



Τ.Ε.Ι. Κρήτης
Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος



**Πειραματική μελέτη κ' οικονομοτεχνική αξιολόγηση εγκατάστασης
επεξεργασίας λυματολάσπης.**

Αλέξιος Κασελούρης
Γεώργιος Κλιάμπας

Επιβλέπων Καθηγητής
Ιωάννης Κατσιγιαννης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| Περίληψη..... | 4 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ | |
| 1.1 Εισαγωγή..... | 6 |
| 1.2 Η μορφή και οι ιδιότητες της λυματολάσπης..... | 6 |
| 1.3 Ειδικότερα στην ηλιακή ξήρανση | 7 |
| 1.4 Ηλιακά ξηραντήρια..... | 8 |
| 1.5 Σύγκριση ηλιακής ξήρανσης με ηλεκτρική- μηχανική..... | 12 |
| 1.5.1 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα Μηχανικής Ξήρανσης..... | 12 |
| 1.5.2 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα Ηλιακής Ξήρανσης..... | 13 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ | |
| 2.1 Εφαρμογές ηλιακής ξήρανσης λάσπης από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων..... | 14 |
| 2.1.1 Γενική περιγραφή μιας εφαρμογής για την ηλιακή ξήρανση λυματολάσπης..... | 14 |
| 2.1.2 Το σύστημα Wendewolf®..... | 21 |
| 2.2 ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε..... | 22 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ | |
| 3.1 Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας..... | 27 |
| 3.2 Εξοπλισμός..... | 27 |
| 3.3 Πειραματικές μετρήσεις - διαγράμματα και αναλύσεις..... | 30 |
| 3.4 Γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την πειραματική διαδικασία..... | 56 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ | |
| 4 Οικονομοτεχνική μελέτη πρότασης για δημιουργία εγκατάστασης ηλιακής ξήρανσης λυματολάσπης στα Χανιά..... | 57 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 62 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την πειραματική διερεύνηση της Ηλιακής Ξήρανσης Λυματολόασης καθώς και την ανάλυση ήδη υπάρχοντων συστημάτων στην Ελλάδα και στο εξωτερικό καθώς και την πρόταση μιας εγκατάστασης στον Νομό Χανίων.

Η πειραματική αυτή διερεύνηση, έγινε στην σκιά των εξελίξεων που διαδραματίζονται στην χώρα μας σχετικά με την διαχείριση της λυματολόασης που παράγεται από τα κέντρα επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται έντονα στις κοινωνίες, ο προβληματισμός και η μεγάλη όχληση που δημιουργείται στους πολίτες, από την παρουσία ΧΥΤΑ και των χώρων αποθήκευσης των λυμάτων.

Τα βιομηχανικά και τα αστικά απόβλητα, δεν θα πάψουν ποτέ να υπάρχουν στις κοινωνίες και αν δεν επεξεργάζονται ή δεν διατίθενται σε κατάλληλους χώρους διαχείρισης αποβλήτων, θα είναι επιβλαβή για την υγεία των κατοίκων και των ζώων, καταστροφικά για τις καλλιέργειες και γενικά θα υποβαθμίζουν το βιοτικό επίπεδο.

Η λυματολόαση ως προϊόν απο Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων είναι ένα αναπόφευκτο απόβλητο μιας οργανωμένης αστικής κοινωνίας το προϊόν αυτό μπορεί να γίνει ακόμα και επικίνδυνο αν δεν εναποτεθεί σωστά ή δεν αλλάξει η φυσικοχημική του σύνθεση.

Με την διαχείριση και επεξεργασία των αποβλήτων και της ιλύος που προέρχεται από τον καθαρισμό λυμάτων (λυματολόαση), μειώνεται ή ακόμα εξαλείφεται η παρουσία παθογόνων και επιβλαβών μικροοργανισμών, καθώς σε μεγάλο βαθμό μειώνονται και οι οσμές.

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα ξηραντήριο άμεσου τύπου το οποίο τοποθετήθηκε σε ανοιχτό χώρο μέσα στο οποίο εναποτείθεται το δείγμα και μετρίοταν η μάζα του ανά μια ώρα μαζί με τιμές ηλιακής ενέργειας και εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας.

Με τις παραπάνω μετρήσεις καταλήξαμε να βρούμε τον ρυθμό με τον οποίο εξατμιζόταν υγρασία από το δείγμα και να δούμε τις διαφορές της απλής ξήρανσης με αυτήν της χρήσης ανάδευσης.

Η διαδικασία χρησιμοποιώντας ανάδευση επιταχύνθηκε καθώς και η εξάτμιση της υγρασίας ήταν μεγαλύτερη στο δείγμα τελικά.

ABSTRACT

The present work aims at experimental investigation of solar drying of sludge and analysis of existing systems in Greece and abroad as well as a proposed facility in the prefecture of Chania.

This experimental investigation was in the shadow of the developments happening in our country on the management of water sludge produced by municipal sewage treatment centers. In recent decades there has been intense in societies, a great disturbance to the people, by the presence of landfills and storage of water sludge. Industrial and municipal waste will never cease to exist in society if not properly processed or not disposed at appropriate locations for waste management. Failing to so would be detrimental to the health of people and animals, damaging the crops and generally degrade the quality of life level.

Sludge as a product of urban waste water Treatment Plant is an inevitable waste of an organized civil society, this product can be even dangerous if not disposed properly, or it's physicochemical synthesis is not changed .Sludge from waste water treatment (sewage sludge), reduced or even eliminated the presence of pathogens and harmful microorganisms, and greatly reduced and odors.

For the purpose of the experiment a direct-type drier was used, which was placed in an open space in which was the sample put and its mass per was weighted per hour along with solar values and internal and external temperature. With these measurements the rate at which moisture evaporated from the sample and see the differences of the simple drying of this manual stirring was defined.

The mixing process gave us accelerated results and the evaporation of moisture was higher in the final sample.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1 Έισαγωγή.

Ένα από τα μεγαλύτερα θέματα της εποχής μας είναι η ενέργεια. Ο πλανήτης μας έχει φτάσει σε ένα σημείο εξαθλίωσης από την χρήση των συμβατικών πόρων για παραγωγή ενέργειας. Οι συμβατικοί πόροι οι οποίοι είναι ιδιαίτερος ρυπογόνοι είναι υπαίτιοι για το πλείστον των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχει υποστεί το κλίμα .

Η χρήση συμβατικών καυσίμων που έκανε την μεγάλη της έκρηξη στην βιομηχανική επανάσταση με χρήση του άνθρακα και στην συνέχεια η σημερινή εξάρτηση του ανθρώπου από το πετρέλαιο. Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια προκαλεί την συνεχόμενη αύξηση στην κατανάλωση των συμβατικών πόρων με αποτέλεσμα την περαιτέρω επίταση των φαινομένων.

Έτσι προέκυψε στην σύγχρονη εποχή ότι θα πρέπει να γίνουν κινήσεις για να αντιμετωπιστούν οι κλιματικές αλλαγές και για να μην υπάρξει περαιτέρω επίταση των φαινομένων.

Κινήσεις που αφορούν τον περιορισμό της σπατάλης της ενέργειας με διάφορες μεθόδους στις κατασκευές ή με την χρήση συσκευών που είναι λιγότερο ενεργοβόρες.

Ως επίσης πολύ σημαντικές είναι οι κινήσεις οι οποίες αποσκοπούν στην παραγωγή ενέργειας από Ήπιες και Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η χρήση της ηλιακής ενέργειας , της γεωθερμίας, της βιομάζας ,της αιολικής ενέργειας, της υδροδυναμικής ενέργειας(θεωρείται ήπια μόνο σε μικρές εφαρμογές) ,των θαλασσιών κυμάτων και της θαλάσσιας ενέργειας

Από την αρχαιότητα ο ήλιος είχε μια θεϊκή υπόσταση έτσι και στις ημέρες μας στρεφόμεστε και προς τον ήλιο σε μια προσπάθεια απεγκλωβισμού μας από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους. Σχεδόν όλες οι ήπιες και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας εξαρτώνται από τον ήλιο ο κύκλος του νερού οι άνεμοι και άλλα εξαρτώνται από τον ήλιο. Από τα πιο παλιά χρόνια είναι γνωστές εφαρμογές που χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια για από τις πιο γνωστές εφαρμογές π.χ. στέγνωμα ρούχων.

Μια πολύ εύκολη και παλιά τεχνική είναι η χρήση της ηλιοθερμικής ενέργειας για διάφορους σκοπούς όπως ξήρανση , μαγείρεμα , θέρμανση νερού , θέρμανση κτιρίων.

1.2 Η μορφή και οι ιδιότητες της λυματολάσσης.

Η λυματολάσση δεν φέρεται ως νευτώνιο υγρό. Ένα σημαντικό πρόβλημα είναι η ενεργειακή απώλεια λόγω των τριβών, κατά τη μεταφορά της λυματολάσσης. Η λάσπη, με συγκέντρωση σε παχύρρευστα διαλύματα 10-15%, μπορεί να αντληθεί, σε περίπτωση που υπάρχουν μεγάλες απωλεις τριβής. Η φυσική κατάσταση της λάσσης εξαρτάται από τηνπεριεκτικότητα της υγρασίας που υπάρχει στη λάσπη και στη φύση της λάσσης. Ενώ μειώνεται το ποσοστό της υγρασίας, η κατάσταση της λάσσης μεταβάλλεται από υγρή σε ημι-στερεή και έπειτα σε απόλυτα ξηρή. Με τη βοήθεια της βαρύτητας, η πύκνωση της λάσσης μπορεί να φτάσει το 3-5% του βάρους της συγκέντρωσης στερεών. Εντούτοις τα κενά μεταξύ των μορίων, είναι γεμάτα με νερό.

Ενώ το περιεχόμενο της υγρασίας μειώνεται περισσότερο, τα στερεά συμπιέζονται και έρχονται πλησιέστερα το ένα με το άλλο. Οι πιέσεις συνεχίζουν να αυξάνονται στους πόρους, μειώνοντας σταδιακά τον όγκο της λάσπης. Σε αυτή τη φάση, η λάσπη θεωρείται σχεδόν στερεή με πολύ μικρές ποσότητες υγρασίας.

1.3 Ειδικότερα στην ηλιακή ξήρανση .

Η ηλιακή ξήρανση είναι μια διαδικασία μεταφοράς μάζας και θερμότητας πιο συγκεκριμένα η υγρασία από την επιφάνεια και το εσωτερικό του προϊόντος ατμοποιείται και εγκαταλείπει την στερεά ουσία. Οι παρακάτω παράγοντες έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο αποτέλεσμα της ξήρανσης

- Σχετική υγρασία και θερμοκρασία της ατμόσφαιρας
- Ποσοστό ροής αέρα στο δείγμα
- Αρχική περιεκτικότητα υγρασίας του δείγματος
- Τελική υγρασία που θέλουμε να επιτύχουμε στο δείγμα
- Ο τύπος του ξηραντηρίου που θα χρησιμοποιηθεί

Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα για την χώρα μας αφότου ξεκίνησε και η λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού στην Ψυτάλλεια είναι το τι μέλλει γεννέσται με την λάσπη που παράγεται . Η λάσπη μέχρι τώρα προκαλεί μόνο προβλήματα διότι δεν υπάρχει χώρος υγειονομικής ταφής που να την δέχεται.

Η τεχνική της ηλιακής ξήρανσης της λυμματολάσπης έρχεται να απαντήσει με μια φιλική προς το περιβάλλον αντιμετώπιση εντελώς απαλλαγμένη από ρυπογόνες διαδικασίες .

Η λάσπη αυτή περιέχει περί τα 85 % υγρασία . Είναι πολύ συνηθισμένη τεχνική το να ξηραίνεται ώστε να πάνει λιγότερο χώρο και να γίνεται πιο χρηστική .

1.4 Ηλιακά ξηραντήρια.

Οι ηλιακοί ξηραντήρες είναι απλές συσκευές για καλύτερη διαχείριση της θερμικής ενέργειας του ήλιου. Βασίζονται σε μια κατασκευή χρώματος μαύρου για να απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και είναι πολύ σημαντικό να έχουν όσο το δυνατόν λιγότερες θερμικές απώλειες.

Υπάρχουν αρκετά είδη ξηραντήρων π.χ. τρόφιμα , γεωργικά προϊόντα . Είναι ιδιαίτερος ανταγωνιστικοί με τους ηλεκτρικούς διότι έχουν πολύ χαμηλότερο κόστος και είναι πολύ πιο εύκολοι στην παραγωγή τους .

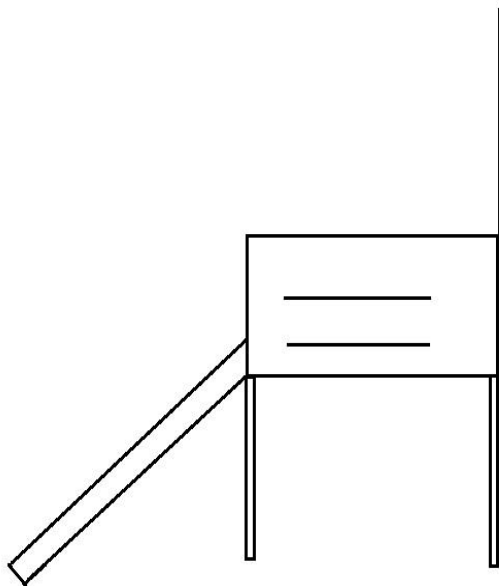
Παρακάτω παραθέτονται οι πιο διαδεδομένοι τύποι ξηραντηρίων

1)Εμμέσου τύπου

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.1 συγκεκριμένος ξηραντήρας χρησιμοποιεί έναν χωριστό ηλιακό συσσωρευτή που θερμαίνει αέρα και τον περνάει σε έναν θάλαμο που περιέχει τα δείγματα προς ξήρανση

Βασικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τύπου είναι ότι ο συλλέκτης μπορεί να είναι μεγάλος και έτσι δέχεται μεγαλύτερες ποσότητες θερμού αέρα.

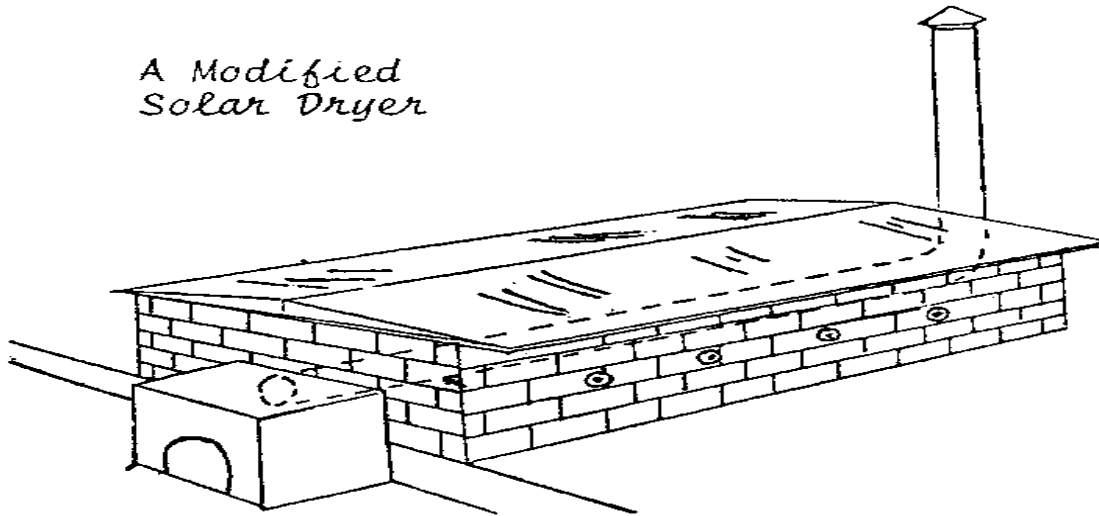
Μειονέκτημα όμως είναι η πολυπλοκότητα κατασκευής και το κόστος αυτής.



Εικόνα 1.1 «Ξηραντήριο εμμέσου τύπου»

2)Τύπου McDowell

Ο ξηραντήρας McDowell πέραν της ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιεί θερμότητα από ξύλο το οποίο καίγεται σε ένα κιβώτιο πυρκαγιάς και διαχέεται μέσω σωληνώσεων κάτω από το δείγμα και τα καυσαέρια βγαίνουν μέσω μιας καπνοδόχου όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.2 .



Εικόνα 1.2 « Ξηραντήρας τύπου McDowell»

3) Ξηραντήρας διάταξης στήριξης

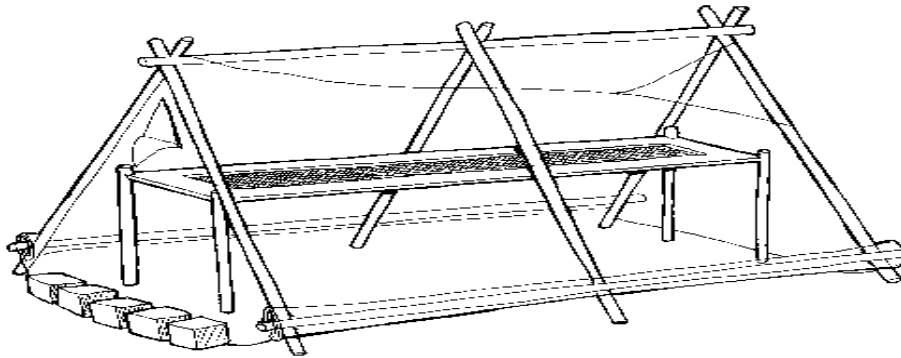
Ο συγκεκριμένος είναι πάρα πολύ χρήσιμος για μικρή κλίμακα ξήρανσης καθώς μπορεί να αποδώσει πάρα πολύ μεγάλες θερμοκρασίες και όως φαίνεται και στην εικόνα 1.3 είναι πολυ διαδεδομένος λόγω της απόδοσης και της απλής κατασκευής του.



Εικόνα 1.3 « Ξηραντήρας διάταξης στήριξης»

4) Ηλιακός ξηραντήρας σκηνή

Ο συγκεκριμένος τύπος είναι πολύ οικονομικός στην κατασκευή του αλλά δεν παρουσιάζουν καλή αντοχή κυρίως σε ανέμους μπορούν όμως να ανεβάσουν αρκετά μεγάλες θερμοκρασίες, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.4

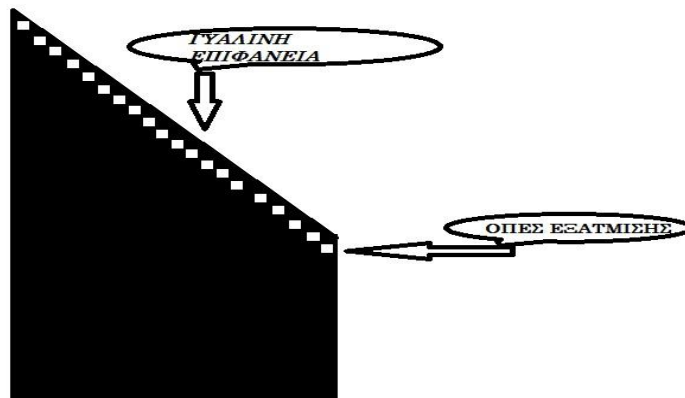


Εικόνα 1.4 « Ηλιακός ξηραντήρας σκηνή»

5) Ξηραντήρας άμεσου τύπου

Ο συγκεκριμένος τύπος είναι αυτός που χρησιμοποιήθηκε και στο πείραμα .

Είναι αρκετά οικονομικός στην κατασκευή του και λειτουργεί ουσιαστικά σαν ένα θερμοκήπιο. Το περίβλημα αποτελείται από ξύλο το οποίο βάφτηκε μαύρο και μια γυάλινη επιφάνεια. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.4 υπάρχουν οπές που διευκολύνουν την εξάτμιση



Εικόνα 1.4 «Ξηραντήρας Άμεσου τύπου»

1.5 Σύγκριση ηλιακής ξήρανσης με ηλεκτρική- μηχανική.

Για ξήρανση η πιο διαδεδομένη μορφή είναι η μηχανική με χρήση ενέργειας κατά κόρον ηλεκτρικής. Η ηλιακή ξήρανση αν και στην ιστορία απαντάται για κατά πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα δεν είναι προτιμητέα.

Για να αναλυθεί καλύτερα η σύγκριση των δυο διαδικασιών ξήρανσης πρέπει να αναλυθούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους.

1.5.1 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα Μηχανικής Ξήρανσης.

