώτη εκκίνηση του αντιδραστήρα (2-3 μήνες έχει παρατηρηθεί για ελαιοτριβεία) για την ανάπτυξη των βακτηριδίων.

<u>Β) Υγροβιότοπος Υποεπιφανειακής Ροής (SFS)</u>

Παρουσιάζονται τα τυπικά χαρακτηριστικά του υγροβιότοπου υποεπιφανειακής ροής (SFS) τα οποία λάβαμε από την εργασία των ελαιουργείων και θα χρησιμοποιήσουμε. (Σημειώνεται ότι η τεχνική των τεχνητών υγροβιότοπων στη γενική της μορφή παρουσιάζεται στην Παράγραφο 2.2.)

Πίνακας 4.7: Τυπικά Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού Υγροβιότοπου Υποεπιφανειακής Ροής (SFS)

Τυπικά Χαρακτηριστικά	Σύστημα Υγροβιότοπου SFS
Τρόπος Εφαρμογής	Καταιονισμός ή Επιφανειακά
Ρυθμός Εφαρμογής Φορτίου BOD_5	$11 g/(m^2 * day)$
Ταχύτητα Υδραυλικού Φορτίου	15-50 mm/day
Υπόστρωμα Λεκάνης	Χαλικώδης Άμμος
Πορώδες Χαλικώδους Άμμου α	0,35
Υδραυλική Αγωγιμότητα Χαλικώδους Άμμου Κ	499,87 m/day
Σταθερά K_{20} Χαλικώδους Άμμου	0,86
Κλίση Λεκάνης	0,04
Βάθος Λεκάνης	0,6 m
Ελάχιστη Θερμοκρασία Νερού	8°C
Συγκομιδή Φυτικής Βλάστησης	Δεν Απαιτείται

4.2.2.2. Ανάπτυξη Τεχνικών

Α) Αντιδραστήρες UASB

Από την εργασία των ελαιουργείων λαμβάνουμε τις βέλτιστες τιμές της οργανικής φόρτισης (ORL) και συγκέντρωσης COD εισόδου ($[COD_{in}]$) για μέγιστη μείωση COD σε αντιδραστήρα UASB στην περίπτωση που ακολουθεί επεξεργασία σε τεχνητό υγροβιότοπο (Πίνακας 4.8.).

Πίνακας 4.8: Τυπικά Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού UASB από Εργασία Επεξεργασίας Απόβλητων Ελαιουργείων

Οργανική Φόρτιση COD OLR	$[COD_{in}]$	Μείωση COD
11 g/(L*day)	109,8 g/L	90 %

Για τα δικά μας απόβλητα θεωρούμε τιμή $[COD_{in}]$ ίση με τη μέγιστη τιμή του Πίνακα 2.4. (2/3) ο οποίος αναφέρεται σε μίγμα πρωτογενούς τυρόγαλου, δευτερογενούς τυρόγαλου και νερού πλυσίματος όπως είναι το απόβλητο που επεξεργαζόμαστε. Η μέγιστη τιμή λαμβάνεται για λόγους ασφαλείας στους υπολογισμούς. Έτσι έχουμε:

$$[COD_{in}] = 77{,}3 \text{ g/L}$$

Λόγω του ότι η τιμή $[COD_{in}]$ του αποβλήτου μας είναι μικρότερη από την τυπική τιμή $[COD_{in}]$ της επεξεργασίας, δεν χρειάζεται να κάνουμε αραίωση στο απόβλητό μας, άρα οι παροχές μας θα μείνουν όπως έχουν.

Πίνακας 4.9: Παροχή Δυτικής Μονάδας

Παροχή Q ($m^3/232\ d$)	Παροχή Q (m^3/day)	Παροχή Q (L/d)
35986,4	155,1	155113,8

Πίνακας 4.10: Παροχή Ανατολικής Μονάδας

Παροχή Q ($m^3/232$ d)	Παροχή Q (m^3/day)	Παροχή Q (L/d)
41081,1	177,1	177073,7

Ισχύουν οι σχέσεις:

$$V = \frac{Q * [COD_{in}]}{OLR} \quad 4.3. \quad , \quad HRT = \frac{V}{Q} \quad 4.4.$$

Όπου V ο όγκος αντιδραστήρα και HRT ο υδραυλικός χρόνος παραμονής

Πίνακας 4.11: Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού Αντιδραστήρων UASB

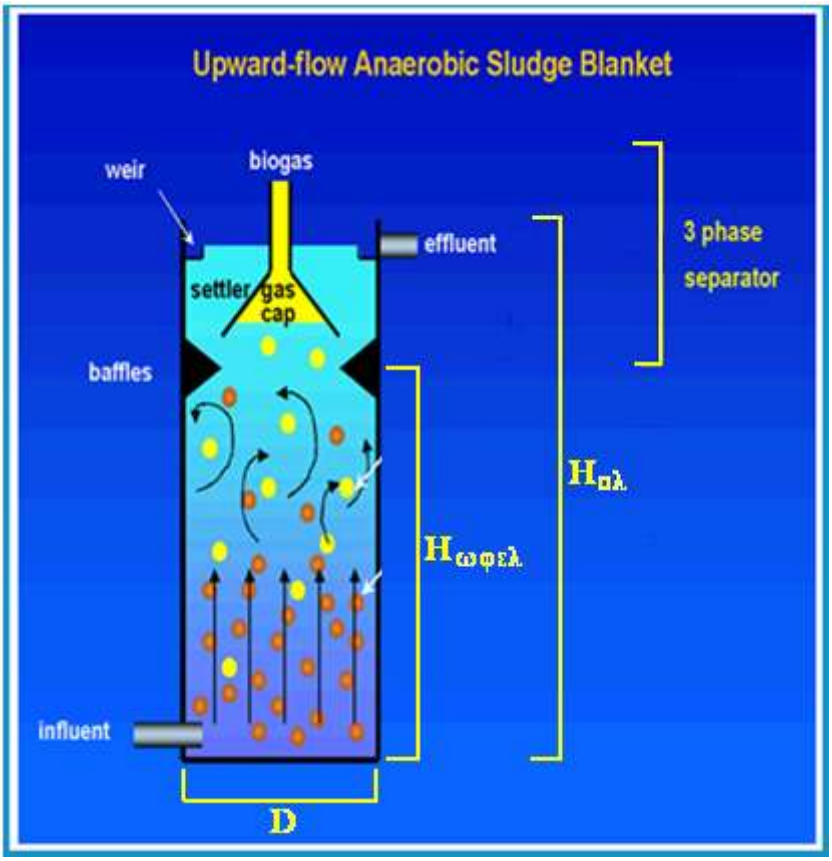
----------	Όγκος Αντιδραστήρα V	Χρόνος Παραμονής HRT
Δυτική Μονάδα	1090 m^3	7 day
Ανατολική Μονάδα	1244 m^3	7 day

Από τους όγκους των αντιδραστήρων εξάγονται οι διαστάσεις των κυλινδρικών αντιδραστήρων που θα χρησιμοποιήσουμε. Λόγω του ότι οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν ακέραιους αριθμούς για τις διαστάσεις των αντιδραστήρων, θέσαμε και εμείς ακέραιους αριθμούς για τις διαστάσεις των αντιδραστήρων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνει λίγο ο όγκος των αντιδραστήρων και κατ' επέκταση ο χρόνος παραμονής HRT (Πίνακας 4.12.).

