ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ, ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΜΜΕ

Αριστοποίηση Συστήματος Θέρμανσης Νερού Με Χρήση Μικροελεγκτή

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αντρέας Καραγιώργης

Επιβλέπων: Γεώργιος Καμπουράκης
Αν. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ, ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΜΜΕ

Αριστοποίηση Συστήματος Θέρμανσης Νερού Με Χρήση Μικροελεγκτή

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αντρέας Καραγιώργης

Επιβλέπων: Γεώργιος Καμπουράκης
Αν. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την……..

....

Γ. Καμπουράκης

Αν. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

……

Αντρέας Καραγιώργης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Αντρέας Καραγιώργης, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη:

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η βελτίωση της απόδοσης συστημάτων θέρμανσης νερού. Αυτό είναι επιθυμητό να γίνει σε ενεργειακό αλλά και σε οικονομικό επίπεδο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μικροελεγκτή.

Λεξεις κλειδιά:
Μικροελεγκτή, Θέρμανση, Νερό

Abstract:

The aim of this work is to improve the efficiency of water heating systems. It is desirable to do so in energy efficiency and economically. This is achieved by using a microcontroller.

Key words

Microcontroller, Heating, Water

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Θερμοδυναμική συστημάτων θέρμανσης νερού
3. Συστήματα θέρμανσης νερού
4. Μικροελεγκτές
5. Arduino
6. Άλλες εμπορικές εφαρμογές
7. Σχεδιασμός Συστήματος
8. Εξοικονόμηση ενέργειας
9. Βιβλιογραφία
10. Παραρτήματα

Εισαγωγή

Εισαγωγή

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η βελτίωση της απόδοσης συστημάτων θέρμανσης νερού. Αυτό είναι επιθυμητό να γίνει σε ενεργειακό αλλά και σε οικονομικό επίπεδο.

Ιδανικά θέλουμε ένα σύστημα που να μπορεί να μας προσφέρει φθηνό ζεστό νερό για οικιακές και άλλες χρήσεις με βάση οικονομικό προϋπολογισμό.

Το πρόβλημα της οικονομικής θέρμανσης νερού δεν είναι καινούργιο και έχει τις ρίζες του στη ρωμαϊκή εποχή και τα ρωμαϊκά λουτρά. Από την εποχή αυτή έχουν υπάρξει πολλές προσπαθείς καινοτομίες και εξελίξεις στον τομέα αυτό με απώτερο στόχο την βελτιστοποίηση της απόδοσης αλλά και την μείωση του κόστους. Αυτή η εργασία αποτελεί συνέχεια αυτής της μακράς επιστημονικής και τεχνολογικής εξέλιξης.

Το νερό αποτελεί ιστορικά το κύριο μέσο μεταφοράς θερμικής ενέργειας πράγμα που έχει οδηγήσει στην εξέλιξη της Θερμοδυναμικής ή οποία αποτελεί σημαντικό κομμάτι αυτής της προσπάθειας αλλά και ανεκτίμητο εργαλείο για κάθε μηχανικό που θέλει να ασχοληθεί με την χρήση αγωγή, απαγωγή ή αποθήκευση θερμικής ενέργειας.

Το πρόβλημα της βελτίωσης απόδοσης συστημάτων θέρμανσης νερού είναι πολύπλευρο και πολύπλοκο και η επίλυση του μπορεί να γίνει σε πολλά επίπεδα και με πολλές προσεγγίσεις. Όπως είπαμε και πιο πάνω θέλουμε να μπορούμε να θέτουμε προϋπολογισμό για την θέρμανση του νερού οικιακής χρήσης, κάτι που είναι εξαιρετικά δύσκολο έως και αδύνατο να επιτευχθεί χωρίς την βοήθεια των χριστών του εν λόγω συστήματος. Εξ όσον γνωρίζει αυτός ο φοιτητής κάτι τέτοιο δεν έχει εφαρμοστεί ούτε επιχειρηθεί στο παρελθόν. Για να μπορεί να εφαρμοστεί κάτι τέτοιο πρέπει να γίνει χρήση κάποιου είδους αυτομάτου ελέγχου που σε συνεργασία με τον θα βοηθήσει στη αποπεράτωση του επιχειρήματος αυτού. Όπως προδίδει Ο τίτλος αυτής της διπλωματικής εργασίας θα γίνει χρήση μικροελεγκτή. Πιο συγκεκριμένα θα γίνει χρήση Arduino. Οι λόγοι και τα πλεονεκτήματα της χρίσης αυτού του

υλικού θα αναλυθούν περεταίρω σε επόμενα κεφάλαια αυτής της διπλωματικής εργασίας τα οποία θα ασχολούνται με μικροελεγκτές, με Arduino αλλά και με παλαιότερες εμπορικές εφαρμογές έτσι να υπάρξουν και οι κατάλληλες συγυρίσεις που υποδεικνύουν βελτίωση σε σχέση με το παρελθών

Αν και η μηχανογράφηση και αυτοματοποίηση προϋπολογισμού δεν έχουν επιχειρηθεί στο παρελθόν, αυτό που έχει επιχειρηθεί με επιτυχία είναι η οικονομική θέρμανση νερού με επιτυχία είναι η οικονομική θέρμανση νερού με αυτόματη επιλογή πυγής ενέργειας. Αυτό θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο που θα ασχοληθεί ειδικά με παλαιότερες εμπορικές εφαρμογές των οποίων στοιχεία είναι δυνατόν να τύχουν εκμετάλλευσης προκειμένου να επιτεθούν οι στόχοι αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Πέραν του απτότερου στόχου το σύστημα μας πρέπει να μπορεί να έχει και άλλες θέσεις ή καλύτερα λειτουργείς που είτε με είτε χωρίς τη χρήση προϋπολογισμού θα πρέπει να επιταχύνουν βελτίωση εξοικονόμησης οικονομικών πώρων, κάτι εξαιρετικά σημαντικό στις δύσκολε εποχές που ζούμε. Αυτό μπορεί μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους και προσεγγίσεις αλλά η μέθοδος που μας ενδιαφέρει και είναι σχετική με το θέμα αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η οργάνωση και ο προγραμματισμός. Η οργάνωση και προγραμματισμός είναι θέματα που πολύ συχνά εμπλέκουν τη πειθαρχεία του χρήστη. Αυτό δεν είναι ιδανικό αφού εμπλέκει τον ανθρώπινο παράγοντα αλλά έχει τη δυνατότητα να αποφέρει σημαντικά και εμφανή αποτελέσματα

Όταν όμως μιλάμε για πειθαρχεία του χρήστη πρέπει να έχουμε πάντα υπόψη μας ότι η πειθαρχεία αυτή έχει σωματικούς περιορισμούς. Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι πρέπει να θέσουμε κάποια παραδείγματα. Παραδείγματος χάριν θέλουμε να εκμεταλλευτούμε τις οικονομικότερες χρεώσεις του βραδινού τιμολογίου που προσφέρει η ΔΕΗ κατά τους χειμερινούς μίνες (το οποίο βρίσκετε στο παράρτημα). Για να το εκμεταλλευτούμε στη πληρότητα του πρέπει ο λέβητας νερού χρήσης να έχει νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος η οποία είναι μεταβλητή. Με άλλα λόγια ο χρήστης πρέπει να έχει χρησιμοποιήσει όλη τη δυνατή θερμική ενέργεια από το λέβητα

θέρμανσης νερού οικιακής χρήσης και στη συνέχεια να λειτουργήσει ο λέβητας με το πολύ φθηνό αυτό ρεύμα ,το οποίο παρέχετε από τη ΔΕΗ κατά τις ώρες 23:00 με 07:00, και να αυξήσει τη θερμοκρασία του νερού στη μεγίστη θερμοκρασία με βάση τις προδιαγραφές του κατασκευαστή (συνήθως 60C^{o} από τους πιο πολλούς κατασκευαστές.). Το ιδανικό αυτό σενάριο ,από πλευράς εξοικονόμησης χρημάτων, είναι συχνά μη πρακτικό για το χρήστη που πρέπει ενδεχομένως να αλλάξει συνήθειες ή ακόμα και τρόπο ζωής προκειμένου να το παραγοντοποιήσει. Αυτό είναι πολλές φορές αδύνατο. Όπως στο προηγούμενο παράδειγμα που ο χρήστης πρέπει να κάνει μπάνιο πολύ αργά το βράδυ ή πολύ νωρίς το πρωί για να εκμεταλλευθεί τις μειωμένες χρεώσεις της ΔΕΗ. Άλλη μια περίπτωση είναι η χρήση του νερού κατά την διάρκεια των ωρών ηλιοφάνειας για να γίνεται εκμετάλλευση των ηλιοθερμικών συστημάτων. Αυτό δεν είναι πάντα εφικτό. Ομοίως η εκμετάλλευση του καυστήρα θέρμανσης για φθηνή θέρμανση νερού μπορεί να αποβεί μη λειτουργική.

Όπως φαίνετε αυτές οι πηγές ενέργειας μπορεί να είναι φθηνές αλλά η εκμετάλλευση τους είναι συχνά μη συμβατή με το πρόγραμμα και τον τρόπο ζωής του χρήστη. Αν όμως υπάρχει η δυνατότητα συνδυασμού των τριών αυτών πυγών φθηνής θερμικής ενέργειας αυτό μπορεί να αλλάξει καθώς η προσφορά του υπάρχει σε διαφορετικές στιγμές μέσα στο εικοσιτετράωρο. Η μελέτη και ο συνδυασμός των σεναρίων αποτελεί μεγάλο μέρος του σχεδιασμού του συστήματος το οποίο θα εκμεταλλεύεται τη δυνατότητα του μικροελεγκτή να συγκρίνει και να θυμάται ποια είναι η πιο ευνοϊκή πυγή αλλά και αν πρέπει να χρησιμοποιηθεί άμεσα ή είναι φρονιμότερο η θέρμανση του νερού να γίνει αργότερα.

Είναι σημαντικό τα μέτρα εξοικονόμηση χρημάτων να λαμβάνονται σε δύο επίπεδα: Παθητικά και ενεργητικά. Παθητική λειτουργία είναι απλά η χρήση της πιο οικονομικής διαθέσιμής πυγής ενέργειας. Βαθύτερη ανάλυση θα γίνει στα κεφάλαια του σχεδιασμού και της οικονομίας. Ενεργητική λειτουργία είναι όταν ο μικροελεγκτής επεμβαίνει στη παθητική λειτουργία όπως η καθυστέρηση της θέρμανσης του νερού για μερικές ώρες έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η φθηνή ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή ακόμα και η πρόωρη θέρμανση του νερού για το ίδιο λόγο. Μια άλλη ενεργή προσέγγιση

είναι η πρόσμιξη του νερού χρήσης από το μικροελεγκτή με τη βοήθεια βαλβίδων. Αυτό εξοικονομεί ενέργεια με δύο τρόπους. Πρώτον μείωση της σπατάλης νερού από το χρήστη καθώς προσπαθεί να ρυθμίσει τη θερμοκρασία του νερού και δεύτερον είναι εργαλείο πειθαρχίας για το χρήστη έτσι ώστε να μη χρησιμοποιεί νερό που να είναι αχρείαστα ζεστό. Παραδείγματος χάριν νερό χρήσης με θερμοκρασία 35C^{o} είναι πολύ λιγότερο ενεργοβώρο από νερό χρήσης με θερμοκρασία 35C^{o}. Αυτή η λειτουργία του μικροελεγκτή είναι πολύ σημαντική. Αυτό θα φανεί ιδιαίτερα στο κεφάλαιο της οικονομίας όπου θα αναλυθεί βαθύτερα και η διαφορά που μπορεί αν επιτευχθεί στη κατανάλωση ενέργειας από το σύστημα θέρμανσης νερού. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι δε μιλάμε απλά για εξοικονόμηση χρημάτων αλλά και ενέργειας, κάτι που προσδίδει στο σύστημα μας όχι μόνο οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Έχει γίνει αναφορά στη πειθαρχεία του χρήστη σε αρκετές περιπτώσεις μέχρι τώρα. Είναι σημαντικό και αξίζει να ξεκαθαριστεί τι είναι η πειθαρχεία του χρήστη και γιατί είναι απαραίτητη για την επιτυχή εφαρμογή των προαναφερθέντων μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας. Πειθαρχεία του χρήστε είναι οι ενέργειες στις οποίες προβαίνει ο χρήστης με τη καθοδήγηση του συστήματος με στόχο την εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας και ιδανικά τη τήρηση του προϋπολογισμού. Κάποιες από αυτές τις ενέργειες είναι η αποφυγή χρήσης νερού τις χρονικές περιόδους που δεν υπάρχουν διαθέσιμες οι φθηνές πυγές ενέργειας ή μείωση της χρήσης νερού ή χρήση νερού χαμηλότερης θερμοκρασίας. Η επιβολή οποιουδήποτε από τα πιο πάνω είναι αντιπαραγωγική έως και αδύνατη. Για να υπάρξουν καλά αποτελέσματα ή έστω οποιαδήποτε αποτελέσματα για τη τήρηση προϋπολογισμού είναι απαραίτητη η συνεργασία του χρήστη με το σύστημα Η πειθαρχεία του χρήστη είναι ανεκτίμητη για την επιτυχή τήρηση του προϋπολογισμού. Για να υπάρξει αυτή η συνεργασία είναι σημαντικό η επεμβατικότητα του συστήματος να είναι μικρή Για να γίνει πιο κατανοητό αυτό πρέπει να εξηγηθεί η έννοια της επεμβατικότητας. Επεμβατικότητα μπορεί να χαρακτιριστεί η ιδιότητα του συστήματος να προβαίνει σε ενέργειες χωρίς την αδεία ή τη σύμφωνη γνώμη του χρήστη. Μερικά παραδείγματα είναι: Περιορισμός της θερμοκρασίας του νερού χρήσης κάτω από κάποια υποχρεωτική προεπιλεγμένη τιμή δηλαδή το

σύστημα αυθαίρετα να μην επιτρέπει χρήση νερού παραδιγματος χάριν πάνω από 35C^{o} ή ο περιορισμός της ποσότητας του νερού δηλαδή το σύστημα να περιορίζει τη ποσότητα του νερού χρήσης κάτω από τα 90 λίτρα ανά άτομο ή κάποιο πιθανό συνδυασμό και των δύο. Κάτι τέτοιο είναι εφικτό από καθαρά τεχνολογική και επιστημονική άποψη αλλά είναι κάτι ανεπιθύμητο από το χρήστη και έτσι καταργεί το νόημα του σχεδιασμού του συστήματος. Προφανώς αν το σύστημα ήταν σχεδιασμένο με αυτό τον τρόπο δε θα ήταν επιθυμητό εμπορικά αφού θα δημιουργούσε αρνητικά συναισθήματα στους εν δυνάμει χρήστες κυρίους το συναίσθημα της απώλειας του έλεγχου.

Μετά από κάποια εκτενή σκέψη και μαθηματικούς υπολογισμούς είναι εμφανές ότι ο συνδυασμός του περιορισμού της θερμοκρασίας και του περιορισμού της ποσοτικής κατανάλωσης ζεστού νερού με βάση τις επιλογές του χριστή χωρίς επέμβαση από το σύστημα με τη βοήθεια εργαλείων που δίνουν στον χρήστη τη δυνατότητα να παρακολουθεί και να ελέγχει ο ίδιος την κατανάλωση και τη θερμοκρασία του νερού θα είναι πολύ πιο αποτελεσματικός και επιθυμητός από το χρήστη. Τα πιο πάνω παραδείγματα και προσεγγίσει θα μελετηθούν στα κεφάλαια που αφορούν τη θερμοδυναμική τον σχεδιασμό αλλά και την οικονομία.

Είναι λοιπόν επιθυμητό να σχεδιαστεί ένα σύστημα που για να εκτελέσει τη λειτουργία του προϋπολογισμού έχει περισσότερο συμβουλευτικό και ενημερωτικό χαρακτήρα παρά επεμβατικό. Το σύστημα αυτό θα λαμβάνει ως δεδομένα το ποσό του προϋπολογισμού, τις προτιμήσεις του χρήστη οι είναι η θερμοκρασία και η ποσότητα του νερού χρήσης και οι ώρες αιχμών χρήσης. Με βάση τις τιμές ρεύματος, πετρελαίου αλλά και με την προβλεπόμενη ημερήσια ηλιοφάνεια το σύστημα θα υπολογίζει σε συνδυασμό με τα δεδομένα το κόστος λειτουργίας. Ο χρήστης στη συνέχεια μπορεί να μειώσει το κόστος στον επιθυμητό προϋπολογισμός ρυθμίζοντας τις ώρες αιχμής χρήσης, τη θερμοκρασία νερού χρήσης αλλά και τη ποσότητα νερού χρήσης. Με αυτό τον τρόπο ο καθορισμός του προϋπολογισμού γίνετε εξολοκλήρου με βάση τις επιλογές του χρήστη. Για τήρηση του προϋπολογισμού το σύστημα θα βοηθά τον χρήστη να κρατήσει την απαραίτητη πειθαρχεία με τη παροχή πληροφοριών όπως η ημερήσια κατανάλωση σε χρηματικές μονάδες, ή μέχρι στιγμής συνολική κατανάλωση σε χρηματικές μονάδες αλλά και σε ποσοστό

του συνολικού προϋπολογισμού. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να είναι ενήμερος για την κατάσταση όσον αφορά την τήρηση του προϋπολογισμού παραμένοντας ταυτόχρονα ελεύθερος να διαχειριστεί όπως επιθυμεί ο ίδιος τους πόρου και του περιορισμούς που έχει θέσει ο ίδιος στον εαυτό του. Εδώ είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι αυτού του είδους η συνεργασία αναμένετε να είναι ευεργετική για τον χρήστη αφού μπορεί να έχει τη ευελιξία να εξοικονομήσει χρήματα τη μία μέρα κάνοντας ένα γρήγορο μπάνιο με λιγότερο ζεστό νερό ενώ μπορεί να κάνει ένα πιο ζεστό πιο αργό μπάνιο μετά από μια δύσκολη μέρα.

Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι πέρα από τη εφαρμογή της επιστήμης και τη βελτίωση της τεχνολογίας στόχος των μηχανικών είναι η βελτίωση της ζωής των ανθρώπων και αυτό είναι αδύνατον να επιτευχτεί, από οπουδήποτε σύστημα ή νέα τεχνολογία, αν δεν ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό του η ανθρώπινη εμπειρία και η ανθρώπινη φύση και το πώς θα επηρεαστούν από το εν λόγο σύστημα.

Όπως έχει αναφερθεί και πιο πριν η εργασία αυτή χρησιμοποιεί μια νέα προσέγγιση συνδυάζοντας λύσεις και παλαιότερες τεχνολογίες για να πραχτεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για αυτό το λόγο στο σχεδιασμό του συστήματος θα χρησιμοποιηθούν υπάρχοντα συστήματα θέρμανσης νερού. Είναι ενδιαφέρον και πρέπει να μελετηθεί η βελτίωση ενός πεπερασμένου συστήματος θέρμανσης νερού με την απλή χρήση οργανωμένου προγράμματος αιχμών χρήσης και με τη μείωση της κατανάλωσης νερού που μπορεί να εξοικονομηθεί με τις μεθόδους που έχουν προαναφερθεί. Επίσης ενδιαφέρον και σημαντικό είναι να μελετηθεί η εξοικονόμηση χρηματικών πόρων που ή βελτίωση του συστήματος εξασφαλίζει σε σχέση με το κόστος της βελτίωσης του καθώς και ο χρόνος απόσβεσης μια της επένδυσης που χρειάζεστε για τη βελτίωση του. Εδώ χρήζει αναφοράς ότι στην ανάπτυξη της τεχνολογίας είναι σημαντικό όχι μόνο η βελτίωση της απόδοσης αλλά η βελτίωση της απόδοσης σε σχέση με το κόστος. Αυτό θα μελετηθεί στο κεφάλαιο για την οικονομία όπου θα βγει και το συμπέρασμα αν το σχεδιασμένο σύστημα αξίζει ή δεν αξίζει το κόστος εγκατάστασης ή καλύτερα σε ποία κλίμακα αξίζει το κόστος εγκατάστασης. Δηλαδή αν αξίζει να

εγκαταστήσει το σύστημα κάποιος εργένης που ζει μόνος ή μια πενταμελής οικογένεια.

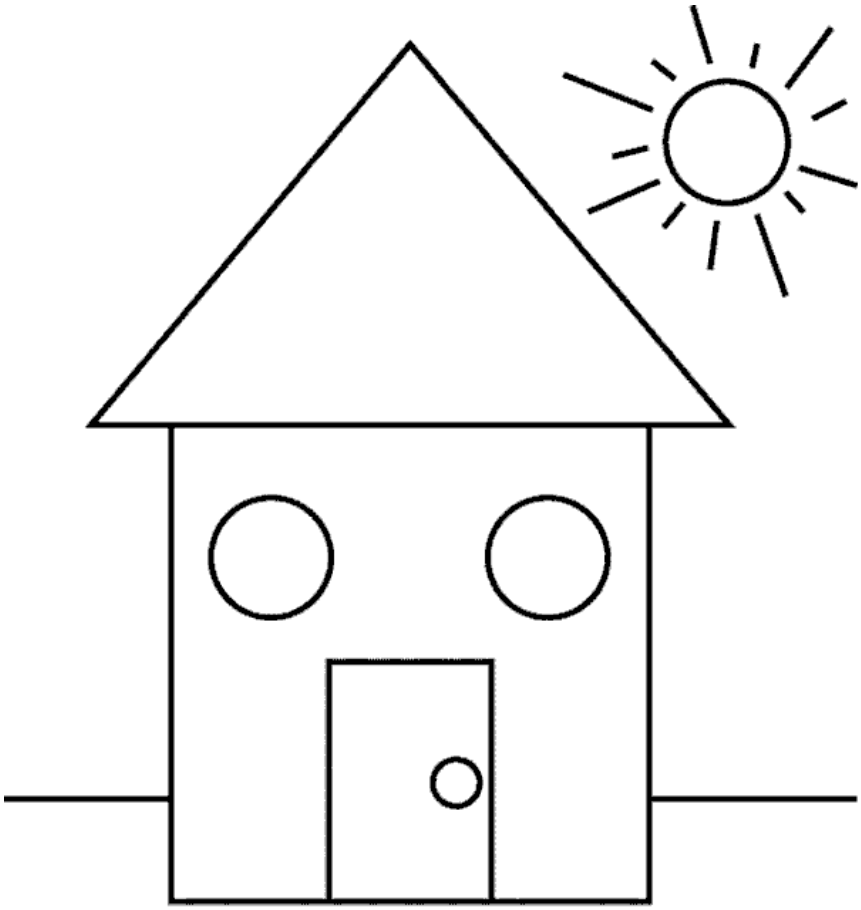
Έχουν αναφερθεί οι στόχοι και οι προσεγγίσεις που αναμένετε να επιτευχθούν και να ακολουθηθούν αντίστοιχα στα επόμενα κεφάλαια. Επίσης έχουν αναφερθεί τα ερωτήματα που μένουν να απαντηθούν με το πέρας της διπλωματικής εργασίας καθώς και τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Στο τέλος της διπλωματικής αυτής εργασίας θα παρασχεθούν παραρτήματα με όλα τα σχετικά δεδομένα, αλγόριθμος, προγράμματα, σχηματικά διαγράμματα και γραφικές παραστάσεις για όλα τα κεφάλαια.

Θερμοδυναμική συστημάτων θέρμανσης νερού

Θερμοδυναμική

Θερμική αλληλεπίδραση:

Θερμική αλληλεπίδραση μεταξύ δυο σωμάτων έχουμε όταν υπάρχει μεταβίβαση ενέργειας από το ένα σώμα προς το άλλο χωρίς να παράγεται έργο. Πχ: Σπίτι κάτω από καλοκαιρινό ήλιο. Ο ήλιος μεταβιβάζει συνεχώς ηλιακή ακτινοβολία στο σπίτι αλλά δεν παράγεται έργο αφού αυτή η ακτινοβολία δεν θέτει σε κίνηση κάποιο αντικείμενο (π.χ. δεν ανοιγοκλείνει τα παράθυρα του σπιτιού).



Θερμότητα:

Στις περιπτώσεις που έχουμε θερμική αλληλεπίδραση μεταξύ δυο σωμάτων, η ενέργεια που μεταβιβάζεται από το ένα σώμα στο άλλο ονομάζεται θερμότητα και συνήθως συμβολίζεται με το γράμμα Q. Η θερμότητα είναι ένα είδος "άτακτης" ενέργειας. Εφόσον είναι μια μορφή ενέργειας, μετριέται σε Joules αλλά ιστορικώς προηγήθηκε το cal (θερμίδα) το οποίο θα ορισθεί παρακάτω. Η αντιστοιχία είναι:

1 cal = 4, 18 Joules

Θερμική ισορροπία:

Όταν δυο σώματα έρθουν σε επαφή τότε αλληλεπιδρούν θερμικά. Σε αυτή την περίπτωση θερμότητα μεταφέρεται μόνο προς τη μια κατεύθυνση, από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα. Γνωρίζουμε από την καθημερινή μας εμπειρία ότι αυτή η διαδικασία κάποτε λαμβάνει τέλος και τα δυο σώματα εμφανίζονται να είναι το ίδιο θερμά. Τότε λέμε ότι επέρχεται θερμική ισορροπία.

Θερμοκρασία:

Την θερμοκρασία την εκλαμβάνουμε από την καθημερινή μας εμπειρία του κρύου-ζεστού. Έτσι για ένα πολύ ζεστό σώμα λέμε ότι έχει υψηλή θερμοκρασία ενώ αντιθέτως για ένα παγωμένο σώμα λέμε ότι έχει χαμηλή θερμοκρασία. Ο άνθρωπος έχει μια κάπως υποκειμενική αίσθηση της θερμοκρασίας και έτσι δεν μπορούμε να ορίσουμε την θερμοκρασία από την αίσθηση αυτή. Έστω για παράδειγμα ότι θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τα δυο μας χέρια για να προσδιορίσουμε την θερμοκρασία του νερού μιας λεκάνης η οποία βρίσκεται για πολύ ώρα αφημένη στο περιβάλλον. Εφόσον η λεκάνη βρίσκεται σε ισορροπία με το περιβάλλον, θα έχει μια σταθερή θερμοκρασία, αυτή του περιβάλλοντος. Βουτάμε αρχικά το δεξί μας χέρι σε παγωμένο νερό που μόλις βγάλαμε από το ψυγείο και ακολούθως το βουτάμε στο νερό της λεκάνης. Θα μας φανεί ότι το νερό της λεκάνης είναι πολύ ζεστό,

ζεστότερο από το περιβάλλον. Ομοίως εάν βουτήξουμε το αριστερό μας χέρι πρώτα σε χλιαρό νερό που μόλις θερμάναμε σε μια κατσαρόλα και ακολούθως το τοποθετήσουμε μέσα στην λεκάνη, θα μας φανεί ότι το νερό της λεκάνης είναι πολύ ψυχρό, ψυχρότερο από το περιβάλλον. Έτσι τα δυο χέρια μας δίνουν διαφορετική αίσθηση της θερμοκρασίας του νερού της λεκάνης.

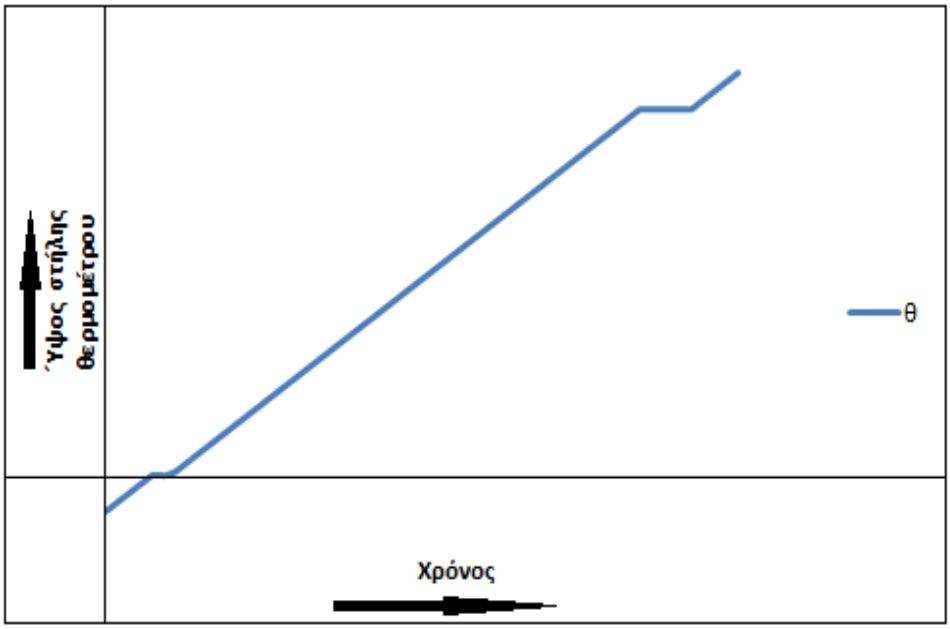
Επομένως γεννιέται η ανάγκη να ορισθεί η θερμοκρασία με κάποιο αντικειμενικότερο τρόπο. Κατά αρχάς πρέπει να ορισθεί ως έννοια και ακολούθως να ποσοτικοποιηθεί. Ο ορισμός της θερμοκρασίας είναι ο ακόλουθος: Θερμοκρασία θ είναι μια βαθμωτή ποσότητα που φέρουν τα σώματα και η οποία χαρακτηρίζει τον τρόπο που αλληλεπιδρούν θερμικά μεταξύ τους. Έτσι, όταν οι θερμοκρασίες δυο σωμάτων που βρίσκονται σε θερμική επαφή διαφέρουν, τότε θερμότητα μεταφέρεται από το σώμα υψηλότερης προς το σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Στην θερμική ισορροπία, τα δυο σώματα έχουν την ίδια θερμοκρασία. Δηλαδή μπορούμε να έχουμε κατά νου τον εξής αλγόριθμο για δυο σώματα Α και Β με θερμοκρασίες θ_A και θ_B: Τα Α και Β βρίσκονται σε θερμική ισορροπία; Εάν ναι, τότε $\theta_A = \theta_B$. Εάν όχι, τότε $\theta_A > \theta_B$ εάν θερμότητα ρέει από το Α προς το Β και $\theta_A < \theta_B$ εάν ρέει αντίστροφα.

Ο παραπάνω ορισμός φαίνεται κάπως σχετικός επειδή ισχύει για δυο σώματα. Όμως η θερμοκρασία είναι μια γενικότερη ιδιότητα του χώρου. Αυτό το εξασφαλίζει ο λεγόμενος «μηδενικός» νόμος της θερμοδυναμικής ο οποίος μας λέει το εξής: Εάν ένα σώμα Α βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το Β και το Β βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με κάποιο άλλο σώμα Γ, τότε και τα Α και Γ βρίσκονται σε θερμική ισορροπία μεταξύ τους. Έτσι π.χ. όλα τα σώματα που βρίσκονται στο καθημερινό μας περιβάλλον, έχουν την ίδια θερμοκρασία και η θερμοκρασία αποκτάει μια γενικότερη έννοια.

Για πρακτικές εφαρμογές, πρέπει να ποσοτικοποιήσουμε την θερμοκρασία, να της δώσουμε δηλαδή αριθμητικές τιμές. Για τον σκοπό αυτό πρέπει να κατασκευάσουμε ένα θερμόμετρο, μια συσκευή δηλαδή που κάποια ιδιότητά

του να αλλάζει με την θερμοκρασία. Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την θερμική διαστολή, την ιδιότητα δηλαδή πολλών ουσιών να διαστέλλονται όταν θερμαίνονται. Για την κατασκευή θερμομέτρου χρησιμοποιούμε κάποιο υγρό επειδή τα υγρά διαστέλλονται περισσότερο από τα στερεά και επειδή τα περισσότερα αέρια είναι διαφανή αλλά και δύσκολα στον χειρισμό τους. Έτσι κατασκευάζουμε μια κατακόρυφη γυάλινη στήλη και τοποθετούμε κάποιο υγρό μέσα όπως αιθανόλη ή υδράργυρο (ο οποίος είναι το μόνο μέταλλο που είναι υγρό στη θερμοκρασία δωματίου). Η θερμική διαστολή λαμβάνει χώρα και στις τρεις διαστάσεις αλλά περιορίζοντας το υγρό μέσα στη στήλη, το αναγκάζουμε να διασταλεί μόνο προς τα πάνω. Επομένως το ύψος της στήλης αποτελεί μια ένδειξη της θερμοκρασίας. Για να ολοκληρώσουμε τη κατασκευή του θερμομέτρου πρέπει να ορίσουμε μια κλίμακα θερμοκρασίας.

Για να το κάνουμε αυτό, εκτελούμε το παρακάτω πείραμα: Τοποθετούμε το θερμόμετρο σε επαφή με ένα κομμάτι πάγου μέσα ένα δοχείο που το θερμαίνουμε συνεχώς και καταγράφουμε το ύψος της στήλης του θερμομέτρου συναρτήσει του χρόνου. Εάν περιμένουμε αρκετή ώρα, στο πείραμά μας θα λάβουν χώρα δυο αλλαγές φάσης. Πρώτα ο πάγος θα μετατραπεί σε νερό και ακολούθως το νερό μετατρέπεται σε ατμό Η γραφική παράσταση των δεδομένων φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα:



Γραφική παράσταση δεδομένων θερμοκρασίας - χρόνου για πάγο που λιώνει. Η θερμοκρασία είναι σε αυθαίρετη κλίμακα

Σε αυτή διακρίνουμε τα εξής χαρακτηριστικά: α) Η θερμοκρασία αυξάνει με τον χρόνο όπως αναμένεται β) Υπάρχουν δυο περιπτώσεις όπου η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή, εκεί όπου πραγματοποιούνται αλλαγές φάσης. Δηλαδή παρόλο που η εξεταζόμενη ουσία δεν βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον (η φλόγα μεταφέρει θερμότητα στην ουσία), η θερμοκρασία παραμένει σταθερή κατά την αλλαγή φάσης. Αυτό είναι μια γενική ιδιότητα της φύσης και ισχύει για όλες ανεξαιρέτως τις ουσίες. Επομένως οι αλλαγές φάσης είναι βολικά σημεία αναφοράς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ορισθούν κάποιες χαρακτηριστικές θερμοκρασίες. Με τον τρόπο αυτό κατασκευάζεται η κλίμακα Κελσίου.

Ορίζουμε αυθαίρετα ως θ=0 την θερμοκρασία στην οποία λιώνει ο πάγος και ως θ=100 την θερμοκρασία στην οποία βράζει το νερό. Προφανώς αυτές οι

επιλογές έγιναν για λόγους ευκολίας και για αυτό η κλίμακα Κελσίου είναι τόσο διαδεδομένη. Οι μονάδες της είναι οι βαθμοί Κελσίου και Συμβολίζονται: C^o, π.χ. στον βρασμό θ=100 C^o. Το θερμόμετρο λοιπόν κατασκευάζεται από μια κατακόρυφη γυάλινη στήλη με υγρό στο οποίο σημειώνουμε την ένδειξη “0” εκεί όπου λιώνει (ή σχηματίζεται κατά την ψύξη) ο πάγος και “100” εκεί όπου βράζει το νερό (ή υγροποιείται ο ατμός). Ενδιάμεσα χωρίζουμε την στήλη σε εκατό ισαπέχουσες υποδιαιρέσεις, η κάθε μια από τις οποίες αντιστοιχεί σε ένα βαθμό Κελσίου. Φυσικά τοποθετούμε παρόμοιες υποδιαιρέσεις και έξω από την περιοχή των 0-100 C^o ώστε να μπορούμε να μετράμε και ψυχρά σώματα όπως το εσωτερικό των καταψυκτών που συνήθως λειτουργούν από -5 C^o έως και -10 C^o, αλλά και ατμό σε θερμοκρασίες πάνω από 100 C^o. Συνήθως η στήλη κατασκευάζεται λεπτή ώστε το θερμόμετρο να είναι ευαίσθητο σε αλλαγές της θερμοκρασίας, δηλαδή να ανεβαίνει η στάθμη εύκολα.

Επίδραση της Θερμότητας στην Ύλη

Ως γνωστό η θερμότητα έχει σημαντική επίδραση στην ύλη. Κατά την θέρμανσή των μορίων της ύλης αυξάνεται η μέση ενέργειά τους. Αυτή η αύξηση μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές των μακροσκοπικών ιδιοτήτων της ύλης. Για παράδειγμα το ιξώδες ενός παχύρευστου υγρού όπως το λάδι, μπορεί να μειωθεί αισθητά με την θερμοκρασία. Ο πάγος τήκεται (λιώνει) και η ηλεκτρική αντίσταση αυξάνει κατά την θέρμανση των μεταλλικών αγωγών. Εδώ θα μελετήσουμε μόνο το ποσό της ενέργειας που απορροφούν διάφορα υλικά κατά την θέρμανσή τους.

Ειδική Θερμότητα – Ορισμός Θερμίδας

Από πολύ νωρίς στην ιστορία του ο άνθρωπος είχε έρθει σε επαφή με θερμικές διεργασίες. Απλά παραδείγματα είναι το μαγείρεμα, η καύση ξύλου για τις ανάγκες της θέρμανσής του, η κατασκευή εργαλείων από χύτευση μετάλλων κλπ. Διάφοροι μηχανικοί όπως ο Carnot, ο Joules και ο Watt επέδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την κατανόηση της θερμοδυναμικής κατά

την βιομηχανική επανάσταση του 18ου αιώνα για την βελτίωση της απόδοσης των πρώτων ατμομηχανών, οι οποίες ονομάστηκαν έτσι γιατί το αέριο που χρησιμοποιήθηκε μέσα στους κυλίνδρους ήταν ο ατμός του νερού. Η πηγή της θερμότητας ήταν η καύση του κάρβουνου. Αυτοί οι μηχανικοί συνειδητοποίησαν ότι κάποια φυσική ποσότητα μεταφέρεται από το θερμό κάρβουνο στο νερό για την μετατροπή του σε ατμό και της έδωσαν το όνομα θερμότητα αλλά δεν κατανόησαν αμέσως ότι η θερμότητα είναι μια άλλη μορφή ενέργειας. Για τον λόγο αυτό δεν χρησιμοποίησαν το Joule ως την μονάδα μέτρησής της αλλά όρισαν μια εύκολη και πρακτική μονάδα, την θερμίδα cal. Η θερμίδα ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητας Q που πρέπει να προσφερθεί σε νερό μάζας m = 1g για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά Δθ = 1C^o (ή ένα βαθμό Κέλβιν). Αργότερα που έγινε η σύνδεση μεταξύ θερμότητας και ενέργειας, οι Φυσικοί κατάληξαν στην αναλογία 1cal = 4,2J (περίπου). Να σημειωθεί ότι η διατροφική θερμίδα που αναγράφεται στις συσκευασίες των τροφίμων ισούται με 1kcal.