Πλεονεκτήματα:

Στα μηχανικά ξηραντήρια έχει επιτευχθεί ιδιαίτερη βελτίωση λόγω της ευρείας χρήσης τους.

Ο χρόνος που απαιτείται είναι πολύ μικρότερος από αυτόν που χρειάζεται η ηλιακή μέθοδος και είναι ανεξαρτημένος από τις κλιματολογικές συνθήκες.

Τα υπο ξήρανση υλικά είναι προστατευμένα από το εξωτερικό περιβάλλον με αποτέλεσμα την αποτροπή αλληλεπίδρασης με αυτό, πολύ χρήσιμο και για τρόφιμα τα οποία παραμένουν καθαρά αλλά και για την λυματολάσπη ή άλλα υλικά που έχουν δυσάρεστη οσμή. Λόγω της μεγάλης διάδοσης και του ανταγωνισμού των εταιριών το κόστος δεν είναι τόσο μεγάλο όσο παλιότερα. Αποφυγή αποδέσμευσης ρυπών από το υπο ξήρανση υλικό μιας και αυτό είναι περιορισμένο μέσα στην συσκευή.

Μειονεκτήματα :

Ο μεγάλος ανταγωνισμός έχει ρίξει τις τιμές αλλά η σύνθετη διαδικασία για την παραγωγή μηχανικών ξηραντηρίων τα καθιστούν ακόμα μια πολύ ακριβή διαδικασία. Επιπρόσθετα επειδή η ανάπτυξη τέτοιων τεχνολογιών απαιτεί βαριά βιομηχανία δεν παράγονται στον Ελλαδικό χώρο και το κόστος μεταφοράς επιβαρύνει ακόμα περισσότερο τον φορέα που χορηγεί τους οικονομικούς πόρους για το έργο.

Η χρήση των ξηραντηρίων σε μεγάλες εφαρμογές απαιτούν την δημιουργία πολύ μεγάλων χώρων οι οποίοι ουσιαστικά χρησιμοποιούνται ως κλίβανοι, για την καλύτερη λειτουργία , αυτοί οι χώροι απαιτούνται να μονωθούν με πολύ ακριβές διαδικασίες και για να λειτουργήσουν να σπαταληθούν τεράστιες ποσότητες ενέργειας.

Οι πολύ μεγάλες ποσότητες ενέργειας που απαιτούνται είναι πολύ δύσκολο να παραχθούν από ήπιες μορφές ενέργειας με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον συμβατικοί πόροι. Οι συμβατικοί πόροι με τους οποίους τροφοδοτείται μια τέτοια εγκατάσταση δημιουργούν μεγάλες επιβαρύνσεις στο περιβάλλον και την ατμόσφαιρα. Το γεγονός ότι μια εγκατάσταση θα προκαλεί ήδη μεγάλη όχληση η χρήση συμβατικών πόρων δυσχεραίνει την αποδοχή του έργου από την περιβάλλουσα κοινωνία.

1.5.2 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα Ηλιακής Ξήρανσης.

Πλεονεκτήματα:

Η κατασκευή μιας εγκατάστασης ηλιακής ξήρανσης ή ενός απλού ξηραντήρα είναι μια σχετικά απλή διαδικασία για την οποία τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται είναι εύκολο να βρεθούν και δεν έχουν μεγάλο κόστος.

Στην εγκατάσταση ηλιακής ξήρανσης λυματολάσσης απαιτείται η δημιουργία ενός χώρου παρόμοιας κατασκευής με θερμοκήπιο το οποίο είναι πολύ πιο φθηνό σε σύγκριση με την δημιουργία του κλιβάνου για την μηχανική ξήρανση.

Η συντήρηση της εν λόγω εγκατάστασης ή συσκευής είναι μια πολύ απλή και οικονομική διαδικασία.

Οι ενεργειακές ανάγκες είναι σαφώς πολύ μικρότερες και η κάλυψη τους μπορεί να γίνει εξ' ολοκλήρου με ήπιες μορφές ενέργειας.

Η όλη κατασκευή δεν απαιτεί πολύ μεγάλες αλλαγές στον περιβάλλοντα χώρο.

Μειονεκτήματα :

Ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για ξήρανση είναι μεγαλύτερος από τον που απαιτείται στις μηχανικές μεθόδους.

Η μέθοδος της ηλιακής ξήρανσης είναι απολύτως συνδεδεμένη με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.

Το γεγονός ότι είναι πολύ λιγότερο διαδεδομένη τεχνική και υπάρχουν πολύ λιγότερες εταιρίες δημιουργεί μικρότερο ανταγωνισμό και δεν ωφελεί την ανάπτυξη της και τον περιορισμό του κόστους της.

Υπάρχει αλληλεπίδραση με το περιβάλλον άρα οι οσμές δραπετεύουν δημιουργώντας ώχληση με αρκετά μεγάλη δυσσομία .

Κεφάλαιο Δεύτερο

2.1 Εφαρμογές ηλιακής ξήρασης λάσπης από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, στην Ελλάδα είναι μεγάλο το πρόβλημα της διαχείρισης της λάσπης που παράγεται από βιολογικούς καθαρισμούς.

Ο συνηθισμένος τρόπος για την αντιμετώπιση προβλημάτων παγκοσμίως με την λάσπη είναι η ξήραση της .

Με την ξήραση της επιτυγχάνεται μείωση του όγκου της με αποτέλεσμα να γίνεται ευκολότερη η αποθήκευση της καθώς και καλύτερη προετοιμασία της για χρήση ως λίπασμα.

Η αρχική ποσοστώση υγρασίας στην λάσπη βρίσκεται συνήθως γύρω στο 85 % .

Παρότι χρειάζεται πολύ παραπάνω χώρος για την ηλιακή ξήραση λάσπης τα λειτουργικά κόστη είναι πολύ μικρότερα από τα βιομηχανικά για αυτό και η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική.

Υπάρχουν πλέον αρκετές εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνται στην ηλιακή ξήραση λάσπης.

2.1.1 Γενική περιγραφή μιας εφαρμογής για την ηλιακή ξήραση λυματολάσπης.

Η διαδικασία βασίζεται στην εξάτμιση των υγρών στοιχείων που περιέχονται λυματολάσπη με

απώτερο στόχο την ξήραση για περαιτέρω χρήση.

Μέχρι πρότινος αυτό απαιτούσε κάποια ποσά ενέργειας.

Η λύση δόθηκε από μια καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, την ηλιακή.

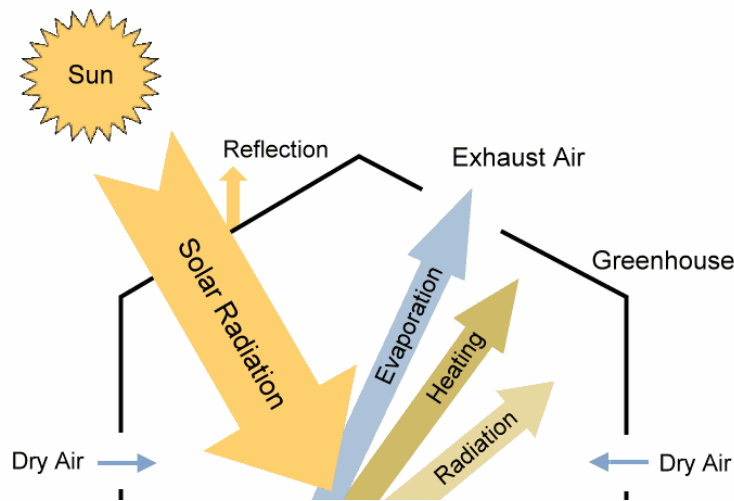
Για να επιτευχθεί η ξήραση πρέπει να υπάρχει διαφορά μεταξύ της μερικής πίεσης υδρατμών στο εσωτερικό της ιλύος και τον αέρα του περιβάλλοντος.

Προκειμένου να αποφευχθεί μία ισορροπία μεταξύ των ατμών μέσα και έξω από την λυματολάσπη, ο αέρας πρέπει να εκκενώνεται.

Σε αυτό συμβάλει και το γεγονός ότι οι υδρατμοί είναι ελαφρύτεροι από τον ξηρό αέρα.

Το προτεινόμενο σύστημα ηλιακής ξήρασης λυματολάσπης με ανάδευση λειτουργεί με απλοϊκό τρόπο. Βασίζεται κατά κύριο λόγο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η βασική αρχή λειτουργίας του παραμένει η ίδια με αυτήν ενός θερμοκηπίου για φυτά. Το θερμοκήπιο θα είναι κατασκευασμένο με μόνιμους σιδερένιους σκελετούς και στεγασμένο από γυάλινα πετάσματα. Όλη η κατασκευή θα στηρίζεται σε τοιμεντένιο τοίχιο. Οι ακτίνες του ήλιου θα διαπερνάνε το πλαστικό κάλυμμα και θα εγκλωβίζονται μέσα σε αυτό, με αποτέλεσμα την θέρμανση του χώρου. Στην οροφή θα υπάρχουν μηχανοκίνητα παράθυρα εξαερισμού που θα είναι εγκατεστημένα σε όλο το μήκος της

εγκατάστασης. Παρόμοιο σύστημα εξαερισμού χρησιμοποιείτε και στα συμβατικά θερμοκήπια. Στο κάτω μέρος του θερμοκηπίου θα υπάρχουν αεραγωγοί φυσικού αέρα για να υπάρχει διαφορά μεταξύ του ξηρού και του υγρού αέρα. Στην οροφή του θα εγκατασταθούν ανεμιστήρες. Θα τοποθετούν στην αίθουσα με τέτοιο τρόπο ώστε ο στροβιλισμός του αέρα που δημιουργείται πάνω από την επιφάνεια της ξήρανσης, να εξατμίζει το υγρό οριακό στρώμα πάνω από την επιφάνεια της λύος. Αυτός ο τεχνητός άνεμος είναι σημαντικός για τη διαδικασία ξήρανσης, καθώς αποφεύγεται οποιαδήποτε στρωμάτωση της θερμοκρασίας ή της υγρασίας. Για καλύτερη απεικόνιση παραθέται και η εικόνα 2.1.



Εικόνα 2.1 «Περιγραφή της εξάτμισης και των ακτινοβολιών εντός της εγκατάστασης»

Στο εσωτερικό ενός θερμοκηπίου, υπάρχει κατασκευασμένη από τοιμέντο μια λεκάνη απόθεσης λυματολάσσης. Το ύψος της λυματολάσσης στην λεκάνη πρέπει να είναι σαράντα εκατοστά (40 cm) σε οριζόντια θέση, καθ' όλο το μήκος της λεκάνης. Η οριζόντια θέση παίζει σημαντικό ρόλο, προκειμένου να επιτευχθεί ομοιόμορφη ανάδευση της λυματολάσσης.



Εικόνα 2.2 «Μια εγκατάσταση με χρήση του συστήματος Wendewolf®»

Η λυματολάσπη αναδεύεται με ένα κινούμενο σύστημα το οποίο ονομάζεται . Είναι το κυριότερο εξάρτημα της εγκατάστασης ξήρανσης. Αποτελείται από ένα κυλινδρικό σωλήνα, ο οποίος έχει ενσωματωμένους εκοκαφείς που εφάπτονται την λυματολάσπη και επιτρέπει την διέλευση του ξηρού αέρα στα χαμηλότερα τμήματα της ιλύος. Τοποθετείται παράλληλα στις δύο πλευρές του τοιχίου της λεκάνης απόθεσης. Λόγω των διαστάσεων του κυλίνδρου, η λεκάνη πρέπει να έχει πλάτος δώδεκα μέτρα (12 m) ενώ το μήκος της λεκάνης μπορεί να φτάσει και τα εκατόν είκοσι μέτρα (120 m). Το μέγιστο ύψος που μπορεί να τοποθετηθεί είναι τα ογδόντα πέντε εκατοστά (85 cm). Διαθέτει μοτέρ κάθετης κίνησης και το ελάχιστο ύψος που μπορεί να τοποθετηθεί είναι τα πενήντα εκατοστά (50 cm). Η ρύθμιση του ύψους είναι σημαντική γιατί μπορούμε να αποθέσουμε διαφορετικές ποσότητες λυματολάσπης κάθε φορά. Κινείται πάνω από την λεκάνη, εκτελώντας κυκλική κίνηση παράλληλα με την λυματολάσπη, σε ράγες που ενσωματώνονται στα τοιχία και με την βοήθεια του μοτέρ κίνησης μπορεί να διανύσει όλο το μήκος της λεκάνης και να επιστρέψει πίσω με μικρή ταχύτητα. Ο κυλινδρικός σωλήνας του WendeWolf® κινείται με συχνότητα εξήντα κύκλων το λεπτό (60 c/min) και αναδεύει και μεταφέρει την λυματολάσπη, καθώς κινείται αργά πάνω στις ράγες. Είναι αυτοματοποιημένο και εξοπλισμένο με αισθητήρες και ελέγχεται από μία μονάδα ελέγχου.



Εικόνα 2.3 «Ο αναδευτήρας του συστήματος Wendewolf®»

Η λυματολάσπη αποτίθεται από τα φορτηγά στο ανοιχτό άκρο της λεκάνης. Τότε το μηχάνημα κινείται προς εκείνη την πλευρά και με τους εκκαφείς μαζεύει μέρος της λυματολάσπης και την τοποθετεί σταδιακά σε όλη την επιφάνεια της λεκάνης ενώ παράλληλα διοχετεύει και αέρα. Κάθε φορά που φτάνει στο τέλος της διαδρομής του, ανασηκώνεται στο μέγιστο ύψος και επιστρέφει στο ανοιχτό άκρο προκειμένου να πάρει και άλλη ποσότητα λυματολάσπης. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου κατανεμηθεί η λυματολάσπη ομοιόμορφα σε όλο το εμβαδόν της λεκάνης και φτάσει στο επιθυμητό ύψος. Κατά τους θερινούς μήνες όπου ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι θερμότερος, ο κύκλος είναι γρηγορότερος και είναι περίπου δέκα περιστροφές ανά μέρα (10 c/day). Σε όλη τη φάση του κύκλου δεν επεμβαίνει το προσωπικό καθώς όλη η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη. Εξαιτίας της συχνότητας περιστροφής, η λυματολάσπη μετατρέπεται σε κόκκους με διάμετρο από ένα έως είκοσι χιλιοστά (1-20 mm). Οι κόκκοι είναι ελεύθεροι ζιζανίων και η περαιτέρω επεξεργασία τους είναι πιο εύκολη.



Εικόνα 2.4 «Εναπόθεση λυματολάσσης απο φορτηγά»

Η λυματολάσση δεν πρέπει να είναι υγρή. Το σύστημα μπορεί να επεξεργαστεί λυματολάσση με ποσοστό ξηρού υπολείμματος δέκα πέντε τοις εκατό (15%) και άνω. Μπορεί να χρειαστεί προεπεξεργασία μερικής ξήρανσης με στράγγιση. Το WendeWolf® μπορεί να επεξεργαστεί και να ξηράνει λυματολάσση κολλώδους μορφής. Το πόσο ξηρό θα είναι το τελικό προϊόν, είναι απόρρα των κλιματικών συνθηκών. Το καλοκαίρι το ποσοστό εξατμίσσης προσεγγίζει το ενενήντα τοις εκατό (90%). Τον χειμώνα, το νερό εξατμίζεται όχι όμως με την συχνότητα που εξατμίζεται το καλοκαίρι, λόγω της υγρασίας και έτσι το ποσοστό της εξατμίσσης φτάνει το εβδομήντα τοις εκατό (70%).

Η ταχύτητα εξατμίσσης ανά τετραγωνικό μέτρο (m^2) ποικίλλει ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες. Εξαρτάται από την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της λυματολάσσης και την ξηρότητα του αέρα του περιβάλλοντος. Επίσης ο χρόνος ξήρανσης είναι συνάρτηση του πάχους του στρώματος. Το καλοκαίρι ο απαιτούμενος χρόνος ξήρανσης στρώματος δέκα εκατοστών (10 cm) σε ξηρό υπόλειμμα ποσοστού ενενήντα τοις εκατό (90%), μπορεί να διαρκέσει λιγότερο από μία εβδομάδα. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα η διαδικασία μπορεί να πάρει αρκετούς μήνες.

Η αρχική οσμή της λυματολάσσης εξαφανίζεται γρήγορα. Καθώς απλώνεται ομοιόμορφα στην λεκάνη απόθεσης, αερόβια βακτήρια μέσω της διαδικασίας της χώνευσης μετατρέπουν την οσμή και γίνεται παρόμοια με αυτήν της κοπριάς. Μετά την ξήρανση της λυματολάσσης με την μέθοδο ηλιακής ξήρανσης με ανάδευση και συγκεκριμένα με το σύστημα ανάδευσης WendeWolf®, ο όγκος μειώνεται γραμμικά όσο το νερό εξατμίζεται και φτάνει στο ένα πέμπτο ($1/5$) του αρχικού όγκου. Η αρχική λυματολάσση μετατρέπεται σε ένα κοκκώδες βίο-στερεό που είναι εύκολο να διαχειριστεί και μπορεί να αποθηκευτεί σε δοχεία, ή σακούλες. Οι παραχθέντες κόκκοι είναι άοσμοι και, αν επιτρέπεται από την νομοθεσία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γεωργική χρήση ως λίπασμα με τα συμβατικά μηχανήματα.



Εικόνα 2.5 «Εγκατάσταση ηλιακής ξήρανσης λυματολάσπης»

Οι λεκάνες απόθεσης για την ξήρανση της λυματολάσπης, εγκαθίστανται σε εγκαταστάσεις με έκταση από 500 τετραγωνικά μέτρα (m^2) έως 4.700 τετραγωνικά μέτρα (m^2), καλύπτουν τις απαιτήσεις περίπου 8.000 μέχρι και 100.000 κατοίκων. Ο ετήσιος όγκος που διαχειρίζεται σε αυτές τις εγκαταστάσεις, κυμαίνεται μεταξύ 500 και 7.000 τόνους ανά έτος (t/year). Η συσκευή WendeWolf® μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις διαχείρισης της λάσπης σε αίθουσες με εμβαδόν μέχρι και 1440 τετραγωνικά μέτρα (12X120m). Εάν απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια από 1440 τετραγωνικά μέτρα, τότε μπορεί να κατασκευαστεί και δεύτερη λεκάνη ξήρανσης δίπλα από την ήδη υπάρχουσα. Δεν υπάρχει κανένας τεχνικός λόγος που να περιορίζει τον αριθμό των αιθουσών ξήρανσης. Σε όλα τα συστήματα ξήρανσης απαιτείται ο διαχωρισμός της ξηρής λάσπης από τους ατμούς, αφού αυτή έχει διαπεράσει από τον στεγνώτηρα. Αυτό επιτυγχάνεται με έναν στρόβιλο διαχωρισμού, που χρησιμοποιεί φυγοκεντρική δύναμη και μεταφέρει τη λάσπη στα τοιχώματα του διαχωριστή ενώ οι ατμοί ανυψώνονται προς το άνω μέρος του διαχωριστή.

Η Parkson έχει δημιουργήσει ένα σύστημα το THERMO-SYSTEM Solar Sludge Dryer το οποίο μπορεί να μειώσει μέχρι και 90% την ποσότητα υγρασίας σε λάσπη και παρουσιάζεται στην εικόνα 2.6 .



Εικόνα 2.6 «THERMO-SYSTEM Solar Sludge Dryer της Εταιρίας Parkson»

Στην Γερμανία το IST-Anlagenbau GmbH χρησιμοποιεί δική του εγκατάσταση στο Kandern Hammerstein για ηλιακή ξήρανση αστικών λυμάτων από το 1994. Τα αποτελέσματα τους δείχνουν ότι περίπου 700-800 kg νερού/ m² εξατμίζονται κάθε χρόνο στην νότιο Γερμανία.

Στις εγκαταστάσεις τους υπάρχει και μια μονάδα ανακύκλωσης από την οποία αντλούν θερμότητα και την διοχετεύουν στον πάτο της λεκάνης που υπάρχουν τα λύματα με αποτέλεσμα τον τριπλασιασμό της αποδοτικότητας της μονάδος.

Η μονάδα αυτή δουλεύει πλήρως αυτόματα με ένα σύστημα ελέγχου PLC.

2.1.2 Το σύστημα Wendewolf®.