Πίνακας 4.12: Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού Αντιδραστήρων UASB με Προσαρμογή στα Κατασκευαστικά Χαρακτηριστικά

--------	Ύψος Αντιδραστήρα H	Διάμετρος Αντιδραστήρα D	Όγκος Αντιδραστήρα V	Χρόνος Παραμονής HRT
Δυτική Μονάδα	10 m	12 m	1131 m^3	7,3 day
Ανατολική Μονάδα	11 m	12 m	1244 m^3	7,0 day

Οι όγκοι του Πίνακα 4.12. είναι οι όγκοι που λαμβάνει χώρα η αναερόβια βιολογική διεργασία. Στην πραγματικότητα οι αντιδραστήρες είναι μεγαλύτεροι γιατί περιέχουν και το σύστημα διαχωρισμού τριών φάσεων (υγρή-στερεή-αέρια). Έτσι, τίθεται το "Ολικό Ύψος Αντιδραστήρα" δύο μέτρα μεγαλύτερο από το "Ωφέλιμο Ύψος Αντιδραστήρα" και προκύπτει και το μέγεθος "Ολικός Όγκος Αντιδραστήρα" που διαφέρει από τον "Ωφέλιμο Όγκο Αντιδραστήρα" (Εικόνα 4.11.). Τα μεγέθη H και V του Πίνακα 4.12 είναι τα ωφέλιμα μεγέθη. Ο χρόνος παραμονής υπολογίζεται βάσει του ωφέλιμου όγκου γιατί η διεργασία λαμβάνει χώρα μόνο στον ωφέλιμο όγκο.



Εικόνα 4.11: Αναγνώριση Διαστάσεων Αντιδραστήρα UASB

Συγκεντρωτικά

Πίνακας 4.13: Τυπικά Χαρακτηριστικά Τεχνικής UASB

Οργανική Φόρτιση COD OLR	$[COD_{in}]$	Μείωση COD	$[COD_{out}]$
11 g/(L*day)	77,3 g/L	90 %	7,7 g/L

Πίνακας 4.14: Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού Αντιδραστήρων UASB Δυτικής Μονάδας

Μέγεθος	Τιμή
Παροχή Q	155,1 m^3/day
Ύψος Τοιχωμάτων $H_{ωφελ}$	10 m
Διάμετρος Αντιδραστήρα D	12 m
Ωφέλιμος Όγκος $V_{ωφελ}$	1090 m^3
Χρόνος Παραμονής HRT	7,3 day
Ολικό Ύψος Αντιδραστήρα $H_{ολ}$	12 m
Ολικός Όγκος Αντιδραστήρα $V_{ολ}$	1131 m^3

Πίνακας 4.15: Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού Αντιδραστήρων UASB Ανατολικής Μονάδας

Μέγεθος	Τιμή
Παροχή Q	177,1 m^3/day
Ύψος Τοιχωμάτων $H_{ωφελ}$	11 m
Διάμετρος Αντιδραστήρα D	12 m
Ωφέλιμος Όγκος $V_{ωφελ}$	1244 m^3
Χρόνος Παραμονής HRT	7,0 day
Ολικό Ύψος Αντιδραστήρα $H_{ολ}$	13 m
Ολικός Όγκος Αντιδραστήρα $V_{ολ}$	1244 m^3

Β) Υγροβιότοποι SFS

Για τον υπολογισμό των διαστάσεων του τεχνητού υγροβιότοπου χρησιμοποιούνται τα τυπικά χαρακτηριστικά του Πίνακα 4.16. και οι σχέσεις που ακολουθούν.

Πίνακας 4.16: Τυπικά Χαρακτηριστικά Τεχνικής Τεχνητών Υγροβιότοπων

Τυπικά Χαρακτηριστικά	Τιμές
Συγκέντρωση Εισόδου στον Υγροβιότοπο $[\mathbf{COD_{in}}]$	7,7 g/L
Συγκέντρωση Εξόδου από τον Υγροβιότοπο $[\mathbf{COD_{out}}]$	1,2 g/L
Σταθερά Κινητικής 1^{ης} Τάξης κατά την Αερόβια Κατανάλωση του Οργανικού Φορτίου $\mathbf{K_T}$	0,25/day
Βάθος Λεκάνης Υγροβιότοπου d	0,6 m
Πορώδες Υποστρώματος Υγροβιότοπου α	0,35
Ταχύτητα Υδραυλικού Φορτίου	15-50 mm/day

$$t' = \frac{-\ln \frac{[COD]_{in}}{[COD]_{out}}}{K_T} \qquad 4.5.$$

Όπου:

t' ο χρόνος κράτησης των αποβλήτων στους πόρους του υποστρώματος του υγροβιότοπου.

$$A = L * W = \frac{t' * Q}{d * \alpha} \qquad 4.6.$$

Όπου:

A η επιφάνεια του υγροβιότοπου

L το μήκος του υγροβιότοπου

W το πλάτος του υγροβιότοπου

$$\frac{15mm}{day} < \frac{Q}{A} < \frac{50mm}{day} \qquad 4.7.$$

Έλεγχος της ταχύτητας του υδραυλικού φορτίου

Αποτελέσματα

Πίνακας 4.17: Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού Υγροβιότοπου Δυτικής Μονάδας

Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού	Τιμή
Χρόνος Κράτησης των Αποβλήτων στους Πόρους του Υποστρώματος t'	7,44 day
Επιφάνεια Υγροβιότοπου A	5600 m^2
Μήκος Υγροβιότοπου L	80 m
Πλάτος Υγροβιότοπου W	70 m
Έλεγχος Ταχύτητας του Υδραυλικού Φορτίου Q/A	27,7 mm/day

Πίνακας 4.18: Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού Υγροβιότοπου Ανατολικής Μονάδας

Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού	Τιμή
Χρόνος Κράτησης των Αποβλήτων στους Πόρους του Υποστρώματος t'	7,44 day
Επιφάνεια Υγροβιότοπου A	6400 m^2
Μήκος Υγροβιότοπου L	80 m
Πλάτος Υγροβιότοπου W	80 m
Έλεγχος Ταχύτητας του Υδραυλικού Φορτίου Q/A	27,7 mm/day

4.3. Ενεργειακό Ισοζύγιο Συστημάτων Επεξεργασίας

Για τη λειτουργία των τεχνητών υγροβιότοπων δεν απαιτείται παροχή κάποιας μορφής ενέργειας. Η αναερόβια βιολογική διεργασία λαμβάνει χώρα σε μεσοφιλικές συνθήκες θερμοκρασίας (30-35 ^{o}C). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι χρειάζεται παροχή ενέργειας στο σύστημα για θέρμανση των αποβλήτων. Στην παράγραφο αυτή θα εξετάσουμε αν η παραγωγή μεθανίου από την αναερόβια βιολογική διεργασία, καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση των αποβλήτων.

Οι απώλειες θερμότητας κατά τη λειτουργία του αντιδραστήρα οφείλονται στη διαφορά θερμοκρασίας που έχει το περιεχόμενο στον αντιδραστήρα απόβλητο με το εισερχόμενο απόβλητο (q_1) και το εξωτερικό περιβάλλον (q_2).

Για την εξαγωγή του θερμικού ισοζυγίου χρησιμοποιούνται οι εξής σχέσεις:

$$q_1 = Q * p * C * (T_1 - T_2) \qquad 4.8.$$

$$q_2 = \sum U_i * A_i * \Delta T_i \qquad 4.9.$$

$$q_3 = Q * \ [COD]_{in} * M * \Pi.M * \Theta.A \qquad 4.10.$$

$$\text{Θερμικό Ισοζύγιο} = q_3 - q_2 - q_1 \qquad 4.11.$$

Οι παράγοντες εξηγούνται κατά την εφαρμογή των σχέσεων. Τα πρόσημα στη σχέση 4.11. εκφράζουν την παραγωγή/κατανάλωση ενέργειας.

4.3.1. Θερμικό Ισοζύγιο Συστήματος UASB στη Δυτική Μονάδα

Α) Απώλειες Θερμότητας Λόγω Διαφοράς Θερμοκρασίας Μεταξύ Περιεχομένου και Εισερχόμενου Αποβλήτου

Παροχή $Q = 155{,}1\ m^3/day$

Πυκνότητα Λυμάτων $p = 1050\ kg/m^3$

Ειδική Θερμότητα Λυμάτων $C = \frac{4200\ J}{kg * {}^oC}$

Θερμοκρασία Περιεχομένου Απόβλητου $T_1 = 32{,}5\ {}^oC$

Θερμοκρασία Εισερχόμενου Απόβλητου $T_2 = 10\ {}^oC$

Απώλειες Θερμότητας $q_1 = Q * p * C * (T_1 - T_2) = 178123\ W$

Β) Απώλειες Θερμότητας Λόγω Διαφοράς Θερμοκρασίας Μεταξύ Περιεχομένου Αποβλήτου και Εξωτερικού Περιβάλλοντος

Η δεξαμενή θα κατασκευαστεί από μπετόν, πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, με μονωμένη στερεή οροφή και τοιχώματα. Έτσι, έχουμε:

Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας Δαπέδου $U_1 = \frac{0{,}72 * W}{m^2 * {}^oC}$

Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας Τοιχωμάτων $U_2 = \frac{0{,}7 * W}{m^2 * {}^oC}$

Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας Οροφής $U_3 = \frac{1{,}4 * W}{m^2 * {}^oC}$

Διάμετρος Αντιδραστήρα $D = 12\ m$

Ύψος Αντιδραστήρα $H = 12\ m$

Εμβαδόν Δαπέδου $A_1 = 113{,}1\ m^2$

Εμβαδόν Τοιχωμάτων $A_2 = 452{,}4\ m^2$

Εμβαδόν Οροφής $A_3 = 113{,}1\ m^2$

Θερμοκρασία Περιεχομένου Απόβλητου $T_1 = 32{,}5\ ^oC$

Θερμοκρασία Αέρα $T_3 = 10\ ^oC$

Θερμοκρασία Εδάφους $T_4 = 12\ ^oC$

Απώλειες Θερμότητας $q_2 = \sum U_i * A_i * \Delta T_i$ =>

=> $q_2 = U_1 * A_1 * (T_1 - T_4) + U_2 * A_2 * (T_1 - T_3) + U_3 * A_3 * (T_1 - T_3)$ =>

=> $q_2 = 1669\ W + 7125\ W + 3563\ W = 12357\ W$

<u>Γ) Ανάκτηση Θερμικής Ενέργειας από το Μεθάνιο</u>

Παροχή $Q = 155{,}1\ m^3/day$

Συγκέντρωση εισόδου COD $[COD]_{in} = 77{,}3\ kg/m^3$

Μείωση COD $M = 90\%$

Παραγωγή Μεθανίου $Π.M = 0{,}325\ m^3/kg\ COD$

Θερμαντική Αξία Μεθανίου $Θ.A = 35800\ kJ/m^3$

Παραγωγή Θερμότητας $q_3 = Q * [COD]_{in} * M * Π.M * Θ.A = 1453070\ W$

<u>Δ) Θερμικό Ισοζύγιο</u>

$$\text{Θερμικό Ισοζύγιο} = q_3 - q_2 - q_1 = 1453070\ W - 12357\ W - 178123\ W = \\ = 1262\ kW$$

<u>4.3.2. Θερμικό Ισοζύγιο Συστήματος UASB στην Ανατολική Μονάδα</u>

<u>Α) Απώλειες Θερμότητας Λόγω Διαφοράς Θερμοκρασίας Μεταξύ Περιεχομένου και Εισερχόμενου Αποβλήτου</u>

Παροχή $Q = 177{,}1\ m^3/day$

Πυκνότητα Λυμάτων $p = 1050\ kg/m^3$

Ειδική Θερμότητα Λυμάτων $C = \frac{4200\ J}{kg * ^oC}$

Θερμοκρασία Περιεχομένου Απόβλητου $T_1 = 32{,}5\ ^oC$

Θερμοκρασία Εισερχόμενου Απόβλητου $T_2 = 10\ ^oC$

Απώλειες Θερμότητας $q_1 = Q * p * C * (T_1 - T_2) = 203388\ W$

<u>Β) Απώλειες Θερμότητας Λόγω Διαφοράς Θερμοκρασίας Μεταξύ Περιεχομένου Αποβλήτου και Εξωτερικού Περιβάλλοντος</u>

