Πολυτεχνείο Κρήτης

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Αυτονόμηση Πρότυπου Οικισμού

Φυρίλλας Μιχάλης

Επιβλέπων Καθηγητής: Βασίλειος Γκέκας

Χανιά 2009

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής

Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Βασίλειος Γκέκας

Επιβλέπων Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Πολυτεχνείο Κρήτης

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Γεώργιος Καρατζάς

Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Πολυτεχνείο Κρήτης

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Θεοχάρης Τσούτσος

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών

Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Βασίλειο Γκέκα για την αμέριστη συμπαράστασή του και την βοήθεια που μου έδωσε οποιαδήποτε στιγμή του τη ζήτησα, όπως επίσης και την υπόλοιπη εξεταστική επιτροπή για τις παρατηρήσεις και τις διορθώσεις τους για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για όλα όσα κάνανε για εμένα όλα αυτά τα χρόνια που σπούδαζα. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου και τον αδερφό μου που με υπέμειναν τον καιρό που γινόταν αυτή η εργασία.

Αντί Προλόγου

Η αναζήτηση του ανθρώπου για το «ευ ζειν» τα τελευταία χρόνια οδήγησε στην αυτοκαταστροφή του αλλά και την καταστροφή του περιβάλλοντος του με συνέπεια όχι μόνο να μην βρίσκει το «εύ ζείν» αλλά να βάζει σε κίνδυνο και το «ζειν».

Η ανάγκη για αρμονική συνύπαρξη με το περιβάλλον καθίσταται επιτακτική και θα μπορούσε να αναλυθεί σε δύο συνιστώσες, την «Πρόληψη» και την «Θεραπεία» .Η πρώτη θεωρείτο ανέκαθεν πιο αποτελεσματική από την δεύτερη.

Τα τελευταία χρόνια η οικολογική συνείδηση έχει υιοθετηθεί από μεγάλη μερίδα ανθρώπων. Η ανάπτυξη αυτής της συνείδησης οδήγησε στη χρήση προϊόντων τα οποία δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον.

Στον κατασκευαστικό τομέα η προστασία του περιβάλλοντος επιτυγχάνεται ως επί το πλείστον με τα παθητικά συστήματα μόνωσης για την δημιουργία μη ενεργοβόρων κτιρίων. Για την καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος απαιτούνται πιο δραστικά μέτρα.

Η παρούσα μελέτη εντάσσεται στα πλαίσια της πρόληψης διότι αποσκοπεί στην δημιουργία ενός οικισμού ο οποίος δεν θα κατασπαταλά πόρους όπως τα ύδατα και την ενέργεια, ενώ με ένα σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων/απορριμμάτων επιτυγχάνεται «σχεδόν» μηδενική επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της νοοτροπίας είναι ο οικισμός της Ανάβρας ο οποίος βρίσκεται στα διοικητικά όρια του Ν. Μαγνησίας με τον

Ν. Φθιώτιδας, στον οποίο ο κοινοτάρχης εφάρμοσε μία σειρά από περιβαλλοντικές μεθόδους για την ανάπτυξη του οικισμού αλλά και την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου.

Τομείς της παρούσας μελέτης αποτελούν η διαχείριση της βροχόπτωσης και η συλλογή της, η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, η διαχείριση και επεξεργασία των στερεών απορριμμάτων για συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης η χρήση ανανεώσιμων πηγών για την επίτευξη ενεργειακής αυτονομίας του οικισμού. Τέλος η οικονομική διάσταση της προτεινόμενης εφαρμογής και η εξαγωγή συμπερασμάτων πάνω στην δυνατότητα εφαρμογής της καθώς και κατά πόσο μπορεί να υιοθετηθεί από ιδιώτες και λιγότερο από πιλοτικά προγράμματα.

Η οικονομική διάσταση της μελέτης θα αποδοθεί μέσω του χρόνου απόδοσης κεφαλαίου. Ο όρος αυτός είναι που θα ενισχύσει το επιχείρημα της εγκατάστασης μεθόδων προστασίας του περιβάλλοντος.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1ο

1.1 Εισαγωγή

Η ανάγκη του ανθρώπου για στέγαση έκανε την κοινωνία να δομεί ανεξέλεγκτα χωρίς να λαμβάνει υπόψη της τους ολοένα και φθίνοντες φυσικούς πόρους.

Η συνήθεις πρακτική που εφαρμοζόταν όλα αυτά τα χρόνια ήταν οι άνθρωποι να δομούν χωρίς να υπολογίζουν το κτίσμα σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον αλλά και τους ανθρώπους που κατοικούν μέσα εκεί σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Η καινούργια απαίτηση που δημιουργείται είναι η δημιουργία οικισμών και γενικότερα οικιστικών συνόλων που να μην επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον.

Σύμφωνα λοιπόν με αυτή την απαίτηση είναι επιβεβλημένη η δημιουργία κατοικιών που αφενός να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον, αφετέρου να δημιουργούν κίνητρο προς τους επίδοξους αγοραστές λόγω οικονομικών ελαφρύνσεων που θα προσφέρουν.

1.2 Διαχείριση Απορριμμάτων

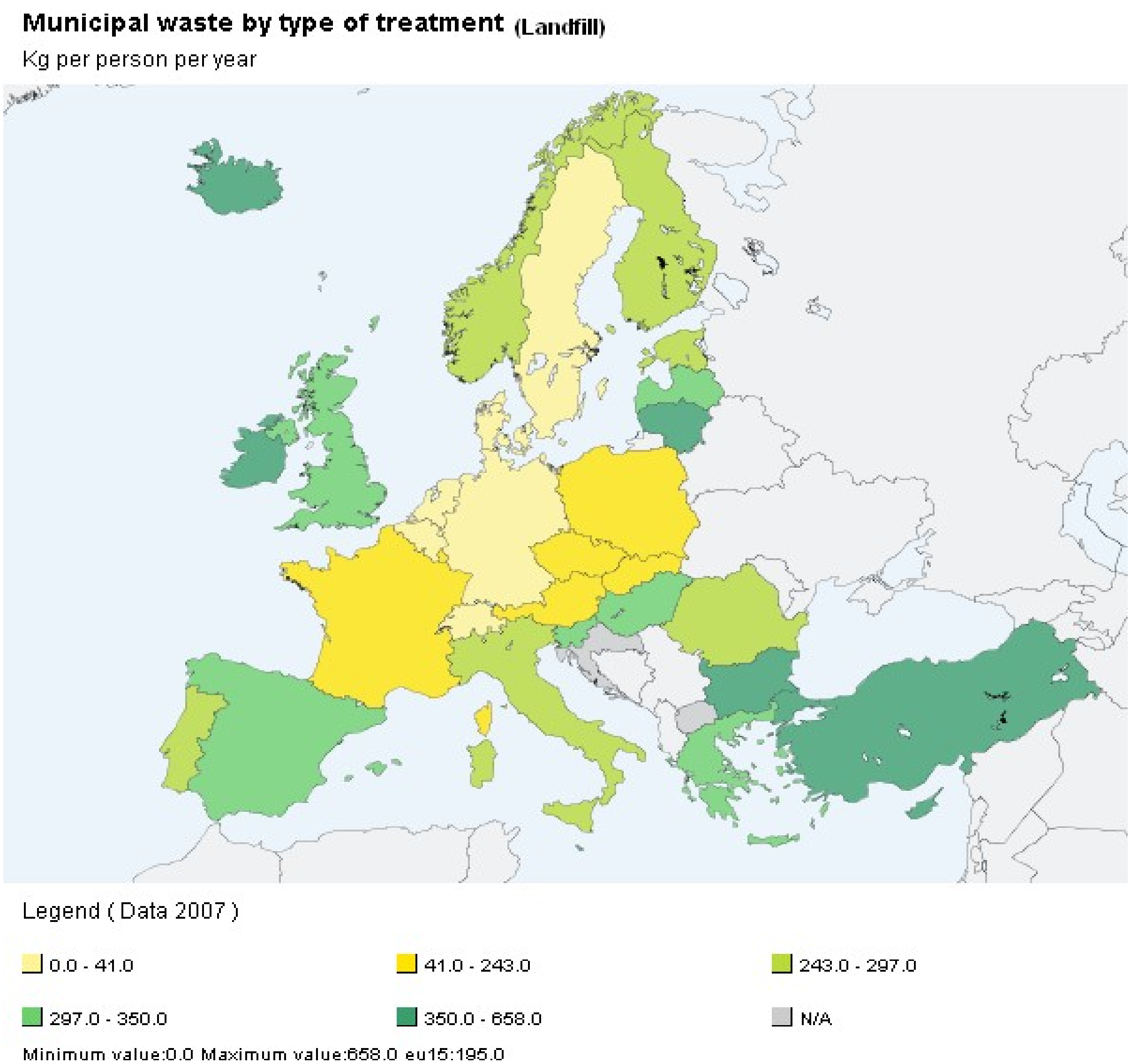
Η συλλογή και επεξεργασία των στερεών απορριμμάτων αποτελούν αρμοδιότητα των τοπικών Δήμων και κοινοτήτων. Ο τρόπος συλλογής αλλά και επεξεργασίας των απορριμμάτων καθορίζεται από την Ευρωπαϊκή και την Εθνική νομοθεσία. Συγκεκριμένα οι Οδηγίες που διέπουν την συλλογή και την επεξεργασία των αστικών απορριμμάτων είναι οι κάτωθι:

- Οδηγία 75/442/ΕΟΚ περί της διαχείρισης στερεών απόβλητων.
- Οδηγία 2000/76/ΕΚ περί της αποτέφρωσης των αποβλήτων.
- Οδηγία 1999/31/ΕΚ περί της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων.

Οι Οδηγίες αυτές ενσωματώθηκαν στο εθνικό δίκαιο με παρακάτω υπουργικές αποφάσεις:

- ΚΥΑ 49541/1424/86 (ΦΕΚ 444/Β/1986)
- ΚΥΑ 82805/2224 (ΦΕΚ 699/Β/1993)
- ΚΥΑ 69728/824/96 (ΦΕΚ 358/Β/1996)
- ΚΥΑ 114218/97 & ΚΥΑ 113944/97 (ΦΕΚ 1016/Β/1997)

Η συνήθεις πρακτική που εφαρμόζεται στην Ελλάδα για την επεξεργασία των στερεών απορριμμάτων είναι η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων σε περιοχές που έχουν επιλεχθεί από τους τοπικούς δήμους. Η πρακτική αυτή δεν θεωρείται αποδεκτή από την Ευρωπαϊκή κοινότητα η οποία θεωρεί αυτή την πρακτική ως την ύστατη επιλογή.



Εικόνα 1.1 Χάρτης κατανομής ανάμεσα στις χώρες της Ε.Ε. σε kg αστικών απορριμμάτων που διατίθενται εδαφικά.

[Πηγή: Eurostat, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SDDS/en/tsien120_base.htm]

1.3 Διαχείριση υγρών αποβλήτων

Με τον όρο απόβλητα θεωρούμε τον σύνολο των υγρών αποβλήτων που παράγονται από τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα υγρά απόβλητα-λύματα δημιουργούνται είτε από αλληλεπίδραση των κατοίκων με το χώρο που κατοικούν είτε από βασικές ανάγκες επιβίωσης του ανθρώπου.

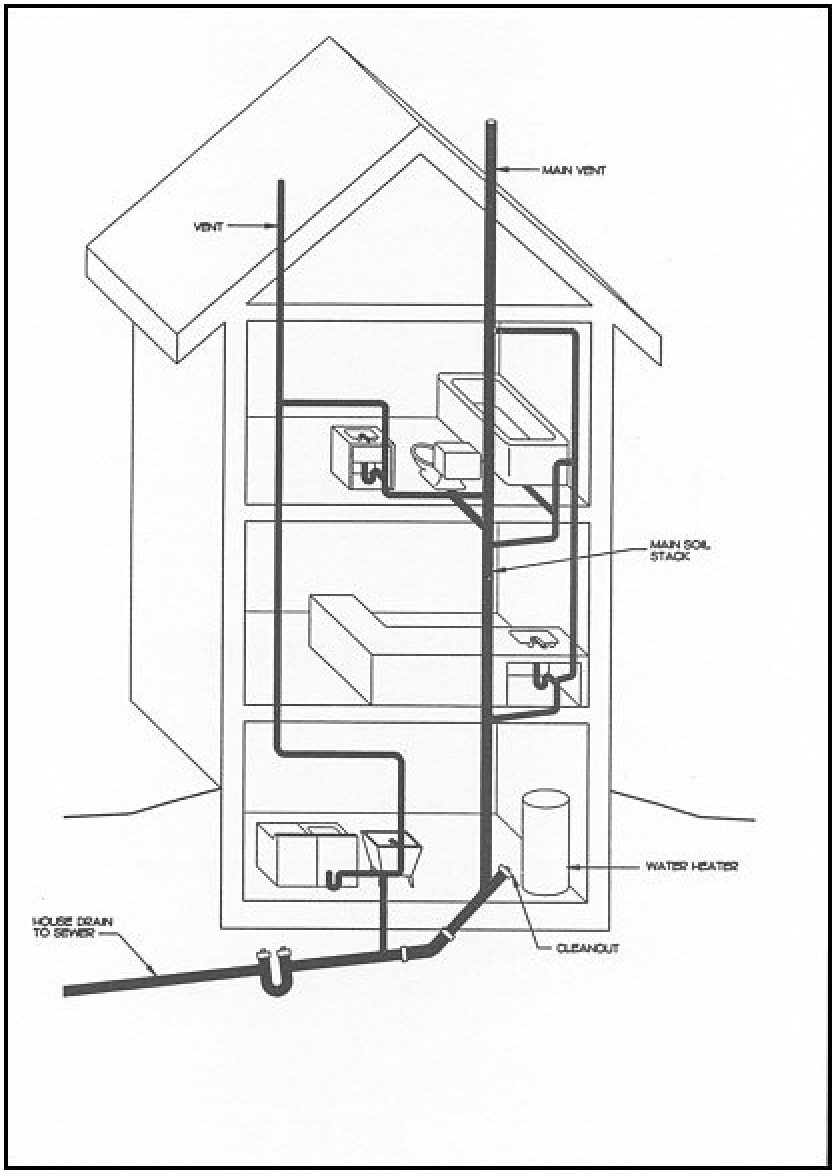
Η συνήθης πρακτική που εφαρμόζεται στον τομέα αυτό από τους κατασκευαστές κατοικιών επικεντρώνεται σε δύο τομείς. Ο πρώτος τομέας είναι σε περίπτωση που ο τοπικός Δήμος έχει οργανωμένο δίκτυο αποχέτευσης συνεπώς το οικιστικό σύνολο συνδέεται με το δίκτυο και τα λύματα καταλήγουν στον τοπικό βιολογικό καθαρισμό. Η δεύτερη πρακτική η οποία εφαρμόζεται είναι στην περίπτωση που δεν υπάρχει οργανωμένο δίκτυο οπότε στο οικόπεδο δημιουργούνται σηπτικές δεξαμενές ή στην χειρότερη περίπτωση βόθροι.

Οι δύο αυτές πρακτικές είναι επιζήμιες για το περιβάλλον, ειδικότερα η δεύτερη καθώς τυχόν διαρροή των λυμάτων θα υποβάθμιζε την ποιότητα του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Και στις δύο περιπτώσεις δεν έχουμε επαρκή περιβαλλοντική προστασία αφού στην περίπτωση του δικτύου αποχέτευσης τα επεξεργασμένα λύματα καταλήγουν στον θαλάσσιο αποδέκτη ενώ όπως προαναφέρθηκε στην περίπτωση της σηπτικής δεξαμενής υπάρχει σοβαρό πρόβλημα υποβάθμισης του υπόγειου ύδατος.

1.4 Διαχείριση Υδάτινων Πόρων

Η διαχείριση υδάτινων πόρων αφορά την μείωση των απαιτήσεων για ύδρευση από τον οικισμό και σε ορισμένες περιπτώσεις η χρησιμοποίηση του νερού από ιδιωτικό βιολογικό καθαρισμό για αρδευτική χρήση.

Η συνήθης πρακτική αφορά την μείωση καταναλώσεων ύδατος από τον οικισμό μέσω χρησιμοποίησης συσκευών μείωσης κατανάλωσης νερού, όπως είναι τα οικονομικά W.C. και μπαταρίες αυξημένης πίεσης.

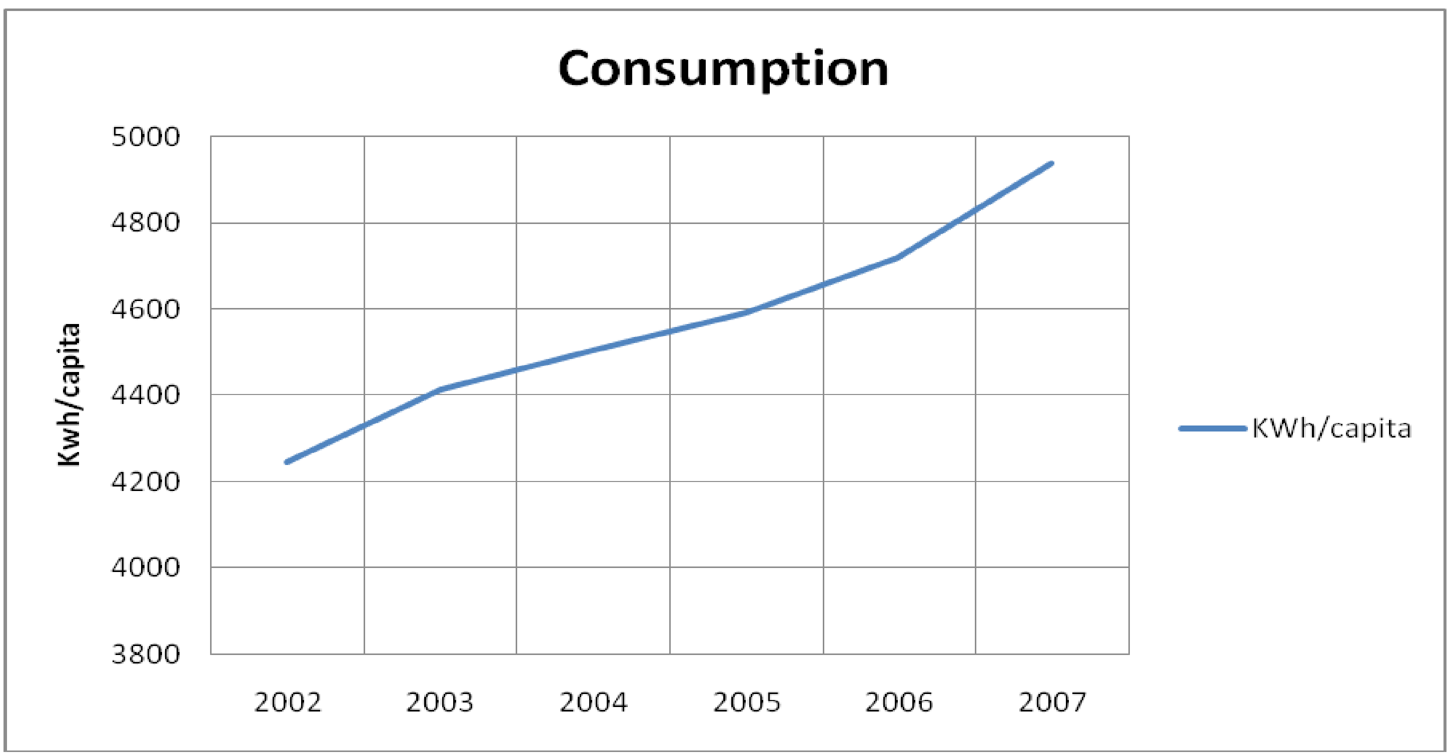


PLUMBING SYSTEM

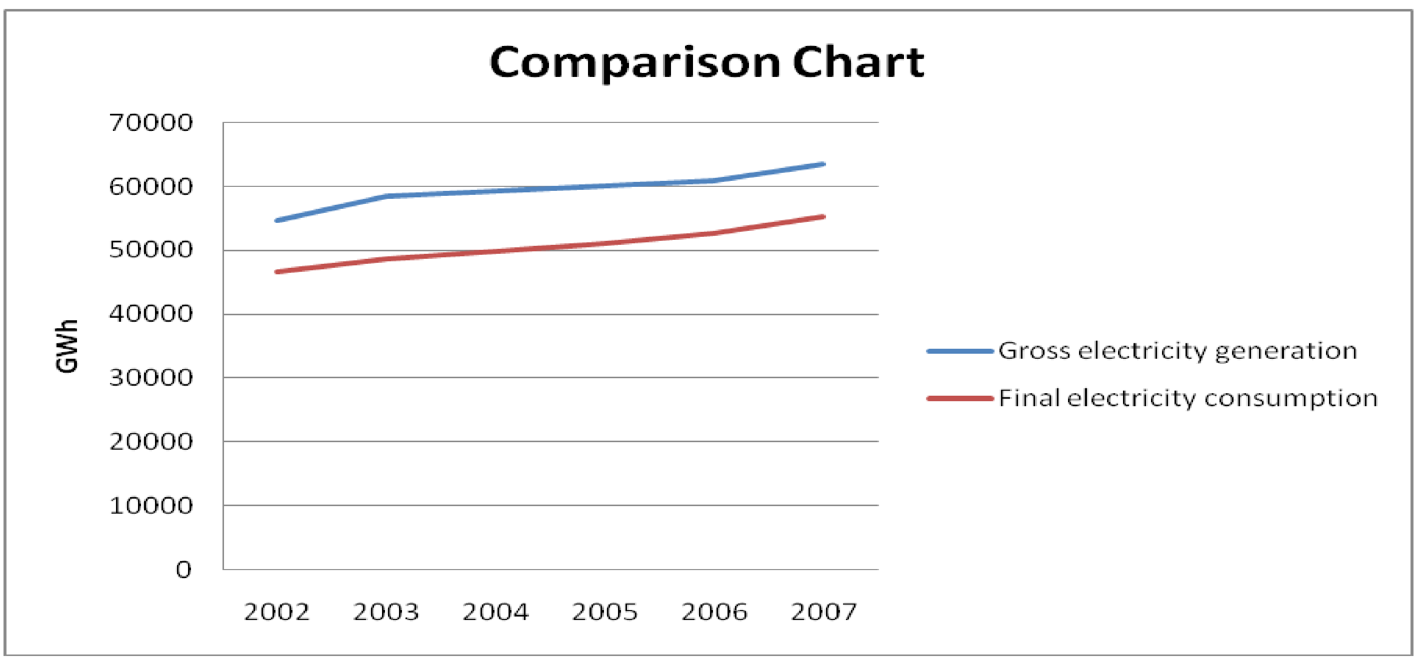
Εικόνα 1.2 Εικόνα υδραυλικής εγκατάστασης κατοικίας