Η λάσπη τοποθετείται στη μία άκρη της αίθουσας ξήρανσης. Κατόπιν η μηχανή WendeWolf περιστρέφεται και μεταφέρει τη λάσπη με την βοήθει απλωτήρων που φέρει το κυλινδρικό τύμπανο της μηχανής (drum) μέχρι την άλλη άκρη της αίθουσας. Κάθε φορά που περιστρέφεται το WendeWolf, αερίζεται παράλληλα και η λάσπη. Η αρχική μυρωδιά της λυματολάσπης στις εγκαταστάσεις εξαφανίζεται γρήγορα. Η λάσπη ανακατεύεται και αερίζεται σε ολόκληρο το πλάτος του πατώματος. Τα βακτηρίδια συντελούν στην δημιουργία οσμών. Εφόσον η λάσπη δεν είναι κολλώδης και δεν έχει μεγάλες συγκεντρώσεις υγρασίας, δεν μυρίζει διότι δεν αναπτύσσονται βακτηρίδια. Η εξάτμιση ανά περιοχή γης σε τετραγωνικά μέτρα ποικίλλει ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες. Η ταχύτητα της εξάτμισης εξαρτάται από το ποσό ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της λάσπης και την ξηρότητα του

περιβαλλοντικού αέρα. Ο χρόνος ξήρανσης είναι ανάλογος με το πάχος του στρώματος, το νερό που εξατμίζεται ανά τετραγωνικό μέτρο και τις κλιματολογικές συνθήκες. Το καλοκαίρι ο απαραίτητος χρόνος να ξηρανθεί ένα παχύ στρώμα 10 εκατοστών σε ένα ξηρό υπόλειμμα 90%, μπορεί να είναι λιγότερο από μια εβδομάδα. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα μπορεί να πάρει αρκετούς μήνες. Το καλοκαίρι το Τελικό προϊόν έχει ξηρότητα περίπου 90%. Ακόμη και το χειμώνα που το νερό εξατμίζεται, η παραγωγή νερού ανά περιοχή το χειμώνα, είναι πολύ μικρότερη από ότι το καλοκαίρι. Το ποσοστό εξατμικής επιβραδύνεται όταν και το ξηρό υπόλειμμα έχει ξηρότητα περίπου 70%. Μία εγκατάσταση στη Μέση Ευρώπη, απαιτεί περίπου 1.5 τετραγωνικό μέτρο ανά τόνο της ετήσιας παραγωγής λάσπης. Στα θερμότερα κλίματα η απαιτούμενη έκταση μειώνεται κάτω από το 1 μ² ανά τόνο.



2.2 ΤΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε.

Η πρόταση Οδηγίας για την ταφή των αποβλήτων (COM 97/105) και η Υ.Α. 114218 <<κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών διαχείρισης στερών αποβλήτων>> απαιτεί την λήψη μέτρων για τον έλεγχο της συγκέντρωσης - μετανάστευσης και την επεξεργασία των αερίων ταφής, ενώ συνιστούν την λήψη μέτρων για την ενεργειακή αξιοποίηση τους. Η ανάλυση της υπάρχουσας νομοθεσίας σχετικά με τη διαχείριση, απόρριψη και ανακύκλωση υλός που γίνεται σε αυτή την ενότητα, δείχνει ότι οι προδιαγραφές και τα όρια εστιάζουν κυρίως στη χρήση υλός στη γεωργία, τόσο σε εθνικό όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Για την ώρα, άλλες χρήσεις ή τρόποι διάθεσης της υλός, εμπίπτουν σε πιο γενικές διατάξεις που σχετίζονται με την διαχείριση αποβλήτων.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΛΑΣΠΕΣ

- 86/278/ΕΕ: για την προστασία του περιβάλλοντος και ιδίως του εδάφους κατά τη χρησιμοποίηση της ιλύος καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία
- 91/271/ΕΕ: για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων
- 91/676/ΕΕ: για την προστασία των νερών από τη ρύπανση των νιτρικών από γεωργικές χρήσεις
- 1999/31/ΕΕ: περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων
- 2003/33/ΕΕ: για τον καθορισμό κριτηρίων και διαδικασιών αποδοχής των αποβλήτων στους χώρους υγειονομικής ταφής σύμφωνα με το άρθρο 16 και το παράρτημα ΙΙ της οδηγίας 1999/31/ΕΕ
- 2000/76/ΕΕ: για την αποτέφρωση των αποβλήτων

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε

Παρόλο που αρκετές Οδηγίες έχουν επίδραση στη διαχείριση ιλύος (όπως η 1999/31/ΕΕΕC περί υγειονομικής ταφής), αυτές που θεωρούνται σημαντικότερες είναι οι 86/278 και οι 91/271. Πιο συγκεκριμένα, οι απαιτήσεις που τίθενται από την 86/278 είναι κρίσιμες για την επεξεργασία των ιλύων που παράγονται στις χώρες- μέλη. Η Οδηγία 86/278 προβλέπει οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στο έδαφος, στην ιλύ και για τις ποσότητες βαρέων μετάλλων που μπορούν να υπεισέρχονται στο έδαφος σε ετήσια βάση. Η χρησιμοποίηση ιλύος απαγορεύεται όταν η συγκέντρωση ενός ή περισσοτέρων βαρέων μετάλλων στο έδαφος υπερβαίνει τις οριακές τιμές του Παρατήματος ΙΑ της Οδηγίας. Τα κράτη μέλη οφείλουν σε μία τέτοια περίπτωση να λαμβάνουν κατάλληλα μέτρα ώστε να μη σημειώνεται υπέρβαση των εν λόγω οριακών τιμών εξαιτίας της χρησιμοποίησης ιλύος. Προτού χρησιμοποιηθεί στη γεωργία, η ιλύς πρέπει να υποβάλλεται σε επεξεργασία. Τα κράτη μέλη έχουν όμως τη δυνατότητα να εγκρίνουν τη χρησιμοποίηση μη επεξεργασμένης ιλύος, εάν η ιλύς αυτή εγχέεται ή παραχώνεται στο έδαφος.

Σύμφωνα με έκθεση της ΕΕ, οι εθνικές νομοθεσίες αρκετών μελών είναι πιο αυστηρές από τις απαιτήσεις της 86/278. Έτσι, τα όρια συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στην ιλύ είναι χαμηλότερα από τα όρια της Οδηγίας σε πέντε χώρες (Βέλγιο, Δανία, Φιλανδία, Ολλανδία και Σουηδία). Παρόλα αυτά, έξι μέλη (Ελλάδα, Ιρλανδία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Πορτογαλία και Ισπανία) έχουν υιοθετήσει τα ίδια όρια συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων με το Παράρτημα ΙΒ της Οδηγίας 86/278/ΕΕ.

Επισημαίνεται ότι, σε Γαλλία, Ιταλία και Λουξεμβούργο, η νομοθεσία περιλαμβάνει και όρια για παθογόνους οργανισμούς. Επίσης σε αρκετές χώρες (Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Γαλλία, Γερμανία και Σουηδία) υπάρχουν όρια για τις οργανικές ενώσεις. Και για τις δύο αυτές περιπτώσεις, η 86/278 δεν περιλαμβάνει όρια.

Όσον αφορά τα νέα μέλη, η νομοθεσία σε Εσθονία, Λιθουανία και Πολωνία είναι συγκρίσιμη ή και αυστηρότερη από την 86/278. Στα υπόλοιπα νέα μέλη, η χρήση και διάθεση ιλύος εμπίπτει σε γενικότερους κανονισμούς σχετικά με τα απόβλητα και την προστασία του περιβάλλοντος. Από την ανασκόπηση της νομοθεσίας στις ευρωπαϊκές χώρες, προκύπτει ότι μικρή αναφορά γίνεται για χρήση ιλύος, διαφορετική από αυτή

της γεωργίας. Παρόλα αυτά, η χρήση ιλύος σε δασικό έδαφος αναφέρεται στη νομοθεσία του Βελγίου, Δανίας, Γαλλίας και Λουξεμβούργου.

Εξάλλου σε ορισμένες εθνικές νομοθεσίες απαγορεύεται η χρήση ιλύος στη δασοπονία (Γερμανία, Ολλανδία), σε φυσικά δάση (Γερμανία) και σε περιοχές πρασίνου (Γερμανία, Ολλανδία). Στις εθνικές νομοθεσίες μερικών ευρωπαϊκών χωρών (Αυστρία, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ολλανδία και Σουηδία) τίθενται περιορισμοί όσον αφορά την διάθεση της ιλύος από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ).

ΟΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ 86/278/ΕΕ

| Βαρέα μέταλλα στην ιλύ | (mg/kg DS) |
|------------------------|------------|
| Cd | 20-40 |
| Cr- Cr (III) | 500 |
| Cr (IV) | 10 |
| Cu | 1000-1750 |
| Hg | 16-25 |
| Ni | 300-400 |
| Pb | 750-1200 |
| Zn | 2500-4000 |

Πίνακας 2.1: Βαρέα μέταλλα στην ιλύ

| Βαρέα μέταλλα στο έδαφος | (mg/kg DS) |
|--------------------------|------------|
| Cu | 50-140 |
| Hg | 1-1.5 |
| Ni | 30-75 |
| Pb | 50-300 |
| Zn | 150-300 |
| Cd | 1-3 |

Πίνακας 2.2: Βαρέα μέταλλα στο έδαφος

Η προσθήκη βαρέων μετάλλων από τη λάσπη στο χώμα επιτρέπεται νομικά. Τα μέγιστα ποσοστά εφαρμογής εξετάζονται με βάση 10 έτη. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 10 ετών, μια μέση προσθήκη στο χώμα δεν πρέπει να υπερβεί τις τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.3:

| Βαρέα μέταλλα | (kg/ha/to) |
|---------------|------------|
| Cr | 15 |
| Ni | 3 |
| Pb | 15 |
| Zn | 30 |
| Hg | 0,1 |
| Cd | 0,15 |
| Cu | 7,5 |

Πίνακας 2.3: Βαρέα μέταλλα που μπορούν να εισάγονται στα καλλιεργημένα εδάφη με βάση ένα μέσο όρο 10 ετών

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΠΟΥ ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΙΛΥΟΣ

- Σε χορτολιβαδικές εκτάσεις που χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι ή σε καλλιέργειες ζωοτροφών προτού παρέλθει ορισμένη προθεσμία και που δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 3 εβδομάδες.
- Σε καλλιέργειες οπωροκηπευτικών κατά την περίοδο της βλάστησης (εξαιρούνται καλλιέργειες οπωροφόρων δέντρων).
- Σε εδάφη προοριζόμενα για καλλιέργειες οπωροκηπευτικών που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος και που συνήθως καταναλώνονται ωμά, επί δέκα μήνες πριν αρχίσει η συγκομιδή και κατά τη συγκομιδή.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΙΛΥΟΣ

- Για τη διάθεση της ιλύος στην γεωργία θα πρέπει να εξασφαλίζονται τα παρακάτω:
- περιορισμένη εισαγωγή βαρέων μετάλλων στην αγροτική γη
- χαμηλή συγκέντρωση συνθετικών οργανικών ενώσεων στην ιλύ
- ελάχιστη έως μηδενική έκθεση σε παθογενείς μικροοργανισμούς
- προστασία των υπογείων και επιφανειακών υδάτων από την διασπορά της ιλύος στην επιφάνεια
- η μη δημιουργία ενοχλητικών συνθηκών (πχ. από δυσοσμίες)

Επισημαίνεται ότι, σύμφωνα με το τρίτο σχέδιο αναθεώρησης της Οδηγίας 86/278/ΕΕ οι οριακές τιμές που καθορίζονται για τις παραπάνω παραμέτρους είναι σημαντικά μικρότερες από τις ισχύουσες. Ωστόσο οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στην ιλύ από αστικές περιοχές είναι γενικά μικρότερες και από τις προβλεπόμενες στο σχέδιο Αναθεώρησης της Οδηγίας.

Στην Αναθεώρηση της Οδηγίας 86/278/ΕΕ τίθενται περιορισμοί ως προς το μικροβιακό φορτίο της ιλύος και ειδικότερα καθορίζονται δύο κατηγορίες υγειονοποιημένης ιλύος:

Μετά από προηγμένη επεξεργασία:

- Σαλμονέλα: 0/50 grDS
- Ελάχιστη μείωση Escherichia Coli 6 log10
- Μετά από συμβατική επεξεργασία:
- Ελάχιστη μείωση Escherichia Coli 2 log10
- Με τον όρο προηγμένη επεξεργασία θεωρείται ότι ιλύς έχει υποστεί μία από τις παρακάτω επεξεργασίες:
- Θερμική ξήρανση εφόσον η θερμοκρασία της ιλύος είναι μεγαλύτερη από 80OC, η περιεκτικότητα σε νερό λιγότερο από 10% και η δράση του ύδατος (AW) πάνω από 0,90 την πρώτη ώρα της επεξεργασίας.
- Θερμοφιλική αερόβια σταθεροποίηση στους 55OC για 20 ώρες σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Θερμοφιλική αναερόβια σταθεροποίηση στους 53OC για 20 ώρες σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Θερμική επεξεργασία της ιλύος για τουλάχιστον 30 min στους 70O C, και στη συνέχεια μεσοφιλική χώνευση στους 35OC, με χρόνο παραμονής τουλάχιστον 12 ημέρες.
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για περίοδο τριών μηνών.
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για περίοδο δύο ωρών σε θερμοκρασία 55OC.
- Με τον όρο συμβατική επεξεργασία θεωρείται ότι ιλύς έχει υποστεί μία από τις παρακάτω επεξεργασίες:
- Θερμοφιλική αερόβια σταθεροποίηση της ιλύος στους 55OC με ελάχιστο χρόνο παραμονής 20 μέρες
- Θερμοφιλική αναερόβια σταθεροποίηση της ιλύος στους 53OC με ελάχιστο χρόνο παραμονής 20 ημέρες.
- Μεσοφιλική αναερόβια σταθεροποίηση της ιλύος στους 35OC με ελάχιστο χρόνο παραμονής 15 ημέρες.
- Παρατεταμένος αερισμός σε θερμοκρασία περιβάλλοντος σε αντιδραστήρες διακοπτόμενης λειτουργίας.
- Χημική επεξεργασία με ασβέστη, ώστε να διατηρείται το pH>12 για 12 έως 24 ώρες.
- Αποθήκευση της υγρής ιλύος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για ικανό χρονικό διάστημα χωρίς ανάμιξη και απομάκρυνση κατά την διάρκεια αποθήκευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας.

Για να διεξαχθεί το πείραμα λήφθηκε λυματολάσπη απο την εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών λυμάτων των Χανίων.

Το δείγμα της λυματολασπης μεταφέρθηκε στον χώρο του Τ.Ε.Ι. όπου και έλαβε τόπο η πειραματική διαδικασία .

Η καθημερινή πειραματική διαδικασία περιλάμβανε τα εξής βήματα :

- Προσδιορισμός της αρχικής υγρασίας του δείγματος . Για να γίνει αυτός ο προσδιορισμός ένα κομμάτι του αρχικού δείγματος ζυγίζοταν και κατόπιν τοποθετούταν σε φούρνο ξήρανσης . Μετά το πέρας της ξηράνσεως επαναζυγίζοταν και με την διαφορά των δύο τιμών προσδιοριζόταν ή μάζα των υδρατμών και κατόπιν ή ποσοστιαία υγρασία.
- Κομμάτι του ίδιου προαναφερμένου δείγματος ζυγίζοταν για τον προσδιορισμό της αρχικής του μάζας, και έπειτα τοποθετούνταν στο ηλιακό ξηραντήριο όπου ανα μια ώρα λαμβανόντουσαν μετρήσεις εντός και εκτός του ξηραντηρίου ,μετρήσεις ηλιακής προσπίπτουσας ενέργεια και μάζας του δείγματος

Κατόπιν αναλύθηκαν οι μετρήσεις και προέκυψαν διαγράμματα τα οποία αναλύουν τις σχέσεις μεταξύ όλων των μετρούμενων μεγεθών και την επίδραση του κάθε ενός απο αυτά στην διαδικασία.

3.2 Εξοπλισμός.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας αποτελείτο από τα εξής :

1) Ξηραντήριο άμεσου τύπου χρώματος μαύρου με γυάλινο καπάκι που τοποθετείτο στην ύπαιθρο σε ώρες ηλιοφάνειας.



2) Θερμόμετρο τύπου ενδρείου με το οποίο μετρίοταν η θερμοκρασία εντός της συσκευής και η θερμοκρασία περιβάλλοντος



3) Πυρανόμετρο



4) Αναλυτικός ζυγός



5) Φούρνος ξήρανσης (για τον προσδιορισμό υγρασίας του δείγματος)



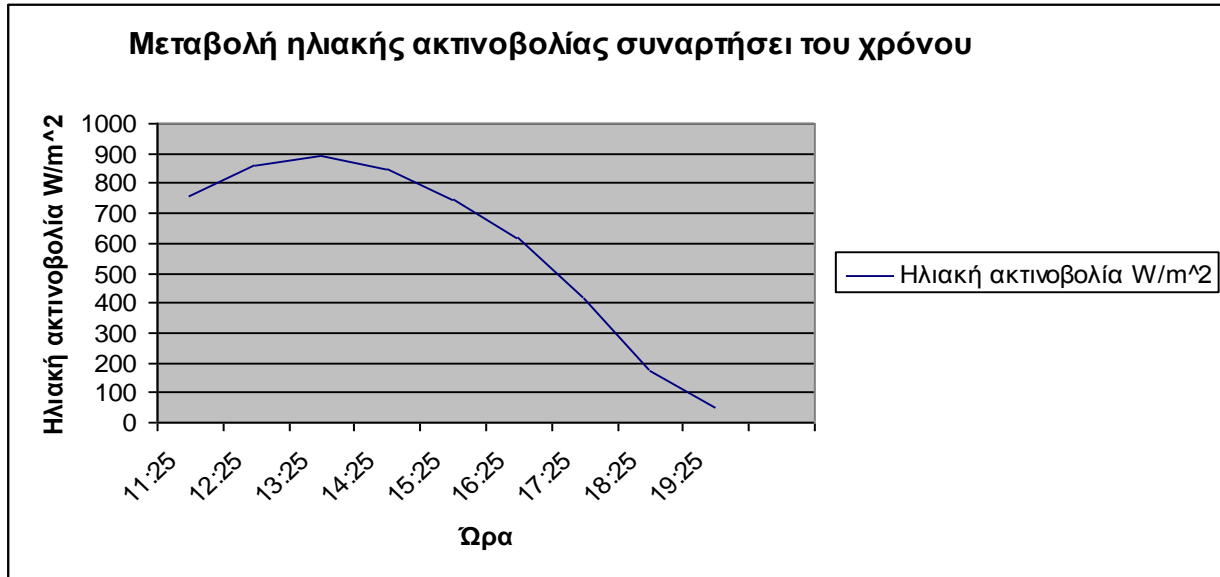
3.3 Πειραματικές μετρήσεις – διαγράμματα και αναλύσεις

Πείραμα πρώτο

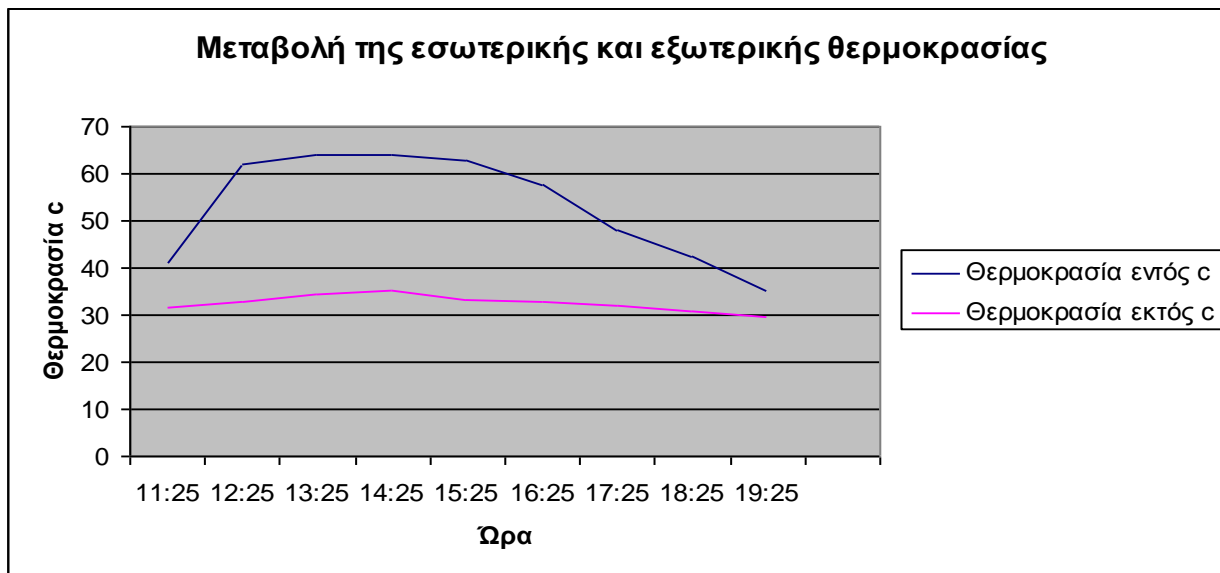
Το ξηραντήριο τοποθετήθηκε στον χώρο του Τ.Ε.Ι. στο ανοιχτό αμφιθέατρο με προσανατολισμό τον νότο . Οι μετρήσεις που λήφθηκαν ήταν οι εξής : πρώτον μια αρχική μέτρηση της μάζας του δείγματος και μετά ανά μια ώρα μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας ,θερμοκρασία εντός και εκτός του ξηραντηρίου και τέλος μέτρηση της μάζας στον αναλυτικό ζυγό του εργαστηρίου χημείας. Σε αυτό το **πείραμα δεν υπήρξε ανάδευση ούτε κάποια άλλη ενέργεια διευκόλυνσης της ξήρανσης**. Σε κάθε πείραμα κομμάτι του δείγματος τοποθετούταν σε φούρνο ξήρανσης για 24 ώρες προκειμένου να προσδιοριστεί η υγρασία του.