Η δεξαμενή θα κατασκευαστεί από μπετόν, πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, με μονωμένη στερεή οροφή και τοιχώματα. Έτσι, έχουμε:

Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας Δαπέδου $U_1 = \frac{0{,}72 * W}{m^2 * {}^oC}$

Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας Τοιχωμάτων $U_2 = \frac{0{,}7 * W}{m^2 * {}^oC}$

Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας Οροφής $U_3 = \frac{1{,}4 * W}{m^2 * {}^oC}$

Διάμετρος Αντιδραστήρα $D = 12\ m$

Ύψος Αντιδραστήρα $H = 13\ m$

Εμβαδόν Δαπέδου $A_1 = 113{,}1\ m^2$

Εμβαδόν Τοιχωμάτων $A_2 = 490{,}1\ m^2$

Εμβαδόν Οροφής $A_3 = 113{,}1\ m^2$

Θερμοκρασία Περιεχομένου Απόβλητου $T_1 = 32{,}5\ ^oC$

Θερμοκρασία Αέρα $T_3 = 10\ ^oC$

Θερμοκρασία Εδάφους $T_4 = 12\ ^oC$

Απώλειες Θερμότητας $q_2 = \sum U_i * A_i * \Delta T_i =>$

$=> q_2 = U_1 * A_1 * (T_1 - T_4) + U_2 * A_2 * (T_1 - T_3) + U_3 * A_3 * (T_1 - T_3) =>$

$=> q_2 = 1669\ W + 7719\ W + 3563\ W = 12951\ W$

<u>Γ) Ανάκτηση Θερμικής Ενέργειας από το Μεθάνιο</u>

Παροχή $Q = 177{,}1\ m^3/day$

Συγκέντρωση εισόδου COD $[COD]_{in} = 77{,}3\ kg/m^3$

$\text{Μείωση COD M} = 90\%$

$\text{Παραγωγή Μεθανίου Π.Μ} = 0{,}325\ \text{m}^3/\text{kg COD}$

$\text{Θερμαντική Αξία Μεθανίου Θ.Α} = 35800\ \text{kJ/m}^3$

$\text{Παραγωγή Θερμότητας } q_3 = Q * [\text{COD}]_{\text{in}} * M * \text{Π.Μ} * \text{Θ.Α} = 1659179\ \text{W}$

Δ) Θερμικό Ισοζύγιο

$$\text{Θερμικό Ισοζύγιο} = q_3 - q_2 - q_1 = 1659179\ \text{W} - 12951\ \text{W} - 203388\ \text{W} = \\ = 1443\ \text{kW}$$

4.3.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Ενεργειακού Ισοζυγίου

Πίνακας 4.19: Θερμικό Ισοζύγιο Μονάδων

--------	**Θερμικό Ισοζύγιο**
Δυτική Μονάδα	1262 kW
Ανατολική Μονάδα	1443 kW

Παρατηρούμε ότι το θερμικό ισοζύγιο στις Μονάδες είναι θετικό, άρα η παραγωγή μεθανίου καλύπτει τις θερμικές ανάγκες των διεργασιών.

Το σύστημα επίσης χρειάζεται μηχανική ενέργεια για την ώθηση των αποβλήτων ώστε να ρεύσουν αντίθετα από την κατεύθυνση της βαρύτητας δια μέσου του αντιδραστήρα. Η μηχανική ενεργειακή απαίτηση καλύπτεται επίσης από την παραγωγή του βιοαερίου.

4.4. Κοστολόγηση του Έργου

Η Γενική εξίσωση του κόστους μιας επένδυσης σαν τη δική μας είναι η εξής:

$$\text{Κόστος Επένδυσης} = \text{Πάγιο Κεφάλαιο} + \text{Λειτουργικό Κόστος} \qquad 4.12.$$

Όπου:

“Πάγιο Κεφάλαιο” είναι το κόστος κατασκευής των Μονάδων (αγορά οικοπέδων, κτιριακές εγκαταστάσεις, μηχανήματα, όργανα, αγορά βυτιοφόρων κλπ)

“Λειτουργικό Κόστος” το κόστος λόγω κατανάλωση ενέργειας, πρώτων υλών, μισθοδοσία προσωπικού κλπ.

Το λειτουργικό κόστος των συστημάτων UASB οφείλεται κυρίως στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση των αποβλήτων και στην κατανάλωση ενέργειας της αντλίας. Όπως αναφέραμε στην Παράγραφο 4.3., οι ενεργειακές απαιτήσεις των αντιδραστήρων θα καλύπτονται από την ενεργειακή εκμετάλλευση του βιοαερίου. Έπειτα, το κόστος λειτουργίας των υγροβιότοπων είναι σχεδόν αμελητέο. Έτσι, ο υπολογισμός του κόστους θα αφορά στο κόστος κατασκευής των Μονάδων.

Το κεφάλαιο κατασκευής του έργου μας θα καλυφθεί από τραπεζικό δανεισμό. Σε αυτή την περίπτωση, το πάγιο κεφάλαιο εκφράζεται από τη Σχέση 4.13. και το κόστος επένδυσης ανάγεται σε ετήσια έξοδα, παρ' όλο που αφορά σε πάγια έξοδα.

$$\text{Κόστος Επένδυσης} = \text{Πάγιο Κεφάλαιο} = \frac{\text{I} * \text{Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης}}{\text{V(t)} * \text{t}}$$

4.13.

Όπου:

I το κόστος εγκατάστασης ανά Μονάδα (UASB + υγροβιότοπος + βυτιοφόρο)

"Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης" ο συντελεστής που εκφράζει τους όρους του δανεισμού

t ο χρόνος βάσει του οποίου θέλουμε να εκφράσουμε το κόστος επένδυσης

V(t) ο όγκος των αποβλήτων που εισήλθε στη Μονάδα, στον χρόνο t

4.4.1. Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης

$$\text{Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης} = \frac{\text{r}(1+\text{r})^{\text{N}}}{(1+\text{r})^{\text{N}} - 1} = 0{,}103 \qquad 4.14.$$

Όπου:

r το επιτόκιο = 6%

N ο χρόνος αποπληρωμής του δανείου = 15 χρόνια για τη Μονάδα (αναερόβια χώνευση+ τεχνητός υγροβιότοπος)