1.5 Διαχείριση Ενέργειας

Η διαχείριση ενέργειας αφορά κυρίως μέτρα για την μείωση της κατανάλωσης και όχι τόσο την παραγωγή ενέργειας. Η πρακτική αυτή εφαρμόζεται κυρίως στον τομέα της τοποθέτηση μονωτικών υλικών για την μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου για ψύξη και θέρμανση. Επίσης τον τελευταίο καιρό έχει υιοθετηθεί αλλαγή συσκευών με άλλες χαμηλότερης ενεργειακής κατανάλωσης.



Πίνακας 1.1 Χρονική μεταβολή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά κάτοικο.(Πηγή: Eurostat, Yearly Statistics 2007, ISSN 1830-7833)



Πίνακας 1.2 Συγκριτικό διάγραμμα χρονικής μεταβολής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. (Πηγή: Eurostat, Yearly Statistics 2007, ISSN 1830-7833)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης των κατασκευών και γενικά της προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έχει θεσπίσει μία σειρά από Οδηγίες στις οποίες τα κράτη- μέλη οφείλουν να συμμορφωθούν. Σημαντικές Οδηγίες σε αυτό τον τομέα είναι η Οδηγία 28/2009 : «…Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από Α.Π.Ε….» και η SAVE 93/76ΕΕ : «…περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και ορίων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων…».

Κεφάλαιο 2ο

2.1 Δεδομένο Πρόβλημα

2.1.1 Περιγραφή Οικισμού

Ο οικισμός βρίσκεται στην ανατολική πλευρά του όρους Πηλίου, στον νομό Μαγνησίας. Η τοποθεσία χαρακτηρίζεται από έντονο ανάγλυφο αλλά και έντονο φυσικό κάλος, λόγο του παρθένου δάσους αλλά και της θέας προς το Αιγαίο πέλαγος.

Εικόνα 2.1 Αεροφωτογραφία της ευρύτερης περιοχής του Νομού Μαγνησίας.

Ο οικισμός είναι ήδη στο στάδιο της κατασκευής συνεπώς η μελέτη αφορά την μετατροπή του σε μερικώς αυτόνομο.

Εικόνα 2.2 Φωτορεαλιστική απεικόνιση του οικισμού.

Γενικά Χαρακτηριστικά :

- Ο οικισμός αποτελείται από 18 κατοικίες, εκ των οποίων οι 5 είναι των 95 m^2, οι 10 των 102 m^2 και οι 3 των 119 m^2.

- Η κάθε κατοικία κατοικείται από 3 άτομα

Συνολικά ο οικισμός καλύπτει μια έκταση 6.716 m^2 και θα κατοικηθεί από 54 άτομα. Στο πλαίσιο αυτής της μελέτης θεωρείται ότι οι κάτοικοι είναι μόνιμοι.

Σχέδιο 2.1 Τομές κατοικιών 95 m^2(αριστερά) και 119 m^2(δεξιά).

Η αυτονόμηση του οικισμού διαιρείται σε τρείς υποκατηγορίες οι οποίες είναι:

- Η διαχείριση των υδάτινων πόρων
- Η διαχείριση των στερεών απορριμμάτων που παράγονται από τον οικισμό
- Η διαχείριση της ενέργειας η οποία θα παράγεται από τον οικισμό

Η διαχείριση των υδάτινων πόρων εφαρμόζεται μέσω της συλλογής του βρόχινου νερού από τις στέγες των κτιρίων, την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και την επανακυκλοφορία του νερού για την κάλυψη των υδατικών αναγκών.

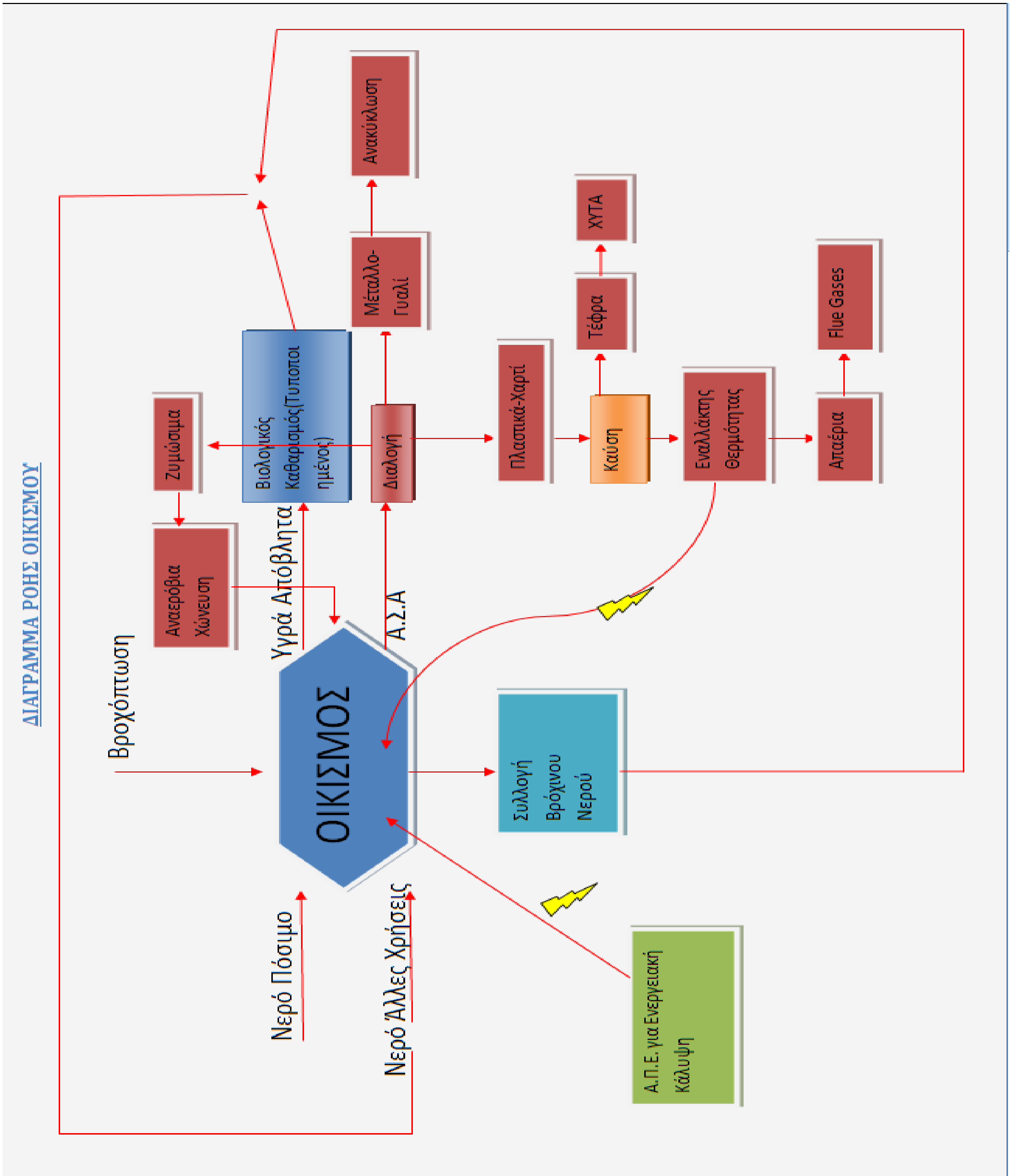
Η διαχείριση των απορριμμάτων επιτυγχάνεται μέσω της θερμικής και βιολογικής επεξεργασίας των απορριμμάτων για την παραγωγή ενέργειας.

Ενώ τέλος για την ενεργειακή αυτονόμηση του οικισμού γίνεται χρήση τόσο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα φωτοβολταικών κυττάρων, όσο και ενεργειακή εκμετάλλευση των στερεών απορριμμάτων.

Επίσης στο πλαίσιο αυτής της εργασίας παρουσιάζεται και μία οικονομική εκτίμηση της αρχικής επένδυσης που απαιτείται και της απόσβεσης που θα έχει.

Αναλυτικά οι προτάσεις παρουσιάζονται παρακάτω, ενώ στα επόμενα κεφάλαια τεκμηριώνεται υπολογιστικά ο σχεδιασμός του οικισμού.

Το διάγραμμα ροής όλων των παραπάνω διεργασιών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ
Βροχόπτωση
ΟΙΚΙΣΜΟΣ
Νερό Πόσιμο
Νερό Άλλες Χρήσεις
Υγρά Απόβλητα
Α.Σ.Α
Αναερόβια Χώνευση
Ζυμώσιμα
Βιολογικός Καθαρισμός(Τυποποιημένος)
Διαλογή
Μέταλλο-Γυαλί
Ανακύκλωση
Πλαστικά-Χαρτί
Καύση
Τέφρα
ΧΥΤΑ
Εναλλάκτης Θερμότητας
Απαέρια
Flue Gases
Συλλογή Βρόχινου Νερού
Α.Π.Ε. για Ενεργειακή Κάλυψη

2.2 Τομείς Μελέτης

2.2.1 Σύστημα συλλογής ομβρίων υδάτων

Η συλλογή του βρόχινου νερού είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια, κατά την μετάβαση του ανθρώπου από την νομαδική ζωή στην ανάπτυξη σταθερών οικισμών και πόλεων, η εύρεση νερού δεν ήταν εύκολη επομένως η βροχή εκμεταλλευόταν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Πρώτοι οι λαοί της Συρίας και της Μεσοποταμίας ανάπτυξαν ένα δίκτυο διαχείρισης του βρόχινου νερού για τις καλλιέργειές τους κατά την Νεολιθική εποχή (5.700-2.800 π.Χ.).

Στον Ελληνικό χώρο ο Μυκηναϊκός και ο Μινωικός πολιτισμός δημιούργησαν οργανωμένο δίκτυο ομβρίων υδάτων για την επαναχρησιμοποίηση του βρόχινου νερού, με την κατασκευή στερνών συλλογής αλλά και ενός ολοκληρωμένου υπογείου δικτύου μεταφοράς του νερού.

Εικόνα 2.3 Αγωγοί μεταφοράς ομβρίων υδάτων στην Έφεσο.

Με παρόμοια τεχνική γίνεται και στην εποχή μας η συλλογή των ομβρίων υδάτων. Τα όμβρια ύδατα συλλέγονται είτε μέσω της επιφανειακής απορροής είτε μέσω αποστραγγιστικών έργων πάνω σε επιφάνειες δομικών στοιχείων.

Η τεχνική που θα μελετηθεί είναι εκείνη των υδρορροών συλλογής του βρόχινου νερού. Η τεχνική αυτή βασίζεται στο φαινόμενο της επιφανειακής απορροής των υδάτων.

Η προσπίπτουσα στις στέγες βροχή συλλέγεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων σε δεξαμενή για την μετέπειτα χρήση του για τις ανάγκες του οικισμού.

2.2.2 Σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Ως αστικά λύματα θεωρούνται όλα τα υγρά απόβλητα που προέρχονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες ενός νοικοκυριού.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (ΚΥΑ 5673/ 400 : Μέτρα και όροι για την διαχείριση αστικών λυμάτων η οποία ενσωματώνει στο ελληνικό δίκαιο την Οδηγία 91/ 271/ ΕΟΚ για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων.) τα αστικά λύματα πρέπει να επεξεργάζονται πριν την τελική τους διάθεση στους αποδέκτες.

Αντίθετα με την συνήθη πρακτική της δημιουργίας σηπτικού βόθρου ή της σύνδεσης με το δίκτυο της αποχέτευσης, προτείνεται η δημιουργία οικιακού βιολογικού καθαρισμού .

Ο βιολογικός καθαρισμός στον συγκεκριμένο οικισμό θα προσφέρει πολλαπλά οφέλη. Αφενός δεν θα επιβαρύνει το περιβάλλον, αφετέρου η επανακυκλοφορία του επεξεργασμένου νερού θα μειώσει την κατανάλωση του νερού από τους κατοίκους.

2.2.3 Επεξεργασία Αστικών Απορριμμάτων

Ως στερεά απόβλητα ορίζονται (α) τα στερεά ή ημιστερεά αντικείμενα τα οποία, κάτω από ορισμένες συνθήκες, δεν έχουν επαρκή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους ώστε αυτός να συνεχίζει να υφίσταται τη δαπάνη ή τη μέριμνα της διατήρησής τους και (β) τα στερεά ή ημιστερεά υλικά που ανακύπτουν ως ανεπιθύμητα υπολείμματα από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών, των εμπορικών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων, των γεωργικών και εξορυκτικών δραστηριοτήτων, κτλ.[Δ.Παναγιωτόπουλος, Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων, 2007]

Η διαχείριση των απορριμμάτων αποτελεί μείζονος σημασίας ζήτημα μιας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια αυτή μπορεί να έχει είτε την μορφή ηλεκτρικής ενέργειας είτε ως λανθάνουσα θερμότητα για την θέρμανση/ψύξη κατοικιών.

Σύσταση Αστικών Απορριμμάτων:

Τα αστικά απορρίμματα χωρίζονται σε επτά (7) κατηγορίες:

- Ζυμώσιμα
- Χαρτί
- Μέταλλο
- Γυαλί
- Πλαστικό
- Δέρμα-Ξύλο-Υφασμα -Λάστιχο (ΔΞΥΛ)
- Λοιπά

Ζυμώσιμα: Περιλαμβάνονται τα υπολείμματα κουζίνας και κήπου.

Χαρτί: Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως χαρτιά και χαρτόνια που προέρχονται κυρίως από έντυπο υλικό και συσκευασίες προϊόντων.

Μέταλλο: Περιλαμβάνεται το σύνολο των μεταλλικών υλικών που απαντώνται στα απορρίμματα. Είναι δόκιμος ένας διαχωρισμός σε σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα (κυρίως λόγω της μαγνητικής ιδιότητας των πρώτων), με τα τελευταία να έχουν ως κυριότερο αντιπρόσωπο το αλουμίνιο. Σε ορισμένες αναλύσεις έχουν εξετασθεί ως ξεχωριστή υποκατηγορία και οι μπαταρίες λόγω της σχετικά υψηλότερης επικινδυνότητάς τους.

Γυαλί: Η διαχείριση αποβλήτου γυαλιού στη χώρα μας πάσχει κυρίως από την έλλειψη υαλουργιών, κυρίως σε περιοχές μακριά από την Αττική. Είναι δόκιμος ο διαχωρισμός σε λευκό, καφέ και πράσινο γυαλί, όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς η παραγωγή καφέ και λευκού γυαλιού απαιτεί υαλότριμμα μόνο του ίδιου χρώματος.

Πλαστικό: Περιλαμβάνεται το σύνολο των πολυμερών απορριμμάτων. Η κατηγορία αυτή γίνεται διαρκώς μεγαλύτερη κατά τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας ως συνέπεια της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών (στροφή σε συσκευασμένα προϊόντα, κ.λπ.). Χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η έντονη ανομοιογένειά της, λόγω των πολλών χρησιμοποιούμενων πολυμερών (π.χ. PVC, PE, PP, PS, PET, ABS, κ.λπ.).

Δέρμα-Ξύλο-Υφασμα -Λάστιχο (ΔΞΥΛ): Χαρακτηρίζονται ως λοιπά καύσιμα

Λοιπά: Στο κλάσμα αυτό καταλήγουν τα υλικά εκείνα που δε μπορούν να κατανεμηθούν σε καμία από τις άλλες κατηγορίες.

Η σύσταση και η ποσότητα των απορριμμάτων εξαρτάται τόσο από γεωγραφικούς αλλά και χρονικούς παράγοντες, ενώ είναι συνάρτηση και του βιοτικού επιπέδου της περιοχής. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται πίνακας στον οποίο αποτυπώνονται η σύσταση των ΑΣΑ στην Ελλάδα με διαφοροποίηση στην περιοχή και την χρονολογία.

Συστατικό	Αθήνα (1985)	Αθήνα (1990)	Μαρκόπουλο (1985)	Θεσ/νίκη (1987)	Ηράκλειο (1987)	Ρόδος (1988)	Χανιά (1991)	Κως	Νάξος (1994)	Καλαμάτα
Ζυμώσιμα	58,8	48,5	60,4	51,7	52,5	43	55,2	37	47	47
Χαρτί	19,2	22	17,8	17,7	17,2	17	18,9	25	21,5	25
Γυαλί	2,5	3,5	2,3	4,1	1,4	14	3,8	12	5,4	3
Πλαστικά	7	10,5	6,8	7,0	14,3	10	8,6	11	10,2	7,5
Μέταλλα	3,75	4,2	4,1	5,9	2,8	10	3,8	5	3,4	3,5
Ράκη	3,5	3,5	4,1	7,6		4	4	5	0	6
Αδρανή	5,55	7,8	4,5	6	11,8	2	5,7	5	12,5	8

Πίνακας 2.1 Σύνθεση Οικιακών απορριμμάτων στην Ελλάδα-Ποσοστιαία κατανομή κατά βάρος [Πηγή: Διαχείριση Στερεών Απορριμμάτων και ιλύος, Α. Κατσίρη, Ε.Μ.Π. 2002]

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον Πίνακα 4.1 είναι πως ανάλογα με το βιοτικό επίπεδο και την αστική ανάπτυξη της περιοχής υπάρχει διαφοροποίηση όσον αφορά το ποσοστό των ζυμώσιμων, χαρτιών, γυαλιών και πλαστικών. Περιοχές οι οποίες είναι περισσότερο αποκεντρωμένες τείνουν να έχουν μεγαλύτερο ποσοστό ζυμώσιμων και λιγότερα ποσοστά πλαστικών, γυαλιών και χαρτιών. Η αστικοποίηση περιοχών προκαλεί μείωση των ζυμώσιμων και αύξηση των υπολοίπων τριών λόγο της αλλαγής των καταναλωτικών συνηθειών.