Καταλαβαίνει κανείς ότι απαιτούνται Q = 2 θερμίδες για να αυξηθεί η θερμοκρασία ποσότητας νερού m = 2g κατά Δθ = 1C^o. Ομοίως απαιτούνται Q = 3 θερμίδες για να αυξηθεί η θερμοκρασία ποσότητας νερού m = 1g κατά Δθ = 3C^o. Επομένως για το νερό μπορούμε να γράψουμε ότι το κλάσμα:

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

είναι σταθερό και ίσο με 1 cal/g C^o (ή ίσο με 4.2 J/g C^o). Ο παραπάνω λόγος ονομάζεται ειδική θερμότητα του νερού και είναι μια πολύ χρήσιμη ποσότητα για τον προσδιορισμό των μεταβολών της θερμοκρασίας του νερού. Όλες οι ουσίες δεν θερμαίνονται το ίδιο δεδομένων των ίδιων συνθηκών θέρμανσης που σημαίνει ότι η κάθε ουσία έχει την δικιά της ειδική θερμότητα, όπως φαίνεται και στον παρακάτω Πίνακα. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της ειδικής θερμότητας για ένα υλικό, τόσο δυσκολότερο είναι να αυξηθεί η θερμοκρασία του. Έτσι απαιτείται λιγότερη θερμότητα για να θερμάνουμε κατά 1C^o ένα κιλό χαλκού από ότι ένα κιλό γυαλιού.

Ειδικές θερμότητες διαφόρων ουσιών

Ουσία	***c* (cal/gK)**
Χαλκός	0.0923
Ορείχαλκος	0.0920
Χρυσός	0.0301
Μόλυβδος	0.0305
Ασήμι	0.0558
Υδράργυρος	0.0330
Αλκοόλη	0.5800
Νερό	1.0000
Πάγος (-10 C^o)	0.4900
Γυαλί	0.2000

Η ειδική θερμότητα έχει διαφορετική τιμή όταν μετριέται υπό σταθερή πίεση από την αντίστοιχη τιμή υπό σταθερό όγκο. Στα υγρά και στα στερεά αυτό δεν έχει και τόση σημασία αφού ο όγκος τους δεν μεταβάλλεται αισθητά και έτσι ακόμα και οι μεταβολές υπό σταθερή πίεση μπορούν να θεωρηθούν προσεγγιστικά ότι είναι ταυτόχρονα και μεταβολές υπό σταθερό όγκο. Π.χ. τα μεν υγρά θεωρούνται ασυμπίεστα, τα δε στερεά εμφανίζουν ασήμαντες θερμικές διαστολές του όγκου τους της τάξης του 10^{-5} ανά βαθμό Κελσίου. Ο τρόπος όμως που μετριούνται οι περισσότερες ειδικές θερμότητες των στερεών και των υγρών όπως αυτές που παρουσιάζονται στον Πίνακα, είναι σε ανοικτή ατμόσφαιρα και έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι ειδικές θερμότητες υπό σταθερή πίεση 1 ατμόσφαιρας. Στην παραπάνω ανάλυση έχει θεωρηθεί ότι η ειδική θερμότητα για τις περισσότερες ουσίες είναι ένας σταθερός αριθμός. Αυτό στην πράξη είναι σωστό γιατί όντως το c δεν μεταβάλλεται αισθητά σε σχετικά μικρές μεταβολές της θερμοκρασίας. Παρόλα αυτά, εάν η θερμοκρασία παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές, μπορεί το c να είναι μια ασθενής συνάρτηση του T η οποία πρέπει να ληφθεί υπόψη. Σε αυτή την περίπτωση ο ορισμός της ειδικής θερμότητας τροποποιείται σε

$$c(T) = \frac{1}{m}\frac{dQ}{dT}$$

όπου το dQ είναι το απειροστό ποσό θερμότητας που πρέπει να δοθεί σε ένα σώμα μάζας m για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά ένα απειροστό ποσό dT. Για να βρούμε το ολικό ποσό θερμότητας Q που απορροφήθηκε κατά την θέρμανση του σώματος από θερμοκρασία T1 έως T2 λύνουμε την παραπάνω σχέση και έχουμε:

$$dQ = mc(T)dT$$

Άρα

$$Q = m\int_{T1}^{T2} c(T)dT$$

Λανθάνουσα Θερμότητα - Αλλαγές Φάσης

Όπως προαναφέρθηκε κατά την αλλαγή κάποιας φάσης της ύλης, η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή. Προφανώς η σχέση Q = cmΔθ οδηγεί σε λάθος αποτελέσματα σε αυτή την περίπτωση αφού Δθ = 0 ενώ για να επιτύχουμε αλλαγή φάσης πρέπει να δώσουμε ή να αφαιρέσουμε ένα ποσό θερμότητας Q σε μια ουσία, π.χ. για να λιώσουμε πλήρως ένα κομμάτι πάγου. Σε αυτή την περίπτωση η παραπάνω σχέση δεν ισχύει γιατί το Q καταναλώνεται για το σπάσιμο των δεσμών μεταξύ των ατόμων του πάγου και όχι για την θέρμανσή του.

Ποιά είναι όμως η αντίστοιχη έκφραση του Q κατά την αλλαγή φάσης; Περιμένουμε ότι το ποσό θερμότητας που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε για την μεταβολή της φάσης μιας ουσίας να είναι ανάλογη της μάζας m της ουσίας. Για παράδειγμα, λιώνουμε πολύ ευκολότερα μια μικρή κουταλιά παγωτού από ότι ένα ολόκληρο οικογενειακό παγωτό. Επίσης, λόγω της διαφορετικής φύσης της κάθε ουσίας, περιμένουμε κατά την αλλαγή φάσης να απαιτούνται διαφορετικά ποσά θερμότητας για διαφορετικές ουσίες της ίδιας μάζας. Για παράδειγμα είναι ευκολότερο να τήξουμε (λιώσουμε) στερεά με ασθενείς δεσμούς όπως τα πολυμερή από ότι τα μέταλλα όπως το ατσάλι. Το

πείραμα δείχνει ότι η ποσότητα L=Q/m η οποία ονομάζεται "λανθάνουσα θερμότητα" είναι χαρακτηριστική της κάθε ουσίας σε μια συγκεκριμένη αλλαγή φάσης. Ο παρακάτω Πίνακας παραθέτει τιμές του L για διάφορες περιπτώσεις. Έτσι απαιτούνται περίπου 80 θερμίδες ανά γραμμάριο για την τήξη του πάγου και περίπου 540 θερμίδες ανά γραμμάριο για την εξάτμιση του νερού. Συνοψίζοντας κατά την θέρμανση μιας φάσης της ύλης ισχύει Q = cmΔθ ενώ κατά την αλλαγή φάσης ισχύει Q = mL.

Λανθάνουσες θερμότητες διαφόρων ουσιών

Ουσία	T(C^o) Τήξη	L(cal/g)	T(C^o) Εξαέρωση	L(cal/g)
Νερό	0	80.0	100	543
Αλουμίνιο	659	95.3	2327	2516
Χαλκός	1083	49.5	2595	1130
Αλκοόλη	-114	25.8	78	204
Υδρογόνο	-259	13.9	-253	109
Μόλυβδος	328	5.5	1750	205
Υδράργυρος	-39	2.6	357	70
Άζωτο	-210	6.2	-196	48
Οξυγόνο	-219	3.3	-183	51
Άργυρος	962	26.5	1950	563

Θερμοδυναμικοί Νόμοι

Ο πρώτος θερμοδυναμικός νόμος αποτελεί μια έκφραση της αρχής διατήρησης της ενέργειας, δηλαδή του γεγονότος ότι σε ένα απομονωμένο

σύστημα η ενέργεια ούτε καταστρέφεται ούτε δημιουργείται από το μηδέν, αλλά μετατρέπεται από τη μια μορφή σε μια άλλη.

Το ποσό θερμότητας (Q) που απορροφά ή αποβάλλει ένα θερμοδυναμικό σύστημα είναι ίσο με το αλγεβρικό άθροισμα της μεταβολής της εσωτερικής του ενέργειας και του έργου που παράγει ή δαπανά το σύστημα

$$Q = \Delta U + W$$

Ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος είναι ο ένας σημαντικός νόμος της θερμοδυναμικής. Υπάρχουν δύο ισοδύναμες βασικές διατυπώσεις του νόμου:

1. Κάθε θερμική μηχανή έχει απώλειες ενέργειας.
2. Για τη λειτουργία μιας ψυκτικής μηχανής απαιτείται καταβολή ενέργειας.

Θερμική μηχανή είναι μια μηχανή η οποία παράγει έργο στηριζόμενη σε θερμοδυναμικά φαινόμενα. Για να λειτουργήσει η μηχανή μεταβάλλεται περιοδικά η θερμοκρασία κάποιου σώματος, συνήθως κάποιου αερίου. Η μεταβολή της θερμοκρασίας του σώματος γίνεται με μεταφορά θερμότητας. Αρχικά στο σώμα δίνεται θερμική ενέργεια, δηλαδή αυξάνεται η θερμοκρασία του. Το σώμα αποβάλλει την ενέργεια παράγοντας έργο για να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση και να ξαναπροσλάβει ενέργεια, δηλαδή η θερμική μηχανή ολοκλήρωσε έναν κύκλο λειτουργίας. Η θερμική ενέργεια που δόθηκε στο σώμα είναι σε γενικές γραμμές η ενέργεια που καταναλώνει η μηχανή, ενώ το έργο που παράγει το σώμα είναι το έργο που παράγει η μηχανή. Στον κύκλο λειτουργίας εκτός από αυτές τις δύο βασικές μεταβολές συμμετέχουν και άλλες. Σύμφωνα με το δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο σε κάθε κύκλο λειτουργίας υπάρχει ένα ποσό ενέργειας το οποίο αποβάλλει το σώμα όχι με τη μορφή έργου, αλλά με τη μορφή θερμότητας. Έτσι σε κάθε κύκλο λειτουργίας, η ενέργεια του έργου, δηλαδή η ωφέλιμη ενέργεια που δίνει η μηχανή είναι μικρότερη από την ενέργεια που της δόθηκε.

Από μηχανική άποψη ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος σημαίνει ότι σε οποιοδήποτε θερμικό σύστημα υπάρχει σπατάλη ενέργειας. Ακόμη μεγαλύτερους περιορισμούς θέτει η μηχανή Καρνό. Ο Καρνό απέδειξε ότι η θεωρητική του μηχανή έχει τη μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα, άρα οι απώλειές της είναι οι ελάχιστες δυνατές

Η θερμική ενέργεια μεταφέρεται αυθόρμητα από θερμότερα σώματα σε ψυχρότερα. Ωστόσο, μπορεί να συμβεί και το αντίστροφο ως το τελικό αποτέλεσμα μιας ψυκτικής μηχανής. Σύμφωνα με το νόμο, για να γίνει αυτό, πρέπει να καταβληθεί ενέργεια. Η ενέργεια που καταβάλλεται καταλήγει με τη μορφή θερμότητας στο θερμό σώμα η οποία προστίθεται στη θερμότητα που προέρχεται από το ψυχρό. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται στις ψυκτικές μηχανές. Η ψυκτική μηχανή είναι το αντίθετο της θερμικής μηχανής. Σε όρους μαθηματικής λογικής η μία διατύπωση του νόμου είναι το αντίστροφο-αντίθετο της άλλης διατύπωσης.

Πηγές:

Experimental Thermodynamics: Calorimetry of non-reacting systems

JP McCullough, DW Scott - 1968 - Plenum Press

Heat and thermodynamics

JK Roberts, AR Miller - 1951 - JSTOR

Concepts of thermodynamics
EF Obert - 1960 - McGraw-Hill

Συστήματα θέρμανσης νερού

Συστήματα θέρμανσης νερού

Για να σχεδιαστεί ένα σύστημα έλεγχου θέρμανσης νερού είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα βασικά στοιχεία που αποτελούν τα συστήματα θέρμανσης νερού για χρήση αλλά και για τη θέρμανση χώρων.

ΛΕΒΗΤΕΣ:

Με τον όρο Λέβητας χαρακτηρίζουμε το συγκρότημα ενεργειακής μονάδος στο οποίο γίνεται η καύση του καυσίμου υγρού, αερίου ή στερεού και η μετάδοση της εγκλωβισμένης σε αυτό χημικής ενέργειας στο νερό για θέρμανση ή ατμοποίηση του στη κατάλληλη θερμοκρασία και πίεση ή μετάδοση της στον αέρα για τη θέρμανση του.

Αναλόγως του υλικού κατασκευής τους οι λέβητες διακρίνονται σε:

- Χυτοσιδήρους λέβητες
- Χαλύβδινους λέβητες

- Χάλκινους λέβητες.

Αναλόγως του καυσίμου οι λέβητες διακρίνονται σε:

- Λέβητες στερεών καυσίμων
- Λέβητες αερίων καυσίμων
- Λέβητες υγρών καυσίμων.

Αναλόγως της θερμικής τους ισχύος διακρίνονται σε:

- Μεσαίους και μεγάλους λέβητες (θερμική ισχύς > 350 KW ή 300.000 kcal/h)
- Κανονικούς λέβητες (θερμική ισχύς από 60 kW έως 350 ή 52.000 - 300.000kcal/h)
- Μικρούς λέβητες (θερμική ισχύς < 60 KW ή 52.000 kcal/h).

Επί τη βάσει του φορέως θερμότητας διακρίνονται σε:

- Λέβητες ατμού χαμηλής πίεσης
- Λέβητες ατμού υψηλής πίεσης
- Λέβητες αέρος (αερολέβητες)
- Λέβητες νερού

Χαλύβδινοι λέβητες:

Οι χαλύβδινοι λέβητες κατασκευάζονται με συγκόλληση προδιαμορφωμένων ελασμάτων και συνήθως παραδίδονται σε έτοιμα ενιαία τεμάχια. Οι μεγαλύτερες μονάδες χαλύβδινων λεβήτων, παραδίδονται και σε τεμάχια τα οποία συγκολλούνται μέσα στο λεβητοστάσιο.

Γενικότερα η διαμόρφωσή τους είναι κυλινδρική σε όρθια μορφή για τις μικρές κατασκευές και οριζόντια για τις μεγαλύτερες. Χαρακτηριστικά τους είναι:

- Μικρό βάρος
- Μικρή ευαισθησία σε διαφορετικές θερμοκρασίες και αντοχή σε απότομη διαφορά θερμοκρασιών.
- Εύκολη επισκευή, με τοπική συγκόλληση και μεταλλικές προσθήκες

- Αντοχή σε πολύ μεγάλες πιέσεις
- Προσαρμογή των διαστάσεων του λέβητα σε ορισμένες απαιτήσεις
- Χαμηλότερο κόστος αγοράς.

Χυτοσίδηροι λέβητες:

Οι χυτοσίδηροι λέβητες κατασκευάζονται από συναρμολογημένα χυτά τεμάχια, τα οποία συναρμολογούνται με αυστηρές προδιαγραφές και σχηματίζουν τον στεγανό υδροθάλαμο και τον χώρο καύσεως. Χαρακτηριστικά τους είναι:

- Αντοχή στην διάβρωση (μεγαλύτερος χρόνος λειτουργίας)
- Επέκταση υπάρχοντος λέβητα με προσθήκη στοιχείων
- Αντικατάσταση τμήματος λέβητα σε περίπτωση βλάβης
- Ευκολία σε περίπτωση έλλειψης χώρου πρόσβασης στο λεβητοστάσιο (μεταφορά φέτα - φέτα)
- Μικρή περιεκτικότητα νερού.

Ατομικοί Λέβητες Θέρμανσης:

Λέβητες και υλικά λεβητοστασίου περικλείονται σε ειδικά καλύμματα, ώστε το σύνολο σχεδόν των υλικών να αποτελεί μια ενιαία μονάδα. Χαρακτηριστικά τους είναι:

- Πλήρες έτοιμο δοκιμασμένο (τις περισσότερες φορές λεβητοστάσιο)
- Μικρό ολικό κόστος εγκατάστασης, σε σχέση με ένα κανονικό (διαιρούμενο) λεβητοστάσιο
- Μικρές διαστάσεις άρα οικονομία χώρου

Υπερπιεστικοί Λέβητες:

Μια θερμαντική βελτίωση στην απόδοση των λεβήτων, οφείλεται στην καύση υπό πίεση μεγαλύτερης της ατμοσφαιρικής. Στους θαλάμους των

υπερπιεστικών λεβήτων, λόγω των μεγάλων και δύσκολων διαδρομών των καυσαερίων, πρέπει αυτά να έχουν μια μεγαλύτερη πίεση από την ατμοσφαιρική, για να μπορούν να νικήσουν την απώλεια πίεσης που υφίσταται κατά την διέλευσή τους από τον θάλαμο καύσης και τους φλογαυλούς. Αυτό επιτυγχάνεται από τον ανεμιστήρα του καυστήρα. Τα πλεονεκτήματα έναντι των μη πιεστικών λεβήτων είναι:

- Μικρότερος όγκος και βάρος λέβητα για την ίδια θερμική ισχύ
- Καλύτερη καύση, λόγω καλύτερης μείξης αέρα και καύσιμου υλικού.
- Οι πιεστικοί λέβητες, επηρεάζονται ελάχιστα από τις απώλειες ή τις ατέλειες της καπνοδόχου, ως προς τον ελκυσμό αυτής.

Κύρια στοιχεία λέβητα:

Κάθε λέβητας αποτελείται από τον θερμαντήρα ή φλογοθάλαμο, τους φλογαυλούς ή αεραυλούς και τον υδροθάλαμο, ή τον ατμοθάλαμο για λέβητες ατμού, ή αεροθάλαμο για αερολέβητες.

Φλογοθάλαμος είναι ο χώρος όπου γίνεται η καύση. Υδροθάλαμος είναι ο χώρος που υπάρχει το νερό για την μεταφορά θερμότητας. Φλογαυλοί είναι διαδρομές του λέβητα, μέσα από τις οποίες οδηγούνται τα καυσαέρια προς την καπνοδόχο. Οι φλογαυλοί σε λέβητες χαλύβδινους, είναι συνήθως σωλήνες μεγάλου μήκους και περιβάλλονται από το προς θέρμανση νερό ή αέρα ή ατμό.

Ορισμένοι κατασκευαστές τοποθετούν μειωτήρες καυσαερίων μέσα στους φλογαυλούς.

Βαθμός Απόδοσης Λέβητα:

Τον βαθμό απόδοσης ενός λέβητα μπορούμε να τον βρούμε κατά προσέγγιση από την ακόλουθη σχέση:

$$BA = \frac{100.Q_A}{B.HK}$$

Όπου:

ΒΑ : Βαθμός απόδοσης

Q_A: Η ονομαστική ισχύς του λέβητα σε Kcal/h

Β : Η ωριαία κατανάλωση καυσίμου σε Kg/h

ΗΚ : Κατώτερη θερμική δύναμη καυσίμου σε Kcal/Kg (για πετρέλαιο 10.500)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

QA=20.000Kcal/h, B=2kg/h, HK=10.500 Kcal/Kg και εφαρμόζοντας την σχέση έχουμε: BA=(100*20.000) / (2*10.500) = 95,2%

ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ:

Καυστήρες ονομάζουμε, τα μηχανήματα εκείνα που αναμειγνύουν το καύσιμο υλικό με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα και με διάφορους αυτοματισμούς και λειτουργίες, προκαλούν την καύση για παραγωγή θερμότητας.

Οι καυστήρες ανάλογα με το καύσιμο υλικό διακρίνονται σε καυστήρες υγρών, στερεών και αερίων καυσίμων. Επίσης υπάρχουν και μικτοί καυστήρες (υγρών και αερίων συγχρόνως).

Οι καυστήρες υγρών καυσίμων διακρίνονται σε καυστήρες πετρελαίου, καυστήρες μαζούτ ή λαδιού. Οι καυστήρες πετρελαίου διακρίνονται σε εξατμιστικούς, σε διασκορπισμού και σε περιστροφικούς. Οι εξατμιστικοί καυστήρες αυτοί χρησιμοποιούνται στις θερμάστρες πετρελαίου, σε μικρές εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων με λέβητα τύπου τζάκι και σε μικρά αερόθερμα. Οι διασκορπισμού διακρίνονται σε καυστήρες υψηλής πίεσης, χαμηλής πίεσης και σε καυστήρες γαλακτώματος και οι περιστροφικοί με ποτήρι ή χωρίς ποτήρι. Οι καυστήρες πετρελαίου διασκορπισμού υψηλής πίεσης, μονοβάθμιοι ή διαβάθμιοι, με ένα ή με δύο μπεκ, χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σήμερα στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης.

Οι καυστήρες στερών καυσίμων αυτοί χρησιμοποιούνται σε μεγάλες βιομηχανίες και εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σαν καύσιμο υλικό χρησιμοποιούν σκόνη κάρβουνου. Επιτρέπεται η χρήση του σε χώρες όπου η ρύπανση του περιβάλλοντος δεν αποτελεί κίνδυνο και σε χώρες που ο άνθρακας είναι οικονομικός.

Οι καυστήρες αερίων καύσιμων διακρίνονται σε : Ατμοσφαιρικούς καυστήρες, σε Καυστήρες αερίου με φυσητήρα (Υψηλής Πίεσης) και σε Καυστήρες διπλού καυσίμου. Οι καυστήρες υψηλής πίεσης διακρίνονται σε μονοβάθμιους και διβάθμιους καυστήρες. Στην περίπτωση των αερίων καυσίμων, δεν έχουμε διαδικασίες αεριοποιήσεως του καυσίμου, όπως πρέπει αναγκαστικά να συμβεί για την καύση πετρελαίου. Έτσι κύριος στόχος των καυστήρων καύσεως αερίων είναι να φέρουν σε επαφή το αέριο και τον αέρα της καύσεως

ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ:

Σε μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης το νερό αφού θερμανθεί μέσα στον λέβητα, μεταφέρεται στα θερμαντικά σώματα (ή σε μπόιλερ ή σε άλλο μέσο) για την απόδοση ενός ποσού θερμότητας. Στην συνέχεια μεταφέρεται και πάλι στον λέβητα για να θερμανθεί ξανά. Το ζεστό νερό είναι ελαφρύτερο του κρύου και γι αυτό έχει την τάση να ανεβαίνει προς τα πάνω (προς τα θερμαντικά σώματα). Την εγκατάσταση που λειτουργεί έτσι την ονομάζουμε εγκατάσταση φυσικής κυκλοφορίας ή εγκατάσταση με βαρύτητα. Σήμερα εγκατάσταση φυσικής κυκλοφορίας έχουμε σχεδόν μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Σήμερα εφαρμόζουμε και χρησιμοποιούμε εγκαταστάσεις

κεντρικής θέρμανσης με βεβιασμένη κυκλοφορία νερού. Έτσι αποφεύγουμε μια σειρά από μελέτες για την εφαρμογή των οποίων απαιτούνται μεγάλες διατομές σωληνώσεων και ειδικές κατασκευές. Για να λειτουργήσουν οι εγκαταστάσεις θέρμανσης βεβιασμένης κυκλοφορίας απαιτείται η χρήση κυκλοφορητών.

Ο κυκλοφορητής είναι μια αντλία φυγοκεντρικού τύπου που κινείται με την βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος. Μεταφέρει το νερό από το λέβητα προς τα θερμαντικά σώματα και από αυτά ξανά πίσω στον λέβητα. Κάθε κυκλοφορητής αποτελείται από την φτερωτή πού είναι το τμήμα ώθησης, τον ηλεκτροκινητήρα που εξασφαλίζει την περιστροφή της φτερωτής, το κέλυφος όπου κινείται η φτερωτή και το κουτί ηλεκτρικών συνδέσεων.

Σήμερα στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης χρησιμοποιούμε σχεδόν πάντα υδρολίπαντους κυκλοφορητές. Στους υδρολίπαντους κυκλοφορητές όλα τα περιστρεφόμενα μέρη βρέχονται από το νερό που κυκλοφορεί μέσα σε αυτά. Το νερό λιπαίνει και ψύχει τον κυκλοφορητή. Τα πλεονεκτήματα των υδρολίπαντων κυκλοφορητών είναι η αθόρυβη λειτουργία τους, η απλή κατασκευή τους και δεν χρειάζονται συντήρηση. Επίσης λόγω της μικρής αντίστασης δεν δημιουργούν εμπόδιο στην φυσική κυκλοφορία του νερού αν αυτοί χαλάσουν. Έτσι η εγκατάσταση μπορεί να λειτουργήσει με φυσική κυκλοφορία μέχρι να επισκευαστεί ο κυκλοφορητής. Οι υδρολίπαντοι κυκλοφορητές λειτουργούν με καθαρό νερό. Ακάθαρτο νερό μπορεί να κάνει κακό στον κυκλοφορητή.

ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ:

Ο Ηλιακός Θερμοσίφωνας αποτελεί την ποιο δημοφιλή συσκευή για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια. Ο Ηλιακός Θερμοσίφωνας είναι γνωστός για το χαμηλό του κόστος, την γρήγορη απόσβεσή του και την εύκολη εγκατάστασή του. Ο ηλιακός θερμοσίφωνας απαρτίζεται από ένα δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού, συλλέκτη, τη βάση

και τα εξαρτήματα διασύνδεσης του με το δίκτυο. Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται κυρίως από την τεχνολογία και το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας του συλλέκτη. Σημαντική είναι και η ποιότητα του δοχείου αποθήκευσης τόσο για την μακροζωία του συστήματος όσο και για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ:

Ο Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας, είναι μία ηλεκτρική συσκευή που παρέχει ζεστό νερό χρησιμοποιώντας την ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος, είτε με αντιστάσεις, είτε με μπόιλερ. Σε αντίθεση με τον ηλιακό που χρησιμοποιεί την ενέργεια που λαμβάνει από τον ήλιο. Συγκεκριμένα, ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας δεν είναι τίποτε άλλο από ένα κυλινδρικό δοχείο, αποτελούμενο από διπλά θερμομονωμένα τοιχώματα και θερμαντικό σώμα που βρίσκεται στο μέσο του δοχείου. Με την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας θερμαίνεται αυτό το θερμαντικό σώμα, το οποίο με τη σειρά του θερμαίνει το νερό, μέσα στον κύλινδρο. Ο θερμοσίφωνας είναι συνδεδεμένος με την παροχή νερού και για κάθε ποσότητα θερμού νερού που αντλείται για χρήση, υπάρχει αυτόματη αναπλήρωση με ψυχρό νερό. Ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας μπορεί να διαθέτει σπείρωμα το οποίο μεταφέρει θερμότητα μέσω νερού από το λέβητα. Συχνά αυτοί οι θερμοσίφωνες ονομάζονται και διπλής ενέργειας.

Πηγές:

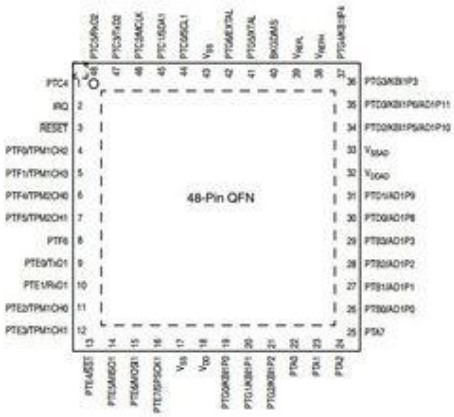
http://ir.knust.edu.gh/bitstream/123456789/4531/1/FINAL%20THESIS%20OWURA%20KOFI%20AMOABENG.pdf

http://www.ihea.org.au/files/HospEng_Autum_2007Harry_Barron.pdf

http://www.education.vic.gov.au/Documents/school/principals/infrastructure/c5hotwaterinschoo.pdf

Μικροελεγκτές

Μικροελεγκτές:



Οι μικροελεγκτές είναι πολύ μικρού μεγέθους αυτόνομα υπολογιστικά συστήματα σε ένα μόνο ολοκληρωμένο σύστημα (computer on a chip). Ακολουθούν στην κατασκευή τους τον τρόπο με τον οποίο και όλα τα VLSI κατασκευάζονται, δηλαδή με τα μέρη του να λιθογραφούνται πάνω σε πλάκες πυριτίου ,τα οποία και αποκαλούνται silicon wafers. Ένας τεράστιος αριθμός τρανζίστορ που πολλές φορές είναι εκατομμύρια σχηματίζονται σε αυτά και όλα μαζί δημιουργούν ολοκληρωμένα κυκλώματα τα οποία αποτελούνται από λογικές πύλες. Συνδυασμός συγκεκριμένως λογικών πυλών και, φυσικά, με συγκεκριμένη συνδεσμολογία εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες του μικροελεγκτή.

Πολλοί, συνήθως εκτός του συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου, συγχέουν τους μικροεπεξεργαστές με τους μικροελεγκτές ενώ στην πραγματικότητα υπάρχουν διαφορές μεταξύ αυτών των δύο κατηγοριών. Μία βασική είναι το γεγονός ότι ένας μικροελεγκτής, εν αντιθέσει με τους μικροεπεξεργαστές, εμπεριέχει ενσωματωμένη μνήμη και μονάδες ελέγχου περιφερειακών συσκευών. Πιο συγκεκριμένα, ένας μικροελεγκτής περιλαμβάνει έναν πυρήνα επεξεργασίας, μνήμη και περιφερειακές εισόδους και εξόδους προκειμένου να συνδέεται με άλλες συσκευές και να πραγματοποιείται η ολοκλήρωσή τους. Επίσης, απαρτίζεται από μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM) όπου αποθηκεύονται τα δεδομένα, μνήμη μόνο για ανάγνωση (ROM) όπου αποθηκεύονται τα προγράμματα, μνήμη flash για μόνιμη αποθήκευση και διεπαφές εισόδου και εξόδου. Περίπου το 55% των CPUs που πωλούνται παγκοσμίως είναι μικροελεγκτές και μικροεπεξεργαστές των 8-bit αλλά

εκτιμάται ότι σε μία μέση κατοικία χρησιμοποιούνται μόνο 4 γενικού σκοπού μικροεπεξεργαστές αλλά περίπου 36 μικροεπεξεργαστές ενώ ένα τυπικό αυτοκίνητο έχει επιπλέον 30. Αυτά τα στατιστικά και μόνο δείχνουν την υπεροχή τους έναντι των μικροεπεξεργαστών.

Ο ρόλος του συγκεντρώνεται στο να επικοινωνούν με άλλες ηλεκτρονικές διατάξεις και όχι με τον άνθρωπο ενώ οι πράξεις που μπορούν να εκτελέσουν μπορούν να είναι αρκετά πολύπλοκες αλλά και σχετικά απλές. Αυτό φαίνεται και από το εύρος των καθημερινών εφαρμογών τους από ηλεκτρονικά ρολόγια έως εγκεφάλους αυτοκινήτων.Η χρηστικότητά τους γίνεται ακόμη πιο αισθητή αν σκεφτούμε ότι αφ' ενός λειτουργούν σε πολύ χαμηλές συχνότητες, ακόμη και στα 32 kHz (το οποίο επαρκεί για πολλές εφαρμογές), αφ' ετέρου η κατανάλωση ισχύος είναι της τάξης των mW,μπορεί και των μW, ενώ όσο βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής (sleep state) η κατανάλωση είναι ακόμη μικρότερη, στην τάξη των nW. Αυτά τα δύο πρόσθετα χαρακτηριστικά τους τούς κάνουν ευρέως διαδεδομένους και κατάλληλους για πάρα πολλές εφαρμογές στη βιομηχανία. Επομένως, χάρη στο μικρό μέγεθός τους, την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας από μέρους τους και του, επίσης, μικρού κόστους τους ο ηλεκτρονικός έλεγχος συσκευών και διεργασιών γίνεται κατ' αρχάς εφικτός και κατά δεύτερον αρκετά απλός.

Η ενσωμάτωσή τους σε συσκευές/μηχανισμούς αυτόματα καθιέρωσε τον όρο των ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων. Τα περισσότερα εξ αυτών δεν έχουν ανάγκη από λειτουργικό σύστημα ή μεγάλη μνήμη ενώ είναι σχετικά απλά. Συνήθως δεν περιλαμβάνουν πληκτρολόγιο, οθόνη, δίσκους, εκτυπωτές ή άλλες συσκευές εισόδου/εξόδου που συναντώνται στους προσωπικούς υπολογιστές ευρείας, καθημερινής χρήσης και ίσως παραλείπεται η όποια επικοινωνία τους με τον άνθρωπο μέσω οποιονδήποτε συσκευών.

Οι μικροελεγκτές πρέπει να παρέχουν σε πραγματικό χρόνο απόκριση σε ό,τι ελέγχουν εντός του συστήματος και όταν κάποιο συμβάν πραγματοποιείται δίνεται ένα σύστημα διακοπής (interrupt system) στέλνει σήμα στον επεξεργαστή προκειμένου να σταματήσει η συγκεκριμένη διεργασία και να

ξεκινήσει το ISR, που είναι μία υπηρεσία που ενεργοποιείται σε περίπτωση διακοπής. Ο ρόλος της είναι να εκτελέσει οποιαδήποτε επεξεργασία που επρόκειτο να εκτελεστεί προτού γίνει η διακοπή. Πιθανές αιτίες διακοπών είναι άμεσα συσχετισμένες με τη συσκευή καθεαυτή και μπορεί να περιλαμβάνουν υπερχείλιση του μετρητή (timer overflow), την ολοκλήρωση μία αναλογικής σε ψηφιακή μετατροπής (AD conversion), την αλλαγή λογικής στάθμης σε κάποια είσοδο και τη στιγμή που ένα ή περισσότερα δεδομένα λαμβάνονται. Επίσης, σε περιπτώσεις όπου η κατανάλωση ισχύος μας ενδιαφέρει πολύ, δηλαδή όπως σε συσκευές που στηρίζονται σε μπαταρίες, μπορεί να σταλθεί αίτημα διακοπής μέσω ενός σήματος σε έναν μικροελεγκτή που βρίσκεται σε κατάσταση αδράνειας χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και ο οποίος θα αναλάβει κάποια περιφερειακή συσκευή.

Το πρόγραμμα του μικροελεγκτή πρέπει να είναι ενσωματωμένο στη μνήμη του on-chip συστήματος διότι θα ήταν μεγαλύτερο το κόστος παροχής εξωτερικής μνήμης. Οι compilers και οι assemblers λειτουργούν έτσι ώστε να μετατρέπουν τους κώδικες γλωσσών υψηλού επιπέδου σε κώδικες που μπορούν να αποθηκευτούν στη μνήμη του. Ανάλογα με τη συσκευή η μνήμη αυτή μπορεί να είναι μόνιμη, μόνο ανάγνωσης (ROM) ή μνήμη τύπου flash πού μπορεί να υπόκειται σε αλλαγές. Λόγω του γεγονότος ότι μπορεί να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα πολλές ίδιες συσκευές, μία οικονομική επιλογή είναι να προγραμματίζονται αυτές οι συσκευές ξεχωριστά για το ρόλο που θα εκτελούν κατά τη διάρκεια παρασκευής τους.

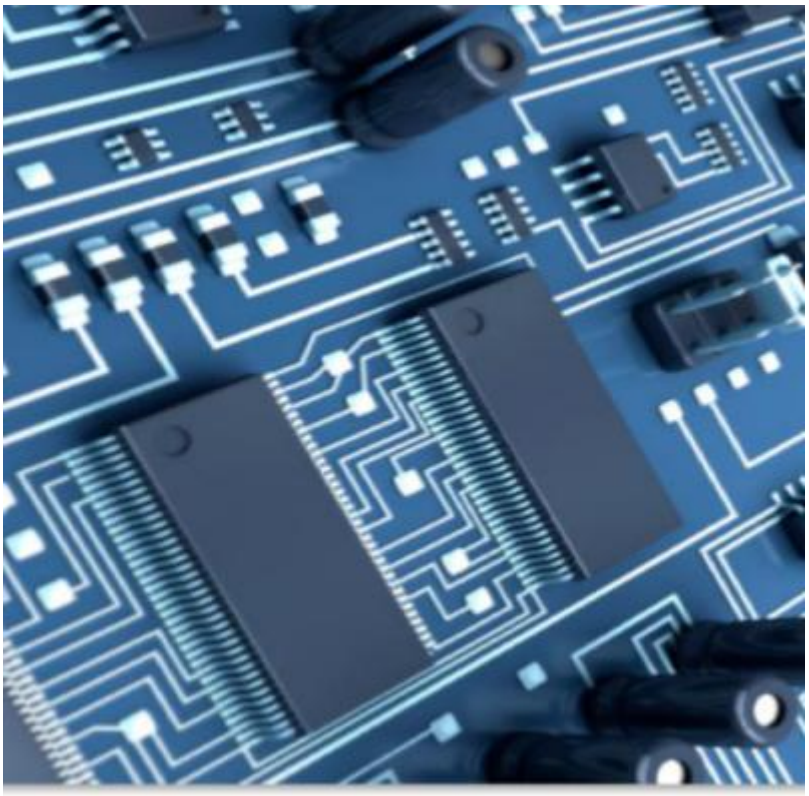
Πολλά ενσωματωμένα συστήματα απαιτείται να διαβάζουν αισθητήρες που παράγουν αναλογικό σήμα. Γι’ αυτό το λόγο η χρήση των μετατροπέων αναλογικού/ψηφιακού σήματος (AD converters) καθίσταται απαραίτητη. Από τη στιγμή που οι επεξεργαστές είναι κατασκευασμένοι να επεξεργάζονται ψηφιακά σήματα (0 και 1), ένα αναλογικό σήμα που στέλνεται σε αυτούς δεν μπορεί να εκτελεστεί. Η δουλειά του μετατροπέα είναι να αλλάξει τα δεδομένα σε μία μορφή που είναι άμεσα αναγνωρίσιμη και εκτελέσιμη από τον επεξεργαστή και αυτή η μορφή είναι, φυσικά, σε ψηφιακά δεδομένα. Λιγότερο κοινοί σε χρήση είναι οι αντίστροφης χρήσης μετατροπείς, δηλαδή οι

ψηφιακού/αναλογικού σήματος (DAC) οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην έξοδο των επεξεργαστών.