4.4.2. Κόστος Εγκατάστασης I

4.4.2.1. Αντιδραστήρες UASB

Στην εργασία των ελαιουργείων έχει γίνει κοστολόγηση των αντιδραστήρων UASB. Από τη Σχέση 4.15. θα αναγάγουμε το κόστος στη σημερινή τιμή ώστε η αξία να παραμείνει ίδια.

$$K_{2014} = K_{2012}(1+\pi)^n = \frac{103{,}48\ €}{m^3 \delta\varepsilon\xi\alpha\mu\varepsilon\nu\acute{\eta}\varsigma} \qquad 4.15.$$

Όπου:

K_{2014} το κόστος κατασκευής του UASB σήμερα

K_{2012} το κόστος κατασκευής του UASB το 2012 = $97{,}54 \frac{€}{m^3 \delta\varepsilon\xi\alpha\mu\varepsilon\nu\acute{\eta}\varsigma}$

π ο πληθωρισμός = 3%

n η χρονική διαφορά παλαιάς και παρούσης αξίας = 2 year

<u>Α) Δυτική Μονάδα</u>

$V_{\text{Αντιδραστήρα}} = 1131\ m^3$

$$\text{Κόστος UASB}_{\text{ΔΥΤΙΚΗ}} = K_{2014} * V_{\text{Αντιδραστήρα}} = 117036\ €$$

<u>Β) Ανατολική Μονάδα</u>

$V_{\text{Αντιδραστήρα}} = 1244\ m^3$

$$\text{Κόστος UASB}_{\text{ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ}} = K_{2014} * V_{\text{Αντιδραστήρα}} = 128729\ €$$

<u>4.4.2.2. Υγροβιότοποι SFS</u>

Το κόστος εγκατάστασης του υγροβιότοπου συνίσταται από το κόστος αγοράς του οικοπέδου και το κόστος κατασκευής του υγροβιότοπου. Τα δεδομένα για την κατασκευή του υγροβιότοπων είναι αυτά της κατασκευής υγροβιότοπων αστικών λυμάτων. Έτσι, θεωρούμε ότι το COD που εισέρχεται στον υγροβιότοπο έχει την τιμή COD των αστικών λυμάτων, 6 ισοδύναμοι κάτοικοι παράγουν $1m^3/day$ απόβλητα και το κόστος κατασκευής είναι 300 €/ισοδύναμο κάτοικο (Σχέση 4.16.).

$$\text{Κόστος Κατασκευής} = \frac{6 * day * Q * 300\ €}{m^3} \qquad 4.16.$$

$$\text{Κόστος Γης} = 8€/m^2$$

A) Δυτική Μονάδα

Επιφάνεια Υγροβιότοπου $A = 5600\ m^2$

Παροχή $Q = 155{,}1\ m^3/day$

$\text{Κόστος Υγροβιότοπου}_{\text{ΔΥΤΙΚΗ}} = \text{Κόστος Γης} * \text{Επιφάνεια Υγροβιότοπου} +$

$+\text{Κόστος Κατασκευής} = 44800€ + 279180€ = 323980€$

B) Ανατολική Μονάδα

Επιφάνεια Υγροβιότοπου $A = 6400\ m^2$

Παροχή $Q = 177{,}1\ m^3/day$

$\text{Κόστος Υγροβιότοπου}_{\text{ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ}} = \text{Κόστος Γης} * \text{Επιφάνεια Υγροβιότοπου} +$

$+\text{Κόστος Κατασκευής} = 51200€ + 202680€ = 318780€$

4.4.3. Αποτελέσματα Κοστολόγησης

A) Δυτική Μονάδα

Κόστος UASB $= 117036$ €

Κόστος Υγροβιότοπου $= 323980$ €

Κόστος Βυτιοφόρου (μεταχειρισμένο) $= 30000$ €

Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης $= 0{,}103$

$Q = 35986{,}4\ m^3/232\ day$

$t = 232\ day$

$V(t) = 35986{,}4\ m^3$

$$\text{Κόστος Επένδυσης} = \frac{I * \text{Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης}}{V(t) * t} =$$

$$= \frac{(\text{Κόστος UASB} + \text{Κόστος Υγροβιότοπου} + \text{Κόστος Βυτιοφόρου}) * 0{,}103}{35986{,}4\ m^3 * 232\ day} =>$$

$$=> \text{Κόστος Επένδυσης} = 1{,}35\ €/(m^3 * 232\ day)$$

$$\text{Κόστος Δυτικής Μονάδας στην Παρούσα Αξία} =$$

$$= \text{Κόστος UASB} + \text{Κόστος Υγροβιότοπου} + \text{Κόστος Βυτιοφόρου} =$$
$$= 117036\ € + 323980\ € + 30000\ € = 471016\ €$$

Β) <u>Ανατολική Μονάδα</u>

Κόστος UASB $= 128729$ €

Κόστος Υγροβιότοπου $= 318780$ €

Κόστος Βυτιοφόρου (μεταχειρισμένο) $= 30000$ €

Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης $= 0{,}103$

$Q = 41081{,}1\ m^3/232\ day$

t = 232 day

$V(t) = 41081{,}1\ m^3$

$$\text{Κόστος Επένδυσης} = \frac{I * \text{Συντελεστής Απόδοσης Επένδυσης}}{V(t) * t} =$$

$$= \frac{(\text{Κόστος UASB} + \text{Κόστος Υγροβιότοπου} + \text{Κόστος Βυτιοφόρου}) * 0{,}103}{41081{,}1\ m^3 * 232\ day} =>$$

$$=> \textit{Κόστος Επένδυσης} = 1{,}20\ €/(m^3 * 232\ day)$$

$$\text{Κόστος Ανατολικής Μονάδας στην Παρούσα Αξία} =$$

$$= \text{Κόστος UASB} + \text{Κόστος Υγροβιότοπου} + \text{Κόστος Βυτιοφόρου} =$$

$$= 128729\ € + 318780\ € + 30000\ € = 477509\ €$$

<u>Γ) Συγκεντρωτικά</u>

Πίνακας 4.20: Συνολικό Κόστος Έργου στην Παρούσα Αξία

----------	**Δυτική Μονάδα**	**Ανατολική Μονάδα**	**Έργο**
Κόστος UASB (€)	117036	128729	--------
Κόστος Υγροβιότοπων (€)	323980	318780	--------
Κόστος Βυτιοφόρου (€)	30000	30000	--------
Σύνολο (€)	471016	477509	**948525**

Πίνακας 4.21: Κόστος Έργου ανά Περίοδο Λειτουργίας (232 ημέρες)

---------	**Δυτική Μονάδα**	**Ανατολική Μονάδα**	**Έργο**
Κόστος $(€/\mathbf{m^3}/\mathbf{232}\ \boldsymbol{day})$	1,35	1,20	--------
Κόστος $(€/\mathbf{232\ day})$	48582	49297	**97879**

4.4.4. Κόστος ανά Τυροκομείο

Κρίνουμε σκόπιμο να αναγνώσουμε το κόστος που θα πρέπει να αναλάβει κάθε τυροκομείο στην περίπτωση που δεν υπάρχει καμία Κρατική ή Ευρωπαϊκή επιχορήγηση.