Η διαχείριση των στερεών απορριμμάτων πραγματοποιείται με την συλλογή, διαχωρισμό και επεξεργασία των στερεών απορριμμάτων που παράγονται από τους κατοίκους του οικισμού.

Προϋπόθεση για την αποτελεσματική λειτουργία αυτού του πλάνου είναι οι κάτοικοι να ακολουθούν κάποιες στοιχειώδης συμβουλές. Οι συμβουλές αυτές είναι ότι η κάθε κατοικία θα έχει τρείς κάδους απόρριψης. Στον ένα κάδο θα συλλέγονται τα ανακυκλώσιμα υλικά, στον δεύτερο θα συλλέγονται τα ζυμώσιμα, δηλαδή τα υπολείμματα των τροφών, και στον τρίτο θα συλλέγονται τα υπόλοιπα απορρίμματα.

Η δημιουργία των τριών ρευμάτων έχει ως στόχο τα ανακυκλώσιμα να στέλνονται σε μονάδες ανακύκλωσης, τα ζυμώσιμα να οδηγούνται σε μονάδα αναερόβιας χώνευσης ώστε να παράγεται βιοαέριο (CH_4 και CO_2), ενώ το τελευταίο ρεύμα θα προορίζεται για την μονάδα θερμικής επεξεργασίας. Οι μονάδες των ρευμάτων των ζυμώσιμων και των αποτεφρώσιμων απορριμμάτων θα είναι εγκατεστημένες εντός του οικισμού ενώ το ρεύμα των ανακυκλώσιμων θα στέλνεται στον πλησιέστερο τοπικό σταθμό μεταφόρτωσης ανακυκλώσιμων υλικών.

2.2.3.1 Μονάδα θερμικής επεξεργασίας Α.Σ.Α

Στην θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων ανήκουν ως επί το πλείστον η Καύση και η Πυρόλυση. Η καύση ή η πυρόλυση επεξεργάζεται απορρίμματα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αδρανοποιηθούν με παράλληλη μείωση του όγκου τους και χρήση της θερμογόνου τιμής τους.

Τα απορρίμματα δεν αποτελούν μια εύκολη καύσιμη ύλη αν λάβει κανείς υπόψη του την ανομοιογενή και όχι σταθερή σύνθεση τους από οργανική και ανόργανη ύλη. Είναι, μια δοκιμασμένη μέθοδος διάθεσης των απορριμμάτων και εφαρμόζεται ως επί το πλείστον σε χώρες οι οποίες αντιμετωπίζουν πρόβλημα χώρου (γης).

Σκοπός της θερμικής επεξεργασίας είναι η ελάττωση του όγκου των απορριμμάτων, η μετατροπή τους σε υλικά μη επιβλαβή για την υγεία και η κατά το δυνατόν εκμετάλλευση της ευρισκόμενης στα απορρίμματα ενέργειας ως θέρμανση, ατμό, ηλεκτρικό ρεύμα, ή καύσιμο υλικό.

Οι πρώτες εγκαταστάσεις καύσης απορριμμάτων κατασκευάσθηκαν στο τέλος του 18ου Αιώνα, στο Νόττινχαμ της Αγγλίας, στο Αμβούργο της Γερμανίας και στο λιμάνι της Νέας Υόρκης. Κατά την περίοδο 1920 -1950 υπήρξε μεγάλη ανάπτυξη στο σχεδιασμό συστημάτων καύσης στην Ευρώπη και ΗΠΑ. Σήμερα η καύση κατέχει παγκοσμίως την δεύτερη θέση στην διάθεση των απορριμμάτων.

Εικόνα 2.4 Κινητός αποτεφρωτήρας.

Η θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων διαθέτει, τρία βασικά πλεονεκτήματα. Πρώτον ελαττώνει κατά πολύ τον όγκο των απορριμμάτων 90% και την μάζα κατά 70%, δεύτερον μπορεί να σχεδιασθεί και, για μικρές και για μεγάλες ποσότητες και τρίτον επιτυγχάνεται ανάκτηση και αξιοποίησης της παραγόμενης ενέργειας. Τα μειονεκτήματα της είναι : Τα υψηλά κόστη κατασκευής και λειτουργίας, η απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού, η μη χρησιμοποίηση (αξιοποίηση) υλικών από τα απορρίμματα, η δυσκολία χρήσης της παραγόμενης θερμότητας, ιδίως σε μικρές εγκαταστάσεις καθώς επίσης και η χρήση των δαπανηρών συστημάτων ελέγχου και παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

2.2.3.2 Μονάδα αναερόβιας επεξεργασίας Α.Σ.Α.

Η μέθοδος αναερόβιας επεξεργασίας (anaerobic digestion), εξετάζει την επεξεργασία του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ σε κλειστούς βιοαντιδραστήρες και κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες.

Ο βασικός στόχος της μεθόδου είναι η ανάκτηση ενέργειας, υπό μορφή μεθανίου. Δευτερεύων στόχος είναι η μείωση του όγκου και του βάρους των αποβλήτων, η βιολογική σταθεροποίησή τους, και η πιθανή ανάκτηση θρεπτικών μέσω της χρήσης του παραγόμενου υπολείμματος ως εδαφοβελτιωτικού.

Το βιοαποδομήσιμο μέρος του οργανικού κλάσματος των ΑΣΑ μετατρέπεται βιολογικά, κάτω από αναερόβιες συνθήκες σε βιοαέριο και σε ένα μερικώς σταθεροποιημένο στερεό υλικό. Η βιολογική μετατροπή πραγματοποιείται σε τρία στάδια, στο καθένα από τα οποία συμμετέχουν διαφορετικές ομάδες μικροοργανισμών: (1) Το στάδιο της υδρόλυσης των βιοπολυμερών. (2) Το στάδιο της οξεογένεσης, δηλαδή παραγωγής πτητικών λιπαρών οξέων από τα προϊόντα του πρώτου σταδίου. (3) Το στάδιο της μεθανιογένεσης, δηλαδή της παραγωγής βιοαερίου από τα προϊόντα του δευτέρου σταδίου.

Συστατικό	Συγκέντρωση (% κ.ο.)
Μεθάνιο (CH_4)	55-60
Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)	35-40
Νερό (H_2O)	2 (20°C) – 7 (40°C)
Υδρόθειο (H_2S)	20-20.000 ppm
Άζωτο (N_2)	<2
Οξυγόνο (O_2)	<2
Υδρογόνο (H_2)	<1
Πυκνότητα (60% CH_4, 38% CO_2, 2% άλλα αέρια)[1]	1,21 kg/m^3
Θερμογόνος δύναμη βιοαερίου[2]	20-25 MJ/Nm^3

Πίνακας 2.2 Τυπικά χαρακτηριστικά βιοαερίου.[Πηγή http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_giannopoulos.pdf]

Η αντίδραση παραγωγής βιοαερίου είναι η παρακάτω:

$C_nH_aO_b$+ ((n-a)/4+b/2) $H_2O \rightarrow$ (n/2-a/8+b/4) CO_2 + (n/2+a/8-b/4) CH_4

[Buswell ET. Mueller 1952]

2.2.4 Συστοιχία φωτοβολταϊκών

Για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του οικισμού θα χρησιμοποιηθούν συστοιχίες φωτοβολταικών συστοιχιών. Ο βασικότερος λόγος της επιλογής αυτής είναι πως τα φωτοβολταικά συστήματα είναι τα πλέον διαδομένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών. Συνεπώς η εγκατάστασή τους θα είναι πιο προσιτή για οικονομικούς αλλά και για λόγους αποδοχής για τους κατοίκους.

Συνοπτικά τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) είναι συστήματα τα οποία εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντάς την σε ηλεκτρική. Τα Φ/Β πλαίσια χωρίζονται ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής τους σε 3 βασικές ομάδες: Πολυκρυσταλλικά, με μέση απόδοση 11-14%, Μονοκρυσταλλικά, με μέση απόδοση 12-16% και σε άμορφα με απόδοση 6-8% αντίστοιχα.

Εικόνα 2.5 Φωτοβολταϊκά ενσωματωμένα σε στέγη κτιρίου.

Ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιούνται χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Αυτόνομα Φ/Β συστήματα και Διασυνδεδεμένα συστήματα. Στα διασυνδεδεμένα συστήματα η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Στα αυτόνομα συστήματα αποθηκεύεται σε μπαταρίες για χρήση σε περιόδους όπου η ηλιοφάνεια δεν είναι αρκετή ή κατά τη διάρκεια της νύχτας.

2.2.5 Διερεύνηση ανταγωνιστικότητας

Η εξέταση ως προς την ανταγωνιστικότητα της πρότασης καθορίζεται από τον προϋπολογισμό του έργου χωρίς τις προτάσεις εφαρμογής και στην συνέχεια με την πρόσθεση των προτάσεων. Σκοπός είναι να ελεχθεί αν μια τέτοια επένδυση θα πετύχαινε απόσβεση της δαπάνης σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα.

Ουσιαστικά το ερώτημα που τίθεται είναι αν η απεξάρτηση από τα δημόσια δίκτυα ύδρευσης(εν μέρει), αποχέτευσης και ηλεκτροδότησης μπορούν να αποσβέσουν το κόστος δαπάνης για την δημιουργία αυτών των εγκαταστάσεων.

Κεφάλαιο 3ο

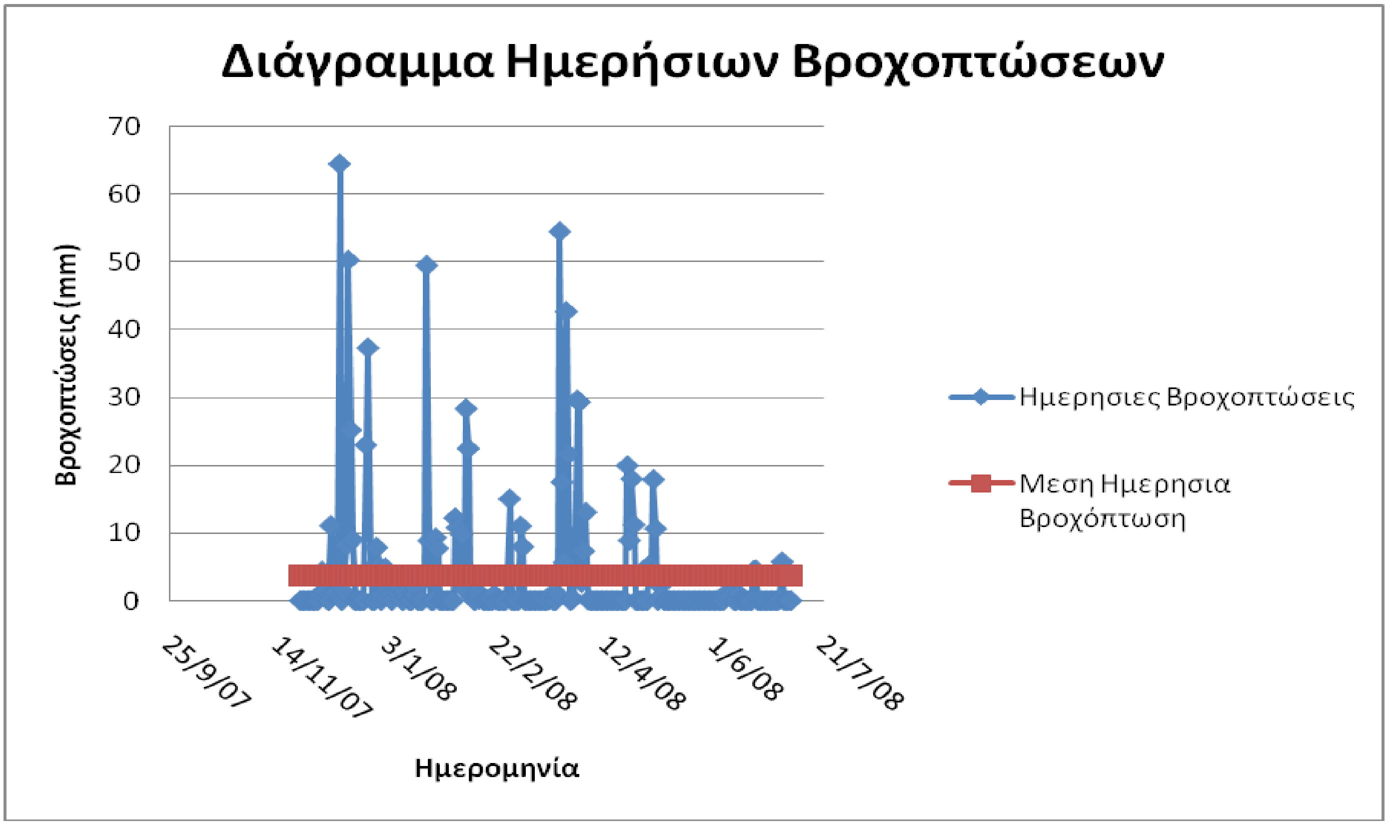
3.1 Υδατική Διαχείριση

3.1.1. Συλλογή Βρόχινου Νερού

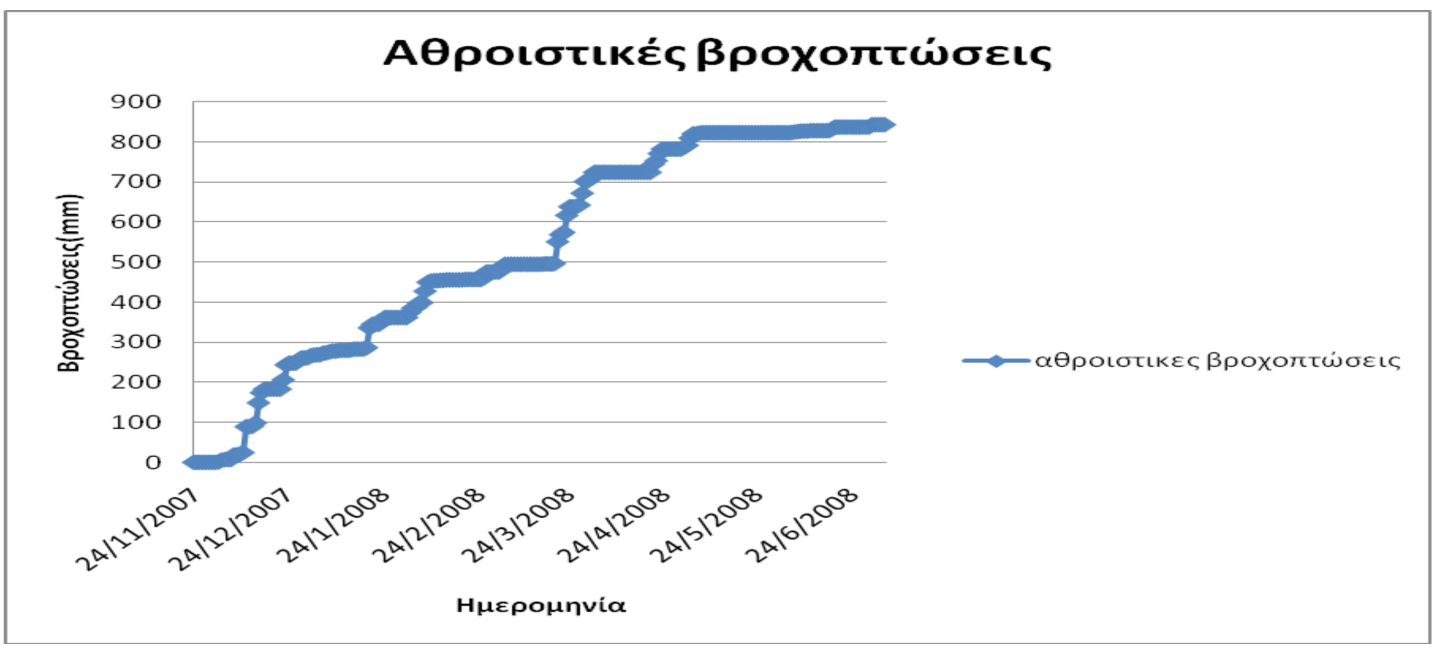
Στις κορυφές των κτιρίων τοποθετούνται αγωγοί συλλογής βρόχινου νερού οι οποίοι έχουν στόχο την εξοικονόμηση του νερού που χρησιμοποιείται για τις οικιακές χρήσεις. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αλλά και η ποσότητα του συλλεχθέντος νερού αποτελούν τα κριτήρια που θα καθορίσουν τον τρόπο διανομής του νερού αλλά και τους τρόπους που θα μπορεί να αξιοποιηθεί.

3.1.1.1 Ποσότητα Υδατόπτωσης

Η ευρύτερη περιοχή του Πηλίου αποτελεί μια αξιόλογη, όσον αφορά το υδατικό ισοζύγιο, περιοχή. Ο προσανατολισμός της μελετώμενης περιοχής παρουσιάζει ενδιαφέρον διότι παρουσιάζει έντονη βροχόπτωση ιδιαίτερα του χειμερινούς μήνες όπου παρατηρείται έντονη βροχόπτωση η οποία δίνει μια ποσότητα της τάξης των 800mm βροχής τον χρόνο, με μέγιστη ημερήσια τα 64mm και μέση ετήσια τα 3,73mm.Τα μετεωρολογικά στοιχεία για την ευρύτερη περιοχή της Ζαγοράς Πηλίου παρουσιάζονται στο Παράρτημα. Από τα βροχομετρικά στοιχεία προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα.



Διάγραμμα 3.1. Διάγραμμα Ημερήσιων Βροχοπτώσεων.



Διάγραμμα 3.2. Διάγραμμα Αθροιστικών Βροχοπτώσεων

Από τα βροχομετρικά στοιχεία και τα διαγράμματα σχεδιάζεται το σύστημα σωληνώσεων συλλογής του βρόχινου νερού για μέγιστη ποσότητα βροχόπτωσης και η δεξαμενή αποθήκευσης θα σχεδιαστεί για την ετήσια αθροιστική βροχόπτωση.

3.1.1.2 Ποσότητα Συγκεντρώσιμης Υδατόπτωσης

Η ποσότητα της συγκεντρώσιμης υδατόπτωσης υπολογίζεται από τον τύπο:

*Συλλογή Νερού= Ετήσια Βροχόπτωση *Καθαρή επιφάνεια στέγης* Δείκτης απορροής στέγης*

Ετήσια Βροχόπτωση:

Είναι η ετήσια αθροιστική βροχόπτωση. Σύμφωνα με τα βροχομετρικά στοιχεία είναι τη τάξης των 844 mm ή 844 L/m^2.

Δείκτης απορροής στέγης:

Δείκτης που σχετίζεται με την με τα υλικά κατασκευής της στέγης και τη γεωμετρία της.

Για δίρριχτες ή επίπεδες στέγες η τιμή είναι 0,75, ενώ για επίπεδα δώματα με χαλίκι η τιμή είναι 0,40-0,60.

Καθαρή επιφάνεια στέγης:

Η επιφάνεια στέγης που συνδέεται με τις υδρορροές και αντιστοιχεί στην επιφάνεια της κατοικίας.

Γνωρίζουμε ότι το συγκρότημα αποτελείται από 10 κατοικίες των 102 m^2, 5 κατοικίες των 95 m^2 και 3 κατοικίες των 119 m^2. Συνεπώς η καθαρή επιφάνεια των στεγών είναι **1.852 m^2**.