Εκτός των μετατροπέων, πολλοί ενσωματωμένοι μικροελεγκτές περιλαμβάνουν μετρητές (timers). Ένας από τους πιο κοινούς είναι ο μετρητής προγραμματιζόμενου διαστήματος (PIT). Ένας PIT μπορεί να μετράει αντίστροφα έως ότου μηδενίσει ή προς τα πάνω προκειμένου να γίνει καταμέτρηση. Όταν φτάσει στο μηδέν αποστέλλεται ένα αίτημα διακοπής στον επεξεργαστή υποδεικνύοντας ότι έχει τελειώσει η μέτρηση. Αυτοί οι μετρητές βρίσκουν εφαρμογή σε θερμοστάτες. Άλλο χαρακτηριστικό των μικροελεγκτών είναι το pulse width modulation (PWM) block ή μπλοκ μεταβολής πλάτους παλμού το οποίο κάνει εφικτό τον έλεγχο του τροφοδοτικού, των ωμικών φορτίων κλπ. με τον ελάχιστο δυνατό αριθμό πόρων από το CPU σε βρόχους μικρής διάρκειας. Τέλος, το universal asynchronous receiver/transmitter (UART) block ή μπλοκ ασύγχρονου δέκτη/εκπομπού κάνει δυνατή τη λήψη και την εκπομπή δεδομένων με σειριακή επικοινωνία με πολύ μικρή επιβάρυνση του CPU.

Τέλος, όσον αφορά τα περιβάλλοντα προγραμματισμού τους, αρχικά είχαν προγραμματίζονταν μόνο σε γλώσσα assembly αλλά πλέον χρησιμοποιούνται διάφορες γλώσσες υψηλού επιπέδου που στοχεύουν στους μικροελεγκτές. Τέτοιες είναι είτε γλώσσες ειδικά σχεδιασμένες για αυτό το σκοπό είτε γλώσσες γενικού σκοπού όπως η C. Επίσης, προσομοιώσεις είναι διαθέσιμες για μερικούς μικροελεγκτές. Αυτό επιτρέπει στον προγραμματιστή να δει όσο πιο ακριβώς γίνεται ποια θα ήταν η συμπεριφορά τους εάν χρησιμοποιούσε τον πραγματικό εξοπλισμό. Ένας προσομοιωτής επιτρέπει στον χρήστη να βλέπει τη εσωτερική κατάσταση του επεξεργαστή και εκείνη των εξόδων ενώ μπορεί να παράγει σήματα στις εισόδους. Μεγάλο πλεονέκτημα της προσομοίωσης είναι το γεγονός ότι μπορεί κάποιος να δει τη συμπεριφορά του συστήματος σε περιπτώσεις τις οποίες δεν θα μπορούσε εύκολα να ελέγξει στην πραγματικότητα και πολλές φορές είναι ο ευκολότερος και γρηγορότερος τρόπος εκσφαλμάτωσης (debug) και ανάλυσης προβλημάτων.

Ενσωματωμένα Συστήματα:



Ένα ενσωματωμένο σύστημα (embedded system) είναι ένα υπολογιστικό σύστημα που είναι σχεδιασμένο για συγκεκριμένες λειτουργίες ελέγχου εντός ενός μεγαλύτερου συστήματος, συχνά με περιορισμούς λειτουργίας τους σε πραγματικό χρόνο. Σε αντίθεση με έναν προσωπικό υπολογιστή που είναι ευέλικτος και μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη, αυτό είναι μέρος μίας ολοκληρωμένης συσκευής που συνήθως περιλαμβάνει υλικό (hardware) και μηχανικά μέρη.

Τα ενσωματωμένα συστήματα περιέχουν είτε μικροελεγκτές είτε επεξεργαστές ψηφιακού σήματος (DSP-Digital Signal Processors) για επεξεργαστικούς πυρήνες. Από τη στιγμή που είναι κατασκευασμένοι για την εκτέλεση μία συγκεκριμένης εργασίας, οι σχεδιαστές μηχανικοί έχουν τη δυνατότητα να τους βελτιστοποιήσουν προκειμένου να έχουν μειωμένο μέγεθος και κόστος

αυξημένη απόδοση και αξιοπιστία. Εφαρμογή βρίσκουν σε φορητές συσκευές όπως ψηφιακά ρολόγια και smartphones έως μεγάλες εγκαταστάσεις όπως εργοστάσια. Η πολυπλοκότητά τους ποικίλει από πολύ χαμηλή με ένα chip μονού μικροελεγκτή έως πολύ μεγάλη με πολλές μονάδες, περιφερειακά και δίκτυα εντός μεγάλων πλαισίων.

Τα ενσωματωμένα συστήματα απαντώνται από εφαρμογές του εμπορίου έως βιομηχανικές και στρατιωτικές εφαρμογές, σε ένα πολύ ευρύ φάσμα. Τηλεπικοινωνιακά συστήματα, δίκτυα υπολογιστών, ηλεκτρονικά καταναλωτών, συστήματα μεταφοράς, ιατρικός εξοπλισμός και πολλοί άλλοι τομείς όχι μόνο χρησιμοποιούν αλλά στηρίζονται σε αυτά. Από τις πρώτες εφαρμογές που δημιουργήθηκαν στη δεκαετία του ’60 έως σήμερα το κόστος τους έχει μειωθεί τόσο πολύ ώστε να έχει παρατηρηθεί δραματική αύξηση στην ισχύ και τη λειτουργικότητά τους. Όσο μειώνονταν το κόστος τόσο πιο εφικτή γινόταν η αντικατάσταση ακριβών αναλογικών συσκευών όπως των ποτενσιομέτρων. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του ’80 τα περισσότερα εξωτερικά στοιχεία είχαν ενσωματωθεί στο ίδιο chip όσο ο επεξεργαστής και η μοντέρνα μορφή μικροελεγκτών επέτρεπε μία πιο ευρεία χρήση . Αυτή η ενσωμάτωση έχει επιτρέψει την αύξηση σε αριθμό των εφαρμογών για τις οποίες τα ενσωματωμένα συστήματα χρησιμοποιούνται σε περιοχές όπου ένας υπολογιστής δεν θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Ο σχεδιασμός του είναι τέτοιος ώστε να επικεντρώνονται στην εκτέλεση μίας εργασίας αντί του να είναι υπολογιστές γενικού σκοπού για πολλαπλές εργασίες. Μερικοί, επίσης, έχουν περιορισμούς στην πραγματικού χρόνου απόδοσή τους τούς οποίους πρέπει να συναντούν κατά την παρασκευή τους για λόγους ασφάλειας και χρηστικότητας. Άλλοι έχουν χαμηλές ή και καθόλου απαιτήσεις απόδοσης επιτρέποντας έτσι στο υλικό του συστήματος (system hardware) να απλοποιείται για να επιτευχθεί μείωση του κόστους. Τα ενσωματωμένα συστήματα δεν είναι πάντα αυτόνομες συσκευές αλλά πολλές εξ αυτών αποτελούνται από μικρά, υπολογισμένα μέρη εντός μίας μεγαλύτερης συσκευής που εξυπηρετεί ένα γενικότερο σκοπό. Για παράδειγμα, ένα ενσωματωμένο σύστημα εντός ενός αυτοκινήτου παρέχει μία

συγκεκριμένη λειτουργία ως υποσύστημα του ίδιου του αυτοκινήτου. Τέλος, ένα ακόμη χαρακτηριστικό τους είναι το ότι οι οδηγίες του προγράμματος που γράφονται για αυτά, γνωστές και ως firmware, αποθηκεύονται στη μνήμη μόνο ανάγνωσης (ROM) ή σε chips μνήμης τύπου flash.

Η διαδραστικότητά των ενσωματωμένων συστημάτων ποικίλει από την απόλυτη απλότητα όπου επικεντρώνονται μόνο σε έναν σκοπό χωρίς καμία απεικόνιση έως πολύπλοκες διεπαφές γραφικών που παραπέμπουν σε σύγχρονους επιτραπέζιους προσωπικούς υπολογιστές (desktop PCs). Απλές συσκευές μπορούν να χρησιμοποιούν κουμπιά, LEDs,LCDs με ένα από σύστημα μενού. Εάν πάμε σε πιο πολύπλοκες συσκευές μπορούμε να συναντήσουμε ακόμη και οθόνες με αισθητήρες αφής (touch screen). Κάποια συστήματα παρέχουν τη δυνατότητα εξ αποστάσεως διεπαφών με τη βοήθεια ενός σειριακού διαύλου όπως το USB ή σύνδεσης δικτύου όπως το Ethernet. Αυτή η προσέγγιση δίνει το πλεονέκτημα της επέκτασης των δυνατοτήτων του ενσωματωμένου συστήματος αλλά, ταυτόχρονα, αποφεύγεται και το κόστος

Πηγές:

Embedded Systems: Real-time Interfacing to ARM Cortex-M Microcontroller
JW Valvano - 2012 - Jonathan W. Valvano

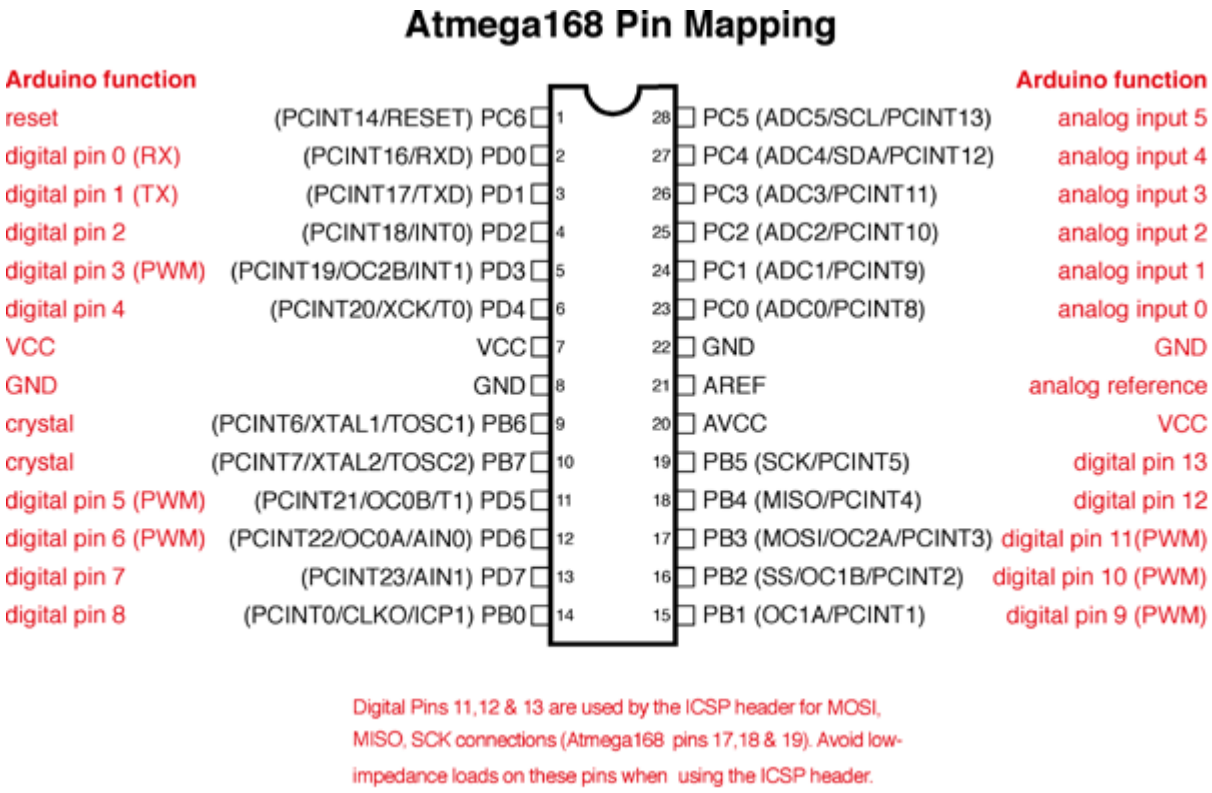
Microcontrollers Fundamentals for Engineers And Scientists (Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems) SF Barret, DJ Pack - 2006 - Morgan and Claypool Publisher, …

Arduino

Arduino:

Πρόκειται για μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοιχτού λογισμικού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιονδήποτε που ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικές εφαρμογές. Μπορεί να δεχθεί σαν είσοδο μια ποικιλία από αναλογικά ή ψηφιακά σήματα και να ελέγχει σύμφωνα με τα σήματα αυτά κάποιες περιφερειακές συσκευές που θα είναι συνδεδεμένες σε αυτόν, όπως LEDs, διακόπτες, κινητήρες κ.τ.λ. Ο μικροελεγκτής του προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας την γλώσσα προγραμματισμού Arduino

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η αντιστοίχηση των ακροδεκτών (pins) του ολοκληρωμένου κυκλώματος του μικροελεγκτή με τους ακροδέκτες του Arduino Uno



Βασικά χαρακτηριστικά του Arduino Uno:

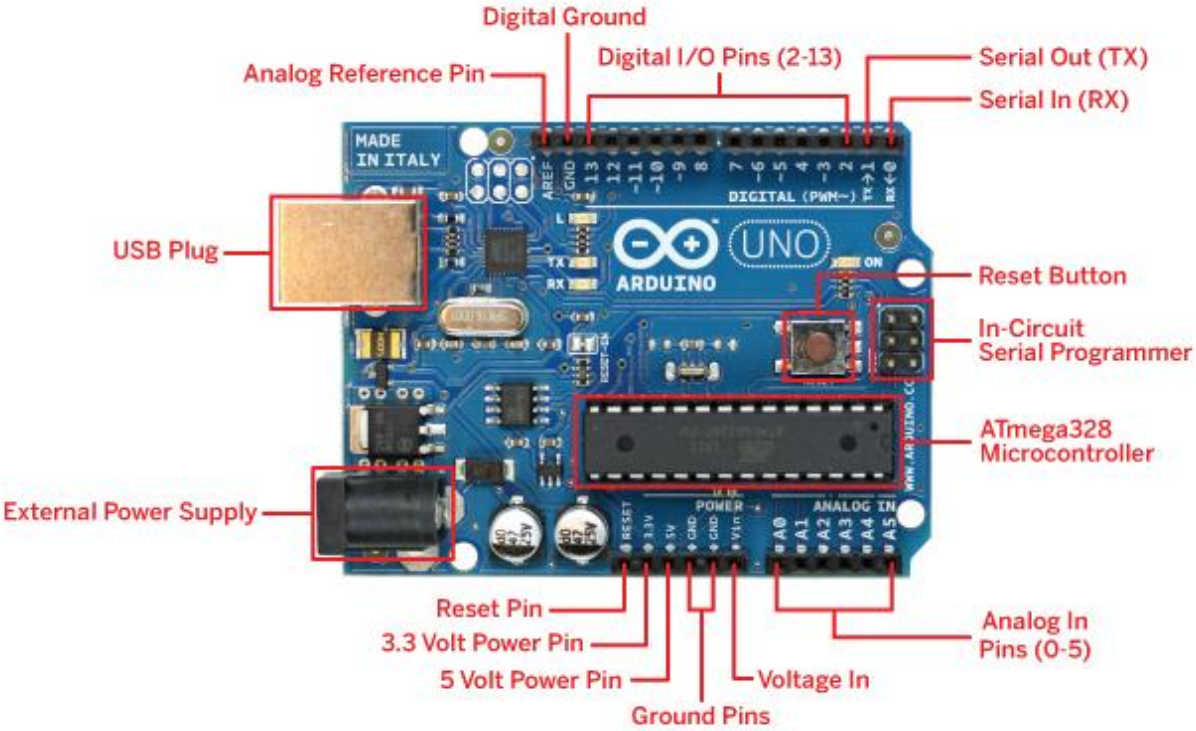
1. Ψηφιακά pins (Digital Pins)

Το Arduino Uno έχει 14 ψηφιακά pins τα οποία μπορούν να οριστούν είτε σαν είσοδοι, είτε σαν έξοδοι. Από τα 14 αυτά ψηφιακά pins κάποια εκτός από τη λειτουργία I/O έχουν και άλλες επιπρόσθετες λειτουργίες :

- Digital pins 1, 2 : για σειριακή επικοινωνία UART
- Digital pins 3, 5, 6, 9, 10, 11 : PWM (Pulse WidthModulation), για να έχουμε

ψηφιακούς αλμούς μεταβλητού πλάτους

Είναι σημαντικό επίσης, να αναφερθεί ότι και οι αναλογικές είσοδοι (analog inputs) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν ψηφιακά pins.



Ιδιότητες των pins που ορίζονται σαν είσοδοι (INPUT):

Όλα τα pins του μικροελεγκτή λειτουργούν εξ' ορισμού σαν είσοδοι, οπότε δεν χρειάζεται να δηλώνεται η συγκεκριμένη λειτουργία στον κώδικα του μικροελεγκτή. Αυτό σημαίνει ότι η κατάσταση μιας εισόδου μπορεί να αλλάξει και από κάποια τυχαία αιτία. Κάτι τέτοιο βέβαια εγκυμονεί κινδύνους. Για

παράδειγμα, αν ένα pin είναι στον αέρα ή είναι συνδεδεμένο με ένα μη οδηγούμενο καλώδιο, μπορεί ανά πάσα στιγμή, λόγω εξωτερικού θορύβου, στατικού ηλεκτρισμού, επιρροής πεδίου κ.τ.λ να αλλάξει η κατάστασή του. Όπως είναι φυσικό αυτό αποτελεί μια ανεπιθύμητη λειτουργία. Γι' αυτό λοιπόν ένα pin εισόδου τοποθετείται σε μια γνωστή κατάσταση αν δεν οδηγείται από κάποιο σήμα εισόδου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί τοποθετώντας μια αντίσταση (pullup) μεταξύ του pin και της γραμμής τροφοδοσίας του μικροελεγκτή. Συγκεκριμένα, τοποθετούνται εσωτερικά σε κάθε pin αντιστάσεις 20ΚΩ,οι οποίες ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται προγραμματιστικά κλείνοντας ή ανοίγοντας ένα διακόπτη. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγουμε ανεπιθύμητες εισόδους.

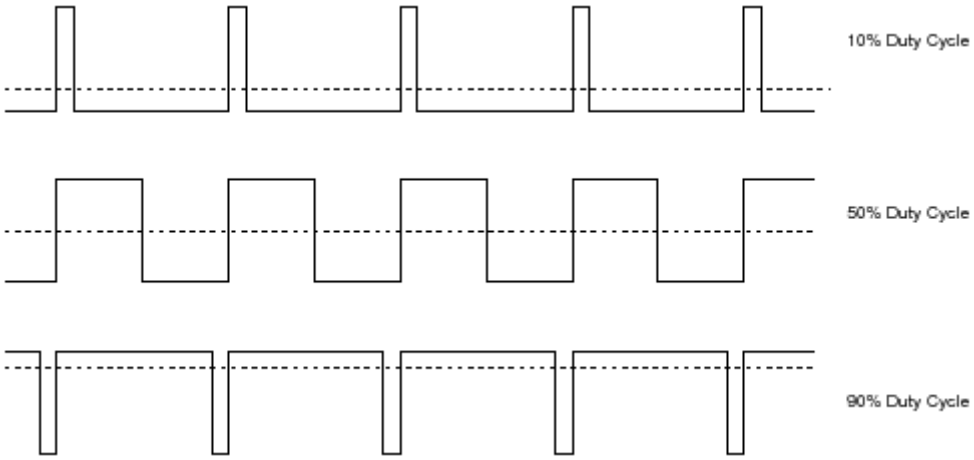
Ιδιότητες των pins που ορίζονται σαν έξοδοι (OUTPUT):
Τα pins που ορίζονται ως έξοδοι μπορούν να οδηγήσουν ένα κύκλωμα που θα συνδεθεί σε αυτά. Τα pins του Atmega μπορούν να δώσουν μέχρι 40mA σε κάποιο κύκλωμα. Αυτό είναι αρκετό να ανάψει ένα LED ή να ενεργοποιηθούν κάποιοι αισθητήρες, αλλά δεν επαρκεί να ενεργοποιηθούν ρελέ ισχύος ή κινητήρες. Γι' αυτό το λόγο συνιστάται να συνδέεται σε κάθε έξοδο μια αντίσταση 470Ω ή 1ΚΩ για προστασία του μικροελεγκτή. Σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να έχουμε καταστροφή κάποιου pin του μικροελεγκτή.

2. Αναλογικά pins (Analog Input Pins)

A/D Converter Το Arduino board έχει 6 γραμμές για αναλογική είσοδο, σε καθεμία από τις οποίες συνδέεται ένας μετατροπέας από αναλογικό σε ψηφιακό (Analog to Digital Converter - ADC). Ο κάθε μετατροπέας έχει 10 bit ανάλυσης, με αποτέλεσμα να επιστρέφει ακεραίους από 0 έως 1023, ενώ η βασική λειτουργία των αναλογικών pins είναι να διαβάζουν αναλογικές εισόδους π.χ. αισθητήρες. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σαν ψηφιακές γραμμές εισόδου/εξόδου γενικού σκοπού, όπως ακριβώς και τα pins 0-13.

Διαμόρφωση Πλάτους Παλμών (PWM):

Η διαμόρφωση Πλάτους Παλμών, PWM, μας δίνει τη δυνατότητα να παράγουμε ψηφιακούς παλμούς μεταβλητού πλάτους. Η διάρκεια που ο παλμός είναι στο λογικό «1» (5V) ονομάζεται πλάτος του παλμού (pulse width), ενώ το ποσοστό του πλάτους του παλμού στο διάστημα μιας περιόδου ονομάζεται duty cycle. Ο ATmega που φιλοξενεί το Arduino board μας δίνει τη δυνατότητα να μεταβάλλουμε το duty cycle των παλμών εξόδου στις PWM ψηφιακές γραμμές. Η χρησιμότητα των γραμμών με δυνατότητα παραγωγής παλμών μεταβλητού πλάτους θα γίνει αντιληπτή από το ακόλουθο παράδειγμα: δίνοντας παλμούς με μεταβαλλόμενο duty cycle σε έναLED, το αποτέλεσμα θα είναι να αλλάζει η φωτεινότητα του LED σαν να οδηγούνταν από μια αναλογική τάση μεταξύ 0-5 Volt. Χρησιμοποιώντας δηλαδή PWM παλμούς μπορούμε να πάρουμε αναλογικό αποτέλεσμα (έξοδο) από ψηφιακούς παλμούς (τους PWM).



Προγραμματίζοντας το Arduino - Δομή ενός σχεδίου (Sketch)

Η λέξη Sketch (σχέδιο) χρησιμοποιείται για να δηλώσει την έννοια του προγράμματος σε ένα Arduino board.

Η βασική δομή ενός σχεδίου είναι:

- Η λειτουργία setup(), η οποία καλείται στην αρχή κάθε σχεδίου. Σε αυτή δηλώνονται οι μεταβλητές, οι βιβλιοθήκες, οι λειτουργίες των pins κ.τ.λ. Εκτελείται μόνο μία φορά, όταν ενεργοποιείται το Arduino board ή μετά από κάποιο reset.
- Η λειτουργία loop() εκτελείται μετά την setup() και όπως δηλώνει και το όνομά της, εκτελείται συνέχεια. Ουσιαστικά μεταξύ των άγκιστρων της λειτουργίας loop() πρέπει να τοποθετήσουμε το πρόγραμμα που θέλουμε να εκτελεστεί.

Παρακάτω φαίνεται αυτή η δομή:

```
Void setup()
{
// Εδώ γίνονται οι δηλώσεις του προγράμματος και εκτελείται μια φορά.
}
Void loop()
{
// Εδώ γράφεται το κυρίως πρόγραμμα και εκτελείται επαναλαμβανόμενα
}
```

Πηγή: https://www.arduino.cc

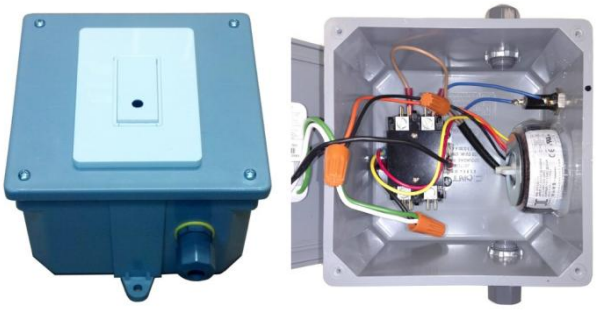
Άλλες εμπορικές εφαρμογές

Άλλες εμπορικές εφαρμογές

Electric Water Heater Controller Kit (240V).

- Αυτόματος έλεγχος οικίας για θέρμανση νερού
- Τηλεχειρισμός μέσο τεχνολογίας Wi-Fi από εφαρμογή κινιτου ή Tablet.

Τημή: $199(€179,314)



Πηγή: http://www.amazon.com/Electric-Controller-Anywhere-Automation-Smartphones/dp/B00O3UBOMG

Intermatic EH40 240-Volt Electronic Water Heater Timer.

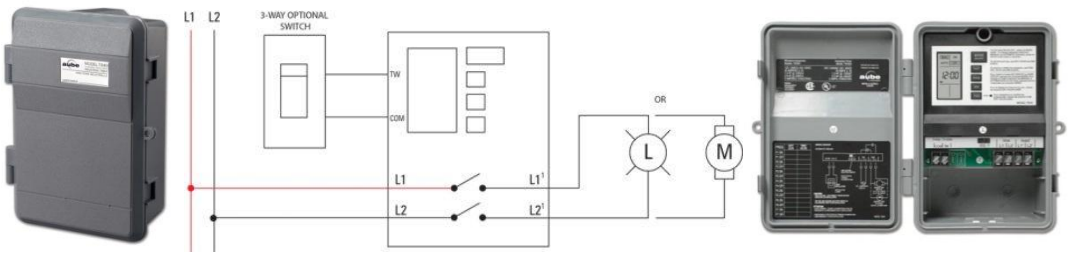
Αυτόματος διακόπτης που παρέχει:

- Χρονισμό
- 6 ON/OFF λειτουργείς ημερήσιος ή 42 εβδομαδιαίος
- Εξωτερικό διακόπτη παράκαμψης του προγραμματισμού

Τιμή:$85.99(€75.73)

Πηγή: http://www.amazon.com/Intermatic-EH40-240-Volt-Electronic-Heater/dp/B000NCYPOM/ref=pd_sim_sbs_60_2?ie=UTF8&dpID=41Kyyl4u3pL&dpSrc=sims&preST=_AC_UL160_SR160%2C160_&refRID=0YPKXD96K4CFCSVK5F00

Aube by Honeywell TI040/U 7-Day Programmable Timer



- Προγραμματισμός 7 ημερών
- 14 στάσεις

Τιμή: $84.12 (€75.23)

Πηγή: http://www.amazon.com/Honeywell-TI040-7-Day-Programmable-Timer/dp/B001QFZ3XW/ref=pd_sim_sbs_60_8?ie=UTF8&dpID=41f33XcJ1nL&dpSrc=sims&preST=_AC_UL160_SR122%2C160_&refRID=0YPKXD96K4CFCSVK5F00

Όλα τα πιο πάνω συστήματα έχουν την ίδια προσέγγιση στην εξοικονόμηση ενεργείας. Όλα χρησιμοποιούν χρονόμετρα για να ανοιγοκλείνουν διακόπτες για μια μόνο πηγή ενεργείας σε αντίθεση με το σύστημα που σχεδιαστικέ για τη εργασία αυτή που χρησιμοποιεί τρείς. Αξιομίμητο είναι το γεγονός ότι κανένα από τα συστήματα πιο δεν μπορεί να προβεί σε εκπόνηση προϋπολογισμού.

Σχεδιασμός Συστήματος

Σχεδιασμός Συστήματος

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η βελτίωση της απόδοσης συστημάτων θέρμανσης νερού με τη χρήση μικροελεγκτή. Οι δυνατότητες του μικροελεγκτή είναι πολλές και καινούριες όσον αφορά τα συστήματα θέρμανσης νερού. Ο μικροελεγκτής μπορεί να ανοίξει και να κλίσει διακόπτες με λειτουργείς ON-OFF αλλά και να ρυθμίσει βαλβίδες μέσο έλεγχου PWM και σερβοκινητήρες. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να γίνει έλεγχος της ροής του νερού και όχι μόνο επιλογή του πότε και ποια πηγή ενεργείας θα χρησιμοποιείτε.

Ο μικροελεγκτής που επιλεγικε για του σκοπους της εργασειας αυτης είναι ο arduino mega adk.

Οι λόγοι για την επιλογή του είναι:

- Ανώτερη υπολογιστική ισχύ
- Μεγαλύτερος αριθμός Εξόδων με PWM.
- Δυνατότητα προσθήκης επέκτασης Bluetooth

Η επέκταση Bluetooth δίνει τη δυνατότητα σύνδεσης με φορητούς υπολογιστές και κινητά τηλεφώνα τα οποία χρησιμοποιούν λειτουργικό σύστημα τύπου Android και κατά συνέπεια εφαρμογές λογισμικού που να λειτουργούν σε συνδυασμό με το μικροελεγκτή για ευκολία χειρισμού από το χρήστη. Η χρήση εφαρμογής λογισμικού από κινητό τηλέφωνο ή από φοριτό υπολογιστή δίνει την ευκαιρία για καταμερισμό εργασίας μεταξύ ελικτή και υπολογιστή. Εδώ τίθεται το ερώτημα πως θα γίνει ο καταμερισμός. Αυτό εξαρτάτε από το είδος των διεργασιών που θα καταμερίζονται ανάμεσα στα δυο αυτά στοιχεία του συστήματος.

Οι διεργασίες που εκτελεί το σύστημα ανήκουν σε δυο ομάδες:

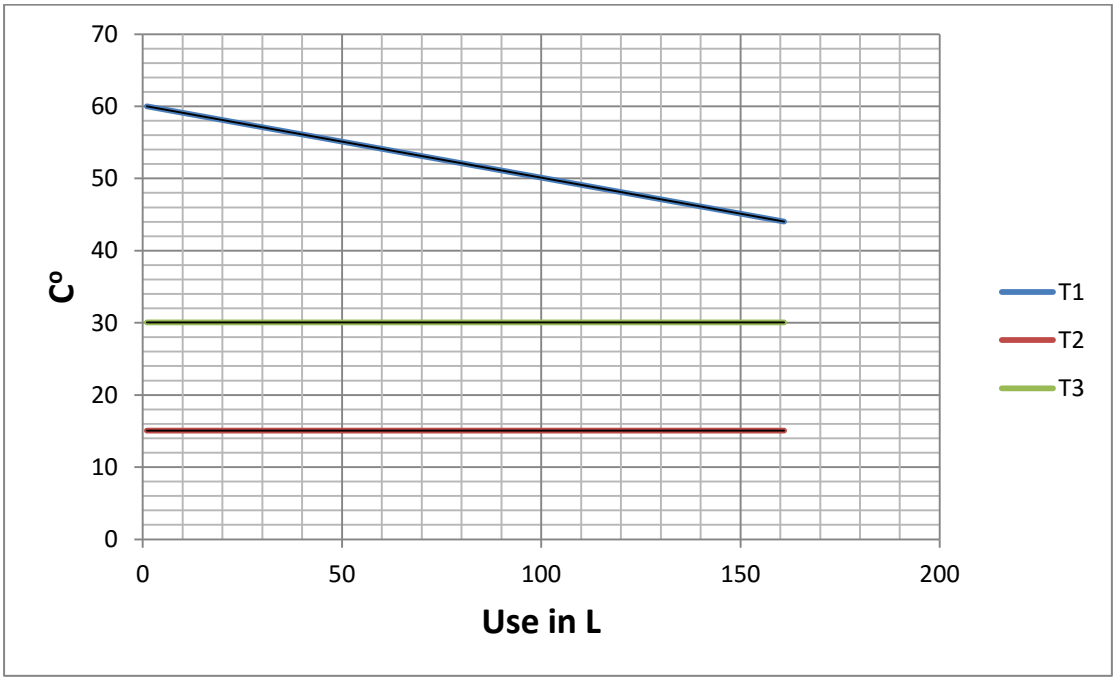
1. Συνεχείς διεργασίες όπως ο αυτόματος έλεγχος θερμοκρασιών του συστήματος ή ο έλεγχος των βαλβίδων.
2. Μη συνεχείς διεργασίες όπως η αρχικοποίηση του συστήματος, ο προϋπολογισμός και η ανατροφοδότηση δεδομένων προς το χρήστη

Η λογική επιβάλλει ότι οι συνεχείς διεργασίες είναι σωστό να εκτελούνται από το μικροελεγκτή, κάτι που εναρμονίζετε με τη φύση του στοιχείου αυτού αφού δουλεύει συνεχώς. Οι Μη συνεχείς διεργασίες μπορούν να μετατεθούν στον υπολογιστή αφού δε χρειάζεται να εκτελούνται διαρκώς.

Όπως είχε λεχθεί στην εισαγωγή είναι απαραίτητη η συνεργασία του συστήματος με το χρήστη και ευκολία χωρισμού του συστήματος από το χρήστη.

Μια βελτιστοποίηση στη οποία μπορεί να προβεί το σύστημα χωρίς να γίνετε επεμβατικό είναι η πρόσμιξη του νερού χρήσης. Αρκεί η θερμοκρασία του νερού χρήσης να ελέγχεται από το χρήστη. Όπως έχει αναφερθεί και πιο πριν το arduino έχει αυτή τη δυνατότητα μέσω των εξόδων με PWM. Αυτό δεν είναι μια απλή διαδικασία. Η θερμοκρασία του νερού χρήσης που προκύπτει από τη πρόσμιξη του ζεστού νερού που προέρχεται από το ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, με το κρύο νερό που προέρχεται από τη παροχή (ΕΥΔΑΠ) δεν είναι σταθερή. Ο λόγος είναι ότι η θερμοκρασία του νερού του θερμοσίφωνα μειώνεται κατά τη διάρκεια της χρήσης. Οι πίνακες στο παράστημα Γ(πίνακες

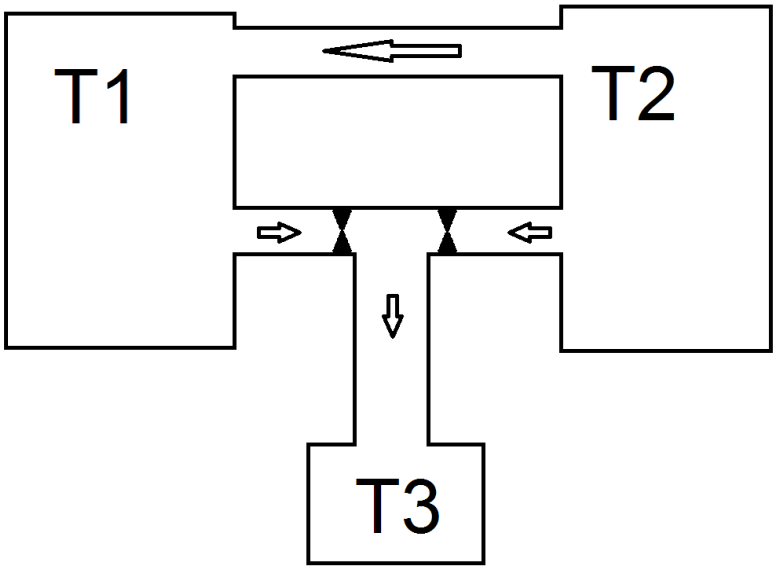
πρόσμιξης νερού) μας το δείχνουν ξεκάθαρα. Με τη βοήθεια της πιο κάτω γραφικής παράστασης βλέπουμε τη μείωση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού μου είναι αποθηκευμένο στον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα για παραγωγή νερού θερμοκρασίας 30C^{o} (σταθερής) και ποσότητας 160 λίτρων.



Γραφική παράσταση θερμοκρασίας ως προς λίτρα χρήσης.

T1	Θερμοκρασία νερού θερμοσίφωνα
T2	Θερμοκρασία νερού παροχής
T3	Θερμοκρασία νερού χρήσης

Το πιο πάνω φαινόμενο είναι συχνά αντιληπτό από τους χρηστές αφού πολλές φορές, μετά από κάποια χρήση, η θερμοκρασία του νερού μειώνεται και χρειάζεται να επαναριθμήσουν την αναλόγια μεταξύ κρύου και ζεστού νερού προκειμένου να επιτευχθεί ξανά η επιθυμητή θερμοκρασία. Αυτό συμβαίνει λόγο της διαρκούς ανατροφοδότησης του θερμοσίφωνα με κρύο νερό παροχής όπως φαίνετε και στο πιο κάτω σχήμα



Στο πιο πάνω σχήμα φαίνετε απλοποιημένο σύστημα θέρμανσης νερού όπου γίνετε πρόσμιξη νερού με τη βοήθεια δυο βαλβίδων και ανατροφοδότηση του θερμοσίφωνα με κρύο νερό.

Με τη βοήθεια του μικροελεγκτή αυτή η αναρίθμηση μπορεί να γίνετε αυτόματα και διαρκώς με αποτέλεσμα ο χρήστης να επιλεγεί απλά τη θερμοκρασία του νερού. Η αναλογία αυτή προκύπτει από την εσωτερική ενέργεια του νερού ή ενθαλπία. Για τη παραγωγή νερού ενός λίτρου με θερμοκρασία T3 (νερό χρήσης) απαιτούνται α λίτρα νερό με θερμοκρασία T1(ζεστό νερό) και (α-1) λίτρα νερό με θερμοκρασία T2(κρύο νερό) όπου το α έχει τιμές 0 έως 1.