Πίνακας 4.22: Κόστος ανά Τυροκομείο (Δυτικά Τυροκομεία)

Τυροκομείο	Παραγωγή Αποβλήτων ανά 232 Ημέρες $(\mathbf{m}^3)$	Κόστος $(€/\mathbf{m}^3/232d)$	Κόστος $(€/232\ \mathbf{d})$	Κόστος $(€/\mu\acute{\eta}\nu\alpha)$
1	956,0	1,35	1291	167
2	2538,1	1,35	3426	443
3	1489,0	1,35	2010	260
4	2538,1	1,35	3426	443
5	1996,6	1,35	2695	349
6	1387,5	1,35	1873	242
7	478,7	1,35	646	84
8	1996,6	1,35	2695	349
9	863,0	1,35	1165	151
10	6057,6	1,35	8178	1057
11	626,0	1,35	845	109
12	981,4	1,35	1325	171
13	593,1	1,35	801	104
14	478,7	1,35	646	84
15	11206,7	1,35	15129	1956
16	593,1	1,35	801	104
19	727,6	1,35	982	127
20	478,7	1,35	646	84

Πίνακας 4.23: Κόστος ανά Τυροκομείο (Ανατολικά Τυροκομεία)

Τυροκομείο	Παραγωγή Αποβλήτων ανά 232 Ημέρες $(\mathbf{m^3})$	Κόστος $(€/\mathbf{m^3}/232\mathbf{d})$	Κόστος $(€/232\ \mathbf{d})$	Κόστος $(€/\mu\acute{\eta}\nu\alpha)$
17	542,6	1,20	651	84
18	1489,0	1,20	1787	231
21	593,1	1,20	712	92
22	727,6	1,20	873	113
23	1002,1	1,20	1203	155
24	324,9	1,20	390	50
25	626,0	1,20	751	97
26	727,6	1,20	873	113
27	727,6	1,20	873	113
28	427,4	1,20	513	66
29	10540,2	1,20	12648	1636
30	1489,0	1,20	1787	231
31	727,6	1,20	873	113
32	999,7	1,20	1200	155
33	478,7	1,20	574	74
34	1489,0	1,20	1787	231
35	1489,0	1,20	1787	231
36	478,7	1,20	574	74
37	1235,2	1,20	1482	192
38	2538,1	1,20	3046	394
39	930,6	1,20	1117	144
40	575,3	1,20	690	89
41	478,7	1,20	574	74
42	324,9	1,20	390	50
43	10118,6	1,20	12142	1570

Έπειτα από κατηγοριοποίηση των τυροκομείων παρατηρούμε ότι το 49% των τυροκομείων επιβαρύνεται με 50 έως 127 ευρώ μηνιαίως. Ένα 16% επιβαρύνεται με 144 έως 192 ευρώ μηνιαίως και από εκεί και πέρα το μηνιαίο κόστος μπορεί να φτάσει και σε ποσό της τάξης των 2000 ευρώ μηνιαίως για τις μεγάλες συνεταιριστικές τυροκομικές μονάδες.

Στους Πίνακες 4.24. και 4.25. παρατίθενται οι μηνιαίες οικονομικές επιβαρύνσεις των τυροκομείων του νομού Ρεθύμνου πιο συγκεκριμένα.

Πίνακας 4.24: Τυροκομεία Δυτικής Μονάδας και Μηνιαία Οικονομική Επιβάρυνση

Α/Α	Επωνυμία	Διεύθυνση (Χωριό)	Μηνιαία Επιβάρυνση (€)
1	Δουρουντουδάκη Μανωλάκη Αικατερίνη	Μυριοκέφαλα	167
2	Αφοι Πλυμάκη Α.Ε.	Αργυρούπολη	443
3	Α.Ε. Ηλιάκης Γεώργιος	Κάτω Μαλάκι	260
4	Α.Β.Ε.Ε. "Πρέβελης"	Μύρθιος	443
5	Κουρμούλης Κων/νος & Σια Ο.Ε.	Αγκουσελιανά	349
6	Γαλακτοκομική Κρήτης Α.Ε.	Σελλιά	242
7	Φρονιμάκης Ιωάννης	Κάτω Ροδάκινο	84
8	Ν. Κραουνάκης & Σια Ο.Ε.	Παλέ Δ.Δ. Κοξαρέ	349
9	Αφοι Τζουρμπάκη Ο.Ε.	Καρίνες	151
10	Ε.Γ.Σ. Ρεθύμνου	Ατσιπόπουλο, Βιολί Χαράκι	1057
11	Βογιατζιδάκη Μαρία	Ρούστικα	109
12	Ριτζάκης Αντώνιος	Αγ. Ανδρέας	171
13	Μενιουδάκης Εμμανουήλ	Κάτω Βαλσαμόνερο	104
14	Σκαλίδης Κων/νος	Γωνιά	84
15	Ε.Γ.Σ. Ρεθύμνου	Τρία Μοναστήρια	1956
16	Γασπαράκης Νικόλαος	Κούμοι	104
19	Κραουνάκη Ζαχαρένια	Βρύσσες	127
20	Ιερωνυμάκης Γεώργιος	Παντάνασσα	84