Προκύπτει συνεπώς:

Συλλογή Νερού= 844 L/m^2 * 1852 m^2 * 0.75= 1172316 L ≈ 1.172 m^3.

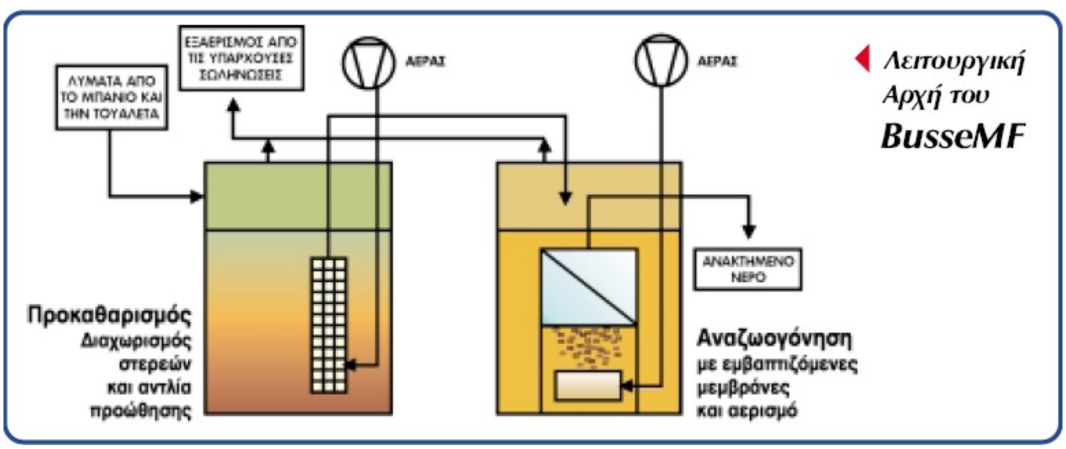
Η τιμή αυτή αποτελεί την ετήσια συλλογή του βρόχινου νερού.

3.1.2 Διαχείριση Λυμάτων

Η διαχείριση των λυμάτων διαμορφώνεται από την Εθνική και την Ευρωπαϊκή νομοθεσία καθορίζοντας τα όρια και τις μεθόδους επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Η εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού επιβάλλεται σε ξενοδοχειακές μονάδες και παραγωγικές μονάδες που παράγουν τοξικά ή εν δυνάμει επικίνδυνα απόβλητα.

Αντίθετα με την συνήθη πρακτική της δημιουργίας σηπτικής δεξαμενής(βόθρου) ή της σύνδεσης με το δίκτυο αποχέτευσης, στον οικισμό θα εγκατασταθεί τυποποιημένος βιολογικός καθαρισμός για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και την επανακυκλοφορία του νερού στο κυρίως σώμα του οικισμού.

Ο βιολογικός καθαρισμός που θα χρησιμοποιηθεί είναι της εταιρίας Busse IS GambH η οποία εδρεύει στην Γερμανία. Ο βιολογικός καθαρισμός τον οποίο κατασκευάζει βασίζεται στην τεχνολογία των μικρομεβρανών και ο οποίος αποτελείται από δύο βυτία διπλών τοιχωμάτων στα οποία συντελούνται δύο στάδια, το στάδιο του προκαθαρισμού και το στάδιο της μικροδιήθησης. Στο στάδιο του προκαθαρισμού το εισερχόμενο απόβλητο διαχωρίζεται από τα στερεά ενώ μια αντλία τα προωθεί στο δεύτερο βυτίο. Εκεί τα λύματα μέσω αερισμού και εμβαπτισμένων μεμβρανών εξέρχονται ώστε να επανακυκλοφορήσουν στο σύστημα υδροδότησης.



Εικόνα 3.1.Σχηματική απεικόνιση της αρχής λειτουργίας του BusseMF [Πηγή: BusseMF MF-HKA5 manual].

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του οικιακού βιολογικού καθαρισμού δίνονται παρακάτω:

Οικιακός Βιολογικός καθαρισμός BusseMF	Τύπος	MF-HKA4	MF-HKA5
Ημερήσια ποσότητα λυμάτων	Άτομα	1 - 4	5 - 8
Ημερήσια ποσότητα ακαθαρσιών	$[m^3/d]$	0,60	1,20
Ημερήσια ποσότητα ακαθαρσιών	[kg BOD_5]	0,24	0,48
Ικανότητα φιλτραρίσματος	[l/h]	48,0	96,0
Εξωτερικές διαστάσεις	Μ/Π/Υ	1,45x1,10x165	2,90x1,10x165
Κατανάλωση ρεύματος *(230V εναλασσόμενο) μικρότερη/μέγιστη*	[kWh/d]	1,8 - 3,0	3,1 - 5,0
Συνολικό ύψος χώρου εγκατάστασης	[m]	2,10	2,10
Χώρος εγκατάστασης *(συμπεριλαμβάνεται ο χώρος συντήρησης)*	[mxm]	1,45x1,80	2,90x1,80
COD - Συγκέντρωση στην εκροή	[mg/l]	<50	<50
BOD_5 - Συγκέντρωση στην εκροή	[mg/l]	<10	<10
Αμμόνιο NH4-N	[mg/l]	<10	<10
Ιζύματα	[ml/l]	<0,1	<0,1
Οδηγία για νερά λουομένων (76/160/ΕΟΚ)	[KBE/ml]	Όρια και πρότυπα τηρούνται	
Νερό για πότισμα κατά DIN 19650	{KBE/ml]	Κατηγορία καταλληλότητας 2,3 και 4	

Εικόνα 3.2. Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών του οικιακού βιολογικού καθαρισμού BusseMF όπως παρουσιάζονται στο διαφημιστικό φυλλάδιο της εταιρίας.

Ο οικισμός θα κατοικείται από 54 άτομα τα οποία παράγουν 0,2 m^3/day*κάτοικο υγρών αποβλήτων, συνεπώς ο οικισμός παράγει συνολικά 10,8 m^3/day υγρά απόβλητα. Από τις ημερήσιες ποσότητες ακαθαρσιών που μπορεί να δεχτεί ο βιολογικός(=1,2 m^3/day) υπολογίζεται ότι θα πρέπει να αγοραστούν 9 τεμάχια του μοντέλου MF-HKA5.

Από τις προδιαγραφές του βιολογικού προκύπτει ότι θα παράγονται ημερησίως 2.304 l/day ή 2,304 m^3/day επεξεργασμένου νερού το οποίο θα καταλήγει στην δεξαμενή συγκέντρωσης μαζί με την ποσότητα του βρόχινου νερού.

3.1.2.1 Διαχείριση Ιλύος

Η ιλύς του βιολογικού καθαρισμού θα στέλνεται για περεταίρω επεξεργασία. Η ποσότητα της ιλύος που θα προκύψει θα μεταφερθεί στην μονάδα αναερόβιας χώνευσης ώστε να γίνει η αναερόβια χώνευση για την παραγωγή μεθανίου.

Από τις προδιαγραφές του βιολογικού καθαρισμού όπως φαίνονται και στο παράρτημα, είναι της τάξης των 0,36kg/day. Η τιμή αυτή είναι αρκετά μικρή και αποτελεί το πλεονέκτημα της εταιρίας προς τις ανταγωνίστριες εταιρίες.

Παρόλα αυτά η διαδικασία της αναερόβιας θα δειχθεί και την ιλύ του βιολογικού καθαρισμού όχι μόνο για την ενεργειακή εκμετάλλευση της αλλά θα αποτελεί και μία μέθοδο διαχείρισης των υπολειμμάτων του βιολογικού καθαρισμού.

3.1.3 Ποσότητα ανακυκλούμενου-συγκεντρώμενου νερού

Στις προηγούμενες παραγράφους υπολογίστηκε η ποσότητα του νερού που συλλέγεται από την βροχόπτωση και η ποσότητα του νερού που επεξεργάζεται από τον βιολογικό καθαρισμό. Υπολογίζεται λοιπόν η συνολική ποσότητα του νερού που συλλέγεται.

Συλλογή βρόχινου: *1.172,313 m^3/year*

Επεξεργασία υγρών λυμάτων: 2,304 m^3/day=*840,96 m^3/year*

Συνολικά λοιπόν εκμεταλλεύονται ≈**2.013 m^3/year**.

3.2 Υδατικές Απαιτήσεις

Οι υδατικές απαιτήσεις εξαρτώνται τόσο από το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων, όσο και από την έκταση της κατοικίας και του κήπου.

	Υδατικές Απαιτήσεις ανά κάτοικο	Υδατικές Απαιτήσεις για πότισμα κήπου ανά m^2
L/day	220	-
L/year	80.300	50

Πίνακας 3.1. Πίνακας ετήσιων και ημερήσιων υδατικών απαιτήσεων

Στον παραπάνω πίνακα θεωρείται ότι οι ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπου για νερό είναι της τάξης των 220 L/day.Συνεπώς για όλο τον οικισμό έχουμε τις παρακάτω ετήσιες υδατικές ανάγκες:

Ατομικές/Οικιστικές ανάγκες= 80.300 L/year*κάτοικο* 54 κατοίκους= 4.336.200 L/year≈ 4.336 m^3/year

Αρδευτικές απαιτήσεις:

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. 2.1.1 Περιγραφή Οικισμού) η συνολική έκταση του οικισμού είναι 6.716 m^2 από τα οποία τα δομήσιμα είναι τα 1.852 m^2. Τα υπόλοιπα 4.864 m^2 θα χρησιμοποιηθούν για δημιουργία κήπων αλλά και διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου. Έτσι το 57% του υπολοίπου οικοπέδου θα λάβει τον χαρακτηρισμό του κήπου. Το εναπομένον 43% με συνολική έκταση 2.091,52 m^2 θα χρησιμοποιηθεί για δημιουργία πλακόστρωτου μονοπατιού για την σύνδεση των κτισμάτων ενώ στις εκτάσεις που δεν θα εκσκαφτούν η αυτόφυτη βλάστηση θα παραμείνει.

Τα 2.772,48 m^2 που θα αποτελέσουν τον κήπο του οικισμού έχουν υδατικές απαιτήσεις της τάξεως των 50 L/m^2*year.Αυτό συνεπάγεται μια ετήσια συνολική απαίτηση των **138.624 L/year ή 183,624 m^3/year.**

Συνολικά λοιπόν υπολογίζεται ότι απαιτούνται **4.520 m^3/year.**

3.3 Σύγκριση Ισοζυγίου

Το υδατικό ισοζύγιο που προκύπτει από τα δεδομένα φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

	Εισερχόμενα (m^3/year)	Εξερχόμενα (m^3/year)
Συλλογή Βρόχινου	1.172	-
Επεξεργασία υγρών λυμάτων	841	-
Υδατικές απαιτήσεις	-	4.520

Πίνακας 3.2. Συγκριτικός πίνακας εισερχόμενης υδατικής μάζας και υδατικών απαιτήσεων.

Συνολικά λοιπόν έχουμε **2.013 m^3/year** εισερχομένων υδάτων και **4.520 m^3/year** υδατικών απαιτήσεων.

3.3.1 Δεξαμενή Συγκέντρωσης

Για τον σχεδιασμό της δεξαμενής συγκέντρωσης του νερού πρέπει πρώτα να υπολογιστεί ο δείκτης g ο οποίος καθορίζει την χωρητικότητα της δεξαμενής.

g= (1-Εισερχόμενο νερό/υδατικές απαιτήσεις)*100

Εάν η συγκέντρωση εισερχόμενου νερού είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη κατά 20% από τις υδατικές απαιτήσεις τότε g=0,05

Εάν η συγκέντρωση του νερού αποκλίνει περισσότερο από 20% από την κατανάλωση τότε g=0,03

Ενώ εάν γίνεται μεγάλη χρήση για πότισμα κήπου ή στην περίπτωση μεγάλων διακυμάνσεων της ετήσιας βροχόπτωσης ανά εποχή, τότε g=0,20-0,40.

Άρα

g= (1-2.013/4.520)*100=55,46 %>20 % =>g=0.03

Η χωρητικότητα της δεξαμενής υπολογίζεται ως εξής:

*Χωρητικότητα δεξαμενής= Εισερχόμενο νερό * δείκτης g =2013 m^3*0,03=**60.4 m^3***

Η δεξαμενή θα καταλαμβάνει έκταση 30,2 m^2 ενώ θα έχει βάθος 2 m.

Η πρόταση είναι να δημιουργηθεί τεχνητή λίμνη μέσα στον οικισμό όπου θα μπορεί να αποθηκευτεί το νερό

Ο πυθμένας της λίμνης να καλυφθεί με μονωτικό υλικό ώστε να αποφευχθούν τυχών διαρροές, ενώ περιμετρικά της λίμνης να φυτευτούν δέντρα ώστε να παρέχουν προστασία από τον ήλιο και την εξάτμιση.

Εναλλακτικά μπορούν να αποκτηθούν τυποποιημένες δεξαμενές οι οποίες να εισαχθούν στο υπέδαφος και να αποθηκεύουν το νερό κα πιθανών να επεξεργάζονται το νερό περαιτέρω.

Κεφάλαιο 4ο

4.1 Διαχείριση Απορριμμάτων

4.1.1 Σύσταση Α.Σ.Α.

Η σύσταση των στερεών αστικών απορριμμάτων όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2 εξαρτάται τόσο από γεωγραφικούς και χρονικούς παράγοντες όσο και από κοινωνικό-οικονομικούς.Συνεπώς η ακριβή σύσταση των Α.Σ.Α. αποτελεί μια αρκετά σύνθετη μελέτη.

Παρόλο που μια ακριβή εκτίμηση της σύστασης των απορριμμάτων δεν είναι αντικείμενο μελέτης στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής, η προσέγγιση που θα χρησιμοποιηθεί είναι βάσει του πίνακα 2.1 του κεφαλαίου 2.Σύμφωνα με αυτόν τον πίνακα η σύσταση εκτιμάται προσεγγιστικά αναλογικά με 2 άλλες πόλεις που είναι στο ίδιο βιοτικό επίπεδο με την υπό μελέτη περιοχή. Η θεωρούμενη σύσταση των απορριμμάτων δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

	Σύσταση Στερεών Αποβλήτων(%)
Ζυμώσιμα	47
Χαρτί	20
Πλαστικό	8,5
Μέταλλο	4,5
Γυαλί	4,5
Υπόλοιπα	15,5

Πίνακας 4.1 Ποσοστιαία Σύνθεση των Αστικών Απορριμμάτων κατά βάρος για την περιοχή. [Πηγή: Στοιχειακή Ανάλυση απορριμμάτων, Α.Κατσίρη, Ε.Μ.Π. 2002]

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα και με την υπόθεση ότι η μέση ειδική παραγωγή αστικών απορριμμάτων είναι της τάξης των 2 kg/day*κάτοικο, έχουμε ότι καθημερινά από τον οικισμό παράγονται συνολικά 108 kg/day (=2 kg/day*κάτοικο *54 κάτοικοι).

Από τον πίνακα 4.2 και με δεδομένο την ειδική παραγωγή των αστικών απορριμμάτων προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

	Παραγωγή Α.Σ.Α.(kg/day)
Ζυμώσιμα	50,76
Χαρτί	21,6
Πλαστικό	9,18
Μέταλλο	4,86
Γυαλί	4,86
Υπόλοιπα	16,74

Πίνακας 4.2 Ημερήσια παραγωγή Α.Σ.Α. του οικισμού

Η στοιχειακή ανάλυση των απορριμμάτων είναι η παρακάτω:

	%H_2O	C	H	O	N	S
Ζυμώσιμα	70	48	6,4	37,6	2,6	0,4
Χαρτί	7	44	5,9	44,6	0,3	0,2
Πλαστικό	2	60	7,2	22,8	0	0
Μέταλλο	3	4,5	0,6	4,2	0	0,2
Γυαλί	2	0,6	0,1	0,4	0	0
Υπόλοιπα	16,9	58,05	7,32	24,7	4,04	0,19

Πίνακας 4.3 Στοιχειακή ανάλυση απορριμμάτων [Πηγή: Στοιχειακή Ανάλυση Απορριμμάτων, Α.Κατσίρη, Ε.Μ.Π 2002]

4.1.2 Διαχωρισμός Ρευμάτων

Ο διαχωρισμός των ρευμάτων όπως προαναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2 είναι απαραίτητος για την πλήρη εκμετάλλευση των ιδιοτήτων των απορριμμάτων. Γι’αυτό τον λόγο απορρίμματα με σχετικά υψηλή θερμογόνο δύναμη οδηγούνται στο ρεύμα των αποτεφρώσιμων, τα απορρίμματα με υψηλή υγρασία οδηγούνται στο ρεύμα της αναερόβιας χώνευσης ενώ τέλος τα απορρίμματα τα οποία αποτελούν το κλάσμα των ανακυκλώσιμων απομακρύνονται από το κύριο σώμα του οικισμού ώστε να διατεθούν στο πλησιέστερο κέντρο ανακύκλωσης.

Στο εξής η αναφορά μας στο απορρίμματα θα καθορίζεται από το είδος της διεργασίας στην οποία θα υπόκεινται. Δημιουργούνται συνεπώς 3 ρεύματα, το ρεύμα των απορριμμάτων τα οποία θα επεξεργαστούν με αναερόβια χώνευση, το ρεύμα που θα επεξεργαστούν θερμικά και τέλος το ρεύμα που θα σταλούν για ανακύκλωση.

Δημιουργούνται έτσι 3 ρεύματα:

- Ρεύμα αναερόβιας χώνευσης
- Ρεύμα θερμικής επεξεργασίας
- Ρεύμα ανακυκλώσιμων

Το ρεύμα της αναερόβιας χώνευσης αποτελείται από τα ζυμώσιμα και έχει ημερήσια εισροή 50,76 kg/day.

Το ρεύμα της θερμικής επεξεργασίας αποτελείται από το χαρτί, το πλαστικό και τα υπόλοιπα(δέρμα-ξύλο-λάστιχο) και έχει ημερήσια εισροή 47,52 kg/day.

Το ρεύμα των ανακυκλώσιμων που αποτελείται από το μέταλλο και το γυαλί και έχει ημερήσια εισροή 9,72 kg/day.

Η διαχείριση του ρεύματος των ανακυκλώσιμων δεν είναι τομέας στον οποίο θα μελετήσουμε στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής.

4.1.2.1 Ρεύμα Αναερόβιας Χώνευσης

Το ρεύμα της αναερόβιας χώνευσης θα λάβει τα στερεά απορρίμματα που προέρχονται από τον οικισμό αλλά και την ιλύ του βιολογικού καθαρισμού.

Αθροιστικά λοιπόν στην δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης θα εισέρχονται καθημερινά

Στερεά απορρίμματα: 50,76 kg/day

Ιλύς βιολογικού καθαρισμού: 0,36 kg/day

Συνολικά: 51,12kg/day

Από βιβλιογραφικές αναφορές προκύπτει ότι η παραγωγή βιοαερίου από την αναερόβια επεξεργασία είναι 100-200 m^3 ανά τόνο εισερχόμενου αποβλήτου[Regional Information Service Centre for South East Asia on Appropriate Technology (RISE-AT) (Nov 1998), Review of current status of Anaerobic Digestion Technology for treatment of MSW.]

Συνεπώς με τα δεδομένα του οικισμού έχουμε ημερήσια εισροή αποβλήτου η οποία είναι 51,12 kg/day επομένως έχουμε παραγωγή βιοαερίου που είναι 7,67m^3 /day.

Από τον πίνακα 2.2. του κεφαλαίου 2 προκύπτει ότι στο βιοαέριο η αναλογία μεθανίου(CH_4) διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) είναι περίπου 60%-40%.