Παρακάτω παραθέτονται οι μετρήσεις και οι χαρακτηριστικές καμπύλες που προέκυψαν από αυτές.

| Ωρα | Ηλιακή ακτινοβολία W/m ² | Θερμοκρασία εντός c | Θερμοκρασία εκτός c | Μάζα δείγματος(g) |
|-------|--|------------------------|------------------------|----------------------|
| 11:25 | 761 | 41.4 | 31.8 | 106.19 |
| 12:25 | 861 | 61.9 | 32.8 | 92.3 |
| 13:25 | 892 | 64.2 | 34.5 | 77.78 |
| 14:25 | 846 | 63.9 | 35.2 | 62.56 |
| 15:25 | 748 | 63 | 33.3 | 52.45 |
| 16:25 | 616 | 57.8 | 32.9 | 44.53 |
| 17:25 | 412 | 48.1 | 31.9 | 41.29 |
| 18:25 | 170 | 42.3 | 30.7 | 39.43 |
| 19:25 | 48 | 35.3 | 29.7 | 38.58 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Ωρα | Στερεά Μάζα(g) | Νερό(g) | Υγρασία % | |
| 11:25 | 24.3 | 81.89 | 77.12 | |
| 12:25 | 24.3 | 68 | 73.67 | |
| 13:25 | 24.3 | 53.48 | 68.76 | |
| 14:25 | 24.3 | 38.26 | 61.16 | |
| 15:25 | 24.3 | 28.15 | 53.67 | |
| 16:25 | 24.3 | 20.23 | 45.43 | |
| 17:25 | 24.3 | 16.99 | 41.14 | |
| 18:25 | 24.3 | 15.13 | 38.38 | |
| 19:25 | 24.3 | 14.28 | 37.01 | |
| | | | | |

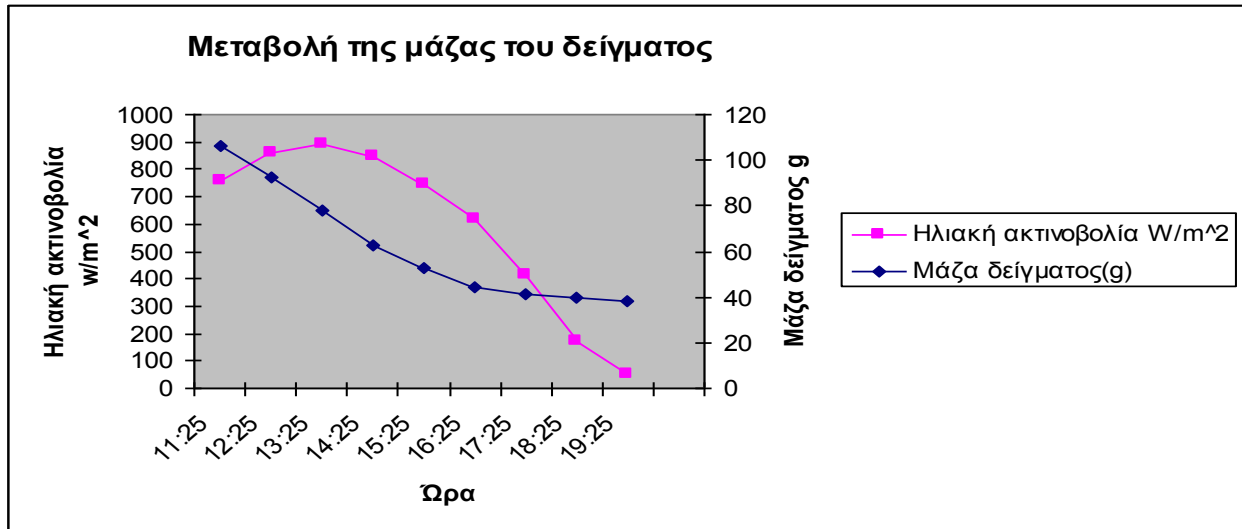


Διάγραμμα 1.1 «Μεταβολή ηλιακής ακτινοβολίας συναρτήσει του χρόνου»



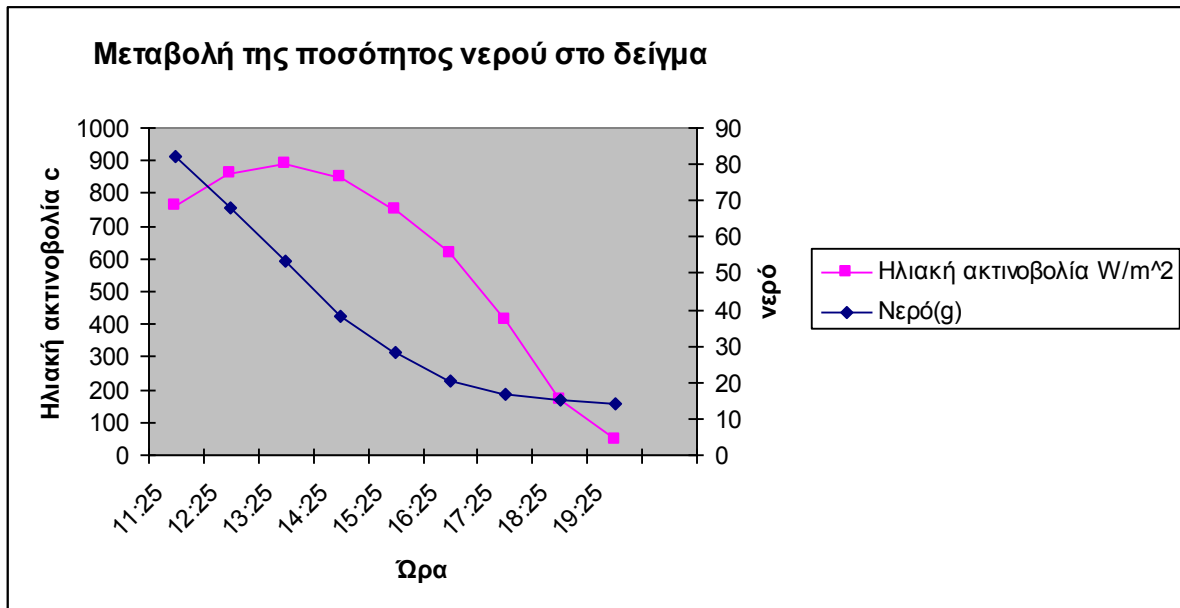
Διάγραμμα 1.2 «Μεταβολή της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας»

Στο διάγραμμα 1.2 παρατηρείται ο ρυθμός μεταβολής της εξωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της συσκευής. Προκύπτει από την παρατήρηση και ανάλυση του διαγράμματος ότι υπάρχει αναλογία στον ρυθμό μεταβολής των δύο φαινομένων και ότι εντός της συσκευής η θερμοκρασία είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με την εξωτερική. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως η απότομη μεταβολή που υφίσταται η εσωτερική θερμοκρασία σε σχέση με την εξωτερική. Σε μια μεταβολή 3,4 C η εξωτερική θερμοκρασία μεταβάλλεται κατά 22 C.



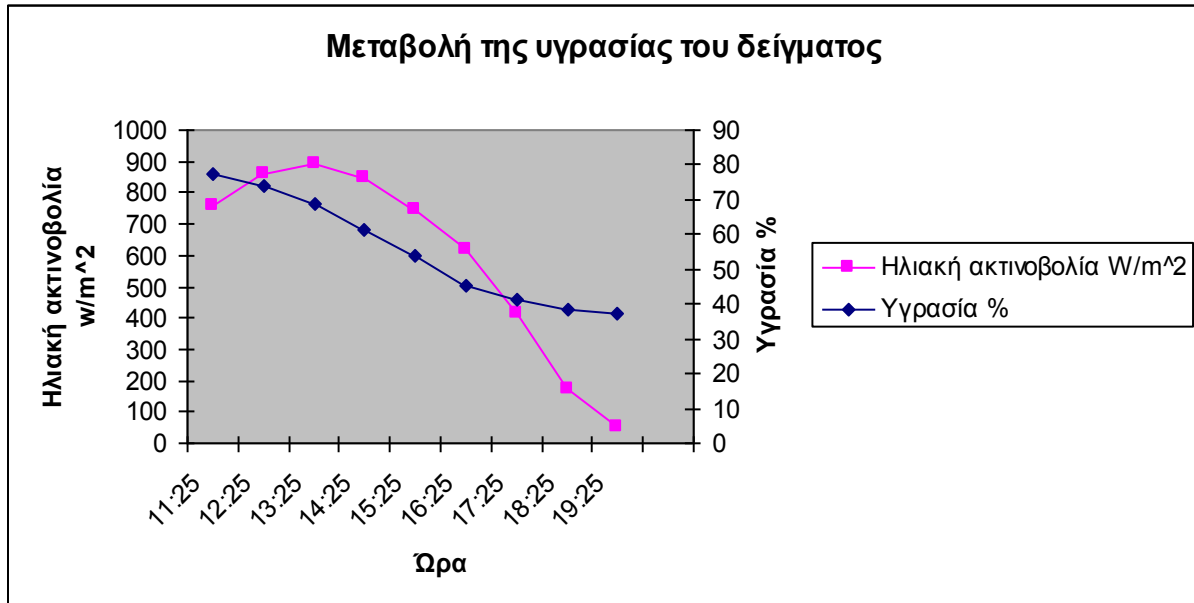
Διάγραμμα 1.3 «Μεταβολή της μάζας του δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 1.3 παρατηρείται η μεταβολή της μάζας ενός δείγματος στο οποίο δεν υφίσταται ανάδευση. Προκύπτει το συμπέρασμα ότι το δείγμα τείνει να κρατήσει σταθερή μάζα όσο μειώνεται η ηλιακή ακτινοβολία και αυτό συμβαίνει επειδή δεν εξατμίζεται πλέον νερό .



Διάγραμμα 1.4 «Μεταβολή της ποσότητας του νερού σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 1.4 έχει υπολογιστεί η ποσότητα νερού που εξατμίζεται. Ο συγκεκριμένος υπολογισμός προκύπτει από την διαφορά της αρχικής μάζας του δείγματος. Η συμπεριφορά της μεταβολής είναι η ίδια με την μεταβολή της μάζας διότι το δείγμα «χάνει» μόνο νερό.



Διάγραμμα 1.5 «Μεταβολή της ποσοστιαίας υγρασίας στο δείγμα σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

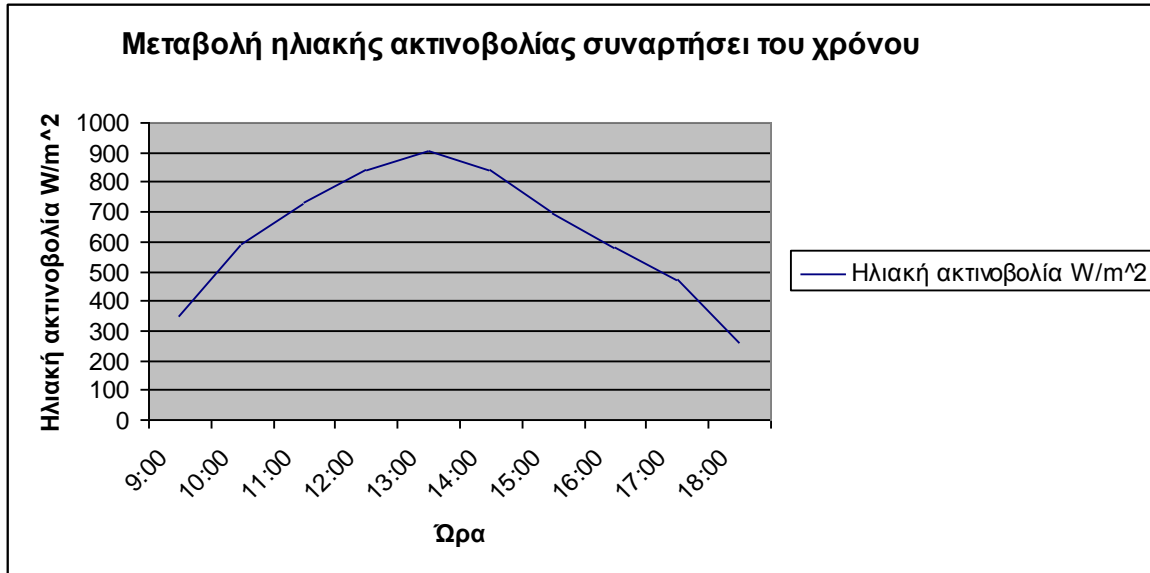
Στο διάγραμμα 1.5 έχει γίνει πλέον αναγωγή του νερού του οποίου εξατμίστηκε σε εκατοστιαία ποσότητα της υγρασίας. Παρομοίως όπως και στα δύο προηγούμενα διαγράμματα παρατηρούμε κοινή συμπεριφορά.

Πείραμα δεύτερο

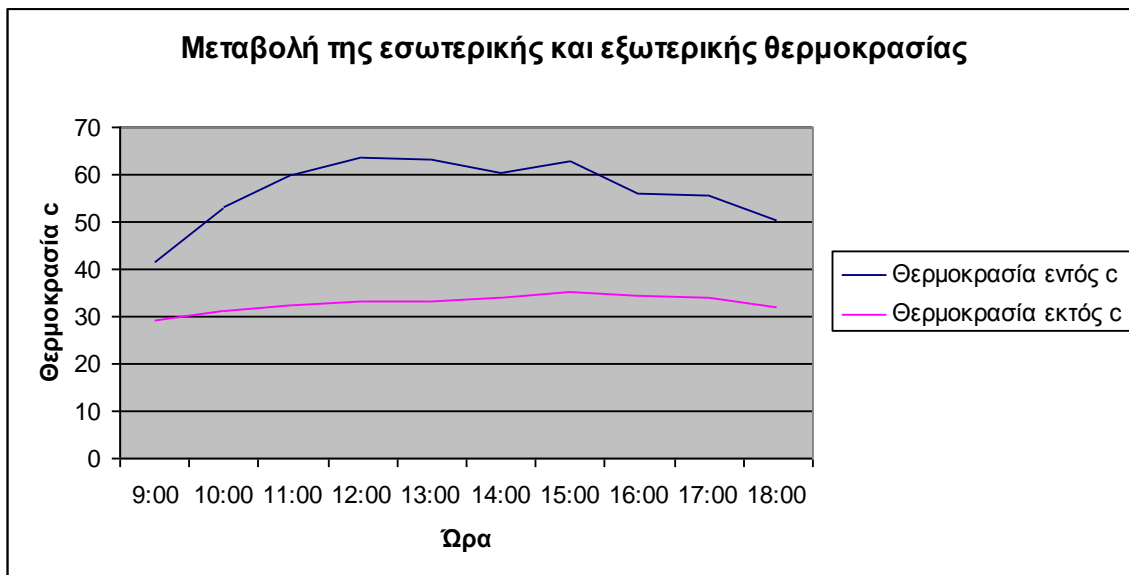
Το ξηραντήριο τοποθετήθηκε στον χώρο του Τ.Ε.Ι. στο ανοιχτό αμφιθέατρο με προσανατολισμό τον νότο. Οι μετρήσεις που λήφθηκαν ήταν οι εξής: πρώτον μια αρχική μέτρηση της μάζας του δείγματος και μετά ανά μια ώρα μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασία εντός και εκτός του ξηραντηρίου και τέλος μέτρηση της μάζας στον αναλυτικό ζυγό του εργαστηρίου χημείας. **Σε αυτό το πείραμα δεν υπήρξε ανάδευση ούτε κάποια άλλη ενέργεια διευκόλυνσης της ξήρανσης.** Σε κάθε πείραμα κομμάτι του δείγματος τοποθετούταν σε φούρνο ξήρανσης για 24 ώρες προκειμένου να προσδιοριστεί η επί τοις εκατό υγρασία του.

Παρακάτω παραθέτονται οι μετρήσεις και οι χαρακτηριστικές καμπύλες που προέκυψαν από αυτές.

| Ώρα | Ηλιακή ακτινοβολία W/m ² | Θερμοκρασία εντός c | Θερμοκρασία εκτός c | Μάζα δείγματος(g) |
|-------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 9:00 | 348.5 | 41.8 | 29.1 | 173 |
| 10:00 | 592.9 | 53.1 | 31.1 | 159.98 |
| 11:00 | 733.69 | 60.1 | 32.3 | 151.71 |
| 12:00 | 840.41 | 63.5 | 33.1 | 136.62 |
| 13:00 | 901.61 | 63.2 | 33.2 | 111.49 |
| 14:00 | 838.8 | 60.6 | 34 | 102.63 |
| 15:00 | 691.15 | 62.8 | 35.1 | 91.46 |
| 16:00 | 579.88 | 56.1 | 34.5 | 82.67 |
| 17:00 | 470.89 | 55.5 | 33.9 | 73.87 |
| 18:00 | 255.92 | 50.4 | 32.1 | 72.19 |
| | | | | |
| Ώρα | Στερεά Μάζα(g) | Νερό(g) | Υγρασία % | |
| 9:00 | 32.21 | 140.79 | 81.38 | |
| 10:00 | 32.21 | 127.77 | 79.87 | |
| 11:00 | 32.21 | 119.5 | 78.77 | |
| 12:00 | 32.21 | 104.41 | 76.42 | |
| 13:00 | 32.21 | 79.28 | 71.11 | |
| 14:00 | 32.21 | 70.42 | 68.61 | |
| 15:00 | 32.21 | 59.25 | 64.78 | |
| 16:00 | 32.21 | 50.46 | 61.04 | |
| 17:00 | 32.21 | 41.66 | 56.4 | |
| 18:00 | 32.21 | 39.98 | 55.38 | |

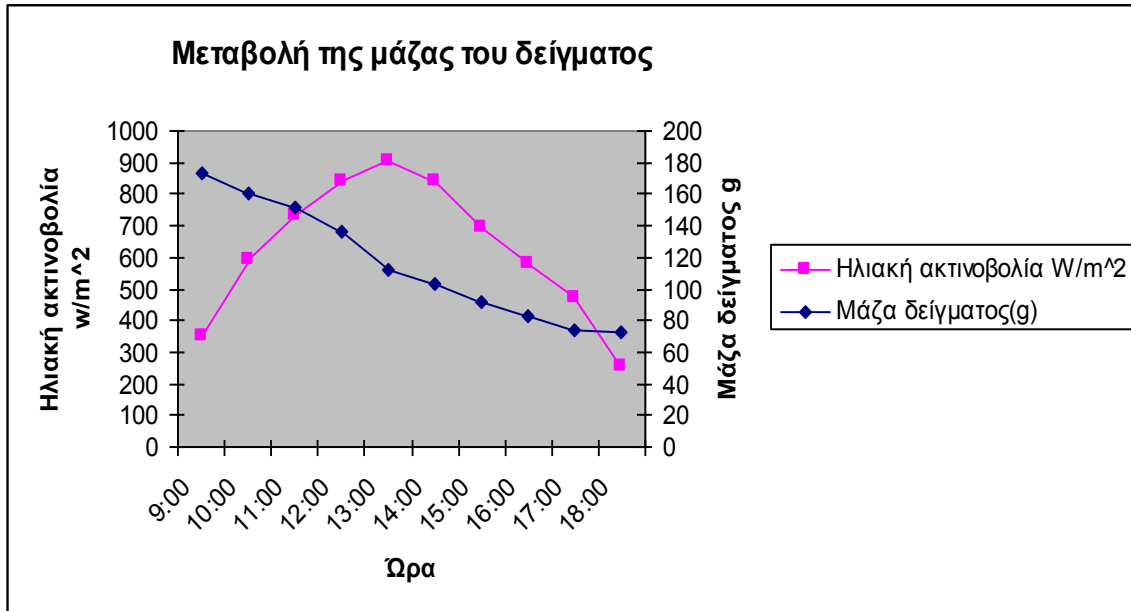


Διάγραμμα 2.1 «Μεταβολή ηλιακής ακτινοβολίας συναρτήσει του χρόνου»