Πίνακας 4.25: Τυροκομεία Ανατολικής Μονάδας και Μηνιαία Οικονομική Επιβάρυνση

Α/Α	Επωνυμία	Διεύθυνση (Χωριό)	Μηνιαία Επιβάρυνση (€)
17	Δραμιτινού Ιωάννα	Καλογέρου	84
18	Τυροκομική Αμαρίου Α.Ε.	Καλογέρου	231
21	Καλλιγιάννης Αντώνιος	Σκουλούφια, Γρίμπιλα	92
22	Κιαγιάς Χαρίτος	Αγ. Νικόλαος Δ.Δ. Ερφών	113
23	Κοσκινά Νικολέτα	Πρίνος	155
24	Κοτζαμπασάκης Στυλιανός	Λατζιμά Πρίνου	50
25	Βολτυράκη Ελευθερία	Βιράν Επισκοπή	97
26	Κόκκινος Αντώνιος	Πέραμα Μυλοποτάμου	113
27	Ένωση Γεωργικών Συν/σμών Μυλοποτάμου	Πέραμα Μυλοποτάμου	113
28	Μαρή Ελένη	Αχλαδέ Μυλοποτάμου	66
29	Ένωση Γεωργικών Συν/σμών Μυλοποτάμου	Μελιδόνι	1636
30	Κόκκινου Ανθούλα	Σελία Χουμερίου	231
31	Μπικάκης Κων/νος & Σια Ο.Ε.	Νίθαυρις	113
32	Μπικάκης Γεώργιος Στέφανος	Νίθαυρις	155
33	Πατεράκης Εμμανουήλ	Λαμπιώτες	74
34	Κλάδος Κων/νος	Κράνα	231
35	Κόκκινος Δράκος	Κράνα	231
36	Υιοί Ν. Σαπουντζή Ο.Ε.	Μακρυγιάννη Μυλοποτάμου	74
37	Αφοί Παρασύρης Ο.Β.Ε.Ε.	Ζωνιανά	192
38	Κλάδου Στυλιανή	Λιβάδια	394
39	Κλάδος Ευστράτιος & Σια Ο.Ε.	Λιβάδια	144
40	Βάμβουκας Δημήτριος	Λιβάδια	89
41	Στριλιγκάς Βασίλης του Γεωργίου	Απλαδιανά	74
42	Βάμβουκα Μαρία	Απλαδιανά	50
43	Α.Γ.Σ. Ανωγείων "Η Πρόοδος"	Ανώγεια	1570

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα της διπλωματικής εργασίας, τα παρακάτω συμπεράσματα συνάγονται:

- Στην Περιφερειακή Διοίκηση Ρεθύμνου υπάρχουν 43 τυροκομικές μονάδες, οι οποίες παράγουν $77067{,}5\ \mathrm{m}^3$ υγρών αποβλήτων κατά την περίοδο λειτουργίας τους (232 ημέρες ανά έτος).
- Στο προτεινόμενο σχέδιο εξετάζεται η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων τυροκομείων σε δύο Μονάδες, τις αποκαλούμενες Δυτική και Ανατολική με παροχές εισόδου 155,1 και 177,1 κυβικών μέτρων αποβλήτων ημερησίως αντίστοιχα.
- Κάθε Μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων αποτελείται από έναν αντιδραστήρα αναερόβιας ιλύος ανοδικής ροής και έναν τεχνητό υγροβιότοπο υποεπιφανειακής ροής (SFS).
- Η μεταφορά των τυροκομικών αποβλήτων προς τις Μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων θα γίνεται με δύο βυτιοφόρα οχήματα, ένα για κάθε Μονάδα.
- Οι Μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων θα λειτουργούν κατά την περίοδο λειτουργίας των τυροκομείων (21 Νοεμβρίου έως 10 Ιουλίου).
- Το κόστος κατασκευής των Μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων ανέρχεται σε 948525 €.
- Η κάλυψη των λειτουργικών αναγκών των Μονάδων επεξεργασίας των αποβλήτων, καθώς και οι αποσβέσεις των παγίων εγκαταστάσεων θα γίνονται μέσω της συμμετοχής των τυροκομείων, τα οποία θα μεταφέρουν τα υγρά τους απόβλητα στις Μονάδες προς επεξεργασία. Η επιβάρυνση αυτή ανέρχεται στα 50 έως 127 ευρώ μηνιαίως για το 49% των τυροκομείων. Το υψηλό ποσοστό που καταλαμβάνει αυτή η κατηγορία δυναμικότητας, μας δίνει και την εικόνα της μέσης δυναμικότητας που έχουν τα τυροκομεία του Ρεθύμνου. Η επιβάρυνση δε, κρίνεται αποδεκτή αν σκεφτούμε το γεγονός ότι και σήμερα οι τυροκόμοι υποχρεώνονται να υποβάλουν τα απόβλητά τους σε κάποιας μορφής επεξεργασία, η οποία τους επιβαρύνει με κάποιο κόστος. Έτσι, βλέπουμε ότι τα οφέλη από την κατασκευή του Έργου υπερκαλύπτουν την οικονομική επιβάρυνση που επιφέρει αυτή.

6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Azbar N, Dokgöz FTÇ, Keskin T, Korkmaz KS, Syed HM. Continuous fermentative hydrogen production from cheese whey wastewater under thermophilic anaerobic conditions. Int J Hydrogen Energy 2009;34(17):7441–7.

Blonskaja V, Vaalu T. Investigation of different schemes for anaerobic treatment of food industry wastes in Estonia. Proc Est Acad Sci 2006;55(1):14–28.

Carvalho F, Prazeres A, Rivas FJ. Management of cheese whey wastewater. Revista Indústria e Ambiente; 2012. p. 76. [November/December].

Comino E, Riggio V, Rosso M. Mountain cheese factory wastewater treatment with the use of a hybrid construted wetland. Ecol Eng 2011;37:1673–80.

Dragone G, Mussatto SI, Oliveira JM, Teixeira JA. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. Food Chem 2009;112(4): 929–35.

Ebrahimi A, Najafpour GD, Mohammadi M, Hashemiyeh B. Biological treatment of whey in an UASFF bioreactor following a three-stage RBC. Chem Ind Chem Eng Q 2010;16(2):175–82.

Ergüder TH, Tezel U, Güven E, Demirer GN. Anaerobic biotransformation and methane generation potencial of cheese whey in batch and UASB reactors. Waste Manage 2001;21(7):643–50.

Fang HHP. Treatment of wastewater from a whey processing plant using activated sludge and anaerobic processes. J Dairy Sci 1991;74(6):2015–9.

Farizoglu B, Keskinler B, Yildiz E, Nuhoglu A. Cheese whey treatment performance of an aerobic jet loop membrane bioreactor. Process Biochem 2004;39(12):2283–91.

Farizoglu B, Keskinler B, Yildiz E, Nuhoglu A. Simultaneous removal of C, N, P from cheese whey by jet loop membrane bioreactor (JLMBR). J Hazard Mater 2007;146(1–2): 399–407.

Farnet AM, Prudent P, Cigna M, Gros R. Soil microbial activities in a construted soil reed-bed under cheese-dairy farm effluents. Bioresour Technol 2008;99:6198–260.

Farnet AM, Prudent P, Ziarelli F, Domeizel M, Gros R. Solid state 13CNMR to assess organic matter transformation in a subsurface wetland under cheese-dairy farm effluents. Bioresour Technol 2009;100:4899–902.