Ο μαθηματικός τύπος για το α είναι:

$$\alpha = \frac{H3 - H2}{H1 - H2}$$

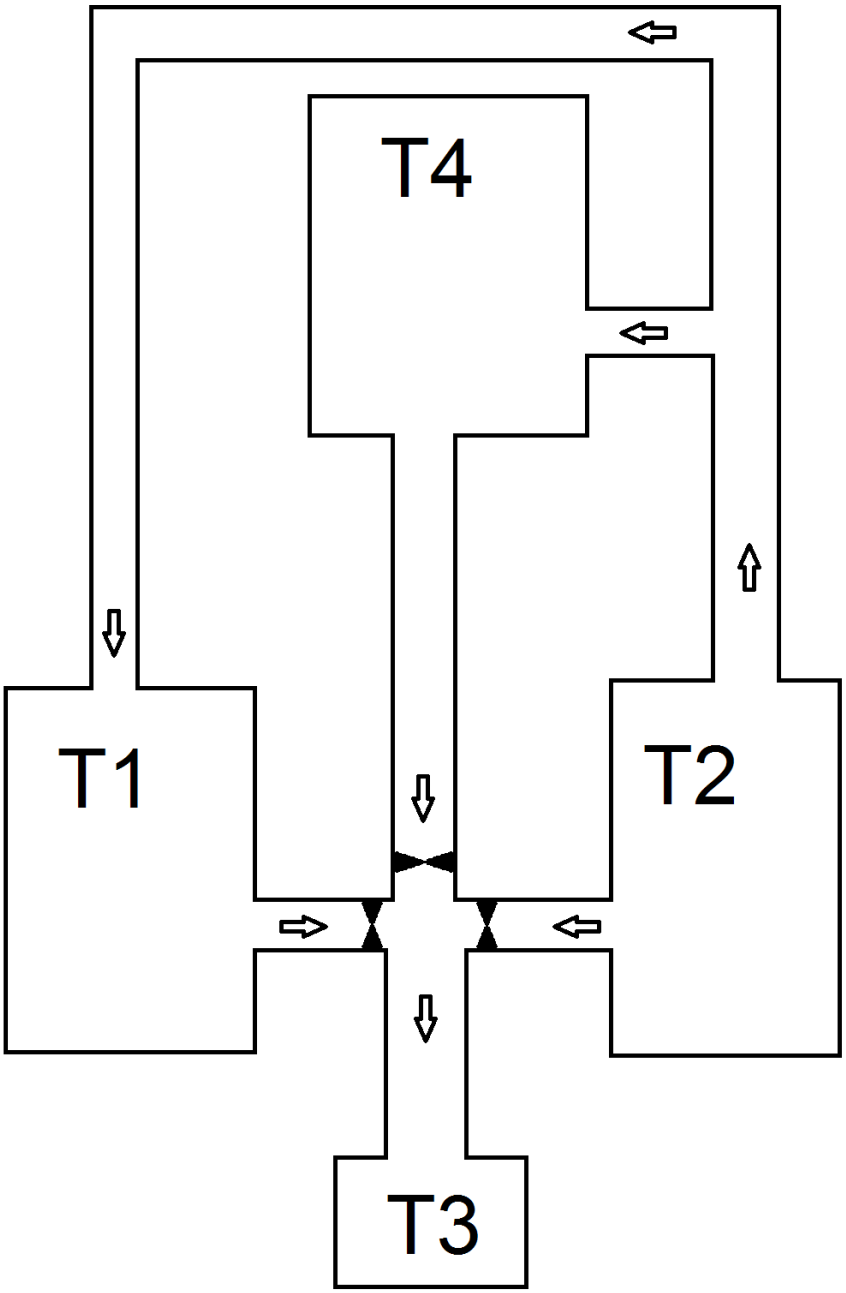
α: ο λόγος μετάξι κρύου και ζεστού νερού

H1: ενθαλπία που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία T1

H2: ενθαλπία που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία T2

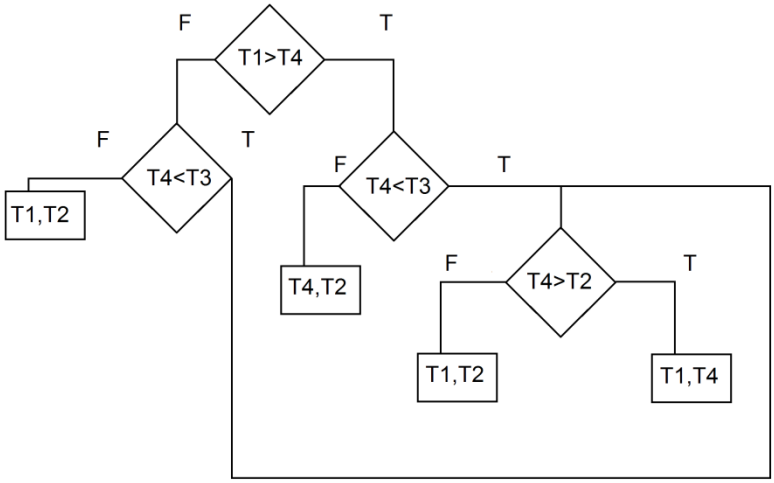
H3: ενθαλπία που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία T3

Αυτή η αυτοματοποίηση δε γίνετε για λόγους διευκόλυνσης του χρήστη ούτε για τη βελτίωση της εμπειρίας του κατά τη διάρκεια του μπάνιου. Αυτό είναι απλά μια ευχάριστη παρενέργεια. Ο σχεδιασμός αυτός γίνετε για να μπορεί το σύστημα να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά την ηλιοθερμική ενεργεία. Στο σχήμα πιο κάτω φαίνετε ο συνδυασμός ηλεκτρικού και ηλιακού θερμοσίφωνα.



Στο πιο πάνω σχήμα φαίνετε συνδυασμένο σύστημα θέρμανσης νερού όπου γίνετε πρόσμιξη νερού με τη βοήθεια τριών βαλβίδων

Το συνδυασμένο σύστημα πετυχαίνει τη παράγωγη νερού χρήσης με τη βοήθεια τριών βαλβίδων. Ο συνδυασμός δυο διαφορετικών πηγών ζεστού νερού δημιουργεί την ανάγκη ύπαρξης αλγορίθμου που κάνει επιλογή μεταξύ των δύο πηγών. Όμως με την εισαγωγή του ηλιακού θερμοσίφωνα στο σύστημα δε δημιουργείται μόνο δεύτερη πηγή ζεστού νερού αλλά και δεύτερη πηγή κρύου νερού. Το νερό στον ηλιακό θερμοσίφωνα μπορεί να μην είναι αρκετά ζεστό για να χρησιμοποιηθεί ως ζεστό (T1>T4) όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κρυο(T3>T4). Ο αλγόριθμος για την επιλογή των πηγών ζεστού και κρύου νερού παρατίθεται πιο κάτω με την μορφή λογικού διαγράμματος.



Όπως φαίνετε οι θερμοκρασίες του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα, του ηλιακού θερμοσίφωνα του νερού παροχής και η επιθυμητή θερμοκρασία συγκρίνονται από τον ελεγκτή. Στη συνεχεία επιλέγετε μια θερμή και μια ψυχρή πηγή νερού από τις τρεις διαθέσιμες. Η διαδικασία πρόσμιξης των δύο πηγών είναι αυτή που έχει περιγραφεί πιο πάνω δηλαδή με τη βοήθεια του τύπου της αναλογίας α με τη διαφορά ότι αντί για H1 και H2 έχουμε Hθ για Hψ. Ο τύπος της αναλογίας α μετατρέπεται σε:

$$\alpha = \frac{H3 - H\psi}{H\theta - H\psi}$$

Hψ: ενθαλπία που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία του ψυχρού νερού

Hθ: ενθαλπία που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία του θερμού νερού.

Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την πλήρη εκμετάλλευση της ηλιοθερμικής ενεργείας χωρίς το σύστημα να γίνετε επεμβατικό. Ο χρήστη επιλέγει απλά τη θερμοκρασία του νερού που θέλει και αυτό παράγετε αυτόματα.

Το επόμενο κομμάτι που τίθεται προς αριστοποίηση είναι η επιλογή πηγής θερμότητας ανάμεσα σε ηλεκτρικό ρεύμα η θερμό νερό από λέβητα πετρελαίου. Αυτό εξαρτάτε από τη τιμή της κάθε πηγής θερμότητας και η σύγκριση των τιμών αυτών πρέπει να γίνει σε κοινές μονάδες μέτρησης. Το ηλεκτρικό ρεύμα έχει δύο τιμή μέρας και τιμή νύχτας οι οποίες είναι 0,10252€/Kwh και 0,0661€/Kwh αντίστοιχα συμφώνα με το τιμολόγιο της ΔΕΗ που παρατίθεται στο παράρτημα Η (τιμολόγιο ΔΕΗ). Κατά τη διάρκεια της έρευνας για τη μελέτη αυτή η μέση τιμή για το πετρέλαιο θέρμανσης ήταν 0,8€/L. Για να μπορεί η πληροφορία να είναι χρήσιμη πρέπει να μετατραπούν τα 0,8€/L σε €/Kwh. Είναι γνωστό ότι η θερμογόνος ενέργεια του πετρελαίου είναι 11,9Kwh/L. Η απόδοση λέβητα είναι n=0,9. Από τα πιο πάνω δεδομένα η τιμή πετρελαίου για θέρμανση νερού είναι:

$$\frac{0{,}8€/L}{0{,}9x11{,}9Kwh/L} = 0{,}0747€/Kwh$$

Με όλες τις τιμές να είναι πλέον σε ίδιες μονάδες μέτρησης μπορούν να γίνουν και οι απαραίτητες συγκρίσεις. Πιο κάτω παρατίθενται οι τιμές κατά αύξουσα σειρά.

Ηλεκτρικό ρεύμα νύκτας	0,06610€/Kwh
Πετρέλαιο	0,07469€/Kwh
Ηλεκτρικό ρεύμα μέρας	0,10252€/Kwh

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι τιμές πετρελαίου δε αναμένεται να αλλάξουν προς τα κάτω αφού η τιμή αυτή είναι η χαμηλότερη εδώ και χρόνια επηρεασμένη από συγκυρίες παγκοσμίων πολιτικών καταστάσεων που αν αλλάξουν θα ωθήσουν τις τιμές πετρελαίου σε άνοδο.

Σύμφωνα με τις τιμές αυτές είναι σημαντικό το σύστημα να δίνει προτεραιότητα στο ηλεκτρικό ρεύμα νύχτας που είναι η φθηνότερη πηγή ενέργειας. Η εξάρτηση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος από το χρόνο δημιουργεί μια ιδιαιτερότητα αφού ο χρήστης πολύ πιθανόν να κοιμάται κατά τη διάρκεια των ωρών του φθηνού ηλεκτρικού ρεύματος. Το ερώτημα που προκύπτει είναι αν είναι δυνατόν να γίνει εκμετάλλευση της ενέργειας αυτής. Η απάντηση είναι ότι συμφώνα με το παράρτημα Θ ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας έχει απώλειες 1,2Kwh/24h οι οποίες είναι αμελητέες και αρά μέρος της ενέργειας αυτής μπορεί να αποθηκευτεί για μελλοντική χρήση. Με βάση τα πιο πάνω καταλήγουμε στον αλγόριθμο που αποφασίζει για το πότε θα λειτουργεί ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας και ποία πηγή ενέργειας θα χρησιμοποίει. Ο οποίος έχει ως εξής:

Για τις ώρες 6:00-23:00:

Αν το Τ1 έχει τιμή κάτω από 45 και λειτουργεί η θέρμανση πετρελαίου χρησιμοποιείται το πετρέλαιο. Αν δεν λειτουργεί η θέρμανση πετρελαίου τότε χρησιμοποιείται το ηλεκτρικό ρεύμα. Όταν η τιμή του Τ1 φτάσει το 60 σταματά η χρήση της πηγή που ήταν σε λειτουργία.

Για τις ώρες 23:00-6:00:

Αν το Τ1 έχει τιμή κάτω από 58 χρησιμοποιείται το ηλεκτρικό ρεύμα. Όταν η τιμή του Τ1 φτάσει το 60 σταματά η χρήση της πηγή που ήταν σε λειτουργία.

Αυτές οι λειτουργίες βρίσκονται σε μορφή κώδικα για Arduino στο παράρτημα ΣΤ (κώδικας Arduino)

Ο μικροελεγκτής μπορεί αν μετρά και να θυμάται για πόσο χρόνο ήταν σε λειτουργία η κάθε πηγή ενέργειας. Αυτό είναι κάτι εξαιρετικά χρήσιμο διότι τα δεδομένα αυτά μπορούν να αποσταλούν στο φορητό υπολογιστή και μετά από επεξεργασία να δοθούν στο χρήστη ως χρήσιμη πληροφορία που βοηθά στη τήρηση της πειθαρχεία. Πιο αναλυτικά εφόσον η ισχύς είναι γνωστή και σύμφωνα με το παράρτημα Θ 4Kw για το ηλεκτρικό ρεύμα και 8,6 Kw για το πετρέλαιο μπορούμε να πολλαπλασιάσουμε με το χρόνο λειτουργίας και να βρούμε τις Kwh. Στη συνέχεια πολλαπλασιάζουμε με €/Kwh για κάθε πηγή ενεργείας ξεχωριστά και το άθροισμα για τις τρεις πηγές είναι η κατανάλωση σε €.

Οι συνδεσμολογίες και για το Arduino παραθέτονται στο παράρτημα Ζ (Συνδεσμολογίες) και τα προγράμματα για το Arduino παραθέτονται στο παράρτημα ΣΤ(κώδικας Arduino).

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αισθητήρες θερμοκρασίας προσομοιώνονται με 4 γραμμικά ποτενσιόμετρα 4,7ΚΩ ενώ οι διακόπτες και οι βαλβίδες με φωτοδιόδους διαφόρων χρωμάτων. Οι φωτοδίοδοι μπορούν να προσομοιώσουν πολύ καλά τις βαλβίδες διότι με το PWM μπορούν να αλλάζουν φωτεινότητα.

Ένα άλλο θέμα που πρέπει να λυθεί είναι ότι το Arduino δε μπορεί να οδηγήσει του διακόπτες του ηλεκτρικού στοιχείου και του κυκλοφορητή από το λέβητα θέρμανσης λόγο περιορισμένης ικανότητας παροχής ηλεκτρικού ρεύματος (0,7Α). Αυτό σημαίνει ότι χιάζονται κυκλώματα οδήγησης με τελεστικούς ενισχυτές. Η λύση αυτή επιλύει ακόμα ένα πρόβλημα. Οι διακόπτες δε πρέπει να αλλάζουν καταστάσεις πολύ γρήγορα για αυτό τα κυκλώματα οδήγησης μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να διαβάζουν τις εξόδους του Arduino κάθε 30 δευτερόλεπτα.

Πιο πάνω έχουν αναλυθεί οι συνεχείς διεργασίες που είναι:

- Αυτόματος έλεγχος παράγωγης ζεστού νερού
- Αυτόματη επιλογή οικονομικότερης πηγής ενέργειας
- Καταμέτρηση κατανάλωσης για κάθε πηγή ενέργειας

Οι μη συνεχείς διεργασίες είναι

- Εκπόνηση προϋπολογισμού
- Αρχικοποίηση συστήματος
- Ενημέρωση χρήστη για τη κατανάλωση

Όπως έχει λεχθεί και πιο πριν η πειθαρχεία του χρήστη είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική εξοικονόμηση ενέργειας. Με τον παρόν σχεδιασμό το σύστημα είναι ελάχιστα επεμβατικό. Η εκπόνηση προϋπολογισμού είναι ένα εργαλείο που βοηθά το χρήστη να οργανώσει τη χρήση του ζεστού νερού σύμφωνα με το τρόπο ζωής του πολύ απλά και αποτελεσματικά.

Η εκπόνηση προϋπολογισμού γίνεται από το Android κομμάτι του συστήματος το οποίο είναι ή κινητό τηλέφωνο ή φορητός υπολογιστής τύπου tablet. Το κόστος, σε ενέργεια θέρμανσης του νερού είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τρεις βασικούς παράγοντες τη θερμοκρασία του νερού χρήσης, τη θερμοκρασία του νερού παροχής και φυσικά τη ποσότητα του νερού χρήσης. Η ενέργεια που χρειάζεστε για να την κατανάλωση ζεστού νερού είναι 4,186KJ/LC^{o} . δηλαδή 4,186KJ για να αυξηθεί η θερμοκρασία του ενός λίτρου νερού κατά ένα βαθμό κελσίου. Κάθε Kwh αντιστοιχεί σε 3600KJ. Άρα με αυτά τα δεδομένα το ενεργειακό κόστος ανά λίτρο είναι:

$$\frac{(T3 - T2)4{,}186\mathrm{KJ/LCo}}{3600\mathrm{KJ/Kwh}} = A\mathrm{Kwh/L}$$

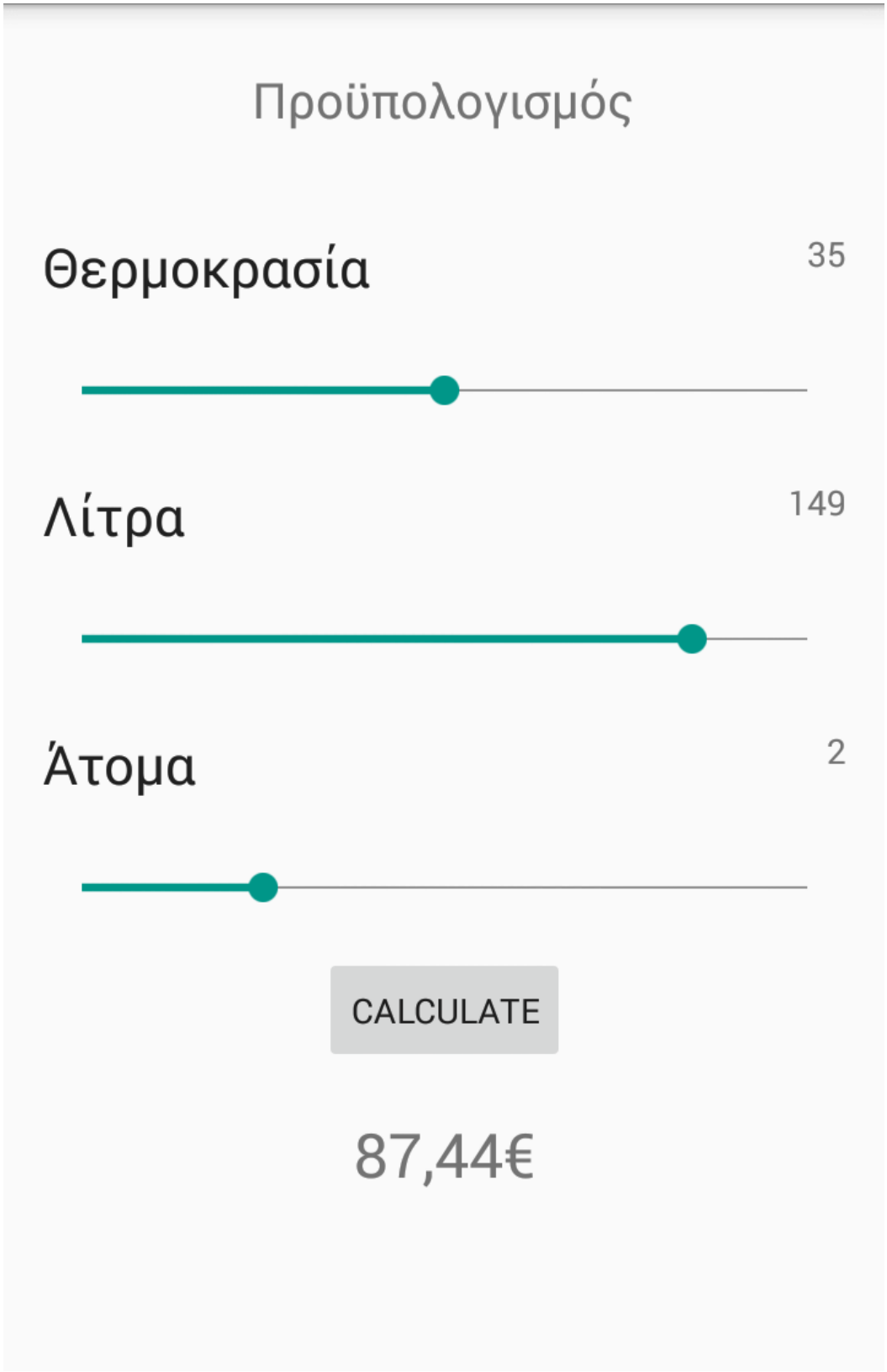
A: Ενεργεία ανά λίτρο

Η θερμοκρασία του νερού χρήσης είναι επιλογή του χρήστη όπως και η ποσότητα αλλά η θερμοκρασία του νερού παροχής δεν είναι. Σύμφωνα με την ΕΥΔΑΠ η θερμοκρασία του νερού παροχής επηρεάζετε από τη φυσική θερμοκρασία εδάφους και την τοπική θερμοκρασία αέρος Η φυσική θερμοκρασία εδάφους είναι 17C^{o} και σύμφωνα πάντα με την ΕΥΔΑΠ η θερμοκρασία του νερού παροχής τους χειμερινούς μήνες έχει μέση τιμή 15C^{o} . Αυτή είναι και η θερμοκρασία που θα χρησιμοποιηθεί για την εκπόνηση προϋπολογισμού. Για τη ποσότητα του νερού χρήσης ανά άτομο χρειάστηκε πολύωρη ερευνά στο διαδίκτυο. Τελικά σύμφωνα με την ιστοσελίδα www.engineeringtoolbox.com ισχύει ο πιο κάτω πίνακας που δείχνει τη μέγιστη και ελάχιστη κατανάλωση νερού ανά άτομο σε εικοσιτετράωρη βάση για κάθε τύπο κτηρίου

Τύπος κτιρίου	Μεγίστη κατανάλωση	Ελάχιστη κατανάλωση
Εργοστάσια	45L	22L
Νοσοκομεία	160L	160L
Ξενώνες	90L	90L
ξενοδοχεία	160L	90L
Σπίτια - διαμερίσματα	160L	90L
Σχολεία ,Οικοτροφεία	115L	115L

Σχολεία	15L	15L
Γραφεία	22L	22L

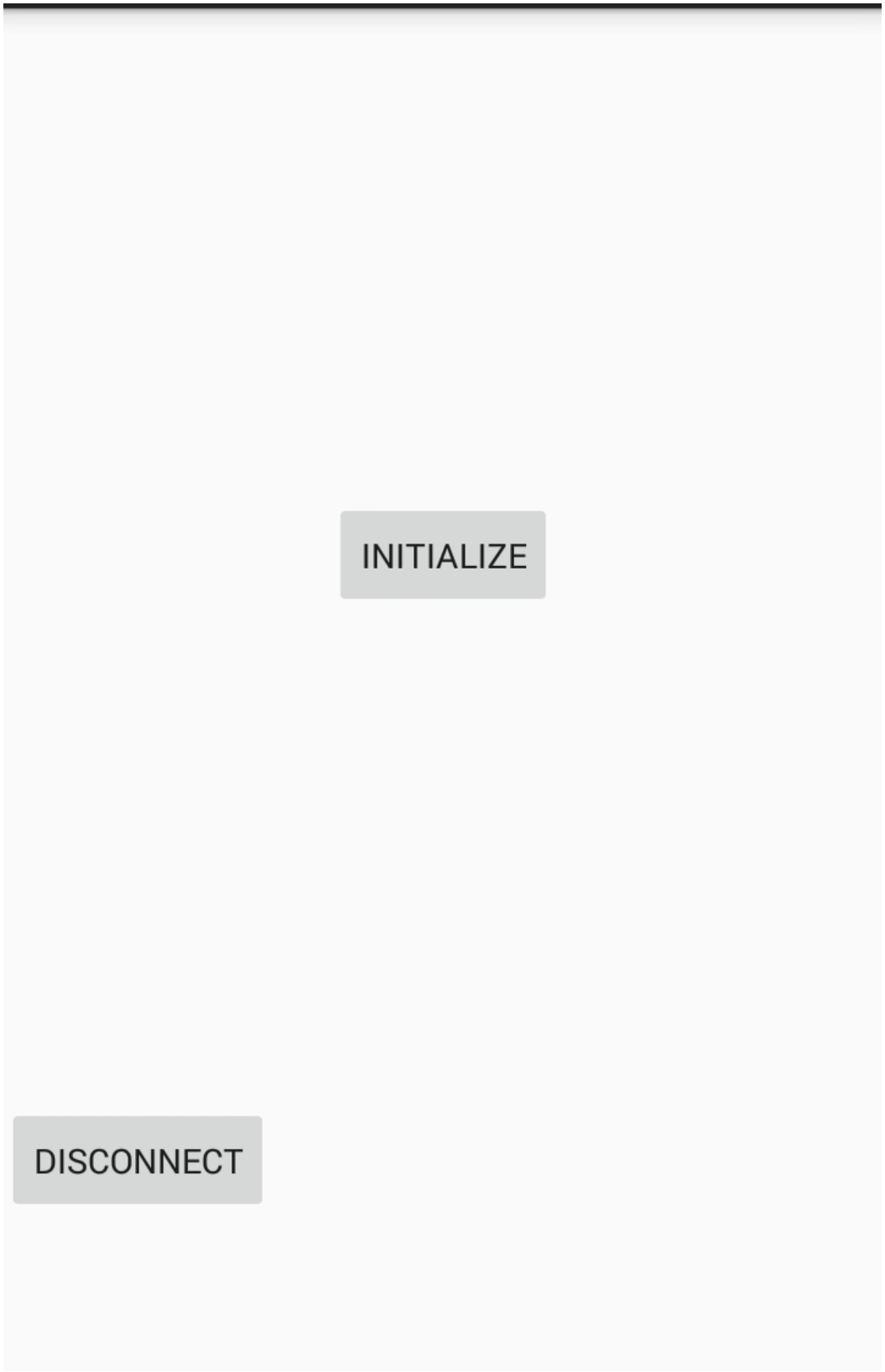
Για τους σκοπούς της εργασίας αυτής πιο σημαντικά είναι τα σπίτια, διαμερίσματα και ξενοδοχεία. Η χρήση ζεστού νερού κυμαίνεται μεταξύ 90 και 160 λίτρων ανά άτομο το 24ωρο. Με βάση τα πιο πάνω η εκπόνηση προϋπολογισμού ακολουθεί την εξής μεθοδολογία:



Ο χρήστης επιλεγεί μέση τιμή θερμοκρασίας νερού χρήσης και μέση τιμή ποσότητας νερού χρήσης ανά άτομο το 24ωρο. Στη συνεχεία επιλέγει αριθμό ατόμων. Η επιλογή των πιο πάνω δεδομένων γίνεται με τη βοήθεια της

εφαρμογής λογισμικού μετακινώντας εικονικούς ολισθηρές στην οθόνη αφής του κινητού τηλεφώνου ή υπολογιστή τύπου tablet. Στη συνεχεία το λογισμικό αφαιρεί τη θερμοκρασία, πολλαπλασιάζει με τη θερμοχωρητικότητα, κάνει τη μετατροπή σε κιλοβατώρες ανά λίτρο, πολλαπλασιάζει επί λίτρα, πολλαπλασιάζει επί άτομα, πολλαπλασιάζει επί τη πιο ακριβή τιμή που είναι η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος ημέρας και τέλος πολλαπλασιάζει για το χειμερινό τετράμηνο (120 μέρες). Η τιμή είναι σε ευρώ. Αν ο χρήστης δεν είναι ευχαριστημένος με το αποτέλεσμα μπορεί να επαναλάβει τη διαδικασία μειώνοντας κάποια από τις τιμές. Ο λόγος που γίνετε χρήση της ακριβότερης τιμής είναι ότι ο προϋπολογισμός πρέπει να είναι το χειρότερο δυνατό σενάριο.

Η αρχικοποίηση του συστήματος είναι απλά η ρύθμιση του εσωτερικού ωρολογίου του Arduino και ο μηδενισμός του εσωτερικού μετρητή κατανάλωσης ενέργειας μέσο της φιλικής για τον χρήστη αλληλεπίδρασης που προσφέρει το Android.



Ο προϋπολογισμός είναι μια διαδικασία που γίνετε μία φορά η τήρηση του όμως χρειάζεστε διαρκή πειθαρχεία από πλευράς χρήστη. Για το σκοπό αυτό

είναι χρήσιμο ο χρήστης να έχει ένα εργαλείο που να τον βοηθά στη προσπάθεια αυτή. Το εργαλείο αυτό είναι ο καταμετρητής κατανάλωσης που παίρνει τα δεδομένα κατανάλωσης από το Arduino και τα μεταφράζει σε ευρώ. Η διαδικασία είναι απλή το λογισμικό επικοινωνεί με το Arduino και παίρνει τρεις τιμές: Kwh ηλεκτρικού ρεύματος μέρας Kwh ηλεκτρικού ρεύματος νύχτας και Kwh πετρελαίου. Αφού οι τιμές ανά Kwh είναι γνώστες το λογισμικό πολλαπλασιάζει την κάθε κατανάλωση με την αντίστοιχη τιμή και στη συνέχεια προθέτει για να υπολογίσει τη ημερήσια κατανάλωση.

Εξοικονόμηση ενέργειας

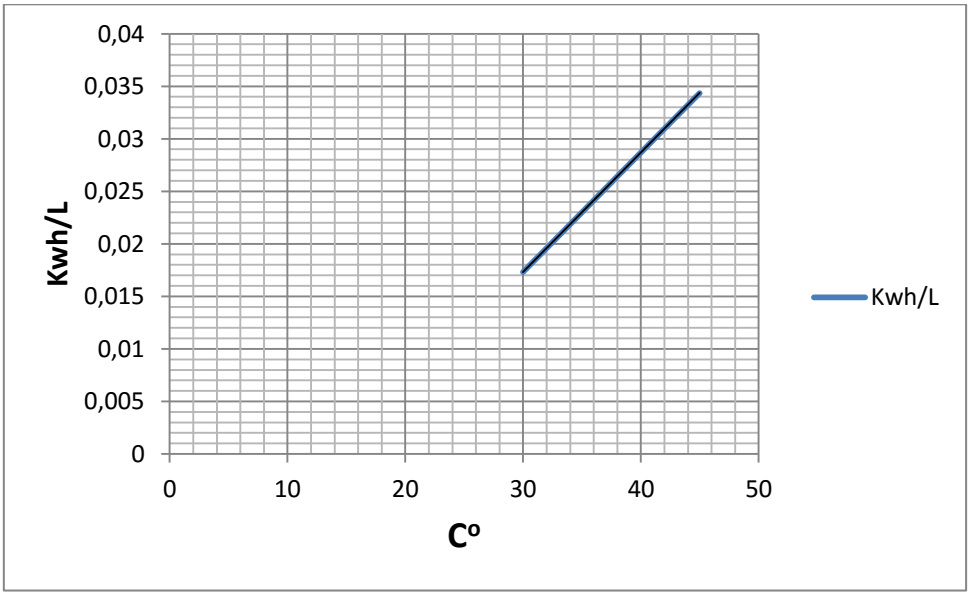
Εξοικονόμηση ενέργειας

Η ενεργεία είναι πολύτιμη και η εξοικονόμηση της είναι σημαντική τόσο για τη προστασία του περιβάλλοντος όσο και για την εξοικονόμηση οικονομικών πόρων στους χαλεπούς καιρούς που ζούμε.

Εξοικονόμηση ενεργείας στο σύστημα γίνεται με διαφόρους τρόπους:

- Μείωση της μέσης θερμοκρασίας του νερού χρήσης
- Μείωση της μέσης ποσότητας κατανάλωσης του νερού χρήσης
- Αυξημένη χρήση ηλιακής ενέργειας

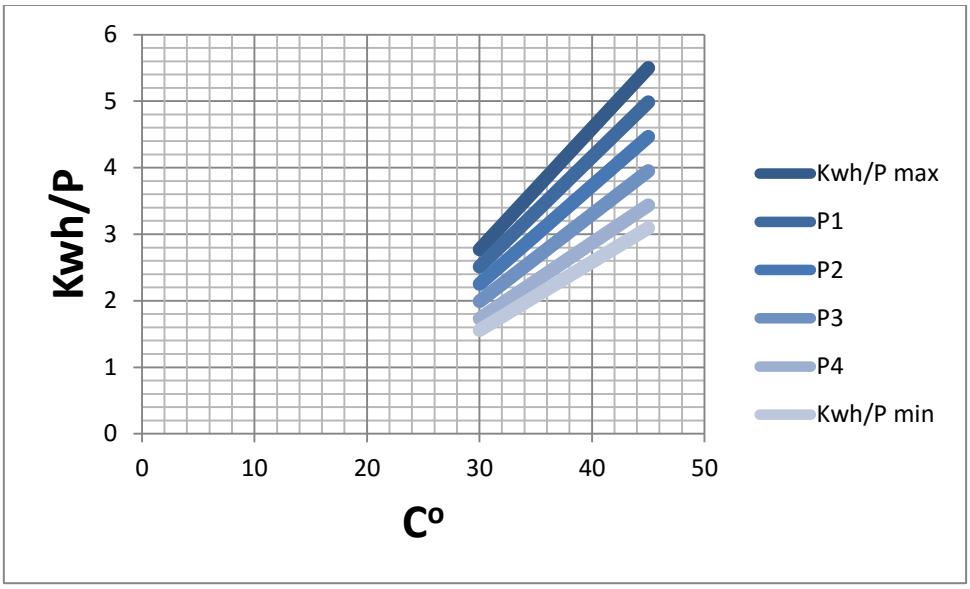
Πιο κάτω φαίνεται γραφικά η διαφορά στη κατανάλωση ενέργειας για το φάσμα 30C^o – 45C^o



Η μονάδα μέτρησης της κατανάλωσης είναι Kwh/L με θερμοκρασία νερού παροχής 15 C^o που είναι η μέση θερμοκρασία νερού παροχής για τους χειμερινούς μήνες.

Είναι προφανές ότι για τη παραγωγή νερού με μικρότερη θερμοκρασία χιάζετε λιγότερη ενέργεια. Η μείωση της θερμοκρασίας επιτυγχάνετε με τη βοήθεια του προϋπολογισμού και του αυτόματου συστήματος πρόσμιξης νερού που δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να ρυθμίσει τη θερμοκρασία του νερού με ακρίβεια βασισμένος σε αριθμητική ένδειξη και όχι στη αίσθηση της αφής.

Πιο κάτω φαίνεται γραφικά η διαφορά για διάφορες ποσότητες νερού.



Kwh/P max: Μέγιστη κατανάλωση ανά άτομο 160 λίτρα

P1: 145 λίτρα

P2: 130 λίτρα

P3: 115 λίτρα

P4: 100 λίτρα

Kwh/P min: Ελάχιστη κατανάλωση ανά άτομο 90 λίτρα

Ισχύει όπως και πριν ότι η θερμοκρασία νερού παροχής είναι στους 15C°

Τα δεδομένα σε μορφή πίνακα:

	160L	145L	130L	115L	100L	90L
C°	Kwh/P max	P1	P2	P3	P4	Kwh/P min
30	2,771566598	2,511732229	2,251897861	1,992063492	1,732229124	1,559006211
35	3,680503145	3,335455975	2,990408805	2,645361635	2,300314465	2,070283019
40	4,591208791	4,160782967	3,730357143	3,299931319	2,869505495	2,582554945
45	5,497807018	4,98238761	4,466968202	3,951548794	3,436129386	3,092516447

Πιο πάνω φαίνεται ότι το ενεργειακό φάσμα για την ημερήσια κατανάλωση κυμαίνετε από 1,55Kwh μέχρι 5,49 Kwh ανά άτομο. Οικονομικά αυτό μπορεί να σημάνει διάφορα μέχρι και 3,94 Kwh ανά άτομο ημερησίως ή 0,404€ ανά

άτομο ημερησίως. Για 120 μέρες είναι 48,48€ ανά άτομο το χειμερινό τετράμηνο. Για μια πενταμελή οικογένεια έχουμε 242,4€

Πιο εκτενή δεδομένα αλλά και γραφικές παραστάσεις σχετικά με τα πιο πάνω παρατίθεται στο παράρτημα Γ (Πινάκες Χρήσης)

Εξοικονόμηση ενεργείας με αυξημένη χρήση ηλιακής ενέργειας γίνεται με τη βοήθεια του αυτόματου συστήματος πρόσμιξης νερού που χρησιμοποιεί το νερό που βρίσκετε στον ηλιακό θερμοσίφωνα ακόμα και ως κρύο νερό παροχής μειώνοντας έτσι τη ποσότητα του ζεστού νερού που χρειάζεται για τη παραγωγή του νερού χρήσης και κατά συνέπια τη ενέργεια που απαιτείτε για αυτό.