Επομένως προκύπτουν

Μεθάνιο: 4,6 m^3/day

Διοξείδιο του άνθρακα : 3,07 m^3/day

4.1.2.2 Ρεύμα Θερμικής Επεξεργασίας

Για το ρεύμα της θερμικής επεξεργασίας θα χρειαστεί να υπολογιστεί το LHV (Lower Heating Value) των απορριμμάτων που στέλνονται στον αποτεφρωτήρα. Η θερμογόνος δύναμη και τα ποσοστά υγρασίας δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

	Κατώτερη Θερμογόνος Δύναμη(MJ/kg)	Υγρασία(%)
Πλαστικό	32	2
Χαρτί	16,5	7
Υπόλοιπα	20	16,9

Πίνακας 4.4 Πίνακας Θερμογόνου Δύναμης και υγρασίας στο ρεύμα της θερμικής επεξεργασίας

Το LHV υπολογίζεται ως εξής:

LHV= (9,18 kg/d*32 MJ/kg +21,6 kg/d * 16,5 MJ/kg + 16,74 kg/d * 20 MJ/kg)/47,52 kg/d= 20,72 MJ/kg

Η παραπάνω τιμή του LHV είναι για Α.Σ.Α. με υγρασία. Εφαρμόζοντας προξήρανση πριν την καύση επιτυγχάνονται μεγαλύτερες αποδόσεις, συνεπώς θα υπολογιστεί το LHV των Α.Σ.Α. με μειωμένη υγρασία.

Για αυτό τον υπολογισμό θα υπολογίσουμε αρχικά το ποσοστό της υγρασίας του συνόλου των απορριμμάτων, εν συνεχεία το HHV (Higher Heating Value) και τέλος το LHV των Α.Σ.Α. με μειωμένη υγρασία.

Ποσοστό υγρασίας του συνόλου των Α.Σ.Α.

Υγρασία Α.Σ.Α.=0,02*9,18kg/47.52kg+0.07*21,6kg/47,52kg+0.169*16,74kg/47,52kg=9.28%

LHV=HHV-(Ποσοστό υγρασίας στο σύνολο των Α.Σ.Α. * Λανθάνουσα θερμότητα Α.Σ.Α)

LHV=HHV-0.0928*2500kJ/kg→HHV=20720 kJ/kg+0.0928*2500kJ/kg=20952kJ/kg=20,95MJ/kg.

Το καινούργιο LHV (για μειωμένη υγρασία) είναι :

LHV=20950MJ/kg-0.15*2500kJ/kg=20575kJ/kg=20,57kJ/kg

Όπου 15% είναι το θεωρητικά βέλτιστο ποσοστό υγρασίας των Α.Σ.Α. πριν την καύση.

[Πηγή :

Γκέκας, Βασίλειος. *Θερμικές Διεργασίες Στερεών Απορριμμάτων.* Χανια, 2007.

Καρούκη, Ευαγγελία-Ελένη. *Εφαρμογή Τηλεψύξης στα Χανιά από καύση απορριμμάτων.* Χανια, 2007.]

Όπως είναι φανερό η προξήρανση δεν χρειάζεται να γίνει γιατί λόγω του διαχωρισμού των ρευμάτων έχουμε απορρίμματα τα οποία έχουν χαμηλό ποσοστό υγρασίας. Η διερεύνηση της κατώτερης θερμογόνου δύναμης έπρεπε να γίνει για να αποδειχθεί και μαθηματικά η επιλογή μας στον διαχωρισμό των ρευμάτων.

4.1.3. Περιγραφή Αναερόβιας Χώνευσης

Το παραγόμενο βιοαέριο αφού συλλεχθεί και εξευγενιστεί θα στέλνεται σε καυστήρα όπου θα εκμεταλλεύεται θερμικά.

Η παραγόμενη ισχύς από την καύση του βιοαερίου είναι η παρακάτω:

$q_{tot}=m_f*h_{f.}=7,67m^3/day*1day/86400sec*22\ MJ/m^3=1,95kW$

Με την καύση του βιοαερίου σε ειδικό αποτεφρωτήρα επιτυγχάνεται απόδοση που είναι μεταξύ 55%-65%.

Επομένως η ωφέλιμη ισχύς που θα παραχθεί είναι

$q_{ωφελημη}=0,6*q_{tot}=0,6*1,95kW=$**1.17kW**

Από τους καυστήρες του εμπορίου έχουμε ότι η κατανάλωση καυσίμου είναι 3.34-1.40 m^3/hr (http://www.motan.gr/gr_pages/max_optimus.htm) επομένως ο καυστήρας θα καίει για 2,2-5,5 ώρες. Θεωρώντας λοιπόν ότι ο καυστήρας θα καίει για 4 ώρες έχουμε ότι ημερησίως παράγονται 4,68 kWh.

4.1.4. Περιγραφή Θερμικής Επεξεργασίας

Η παραγόμενη ισχύς από την καύση των απορριμμάτων είναι η παρακάτω:

$q_{tot}=m_f*h_f=q_{air}+q_{ωφελ.}+q_{απωλ.}=47,52Kg/day*1day/86400sec*20.72MJ/kg=11,39\ kW$

Η παροχή αέρα (q_{air}) θα χρησιμοποιηθεί για τον αέρα που θα διοχετεύεται μέσα στον καυστήρα για την πλήρη καύση των απορριμμάτων($q_{incinerator}$).

Η $q_{incinerator}$ υπολογίζεται βάση του τύπου:

$q_{incinerator}=m_f*(1+a)*C_{p\ αέρα}*ΔT$

όπου

ο συντελεστής a είναι βιβλιογραφικός συντελεστής του απαιτούμενου όγκου αέρα για καύση προς την μάζα των Α.Σ.Α..Ο συντελεστής αυτός πρέπει να είναι 20, δηλαδή ο όγκος αέρα πρέπει να είναι 20πλάσιος της μάζας των Α.Σ.Α..

ΔΤ είναι η διαφορά του ατμοσφαιρικού με τον θερμαινόμενο από τα καυσαέρια αέρα που παρέχεται στον καυστήρα, συνεπώς $ΔT=80^oC-30^oC=50^oC$.

$C_{p\ αέρα}=1kJ/kg*^oC$

Συνεπώς

$q_{incinerator}=47,52Kg/day*(1+20)*1kJ/kg*^oC*50^oC*1day/86400sec=0,57\ kW$

Ως $q_{απωλ}$ θεωρείται το 10% της q_{tot}.

Άρα έχουμε

$q_{tot}=q_{air}+q_{ωφελ.}+q_{απωλ} \rightarrow q_{ωφελ}= q_{tot}- q_{air}- q_{απωλ}=11,39KW-0,57kW-(0,1*11,39) =$**9,681kW**

[Πηγή :

Γκέκας, Βασίλειος. *Θερμικές Διεργασίες Στερεών Απορριμμάτων.* Χανια, 2007.

Καρούκη, Ευαγγελία-Ελένη. *Εφαρμογή Τηλεψύξης στα Χανιά από καύση απορριμμάτων.* Χανια, 2007.]

Η ποσότητα των αποτεφρώσιμων είναι τέτοια που ο καυστήρας στον οποίο θα γίνεται η καύση θα λειτουργεί για 1 ώρα αφού τα 30 Kg/hr είναι οι κατώτερες προδιαγραφές για την παροχή απορρίμματος. Συνεπώς ο καυστήρας παράγει ημερησίως 9,68 kWh.

4.2. Ενεργειακή Εκμετάλλευση Διεργασιών

Στις προηγούμενες παραγράφους παρουσιάστηκε η ισχύς η οποία παράγεται από τις διεργασίες επεξεργασίας των απορριμμάτων.

Συνολικά η παραγόμενη ισχύς δίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

	Ημερήσια παραγόμενη ενέργεια(kWh/day)	Ετήσια παραγόμενη ενέργεια(kWh/έτος)
Αναερόβια Χώνευση	4,68	1.708,2
Θερμική Επεξεργασία	9,68	3.533,2

Πίνακας 4.5. Ημερήσια και ετήσια παραγωγή ενέργειας από την επεξεργασία των απορριμμάτων

4.3. Διαχείριση Απαερίων Καύσης και Ιλύος της Αναερόβιας Χώνευσης

Η διαχείριση των απαερίων της καύσης υπόκειται στην Ευρωπαϊκή και Εθνική νομοθεσία(Οδηγία 2000/76/ΕΚ , Οδηγία 84/360/ΕΕ και ΚΥΑ 82805/2224/93). Τα όρια και η ποιότητα των απαερίων καθορίζεται από πολύ αυστηρά και συγκεκριμένα όρια. Τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν από την καύση είναι αυτά του σχηματισμού Διοξινών/Φουρανίων και η παρουσία Βαρέων μετάλλων.

Διοξίνες/Φουράνια

Κύριες πηγές παραγωγής διοξινών και φουρανίων είναι οι χημικές και βιομηχανικές δραστηριότητες αλλά και διεργασίες καύσης. Κατά την διεργασία της καύσης μπορούν να ανιχνευθούν διοξίνες και φουράνια στα απαέρια λόγο 1) της προΰπαρξης των διοξινών και φουρανίων στα αποτεφρώσιμα, 2) της παραγωγής τους από συγγενικές χλωριωμένες πρόδρομες ενώσεις των διοξινών(PCB's, χλωριωμένες φαινόλες και χλωριωμένα βενζένια.), 3) σχηματισμού από χημικά μη συγγενικές ενώσεις. Από πειραματικές διαδικασίες προέκυψε ότι ο σχηματισμός διοξινών εξαρτάται από την θερμοκρασία της καύσης και όχι από την ποσότητα των PVC [Γιδαράκος Ε., Επικίνδυνα Απόβλητα, Θεσσαλονίκη 2006].

Η αντιμετώπιση του προβλήματος αντιμετωπίζεται με :

1)Αποφυγή σχηματισμού στον θάλαμο καύσης, με τον έλεγχο της θερμοκρασίας του θαλάμου καύσης για T>870 ^{o}C, τον χρόνο παραμονής των απαερίων σε αυτή την θερμοκρασία και τέλος την ανάμειξη των απαερίων με επαρκή περίσσεια αέρα καύσης.

2)Καθαρισμό των τοιχωμάτων του προθερμαντήρα αέρα από επικαθίσεις που δρουν ως καταλύτες για τον σχηματισμό διοξινών.

Βαρέα Μέταλλα

Οι εκπομπές των Βαρέων μετάλλων αποτελούν ένα μέρος των συνολικών σωματιδιακών εκπομπών από τους αποτεφρωτήρες. Τα βαρέα μέταλλα τα οποία περιέχονται σε διάφορα προϊόντα μεταφέρονται στα αέρια της καύσης συναρτήσει της θερμοκρασίας καύσης, του χρόνου παραμονής και της χημικής τους δομής. Συνεπώς η απομάκρυνσή τους από τα απαέρια της καύσης μέσω συστημάτων απομάκρυνσης αιωρούμενων σωματιδίων είναι επιβεβλημένη. Σύστημα καθαρισμού όπως είναι τα σακκόφιλτρα και τα ηλεκτρόφιλτρα μπορούν να απομακρύνουν σε ικανοποιητικό βαθμό τα βαρέα μέταλλα.

Το σύστημα καθαρισμού εξαρτάται από τον αέριο ρύπο τον οποίο επιδιώκουμε να απομακρύνουμε. Συνοπτικά η τεχνολογία απομάκρυνσης και ο ρύπος που απομακρύνεται είναι:

- Ηλεκτρόφιλτρα/Σακκόφιλτρα/Πλυντιρίδα Υγρού Καθαρισμού για τον περιορισμό σωματιδίων και βαρέων μετάλλων
- Υγρή πλύση με προσθήκη $Ca(OH)_2$ & $NaHCO_3$/Ξηρή πλύση με προσθήκη CaO για την απομάκρυνση όξινων αερίων (SO_2, HCl, HF)
- Προσθήκη NH_3 στο ρεύμα των απαερίων για αναγωγή των NO_x σε αέριο N_2.
- Ενεργός άνθρακας για την απομάκρυνση Διοξινών και του Υδράργυρου.

[David Cooper-Alley, Έλεγχος αέριας ρύπανσης-Σχεδιασμός Αντιρρυπαντικής Τεχνολογίας, εκδ. Τζιόλα, 2004].

Ηλεκτροστατικά Φίλτρα (ESP)

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα αποτελούν τα πρώτο στάδιο επεξεργασίας των απαερίων. Τα απαέρια ρέουν μέσω δύο θετικά φορτισμένων πλακών. Τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια των απαερίων καθιζάνουν πάνω στις πλάκες ενώ περιοδικά οι πλάκες τινάζονται και η προσκολλημένη τέφρα πέφτει σε δοχείο και μεταφέρεται σε μονάδα αποθήκευσης. Μετά την έλευση των απαερίων από το ESP η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι μικρότερη από 20 mg/m^3.

Πλυντηρίδες

Οι πλυντηρίδες αποτελούν το υγρό κομμάτι της επεξεργασίας των απαερίων της καύσης. Δύο πλυντηρίδες θα χρησιμοποιηθούν για τον καθαρισμό και μία για την συμπύκνωση των ουσιών.

Στην πρώτη πλυντηρίδα γίνεται αφαίρεση του υδροχλωρικού οξέος, του υδροφθορίου, του υδραργύρου, βαρέων μετάλλων αλλά και της τέφρας. Οι ουσίες αυτές είναι υδατοδιαλυτές συνεπώς κατακρατούνται από το νερό αυξάνοντας όμως την οξύτητα του. Για τον λόγο αυτό στο νερό προστίθεται ασβεστόλιθος δημιουργώντας ρυθμιστικό διάλυμα.

Στην δεύτερη πλυντηρίδα γίνεται έγχυση διαλύματος γύψου αντιδρώντας με το SO_2, σχηματίζοντας θειούχο ασβέστιο το οποίο τελικά καθιζάνει.

Στην Τρίτη πλυντηρίδα απομακρύνονται οι διοξίνες με την προσθήκη σκόνης λιγνίτη.

Καταλύτης

Στο τελικό στάδιο επεξεργασίας των απαερίων τα μόρια του αέρα περνούν πάνω από κεραμικό πορώδες μέσω το οποίο βρίσκεται σε διάλυμα αμμωνίας/νερού. Τα οξείδια του αζώτου αντιδρούν με την αμμωνία για την παραγωγή μοριακού αζώτου.

Διαχείριση Ιλύος

Η επεξεργασμένη ιλύς της αναερόβιας χώνευσης θα τοποθετείται σε χώρο όπου θα γίνεται κομποστοποίηση του υπολείμματος της αναερόβιας χώνευσης.

Κομποστοποίηση

Κομποστοποίηση είναι μία ρυθμιζόμενη διάσπαση ή αδρανοποίηση των οργανικών ενώσεων των απορριμμάτων, από την οποία σε τελική φάση προκύπτουν με τη βοήθεια μικροοργανισμών Χούμους (humus), δηλαδή ένα βελτιωτικό εδάφους που ονομάζεται κομπόστ, καθώς επίσης $CO2$ και $H2O$.

Η βιολογική μετατροπή ενός οργανικού κλάσματος απαιτεί το βιολογικό σύστημα να βρίσκεται σε μια δυναμική ισορροπία. Για να δημιουργηθεί και να διατηρηθεί αυτή, πρέπει το περιβάλλον να είναι ελεύθερο από ασυνήθιστες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, αμμωνίας, σουλφιδίων και άλλων τοξικών παραγόντων.

Η θερμοκρασία (Τ), το PH και η υγρασία του περιβάλλοντος είναι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Γενικά βέλτιστη ανάπτυξη συμβαίνει όταν η θερμοκρασία και το PH κυμαίνονται σε μια μικρή κλίμακα τιμών.

Κεφάλαιο 5ο

5.1. Ενεργειακές Απαιτήσεις

Οι ενδεικτικές ενεργειακές απαιτήσεις μίας κατοικίας είναι της τάξης των 120 kWh/m^2* έτος [Πηγή: Γιάννης Βουρδουμπάς, Ημερίδα για την Ενέργεια και το Κλίμα, Ηράκλειο Κρήτης, 2009].

Ο οικισμός αποτελείται από συνολικά 21 κατοικίες, εκ των οποίων οι 5 είναι των 95 m^2, οι 10 των 102 m^2 και οι 3 των 119 m^2.Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι εκτάσεις των κατοικιών.

Κτίριο	Εμβαδόν(m^2)	Αριθμός	Άθροισμα (m^2)
1	95	5	475
2	102	10	1.020
3	119	3	357
		Σύνολο	1.852

Πίνακας 5.1 Παρουσίαση των κατοικιών και τις έκτασης που καλύπτουν.

Για την περαιτέρω διευκόλυνση οι 5 κατοικίες των 95 m^2 θα ονομαστούν Συγκρότημα 1, οι 10 κατοικίες των 102 m^2 θα ονομαστούν Συγκρότημα 2 ενώ τέλος οι 3 κατοικίες των 119 m^2 Συγκρότημα 3.Έτσι οι ενεργειακές απαιτήσεις των 3 αυτών συγκροτημάτων θα είναι:

Συγκρότημα	Εμβαδόν(m^2)	Ενεργειακές Απαιτήσεις(kWh/έτος)
1	475	57.000
2	1.020	122.400
3	357	42.840
Σύνολο	1.852	222.240

Πίνακας 5.2 Ενεργειακές Απαιτήσεις Οικισμού.

Τα ποσοστά των καταναλώσεων είναι 63% την κατανάλωσης είναι για θέρμανση του χώρου, το 7% για παραγωγή θερμού νερού και το 30% για την λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών. [Πηγή: Γιάννη Μπουρδουμπά, Ημερίδα για την Ενέργεια και το Κλίμα, Ηράκλειο Κρήτης, 2009].

Συνεπώς οι καταναλώσεις για κάθε δραστηριότητα δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Συγκρότημα	Ενεργειακές Απαιτήσεις(kWh/year)	Θέρμανση χώρου(kWh/year)	Παραγωγή θερμού Νερού(kWh/year)	Ηλεκτρικές Συσκευές(kWh/year)
1	57.000	35.910	3.990	17.100
2	122.400	77.112	8.568	36.720
3	42.840	26.989,2	2.998,8	12.852
Σύνολο	222.240	140.011,2	15.556,8	66.672

Πίνακας 5.3 Κατανομή την ενεργειακής κατανάλωσης ανάλογα με την δραστηριότητα

5.2 Επιλογή τρόπων παραγωγής Ενέργειας

Η αρχική εκτίμηση για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων ήταν ότι επεξεργασία των απορριμμάτων θα παρήγαγε ένα ποσό ενέργειας το οποίο θα κάλυπτε ένα ποσοστό των αναγκών θέρμανσης του οικισμού. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν στα προηγούμενα Κεφάλαια είναι φανερό ότι η ενεργειακή εκμετάλλευση των απορριμμάτων δεν επιφέρει το επιθυμητό ποσοστό κάλυψης, είναι της τάξης του2% όσον αφορά τις συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις και της τάξης του 4% των αναγκών για θέρμανση του χώρου.

Η επίτευξη της αυτονομίας του οικισμού μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα οποία έχουν προκύψει. Η τελική επιλογή μπορεί να προέλθει από διάφορα σενάρια για την επίτευξη της αυτονομίας. Τα διάφορα σενάρια μπορούν να είναι:

- ✓ Σενάριο 1^{ο}: Η διατήρηση της αρχικής υπόθεσης δηλαδή της επιλογής της επεξεργασίας των απορριμμάτων και την κάλυψη των υπολοίπων ενεργειακών αναγκών από τα φωτοβολταϊκά συστήματα.
- ✓ Σενάριο 2^{ο}: Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών από την επεξεργασία των απορριμμάτων , των φωτοβολταϊκών αλλά και την εισαγωγή μίας επιπλέον ανανεώσιμης πηγής ενέργειας η οποία θα είναι η γεωθερμία.
- ✓ Σενάριο 3^{ο}: Η εκτροπή των αποτεφρώσιμων από την επεξεργασία και η διοχέτευσή τους στο ρεύμα των ανακυκλώσιμων. Η ενεργειακή αυτονόμηση θα προκύψει από την εκμετάλλευση μόνο της αναερόβιας χώνευσης των φωτοβολταϊκών και της γεωθερμίας.