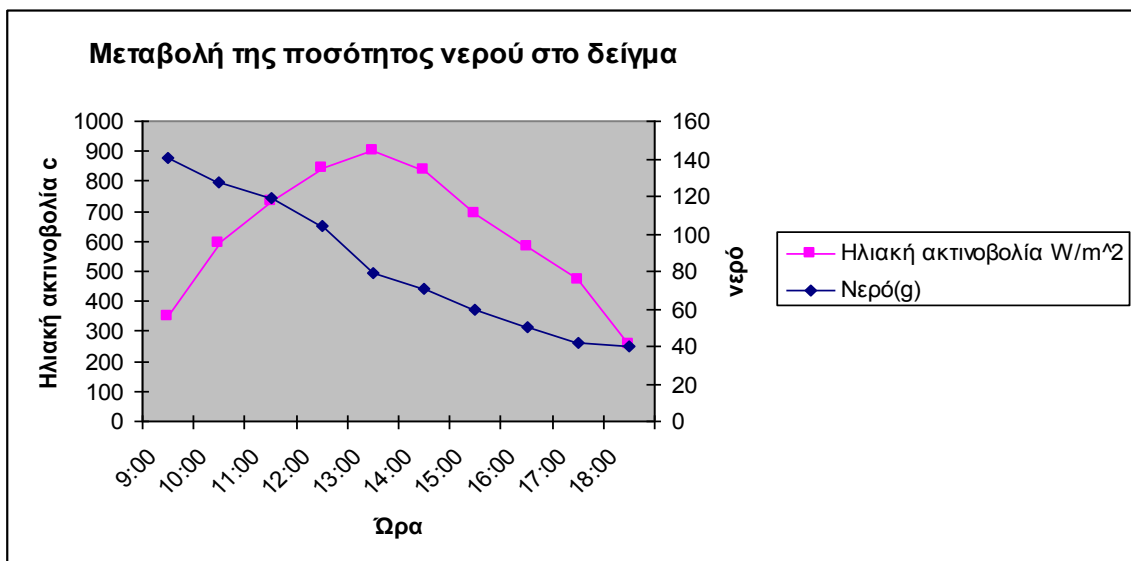
Διάγραμμα 2.2 «Μεταβολή της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας»

Στο διάγραμμα 2.2 παρατηρείται ο ρυθμός μεταβολής της εξωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της συσκευής. Προκύπτει από την παρατήρηση και ανάλυση του διαγράμματος ότι υπάρχει αναλογία στον ρυθμό μεταβολής των δύο φαινομένων και ότι εντός της συσκευής η θερμοκρασία είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με την εξωτερική. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως η απότομη μεταβολή που υφίσταται η εσωτερική θερμοκρασία σε σχέση με την εξωτερική. Σε μια μεταβολή 3,4 C η εξωτερική θερμοκρασία μεταβάλλεται κατά 22 C.



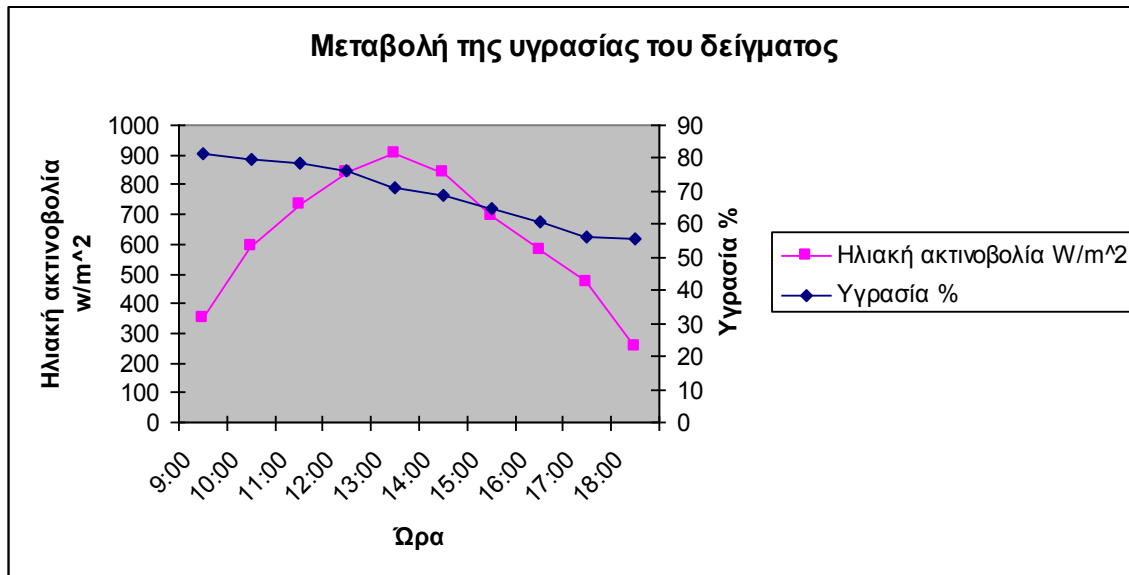
Διάγραμμα 2.3 «Μεταβολή της μάζας του δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 2.3 παρατηρείται η μεταβολή της μάζας ενός δείγματος στο οποίο δεν υφίσταται ανάδευση. Προκύπτει το συμπέρασμα ότι το δείγμα τείνει να κρατήσει σταθερή μάζα όσο μειώνεται η ηλιακή ακτινοβολία και αυτό συμβαίνει επειδή δεν εξατμίζεται πλέον νερό.



Διάγραμμα 2.4 «Μεταβολή της ποσότητας νερού στο δείγμα σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 2.4 έχει υπολογιστεί η ποσότητα νερού που εξατμίζεται. Ο συγκεκριμένος υπολογισμός προκύπτει από την διαφορά της αρχικής μάζας του δείγματος. Η συμπεριφορά της μεταβολής είναι η ίδια με την μεταβολή της μάζας διότι το δείγμα «χάνει» μόνο νερό.



Διάγραμμα 2.5 «Μεταβολή της ποσοστιαίας υγρασίας του δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 2.5 έχει γίνει πλέον αναγωγή του νερού του οποίου εξατμίστηκε σε εκατοστιαία ποσότητα της υγρασίας. Παρομοίως όπως και στα δύο προηγούμενα διαγράμματα παρατηρούμε κοινή συμπεριφορά.

Στο δεύτερο πείραμα δεν υπήρξε ανάδευση και για αυτό παρατηρείται μια ομοιογένεια στα αποτελέσματα.

Πείραμα τρίτο

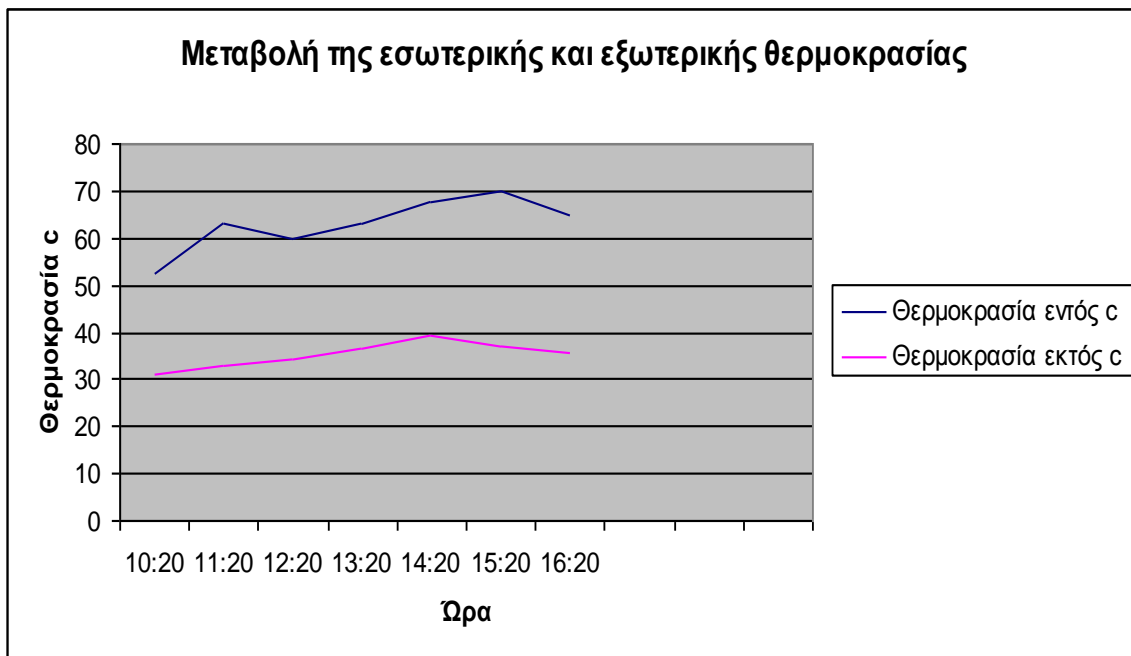
Το ξηραντήριο τοποθετήθηκε στον χώρο του Τ.Ε.Ι. στο ανοιχτό αμφιθέατρο με προσανατολισμό τον νότο. Οι μετρήσεις που λάμβανα ήταν οι εξής: πρώτον μια αρχική μέτρηση της μάζας του δείγματος και μετά ανά μια ώρα μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασία εντός και εκτός του ξηραντηρίου και τέλος μέτρηση της μάζας στον αναλυτικό ζυγό του εργαστηρίου χημείας. **Σε αυτό το πείραμα υπήρξε ανάδευση για διευκόλυνση της ξήρανσης.** Σε κάθε πείραμα κομμάτι του δείγματος τοποθετούνταν σε φούρνο ξήρανσης για 24 ώρες προκειμένου να προσδιοριστεί η επί τοις εκατό υγρασία του.

Παρακάτω παραθέτονται οι μετρήσεις και οι χαρακτηριστικές καμπύλες που προέκυψαν από αυτές.

| Ώρα | Ηλιακή ακτινοβολία W/m ² | Θερμοκρασία εντός c | Θερμοκρασία εκτός c | Μάζα δείγματος(g) |
|-------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 10:20 | 631.75 | 52.7 | 31.1 | 159.77 |
| 11:20 | 766.18 | 63.2 | 32.7 | 147.45 |
| 12:20 | 794.03 | 60 | 34.2 | 113.14 |
| 13:20 | 891.91 | 63.3 | 36.5 | 70.38 |
| 14:20 | 870.95 | 67.6 | 39.1 | 45.82 |
| 15:20 | 756.65 | 69.8 | 37 | 40.21 |
| 16:20 | 586.62 | 65 | 35.5 | 39.9 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Ώρα | Στερεά Μάζα(g) | Νερό(g) | Υγρασία % | |
| 10:20 | 36.81 | 122.96 | 76.96 | |
| 11:20 | 36.81 | 110.64 | 75.04 | |
| 12:20 | 36.81 | 76.33 | 67.47 | |
| 13:20 | 36.81 | 33.57 | 47.7 | |
| 14:20 | 36.81 | 9.01 | 19.66 | |
| 15:20 | 36.81 | 3.4 | 8.46 | |
| 16:20 | 36.81 | 3.09 | 7.74 | |

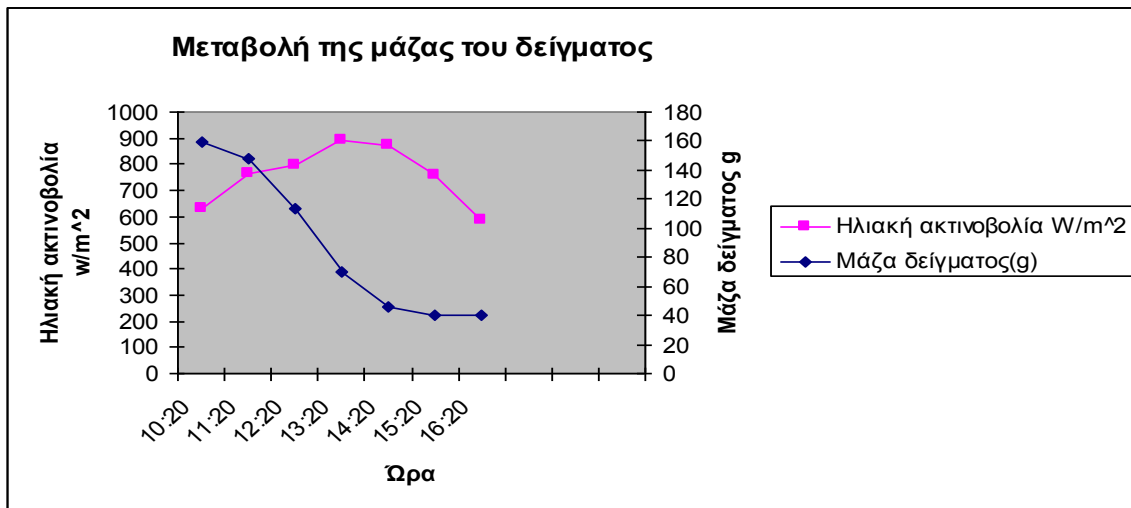


Διάγραμμα 3.1 «Μεταβολή ηλιακής ακτινοβολίας συναρτήσει του χρόνου»



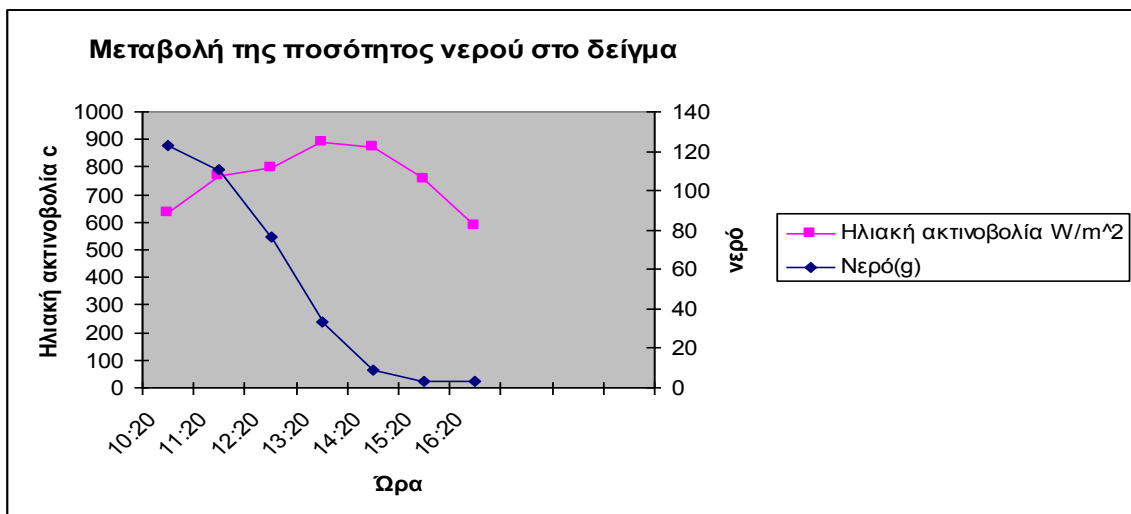
Διάγραμμα 3.2 «Μεταβολή της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας»

Στο διάγραμμα 3.2 παρατηρείται ο ρυθμός μεταβολής της εξωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της συσκευής. Προκύπτει από την παρατήρηση και ανάλυση του διαγράμματος ότι υπάρχει αναλογία στον ρυθμό μεταβολής των δύο φαινομένων και ότι εντός της συσκευής η θερμοκρασία είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με την εξωτερική. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως η απότομη μεταβολή που υφίσταται η εσωτερική θερμοκρασία σε σχέση με την εξωτερική. Σε μια μεταβολή 3,4 C η εξωτερική θερμοκρασία μεταβάλλεται κατά 22 C.



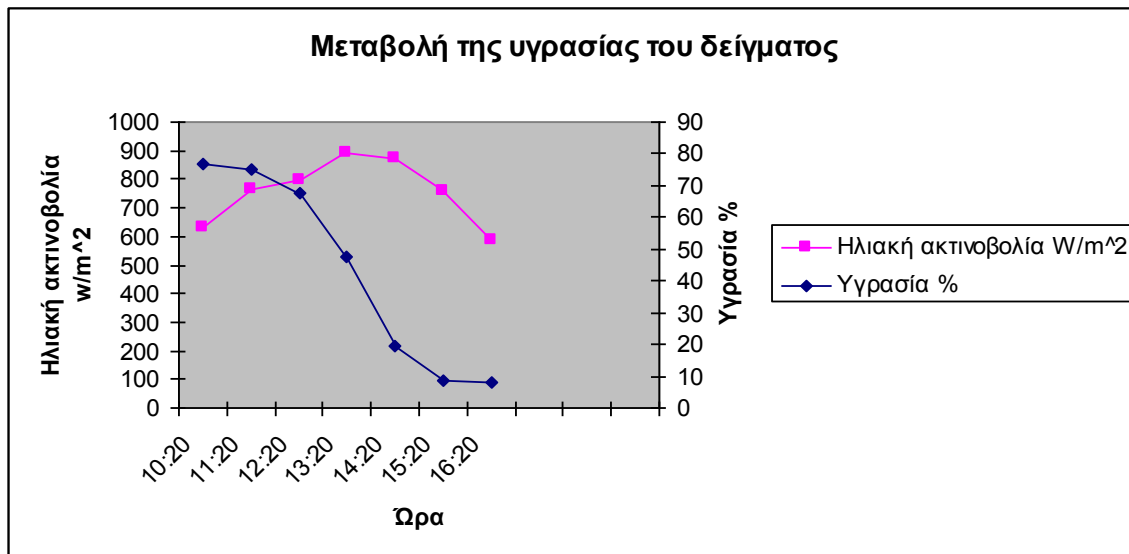
Διάγραμμα 3.3 «Μεταβολή της μάζας του δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 3.3 παρατηρείται η μεταβολή της μάζας δείγματος στο οποίο υφίσταται ανάδευση. Προκύπτει το συμπέρασμα ότι η μάζα του δείγματος μειώνεται σαφώς περισσότερο από ότι στα πειράματα που δεν υπήρχε ανάδευση. Με αποτέλεσμα όπως θα φανεί και πιο καθαρά στα επόμενα δύο διαγράμματα την εξάτμιση μεγαλύτερης ποσότητας νερού.



Διάγραμμα 3.3.3.4 «Μεταβολή της ποσότητας νερού στο δείγμα σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 3.4 φαίνεται καθαρά η μεγάλη διαφορά της τεχνικής με ανάδευση. Το βάρος του νερού αρχικά στο δείγμα ήταν 122.96g ενώ στο τέλος 3.4g.



Διάγραμμα 3.5 «Μεταβολή της ποσοστιαίας υγρασίας στο δείγμα σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 3.5 παρατηρούμε την μείωση της ποσοστιαίας υγρασία από 76,96% αρχική σε 8,46 τελική .