Βιβλιογραφία

https://www.arduino.cc

http://ir.knust.edu.gh/bitstream/123456789/4531/1/FINAL%20THESIS%20OWURA%20KOFI%20AMOABENG.pdf

http://www.ihea.org.au/files/HospEng_Autum_2007Harry_Barron.pdf

http://www.education.vic.gov.au/Documents/school/principals/infrastructure/c5hotwaterinschoo.pdf

http://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2011final/McCarterR_2011.pdf

http://www.ext.colostate.edu/pubs/consumer/10627.html

http://energy.gov/energysaver/articles/sizing-new-water-heater

http://www.cres.gr/greenbuilding/PDF/prend/set3/WI_11_TC-approval_version_prEN_15316-3-1_Domestic_hot_water-Characterization_of_needs.pdf

http://www.revisionenergy.com/solar-thermal-calculator.php

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDcQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.retscreen.net%2Fdownload.php%2Fang%2F120%2F0%2FTextbook_SWH.pdf&ei=uXa2VM7bGIqrU-23gsAN&usg=AFQjCNHQvQzGOzZI9DydoC4_ilQtFwli1Q&sig2=IW3qo3jEE7BN6rTorktTlg&bvm=bv.83640239,d.d24

http://www.value-chains.org/dyn/bds/docs/768/Etude_solaire_en_Part3.pdf

https://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/33211.pdf

http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/solarge_european_best_practice_catalogue_english.pdf

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0CD0QFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F1424-8220%2F8%2F2%2F1252%2Fpdf&ei=MXi2VIbRJsqrU7yShNAH&usg=AFQjCNHi0Id2XDVRfaIsHIUFImYXGDq-0A&sig2=NjqjZ-4FS4kLuuwJIbox8A&bvm=bv.83640239,d.d24

Experimental Thermodynamics: Calorimetry of non-reacting systems JP McCullough, DW Scott - 1968 - Plenum Press

Heat and thermodynamics JK Roberts, AR Miller - 1951 - JSTOR

Concepts of thermodynamics EF Obert - 1960 - McGraw-Hill

Embedded Systems: Real-time Interfacing to ARM Cortex-M Microcontroller JW Valvano - 2012 - Jonathan W. Valvano

Microcontrollers Fundamentals for Engineers And Scientists (Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems) SF Barret, DJ Pack - 2006 - Morgan and Claypool Publisher, …

http://www.amazon.com/Electric-Controller-Anywhere-Automation-Smartphones/dp/B00O3UBOMG

http://www.amazon.com/Intermatic-EH40-240-Volt-Electronic-Heater/dp/B000NCYPOM/ref=pd_sim_sbs_60_2?ie=UTF8&dpID=41Kyyl4u3pL&dpSrc=sims&preST=_AC_UL160_SR160%2C160_&refRID=0YPKXD96K4CFCSVK5F00

http://www.amazon.com/Honeywell-TI040-7-Day-Programmable-Timer/dp/B001QFZ3XW/ref=pd_sim_sbs_60_8?ie=UTF8&dpID=41f33XcJ1nL&dpSrc=sims&preST=_AC_UL160_SR122%2C160_&refRID=0YPKXD96K4CFCSVK5F00

www.engineeringtoolbox.com

Παραρτήματα

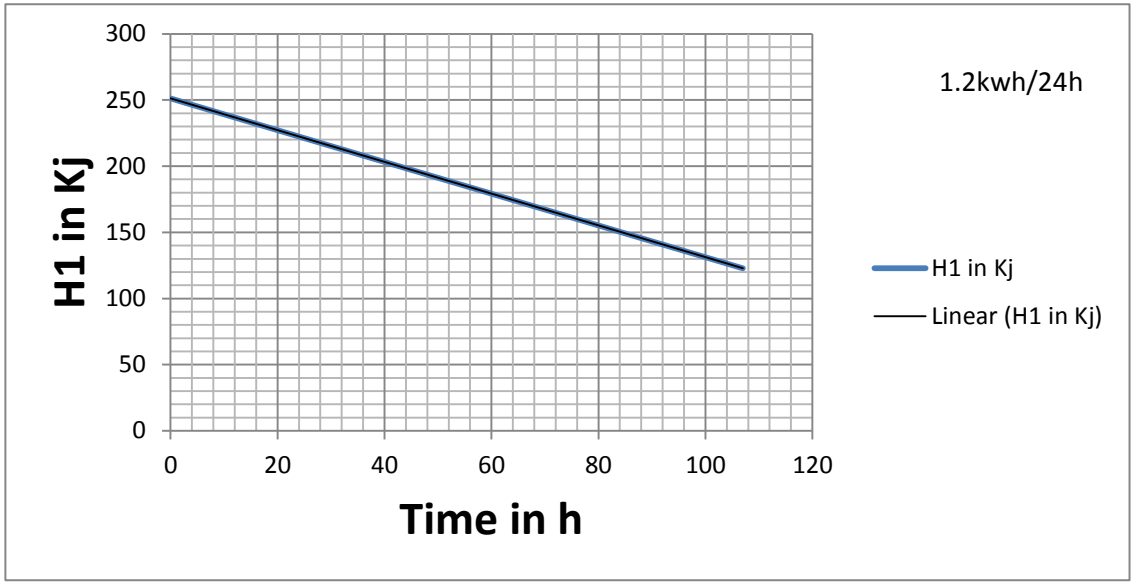
Παράρτημα Α

Θερμικές απώλειες ως προς το χρόνο

1.2kwh/24h

Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
0	251.2	60.00956
1	250	59.72289
2	248.8	59.43622
3	247.6	59.14956
4	246.4001	58.86289
5	245.2001	58.57622
6	244.0001	58.28956
7	242.8001	58.00289
8	241.6001	57.71622
9	240.4001	57.42956
10	239.2001	57.14289
11	238.0001	56.85622
12	236.8002	56.56956
13	235.6002	56.28289
14	234.4002	55.99622
15	233.2002	55.70956
16	232.0002	55.42289
17	230.8002	55.13622
18	229.6002	54.84956
19	228.4003	54.56289
20	227.2003	54.27622
21	226.0003	53.98956
22	224.8003	53.70289
23	223.6003	53.41622
24	222.4003	53.12956
25	221.2003	52.84289
26	220.0003	52.55622
27	218.8004	52.26956
28	217.6004	51.98289
29	216.4004	51.69622
30	215.2004	51.40956

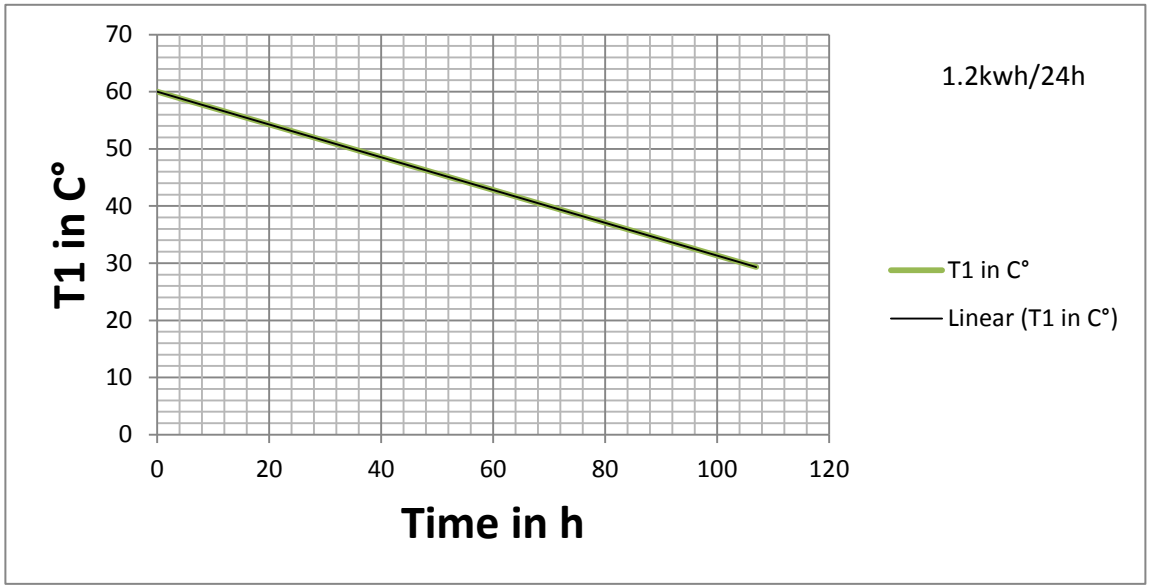
Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
31	214.0004	51.12289
32	212.8004	50.83622
33	211.6004	50.54956
34	210.4005	50.26289
35	209.2005	49.97622
36	208.0005	49.68956
37	206.8005	49.40289
38	205.6005	49.11622
39	204.4005	48.82956
40	203.2005	48.54289
41	202.0005	48.25622
42	200.8006	47.96956
43	199.6006	47.68289
44	198.4006	47.39622
45	197.2006	47.10956
46	196.0006	46.82289
47	194.8006	46.53622
48	193.6006	46.24956
49	192.4007	45.96289
50	191.2007	45.67622
51	190.0007	45.38956
52	188.8007	45.10289
53	187.6007	44.81622
54	186.4007	44.52956
55	185.2007	44.24289
56	184.0007	43.95622
57	182.8008	43.66956
58	181.6008	43.38289
59	180.4008	43.09622
60	179.2008	42.80956
61	178.0008	42.52289



1.2kwh/24h

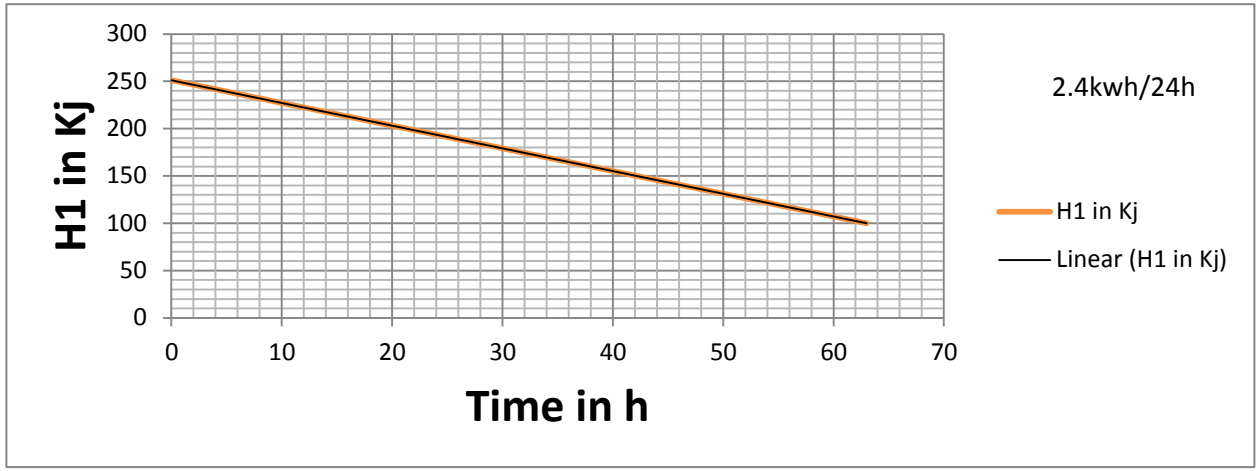
Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
62	176.8008	42.23622
63	175.6008	41.94956
64	174.4009	41.66289
65	173.2009	41.37622
66	172.0009	41.08956
67	170.8009	40.80289
68	169.6009	40.51622
69	168.4009	40.22956
70	167.2009	39.94289
71	166.0009	39.65622
72	164.801	39.36956
73	163.601	39.08289
74	162.401	38.79622
75	161.201	38.50956
76	160.001	38.22289
77	158.801	37.93622
78	157.601	37.64956
79	156.4011	37.36289
80	155.2011	37.07622
81	154.0011	36.78956
82	152.8011	36.50289
83	151.6011	36.21622
84	150.4011	35.92956
85	149.2011	35.64289
86	148.0011	35.35622
87	146.8012	35.06956
88	145.6012	34.78289
89	144.4012	34.49622
90	143.2012	34.20956
91	142.0012	33.92289
92	140.8012	33.63622

Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
93	139.6012	33.34956
94	138.4013	33.06289
95	137.2013	32.77622
96	136.0013	32.48956
97	134.8013	32.20289
98	133.6013	31.91622
99	132.4013	31.62956
100	131.2013	31.34289
101	130.0013	31.05622
102	128.8014	30.76956
103	127.6014	30.48289
104	126.4014	30.19622
105	125.2014	29.90956
106	124.0014	29.62289
107	122.8014	29.33622



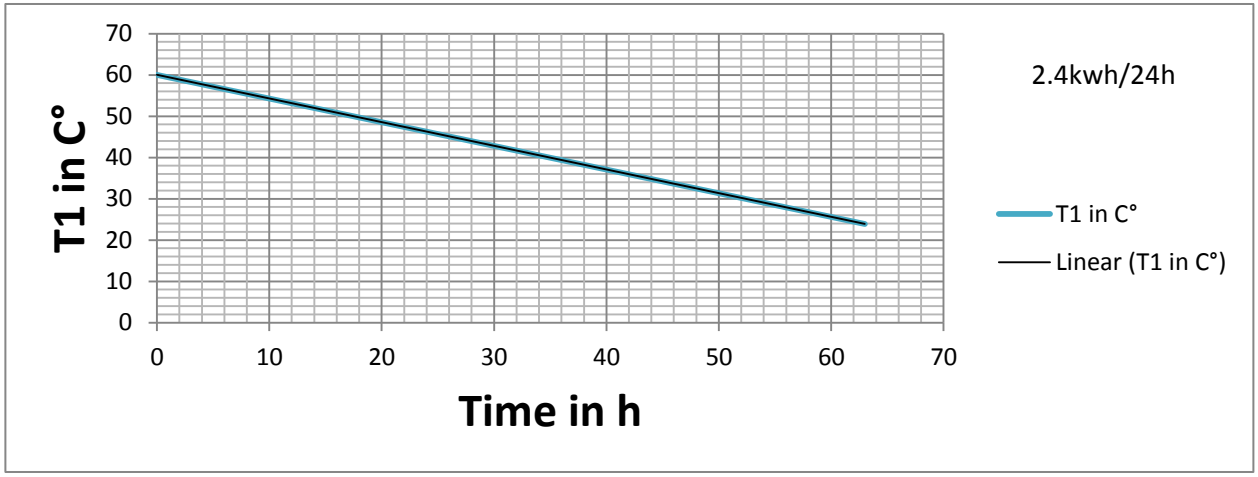
2.4kwh/24h

Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
0	251.2	60.00956
1	248.8	59.43622
2	246.4001	58.86289
3	244.0001	58.28956
4	241.6001	57.71622
5	239.2001	57.14289
6	236.8002	56.56956
7	234.4002	55.99622
8	232.0002	55.42289
9	229.6002	54.84956
10	227.2003	54.27622
11	224.8003	53.70289
12	222.4003	53.12956
13	220.0003	52.55622
14	217.6004	51.98289
15	215.2004	51.40956
16	212.8004	50.83622
17	210.4005	50.26289
18	208.0005	49.68956
19	205.6005	49.11622
20	203.2005	48.54289
21	200.8006	47.96956
22	198.4006	47.39622
23	196.0006	46.82289
24	193.6006	46.24956
25	191.2007	45.67622
26	188.8007	45.10289
27	186.4007	44.52956
28	184.0007	43.95622
29	181.6008	43.38289
30	179.2008	42.80956
31	176.8008	42.23622



2.4kwh/24h

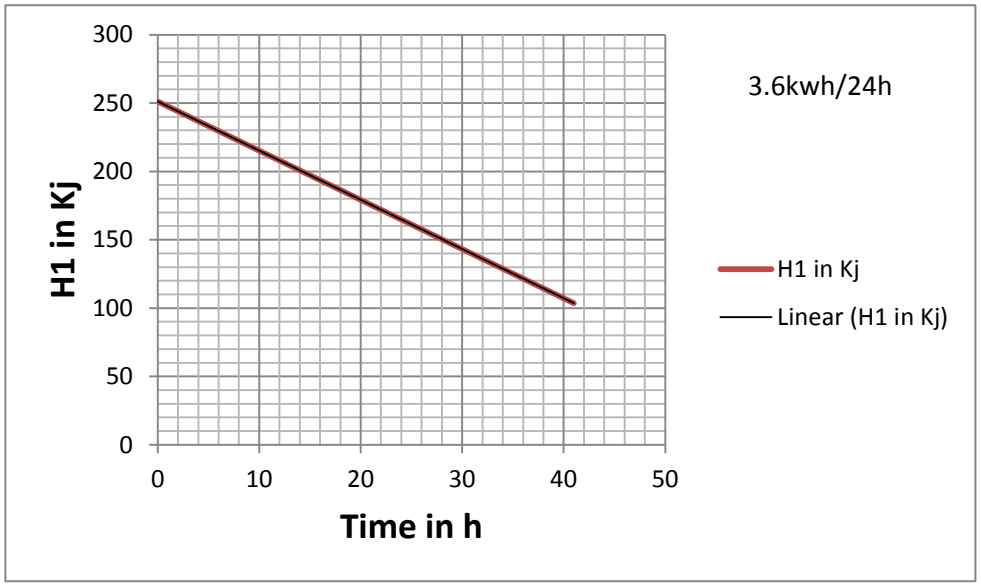
Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
32	174.4009	41.66289
33	172.0009	41.08956
34	169.6009	40.51622
35	167.2009	39.94289
36	164.801	39.36956
37	162.401	38.79622
38	160.001	38.22289
39	157.601	37.64956
40	155.2011	37.07622
41	152.8011	36.50289
42	150.4011	35.92956
43	148.0011	35.35622
44	145.6012	34.78289
45	143.2012	34.20956
46	140.8012	33.63622
47	138.4013	33.06289
48	136.0013	32.48956
49	133.6013	31.91622
50	131.2013	31.34289
51	128.8014	30.76956
52	126.4014	30.19622
53	124.0014	29.62289
54	121.6014	29.04956
55	119.2015	28.47622
56	116.8015	27.90289
57	114.4015	27.32956
58	112.0015	26.75622
59	109.6016	26.18289
60	107.2016	25.60956
61	104.8016	25.03622
62	102.4017	24.46289
63	100.0017	23.88956

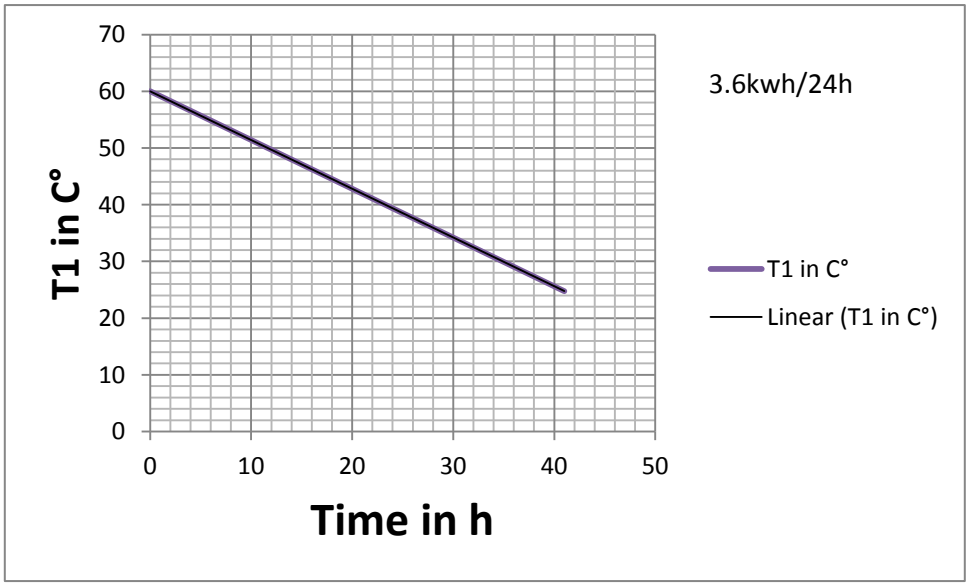


3.6kwh/24h

Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
0	251.2	60.00956
1	247.6	59.14956
2	244.0001	58.28956
3	240.4001	57.42956
4	236.8002	56.56956
5	233.2002	55.70956
6	229.6002	54.84956
7	226.0003	53.98956
8	222.4003	53.12956
9	218.8004	52.26956
10	215.2004	51.40956
11	211.6004	50.54956
12	208.0005	49.68956
13	204.4005	48.82956
14	200.8006	47.96956
15	197.2006	47.10956
16	193.6006	46.24956
17	190.0007	45.38956
18	186.4007	44.52956
19	182.8008	43.66956
20	179.2008	42.80956
21	175.6008	41.94956
22	172.0009	41.08956
23	168.4009	40.22956
24	164.801	39.36956
25	161.201	38.50956
26	157.601	37.64956
27	154.0011	36.78956
28	150.4011	35.92956
29	146.8012	35.06956
30	143.2012	34.20956

Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
31	139.6012	33.34956
32	136.0013	32.48956
33	132.4013	31.62956
34	128.8014	30.76956
35	125.2014	29.90956
36	121.6014	29.04956
37	118.0015	28.18956
38	114.4015	27.32956
39	110.8016	26.46956
40	107.2016	25.60956
41	103.6016	24.74956





Παράρτημα Β

Σύγκριση απωλειών ενέργειας σε σχέση με τη κατανάλωση.

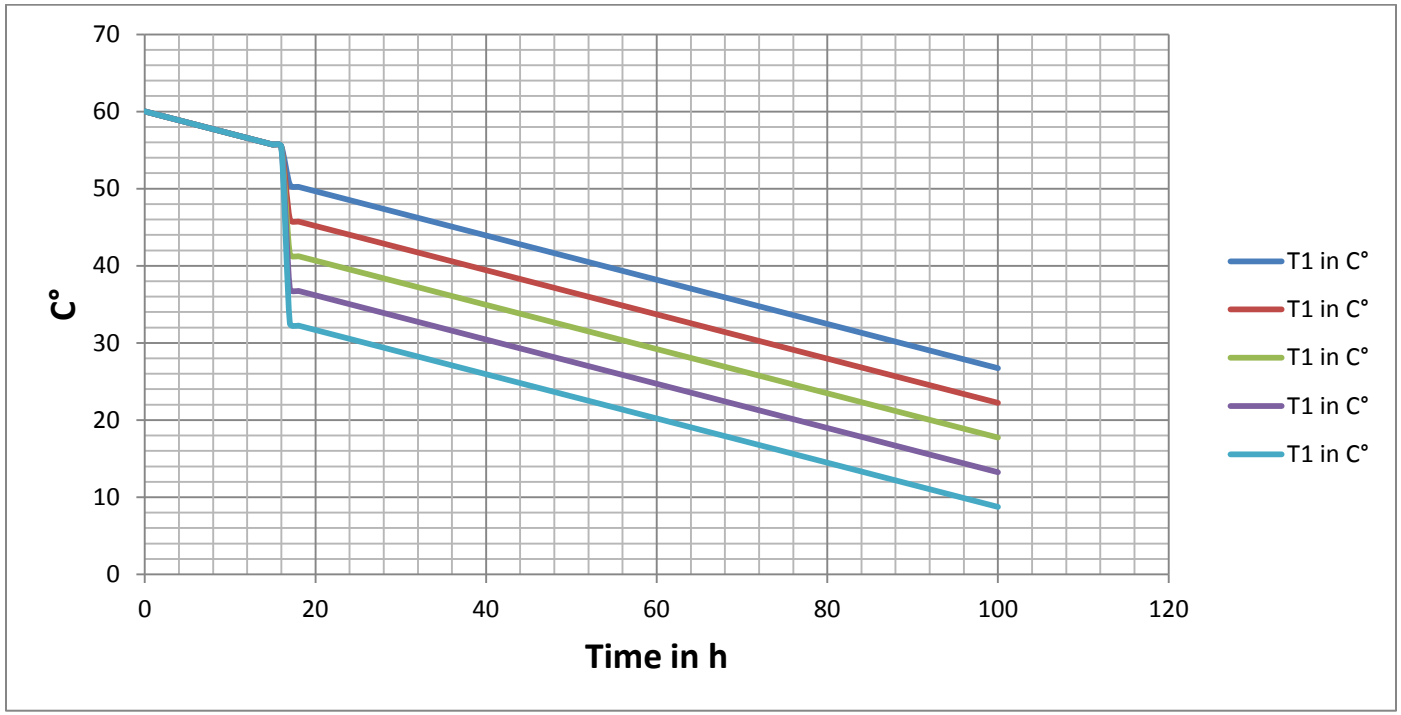
1.2kwh/24h

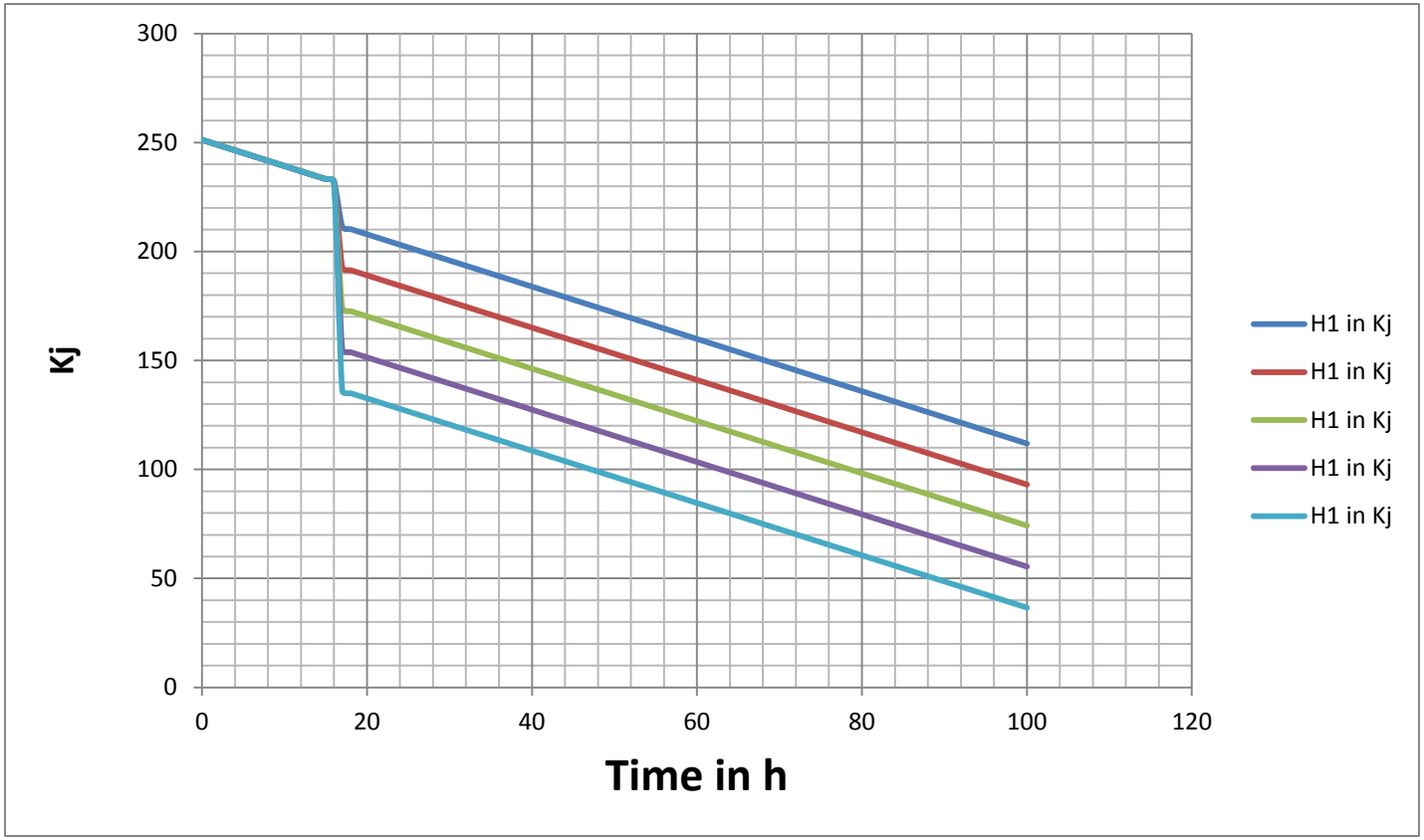
Time in h	H1 in Kj	T1 in C°	H1 in Kj	T1 in C°	H1 in Kj	T1 in C°	H1 in Kj	T1 in C°	H1 in Kj	T1 in C°
0	251.2	60.00956	251.2	60.00956	251.2	60.00956	251.2	60.00956	251.2	60.00956
1	250	59.72289	250	59.72289	250	59.72289	250	59.72289	250	59.72289
2	248.8	59.43622	248.8	59.43622	248.8	59.43622	248.8	59.43622	248.8	59.43622
3	247.6	59.14956	247.6	59.14956	247.6	59.14956	247.6	59.14956	247.6	59.14956
4	246.4001	58.86289	246.4001	58.86289	246.4001	58.86289	246.4001	58.86289	246.4001	58.86289
5	245.2001	58.57622	245.2001	58.57622	245.2001	58.57622	245.2001	58.57622	245.2001	58.57622
6	244.0001	58.28956	244.0001	58.28956	244.0001	58.28956	244.0001	58.28956	244.0001	58.28956
7	242.8001	58.00289	242.8001	58.00289	242.8001	58.00289	242.8001	58.00289	242.8001	58.00289
8	241.6001	57.71622	241.6001	57.71622	241.6001	57.71622	241.6001	57.71622	241.6001	57.71622
9	240.4001	57.42956	240.4001	57.42956	240.4001	57.42956	240.4001	57.42956	240.4001	57.42956
10	239.2001	57.14289	239.2001	57.14289	239.2001	57.14289	239.2001	57.14289	239.2001	57.14289
11	238.0001	56.85622	238.0001	56.85622	238.0001	56.85622	238.0001	56.85622	238.0001	56.85622
12	236.8002	56.56956	236.8002	56.56956	236.8002	56.56956	236.8002	56.56956	236.8002	56.56956
13	235.6002	56.28289	235.6002	56.28289	235.6002	56.28289	235.6002	56.28289	235.6002	56.28289
14	234.4002	55.99622	234.4002	55.99622	234.4002	55.99622	234.4002	55.99622	234.4002	55.99622
15	233.2002	55.70956	233.2002	55.70956	233.2002	55.70956	233.2002	55.70956	233.2002	55.70956
16	232.0002	55.42289	232.0002	55.42289	232.0002	55.42289	232.0002	55.42289	232.0002	55.42289
17	211.48	50.52078	192.66	46.02484	173.84	41.52891	155.02	37.03297	136.2	32.53703
18	210.28	50.23412	191.46	45.73818	172.64	41.24224	153.82	36.7463	135	32.25036
19	209.08	49.94745	190.26	45.45151	171.44	40.95557	152.62	36.45963	133.8	31.96369
20	207.88	49.66078	189.06	45.16484	170.24	40.66891	151.42	36.17297	132.6	31.67703
21	206.6801	49.37412	187.8601	44.87818	169.0401	40.38224	150.2201	35.8863	131.4001	31.39036
22	205.4801	49.08745	186.6601	44.59151	167.8401	40.09557	149.0201	35.59963	130.2001	31.10369
23	204.2801	48.80078	185.4601	44.30484	166.6401	39.80891	147.8201	35.31297	129.0001	30.81703
24	203.0801	48.51412	184.2601	44.01818	165.4401	39.52224	146.6201	35.0263	127.8001	30.53036
25	201.8801	48.22745	183.0601	43.73151	164.2401	39.23557	145.4201	34.73963	126.6001	30.24369
26	200.6801	47.94078	181.8601	43.44484	163.0401	38.94891	144.2201	34.45297	125.4001	29.95703
27	199.4801	47.65412	180.6601	43.15818	161.8401	38.66224	143.0201	34.1663	124.2001	29.67036
28	198.2801	47.36745	179.4601	42.87151	160.6401	38.37557	141.8201	33.87963	123.0001	29.38369
29	197.0802	47.08078	178.2602	42.58484	159.4402	38.08891	140.6202	33.59297	121.8002	29.09703

30	195.8802	46.79412	177.0602	42.29818	158.2402	37.80224	139.4202	33.3063	120.6002	28.81036
31	194.6802	46.50745	175.8602	42.01151	157.0402	37.51557	138.2202	33.01963	119.4002	28.52369
32	193.4802	46.22078	174.6602	41.72484	155.8402	37.22891	137.0202	32.73297	118.2002	28.23703
33	192.2802	45.93412	173.4602	41.43818	154.6402	36.94224	135.8202	32.4463	117.0002	27.95036
34	191.0802	45.64745	172.2602	41.15151	153.4402	36.65557	134.6202	32.15963	115.8002	27.66369
35	189.8802	45.36078	171.0602	40.86484	152.2402	36.36891	133.4202	31.87297	114.6002	27.37703
36	188.6803	45.07412	169.8603	40.57818	151.0403	36.08224	132.2203	31.5863	113.4003	27.09036
37	187.4803	44.78745	168.6603	40.29151	149.8403	35.79557	131.0203	31.29963	112.2003	26.80369
38	186.2803	44.50078	167.4603	40.00484	148.6403	35.50891	129.8203	31.01297	111.0003	26.51703
39	185.0803	44.21412	166.2603	39.71818	147.4403	35.22224	128.6203	30.7263	109.8003	26.23036
40	183.8803	43.92745	165.0603	39.43151	146.2403	34.93557	127.4203	30.43963	108.6003	25.94369
41	182.6803	43.64078	163.8603	39.14484	145.0403	34.64891	126.2203	30.15297	107.4003	25.65703
42	181.4803	43.35412	162.6603	38.85818	143.8403	34.36224	125.0203	29.8663	106.2003	25.37036
43	180.2803	43.06745	161.4603	38.57151	142.6403	34.07557	123.8203	29.57963	105.0003	25.08369
44	179.0804	42.78078	160.2604	38.28484	141.4404	33.78891	122.6204	29.29297	103.8004	24.79703
45	177.8804	42.49412	159.0604	37.99818	140.2404	33.50224	121.4204	29.0063	102.6004	24.51036
46	176.6804	42.20745	157.8604	37.71151	139.0404	33.21557	120.2204	28.71963	101.4004	24.22369
47	175.4804	41.92078	156.6604	37.42484	137.8404	32.92891	119.0204	28.43297	100.2004	23.93703
48	174.2804	41.63412	155.4604	37.13818	136.6404	32.64224	117.8204	28.1463	99.00041	23.65036
49	173.0804	41.34745	154.2604	36.85151	135.4404	32.35557	116.6204	27.85963	97.80043	23.36369
50	171.8804	41.06078	153.0604	36.56484	134.2404	32.06891	115.4204	27.57297	96.60044	23.07703
51	170.6805	40.77412	151.8605	36.27818	133.0405	31.78224	114.2205	27.2863	95.40045	22.79036
52	169.4805	40.48745	150.6605	35.99151	131.8405	31.49557	113.0205	26.99963	94.20047	22.50369
53	168.2805	40.20078	149.4605	35.70484	130.6405	31.20891	111.8205	26.71297	93.00048	22.21703
54	167.0805	39.91412	148.2605	35.41818	129.4405	30.92224	110.6205	26.4263	91.80049	21.93036
55	165.8805	39.62745	147.0605	35.13151	128.2405	30.63557	109.4205	26.13963	90.60051	21.64369
56	164.6805	39.34078	145.8605	34.84484	127.0405	30.34891	108.2205	25.85297	89.40052	21.35703
57	163.4805	39.05412	144.6605	34.55818	125.8405	30.06224	107.0205	25.5663	88.20053	21.07036
58	162.2805	38.76745	143.4605	34.27151	124.6405	29.77557	105.8205	25.27963	87.00055	20.78369
59	161.0806	38.48078	142.2606	33.98484	123.4406	29.48891	104.6206	24.99297	85.80056	20.49703
60	159.8806	38.19412	141.0606	33.69818	122.2406	29.20224	103.4206	24.7063	84.60057	20.21036
61	158.6806	37.90745	139.8606	33.41151	121.0406	28.91557	102.2206	24.41963	83.40059	19.92369
62	157.4806	37.62078	138.6606	33.12484	119.8406	28.62891	101.0206	24.13297	82.2006	19.63703

63	156.2806	37.33412	137.4606	32.83818	118.6406	28.34224	99.82061	23.8463	81.00061	19.35036
64	155.0806	37.04745	136.2606	32.55151	117.4406	28.05557	98.62063	23.55963	79.80063	19.06369
65	153.8806	36.76078	135.0606	32.26484	116.2406	27.76891	97.42064	23.27297	78.60064	18.77703
66	152.6807	36.47412	133.8607	31.97818	115.0407	27.48224	96.22065	22.9863	77.40065	18.49036
67	151.4807	36.18745	132.6607	31.69151	113.8407	27.19557	95.02067	22.69963	76.20067	18.20369
68	150.2807	35.90078	131.4607	31.40484	112.6407	26.90891	93.82068	22.41297	75.00068	17.91703
69	149.0807	35.61412	130.2607	31.11818	111.4407	26.62224	92.62069	22.1263	73.80069	17.63036
70	147.8807	35.32745	129.0607	30.83151	110.2407	26.33557	91.42071	21.83963	72.60071	17.34369
71	146.6807	35.04078	127.8607	30.54484	109.0407	26.04891	90.22072	21.55297	71.40072	17.05703
72	145.4807	34.75412	126.6607	30.25818	107.8407	25.76224	89.02073	21.2663	70.20073	16.77036
73	144.2807	34.46745	125.4607	29.97151	106.6407	25.47557	87.82075	20.97963	69.00075	16.48369
74	143.0808	34.18078	124.2608	29.68484	105.4408	25.18891	86.62076	20.69297	67.80076	16.19703
75	141.8808	33.89412	123.0608	29.39818	104.2408	24.90224	85.42077	20.4063	66.60077	15.91036
76	140.6808	33.60745	121.8608	29.11151	103.0408	24.61557	84.22079	20.11963	65.40079	15.62369
77	139.4808	33.32078	120.6608	28.82484	101.8408	24.32891	83.0208	19.83297	64.2008	15.33703
78	138.2808	33.03412	119.4608	28.53818	100.6408	24.04224	81.82081	19.5463	63.00081	15.05036
79	137.0808	32.74745	118.2608	28.25151	99.44083	23.75557	80.62083	19.25963	61.80083	14.76369
80	135.8808	32.46078	117.0608	27.96484	98.24084	23.46891	79.42084	18.97297	60.60084	14.47703
81	134.6809	32.17412	115.8609	27.67818	97.04085	23.18224	78.22085	18.6863	59.40085	14.19036
82	133.4809	31.88745	114.6609	27.39151	95.84087	22.89557	77.02087	18.39963	58.20087	13.90369
83	132.2809	31.60078	113.4609	27.10484	94.64088	22.60891	75.82088	18.11297	57.00088	13.61703
84	131.0809	31.31412	112.2609	26.81818	93.44089	22.32224	74.62089	17.8263	55.80089	13.33036
85	129.8809	31.02745	111.0609	26.53151	92.24091	22.03557	73.42091	17.53963	54.60091	13.04369
86	128.6809	30.74078	109.8609	26.24484	91.04092	21.74891	72.22092	17.25297	53.40092	12.75703
87	127.4809	30.45412	108.6609	25.95818	89.84093	21.46224	71.02093	16.9663	52.20093	12.47036
88	126.2809	30.16745	107.4609	25.67151	88.64095	21.17557	69.82095	16.67963	51.00095	12.18369
89	125.081	29.88078	106.261	25.38484	87.44096	20.88891	68.62096	16.39297	49.80096	11.89703
90	123.881	29.59412	105.061	25.09818	86.24097	20.60224	67.42097	16.1063	48.60097	11.61036
91	122.681	29.30745	103.861	24.81151	85.04099	20.31557	66.22099	15.81963	47.40099	11.32369
92	121.481	29.02078	102.661	24.52484	83.841	20.02891	65.021	15.53297	46.201	11.03703
93	120.281	28.73412	101.461	24.23818	82.64101	19.74224	63.82101	15.2463	45.00101	10.75036
94	119.081	28.44745	100.261	23.95151	81.44103	19.45557	62.62103	14.95963	43.80103	10.46369
95	117.881	28.16078	99.06104	23.66484	80.24104	19.16891	61.42104	14.67297	42.60104	10.17703

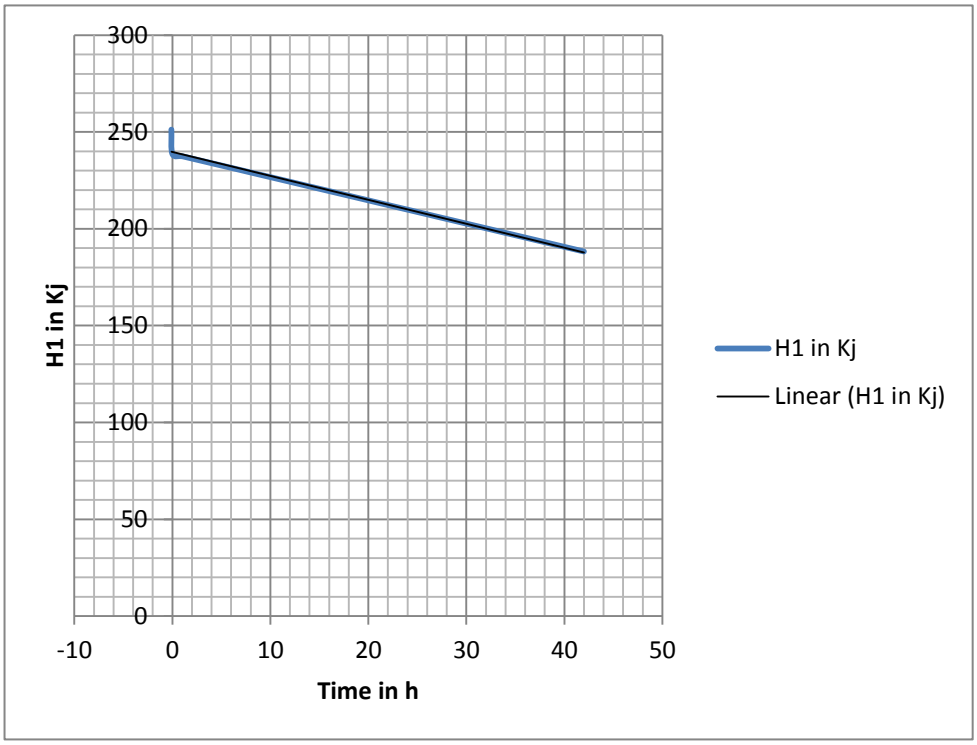
96	116.6811	27.87412	97.86105	23.37818	79.04105	18.88224	60.22105	14.3863	41.40105	9.890362
97	115.4811	27.58745	96.66107	23.09151	77.84107	18.59557	59.02107	14.09963	40.20107	9.603695
98	114.2811	27.30078	95.46108	22.80484	76.64108	18.30891	57.82108	13.81297	39.00108	9.317028
99	113.0811	27.01412	94.26109	22.51818	75.44109	18.02224	56.62109	13.5263	37.80109	9.030362
100	111.8811	26.72745	93.06111	22.23151	74.24111	17.73557	55.42111	13.23963	36.60111	8.743695