Ferchichi M, Crabbe E, Gil GH, Hintz W, Almadidy A. Influence of initial pH on hydrogen production from cheese whey. J Biotechnol 2005;120(4):402–9.

Fox P, Guinee T, Cogan T, McSweeney P. Fundamentals of Cheese Science. USA: Aspen Publishers Inc.; 2000.

Gannoun H, Khelifi E, Bouallagui H, Touhami Y, Hamdi M. Ecological clarification of cheese whey prior to anaerobic digestion in upflow anaerobic filter. Bioresour Technol 2008;99(14):6105–11.

Gavala HN, Kopsinis H, Skiadas IV, Stamatelatou K, Lyberatos G. Treatment of dairy wastewater using an upfow anaerobic sludge blanket reactor. J Agric Eng Res 1999;73(1): 59–63.

Ghaly AE, Kamal MA. Submerged yeast fermentation of acid cheese whey for protein production and pollution potential reduction. Water Res 2004;38(3):631–44.

Ghaly AE, Singh RK. Pollution potential reduction of cheese whey through yeast fermentation. Appl Biochem Biotechnol 1989;22(2):181–203.

Gutiérrez JLR, Encina PAG, Polanco FF. Anaerobic treatment of cheese-production wastewater using UASB reactor. Bioresour Technol 1991;37(3):271–6.

Hawkes FR, Donnelly T, Anderson GK. Comparative performance of anaerobic digesters operating on ice-cream wastewater. Water Res 1995;29(2):525–33.

Janczukowicz W, Zielin ski M, D bowski M. Biodegradability evaluation of dairy effluents originated in selected sections of dairy production. Bioresour Technol 2008;99(10): 4199–205.

Kalyuzhnyi SV, Martinez EP, Martinez JR. Anaerobic treatment of high-strength cheese-whey wastewater in laboratory and pilot UASB-reactors. Bioresour Technol 1997;60(1):59–65.

Lee C, Kim J, Hwang S. Optimization of adenosine 5′-triphosphate extraction for the measurement of acidogenic biomass utilizing whey wastewater. Biodegradation 2006;17(4):347–55.

Malaspina F, Cellamare CM, Stante L, Tilche A. Anaerobic treatment of cheese whey with a downflow-upflow hybrid reactor. Bioresour Technol 1996;55(2):131–9.

Martins RC, Quinta-Ferreira RM. Final remediation of post-biological treated milk whey wastewater by ozone. Int J Chem React Eng 2010;8. [Article A142].

Martins RC, Rossi AF, Castro-Silva S, Quinta-Ferreira RM. Fenton's process for post-biologically treated cheese production wastewaters final remediation. Toxicity assessment. Int J Chem React Eng 2010;8. [Article A84].

Minhalma M, Magueijo V, Queiroz DP, Pinho MN. Optimization of “Serpa” cheese whey nanofiltration for effluent minimization and by-products recovery. J Environ Manage 2007;82(2):200–6.

Pereira CD, Díaz O, Cobos A. Valorization of by-products from ovine cheese manufacture: clarification by thermocalcic precipitation/microfiltration before ultrafiltration. Int Dairy J 2002;12(9):773–83.

Prazeres AR, Carvalho F, Rivas FJ. Cheese whey management: a review. J Environ Manage 2012;110:48–68.

Rektor A, Vatai G.Membrane filtration of mozzarella whey. Desalination 2004;162(1–3): 279–86.

Rivas J, Prazeres AR, Carvalho F, Beltrán F. Treatment of cheese whey wastewater: combined coagulation–flocculation and aerobic biodegradation. J Agric Food Chem 2010;58(13): 7871–7.

Rivas J, Prazeres AR, Carvalho F. Aerobic biodegradation of precoagulated cheese whey wastewater. J Agric Food Chem 2011;59(6):2511–7.

Robbins CW, Lehrsch GA. Effects of acidic cottage cheese whey on chemical and physical properties of a sodic soil. Arid Soil Res Rehabil 1992;6(2):127–34.

Rodgers M, Zhan Xin-Min, Dolan B.Mixing characteristics and whey wastewater treatment of a novel moving anaerobic biofilm reactor. J Environ Sci Health, Part A Toxic/Hazard Subst Environ Eng 2004;A39(8):2183–93.

Saddoud A, Hassaïri I, Sayadi S. Anaerobic membrane reactor with phase separation for the treatment of cheese whey. Bioresour Technol 2007;98(11):2102–8.

Sayedm S, Zanden J, Wijiffels R, Lettinga G. Anaerobic degradation of the various fractions of slaughterhouse wastewater. Biol Waste 1988;23(2):117–42.

Siso MIG. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. Bioresour Technol 1996;57(1):1-11.

Travis MJ, Weisbrod N, Gross A. Decentralized wetland-based treatment of oil rich farm wastewater for reuse in an arid environment. Ecol Eng 2012;30:81–9.

Vasala A, Panula J, Neubauer P. Efficient lactic acid production from high salt containing dairy by-products by Lactobacillus salivarius ssp. salicinius with pre-treatment by proteolytic microorganisms. J Biotechnol 2005;117(4):421–31.

Wildenauer FX, Winter J. Anaerobic digestion of high-strength acidic whey in a pH-controlled up-flow fixed film loop reactor. Appl Microbiol Biotechnol 1985;22(5): 367–72.

Yang K, Yu Y, Hwang S. Selective optimization in thermophilic acidogenesis of cheese-whey wastewater to acetic and butyric acids: partial acidification andmethanation.Water Res 2003;37(10):2467–77.

YorgunMS, Balcioglu IA, Saygin O. Performance comparison of ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis on whey treatment. Desalination 2008;229(1–3):204–16.

Λοιπές Πηγές

1.Ελληνική Βιβλιογραφία

Καλογεράκης Ν. «Βιολογικές Μέθοδοι Εξυγίανσης Περιβάλλοντος» Διδακτικές Σημειώσεις, 2013.

Διαμαντόπουλος Ε. και Μαντζαβίνος Δ. «Στρατηγικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων από Ελαιουργεία στην Κρήτη» Τελική Τεχνική Έκθεση, Κέντρο Καινοτομίας Κρήτης, 2012.

2.Ιστοσελίδες

https://maps.google.com/ (Χάρτες Περιοχής Ενδιαφέροντος)

http://geocommons.com/ (Περιοχές “Natura 2000”)

http://geodata.gov.gr/ (Υδρολογικά Στοιχεία)

http://www.hydroscope.gr/ (Ποταμοί)

3. Επίσημα Αρχεία

Περιφερειακή Ενότητα Ρεθύμνης