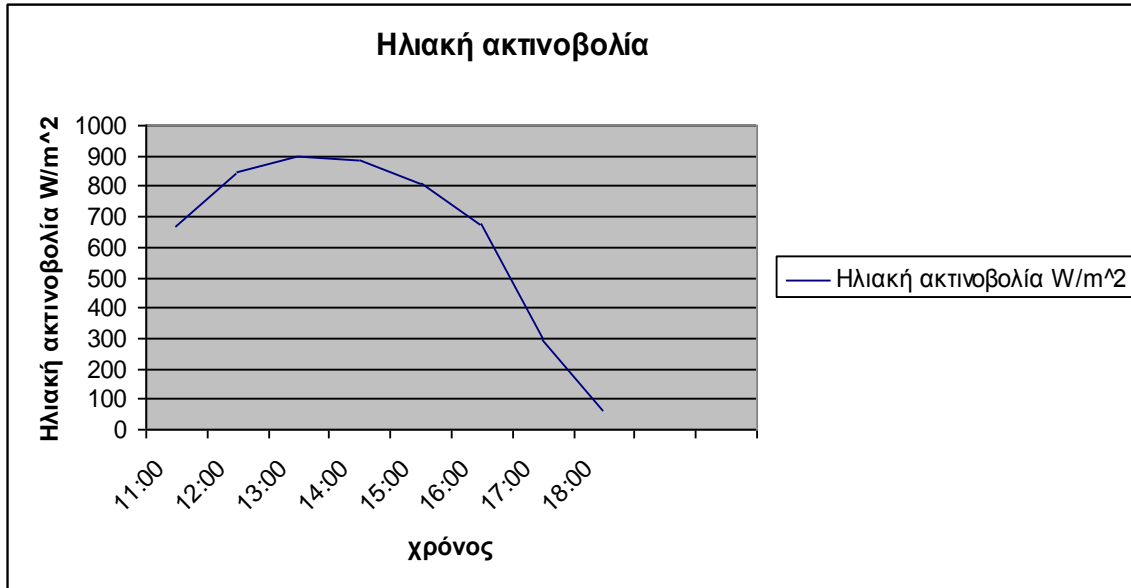
Στο τρίτο πείραμα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι με την ανάδευση επιτεύχθηκαν πολύ σημαντικότερα αποτελέσματα. Η πολύ χαμηλή ποσοστωση της υγρασίας όμως είναι πολύ μεγαλύτερη απο την αναμενόμενη θεωρητική για αυτό και στα παρακάτω πειράματα διερευνήθηκε το συγκεκριμένο φαινόμενο πιο διεξοδικά.

Πείραμα τέταρτο

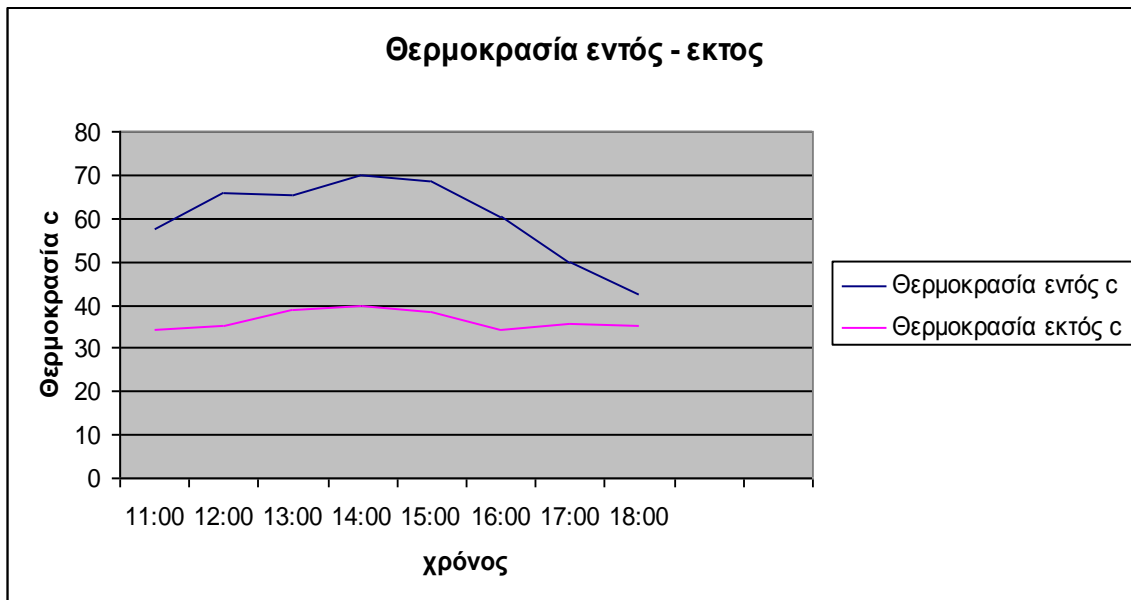
Το ξηραντήριο τοποθετήθηκε στον χώρο του Τ.Ε.Ι. στο ανοιχτό αμφιθέατρο με προσανατολισμό τον νότο . Οι μετρήσεις που λάμβανα ήταν οι εξής : πρώτον μια αρχική μέτρηση της μάζας του δείγματος και μετά ανά μια ώρα μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας ,θερμοκρασία εντός και εκτός του ξηραντηρίου και τέλος μέτρηση της μάζας στον αναλυτικό ζυγό του εργαστηρίου χημείας. **Σε αυτό το πείραμα υπήρξε ανάδευση προς διευκόλυνση της ξήρασης.** Σε κάθε πείραμα κομμάτι του δείγματος τοποθετούνταν σε φούρνο ξήρασης για 24 ώρες προκειμένου να προσδιοριστεί η επί τοις εκατό υγρασία του.

Παρακάτω παραθέτονται οι μετρήσεις και οι χαρακτηριστικές καμπύλες που προέκυψαν από αυτές.

| Ώρα | Ηλιακή ακτινοβολία W/m ² | Θερμοκρασία εντός c | Θερμοκρασία εκτός c | Μάζα δείγματος(g) |
|-------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 11:00 | 669.8 | 57.8 | 34.1 | 141.1 |
| 12:00 | 847.63 | 65.9 | 35.2 | 115.69 |
| 13:00 | 895.95 | 65.4 | 38.7 | 94.71 |
| 14:00 | 887.88 | 69.9 | 39.6 | 77.39 |
| 15:00 | 809.99 | 68.4 | 38.5 | 61.2 |
| 16:00 | 675.46 | 60.3 | 34.5 | 50.03 |
| 17:00 | 293.58 | 49.8 | 35.5 | 39.79 |
| 18:00 | 55.4 | 42.6 | 35 | 38.04 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Ώρα | Στερεά Μάζα(g) | Νερό(g) | Υγρασία % | |
| 11:00 | 32.37 | 108.73 | 77.06 | |
| 12:00 | 32.37 | 83.32 | 72.02 | |
| 13:00 | 32.37 | 62.34 | 65.82 | |
| 14:00 | 32.37 | 45.02 | 58.17 | |
| 15:00 | 32.37 | 28.83 | 47.11 | |
| 16:00 | 32.37 | 17.66 | 35.3 | |
| 17:00 | 32.37 | 7.42 | 18.66 | |
| 18:00 | 32.37 | 5.67 | 14.91 | |



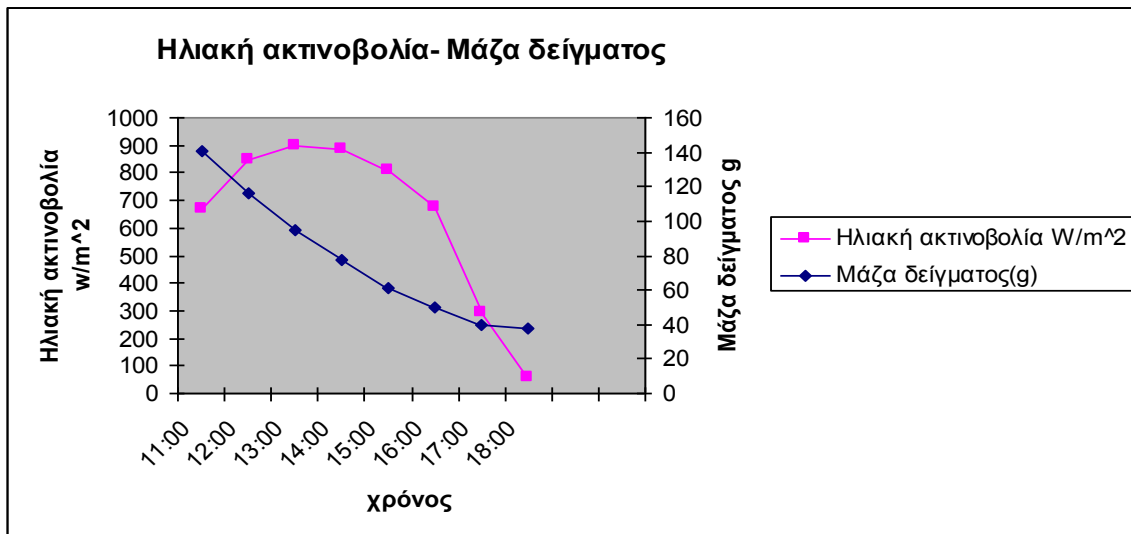
Διάγραμμα 4.1 «Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας συναρτήσει του χρόνου»



Διάγραμμα 4.2 «Μεταβολή εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας»

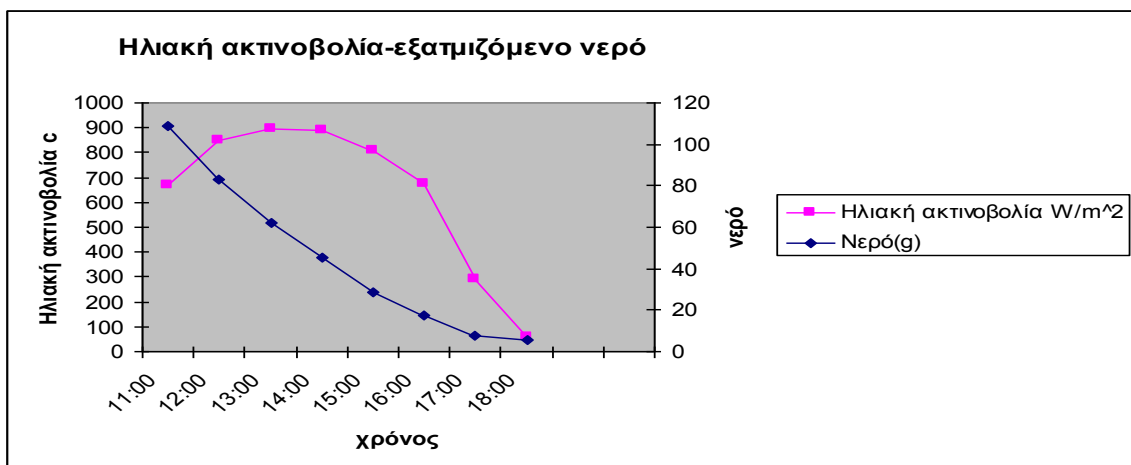
Στο διάγραμμα 4.2 παρατηρείται ο ρυθμός μεταβολής της εξωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της συσκευής. Προκύπτει από την παρατήρηση και ανάλυση του διαγράμματος ότι υπάρχει αναλογία στον ρυθμό μεταβολής των δύο φαινομένων και ότι εντός της συσκευής η θερμοκρασία είναι αρκετά μεγαλύτερη σε

σχέση με την εξωτερική .Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως η απότομη μεταβολή που υφίσταται η εσωτερική θερμοκρασία σε σχέση με την εξωτερική .Σε μια μεταβολή 3,4 C η εξωτερική θερμοκρασία μεταβάλλεται κατά 22 C .



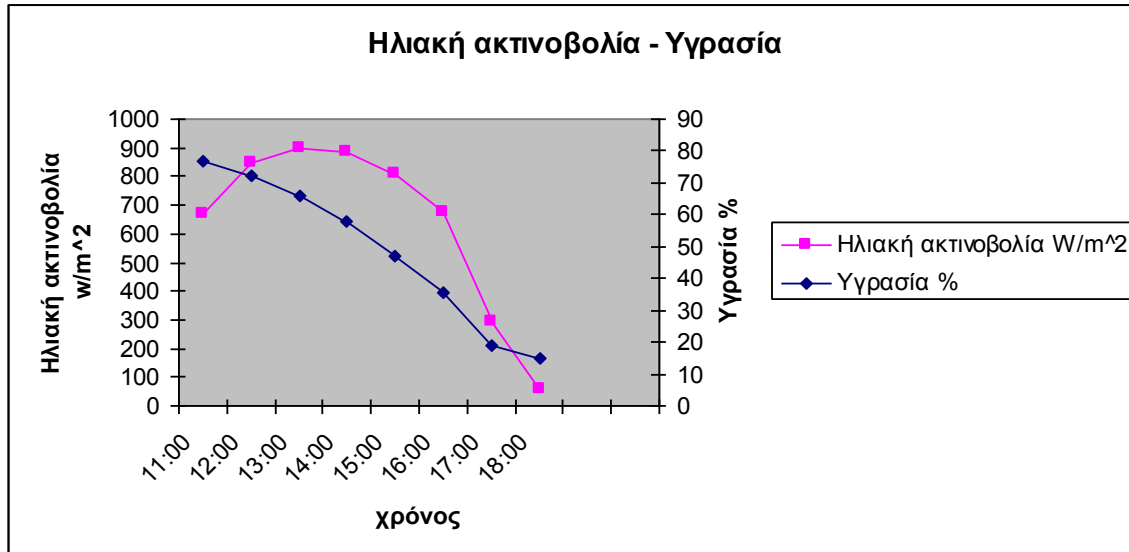
Διάγραμμα 4.3 «Μεταβολή της μάζας του δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 4.3 παρατηρείται η μεταβολή της μάζας δείγματος στο οποίο υφίσταται ανάδευση. Προκύπτει το συμπέρασμα ότι η μάζα του δείγματος μειώνεται σαφώς περισσότερο από ότι στα πειράματα που δεν υπήρχε ανάδευση. Με αποτέλεσμα όπως θα φανεί και πιο καθαρά στα επόμενα δύο διαγράμματα την εξάτμιση μεγαλύτερης ποσότητας νερού.



Διάγραμμα 4.4 «Μεταβολή της ποσότητας νερού στο δείγμα σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 4.4 φαίνεται καθαρά η μεγάλη διαφορά της τεχνικής με ανάδευση. Το βάρος του νερού αρχικά στο δείγμα ήταν 108,73g ενώ στο τέλος 5,67g.



Διάγραμμα 4.5 «Μεταβολή της ποσοστιαίας υγρασίας του δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 4.5 παρατηρούμε την μείωση της ποσοστιαίας υγρασία από 77,06% αρχική σε 14,91 τελική .

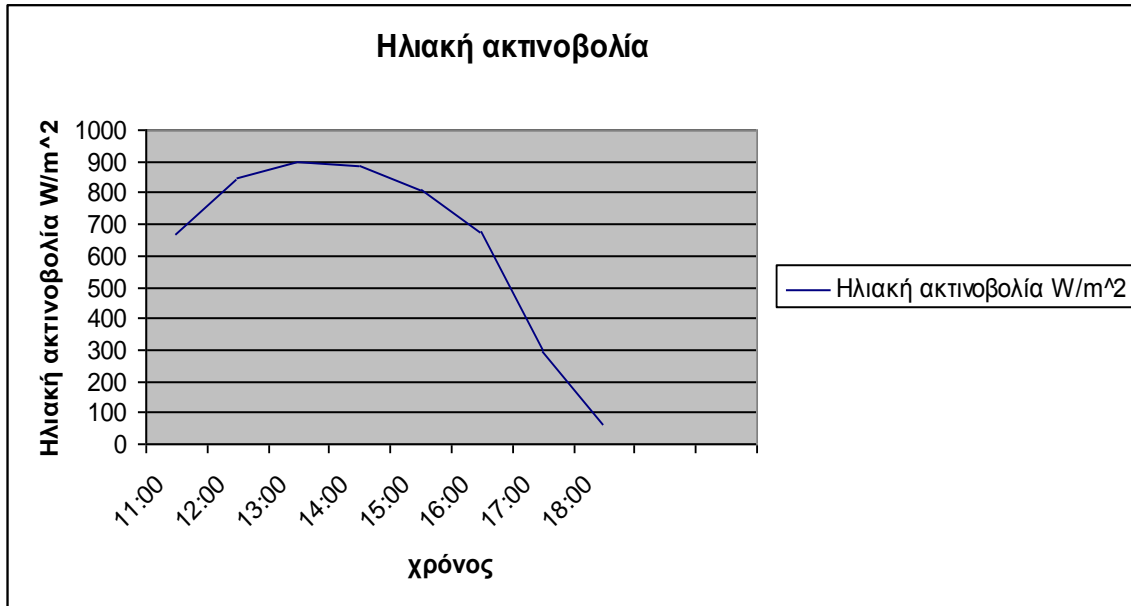
Στο τέταρτο πείραμα η μείωση της ποσοστιαίας υγρασίας ήταν σαφώς πιο κοντά απο αυτήν που βρέθηκε στο τρίτο πείραμα.

Πείραμα πέμπτο

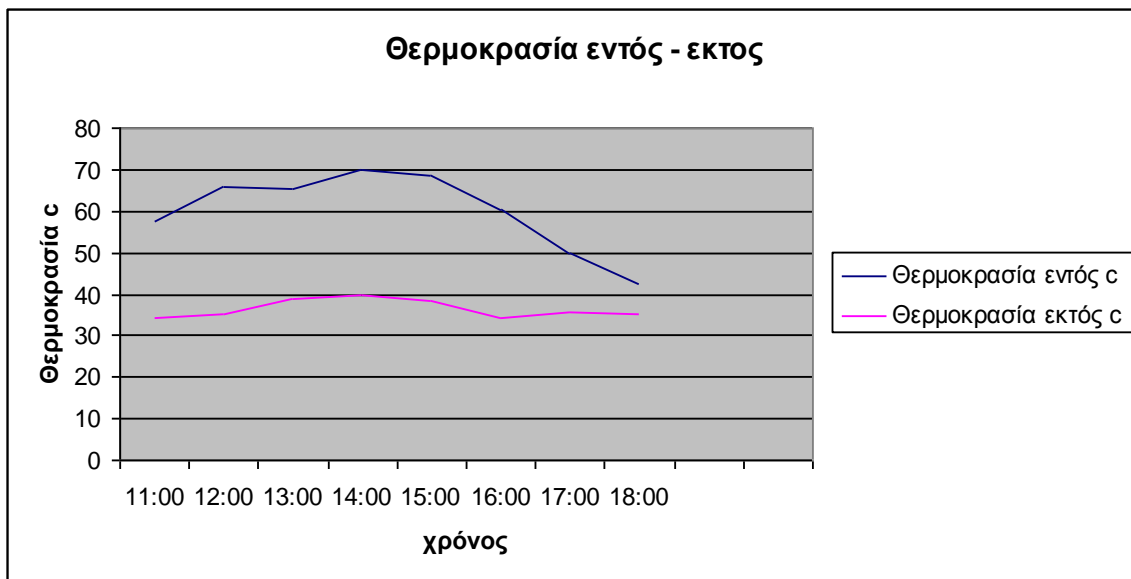
Το ξηραντήριο τοποθετήθηκε στον χώρο του Τ.Ε.Ι. στο ανοιχτό αμφιθέατρο με προσανατολισμό τον νότο . Οι μετρήσεις που λαμβάνονταν ήταν οι εξής : πρώτον μια αρχική μέτρηση της μάζας του δείγματος και μετά ανά μια ώρα μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας ,θερμοκρασία εντός και εκτός του ξηραντηρίου και τέλος μέτρηση της μάζας στον αναλυτικό ζυγό του εργαστηρίου χημείας. **Σε αυτό το πείραμα δεν υπήρξε ανάδευση ούτε κάποια άλλη ενέργεια διευκόλυνσης της ξήρανσης.** Σε κάθε πείραμα κομμάτι του δείγματος τοποθετούταν σε φούρνο ξήρανσης για 24 ώρες προκειμένου να προσδιοριστεί η επί τοις εκατό υγρασία του.