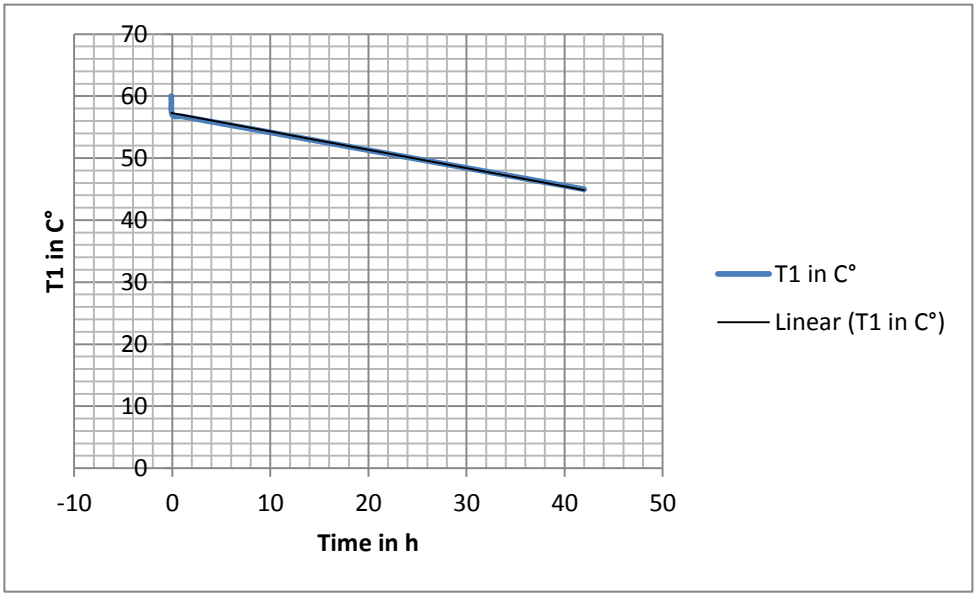



300
250
200
150
100
50
0
Kj
0
20
40
60
80
100
120
Time in h
H1 in Kj
H1 in Kj
H1 in Kj
H1 in Kj
H1 in Kj

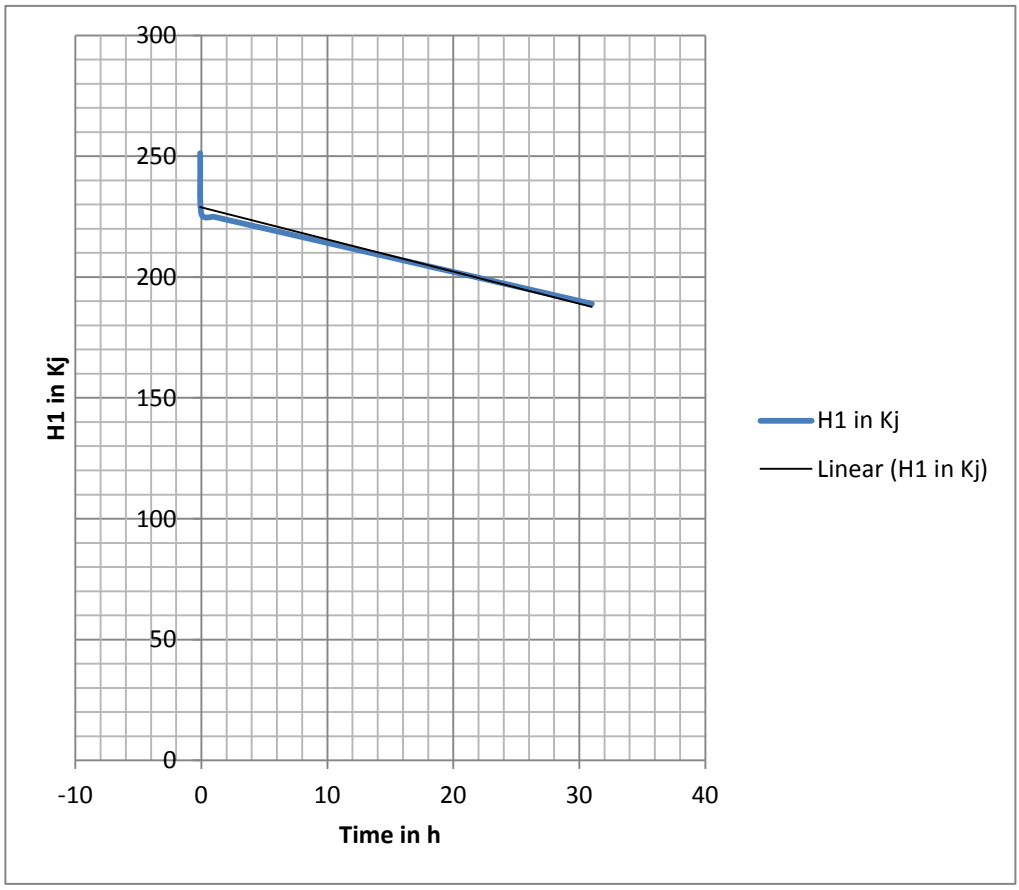
USE VS LOSS

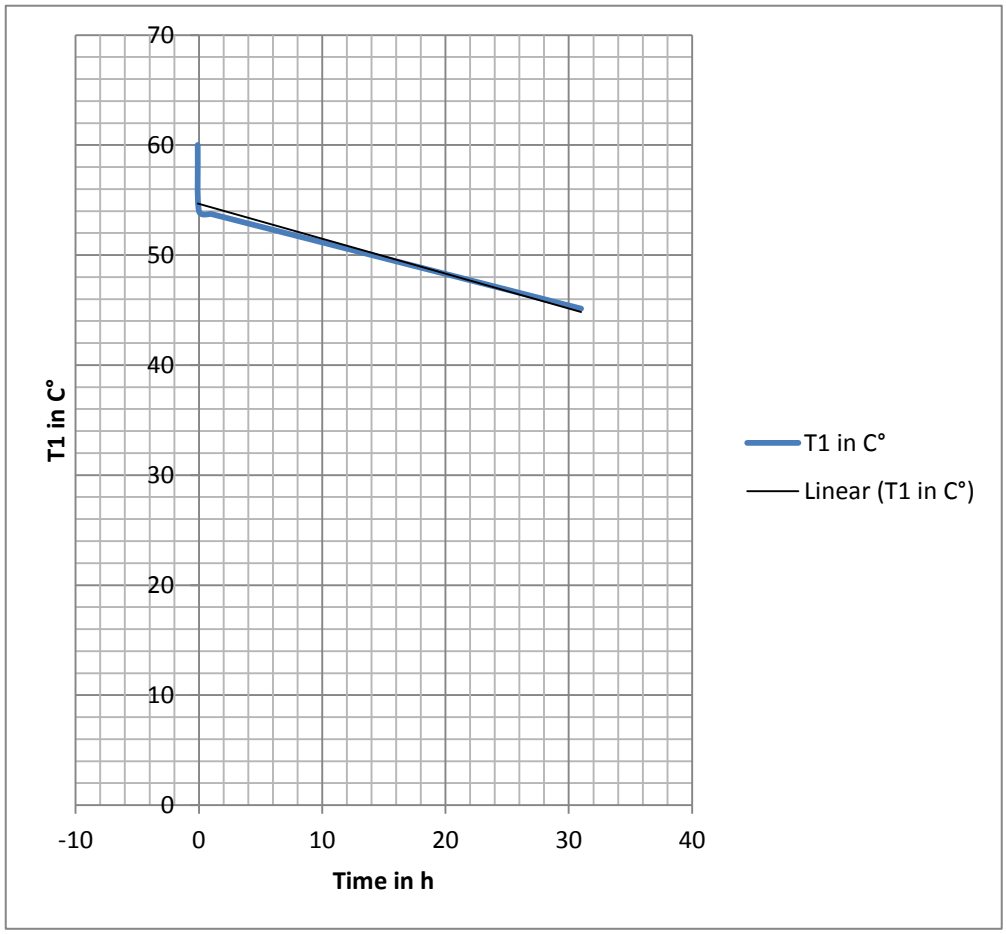
Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
-0.1	251.2	60.00956
0	238.66	57.01386
1	237.46	56.72719
2	236.26	56.44052
3	235.06	56.15386
4	233.8601	55.86719
5	232.6601	55.58052
6	231.4601	55.29386
7	230.2601	55.00719
8	229.0601	54.72052
9	227.8601	54.43386
10	226.6601	54.14719
11	225.4601	53.86052
12	224.2602	53.57386
13	223.0602	53.28719
14	221.8602	53.00052
15	220.6602	52.71386
16	219.4602	52.42719
17	218.2602	52.14052
18	217.0602	51.85386
19	215.8603	51.56719
20	214.6603	51.28052
21	213.4603	50.99386
22	212.2603	50.70719
23	211.0603	50.42052
24	209.8603	50.13386
25	208.6603	49.84719
26	207.4603	49.56052
27	206.2604	49.27386
28	205.0604	48.98719
29	203.8604	48.70052
30	202.6604	48.41386
31	201.4604	48.12719
32	200.2604	47.84052
33	199.0604	47.55386
34	197.8605	47.26719
35	196.6605	46.98052
36	195.4605	46.69386
37	194.2605	46.40719
38	193.0605	46.12052
39	191.8605	45.83386
40	190.6605	45.54719
41	189.4605	45.26052
42	188.2606	44.97386



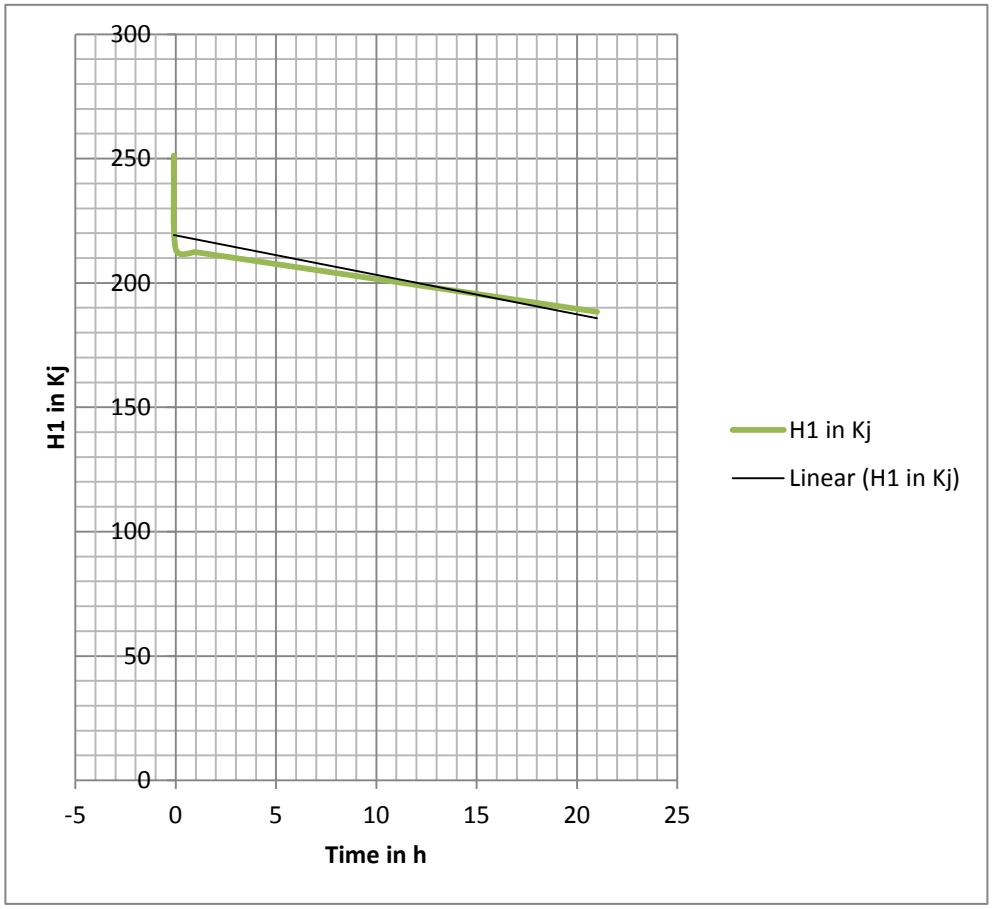


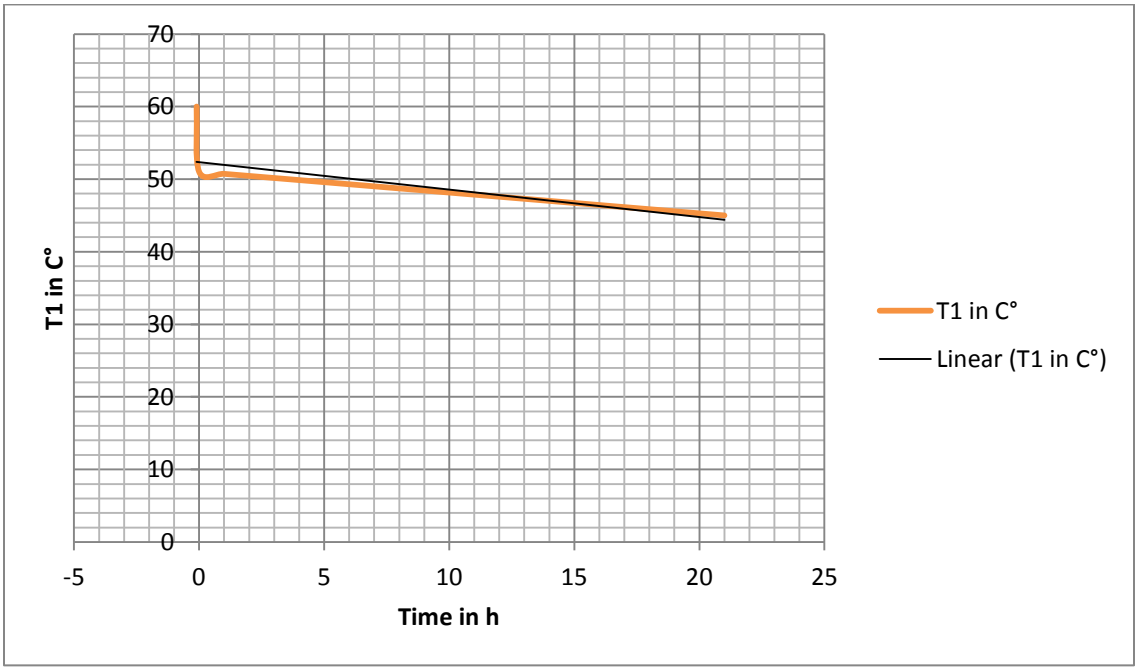
Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
-0.1	251.2	60.00956
0	226.12	54.01816
1	224.92	53.73149
2	223.72	53.44482
3	222.52	53.15816
4	221.3201	52.87149
5	220.1201	52.58482
6	218.9201	52.29816
7	217.7201	52.01149
8	216.5201	51.72482
9	215.3201	51.43816
10	214.1201	51.15149
11	212.9201	50.86482
12	211.7202	50.57816
13	210.5202	50.29149
14	209.3202	50.00482
15	208.1202	49.71816
16	206.9202	49.43149
17	205.7202	49.14482
18	204.5202	48.85816
19	203.3203	48.57149
20	202.1203	48.28482
21	200.9203	47.99816
22	199.7203	47.71149
23	198.5203	47.42482
24	197.3203	47.13816
25	196.1203	46.85149
26	194.9203	46.56482
27	193.7204	46.27816
28	192.5204	45.99149
29	191.3204	45.70482
30	190.1204	45.41816
31	188.9204	45.13149



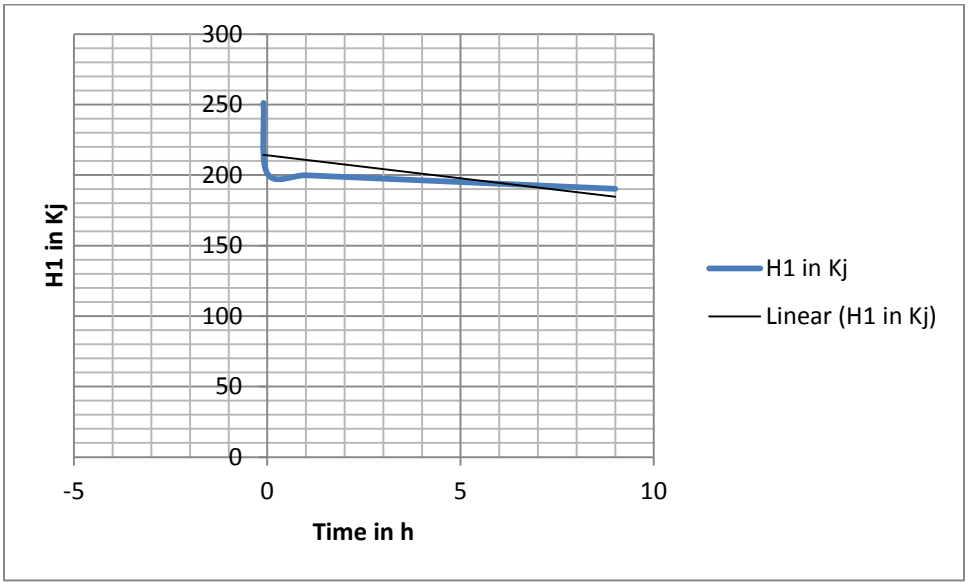


Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
-0.1	251.2	60.00956
0	213.58	51.02246
1	212.38	50.73579
2	211.18	50.44912
3	209.98	50.16246
4	208.7801	49.87579
5	207.5801	49.58912
6	206.3801	49.30246
7	205.1801	49.01579
8	203.9801	48.72912
9	202.7801	48.44246
10	201.5801	48.15579
11	200.3801	47.86912
12	199.1802	47.58246
13	197.9802	47.29579
14	196.7802	47.00912
15	195.5802	46.72246
16	194.3802	46.43579
17	193.1802	46.14912
18	191.9802	45.86246
19	190.7803	45.57579
20	189.5803	45.28912
21	188.3803	45.00246





Time in h	H1 in Kj	T1 in C°
-0.1	251.2	60.00956
0	201.04	48.02676
1	199.84	47.74009
2	198.64	47.45342
3	197.44	47.16676
4	196.2401	46.88009
5	195.0401	46.59342
6	193.8401	46.30676
7	192.6401	46.02009
8	191.4401	45.73342
9	190.2401	45.44676



Παράρτημα Γ

Πινάκες Χρήσης

Παραρτημα Γ

Πινάκες Χρήσης

Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
1	60,00956	251,2	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,333510497	251,2	0	0
2	59,90962	250,7817	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,334253678	251,2	62,75	0,0174306
3	59,80968	250,3633	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,335000178	251,2	125,5	0,0348611
4	59,70975	249,945	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,33575002	251,2	188,25	0,0522917
5	59,60981	249,5267	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,336503226	251,2	251	0,0697222
6	59,50987	249,1083	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,33725982	251,2	313,75	0,0871528
7	59,40994	248,69	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,338019823	251,2	376,5	0,1045833
8	59,31	248,2717	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,33878326	251,2	439,25	0,1220139
9	59,21007	247,8533	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,339550152	251,2	502	0,1394444
10	59,11013	247,435	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,340320525	251,2	564,75	0,156875
11	59,01019	247,0167	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,341094401	251,2	627,5	0,1743056
12	58,91026	246,5983	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,341871805	251,2	690,25	0,1917361
13	58,81032	246,18	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,34265276	251,2	753	0,2091667
14	58,71038	245,7617	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,343437292	251,2	815,75	0,2265972
15	58,61045	245,3433	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,344225424	251,2	878,5	0,2440278
16	58,51051	244,925	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,345017182	251,2	941,25	0,2614583
17	58,41057	244,5067	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,345812591	251,2	1004	0,2788889
18	58,31064	244,0883	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,346611675	251,2	1066,75	0,2963194
19	58,2107	243,67	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,347414461	251,2	1129,5	0,31375
20	58,11077	243,2517	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,348220975	251,2	1192,25	0,3311806

21	58,01083	242,8333	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,349031241	251,2	1255	0,3486111
22	57,91089	242,415	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,349845288	251,2	1317,75	0,3660417
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
23	57,81096	241,9967	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,35066314	251,2	1380,5	0,3834722
24	57,71102	241,5783	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,351484825	251,2	1443,25	0,4009028
25	57,61108	241,16	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,35231037	251,2	1506	0,4183333
26	57,51115	240,7417	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,353139802	251,2	1568,75	0,4357639
27	57,41121	240,3233	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,353973149	251,2	1631,5	0,4531944
28	57,31128	239,905	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,354810438	251,2	1694,25	0,470625
29	57,21134	239,4867	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,355651697	251,2	1757	0,4880556
30	57,1114	239,0683	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,356496956	251,2	1819,75	0,5054861
31	57,01147	238,65	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,357346241	251,2	1882,5	0,5229167
32	56,91153	238,2317	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,358199583	251,2	1945,25	0,5403472
33	56,81159	237,8133	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,35905701	251,2	2008	0,5577778
34	56,71166	237,395	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,359918552	251,2	2070,75	0,5752083
35	56,61172	236,9767	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,360784239	251,2	2133,5	0,5926389
36	56,51179	236,5583	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,361654099	251,2	2196,25	0,6100694
37	56,41185	236,14	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,362528165	251,2	2259	0,6275
38	56,31191	235,7217	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,363406465	251,2	2321,75	0,6449306
39	56,21198	235,3033	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,364289032	251,2	2384,5	0,6623611
40	56,11204	234,885	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,365175895	251,2	2447,25	0,6797917
41	56,0121	234,4667	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,366067088	251,2	2510	0,6972222
42	55,91217	234,0483	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,366962641	251,2	2572,75	0,7146528
43	55,81223	233,63	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,367862586	251,2	2635,5	0,7320833
44	55,71229	233,2117	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,368766957	251,2	2698,25	0,7495139
45	55,61236	232,7933	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,369675785	251,2	2761	0,7669444
46	55,51242	232,375	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,370589104	251,2	2823,75	0,784375

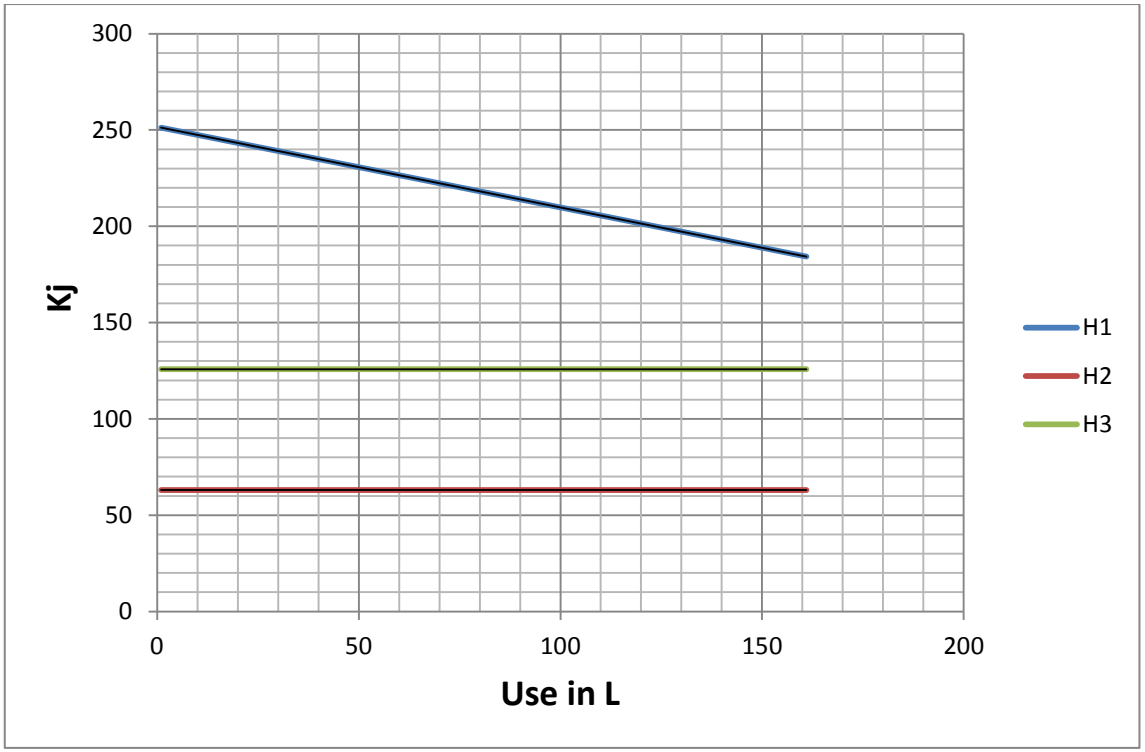
47	55,41249	231,9567	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,371506947	251,2	2886,5	0,8018056
48	55,31255	231,5383	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,372429347	251,2	2949,25	0,8192361
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
49	55,21261	231,12	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,37335634	251,2	3012	0,8366667
50	55,11268	230,7017	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,374287958	251,2	3074,75	0,8540972
51	55,01274	230,2833	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,375224238	251,2	3137,5	0,8715278
52	54,9128	229,865	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,376165213	251,2	3200,25	0,8889583
53	54,81287	229,4467	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,37711092	251,2	3263	0,9063889
54	54,71293	229,0283	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,378061394	251,2	3325,75	0,9238194
55	54,613	228,61	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,379016671	251,2	3388,5	0,94125
56	54,51306	228,1917	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,379976788	251,2	3451,25	0,9586806
57	54,41312	227,7733	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,380941781	251,2	3514	0,9761111
58	54,31319	227,355	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,381911689	251,2	3576,75	0,9935417
59	54,21325	226,9367	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,382886548	251,2	3639,5	1,0109722
60	54,11331	226,5183	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,383866396	251,2	3702,25	1,0284028
61	54,01338	226,1	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,384851273	251,2	3765	1,0458333
62	53,91344	225,6817	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,385841216	251,2	3827,75	1,0632639
63	53,81351	225,2633	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,386836265	251,2	3890,5	1,0806944
64	53,71357	224,845	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,38783646	251,2	3953,25	1,098125
65	53,61363	224,4267	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,38884184	251,2	4016	1,1155556
66	53,5137	224,0083	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,389852446	251,2	4078,75	1,1329861
67	53,41376	223,59	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,390868319	251,2	4141,5	1,1504167
68	53,31382	223,1717	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,391889501	251,2	4204,25	1,1678472
69	53,21389	222,7533	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,392916032	251,2	4267	1,1852778
70	53,11395	222,335	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,393947955	251,2	4329,75	1,2027083
71	53,01401	221,9167	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,394985313	251,2	4392,5	1,2201389
72	52,91408	221,4983	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,396028148	251,2	4455,25	1,2375694

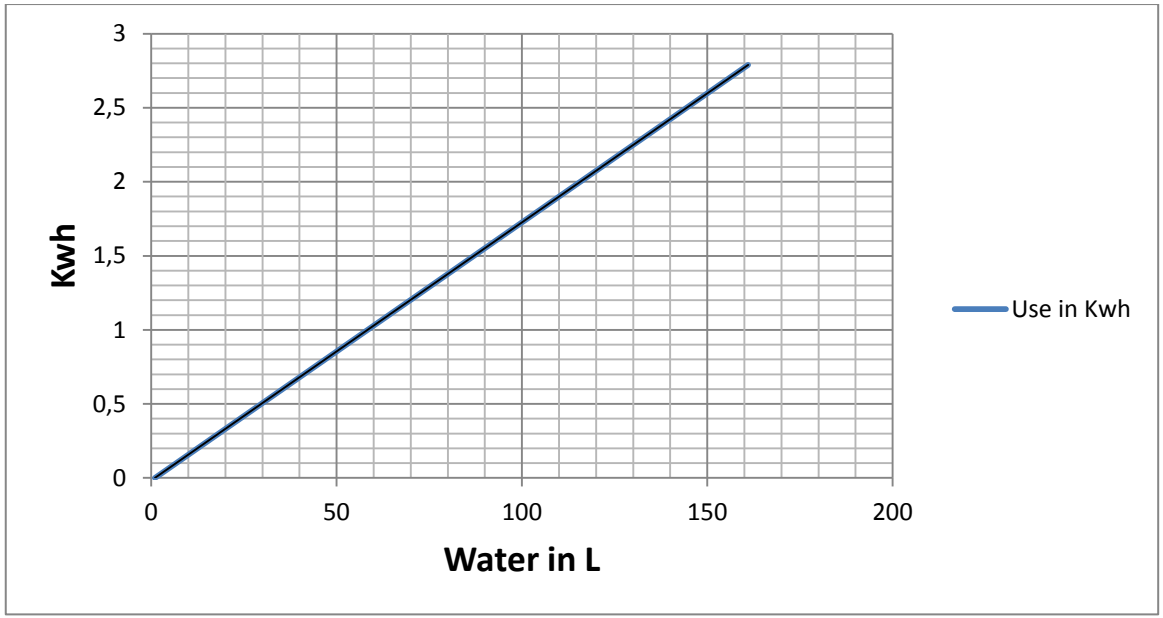
73	52,81414	221,08	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,397076504	251,2	4518	1,255
74	52,71421	220,6617	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,398130426	251,2	4580,75	1,2724306
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
75	52,61427	220,2433	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,399189957	251,2	4643,5	1,2898611
76	52,51433	219,825	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,400255143	251,2	4706,25	1,3072917
77	52,4144	219,4067	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,401326028	251,2	4769	1,3247222
78	52,31446	218,9883	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,402402659	251,2	4831,75	1,3421528
79	52,21452	218,57	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,403485082	251,2	4894,5	1,3595833
80	52,11459	218,1517	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,404573344	251,2	4957,25	1,3770139
81	52,01465	217,7333	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,405667493	251,2	5020	1,3944444
82	51,91472	217,315	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,406767575	251,2	5082,75	1,411875
83	51,81478	216,8967	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,40787364	251,2	5145,5	1,4293056
84	51,71484	216,4783	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,408985737	251,2	5208,25	1,4467361
85	51,61491	216,06	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,410103915	251,2	5271	1,4641667
86	51,51497	215,6417	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,411228223	251,2	5333,75	1,4815972
87	51,41503	215,2233	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,412358714	251,2	5396,5	1,4990278
88	51,3151	214,805	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,413495437	251,2	5459,25	1,5164583
89	51,21516	214,3867	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,414638444	251,2	5522	1,5338889
90	51,11523	213,9683	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,415787788	251,2	5584,75	1,5513194
91	51,01529	213,55	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,416943522	251,2	5647,5	1,56875
92	50,91535	213,1317	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,418105698	251,2	5710,25	1,5861806
93	50,81542	212,7133	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,419274371	251,2	5773	1,6036111
94	50,71548	212,295	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,420449596	251,2	5835,75	1,6210417
95	50,61554	211,8767	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,421631428	251,2	5898,5	1,6384722
96	50,51561	211,4583	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,422819923	251,2	5961,25	1,6559028
97	50,41567	211,04	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,424015136	251,2	6024	1,6733333
98	50,31573	210,6217	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,425217126	251,2	6086,75	1,6907639

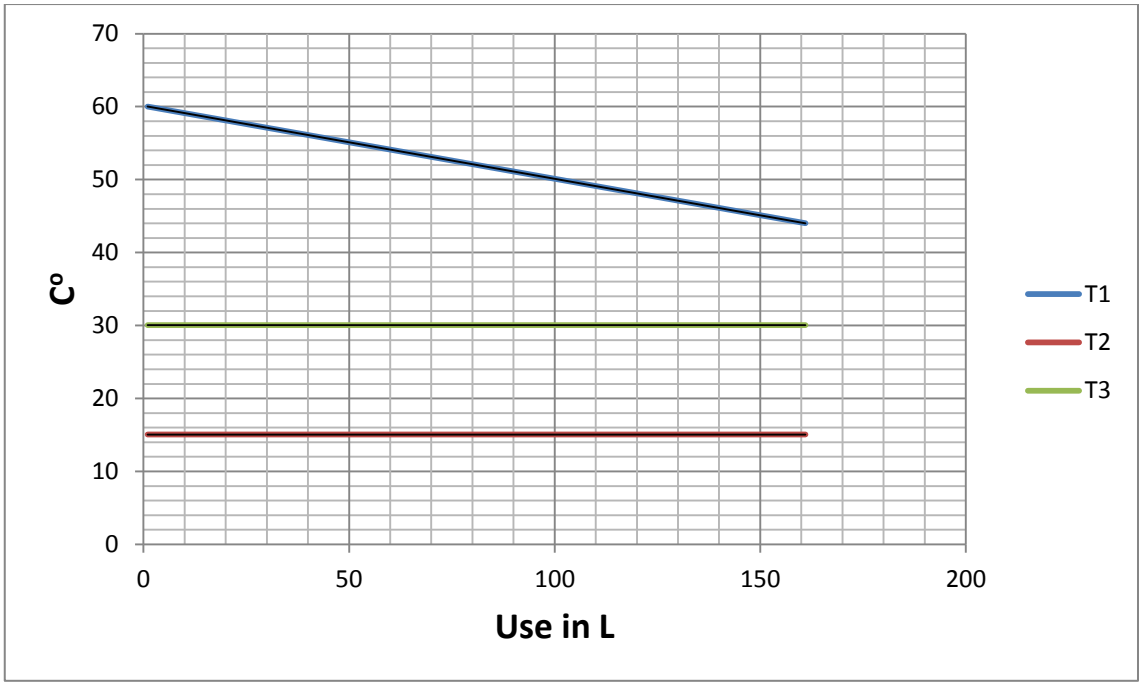
99	50,2158	210,2033	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,42642595	251,2	6149,5	1,7081944
100	50,11586	209,785	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,427641667	251,2	6212,25	1,725625
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
101	50,01593	209,3667	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,428864335	251,2	6275	1,7430556
102	49,91599	208,9483	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,430094015	251,2	6337,75	1,7604861
103	49,81605	208,53	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,431330767	251,2	6400,5	1,7779167
104	49,71612	208,1117	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,432574652	251,2	6463,25	1,7953472
105	49,61618	207,6933	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,433825732	251,2	6526	1,8127778
106	49,51624	207,275	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,43508407	251,2	6588,75	1,8302083
107	49,41631	206,8567	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,436349729	251,2	6651,5	1,8476389
108	49,31637	206,4383	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,437622773	251,2	6714,25	1,8650694
109	49,21644	206,02	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,438903266	251,2	6777	1,8825
110	49,1165	205,6017	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,440191276	251,2	6839,75	1,8999306
111	49,01656	205,1833	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,441486867	251,2	6902,5	1,9173611
112	48,91663	204,765	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,442790107	251,2	6965,25	1,9347917
113	48,81669	204,3467	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,444101064	251,2	7028	1,9522222
114	48,71675	203,9283	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,445419807	251,2	7090,75	1,9696528
115	48,61682	203,51	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,446746405	251,2	7153,5	1,9870833
116	48,51688	203,0917	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,448080928	251,2	7216,25	2,0045139
117	48,41695	202,6733	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,449423449	251,2	7279	2,0219444
118	48,31701	202,255	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,450774038	251,2	7341,75	2,039375
119	48,21707	201,8367	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,45213277	251,2	7404,5	2,0568056
120	48,11714	201,4183	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,453499717	251,2	7467,25	2,0742361
121	48,0172	201	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,454874955	251,2	7530	2,0916667
122	47,91726	200,5817	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,456258559	251,2	7592,75	2,1090972
123	47,81733	200,1633	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,457650605	251,2	7655,5	2,1265278
124	47,71739	199,745	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,459051172	251,2	7718,25	2,1439583

125	47,61746	199,3267	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,460460338	251,2	7781	2,1613889
126	47,51752	198,9083	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,461878182	251,2	7843,75	2,1788194
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
127	47,41758	198,49	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,463304784	251,2	7906,5	2,19625
128	47,31765	198,0717	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,464740227	251,2	7969,25	2,2136806
129	47,21771	197,6533	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,466184592	251,2	8032	2,2311111
130	47,11777	197,235	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,467637963	251,2	8094,75	2,2485417
131	47,01784	196,8167	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,469100424	251,2	8157,5	2,2659722
132	46,9179	196,3983	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,470572061	251,2	8220,25	2,2834028
133	46,81796	195,98	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,47205296	251,2	8283	2,3008333
134	46,71803	195,5617	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,47354321	251,2	8345,75	2,3182639
135	46,61809	195,1433	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,475042899	251,2	8408,5	2,3356944
136	46,51816	194,725	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,476552117	251,2	8471,25	2,353125
137	46,41822	194,3067	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,478070955	251,2	8534	2,3705556
138	46,31828	193,8883	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,479599506	251,2	8596,75	2,3879861
139	46,21835	193,47	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,481137862	251,2	8659,5	2,4054167
140	46,11841	193,0517	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,482686119	251,2	8722,25	2,4228472
141	46,01847	192,6333	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,484244373	251,2	8785	2,4402778
142	45,91854	192,215	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,48581272	251,2	8847,75	2,4577083
143	45,8186	191,7967	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,487391259	251,2	8910,5	2,4751389
144	45,71867	191,3783	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,48898009	251,2	8973,25	2,4925694
145	45,61873	190,96	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,490579314	251,2	9036	2,51
146	45,51879	190,5417	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,492189032	251,2	9098,75	2,5274306
147	45,41886	190,1233	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,493809349	251,2	9161,5	2,5448611
148	45,31892	189,705	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,49544037	251,2	9224,25	2,5622917
149	45,21898	189,2867	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,4970822	251,2	9287	2,5797222
150	45,11905	188,8683	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,498734949	251,2	9349,75	2,5971528

151	45,01911	188,45	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,500398724	251,2	9412,5	2,6145833
152	44,91918	188,0317	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,502073637	251,2	9475,25	2,6320139
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
153	44,81924	187,6133	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,503759801	251,2	9538	2,6494444
154	44,7193	187,195	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,505457328	251,2	9600,75	2,666875
155	44,61937	186,7767	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,507166334	251,2	9663,5	2,6843056
156	44,51943	186,3583	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,508886937	251,2	9726,25	2,7017361
157	44,41949	185,94	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,510619253	251,2	9789	2,7191667
158	44,31956	185,5217	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,512363404	251,2	9851,75	2,7365972
159	44,21962	185,1033	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,514119511	251,2	9914,5	2,7540278
160	44,11968	184,685	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,515887697	251,2	9977,25	2,7714583
161	44,01975	184,2667	15,06211	63,05	30,05256	125,8	0,517668087	251,2	10040	2,7888889


300
250
200
150
100
50
0
Kj
0
50
100
150
200
Use in L
H1
H2
H3


3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
Kwh
0
50
100
150
200
Water in L
Use in Kwh