- ✓ Σενάριο 4ο: Η εκτροπή των αποτεφρώσιμων από την επεξεργασία και χρησιμοποίηση μόνο της αναερόβιας χώνευσης και των φωτοβολταϊκών.

5.3 Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών για παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Φωτοβολταϊκά

Για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του οικισμού θα χρησιμοποιηθούν συστοιχίες φωτοβολταικών συστημάτων. Ο βασικότερος λόγος της επιλογής αυτής είναι πως τα φωτοβολταικά συστήματα είναι τα πλέον διαδομένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών. Συνεπώς η εγκατάστασή τους θα είναι πιο προσιτή για οικονομικούς αλλά και για λόγους αποδοχής για τους κατοίκους.

Συνοπτικά τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) είναι συστήματα τα οποία εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντάς την σε ηλεκτρική. Τα Φ/Β πλαίσια χωρίζονται ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής τους σε 3 βασικές ομάδες: Πολυκρυσταλλικά, με μέση απόδοση 11-14%, Μονοκρυσταλλικά, με μέση απόδοση 12-16% και σε άμορφα με απόδοση 6-8% αντίστοιχα.

Ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιούνται χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Αυτόνομα Φ/Β συστήματα και Διασυνδεδεμένα συστήματα. Στα διασυνδεδεμένα συστήματα η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Στα αυτόνομα συστήματα αποθηκεύεται σε μπαταρίες για χρήση σε περιόδους όπου η ηλιοφάνεια δεν είναι αρκετή ή κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Γεωθερμία

Η αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού του εδάφους σε μικρό βάθος (λιγότερο από 100-150 m), γίνεται με τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες είναι συνδυασμός υδρόψυκτων αντλιών θερμότητας με γήινο εναλλάκτη θερμότητας όπου σε σωλήνες κυκλοφορεί νερό σε κλειστό κύκλωμα. Ο γήινος εναλλάκτης θερμότητας είτε είναι τοποθετημένος οριζόντια σε βάθος 1,2-2 m είτε είναι κατακόρυφος σε γεωτρήσεις μέχρι 100-120m. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι πιο πάνω αντλίες θερμότητας αφαιρούν θερμότητα από το έδαφος, την οποία προσθέτουν στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου.

Η διαδικασία αυτή αναστρέφεται το καλοκαίρι, έτσι ώστε η αντλία θερμότητας να παρέχει κλιματισμό (ψύξη) στο κτίριο. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας συνδυάζονται με σύστημα θέρμανσης-κλιματισμού του κτιρίου χαμηλής θερμοκρασίας, δηλαδή είτε με ενδοδαπέδιο, είτε με ενδοτοίχιο, είτε με αερόθερμα (fan coil), είτε με παροχή αέρα μέσω αεραγωγών, κλπ. Παράλληλα, δύνανται να παρέχουν ζεστό νερό χρήσης ανά πάσα στιγμή (χειμώνα-καλοκαίρι, μέρα-νύχτα). Επειδή η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σταθερή καθόλη την διάρκεια του έτους (στην Κεντρική Ελλάδα 14-16°C), ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

[Πηγή: Δρ. Κ. Καρύτσας, Συνέντευξη στο περιοδικό ECOTEC, www.ecotec.gr/article.php?ID=133]

5.5 Επιλογή Φωτοβολταικών κυττάρων για παραγωγή Ηλεκτρική Ενέργειας

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών είναι βάση ενός προγράμματος της Ευρωπαϊκής επιτροπής το οποίο περιγράφεται παρακάτω.

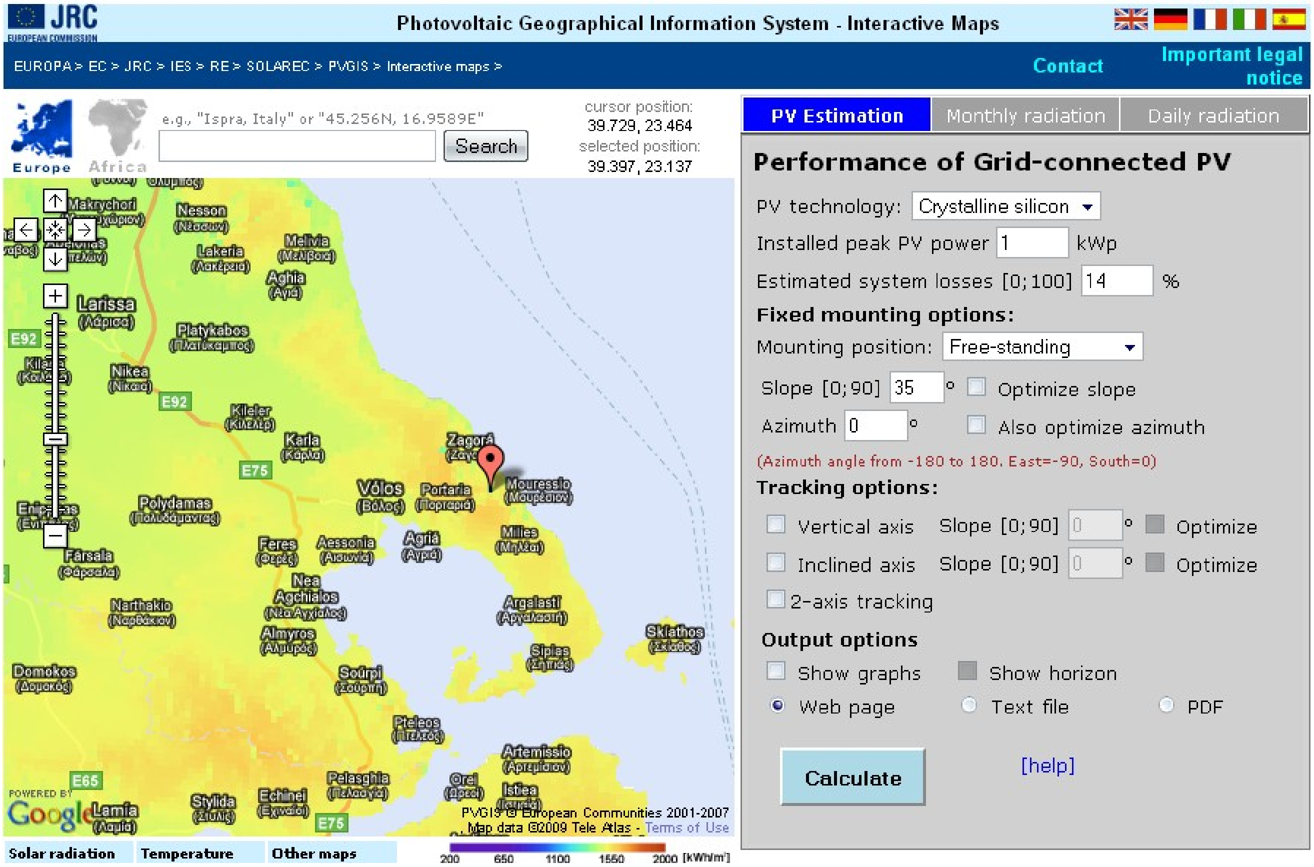
Τα κύρια δεδομένα εισόδου που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία σχεδιασμού είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Έχει αναπτυχθεί μια βάση δεδομένων ηλιακής ακτινοβολίας από κλιματολογικά δεδομένα, ομογενοποιημένα για την Ευρώπη και διατίθενται από τον Ευρωπαϊκό Ηλιακό Χάρτη Ακτινοβολίας (European Solar Radiation Atlas), χρησιμοποιώντας το μοντέλο r.sun σύμφωνα με την τεχνική s.vol.rst και s.surf.rst.

Ο αλγόριθμος του μοντέλου εκτιμά τις ακτίνες που διαχέονται και αντανακλώνται σε καθαρό ουρανό και σε πραγματικό ουρανό και την παγκόσμια ακτινοβολία σε οριζόντιες ή κεκλιμένες επιφάνειες. Η συνολική ημερήσια ακτινοβολία [Wh/m^2] υπολογίζεται από την ολοκλήρωση των τιμών της ισχύος της ακτινοβολίας [W/m^2], που υπολογίζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Για κάθε χρονικό βήμα κατά τη διάρκεια της ημέρας στους υπολογισμούς περιλαμβάνεται η παρεμπόδιση της ακτινοβολίας από εμπόδια (σκίαση)και από τοπικά χαρακτηριστικά του εδάφους (λόφους ή βουνά).

Η βάση δεδομένων αποτελείται από χάρτες raster που αντιπροσωπεύουν δώδεκα μηνιαία μέσοι και ένας ετήσιος μέσος όρος των ημερήσιων ποσών της παγκόσμιας ακτινοβολίας για τις οριζόντιες επιφάνειες, καθώς και εκείνων σε γωνίες 15, 25, και 40 μοιρών.

5.5.1 Ηλιακό Δυναμικό

Το ηλιακό δυναμικό καθορίζει το ποσό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο έδαφος. Το ποσό αυτό καθορίζεται τόσο από τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής όσο και από το γεωγραφικό πλάτος, δηλαδή την απόσταση από τον Ισημερινό. Αυτές οι δύο παράμετροι καθορίζουν το ποσοστό των ημερών με ηλιοφάνεια αλλά και τα πιθανά εμπόδια από όμορους γεωγραφικούς σχηματισμούς.



Εικόνα 5.1. Μοντέλο υπολογισμού ηλιακού δυναμικού. [Πηγή: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php]

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται το περιβάλλον αλλά και οι παράμετροι που καθορίζουν το ποσό της ενέργειας που αποθηκεύεται από τα φωτοβολταϊκά κύτταρα. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τα φωτοβολταϊκά αφορούν την τεχνολογία κατασκευής τους, την γωνία με την οποία θα τοποθετηθούν και τον μηχανισμό παρακολούθησης της κίνησης του ήλιου.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου της υπό μελέτη περιοχής.

Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	1.29	40	1.66	51.4
Feb	2.17	60.8	2.75	76.9
Mar	3.12	96.6	3.99	124
Apr	4.17	125	5.44	163
May	4.51	140	6.06	188
Jun	4.76	143	6.55	197
Jul	4.77	148	6.62	205
Aug	4.41	137	6.1	189
Sept	3.83	115	5.14	154
Oct	2.89	89.6	3.8	118
Nov	1.64	49.1	2.13	63.9
Dec	0.92	28.4	1.22	37.9
Year	3.21	97.6	4.3	131

Πίνακας 5.4. Μέση ημερήσια, μηνιαία παραγωγή ηλεκτρισμού και προσπίπτουσας ακτινοβολίας.[Πηγή: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/PVcalc.php]

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m^2)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m^2)

Sum Em: 1.270,1 kWh

Sum Hm: 1.699,1 kWh/m^2

Το πρόγραμμα αυτό επιτρέπει στον χρήστη την εισαγωγή της γεωγραφικής τοποθεσίας και της επιθυμητής ισχύος των φωτοβολταϊκών και στην συνέχεια υπολογίζει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια που αποδίδουν.

Έτσι λοιπόν στην επιθυμητή γεωγραφική τοποθεσία για κάθε εγκατέστημένη ονομαστική ισχύς αποδίδονται 3,21 kWh ημερησίως.

5.6 Εξέταση για πλήρη Αυτονομία

Σενάριο $1^{ο}$

Ενεργειακές Απαιτήσεις:

Θέρμανση: 140.011,2 kWh/yr

Παραγωγή θερμού νερού: 15.556,8 kWh/yr

Ηλεκτρικές Συσκευές: 66.672,0 kWh/yr

Άθροισμα: 222.240 kWh/yr

Ενεργειακή εκμετάλλευση στερεών αστικών απορριμμάτων

Αναερόβια Χώνευση: 1.708,2 kWh/yr

Θερμική Επεξεργασία: 3.533,2 kWh/yr

Άθροισμα: 5.241,4 kWh/yr

Η ενεργειακή εκμετάλλευση των αστικών στερεών απορριμμάτων συνεισφέρει μόνο το 2,3% των συνολικών ετήσιων ενεργειακών αναγκών.

Φωτοβολταϊκά

Για την πρώτη υπόθεση θεωρούμε ότι τις υπόλοιπες ενεργειακές απαιτήσεις θα τις καλύψουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Συνεπώς τα φωτοβολταϊκά καλούνται να καλύψουν 216.998,6 kWh/yr. Το οποίο συνεπάγεται 594,51kWh/day. Σύμφωνα με το πρόγραμμα PVGIS απαιτούνται 185,2 kW_p. Θεωρώντας ότι η επιφάνεια των φωτοβολταϊκών είναι 10-20 m^2/kW_p, αυτό συνεπάγεται με έκταση **2.778 m^2**.

Σενάριο 2ο

Ενεργειακές Απαιτήσεις:

Θέρμανση:	140.011,2 kWh/yr
Παραγωγή θερμού νερού:	15.556,8 kWh/yr
Ηλεκτρικές Συσκευές:	66.672,0 kWh/yr
Άθροισμα:	222.240 kWh/yr

Ενεργειακή εκμετάλλευση στερεών αστικών απορριμμάτων

Αναερόβια Χώνευση:	1.708,2 kWh/yr
Θερμική Επεξεργασία:	3.533,2 kWh/yr
Άθροισμα:	5.241,4 kWh/yr

Γεωθερμία

Σε αυτή την υπόθεση θεωρούμε ότι για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση θα εγκατασταθεί γεωθερμικό σύστημα.

Η απόδοση αυτών των συστημάτων ποικίλει ανάλογα με το είδος της και τον τρόπο εγκατάστασης της. Για οριζόντια συστήματα κλειστού βρόγχου η απόδοση είναι 20-30 W/m^2

[Πηγή: http://www.ecotec.gr/article.php?ID=106].

Συνεπώς η ενεργειακή τους απόδοση θα είναι 150 Wh/m^2 ημερησίως, θεωρώντας 6ωρη την λειτουργία τους. Σύμφωνα με τις θερμικές ανάγκες προκύπτει ότι ημερησίως χρειάζονται 411,85kWh/day ((140.011,2-5.241,4)+15.556,8kWh/yr/365 days/year). Συνεπώς η απαιτούμενη έκταση για εγκατάσταση γεωθερμικών σωλήνων είναι **2.745 m^2**. Επιμεριστικά η έκταση που χρειάζεται κάθε οικία είναι 2.745/18= 152 m^2 .

Φωτοβολταϊκά

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα καλούνται πλέον να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες που προκύπτουν από την χρήση ηλεκτρικών συσκευών. Αυτό συνεπάγεται ετήσια απαίτηση 66.672 kWh/yr. Το οποίο μεταφράζεται όπως και προηγουμένως σε 57 kW_p τα οποία θα καταλαμβάνουν έκταση **855 m^2**.

Σενάριο 3^o

Ενεργειακές Απαιτήσεις:

Θέρμανση:	140.011,2 kWh/yr
Παραγωγή θερμού νερού:	15.556,8 kWh/yr
Ηλεκτρικές Συσκευές:	66.672,0 kWh/yr
Άθροισμα:	222.240 kWh/yr

Στην πρόταση αυτή θεωρείται ότι τα απορρίμματα τα οποία προορίζονταν για την θερμική επεξεργασία τελικά ενσωματώνονται στο ρεύμα της ανακύκλωσης μιας και τόσο το πλαστικό όσο και το χαρτί μπορούν να ανακυκλωθούν. Συνεπώς το μόνο ρεύμα που παραμένει είναι εκείνο των ζυμώσιμων δηλαδή της αναερόβιας χώνευσης.

Από την επεξεργασία των ζυμώσιμων έχουμε πλέον 1.708,2 kWh/yr

Γεωθερμία

Συνεπώς η γεωθερμία καλείται να καλύψει 421,53 kWh/day, το οποίο συνεπάγεται με έκταση **2.810,2m^2**

Φωτοβολταϊκά

Ενώ τα φωτοβολταϊκά θα καλύπτουν όπως και προηγουμένως έκταση **855 m^2**.

Σενάριο 4^o

Ενεργειακές Απαιτήσεις:

Θέρμανση: 140.011,2 kWh/yr

Παραγωγή θερμού νερού: 15.556,8 kWh/yr

Ηλεκτρικές Συσκευές: 66.672,0 kWh/yr

Άθροισμα: 222.240 kWh/yr

Σε αυτό το σενάριο όπως και στο προηγούμενο θεωρείται ότι το χαρτί και το πλαστικό εκτρέπονται προς το ρεύμα της ανακύκλωσης. Η ενεργειακή εκμετάλλευση από την αναερόβια χώνευση είναι και όπως και προηγουμένως 1.708,2 kWh/yr.

Φωτοβολταϊκά

Σε αυτό το σενάριο όμως η ενεργειακή κάλυψη προέρχεται από την εγκατάσταση μόνο φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι ενεργειακές ανάγκες είναι 220.531,8 kWh/yr δηλαδή 604,19 kWh/day, το οποίο όπως υπολογίστηκε σε προηγούμενα σενάρια συνεπάγεται με επιφάνεια **2.823 m^2** .

Συνοπτικά και τα τέσσερα σενάρια δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Σενάριο	Θερμική επεξεργασία	Αναερόβια Χώνευση	Φωτοβολταϊκά	Γεωθερμία
1	3.533,2 kWh/yr	1.708,2 kWh/yr	216.998,6 kWh/yr(185,2 kW_p)	-
2	3.533,2 kWh/yr	1.708,2 kWh/yr	66.672 kWh/yr(57 kW_p)	150.326,6 kWh/yr(2.745m^2)
3	-	1.708,2 kWh/yr	66.672 kWh/yr(57 kW_p)	153.859,8kWh/yr(2.810,2 m^2)
4	-	1.708,2 kWh/yr	220.531,8 kWh/yr (188 kW_p)	-

Πίνακας 5.5. Πίνακας ενεργειακών αποδόσεων διεργασιών.

Το ποσοστό συμμετοχής στην παραγωγή ενέργειας φαίνεται από το παρακάτω διάγραμμα.

	1	2	3	4
Γεωθερμία	0.000	67.642	67.642	0.000
Φωτοβολταικά	97.642	30.000	30.000	99.231
Αναερόβια χώνευση	0.769	0.769	0.769	0.769
Θερμική Επεξεργασία	1.590	1.590	0.000	0.000

Διάγραμμα 5.1. Διάγραμμα ποσοστού συμμετοχής στην παραγωγή ενέργειας

Κεφάλαιο 6^{ο}

Το Κεφάλαιο αυτό αφορά την διερεύνηση της ανταγωνιστικότητας της πρότασης. Η πρόταση θα πρέπει να μπορεί να αποσβέσει το αρχικό ποσό επένδυσης σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα, αλλιώς η πρόταση δεν θα μπορεί να ανταγωνιστεί, τουλάχιστον χρηματικά, παρόμοιους οικισμούς οι οποίοι δεν κατασκευάστηκαν με περιβαλλοντικές τεχνολογίες.

Σύμφωνα λοιπόν με τα προηγούμενα θα πρέπει να υπολογιστεί αρχικά ο προϋπολογισμός του έργου πριν την πρόταση μετατροπής του σε αυτόνομο. Στην συνέχεια θα υπολογιστεί το επενδυτικό κεφάλαιο που απαιτείται για την κατασκευή της μελέτης. Ενώ τέλος θα βρεθεί το χρονικό διάστημα που απαιτείται μέχρι την απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου.

Αναλυτικά οι υπολογισμοί περιγράφονται στις παρακάτω παραγράφους.

6.1 Κόστος Κατασκευής και Λειτουργίας του Οικισμού

Όπως προαναφέρθηκε, ο οικισμός βρίσκεται ήδη στο στάδιο της κατασκευής επομένως προϋπολογισμός του έργου έχει συνταχθεί από την κατασκευάστρια εταιρία.