Παρακάτω παραθέτονται οι μετρήσεις και οι χαρακτηριστικές καμπύλες που προέκυψαν από αυτές

| Ωρα | Ηλιακή ακτινοβολία W/m ² | Θερμοκρασία εντός c | Θερμοκρασία εκτός c | Μάζα δείγματος(g) |
|-------|---|------------------------|------------------------|----------------------|
| 11:00 | 669.98 | 57.8 | 34.1 | 142.11 |
| 12:00 | 847.63 | 65.9 | 35.2 | 107.83 |
| 13:00 | 895.95 | 65.4 | 38.7 | 92.98 |
| 14:00 | 887.88 | 69.9 | 39.6 | 81.85 |
| 15:00 | 809.99 | 68.4 | 38.5 | 71.18 |
| 16:00 | 675.46 | 60.3 | 34.5 | 64.58 |
| 17:00 | 293.58 | 49.8 | 35.5 | 58.22 |
| 18:00 | 55.4 | 42.6 | 35 | 56.44 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Ωρα | Στερεά Μάζα(g) | Νερό(g) | Υγρασία % | |
| 11:00 | 32.6 | 109.51 | 77.06 | |
| 12:00 | 32.6 | 75.23 | 69.77 | |
| 13:00 | 32.6 | 60.38 | 64.94 | |
| 14:00 | 32.6 | 49.25 | 60.17 | |
| 15:00 | 32.6 | 38.58 | 54.2 | |
| 16:00 | 32.6 | 31.98 | 49.52 | |
| 17:00 | 32.6 | 25.62 | 44.01 | |
| 18:00 | 32.6 | 23.84 | 42.24 | |

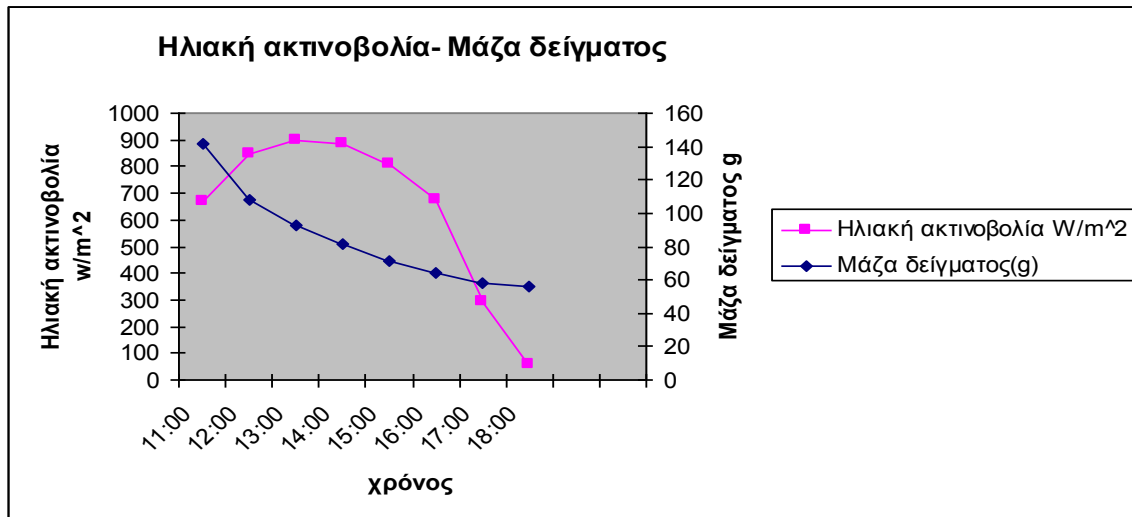


Διάγραμμα 5.1 «Μεταβολή ηλιακής ακτινοβολίας συναρτήσει του χρόνου»



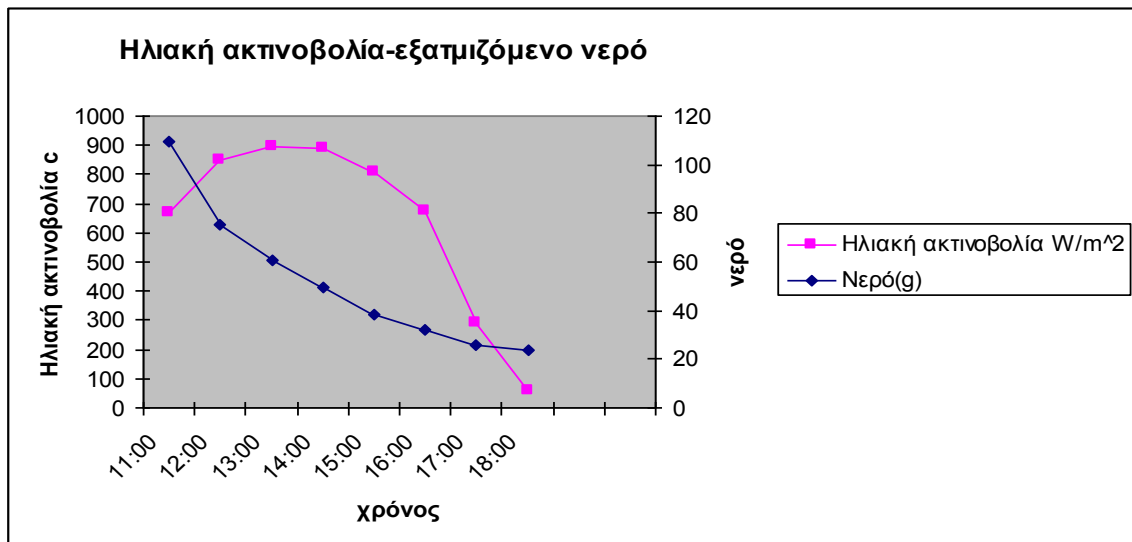
Διάγραμμα 5.2 «Μεταβολή της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας»

Στο διάγραμμα 5.2 παρατηρείται ο ρυθμός μεταβολής της εξωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της συσκευής. Προκύπτει από την παρατήρηση και ανάλυση του διαγράμματος ότι υπάρχει αναλογία στον ρυθμό μεταβολής των δύο φαινομένων και ότι εντός της συσκευής η θερμοκρασία είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με την εξωτερική. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως η απότομη μεταβολή που υφίσταται η εσωτερική θερμοκρασία σε σχέση με την εξωτερική. Σε μια μεταβολή 3,4 C η εξωτερική θερμοκρασία μεταβάλλεται κατά 22 C.



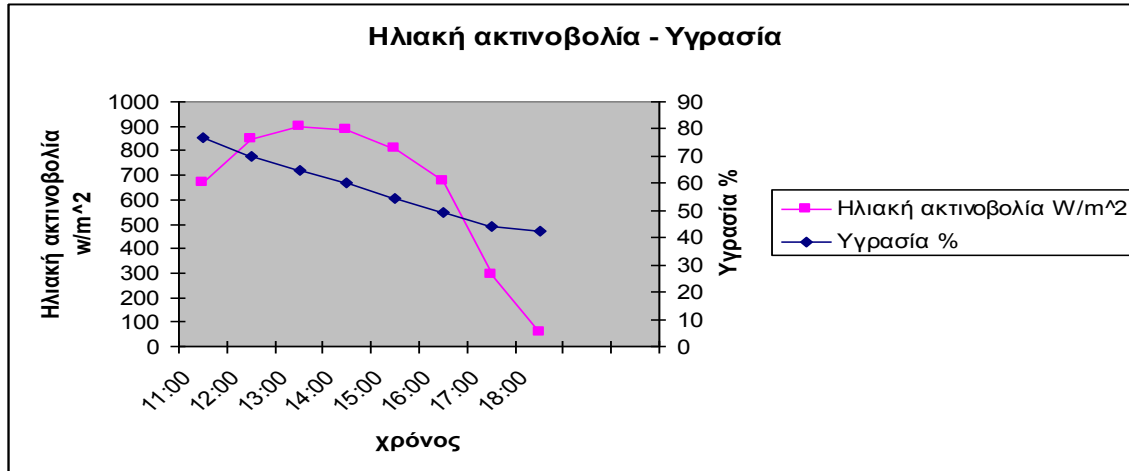
Διάγραμμα 5.3 «Μεταβολή της μάζας του δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 5.3 παρατηρείται η μεταβολή της μάζας ενός δείγματος στο οποίο δεν υφίσταται ανάδευση. Προκύπτει το συμπέρασμα ότι το δείγμα τείνει να κρατήσει σταθερή μάζα όσο μειώνεται η ηλιακή ακτινοβολία και αυτό συμβαίνει επειδή δεν εξατμίζεται πλέον νερό .



Διάγραμμα 5.4 « Μεταβολή της ποσότητας νερού στο δείγμα σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 5.4 έχει υπολογιστεί η ποσότητα νερού που εξατμίζεται. Ο συγκεκριμένος υπολογισμός προκύπτει από την διαφορά της αρχικής μάζας του δείγματος. Η συμπεριφορά της μεταβολής είναι η ίδια με την μεταβολή της μάζας διότι το δείγμα «χάνει» μόνο νερό.



Διάγραμμα 5.5 «Μεταβολή της ποσοστιαίας υγρασίας του δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

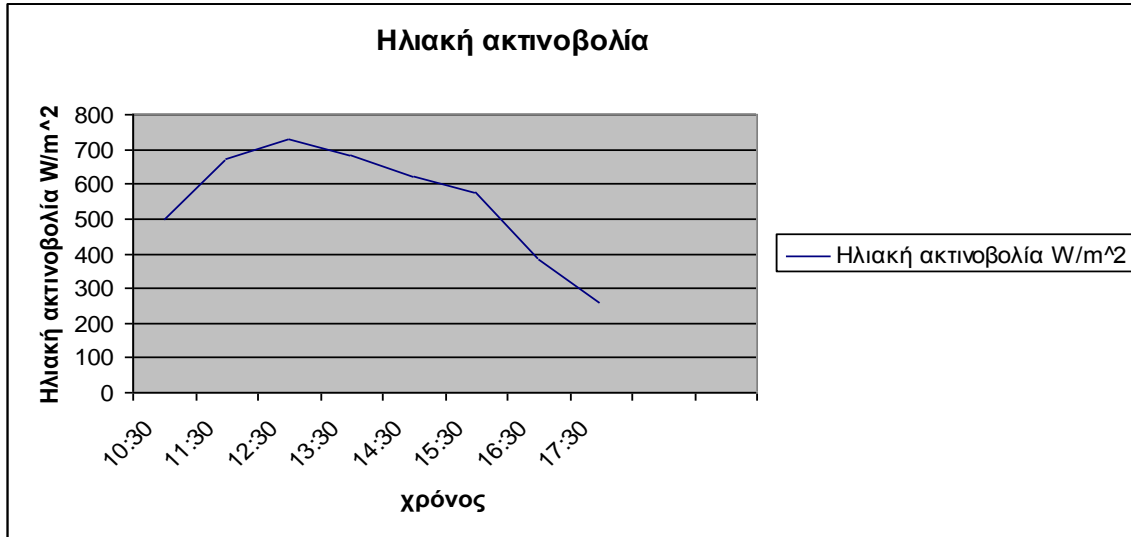
Στο διάγραμμα 5.5 έχει γίνει πλέον αναγωγή του νερού του οποίου εξατμίστηκε σε εκατοστιαία ποσοστωση της υγρασίας. Παρομοίως όπως και στα δύο προηγούμενα διαγράμματα παρατηρούμε κοινή συμπεριφορά.

Πείραμα έκτο

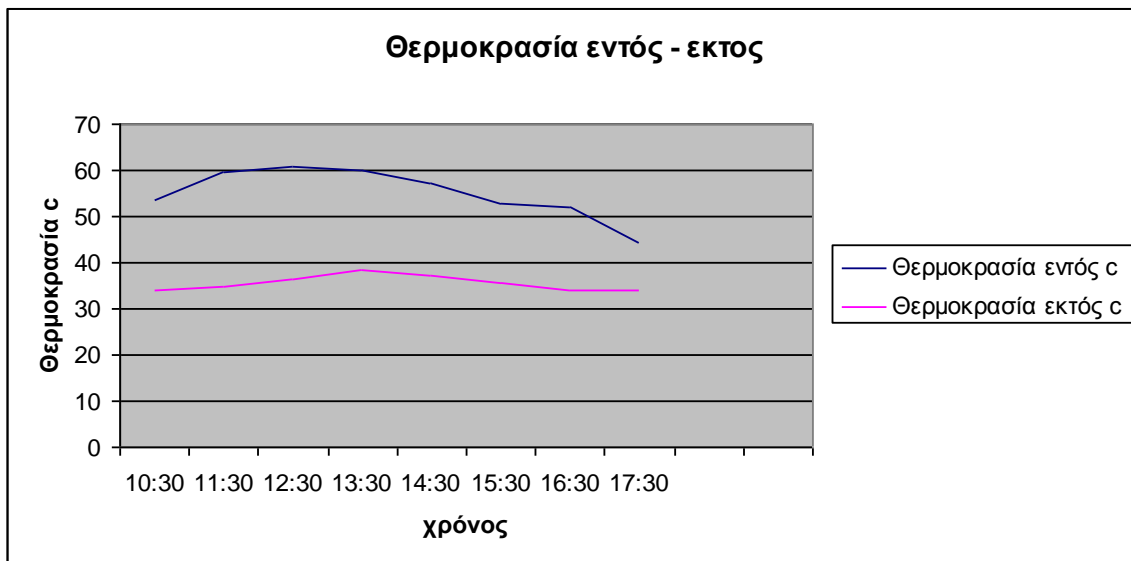
Το ξηραντήριο τοποθετήθηκε στον χώρο του Τ.Ε.Ι. στο ανοιχτό αμφιθέατρο με προσανατολισμό τον νότο. Οι μετρήσεις που λάμβάνονταν ήταν οι εξής: πρώτον μια αρχική μέτρηση της μάζας του δείγματος και μετά ανά μια ώρα μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασία εντός και εκτός του ξηραντηρίου και τέλος μέτρηση της μάζας στον αναλυτικό ζυγό του εργαστηρίου χημείας. **Σε αυτό το πείραμα δεν υπήρξε ανάδευση ούτε κάποια άλλη ενέργεια διευκόλυνσης της ξήρανσης.** Σε κάθε πείραμα κομμάτι του δείγματος τοποθετούταν σε φούρνο ξήρανσης για 24 ώρες προκειμένου να προσδιοριστεί η επί τοις εκατό υγρασία του.

Παρακάτω παραθέτονται οι μετρήσεις και οι χαρακτηριστικές καμπύλες που προέκυψαν από αυτές.

| Ώρα | Ηλιακή ακτινοβολία W/m ² | Θερμοκρασία εντός c | Θερμοκρασία εκτός c | Μάζα δειγματος(g) |
|-------|---|------------------------|------------------------|----------------------|
| 10:30 | 500.36 | 53.8 | 33.9 | 144.97 |
| 11:30 | 672.33 | 59.6 | 34.9 | 128.44 |
| 12:30 | 728.16 | 61 | 36.4 | 110.66 |
| 13:30 | 683.3 | 59.9 | 38.5 | 100 |
| 14:30 | 622.42 | 57.4 | 37.3 | 86.13 |
| 15:30 | 574.49 | 52.7 | 35.5 | 78.74 |
| 16:30 | 381.48 | 52.1 | 34 | 71.63 |
| 17:30 | 253.8 | 44.3 | 34.1 | 68.04 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Ώρα | Στερεά Μάζα(g) | Νερό(g) | Υγρασία % | |
| 10:30 | 32.53 | 112.44 | 77.56 | |
| 11:30 | 32.53 | 95.91 | 74.67 | |
| 12:30 | 32.53 | 78.13 | 70.6 | |
| 13:30 | 32.53 | 67.47 | 67.47 | |
| 14:30 | 32.53 | 53.6 | 62.23 | |
| 15:30 | 32.53 | 46.21 | 58.69 | |
| 16:30 | 32.53 | 39.1 | 54.59 | |
| 17:30 | 32.53 | 35.51 | 52.19 | |

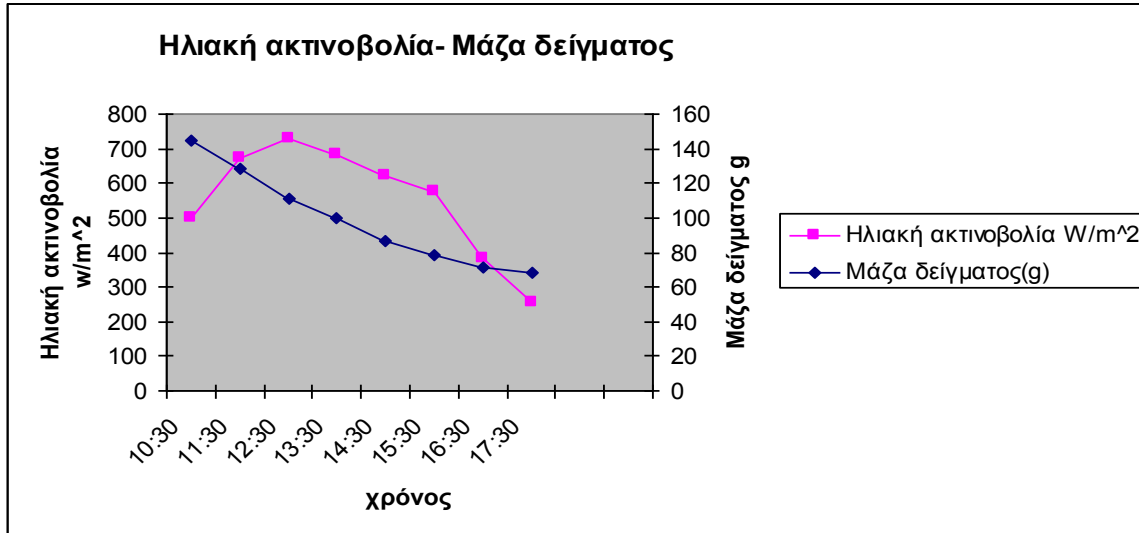


Διάγραμμα 6.1 «Μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας συναρτήσει του χρόνου»

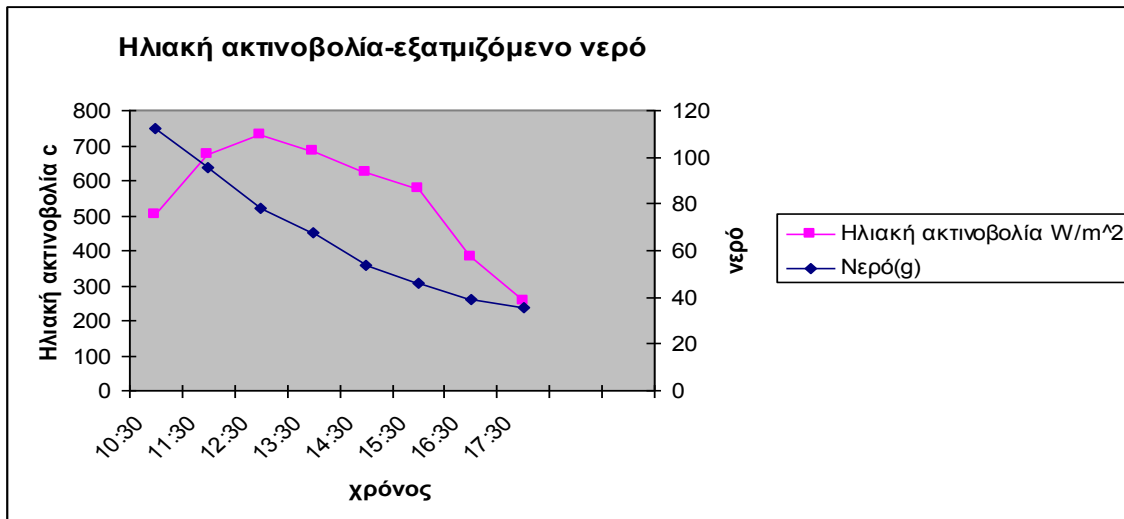


Διάγραμμα 6.2 «Μεταβολή της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας»

Στο διάγραμμα 6.2 παρατηρείται ο ρυθμός μεταβολής της εξωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας στο εσωτερικό της συσκευής. Προκύπτει από την παρατήρηση και ανάλυση του διαγράμματος ότι υπάρχει αναλογία στον ρυθμό μεταβολής των δύο φαινομένων και ότι εντός της συσκευής η θερμοκρασία είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με την εξωτερική. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει όμως η απότομη μεταβολή που υφίσταται η εσωτερική θερμοκρασία σε σχέση με την εξωτερική. Σε μια μεταβολή 3,4 C η εξωτερική θερμοκρασία μεταβάλλεται κατά 22 C.