70
60
50
40
30
20
10
0
C°
0
50
100
150
200
Use in L
T1
T2
T3

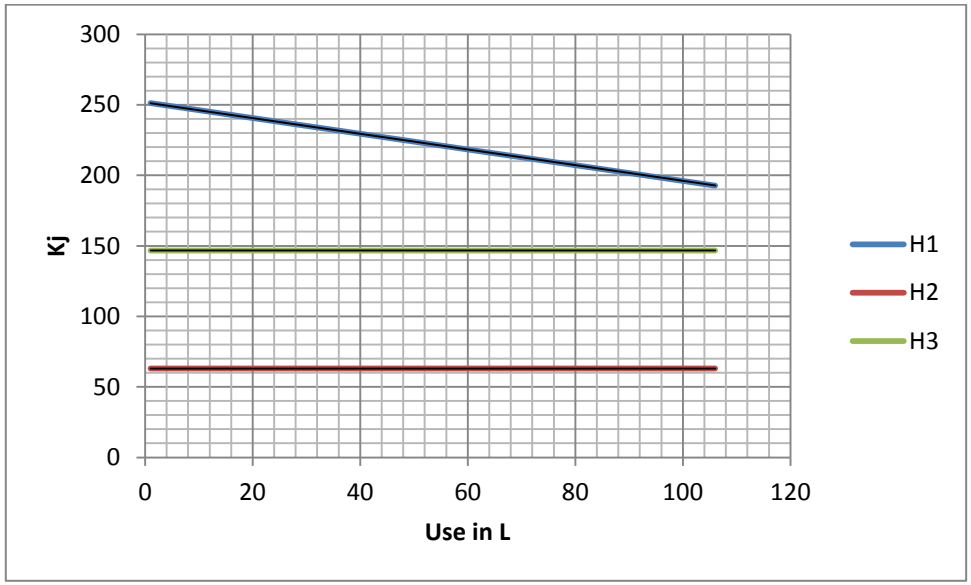
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
1	60,00956	251,2	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,444326	251,2	0	0
2	59,87641	250,6427	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,445646	251,2	83,6	0,02322222
3	59,74327	250,0853	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,446974	251,2	167,2	0,04644444
4	59,61013	249,528	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,44831	251,2	250,8	0,06966667
5	59,47699	248,9707	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,449654	251,2	334,4	0,09288889
6	59,34384	248,4133	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,451006	251,2	418	0,11611111
7	59,2107	247,856	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,452366	251,2	501,6	0,13933333
8	59,07756	247,2987	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,453735	251,2	585,2	0,16255556
9	58,94442	246,7413	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,455111	251,2	668,8	0,18577778
10	58,81128	246,184	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,456496	251,2	752,4	0,209
11	58,67813	245,6267	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,45789	251,2	836	0,23222222
12	58,54499	245,0693	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,459292	251,2	919,6	0,25544444
13	58,41185	244,512	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,460703	251,2	1003,2	0,27866667
14	58,27871	243,9547	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,462122	251,2	1086,8	0,30188889
15	58,14556	243,3973	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,46355	251,2	1170,4	0,32511111
16	58,01242	242,84	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,464987	251,2	1254	0,34833333
17	57,87928	242,2827	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,466433	251,2	1337,6	0,37155556
18	57,74614	241,7253	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,467888	251,2	1421,2	0,39477778
19	57,613	241,168	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,469352	251,2	1504,8	0,418
20	57,47985	240,6107	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,470825	251,2	1588,4	0,44122222
21	57,34671	240,0533	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,472307	251,2	1672	0,46444444
22	57,21357	239,496	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,473799	251,2	1755,6	0,48766667
23	57,08043	238,9387	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,475301	251,2	1839,2	0,51088889
24	56,94728	238,3813	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,476812	251,2	1922,8	0,53411111
25	56,81414	237,824	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,478332	251,2	2006,4	0,55733333
26	56,681	237,2667	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,479862	251,2	2090	0,58055556

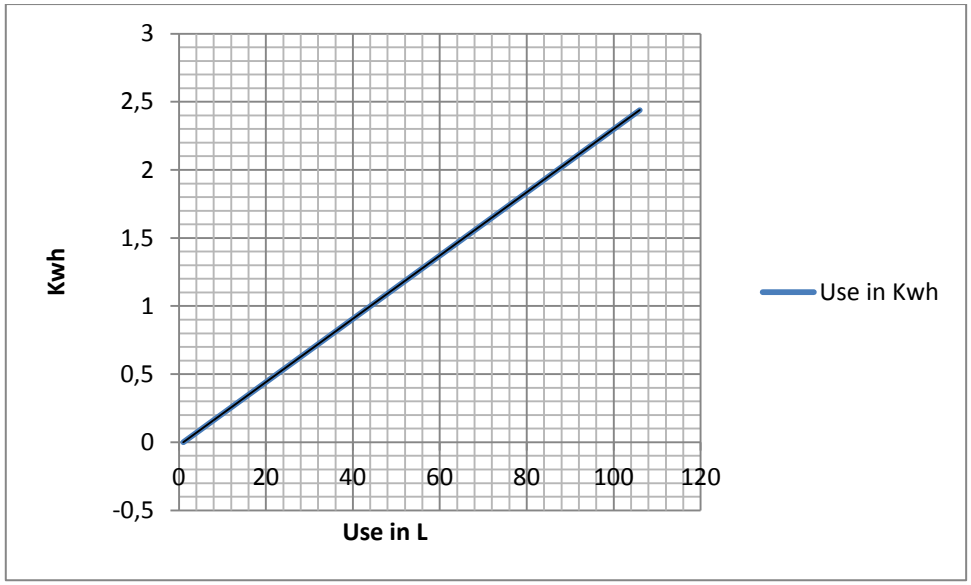
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
27	56,54786	236,7093	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,481402	251,2	2173,6	0,60377778
28	56,41472	236,152	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,482952	251,2	2257,2	0,627
29	56,28157	235,5947	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,484512	251,2	2340,8	0,65022222
30	56,14843	235,0373	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,486082	251,2	2424,4	0,67344444
31	56,01529	234,48	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,487663	251,2	2508	0,69666667
32	55,88215	233,9227	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,489253	251,2	2591,6	0,71988889
33	55,749	233,3653	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,490854	251,2	2675,2	0,74311111
34	55,61586	232,808	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,492466	251,2	2758,8	0,76633333
35	55,48272	232,2507	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,494088	251,2	2842,4	0,78955556
36	55,34958	231,6933	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,495721	251,2	2926	0,81277778
37	55,21644	231,136	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,497364	251,2	3009,6	0,836
38	55,08329	230,5787	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,499019	251,2	3093,2	0,85922222
39	54,95015	230,0213	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,500685	251,2	3176,8	0,88244444
40	54,81701	229,464	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,502362	251,2	3260,4	0,90566667
41	54,68387	228,9067	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,50405	251,2	3344	0,92888889
42	54,55072	228,3493	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,505749	251,2	3427,6	0,95211111
43	54,41758	227,792	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,50746	251,2	3511,2	0,97533333
44	54,28444	227,2347	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,509183	251,2	3594,8	0,99855556
45	54,1513	226,6773	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,510917	251,2	3678,4	1,02177778
46	54,01816	226,12	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,512663	251,2	3762	1,045
47	53,88501	225,5627	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,514421	251,2	3845,6	1,06822222
48	53,75187	225,0053	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,516192	251,2	3929,2	1,09144444
49	53,61873	224,448	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,517974	251,2	4012,8	1,11466667
50	53,48559	223,8907	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,519769	251,2	4096,4	1,13788889
51	53,35244	223,3333	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,521576	251,2	4180	1,16111111
52	53,2193	222,776	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,523396	251,2	4263,6	1,18433333

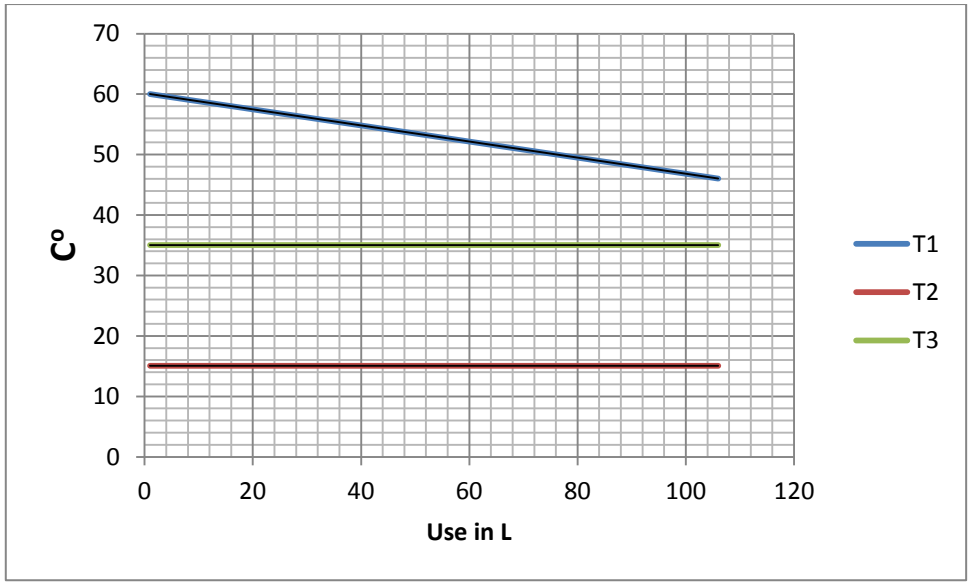
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
53	53,08616	222,2187	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,525229	251,2	4347,2	1,20755556
54	52,95302	221,6613	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,527075	251,2	4430,8	1,23077778
55	52,81988	221,104	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,528933	251,2	4514,4	1,254
56	52,68673	220,5467	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,530805	251,2	4598	1,27722222
57	52,55359	219,9893	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,53269	251,2	4681,6	1,30044444
58	52,42045	219,432	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,534588	251,2	4765,2	1,32366667
59	52,28731	218,8747	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,5365	251,2	4848,8	1,34688889
60	52,15416	218,3173	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,538426	251,2	4932,4	1,37011111
61	52,02102	217,76	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,540366	251,2	5016	1,39333333
62	51,88788	217,2027	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,54232	251,2	5099,6	1,41655556
63	51,75474	216,6453	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,544287	251,2	5183,2	1,43977778
64	51,6216	216,088	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,54627	251,2	5266,8	1,463
65	51,48845	215,5307	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,548266	251,2	5350,4	1,48622222
66	51,35531	214,9733	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,550278	251,2	5434	1,50944444
67	51,22217	214,416	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,552304	251,2	5517,6	1,53266667
68	51,08903	213,8587	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,554345	251,2	5601,2	1,55588889
69	50,95588	213,3013	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,556401	251,2	5684,8	1,57911111
70	50,82274	212,744	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,558473	251,2	5768,4	1,60233333
71	50,6896	212,1867	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,56056	251,2	5852	1,62555556
72	50,55646	211,6293	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,562662	251,2	5935,6	1,64877778
73	50,42332	211,072	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,564781	251,2	6019,2	1,672
74	50,29017	210,5147	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,566915	251,2	6102,8	1,69522222
75	50,15703	209,9573	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,569066	251,2	6186,4	1,71844444
76	50,02389	209,4	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,571233	251,2	6270	1,74166667
77	49,89075	208,8427	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,573417	251,2	6353,6	1,76488889
78	49,7576	208,2853	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,575618	251,2	6437,2	1,78811111

Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
79	49,62446	207,728	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,577835	251,2	6520,8	1,81133333
80	49,49132	207,1707	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,580069	251,2	6604,4	1,83455556
81	49,35818	206,6133	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,582321	251,2	6688	1,85777778
82	49,22504	206,056	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,584591	251,2	6771,6	1,881
83	49,09189	205,4987	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,586878	251,2	6855,2	1,90422222
84	48,95875	204,9413	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,589183	251,2	6938,8	1,92744444
85	48,82561	204,384	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,591507	251,2	7022,4	1,95066667
86	48,69247	203,8267	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,593848	251,2	7106	1,97388889
87	48,55932	203,2693	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,596209	251,2	7189,6	1,99711111
88	48,42618	202,712	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,598588	251,2	7273,2	2,02033333
89	48,29304	202,1547	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,600986	251,2	7356,8	2,04355556
90	48,1599	201,5973	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,603404	251,2	7440,4	2,06677778
91	48,02676	201,04	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,605841	251,2	7524	2,09
92	47,89361	200,4827	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,608298	251,2	7607,6	2,11322222
93	47,76047	199,9253	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,610775	251,2	7691,2	2,13644444
94	47,62733	199,368	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,613272	251,2	7774,8	2,15966667
95	47,49419	198,8107	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,61579	251,2	7858,4	2,18288889
96	47,36104	198,2533	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,618328	251,2	7942	2,20611111
97	47,2279	197,696	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,620887	251,2	8025,6	2,22933333
98	47,09476	197,1387	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,623468	251,2	8109,2	2,25255556
99	46,96162	196,5813	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,62607	251,2	8192,8	2,27577778
100	46,82848	196,024	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,628694	251,2	8276,4	2,299
101	46,69533	195,4667	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,63134	251,2	8360	2,32222222
102	46,56219	194,9093	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,634009	251,2	8443,6	2,34544444
103	46,42905	194,352	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,6367	251,2	8527,2	2,36866667
104	46,29591	193,7947	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,639414	251,2	8610,8	2,39188889

Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
105	46,16276	193,2373	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,642152	251,2	8694,4	2,41511111
106	46,02962	192,68	15,06211	63,05	35,03344	146,65	0,644912	251,2	8778	2,43833333




3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
Kwh
0
20
40
60
80
100
120
Use in L
Use in Kwh

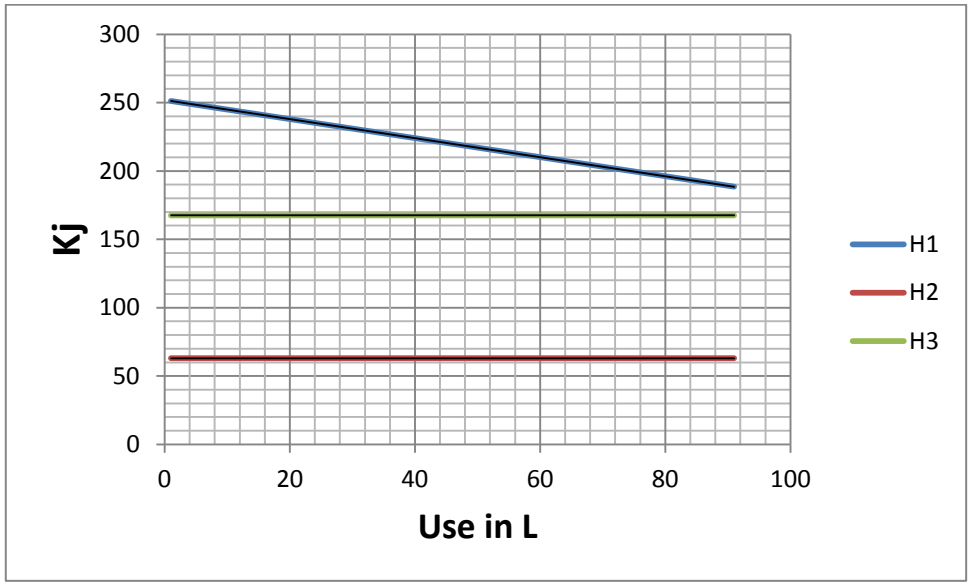

70
60
50
40
30
20
10
0
C°
0
20
40
60
80
100
120
Use in L
T1
T2
T3

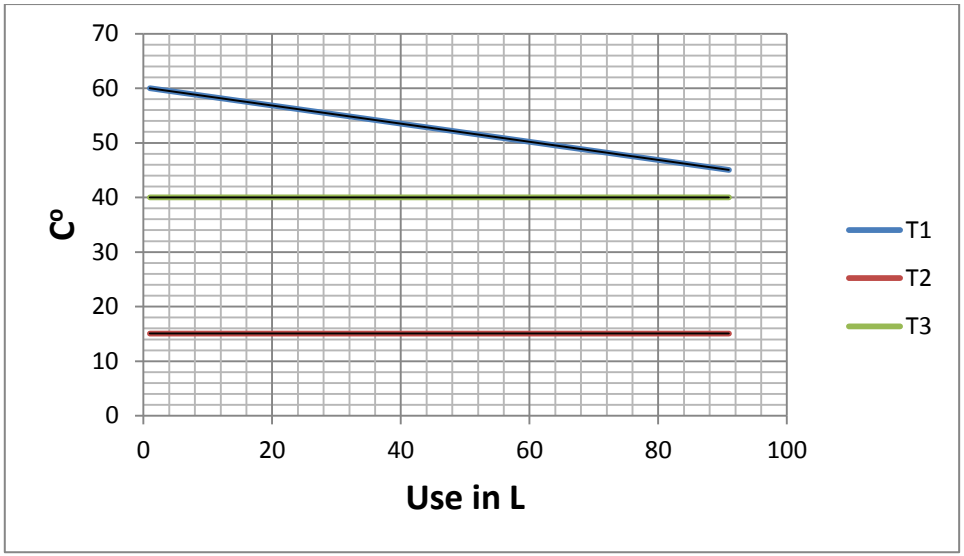
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
1	60,00956	251,2	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,555142174	251,2	0	0
2	59,84321	250,5036667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,557204358	251,2	104,45	0,029014
3	59,67686	249,8073333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,55928192	251,2	208,9	0,058028
4	59,51051	249,111	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,561375033	251,2	313,35	0,087042
5	59,34416	248,4146667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,563483871	251,2	417,8	0,116056
6	59,17781	247,7183333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,565608614	251,2	522,25	0,145069
7	59,01147	247,022	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,56774944	251,2	626,7	0,174083
8	58,84512	246,3256667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,569906534	251,2	731,15	0,203097
9	58,67877	245,6293333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,572080082	251,2	835,6	0,232111
10	58,51242	244,933	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,574270273	251,2	940,05	0,261125
11	58,34607	244,2366667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,576477298	251,2	1044,5	0,290139
12	58,17973	243,5403333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,578701352	251,2	1148,95	0,319153
13	58,01338	242,844	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,580942634	251,2	1253,4	0,348167
14	57,84703	242,1476667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,583201345	251,2	1357,85	0,377181
15	57,68068	241,4513333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,585477687	251,2	1462,3	0,406194
16	57,51433	240,755	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,587771869	251,2	1566,75	0,435208
17	57,34799	240,0586667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,590084101	251,2	1671,2	0,464222
18	57,18164	239,3623333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,592414598	251,2	1775,65	0,493236
19	57,01529	238,666	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,594763575	251,2	1880,1	0,52225
20	56,84894	237,9696667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,597131255	251,2	1984,55	0,551264
21	56,68259	237,2733333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,59951786	251,2	2089	0,580278
22	56,51624	236,577	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,60192362	251,2	2193,45	0,609292
23	56,3499	235,8806667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,604348765	251,2	2297,9	0,638306
24	56,18355	235,1843333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,606793531	251,2	2402,35	0,667319
25	56,0172	234,488	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,609258157	251,2	2506,8	0,696333
26	55,85085	233,7916667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,611742886	251,2	2611,25	0,725347

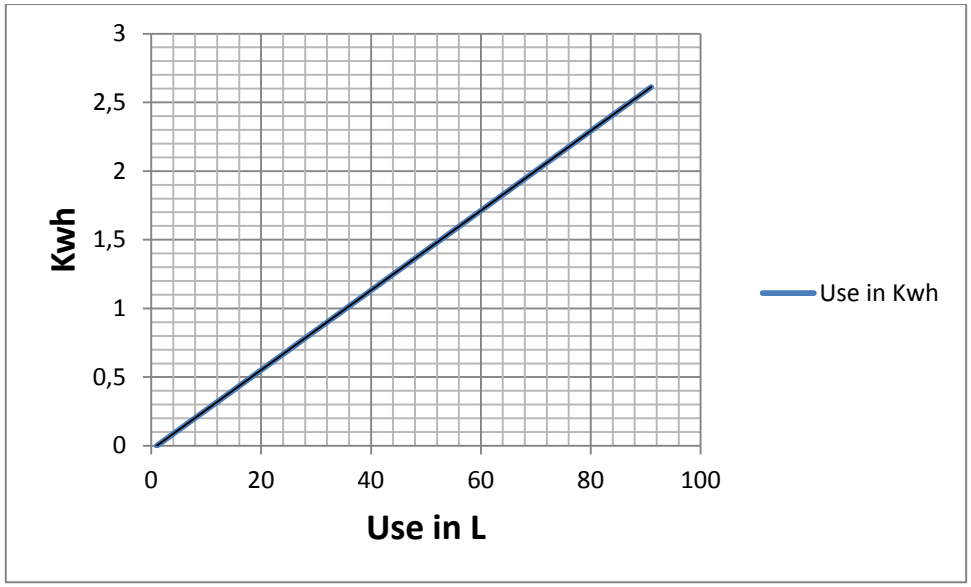
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
27	55,6845	233,0953333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,614247965	251,2	2715,7	0,754361
28	55,51816	232,399	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,616773645	251,2	2820,15	0,783375
29	55,35181	231,7026667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,619320181	251,2	2924,6	0,812389
30	55,18546	231,0063333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,621887832	251,2	3029,05	0,841403
31	55,01911	230,31	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,624476862	251,2	3133,5	0,870417
32	54,85276	229,6136667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,62708754	251,2	3237,95	0,899431
33	54,68642	228,9173333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,629720138	251,2	3342,4	0,928444
34	54,52007	228,221	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,632374933	251,2	3446,85	0,957458
35	54,35372	227,5246667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,635052207	251,2	3551,3	0,986472
36	54,18737	226,8283333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,637752246	251,2	3655,75	1,015486
37	54,02102	226,132	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,640475344	251,2	3760,2	1,0445
38	53,85467	225,4356667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,643221795	251,2	3864,65	1,073514
39	53,68833	224,7393333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,645991902	251,2	3969,1	1,102528
40	53,52198	224,043	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,648785972	251,2	4073,55	1,131542
41	53,35563	223,3466667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,651604317	251,2	4178	1,160556
42	53,18928	222,6503333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,654447255	251,2	4282,45	1,189569
43	53,02293	221,954	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,657315108	251,2	4386,9	1,218583
44	52,85659	221,2576667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,660208207	251,2	4491,35	1,247597
45	52,69024	220,5613333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,663126886	251,2	4595,8	1,276611
46	52,52389	219,865	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,666071486	251,2	4700,25	1,305625
47	52,35754	219,1686667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,669042352	251,2	4804,7	1,334639
48	52,19119	218,4723333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,67203984	251,2	4909,15	1,363653
49	52,02484	217,776	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,675064307	251,2	5013,6	1,392667
50	51,8585	217,0796667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,67811612	251,2	5118,05	1,421681
51	51,69215	216,3833333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,681195652	251,2	5222,5	1,450694
52	51,5258	215,687	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,684303282	251,2	5326,95	1,479708

Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
53	51,35945	214,9906667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,687439395	251,2	5431,4	1,508722
54	51,1931	214,2943333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,690604386	251,2	5535,85	1,537736
55	51,02676	213,598	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,693798656	251,2	5640,3	1,56675
56	50,86041	212,9016667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,697022611	251,2	5744,75	1,595764
57	50,69406	212,2053333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,700276669	251,2	5849,2	1,624778
58	50,52771	211,509	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,703561253	251,2	5953,65	1,653792
59	50,36136	210,8126667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,706876793	251,2	6058,1	1,682806
60	50,19502	210,1163333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,710223731	251,2	6162,55	1,711819
61	50,02867	209,42	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,713602514	251,2	6267	1,740833
62	49,86232	208,7236667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,717013599	251,2	6371,45	1,769847
63	49,69597	208,0273333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,720457451	251,2	6475,9	1,798861
64	49,52962	207,331	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,723934544	251,2	6580,35	1,827875
65	49,36327	206,6346667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,727445363	251,2	6684,8	1,856889
66	49,19693	205,9383333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,7309904	251,2	6789,25	1,885903
67	49,03058	205,242	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,734570159	251,2	6893,7	1,914917
68	48,86423	204,5456667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,738185151	251,2	6998,15	1,943931
69	48,69788	203,8493333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,741835899	251,2	7102,6	1,972944
70	48,53153	203,153	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,745522937	251,2	7207,05	2,001958
71	48,36519	202,4566667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,749246808	251,2	7311,5	2,030972
72	48,19884	201,7603333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,753008067	251,2	7415,95	2,059986
73	48,03249	201,064	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,75680728	251,2	7520,4	2,089
74	47,86614	200,3676667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,760645025	251,2	7624,85	2,118014
75	47,69979	199,6713333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,76452189	251,2	7729,3	2,147028
76	47,53344	198,975	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,768438477	251,2	7833,75	2,176042
77	47,3671	198,2786667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,772395399	251,2	7938,2	2,205056
78	47,20075	197,5823333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,776393283	251,2	8042,65	2,234069

Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
79	47,0344	196,886	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,780432768	251,2	8147,1	2,263083
80	46,86805	196,1896667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,784514507	251,2	8251,55	2,292097
81	46,7017	195,4933333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,788639166	251,2	8356	2,321111
82	46,53536	194,797	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,792807426	251,2	8460,45	2,350125
83	46,36901	194,1006667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,797019982	251,2	8564,9	2,379139
84	46,20266	193,4043333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,801277544	251,2	8669,35	2,408153
85	46,03631	192,708	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,805580836	251,2	8773,8	2,437167
86	45,86996	192,0116667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,8099306	251,2	8878,25	2,466181
87	45,70362	191,3153333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,814327592	251,2	8982,7	2,495194
88	45,53727	190,619	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,818772586	251,2	9087,15	2,524208
89	45,37092	189,9226667	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,823266372	251,2	9191,6	2,553222
90	45,20457	189,2263333	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,827809758	251,2	9296,05	2,582236
91	45,03822	188,53	15,06211	63,05	40,01433	167,5	0,83240357	251,2	9400,5	2,61125


300
250
200
150
100
50
0
Kj
0
20
40
60
80
100
Use in L
H1
H2
H3

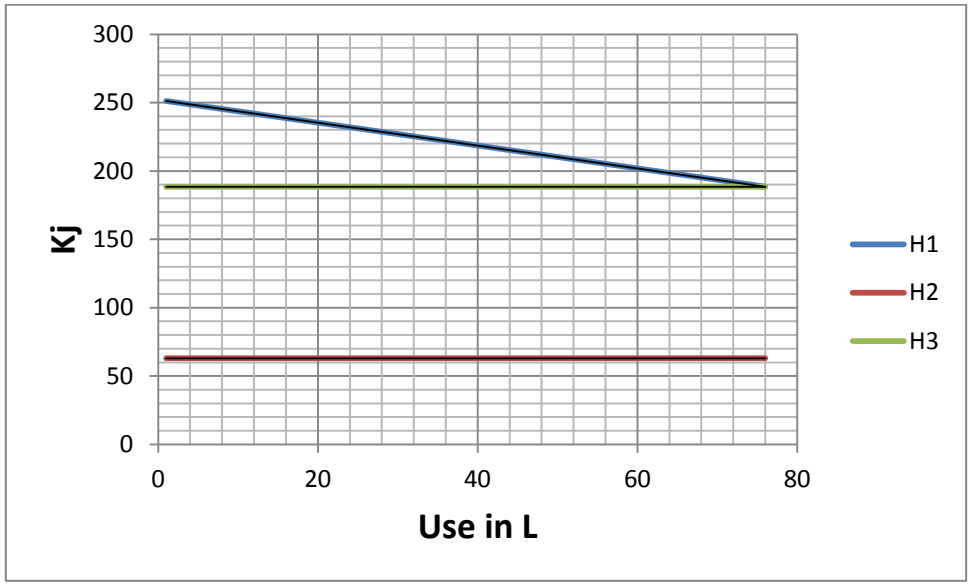

70
60
50
40
30
20
10
0
C°
0
20
40
60
80
100
Use in L
T1
T2
T3

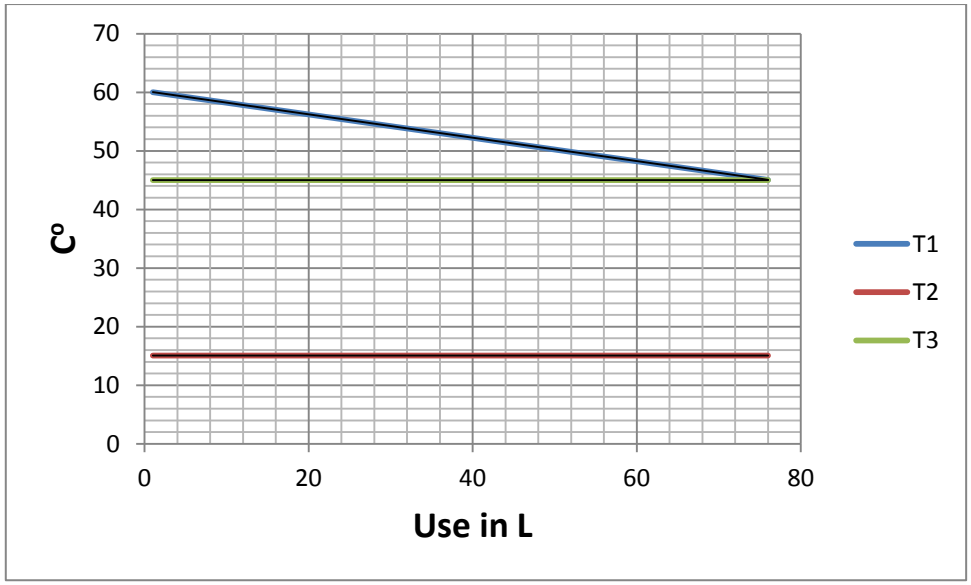

3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
Kwh
0
20
40
60
80
100
Use in L
Use in Kwh

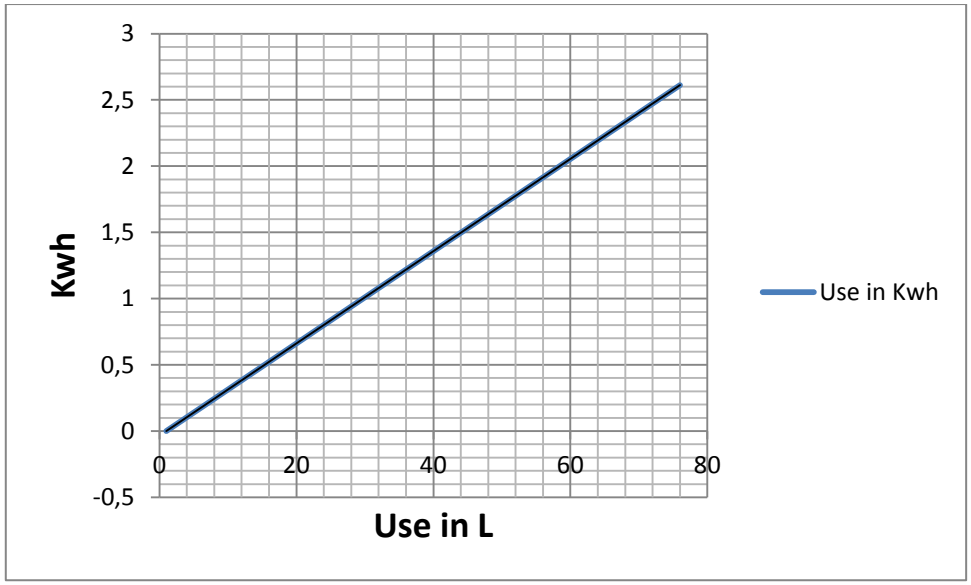
Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
1	60,00956	251,2	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,666224	251,2	0	0
2	59,80992	250,3643	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,669196	251,2	125,35	0,034819
3	59,61029	249,5287	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,672195	251,2	250,7	0,069639
4	59,41065	248,693	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,675221	251,2	376,05	0,104458
5	59,21102	247,8573	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,678274	251,2	501,4	0,139278
6	59,01139	247,0217	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,681355	251,2	626,75	0,174097
7	58,81175	246,186	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,684464	251,2	752,1	0,208917
8	58,61212	245,3503	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,687602	251,2	877,45	0,243736
9	58,41249	244,5147	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,690768	251,2	1002,8	0,278556
10	58,21285	243,679	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,693964	251,2	1128,15	0,313375
11	58,01322	242,8433	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,697189	251,2	1253,5	0,348194
12	57,81358	242,0077	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,700445	251,2	1378,85	0,383014
13	57,61395	241,172	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,703731	251,2	1504,2	0,417833
14	57,41432	240,3363	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,707048	251,2	1629,55	0,452653
15	57,21468	239,5007	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,710397	251,2	1754,9	0,487472
16	57,01505	238,665	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,713777	251,2	1880,25	0,522292
17	56,81542	237,8293	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,71719	251,2	2005,6	0,557111
18	56,61578	236,9937	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,720636	251,2	2130,95	0,591931
19	56,41615	236,158	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,724114	251,2	2256,3	0,62675
20	56,21652	235,3223	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,727627	251,2	2381,65	0,661569
21	56,01688	234,4867	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,731174	251,2	2507	0,696389
22	55,81725	233,651	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,734755	251,2	2632,35	0,731208
23	55,61761	232,8153	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,738372	251,2	2757,7	0,766028
24	55,41798	231,9797	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,742025	251,2	2883,05	0,800847
25	55,21835	231,144	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,745714	251,2	3008,4	0,835667
26	55,01871	230,3083	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,749439	251,2	3133,75	0,870486

Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
27	54,81908	229,4727	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,753203	251,2	3259,1	0,905306
28	54,61945	228,637	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,757004	251,2	3384,45	0,940125
29	54,41981	227,8013	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,760844	251,2	3509,8	0,974944
30	54,22018	226,9657	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,764723	251,2	3635,15	1,009764
31	54,02054	226,13	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,768641	251,2	3760,5	1,044583
32	53,82091	225,2943	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,7726	251,2	3885,85	1,079403
33	53,62128	224,4587	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,7766	251,2	4011,2	1,114222
34	53,42164	223,623	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,780642	251,2	4136,55	1,149042
35	53,22201	222,7873	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,784726	251,2	4261,9	1,183861
36	53,02238	221,9517	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,788853	251,2	4387,25	1,218681
37	52,82274	221,116	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,793023	251,2	4512,6	1,2535
38	52,62311	220,2803	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,797238	251,2	4637,95	1,288319
39	52,42348	219,4447	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,801498	251,2	4763,3	1,323139
40	52,22384	218,609	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,805804	251,2	4888,65	1,357958
41	52,02421	217,7733	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,810156	251,2	5014	1,392778
42	51,82457	216,9377	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,814555	251,2	5139,35	1,427597
43	51,62494	216,102	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,819003	251,2	5264,7	1,462417
44	51,42531	215,2663	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,823499	251,2	5390,05	1,497236
45	51,22567	214,4307	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,828045	251,2	5515,4	1,532056
46	51,02604	213,595	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,832641	251,2	5640,75	1,566875
47	50,82641	212,7593	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,837289	251,2	5766,1	1,601694
48	50,62677	211,9237	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,841989	251,2	5891,45	1,636514
49	50,42714	211,088	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,846742	251,2	6016,8	1,671333
50	50,2275	210,2523	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,851549	251,2	6142,15	1,706153
51	50,02787	209,4167	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,856411	251,2	6267,5	1,740972
52	49,82824	208,581	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,861329	251,2	6392,85	1,775792

Use in L	T1	H1	T2	H2	T3	H3	a=(H3-H2)/(H1-H2)		Use in Kj	Use in Kwh
53	49,6286	207,7453	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,866303	251,2	6518,2	1,810611
54	49,42897	206,9097	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,871335	251,2	6643,55	1,845431
55	49,22934	206,074	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,876426	251,2	6768,9	1,88025
56	49,0297	205,2383	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,881577	251,2	6894,25	1,915069
57	48,83007	204,4027	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,886789	251,2	7019,6	1,949889
58	48,63043	203,567	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,892063	251,2	7144,95	1,984708
59	48,4308	202,7313	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,8974	251,2	7270,3	2,019528
60	48,23117	201,8957	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,902801	251,2	7395,65	2,054347
61	48,03153	201,06	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,908268	251,2	7521	2,089167
62	47,8319	200,2243	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,913801	251,2	7646,35	2,123986
63	47,63227	199,3887	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,919402	251,2	7771,7	2,158806
64	47,43263	198,553	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,925072	251,2	7897,05	2,193625
65	47,233	197,7173	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,930812	251,2	8022,4	2,228444
66	47,03337	196,8817	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,936624	251,2	8147,75	2,263264
67	46,83373	196,046	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,94251	251,2	8273,1	2,298083
68	46,6341	195,2103	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,948469	251,2	8398,45	2,332903
69	46,43446	194,3747	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,954505	251,2	8523,8	2,367722
70	46,23483	193,539	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,960617	251,2	8649,15	2,402542
71	46,0352	192,7033	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,966809	251,2	8774,5	2,437361
72	45,83556	191,8677	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,973081	251,2	8899,85	2,472181
73	45,63593	191,032	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,979435	251,2	9025,2	2,507
74	45,4363	190,1963	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,985872	251,2	9150,55	2,541819
75	45,23666	189,3607	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,992394	251,2	9275,9	2,576639
76	45,03703	188,525	15,06211	63,05	45,00717	188,4	0,999004	251,2	9401,25	2,611458


300
250
200
150
100
50
0
Kj
0
20
40
60
80
Use in L
H1
H2
H3

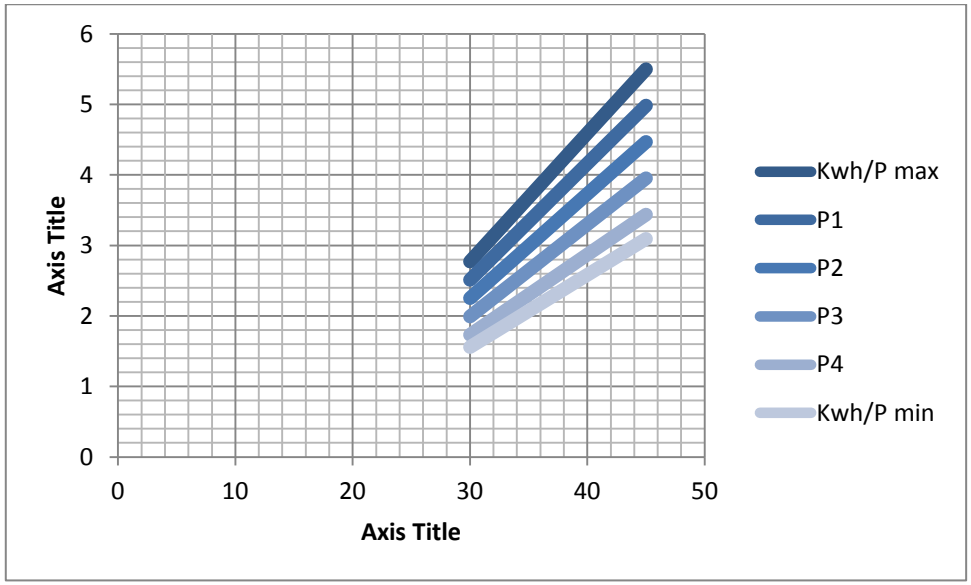

70
60
50
40
30
20
10
0
C°
0
20
40
60
80
Use in L
T1
T2
T3


3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
Kwh
0
20
40
60
80
Use in L
Use in Kwh