6.1.1. Κόστος Κατασκευής

Το απολογιστικό κόστος τελειωμένης οικίας, όπως υπολογίστηκε από την κατασκευάστρια εταιρία, ανέρχεται στα 1150 €/m^2. Συνεπώς το κόστος κατασκευής ολόκληρου του οικισμού δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Οικία (m^2)	Αριθμός(#)	Εμβαδόν(m)	Κόστος τελειωμένης Οικίας(€/m^2)	Συνολικό Κόστος(€)
95	5	475	1.150	546.250
102	10	1020	1.150	1.173.000
119	3	357	1.150	410.550
			Άθροισμα	2.129.800

Πίνακας 6.1. Κόστος Κατασκευής του οικισμού.

Αναλυτικά οι επιμέρους εργασίες δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ °/₀₀		
Προϋπολογισμός Εργου(€)	**2.129.800€**	
Εργασίες	**ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ**	**Επιμεριστικό Κόστος(€)**
Εκσκαφές	10 - 15	26.622 €
Σκυροδέματα: οπλισμένα,άοπλα,"καθαρά"	180 - 250	457.907 €
Τοιχοποιίες (πλινθοδομές,οπτόπλινθοι κ.τ.λ.)	50 -70	127.788 €
Επιχρίσματα	70 - 90	170.384 €
Δάπεδα: μαρμάρου,ξύλου, πλακιδίου κ.τ.λ.	80 - 120	212.980 €
Μαρμαρικά: σκάλες,ποδιές,πεζούλια	20 - 30	53.245 €
Επενδύσεις τοίχων: πλακίδια,μάρμαρα κ.τ.λ.	20 - 30	53.245 €
Χρωματισμοί	60 - 90	159.735 €
Είδη υγιεινής κια κρουνοποιίας	20 -30	53.245 €
Ξυλουργικά: θύρες,ντουλάπες,κουζινοντούλαπα	80 - 110	202.331 €
Εξωτερικά κουφώματα: αλουμινίου ή ξύλου	40 - 60	106.490 €
Υαλοπίνακες	10 - 20	31.947 €
Μονώσεις - Στεγανώσεις	20 - 30	53.245 €
Σιδηροκατασκευές	10 - 20	31.947 €
Υδραυλικά: ύδρευση,αποχέτευση,καυσ. αέριο	30 - 40	74.543 €
Κεντρική θέρμανση ή κλιματισμός	30 - 50	85.192 €
Ηλεκτρικά	30 - 40	74.543 €
Ανελκυστήρας	15 - 25	42.596 €
Ημερομίσθια για μερεμάτια,καθαρίσματα κ.τ.λ.	10 - 30	42.596 €
Διάφορα: κλειδαριές, πόμολα,ψευδοροφές, τζάκια, μαντρότοιχοι κ.τ.λ.	20 - 50	74.543 €

Πίνακας 6.2. Πίνακας επιμεριστικών εργασιών εργοταξίου.

6.1.2. Κόστος Συντήρησης-Λειτουργίας

Στο κόστος συντήρησης και λειτουργίας περιλαμβάνεται το κόστος των δραστηριοτήτων των κατοίκων. Δραστηριότητες που θα γίνονται είτε εφαρμοστεί η πρόταση είτε δεν εφαρμοστεί η πρόταση δεν θα συμπεριληφθούν.

Συνεπώς δαπάνες που προορίζονται για θέρμανση, χρήση νερού, ηλεκτρισμό θα υπολογιστούν για τον λόγο ότι κατόπιν της εφαρμογής της μελέτης αυτές οι δαπάνες θα πάψουν.

Οι δαπάνες χωρίζονται σε τρείς κατηγορίες:

- Δαπάνες Θέρμανσης
- Δαπάνες Νερού
- Δαπάνες Ηλεκτροδότησης

Οι δαπάνες Θέρμανσης είναι τα έξοδα τα οποία προορίζονται για αγορά πετρελαίου ή φυσικού αερίου για την κάλυψη των αναγκών των κατοίκων για θέρμανση. Σύμφωνα με στατιστική μελέτη για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης πετρελαίου προκύπτει ότι το 60% των νοικοκυριών καταναλώνει από 1000 έως 2000 λίτρα τον χρόνο. Αυτό συνεπάγεται με ετήσιο κόστος στα 1.000 € (μέση τιμή 0,66€/L). Λαμβάνοντας υπ’όψιν τον οικισμό σαν ένα σύστημα αναφοράς προκύπτει ότι ο οικισμός έχει ετήσια δαπάνη 18.000 € (1.000 €/σπίτι*18 σπίτια).

Οι δαπάνες νερού είναι τα έξοδα τα οποία προκύπτουν από την κατανάλωση νερού για τις διάφορες ανάγκες των κατοίκων του οικισμού. Οι ημερήσιες ανάγκες των κατοίκων είναι 220 L/day=0,22 m^3/day*capita. Έχοντας την αρχική παραδοχή ότι σε κάθε σπίτι κατοικούν 3 άτομα, εξάγεται το συμπέρασμα ότι για κάθε νοικοκυριό απαιτούνται 0,66 m^3/day=19,8m^3/month.

Το τιμολόγιο της ΕΥΔΑΠ για οικιακή χρήση φαίνεται παρακάτω

Κατανάλωση ανά Μήνα (m^3)	Χρέωση(€/m^3)
0-5	0,4138
5-20	0,6471
20-27	1,8566

27-35	2,5992
Άνω των 35	3,2357

Πίνακας 6.3. Τιμολόγιο χρεώσεων νερού ανάλογα με την κατανάλωση[Πηγή: www.eydap.gr]

Σύμφωνα με το παραπάνω τιμολόγιο η χρέωση για το κάθε σπίτι ανέρχεται στα 0,6471€/m^3. Συνεπώς το κάθε σπίτι έχει μηνιαία χρέωση 12,81€/month, ενώ ο οικισμός ως σύνολο έχει 230,62€/month. Το ετήσιο κόστος ανέρχεται στα 2.767 €.

Οι δαπάνες ηλεκτροδότησης είναι το κόστος της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο προέρχεται από το τοπικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Η μέση τιμή της κιλοβατώρας (kWh) είναι 0,1€. Οι ενεργειακές απαιτήσεις του οικισμού, όπως υπολογίστηκε στο κεφάλαιο 5, είναι 82.228,8 kWh/year. Στο ποσό αυτό έχει αφαιρεθεί το ποσό της ενέργειας που απαιτείται για την θέρμανση του χώρου αφού θεωρήθηκε ότι για την θέρμανση χρησιμοποιείται πετρέλαιο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε ετήσιο κόστος για ηλεκτροδότηση στις 8.223 €/year.

6.2 Κόστος Κατασκευής της Πρότασης

Η οικονομική παρουσίαση που θα ακολουθήσει αφορά το κόστος που θα έχουν οι προτάσεις , ώστε να αποτιμηθεί το συνολικό κόστος της πρότασης και να υπολογιστεί η χρονική απόδοση του κεφαλαίου. Η συνολική επένδυση θα αφορά τους παρακάτω τομείς:

- Αποτεφρωτήρας αστικών απορριμμάτων
- Εξοπλισμός φωτοβολταικών συστημάτων
- Βιολογικός καθαρισμός
- Δεξαμενή αποθήκευσης νερού
- Αναερόβια Χώνευση
- Υδραυλικές Εγκαταστάσεις
- Εγκατάσταση σωληνώσεων Γεωθερμίας

Το κόστος του αποτεφρωτήρα αστικών απορριμμάτων αφορά το κόστος του κλιβάνου, το κόστος της μεθόδου αντιρύπανσης και το κόστος του εναλλάκτη θερμότητας.

Η επένδυση των φωτοβολταικών συστημάτων αφορά τόσο τα φωτοβολταικά πάνελ όσο και τον σταθμό αποθήκευσης, δηλαδή τον εναλλάκτη του ρεύματος (από συνεχές σε εναλλασσόμενο), την μπαταρία αποθήκευσης του ρεύματος και την εγκατάσταση παρακολούθησης του συστήματος(Charge Controller).

Ο βιολογικός καθαρισμός είναι το κόστος του βιολογικού καθαρισμού χωρίς τις υδραυλικές εγκαταστάσεις.

Στη δεξαμενή αποθήκευσης θα υπολογιστεί το κόστος της μεμβράνης επίστρωσης του πυθμένα της δεξαμενής.

Στο κόστος της μονάδας αναερόβιας χώνευσης θα υπολογιστούν τόσο η δεξαμενή χώνευσης όσο και η δεξαμενή αποθήκευσης του βιοαερίου.

Τέλος το κόστος των υδραυλικών εγκαταστάσεων θα υπολογιστεί ως ποσοστό επί του συνολικού κόστους της επένδυσης.

6.2.1 Κόστος Κατασκευής

Το κόστος κατασκευής του οικισμού προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους :

- Αποτεφρωτήρας:
    - Κλίβανος[Σύμβαση Γ.Γ. Εμπορίου με το Περιφερειακό Σύστημα Υγείας Πρόνοιας (Πε.Σ.Υ.Π.) αριθμός σύμβασης 5252 στις 25/08/2004]: 120.000€
    - Μέθοδος Αντιρύπανσης: 50% του κόστους του κλιβάνου
    - Εναλλάκτης Θερμότητας: 20% του κόστους του κλιβάνου
- Φωτοβολταϊκά συστήματα[http://apogee-solutions.net/atlantis/files/ap5490_Odigos_FB.pdf]]:
    - Συνολική εγκατάσταση: 6.000 €/kW_p
- Διαχείριση υγρών λυμάτων και νερού :
    - Βιολογικός Καθαρισμός: 8.000 €/τεμάχιο
    - Υδραυλικές Εγκαταστάσεις: 30-40‰ επί του συνολικού κόστους

- Δεξαμενή Αποθήκευσης: 15€/m^2

- Αναερόβια Χώνευση[http://www.organic.aber.ac.uk/events/conf07/8arichardtomlinson.pdf]: 2.500 €/kW

- Γεωθερμία:
  - Κόστος εγκατάστασης γεωθερμικών ανλτιών:600-1100 €/kW ή 15-27,5 €/m^2

    [Πηγή: http://www.ecotec.gr/article.php?ID=133]

Το αρχικό κόστος εγκατάστασης του κάθε σεναρίου υπολογίζεται σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές.

Έτσι έχουμε:

Σενάριο 1ο:

Θερμική επεξεργασία: 204.000 €

Αναερόβια χώνευση: 4.875 €

Φωτοβολταϊκά: 1.111.200 €

Διαχείριση υγρών λυμάτων και νερού: 75.400 €

Άθροισμα: 1.395.475 €

Σενάριο 2ο:

Θερμική επεξεργασία: 204.000 €

Αναερόβια χώνευση: 4.875 €

Φωτοβολταϊκά: 342.000 €

Γεωθερμία: 57.645 €

Διαχείριση υγρών λυμάτων και νερού: 75.400 €

Άθροισμα: 683.920 €

Σενάριο 3^{o}:

Αναερόβια χώνευση: 4.875 €

Φωτοβολταϊκά: 342.000 €

Γεωθερμία: 59.014 €

Διαχείριση υγρών λυμάτων και νερού: 75.400 €

Άθροισμα: 481.289 €

Σενάριο 4^{o}:

Αναερόβια χώνευση: 4.875 €

Φωτοβολταϊκά: 1.128.000 €

Διαχείριση υγρών λυμάτων και νερού: 75.400 €

Άθροισμα: 1.208.275 €

Το κόστος κατασκευής των διάφορων σεναρίων δίνεται συνοπτικά στον επόμενο πίνακα:

Σενάριο	Κόστος κατασκευής (€)
Σενάριο 1^{o}	1.395.475
Σενάριο 2^{o}	683.920
Σενάριο 3^{o}	481.289
Σενάριο 4^{o}	1.208.275

Πίνακας 6.4 Κόστος κατασκευής των τεσσάρων σεναρίων

6.3. Χρόνος Επιστροφής Κεφαλαίου

Ο χρόνος επιστροφής του κεφαλαίου έχει ως στόχο τον καθορισμό της χρονικής διάρκειας που θα έχει η απόσβεση του κόστους κατασκευής της πρότασης.

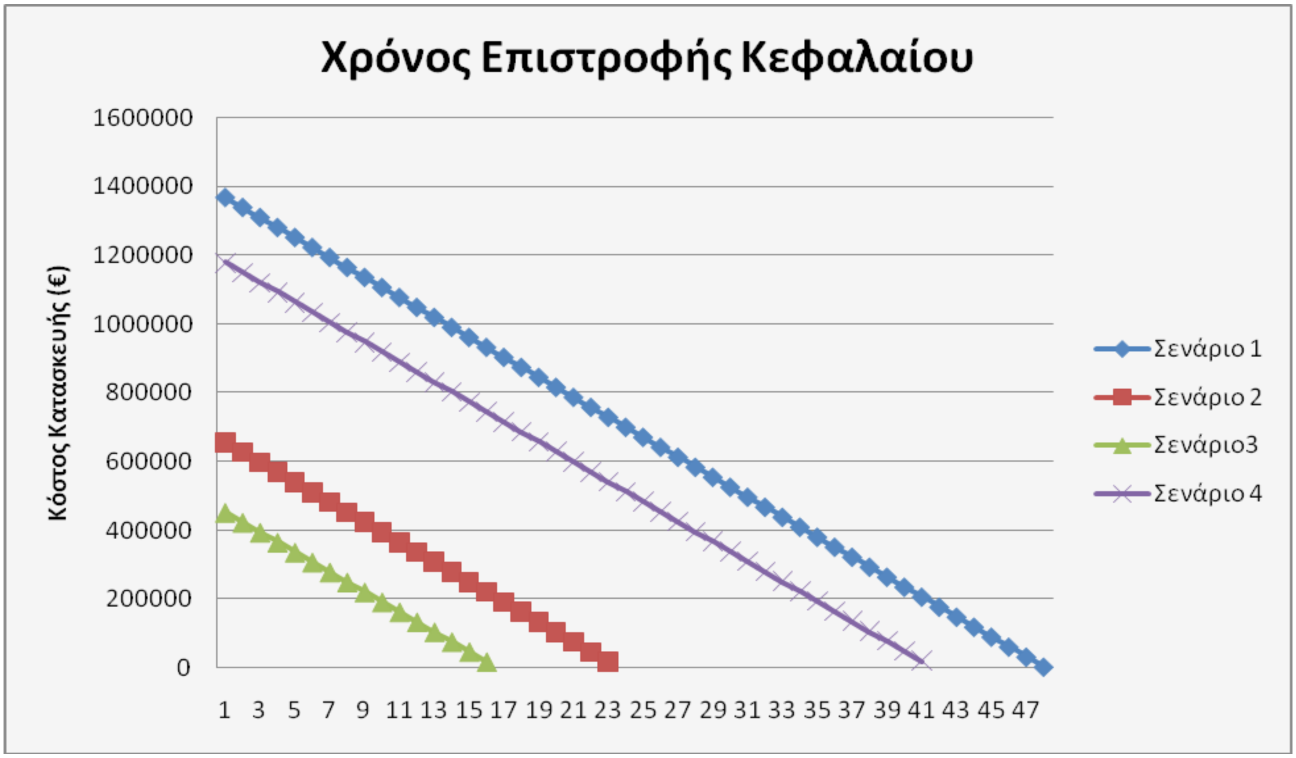
Ο χρόνος αυτός θα υπολογιστεί με βάση την παρακάτω μεθοδολογία:

- ✓ Υπολογίζεται το αρχικό κόστος επένδυσης για την εφαρμογή της μελέτης
- ✓ Υπολογίζεται το ετήσιο κόστος λειτουργίας για τον οικισμό
- ✓ Το αρχικό κόστος επένδυσης διαιρείται από το αποτέλεσμα του προηγούμενου βήματος.
- ✓ Το αποτέλεσμα του προηγούμενου βήματος είναι ο χρόνος επιστροφής κεφαλαίου

Από την παραπάνω μεθοδολογία προκύπτει ότι:

Χρόνος Επιστροφής Κεφαλαίου= Αρχικό Κόστος Κατασκευής της Πρότασης/Ετήσιο Κόστος λειτουργίας

Ο χρόνος επιστροφής κεφαλαίου φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 6.1. Διάγραμμα επιστροφής αρχικού κεφαλαίου.

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι ο χρόνος επιστροφής του κεφαλαίου είναι:

Σενάριο 1^{ο}: 48 έτη

Σενάριο 2^{ο}: 23 έτη

Σενάριο 3^{ο}: 16 έτη

Σενάριο 4^{ο}: 41 έτη

Κεφάλαιο 7° -Συμπεράσματα

Η αρχική ιδέα της μελέτης βασίστηκε σε δύο συγκεκριμένους άξονες, την εξοικονόμηση φυσικών πόρων και την γενικότερη προστασία του περιβάλλοντος σε ότι αφορά την κατασκευή και χρήση κατοικιών αλλά και την αποδοτικότητα που μπορούν να έχουν τέτοιες πρωτοβουλίες στον ιδιωτικό τομέα δηλαδή κατά πόσο είναι οικονομικά προσιτές τέτοιες προτάσεις.

7.1 Εξοικονόμηση Φυσικών Πόρων-Προστασία Περιβάλλοντος

7.1.1 Υδάτινοι Πόροι

Η έννοια της προστασίας του περιβάλλοντος καθορίζεται από την εξοικονόμηση φυσικών πόρων η οποία θα επιτευχθεί μέσω των μετατροπών που θα χρησιμοποιηθούν. Για την εξοικονόμηση υδάτινων πόρων χρησιμοποιήθηκαν δύο τεχνικές, η συλλογή του βρόχινου νερού και η επεξεργασία των υγρών λυμάτων που παράγονται από τον οικισμό. Αναλυτικά τα συμπεράσματα που προέκυψαν δίνονται στις παρακάτω ενότητες.

<u>Χρησιμοποίηση υδρορροών για την εκμετάλλευση βρόχινου νερού</u>

Η χρησιμοποίηση υδρορροών στις στέγες των κτιρίων έγινε με σκοπό την εκμετάλλευση του βρόχινου νερού που προσπίπτει πάνω σε αυτές. Η χρησιμοποίηση αυτής της τεχνικής αποδεικνύεται αρκετά αποδοτική κυρίως λόγο της έντονης βροχόπτωσης που υπάρχει στην ευρύτερη ορεινή περιοχή του Πηλίου. Η ετήσια συλλογή του βρόχινου νερού είναι 1.172 m^3 η οποία καλύπτει το 26% των ετήσιων υδατικών απαιτήσεων του οικισμού. Από άποψη περιβαλλοντικής προστασίας η μείωση των υδατικών απαιτήσεων συνεπάγεται και μικρότερη ζήτηση αυτού του πόρου από το δημόσιο δίκτυο ύδρευσης. Γεγονός που έχει ως συνέπεια την προστασία ενός πόρου ο οποίος βρίσκεται υπό απειλή λόγω των κλιματικών αλλαγών αλλά και την υπερβολικής, ταυτόχρονα και αλόγιστης, χρήσης του.

Επεξεργασία Υγρών Λυμάτων

Η διαχείριση και επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που προέρχονται από τον οικισμό σχεδιάστηκε με βάση δύο συνιστώσες. Πρώτη και ακρογωνιαία ήταν η επεξεργασία των λυμάτων που προέρχονται από τον οικισμό ώστε να μην επιβαρύνουν τον φυσικό αποδέκτη στον οποίο θα γινόταν η τελική διάθεση. Δευτερευόντως επιδιώχτηκε η επεξεργασία των λυμάτων σε τέτοιο βαθμό ώστε να μπορούν αυτά να επανακυκλοφορήσουν στον οικισμό για να καλύψουν τις υδατικές ανάγκες.

Για τους παραπάνω λόγους επιλέχθηκε βιολογικός καθαρισμός του εμπορίου ο οποίος με βάση τις προδιαγραφές του επιτυγχάνει υψηλή απόδοση στην επεξεργασία των υγρών λυμάτων, μέσω της τεχνολογίας των μικρομεβρανών, έχει μικρό μέγεθος το οποίο μπορεί να εξυπηρετήσει στις απαιτήσεις των κατοίκων και τέλος εγγυάται μικρή ποσότητα ενεργής ιλύος η οποία θα χρειαζόταν περαιτέρω επεξεργασίας.