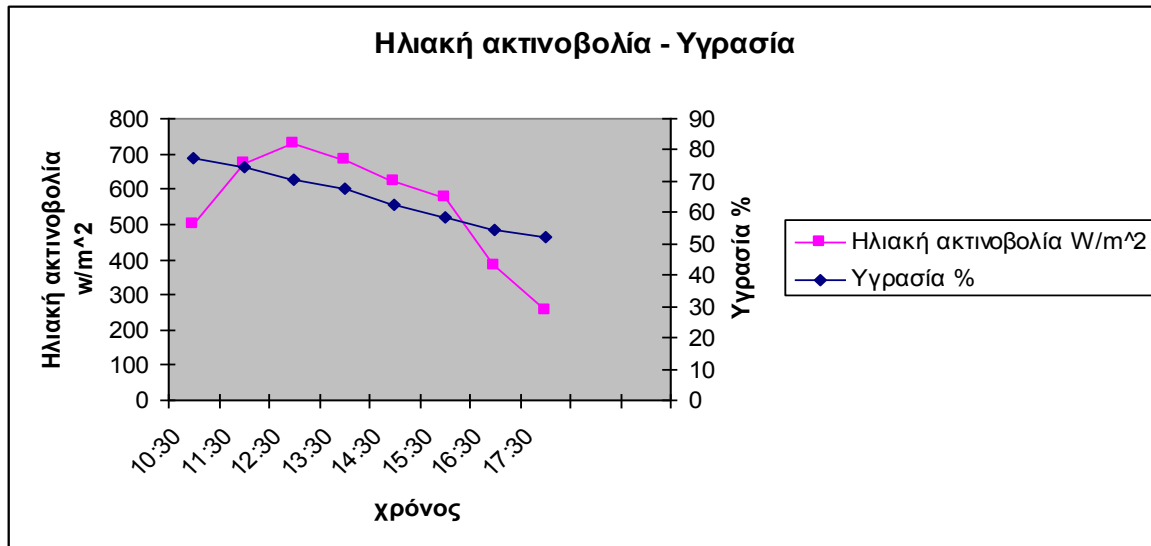


Διάγραμμα 6.3 «Μεταβολή της μάζας δείγματος σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»
 Στο διάγραμμα 6.3 παρατηρείται η μεταβολή της μάζας ενός δείγματος στο οποίο δεν υφίσταται ανάδευση. Προκύπτει το συμπέρασμα ότι το δείγμα τείνει να κρατήσει σταθερή μάζα όσο μειώνεται η ηλιακή ακτινοβολία και αυτό συμβαίνει επειδή δεν εξατμίζεται πλέον νερό.



Διάγραμμα 6.4 «Μεταβολή της ποσότητας νερού στο δείγμα σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 6.4 έχει υπολογιστεί η ποσότητα νερού που εξατμίζεται. Ο συγκεκριμένος υπολογισμός προκύπτει από την διαφορά της αρχικής μάζας του δείγματος. Η συμπεριφορά της μεταβολής είναι η ίδια με την μεταβολή της μάζας διότι το δείγμα «χάνει» μόνο νερό.



Διάγραμμα 6.5 «Μεταβολή της ποσοστιαίας υγρασίας στο δείγμα σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία»

Στο διάγραμμα 6.5 έχει γίνει πλέον αναγωγή του νερού του οποίου εξατμίστηκε σε εκατοστιαία ποσοστία της υγρασίας. Παρομοίως όπως και στα δύο προηγούμενα διαγράμματα παρατηρούμε κοινή συμπεριφορά.

3.4 Γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την πειραματική διαδικασία.

Η πειραματική διαδικασία περιελάμβανε την χρήση δύο διαφορετικών τεχνικών ξήρανσης. Με την τεχνική της ανάδευσης παρατηρήθηκε πολύ μεγαλύτερη εξατμηση νερού. Το ζητούμενο του πειράματος ήταν η διερεύνηση και η καλύτερη κατανόηση του φαινομένου στην πράξη. Τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας δείχνουν ότι η επιλογή της ηλιακής ξήρανσης για ξήρανση λυματολάσπης είναι αρκετά βιώσιμη και εφικτή. Με βάση τα αποτελέσματα αξιολογήθηκε και στο επομένο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια εγκατάσταση στα Χανιά.

Κεφάλαιο Τέταρτο

Οικονομοτεχνική μελέτη πρότασης για δημιουργία εγκατάστασης ηλιακής ξήρανσης λυματολάσσης στα Χανιά.

Σε προηγούμενο κεφάλαιο παρατέθηκαν οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή ενός συστήματος ηλιακής ξήρανσης λυματολάσσης με ανάδευση και αναφέρθηκε η χρήση της μηχανής WendeWolf®. Από τις πειραματικές μετρήσεις, εξάγεται το συμπέρασμα πως στην περιοχή των Χανίων η ηλιοφάνεια είναι σε υψηλά επίπεδα, και αρκεί για να καλύψει τις ανάγκες, προκειμένου να είναι βιώσιμη μια επένδυση συστήματος ηλιακής ξήρανσης λυματολάσσης. Παρακάτω παρατίθεται οικονομοτεχνική μελέτη που εξετάζει όλα τα κριτήρια για την βιωσιμότητα της επένδυσης στην περιοχή των Χανίων.

Εγκατάσταση ηλιακής ξήρανσης με ανάδευση στα Χανιά Κρήτης

Χρησιμοποιώντας την τεχνογνωσία του συστήματος WendeWolf και στατιστικά δεδομένα του δήμου Χανίων, παρατίθεται σχετική οικονομοτεχνική μελέτη για την εγκατάσταση ενός συστήματος ηλιακής ξήρανσης με ανάδευση στην περιοχή των Χανίων.

Τεχνικά στοιχεία

Ο δήμος των Χανίων έχει πραγματικό πληθυσμό 53.373 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Η ημερήσια παραγωγή λυμάτων υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε δεκαπέντε τόνους (15 tns). Η ετήσια παραγωγή λυμάτων υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ημερήσια παραγωγή σε τόνους με τις μέρες του έτους. Δηλαδή:

$$15 \text{ tns/day} \times 365 \text{ days} = 5.475 \text{ tns/year}$$

Το μετρούμενο μέγεθος που χρειάζεται προκειμένου να εξαχθεί το σωστό αποτέλεσμα είναι τα κυβικά μέτρα (m^3). Ένα κυβικό μέτρο αντιστοιχεί σε 1,27 τόνους. Άρα:
Οι 5.475 τόνοι αντιστοιχούν σε $4.296,86 \text{ m}^3/\text{year}$.

Η μηνιαία κατανάλωση είναι $358,07 \text{ m}^3$.

Η ημερήσια κατανάλωση είναι $11,93 \text{ m}^3$.

Η λεκάνη απόθεσης λυματολάσσης του συστήματος WenderWolf έχει χωρητικότητα 576 m^3 ($0,40\text{m} \times 12\text{m} \times 120\text{m}$).

Η μηνιαία κατανάλωση της πόλης των Χανίων καλύπτεται από ένα σύστημα ηλιακής ξήρανσης με ανάδευση (μια λεκάνη απόθεσης), με διαστάσεις $12\text{m} \times 120 \text{ m}$. Έχει δε υπολογισθεί περισσότερος χώρος προκειμένου να καλυφθούν που μπορεί να υπάρξουν στο μέλλον σε μια ενδεχόμενη αύξηση της παραγωγής λυμάτων.

Επόμενο στάδιο είναι να βρεθεί ο χώρος προκειμένου να φιλοξενηθεί η εγκατάσταση. Η μελέτη για τον χώρο κατασκευής του έργου έγινε αξιολογώντας παράγοντες όπως:

- η μορφολογία του εδάφους
- Μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία
- Υψόμετρο
- Προσβασιμότητα στην περιοχή
- Απόσταση από πόλεις/χωριά/οικισμούς

Ακολουθεί ανάλυση των παραμέτρων:

Το υπέδαφος πρέπει να αποτελείται από ιζηματογενή πετρώματα, όπως είναι τα ασβεστολιθικά. Τα εδάφη αυτά έχουν μεγάλη συνεκτικότητα και δύσκολα περνά μέσα τους βαθιά το νερό. Το χειμώνα δεν τα διαπερνά το κρύο και στην επιφάνειά τους είναι ψυχρά έχουν μικρό πορώδες και μεγάλη αντοχή. Έτσι μειώνονται οι πιθανότητες στραγγίσεως των λυμάτων στο υπέδαφος σε περίπτωση ατυχήματος και μας δίνει μεγαλύτερη ασφάλεια για την σταθερότητα της εγκατάστασης.

Το έδαφος πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ομαλό και επίπεδο σε έκταση τουλάχιστον 5 km² (τετραγωνικά χιλιόμετρα). Οι παράμετροι αυτοί είναι σημαντικό να προϋπάρχουν στον υπό μελέτη χώρο γιατί μειώνουμε το κόστος εγκατάστασης με λιγότερες εκοκαφτικές εργασίες για την διαμόρφωση του εδάφους. Σημειώνεται πως οι λεκάνες απόθεσης της προς ξήρανσης λυματολάσπης πρέπει να είναι σε οριζόντια θέση.

Πολύ σημαντικός παράγοντας για την ορθή λειτουργία της εγκατάστασης, είναι η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο έδαφος. Συμπεραίνουμε πως η εγκατάσταση πρέπει να γίνει σε τοποθεσία χωρίς φυσικά ή τεχνητά εμπόδια διέλευσης του φωτός όπως π.χ. παρυφές βουνών, περιοχές με ψηλά δέντρα, μεγάλα κτίρια. Επίσης η το σημείο ενδιαφέροντος πρέπει να έχει συχνά ηλιοφάνεια.

Εξαιτίας της ανάγκης για υψηλή ηλιακή ακτινοβολία το σημείο ενδιαφέροντος θα πρέπει να βρίσκεται σε υψόμετρο περίπου διακοσίων (200) μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας και ελεύθερο από τυχόν παρεμποδίσεις της ηλιακής ακτινοβολίας που αναφερθήκαμε παραπάνω. Επίσης ο χώρος πρέπει να είναι σε απόσταση, τουλάχιστον ενός (1) χιλιομέτρου από τον αιγιαλό, για προληπτικούς λόγους ρύπανσης του υδροφόρου και κατά συνέπεια της θάλασσας.

Η μεταφορά της λυματολάσπης θα γίνεται με φορτηγά και γι' αυτό η προσβασιμότητα στο σημείο πρέπει να είναι ομαλή. Ο δρόμος πρέπει να είναι στρωμένος με άσφαλτο και να μην έχει απότομη κλίση ή επικίνδυνα σημεία και στροφές.

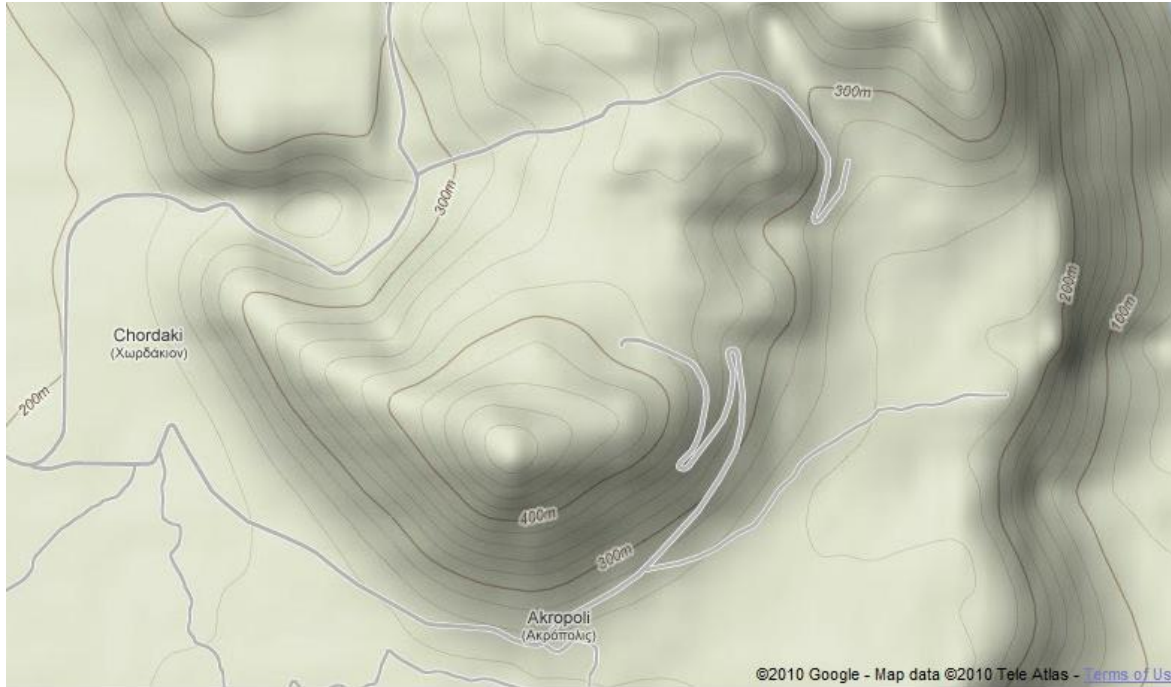
Για την αποφυγή της όχλησης από τα φορτηγά μεταφοράς καθώς και τις τυχόν αντιδράσεις των κατοίκων για την πρόκληση δυσωδίας, το εργοστάσιο πρέπει να βρίσκεται σε μέρος τουλάχιστον πέντε χιλιομέτρων (5 km) από χωριά ή πόλεις.

Λαμβάνοντας υπόψιν τους παραπάνω παράγοντες, η ιδανική περιοχή για την κατασκευή του έργου είναι στην περιοχή Χορδάκι Ακρωτηρίου. Το ακριβές σημείο υποδεικνύεται στον χάρτη.

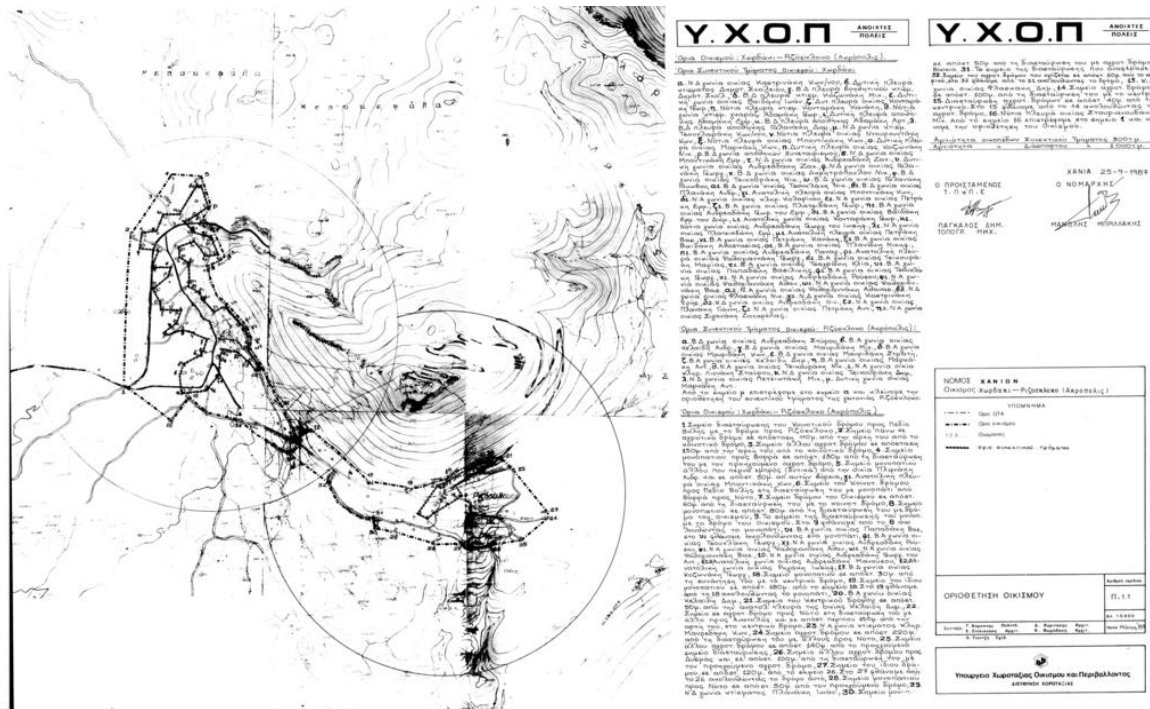
Παρατίθεται και τοπογραφικό διάγραμμα.



Εικόνα 4.1 δορυφορική εικόνα περιοχής ενδιαφέροντος .



Εικόνα 4.2 Υψομετρικός χάρτης περιοχής ενδιαφέροντος.



Εικόνα 4.3 τοπογραφικό διαγραμμα περιοχής ενδιαφέροντος.

Οικονομικά στοιχεία- προϋπολογισμός

- Το κόστος αγοράς θερμοκηπίου ανά στρέμμα είναι 32.280,00 €. Για την εγκατάσταση χρειάζονται 1500 m². Το κόστος ανέρχεται σε 59.556,60 € συμπεριλαμβανομένου του φόρου προστιθέμενης αξίας.
- Το εργατικό κόστος ανά στρέμμα είναι 265 €. Το συνολικό φτάνει τα 530 €.
- Το κόστος ανά τόνο τσιμέντου είναι 150 €. Η συνολική ποσότητα τσιμέντου είναι 330 τόνοι. Το ποσό ανέρχεται σε 49.500,00 €.
- Το εργατικό κόστος για την κατασκευή των τοιχίων και της λεκάνης απόθεσης ανέρχεται στο ποσό 600 €.
- Το συνολικό κόστος του συστήματος WendeWolf® είναι 100.000,00 €.
- Η τιμή των 3 στρεμμάτων που απαιτούνται ανέρχεται σε 30.000,00 € (αντικειμενική αξία περιοχής).
- Το κόστος για τα μεταφορικά είναι 5.000,00 €.

Το συνολικό κόστος ανέρχεται σε 245.206,60 €.

Παρατίθεται συγκεντρωτικός πίνακας με τα κόστη για την δημιουργία της εγκατάστασης ηλιακής ξήρανσης με ανάδευση.

| ΥΛΙΚΑ | ΚΟΣΤΟΣ (€) |
|----------------|------------|
| θερμοκήπιο | 59.556,60 |
| τσιμέντο | 49.500,00 |
| WendeWolf | 100.000,00 |
| οικόπεδο | 30.000,00 |
| εργατικά έξοδα | 1.150,00 |
| μεταφορικά | 5.000,00 |
| σύνολο: | 245.206,60 |

Πίνακας 4.1 Πίνακας ανάλυσης κόστους.

Το κόστος αυτό δεν είναι υψηλό, αν υπολογιστεί το κόστος που έχει μια συμβατική εγκατάσταση κάθε έτος προκειμένου να λειτουργήσει και να συντηρηθεί. Επιπλέον πρέπει να γίνει ιδιαίτερη μνεία στα περιβαλλοντικά οφέλη που έχει η εγκατάσταση ηλιακής ξήρανσης με ανάδευση κυρίως λόγω της μη χρήσης επιβλαβών προϊόντων για την διάσπαση της οργανικής ύλης καθώς και της επαναχρησιμοποίησης της ξηρής λυματολάσπης σε καλλιέργειες ως λίπασμα πλούσιο σε νιτρικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- SOLAR SLUDGE DRYING - BASED ON THE IST PROCESS ,Dipl.-Ing Dr. Ulrich Luboschik
- APPLICATION OF CONCENTRATED SOLAR RADIATION TO HIGH TEMPERATURE DETOXIFICATION AND RECYCLING PROCESSES OF HAZARDOUS WASTES KARL-HEINZ FUNKEN†, BETTINA POHLMANN , ECKHARD LU¨ PFERT and RAINER DOMINIK
- VOLUME REDUCTION AND BIOLOGICAL STABILIZATION OF SLUDGE IN SMALL SEWAGE PLANTS BY SOLAR DRYINGM. Bux a; R. Baumann a; S. Quadt b; J. Pinnekamp b; W. Mühlbauer a University of Hohenheim Institute for Agricultural Engineering in the Tropics and Subtropics. Stuttgart. Germany University of Stuttgart, Institute for Sanitary Engineering. Stuttgart.
- Dewatering of wastewater sludge through a solar still
D.A. Haralambopoulos *, G. Biskos, C. Halvadakis,T.D. Lekkas
Department of Environmental Studies, University of the Aegean, Xenia Building,
GR- 81100 Mytilene, Greece
- Solar drying in sludge management in Turkey
Nezih Kamil Salihoglu, Vedat Pinarli, Guray Salihoglu
Faculty of Engineering & Architecture, Environmental Engineering Department,
Uludag University,16059, Bursa, Turkey
- Διαχείριση της Λοματολάσσης και προορισμός της ως καύσιμο-Δημοσθένης Λαζαρέτος . Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης Παράρτημα Χανίων τμήμα Φυσικών πόρων και Περιβάλλοντος.
- Εθνικό Τυπογραφείο www.et.gr
- Wendewolf www.wendewolf.com
- Νομαρχία Χανίων <http://www.chania.eu/>