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο του προϊόντος η ετήσια επεξεργασία υγρών λυμάτων είναι 841 m^3/έτος άρα η συνολική εξοικονόμηση νερού αγγίζει τα 2.013 m^3/έτος. Η συνολική λοιπόν μείωση των υδατικών απαιτήσεων είναι της τάξης του 44%.

Παρατηρώντας συνολικά την διαχείριση των υδάτινων πόρων αντιλαμβανόμαστε ότι μικρές προσθήκες στο κυρίως σώμα του οικισμού μπορούν να επιφέρουν σημαντικές βελτιώσεις στην εκμετάλλευση ενός φυσικού πόρου όπως είναι το νερό. Είναι πολύ σημαντικό να αναλογιστεί κανείς ότι η προσθήκη μόνο και μόνο υδρορροών για την αποθήκευση του βρόχινου νερού μπορεί να μειώσει αισθητά τις υδατικές απαιτήσεις. Προφανώς η προσθήκη ενός τέτοιου δικτύου είναι αρκετά ριψοκίνδυνη για περιοχές οι οποίες δεν έχουν το υδατικό ισοζύγιο της συγκεκριμένης περιοχής όμως δεν παύει να είναι μια εύκολη πρακτική για την εξοικονόμηση νερού.

7.1.2 Ενέργεια

Η εξεύρεση μιας εναλλακτικής πηγής ενέργειας από την συμβατική αποτέλεσε στόχο αυτής της μελέτης. Η εξοικονόμηση φυσικών πόρων καθόρισε και αυτή την πτυχή της έρευνας μιας και οι συνήθεις πηγές ενέργειας εξαρτώνται από φυσικούς πόρους. Η θέρμανση μιας κατοικίας εξαρτάται από το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο ενώ ο ηλεκτρισμός εξαρτάται εμμέσως από γαιάνθρακα. Στόχος λοιπόν στον τομέα της ενεργειακής κάλυψης ήταν η ανεξαρτητοποίηση του οικισμού από τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Η αρχική υπόθεση ήταν ότι η επεξεργασία των απορριμμάτων και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστοιχιών θα αρκούσε για την πλήρη αυτονόμηση του οικισμού, τα αποτελέσματα όμως δεν ήταν αρκετά ικανοποιητικά και έτσι αναπτύχθηκαν διάφορα σενάρια για την πλήρη αυτονόμηση του οικισμό. Τα συμπεράσματα από την μελέτη αυτών των μεθόδων δίνονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

ΑΣΑ

Η επιλογή της επεξεργασίας των αστικών απορριμμάτων έγινε για δύο λόγους. Πρώτον γιατί η απόρριψή τους στην Ελλάδα τουλάχιστον συνεπάγεται και την ταυτόχρονη ταφή τους σε Χ.Υ.Τ.Α., πρακτική που δεν είναι και ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον και δεύτερον γιατί με την επεξεργασία τους στον οικισμό επιτυγχάνεται η εκμετάλλευση του ενεργειακού περιεχομένου τους για την αξιοποίηση του.

Για την βέλτιστη εκμετάλλευσή τους έγινε ο διαχωρισμός των ρευμάτων με γνώμονα το ποσοστό της υγρασίας που έχουν. Προέκυψαν έτσι δύο κλάσματα, το πρώτο κλάσμα (με μεγάλη υγρασία) στέλνεται για αναερόβια επεξεργασία και το δεύτερο κλάσμα στέλνεται για θερμική επεξεργασία. Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια επεξεργασία στην συνέχεια καίγεται και έτσι παράγεται θερμότητα.

Το ποσό της ενέργειας που εκλύεται από τις δύο διεργασίες είναι 4,65 kWh/day για την αναερόβια επεξεργασία και 9,68 kWh/day. Συγκριτικά με τις ενεργειακές απαιτήσεις του οικισμού με αυτές τις δύο διεργασίες επιτυγχάνεται κάλυψη του 2,35% των ημερήσιων αναγκών του οικισμού.

Η εξοικονόμηση αυτού του ποσού ενέργειας είναι σχετικά μικρό και δεν λύνει το ενεργειακό πρόβλημα του οικισμού. Παρόλα αυτά η επεξεργασία των απορριμμάτων εντός του οικισμού αποσκοπεί στην μείωση της απορριμματικής μάζας που καταλήγει στους χώρους ταφής των απορριμμάτων.

Η τελική αξιολόγηση για το αν η επεξεργασία των απορριμμάτων είναι συμφέρουσα ή όχι θα γίνει και με την προσθήκη των οικονομικών στοιχείων ώστε να συμπεράνουμε αν η επεξεργασία των απορριμμάτων μπορεί να εφαρμοστεί σε μικρή κλίμακα.

Φωτοβολταϊκά-Γεωθερμία

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστοιχιών και γεωθερμικών αντλιών έγινε με γνώμονα την κάλυψη των υπολοίπων ενεργειακών αναγκών του οικισμού. Βασικός άξονας ήταν να επιτευχθεί πλήρης αυτονομία ώστε να γίνει ανεξαρτητοποίηση του οικισμού από το δημόσιο δίκτυο ηλεκτροδότησης. Η επιλογή τόσο των φωτοβολταϊκών συστημάτων όσο και των γεωθερμικών αντλιών έγινε για τον λόγο ότι και τα δύο είναι μια τεχνολογίες οι οποίες έχουν αναπτυχθεί σημαντικά και η αποδοχή που έχουν από την κοινωνία είναι αρκετά θετική.

Επιλογή Σεναρίων-Ενεργειακή Αυτονόμηση

Τα διάφορα σενάρια επιλέχθηκαν με βάση την επίτευξη της πλήρους αυτονόμησης του οικισμού. Η αρχική εκτίμηση της κάλυψης κάποιου ποσοστού των ενεργειακών απαιτήσεων από την επεξεργασία αποδείχθηκε λανθασμένη συνεπώς έπρεπε να στραφούμε σε περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών.

7.2 Οικονομική Προσιτότητα

Η οικονομική μελέτη αυτής της μετατροπής του οικισμού έγινε για τον καθορισμό του κατά πόσον η πρόταση μας έχει κάποιο οικονομικό όφελος στον επενδυτή ή επαφίεται αποκλειστικά και μόνο στην περιβαλλοντική του συνείδηση. Αναλυτικά τα οικονομικά οφέλη που θα προκύψουν από την επένδυση αυτή δίνονται παρακάτω

7.2.1 Υδάτινοι Πόροι

Όπως ειπώθηκε παραπάνω η υδατική αυτονόμηση αγγίζει το 44%. Αυτό έχει άμεσο οικονομικό αντίκρισμα μίας και οι κάτοικοι του οικισμού θα βιώσουν από τον πρώτο κιόλας λογαριασμό αυτό το πλεονέκτημα. Με βάση τα στοιχεία αν δεν σχεδιαζόταν καμία πρακτική εκμετάλλευσης των υδάτινων πόρων τότε το συνολικό ετήσιο κόστος για υδροδότηση θα ήταν 2.767 €/έτος. Με την εκμετάλλευση των υδάτων το κόστος αυτό μειώνεται στα 67 €/έτος. Η μείωση αυτή γίνεται άμεσα αισθητή από τους κατοίκους οι οποίοι μειώνουν τα έξοδα κατοικίας τους.

Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης συλλογής και επεξεργασίας του νερού ανέρχεται στις 75.793€, γεγονός που συνεπάγεται ότι μόνο από την διαχείριση του νερού προκύπτει επιστροφή κεφαλαίου στα 28 έτη.

Το κέρδος μιας τέτοιας επένδυσης δεν είναι αμέσως αντιληπτό αφού η επιστροφή που επιτυγχάνεται είναι ιδιαίτερα μακροπρόθεσμη. Ο συνδυασμός κι άλλων πρακτικών είναι που θα επιφέρει την επιθυμητή μείωση του χρόνου αυτού. Αναλυτικά οι υπόλοιπες μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν αναλύονται παρακάτω.

7.2.2 Ενέργεια

Σε ότι αφορά το οικονομικό σκέλος των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για την ενεργειακή αυτονόμηση έγινε μια αποτίμηση του αρχικού κόστους και της επιστροφής κεφαλαίου που προκύπτει από την χρήση τους. Η επιλογή του σεναρίου το οποίο προσφέρει την βέλτιστη λύση έγινε με γνώμονα το αρχικό κεφάλαιο επένδυσης και το χρόνο επιστροφής.

Το αρχικό κεφάλαιο επένδυσης που απαιτείται για την αυτονόμηση του οικισμού ποικίλει ανάλογα με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη της ενεργειακής αυτονομίας.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι το πρώτο και το τέταρτο σενάριο έχουν αρχικό κόστος που αγγίζει 65% και το 57% του αρχικού προϋπολογισμού του έργου. Αντίθετα το δεύτερο και το τρίτο σενάριο έχουν 32% και 23% αντίστοιχα σε αυτόν το τομέα.

Ως εκ τούτου και η επιστροφή που θα προκύψει είναι ανάλογη με το αρχικό ποσό επένδυσης. Έτσι το σενάριο 1 και 4 έχουν απόσβεση σε 48 και 41 χρόνια αντίστοιχα. Ενώ το δεύτερο και το τρίτο σε 23 και 16 χρόνια αντίστοιχα.

7.3 Γενικά

Το εξαγόμενο συμπέρασμα από τις δύο προσεγγίσεις που αναφέρθηκαν είναι ότι η θερμική επεξεργασία των απορριμμάτων είναι μια μέθοδος η οποία μπορεί να αποδώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα μόνο όταν πρόκειται να δεχτεί μεγάλη απορριμματική μάζα. Στην περίπτωση μικρών ποσοτήτων είναι ιδιαίτερα ακριβή και δεν αποδίδει τα επιθυμητά ποσά ενέργειας. Σε μικρή κλίμακα προτιμότερη μέθοδος είναι η ανακύκλωση των απορριμμάτων που προορίζονται για την θερμική επεξεργασία.

Η αναερόβια χώνευση από την άλλη είναι μια ακόμα μέθοδος η οποία δεν αποδίδει σημαντικά ποσά ενέργειας όμως δεν είναι ιδιαίτερα ακριβή μέθοδος και μας απαλλάσσει από το ζήτημα της διαχείρισης των ζυμώσιμων.

Για όλους τους παραπάνω λόγους καλύτερο σενάριο είναι το 3^{ο} στο οποίο χρησιμοποιείται τόσο η αναερόβια χώνευση όσο και φωτοβολταϊκά συστήματα με γεωθερμία. Το σενάριο αυτό έχει το μικρότερο αρχικό κεφάλαιο από όλα τα υπόλοιπα και συνεπώς και τον μικρότερο χρόνο επιστροφής του αρχικού κεφαλαίου.

Το κόστος της αρχικής επένδυσης μπορεί να επιστραφεί σε λιγότερο χρόνο αν συνυπολογίσουμε και το ισοδύναμο περιβαλλοντικό κέρδος σε χρηματικές μονάδες. Επίσης ο σχεδιασμός παθητικών συστημάτων μόνωσης των κτιρίων με στοιχεία βιοκλιματικής θα μπορούσε να μειώσει τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων και συνεπώς το αρχικό κόστος επένδυσης.

Επίλογος

Η παρούσα διπλωματική έγινε με σκοπό την απόδειξη ότι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και άλλων μεθόδων προστασίας του περιβάλλοντος μπορούν να εφαρμοστούν σε οικιστικό επίπεδο και μάλιστα μπορεί η ένταξή τους να αποδώσει συγκριτικό πλεονέκτημα στο σύνολο αυτό έναντι άλλων οικισμών.

Για αυτό τον λόγο έγινε και η μελέτη ως προς την ανταγωνιστικότητα αφού το οικονομικό αντίκρισμα που έχει κάθε πτυχή της ανθρώπινης δραστηριότητας αποτελεί επιταχυντή ή τροχοπέδη της προσπάθειάς του. Όσον αφορά την επιστήμη του Μηχανικού Περιβάλλοντος αυτό αποτέλεσε βαθύτερο προσωπικό προβληματισμό για το κατά πόσο οι Μηχανικοί Περιβάλλοντος μπορούν να απευθύνονται- και μπορούν να εισακουστούν- σε ιδιωτικά κεφάλαια ή τα πορίσματα των ερευνών τους προορίζονται για μια ουτοπική περιβαλλοντική προστασία.

Το ερώτημα που εγείρεται είναι με απλά λόγια : '' κάνουμε επιστήμη για την επιστήμη ή προσπαθούμε να βρούμε τρόπους να βελτιώσουμε την ποιότητα ζωής;''

Την απάντηση σ' αυτό το ερώτημα προσπάθησε να δώσει αυτή η μελέτη. Προσωπική εκτίμηση είναι πως κατάφερε να αποδείξει ότι η υιοθέτηση πρακτικών για την προστασία του περιβάλλοντος δεν συνεπάγεται και αβάστακτη οικονομική επιβάρυνση. Στην πραγματικότητα για ένα έργο όπως είναι αυτός ο οικισμός όπου το κόστος κατασκευής είναι 2.000.000 € τότε με μια επένδυση της τάξης του 20% του συνολικού προϋπολογισμού επιτυγχάνεται η αναβάθμισή του σε φιλικό προς το περιβάλλον.

Ως απαύγασμα λοιπόν των προηγουμένων θα μπορούσαμε να πούμε ότι απαιτείται βασικά η αλλαγή του τρόπου με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε την κατασκευή των νέων κτιρίων, αλλά και κάθε ανθρώπινη επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον, σε ισορροπία με το περιβαλλοντικό ισοζύγιο.

Βιβλιογραφία

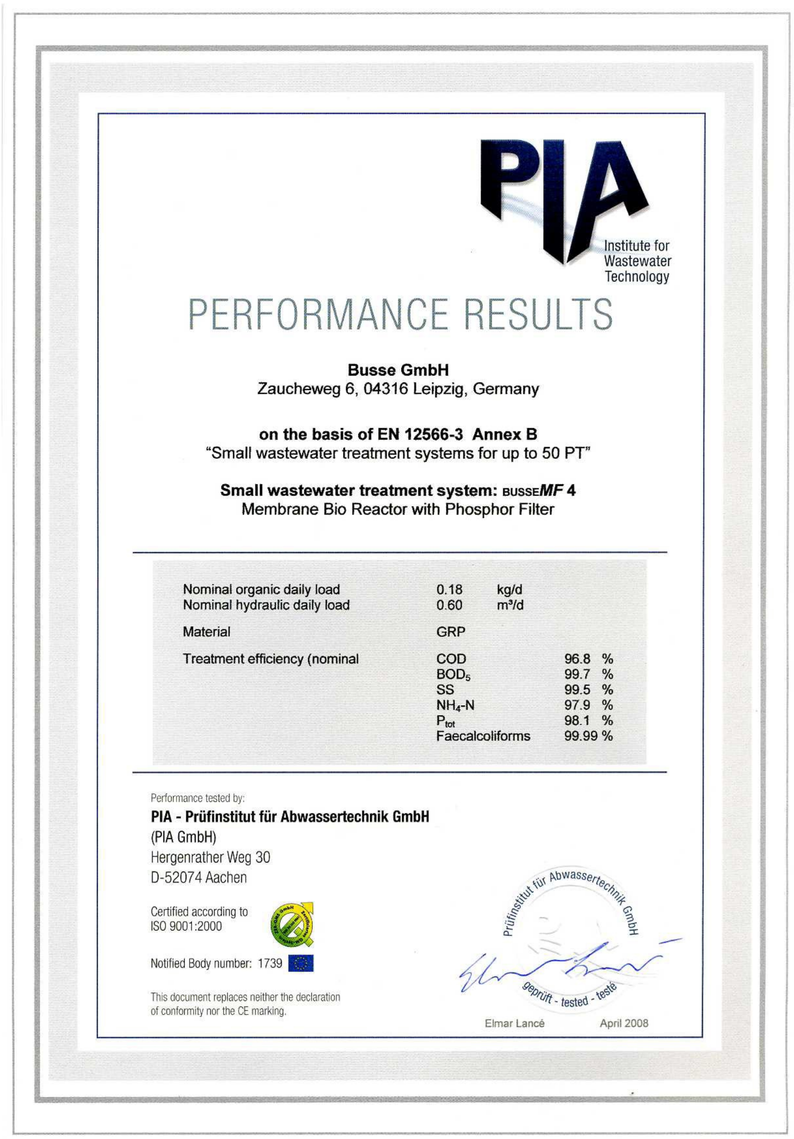
- Neufert, Peter. *Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνθεση.* Γκιουρδας, 2003.
- Shefali, Verma. *Anaerobic digestion of biodegradable organicsin municipal solid waste.* Columbia, 2002.
- Αϊβαζίδης, Γιαννόπουλος Βουδριάς. *Αναερόβια Επεξεργασία Αστικών Στερεών Αποβλήτων.* Ξανθη, 2005.
- Βουρδουμπάς, Γιάννης. "Σχεδιασμός Κατοικιών με μηδενικές εκπομπές CO2 στην Κρήτη." *Ενέργεια και κλίμα, Πράσινες απαντήσεις στην Κλιματική Κρίση.* Ηράκλειο, 2009.
- Γκέκας, Βασίλειος. *Θερμικές Διεργασίες Στερεών Απορριμμάτων.* Χανια, 2007.
- Καρούκη, Ευαγγελία-Ελένη. *Εφαρμογή Τηλεψύξης στα Χανιά από καύση απορριμμάτων.* Χανια, 2007.
- Κατσίρη, Αλεξάνδρα. *Διαχείριση Στερεών Απορριμμάτων και Ιλύος.* Αθήνα, 2002.
- Μουσιόπουλος, Νικόλαος. *ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.* ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2002.
- Peters Timemerhaus West, *Σχεδιασμός και οικονομική μελέτη εγκαταστάσεων για μηχανικούς*, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2006
- Γιδαράκος, Ευάγγελος. *Επικίνδυνα απόβλητα Διαχείριση-Επεξεργασία-Διάθεση* .ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2006.
- Metcalf & Eddy. *Μηχανική Υγρών Αποβλήτων Επεξεργασία και Επαναχρησιμοποίηση. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2006*
- *Παναγιωτόπουλος Δ., Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων, 2007*

Διαδίκτυο:

- *Bioflow Watercare.* http://www.bioflowwatercare.com/ (accessed 2009).
- *Biofuels Η εξελιξη στον ελλαδικό χώρο.* http://www.biofuels.gr/index.html (accessed 2009).
- Commission, European. *Photovoltaic Geographical Information System.* http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/ (accessed 2009).
- http://www.ecotec.gr/article.php?ID=133
- http://www.organic.aber.ac.uk/events/conf07/8arichardtomlinson.pdf
- http://apogee-solutions.net/atlantis/files/ap5490_Odigos_FB.pdf

Παράρτημα

Αποτελέσματα επίδοσης του βιολογικού καθαρισμού MF-HKA4



PIA Institute for Wastewater Technology

PERFORMANCE RESULTS

Busse GmbH
Zaucheweg 6, 04316 Leipzig, Germany

on the basis of EN 12566-3 Annex B
"Small wastewater treatment systems for up to 50 PT"

Small wastewater treatment system: BUSSE*MF* 4
Membrane Bio Reactor with Phosphor Filter

Nominal organic daily load	0.18	kg/d	
Nominal hydraulic daily load	0.60	m^3/d	
Material	GRP		
Treatment efficiency (nominal	COD	96.8	%
	BOD_5	99.7	%
	SS	99.5	%
	NH_4-N	97.9	%
	P_{tot}	98.1	%
	Faecalcoliforms	99.99	%

Performance tested by:
PIA - Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH
(PIA GmbH)
Hergenrather Weg 30
D-52074 Aachen

Certified according to ISO 9001:2000

Notified Body number: 1739

This document replaces neither the declaration of conformity nor the CE marking.

Prüfinstitut für Abwassertechnik GmbH – geprüft - tested - testé

Elmar Lancé April 2008