Παράρτημα Δ

Φάσμα θερμικής κατανάλωσης κατά άτομο

					160L	145L	130L	115L	100L	90L		
C°	Kwh	L	L/Kwh	Kwh/L	Kwh/P max	P1	P2	P3	P4	Kwh/P min	Dif for L	Max dif
30	2,788889	161	57,72908	0,017322	2,771566598	2,511732229	2,251897861	1,992063492	1,732229124	1,559006211	1,21256	3,938801
35	2,438333	106	43,47232	0,023003	3,680503145	3,335455975	2,990408805	2,645361635	2,300314465	2,070283019	1,61022	
40	2,61125	91	34,84921	0,028695	4,591208791	4,160782967	3,730357143	3,299931319	2,869505495	2,582554945	2,008654	
45	2,611458	76	29,10251	0,034361	5,497807018	4,98238761	4,466968202	3,951548794	3,436129386	3,092516447	2,405291	
				dif for C°	2,72624042	2,470655381	2,215070341	1,959485302	1,703900262	1,533510236		



Παράρτημα Ε

Κώδικας Android

Παράρτημα Ε

Κώδικας Android

```
package com.led.led;

import android.support.v7.app.ActionBarActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;

import android.bluetooth.BluetoothSocket;
import android.content.Intent;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.SeekBar;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
import android.app.ProgressDialog;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.os.AsyncTask;

import java.io.IOException;
import java.util.UUID;


public class ledControl extends ActionBarActivity {

    Button btnOn, btnOff, btnDis;
    SeekBar brightness;
```

```
    TextView lumn;

    String address = null;

    private ProgressDialog progress;

    BluetoothAdapter myBluetooth = null;

    BluetoothSocket btSocket = null;

    private boolean isBtConnected = false;

    //SPP UUID. Look for it

    static final UUID myUUID = UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-
00805F9B34FB");


    @Override

    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState)

    {

        super.onCreate(savedInstanceState);


        Intent newint = getIntent();

        address = newint.getStringExtra(DeviceList.EXTRA_ADDRESS);
//receive the address of the bluetooth device


        //view of the ledControl

        setContentView(R.layout.activity_led_control);


        //call the widgtes

        btnOn = (Button)findViewById(R.id.button2);

        btnOff = (Button)findViewById(R.id.button3);

        btnDis = (Button)findViewById(R.id.button4);

        brightness = (SeekBar)findViewById(R.id.seekBar);

        lumn = (TextView)findViewById(R.id.lumn);


        new ConnectBT().execute(); //Call the class to connect
```

```
//commands to be sent to bluetooth
btnOn.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{
    @Override
    public void onClick(View v)
    {
        turnOnLed();      //method to turn on
    }
});

btnOff.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v)
    {
        turnOffLed();   //method to turn off
    }
});

btnDis.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{
    @Override
    public void onClick(View v)
    {
        Disconnect(); //close connection
    }
});

brightness.setOnSeekBarChangeListener(new
SeekBar.OnSeekBarChangeListener() {
```

```
            @Override
            public void onProgressChanged(SeekBar seekBar, int progress,
boolean fromUser) {
                if (fromUser==true)
                {
                    lumn.setText(String.valueOf(progress));
                    try
                    {

btSocket.getOutputStream().write(String.valueOf(progress).getBytes());
                    }
                    catch (IOException e)
                    {


                    }
                }
            }

            @Override
            public void onStartTrackingTouch(SeekBar seekBar) {


            }

            @Override
            public void onStopTrackingTouch(SeekBar seekBar) {


            }
        });
    }
```

```
private void Disconnect()
{
    if (btSocket!=null) //If the btSocket is busy
    {
        try
        {
            btSocket.close(); //close connection
        }
        catch (IOException e)
        { msg("Error");}
    }
    finish(); //return to the first layout

}

private void turnOffLed()
{
    if (btSocket!=null)
    {
        try
        {
            btSocket.getOutputStream().write("TF".toString().getBytes());
        }
        catch (IOException e)
        {
            msg("Error");
        }
    }
}
```

```
    private void turnOnLed()
    {
        if (btSocket!=null)
        {
            try
            {
                btSocket.getOutputStream().write("TO".toString().getBytes());
            }
            catch (IOException e)
            {
                msg("Error");
            }
        }
    }

    // fast way to call Toast
    private void msg(String s)
    {
Toast.makeText(getApplicationContext(),s,Toast.LENGTH_LONG).show();
    }

    @Override
    public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
        // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is present.
        getMenuInflater().inflate(R.menu.menu_led_control, menu);
        return true;
    }
```

```
    @Override
    public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
        // Handle action bar item clicks here. The action bar will
        // automatically handle clicks on the Home/Up button, so long
        // as you specify a parent activity in AndroidManifest.xml.
        int id = item.getItemId();

        //noinspection SimplifiableIfStatement
        if (id == R.id.action_settings) {
            return true;
        }

        return super.onOptionsItemSelected(item);
    }

    private class ConnectBT extends AsyncTask<Void, Void, Void>  // UI
thread
    {
        private boolean ConnectSuccess = true; //if it's here, it's almost
connected

        @Override
        protected void onPreExecute()
        {
            progress = ProgressDialog.show(ledControl.this, "Connecting...",
"Please wait!!!");  //show a progress dialog
        }

        @Override
        protected Void doInBackground(Void... devices) //while the progress
dialog is shown, the connection is done in background
```

```
        {
            try
            {
                if (btSocket == null || !isBtConnected)
                {
                    myBluetooth = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();//get the
mobile bluetooth device
                    BluetoothDevice dispositivo =
myBluetooth.getRemoteDevice(address);//connects to the device's address
and checks if it's available
                    btSocket =
dispositivo.createInsecureRfcommSocketToServiceRecord(myUUID);//create
a RFCOMM (SPP) connection
                    BluetoothAdapter.getDefaultAdapter().cancelDiscovery();
                    btSocket.connect();//start connection
                }
            }
            catch (IOException e)
            {
                ConnectSuccess = false;//if the try failed, you can check the
exception here
            }
            return null;
        }
        @Override
        protected void onPostExecute(Void result) //after the doInBackground, it
checks if everything went fine
        {
            super.onPostExecute(result);


            if (!ConnectSuccess)
            {
```

```
            msg("Connection Failed. Is it a SPP Bluetooth? Try again.");
            finish();
        }
        else
        {
            msg("Connected.");
            isBtConnected = true;
        }
        progress.dismiss();
    }
  }
}
package com.led.led;

import android.app.ProgressDialog;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.bluetooth.BluetoothSocket;
import android.content.Intent;
import android.os.AsyncTask;
import android.os.Bundle;
import android.support.v7.app.ActionBarActivity;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
```

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.io.InputStreamReader;
import java.util.Calendar;
import java.util.UUID;

/**
*/
public class Counters extends ActionBarActivity {

    Button btnGet,discInit, btnReady;
    TextView textResult, textA, textB, textC;
    String address = null;
    private ProgressDialog progress;
    BluetoothAdapter myBluetooth = null;
    BluetoothSocket btSocket = null;
    private boolean isBtConnected = false;
    private int hour,seconds;
    Calendar cal;
    //SPP UUID. Look for it
    static final UUID myUUID = UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-
00805F9B34FB");

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);

        Intent newint = getIntent();
```

```
        address = newint.getStringExtra(DeviceList.EXTRA_ADDRESS);
//receive the address of the bluetooth device


        //view of the ledControl
        setContentView(R.layout.count);


        //call the widgtes
        btnGet = (Button) findViewById(R.id.getValue);
        discInit = (Button) findViewById(R.id.getDisc);
        //extResult = (TextView) findViewById(R.id.textGet);
        btnReady = (Button) findViewById(R.id.readyValue);
        textA = (TextView) findViewById(R.id.textView4);
        textB = (TextView) findViewById(R.id.textView6);
        textC = (TextView) findViewById(R.id.textView8);



        new ConnectBT().execute(); //Call the class to connect


        //commands to be sent to bluetooth
        btnReady.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                //turnOnLed();      //method to turn on
                getReady();
            }
        });


        btnGet.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
```

```
            //turnOnLed();      //method to turn on
            getValue();
        }
    });



    discInit.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View v) {
            Disconnect(); //close connection
        }
    });

}




private void Disconnect()
{
    if (btSocket!=null) //If the btSocket is busy
    {
        try
        {
            btSocket.close(); //close connection
        }
        catch (IOException e)
        { msg("Error");}
    }
    finish(); //return to the first layout
```

```
}

private void getReady()
{
    if (btSocket!=null)
    {
        try
        {
            btSocket.getOutputStream().write("READY".toString().getBytes());
        }
        catch (IOException e)
        {
            msg("Error");
        }
    }
}
private void getValue()
{
    if (btSocket!=null)
    {
        try
        {
            int bufferSize = 1024;
            byte[] buffer = new byte[bufferSize];

            InputStream instream = btSocket.getInputStream();

            int bytesRead = -1;
```

```
            String message = "";

            message = "";
            bytesRead = instream.read(buffer);
            if (bytesRead != -1) {
                while ((bytesRead==bufferSize)&&(buffer[bufferSize-1] != 0)) {
                    message = message + new String(buffer, 0, bytesRead);
                    bytesRead = instream.read(buffer);
                }
                message = message + new String(buffer, 0, bytesRead );

            }

            //textResult.setText(message);
            String[] stringArray = message.split(",");

            textA.setText(stringArray[0]);
            textB.setText(stringArray[1]);
            textC.setText(stringArray[2]);



        }
        catch (IOException e)
        {
            msg("Error");
        }
    }
}
```

```
    // fast way to call Toast
    private void msg(String s)
    {
Toast.makeText(getApplicationContext(),s,Toast.LENGTH_LONG).show();
    }

    @Override
    public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
        // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is present.
        getMenuInflater().inflate(R.menu.menu_led_control, menu);
        return true;
    }

    @Override
    public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
        // Handle action bar item clicks here. The action bar will
        // automatically handle clicks on the Home/Up button, so long
        // as you specify a parent activity in AndroidManifest.xml.
        int id = item.getItemId();

        //noinspection SimplifiableIfStatement
        if (id == R.id.action_settings) {
            return true;
        }

        return super.onOptionsItemSelected(item);
    }
```

```
    private class ConnectBT extends AsyncTask<Void, Void, Void>  // UI
thread

    {

        private boolean ConnectSuccess = true; //if it's here, it's almost
connected



        @Override

        protected void onPreExecute()

        {

            progress = ProgressDialog.show(Counters.this, "Connecting...",
"Please wait!!!");  //show a progress dialog

        }



        @Override

        protected Void doInBackground(Void... devices) //while the progress
dialog is shown, the connection is done in background

        {

            try

            {

                if (btSocket == null || !isBtConnected)

                {

                    myBluetooth = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();//get the
mobile bluetooth device

                    BluetoothDevice dispositivo =
myBluetooth.getRemoteDevice(address);//connects to the device's address
and checks if it's available

                    btSocket =
dispositivo.createInsecureRfcommSocketToServiceRecord(myUUID);//create
a RFCOMM (SPP) connection

                    BluetoothAdapter.getDefaultAdapter().cancelDiscovery();

                    btSocket.connect();//start connection

                }

            }
```

```
            catch (IOException e)
            {
                ConnectSuccess = false;//if the try failed, you can check the
exception here
            }
            return null;
        }
        @Override
        protected void onPostExecute(Void result) //after the doInBackground, it
checks if everything went fine
        {
            super.onPostExecute(result);


            if (!ConnectSuccess)
            {
                msg("Connection Failed. Is it a SPP Bluetooth? Try again.");
                finish();
            }
            else
            {
                msg("Connected.");
                isBtConnected = true;
            }
            progress.dismiss();
        }
    }


    private String convertStreamToString(InputStream is) {
        BufferedReader reader = new BufferedReader(new
InputStreamReader(is));
        StringBuilder sb = new StringBuilder();
```

```
        String line = null;
        try {
            while ((line = reader.readLine()) != null) {
                sb.append(line).append('\n');
            }
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        } finally {
            try {
                is.close();
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
        return sb.toString();
    }
}
package com.led.led;

import android.content.Intent;
import android.support.v7.app.ActionBarActivity;
import android.os.Bundle;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;
import android.view.View;
import android.widget.AdapterView;
import android.widget.ArrayAdapter;
import android.widget.Button;
```

```
import android.widget.ListView;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Set;



public class DeviceList extends ActionBarActivity
{
    //widgets
    Button btnPaired;
    ListView devicelist;
    //Bluetooth
    private BluetoothAdapter myBluetooth = null;
    private Set<BluetoothDevice> pairedDevices;
    public static String EXTRA_ADDRESS = "device_address";

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState)
    {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_device_list);

        //Calling widgets
        btnPaired = (Button)findViewById(R.id.button);
        devicelist = (ListView)findViewById(R.id.listView);
```

```
        //if the device has bluetooth
        myBluetooth = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

        if(myBluetooth == null)
        {
            //Show a mensag. that the device has no bluetooth adapter
            Toast.makeText(getApplicationContext(), "Bluetooth Device Not
Available", Toast.LENGTH_LONG).show();

            //finish apk
            finish();
        }
        else if(!myBluetooth.isEnabled())
        {
                //Ask to the user turn the bluetooth on
                Intent turnBTon = new
Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
                startActivityForResult(turnBTon,1);
        }

        btnPaired.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v)
            {
                pairedDevicesList();
            }
        });

    }
```

```
    private void pairedDevicesList()
    {
        pairedDevices = myBluetooth.getBondedDevices();
        ArrayList list = new ArrayList();

        if (pairedDevices.size()>0)
        {
            for(BluetoothDevice bt : pairedDevices)
            {
                list.add(bt.getName() + "\n" + bt.getAddress()); //Get the device's
name and the address
            }
        }
        else
        {
            Toast.makeText(getApplicationContext(), "No Paired Bluetooth
Devices Found.", Toast.LENGTH_LONG).show();
        }

        final ArrayAdapter adapter = new
ArrayAdapter(this,android.R.layout.simple_list_item_1, list);
        devicelist.setAdapter(adapter);
        devicelist.setOnItemClickListener(myListClickListener); //Method called
when the device from the list is clicked

    }

    private AdapterView.OnItemClickListener myListClickListener = new
AdapterView.OnItemClickListener()
    {
```

```
        public void onItemClick (AdapterView<?> av, View v, int arg2, long arg3)
        {
            // Get the device MAC address, the last 17 chars in the View
            String info = ((TextView) v).getText().toString();
            String address = info.substring(info.length() - 17);

            // Make an intent to start next activity.
            //Intent i = new Intent(DeviceList.this, ledControl.class);
            Intent i = new Intent(DeviceList.this, MainActivity.class);

            //Change the activity.
            i.putExtra(EXTRA_ADDRESS, address); //this will be received at
ledControl (class) Activity
            startActivity(i);
        }
    };



    @Override
    public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu)
    {
        // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is present.
        getMenuInflater().inflate(R.menu.menu_device_list, menu);
        return true;
    }

    @Override
    public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
        // Handle action bar item clicks here. The action bar will
        // automatically handle clicks on the Home/Up button, so long
```

```
        // as you specify a parent activity in AndroidManifest.xml.
        int id = item.getItemId();

        //noinspection SimplifiableIfStatement
        if (id == R.id.action_settings) {
            return true;
        }

        return super.onOptionsItemSelected(item);
    }
}
package com.led.led;

import android.app.ProgressDialog;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.bluetooth.BluetoothSocket;
import android.content.Intent;
import android.os.AsyncTask;
import android.os.Bundle;
import android.support.v7.app.ActionBarActivity;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.SeekBar;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
```

```
import java.io.IOException;
import java.util.Calendar;
import java.util.UUID;

/**
*/
public class Initialize extends ActionBarActivity {

    Button btnInitialize,discInit;
    String address = null;
    private ProgressDialog progress;
    BluetoothAdapter myBluetooth = null;
    BluetoothSocket btSocket = null;
    private boolean isBtConnected = false;
    private int hour,seconds;
    Calendar cal;
    //SPP UUID. Look for it
    static final UUID myUUID = UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-
00805F9B34FB");

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);

        Intent newint = getIntent();
        address = newint.getStringExtra(DeviceList.EXTRA_ADDRESS);
//receive the address of the bluetooth device

        //view of the ledControl
        setContentView(R.layout.initialize);
```

```
//call the widgtes
btnInitialize = (Button) findViewById(R.id.initialize);
discInit = (Button) findViewById(R.id.InitDisc);

cal = Calendar.getInstance();


new ConnectBT().execute(); //Call the class to connect

//commands to be sent to bluetooth
btnInitialize.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        //turnOnLed();      //method to turn on
        hour = cal.get(Calendar.HOUR);
        seconds = cal.get(Calendar.SECOND);
        Long tsLong = System.currentTimeMillis()/1000;
        initialize(tsLong);
    }
});


discInit.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        Disconnect(); //close connection
    }
});
```

```
}



private void Disconnect()
{
    if (btSocket!=null) //If the btSocket is busy
    {
        try
        {
            btSocket.close(); //close connection
        }
        catch (IOException e)
        { msg("Error");}
    }
    finish(); //return to the first layout

}

private void turnOffLed()
{
    if (btSocket!=null)
    {
        try
        {
            btSocket.getOutputStream().write("TF".toString().getBytes());
        }
        catch (IOException e)
```

```
            {
                msg("Error");
            }
        }
    }

    private void turnOnLed()
    {
        if (btSocket!=null)
        {
            try
            {
                btSocket.getOutputStream().write("TO".toString().getBytes());
            }
            catch (IOException e)
            {
                msg("Error");
            }
        }
    }

    private void initialize(long epoch)
    {
        if (btSocket!=null)
        {
            try
            {
btSocket.getOutputStream().write(String.valueOf(epoch).getBytes());
            }
```

```
            catch (IOException e)
            {
                msg("Error");
            }
        }
    }

    // fast way to call Toast
    private void msg(String s)
    {
Toast.makeText(getApplicationContext(),s,Toast.LENGTH_LONG).show();
    }

    @Override
    public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
        // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is present.
        getMenuInflater().inflate(R.menu.menu_led_control, menu);
        return true;
    }

    @Override
    public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
        // Handle action bar item clicks here. The action bar will
        // automatically handle clicks on the Home/Up button, so long
        // as you specify a parent activity in AndroidManifest.xml.
        int id = item.getItemId();

        //noinspection SimplifiableIfStatement
        if (id == R.id.action_settings) {
```

```
            return true;
        }

        return super.onOptionsItemSelected(item);
    }

    private class ConnectBT extends AsyncTask<Void, Void, Void>  // UI
thread
    {
        private boolean ConnectSuccess = true; //if it's here, it's almost
connected

        @Override
        protected void onPreExecute()
        {
            progress = ProgressDialog.show(Initialize.this, "Connecting...",
"Please wait!!!");  //show a progress dialog
        }

        @Override
        protected Void doInBackground(Void... devices) //while the progress
dialog is shown, the connection is done in background
        {
            try
            {
                if (btSocket == null || !isBtConnected)
                {
                    myBluetooth = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();//get the
mobile bluetooth device
                    BluetoothDevice dispositivo =
myBluetooth.getRemoteDevice(address);//connects to the device's address
and checks if it's available
```

```
                btSocket =
dispositivo.createInsecureRfcommSocketToServiceRecord(myUUID);//create
a RFCOMM (SPP) connection

                BluetoothAdapter.getDefaultAdapter().cancelDiscovery();

                btSocket.connect();//start connection

            }

        }

        catch (IOException e)

        {

            ConnectSuccess = false;//if the try failed, you can check the
exception here

        }

        return null;

    }

    @Override

    protected void onPostExecute(Void result) //after the doInBackground, it
checks if everything went fine

    {

        super.onPostExecute(result);


        if (!ConnectSuccess)

        {

            msg("Connection Failed. Is it a SPP Bluetooth? Try again.");

            finish();

        }

        else

        {

            msg("Connected.");

            isBtConnected = true;

        }

        progress.dismiss();
```

```
        }
    }
}
package com.led.led;

import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.content.Intent;
import android.os.Bundle;
import android.support.v7.app.ActionBarActivity;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.ListView;
import android.widget.Toast;

import java.util.Set;

/**
*/
public class MainActivity extends ActionBarActivity {



    Button btnA, btnB, btnC;
    String address = null;
    public static String EXTRA_ADDRESS = "device_address";




    @Override
```

```
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        Intent newint = getIntent();
        address = newint.getStringExtra(DeviceList.EXTRA_ADDRESS);
//receive the address of the bluetooth device



        btnA = (Button)findViewById(R.id.button5);
        btnB = (Button)findViewById(R.id.button6);
        btnC = (Button)findViewById(R.id.button7);



        btnA.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
        {
            @Override
            public void onClick(View v)
            {
                Intent i = new Intent(MainActivity.this, Precalculation.class);

                //Change the activity.
                i.putExtra(EXTRA_ADDRESS, address); //this will be received at
ledControl (class) Activity
                startActivity(i);

            }
        });

        btnB.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
```

```
        {
            @Override
            public void onClick(View v)
            {
                Intent i = new Intent(MainActivity.this, Initialize.class);


                //Change the activity.
                i.putExtra(EXTRA_ADDRESS, address); //this will be received at
ledControl (class) Activity
                startActivity(i);
            }
        });


        btnC.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
        {
            @Override
            public void onClick(View v)
            {
                Intent i = new Intent(MainActivity.this, Counters.class);


                //Change the activity.
                i.putExtra(EXTRA_ADDRESS, address); //this will be received at
ledControl (class) Activity
                startActivity(i);


            }
        });



    }
```

```
}
package com.led.led;

import android.content.Intent;
import android.os.Bundle;
import android.support.v7.app.ActionBarActivity;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.SeekBar;
import android.widget.TextView;

import java.io.IOException;

/**
*/
public class Precalculation extends ActionBarActivity {



    Button calculate;
    String address = null;
    SeekBar thermokrasia, litra, atoma;
    TextView lumn1,lumn2,lumn3,res;
    private static int temp,litres,persons;

    public static String EXTRA_ADDRESS = "device_address";



    @Override
```

```
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.precalc);

        thermokrasia = (SeekBar)findViewById(R.id.seekBar2);
        litra = (SeekBar)findViewById(R.id.seekBar3);
        atoma = (SeekBar)findViewById(R.id.seekBar4);
        lumn1 = (TextView)findViewById(R.id.lumn1);
        lumn2 = (TextView)findViewById(R.id.lumn2);
        lumn3 = (TextView)findViewById(R.id.lumn3);
        res = (TextView)findViewById(R.id.result);
        calculate = (Button)findViewById(R.id.calculate);



        int step = 1;
        int maxTemp = 45;
        int minTemp = 25;
        int maxLitre = 160;
        int minLitre = 90;
        int maxPersons = 5;
        int minPerson = 1;

        thermokrasia.setMax( (maxTemp - minTemp) / step );
        litra.setMax( (maxLitre - minLitre) / step );
        atoma.setMax( (maxPersons - minPerson) / step );



        thermokrasia.setOnSeekBarChangeListener(new
SeekBar.OnSeekBarChangeListener() {
```

```
            @Override
            public void onProgressChanged(SeekBar seekBar, int progress,
boolean fromUser) {
                if (fromUser==true)
                {
                    lumn1.setText(String.valueOf(progress+25));
                    temp = progress+25;


                }
            }

            @Override
            public void onStartTrackingTouch(SeekBar seekBar) {


            }

            @Override
            public void onStopTrackingTouch(SeekBar seekBar) {


            }
        });



        litra.setOnSeekBarChangeListener(new
SeekBar.OnSeekBarChangeListener() {
            @Override
            public void onProgressChanged(SeekBar seekBar, int progress,
boolean fromUser) {
                if (fromUser==true)
                {
                    lumn2.setText(String.valueOf(progress+90));
```

```
                litres = progress+90;
            }
        }

        @Override
        public void onStartTrackingTouch(SeekBar seekBar) {

        }

        @Override
        public void onStopTrackingTouch(SeekBar seekBar) {

        }
    });



    atoma.setOnSeekBarChangeListener(new
SeekBar.OnSeekBarChangeListener() {
        @Override
        public void onProgressChanged(SeekBar seekBar, int progress,
boolean fromUser) {
            if (fromUser==true)
            {
                lumn3.setText(String.valueOf(progress+1));
                persons = progress+1;









            }
```

```
            }

            @Override
            public void onStartTrackingTouch(SeekBar seekBar) {

            }

            @Override
            public void onStopTrackingTouch(SeekBar seekBar) {

            }
        });



        calculate.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
        {
            @Override
            public void onClick(View v)
            {
                double apotelesma = (temp-
15)*litres*persons*(4.184)/3600*0.1052*120;
               res.setText(String.format("%.2f", apotelesma)+"€");



            }
        });



    }
```

}

Παράρτημα Στ

Κώδικας Arduino

Παράρτημα ΣΤ

Κώδικας Arduino

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Time.h>
#include <TimeLib.h>

//Pins
#define CENTRAL_HEATING_RUNNING_INPUT_PIN 3
#define ADDITIONAL_HI_PIN 4
#define CENTRAL_HEATING_RUNNING_INDICATOR_PIN 6
#define NIGHT_INDICATOR_PIN 7
#define DAY_INDICATOR_PIN 8
#define PETROL_BOILER_SELECTED_PIN 9
#define ELECTRIC_BOILER_SELECTED_PIN 10
#define WATER_MAINS_VALVE_PIN 11
#define SOLAR_HEATER_VALVE_PIN 12
#define BOILER_VALVE_PIN 13
#define BOILER_TEMPERATURE_PIN A1
#define WATER_MAINS_TEMPERATURE_PIN A2
#define TARGET_TEMPERATURE_PIN A3
#define SOLAR_HEATER_TEMPERATURE_PIN A4

const int softwareTx = 2;
const int softwareRx = 5;


boolean usingPetrolBoiler = false;
boolean usingElectricBoilerDay=false;
boolean usingElectricBoilerNight=false;
```

```
unsigned long millisPetrolBoiler = 0;
unsigned long millisElectricBoilerDay = 0;
unsigned long millisElectricBoilerNight = 0;

long previousLoopTime=0;

#define IDLE_STATE 0
#define HEATING_STATE 1

int heatingState = IDLE_STATE;

String command;

SoftwareSerial sevenSegmentDisplay(softwareRx, softwareTx);

void setup() {
  pinMode(CENTRAL_HEATING_RUNNING_INPUT_PIN, INPUT);
  pinMode(ADDITIONAL_HI_PIN, OUTPUT);
  pinMode(CENTRAL_HEATING_RUNNING_INDICATOR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(NIGHT_INDICATOR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(DAY_INDICATOR_PIN, OUTPUT);
  pinMode(PETROL_BOILER_SELECTED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ELECTRIC_BOILER_SELECTED_PIN, OUTPUT);
  pinMode(WATER_MAINS_VALVE_PIN, OUTPUT);
  pinMode(SOLAR_HEATER_VALVE_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BOILER_VALVE_PIN, OUTPUT);

  Serial.begin(9600);
```

```
  sevenSegmentDisplay.begin(9600);
  setTime(10,24,0,14,9,2016);
  digitalWrite(ADDITIONAL_HI_PIN,HIGH);

  setSevenSegmentBrightness(255);  // High brightness

  // Clear the display before jumping into loop
  clearDisplay();
  previousLoopTime = millis();
  heatingState = IDLE_STATE;
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  int hours = (hour()+3)%24; //adjust for GMT+3
  int minutes = minute();
  char sevenSegmentText[10];
  sprintf(sevenSegmentText, "%02d%02d", hours, minutes);

  // This will output the tempString to the sevenSegmentDisplay
  sevenSegmentDisplay.print(sevenSegmentText);
  setDecimals(0b00010000);  // Set colon between hour and minutes

  int boilerTemperature      =
map(analogRead(BOILER_TEMPERATURE_PIN),      0, 1023, 44, 62);
  int waterMainsTemperature  =
map(analogRead(WATER_MAINS_TEMPERATURE_PIN), 0, 1023, 12, 25);
  int targetTemperature      =
map(analogRead(TARGET_TEMPERATURE_PIN),      0, 1023, 25, 45);
  int solarHeaterTemperature =
map(analogRead(SOLAR_HEATER_TEMPERATURE_PIN),0 ,1023, 12, 62);
```

```
  char displayLine1[17];

  sprintf(displayLine1, "B%02d S%02d M%02d T%02d", boilerTemperature,
solarHeaterTemperature, waterMainsTemperature, targetTemperature);




  if (boilerTemperature < solarHeaterTemperature) {

    if (solarHeaterTemperature < targetTemperature) {

      if (solarHeaterTemperature > waterMainsTemperature) {

        // T1, T4

        float mixtureRatio = calculateMixtureRatio (boilerTemperature,
solarHeaterTemperature, targetTemperature);

        analogWrite(BOILER_VALVE_PIN,       (int)(     mixtureRatio  * 255));

        analogWrite(SOLAR_HEATER_VALVE_PIN, (int)((1 - mixtureRatio) *
255));

        digitalWrite(WATER_MAINS_VALVE_PIN, LOW);

      }

      else {

        //T1, T2

        float mixtureRatio = calculateMixtureRatio (boilerTemperature,
waterMainsTemperature, targetTemperature);

        analogWrite(BOILER_VALVE_PIN,      (int)(     mixtureRatio  * 255));

        analogWrite(WATER_MAINS_VALVE_PIN, (int)((1 - mixtureRatio) *
255));

        digitalWrite(SOLAR_HEATER_VALVE_PIN, LOW);

      }

    }

    else {

      // T4, T2

      float mixtureRatio = calculateMixtureRatio (solarHeaterTemperature,
waterMainsTemperature, targetTemperature);
```

```
      analogWrite(SOLAR_HEATER_VALVE_PIN,(int)(     mixtureRatio  * 255));
      analogWrite(WATER_MAINS_VALVE_PIN, (int)((1 - mixtureRatio) * 255));
      digitalWrite(BOILER_VALVE_PIN, LOW);
    }
  }
  else {
    if (solarHeaterTemperature < targetTemperature) {
      if (solarHeaterTemperature > waterMainsTemperature) {
        // T1, T4
        float mixtureRatio = calculateMixtureRatio (boilerTemperature,
solarHeaterTemperature, targetTemperature);
        analogWrite(BOILER_VALVE_PIN,      (int)(     mixtureRatio  * 255));
        analogWrite(SOLAR_HEATER_VALVE_PIN,(int)((1 - mixtureRatio) *
255));
        digitalWrite(WATER_MAINS_VALVE_PIN, LOW);
      }
      else {
        //T1, T2
        float mixtureRatio = calculateMixtureRatio (boilerTemperature,
waterMainsTemperature, targetTemperature);
        analogWrite(BOILER_VALVE_PIN,      (int)(     mixtureRatio  * 255));
        analogWrite(WATER_MAINS_VALVE_PIN, (int)((1 - mixtureRatio) *
255));
        digitalWrite(SOLAR_HEATER_VALVE_PIN, LOW);
      }
    }
    else {
      // T1, T2
      float mixtureRatio = calculateMixtureRatio (boilerTemperature,
waterMainsTemperature, targetTemperature);
      analogWrite(BOILER_VALVE_PIN,      (int)(     mixtureRatio  * 255));
```

```
    analogWrite(WATER_MAINS_VALVE_PIN, (int)((1 - mixtureRatio) * 255));
    digitalWrite(SOLAR_HEATER_VALVE_PIN, LOW);
  }
}

boolean centralHeatingRunning =
digitalRead(CENTRAL_HEATING_RUNNING_INPUT_PIN) == HIGH;
digitalWrite(CENTRAL_HEATING_RUNNING_INDICATOR_PIN,
centralHeatingRunning ? HIGH : LOW);

boolean isDay = hours >= 6 && hours < 23;
digitalWrite(NIGHT_INDICATOR_PIN, isDay ? LOW : HIGH);
digitalWrite(DAY_INDICATOR_PIN, isDay ? HIGH : LOW);

if (isDay){
  //Ka8e fora pou peftei katw pou 45 to zestainoume otan ftasei 60 to
stamatame
        if (boilerTemperature < 45){
                heatingState = HEATING_STATE;
        }else if (boilerTemperature >= 60){
                heatingState = IDLE_STATE;
        }

        if (heatingState == HEATING_STATE){
            //an doulefkei 8ermansi petreleo to xrisimopoioume, aliws
xrisimopoioume to reuma
                if (centralHeatingRunning){
                        digitalWrite(PETROL_BOILER_SELECTED_PIN, HIGH);
                        digitalWrite(ELECTRIC_BOILER_SELECTED_PIN,
LOW);
                        usingElectricBoilerDay = false;
```

```
                usingPetrolBoiler = true;
            }else{
                digitalWrite(PETROL_BOILER_SELECTED_PIN, LOW);
                digitalWrite(ELECTRIC_BOILER_SELECTED_PIN,
HIGH);
                usingElectricBoilerDay = true;
                usingPetrolBoiler = false;
            }
        }else{
            digitalWrite(PETROL_BOILER_SELECTED_PIN, LOW);
            digitalWrite(ELECTRIC_BOILER_SELECTED_PIN, LOW);
            usingElectricBoilerDay = false;
            usingPetrolBoiler = false;
        }
        usingElectricBoilerNight = false;
    }else{
        //An einai nuxta kai pesei katw apo 58 zestainoume xrisimopoiontas
mono to reuma. stous 60 to stamatame.
        if (boilerTemperature < 58){
            heatingState = HEATING_STATE;
        }else if (boilerTemperature >= 60){
            heatingState = IDLE_STATE;
        }

        digitalWrite(PETROL_BOILER_SELECTED_PIN, LOW);
        usingPetrolBoiler = false;

        if (heatingState == HEATING_STATE){
            digitalWrite(ELECTRIC_BOILER_SELECTED_PIN, HIGH);
            usingElectricBoilerNight = true;
```

```
        }else{
                digitalWrite(ELECTRIC_BOILER_SELECTED_PIN, LOW);
                usingElectricBoilerNight = false;
        }

        usingElectricBoilerDay = false;
  }

  long arduinoRunningTime = millis();
  long millisecondsElapsed = arduinoRunningTime - previousLoopTime;
  previousLoopTime = arduinoRunningTime;

  if (usingPetrolBoiler){
     millisPetrolBoiler += millisecondsElapsed;
  }

  if (usingElectricBoilerDay){
     millisElectricBoilerDay += millisecondsElapsed;
  }

  if (usingElectricBoilerNight){
     millisElectricBoilerNight += millisecondsElapsed;
  }

  //-----------------------------------------------------------------------

        char letter;
// Get from Bluetooth
   if (Serial.available() > 0)
```

```
{command = "";}

while(Serial.available() > 0)
{
  letter = ((byte)Serial.read());

  if(letter == ':')
  {
    break;
  }

  else
  {
    command += letter;
  }

  delay(1);
}




if(command =="READY"){
   //writeString(String((FinishThermansi-StartThermansi)/1000));
  // String one = String(xronosThermansis);
   String strPetrol = String(millisPetrolBoiler/1000);
   String strElectricDay = String(millisElectricBoilerDay/1000);
   String strElectricNight = String(millisElectricBoilerNight/1000);
   String response = "Petrol Usage: " + strPetrol + " sec,Electric Day Usage:
" + strElectricDay + " sec,Electric Night Usage:" + strElectricNight + "sec";
   writeString(response);
```

```
      command="";
    }

    if ((command.toInt()>0))
    {
//        Serial.println("Initializing");
//        Serial.println(command);
        setTime(command.toInt());
//        Serial.println(int (hour()+3));
//        Serial.println(minute());
        command="";
    }
} // end loop

float calculateMixtureRatio(int Ta, int Tb, int Ttarget){
  return (float)(Ttarget - Tb) / (float)(Ta - Tb);
}


void writeString(String stringData) { // Used to serially push out a String with
Serial.write()
  for (int i = 0; i < stringData.length(); i++)
  {
    Serial.write(stringData[i]);   // Push each char 1 by 1 on each loop pass
  }

}// end writeString


// Send the clear display command (0x76)
```

```
//  This will clear the display and reset the cursor
void clearDisplay()
{
  sevenSegmentDisplay.write(0x76);  // Clear display command
}

// Set the displays brightness. Should receive byte with the value
//  to set the brightness to
//  dimmest------------->brightest
//     0--------127--------255
void setSevenSegmentBrightness(byte value)
{
  sevenSegmentDisplay.write(0x7A);  // Set brightness command byte
  sevenSegmentDisplay.write(value);  // brightness data byte
}

// Turn on any, none, or all of the decimals.
//  The six lowest bits in the decimals parameter sets a decimal
//  (or colon, or apostrophe) on or off. A 1 indicates on, 0 off.
//  [MSB] (X)(X)(Apos)(Colon)(Digit 4)(Digit 3)(Digit2)(Digit1)
void setDecimals(byte decimals)
{
  sevenSegmentDisplay.write(0x77);
  sevenSegmentDisplay.write(decimals);
}
```

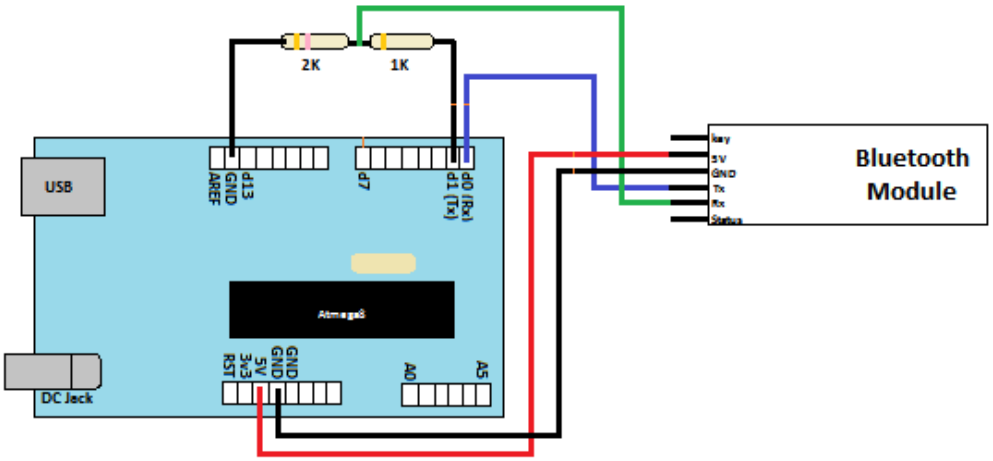
Παράρτημα Ζ

Συνδεσμολογίες

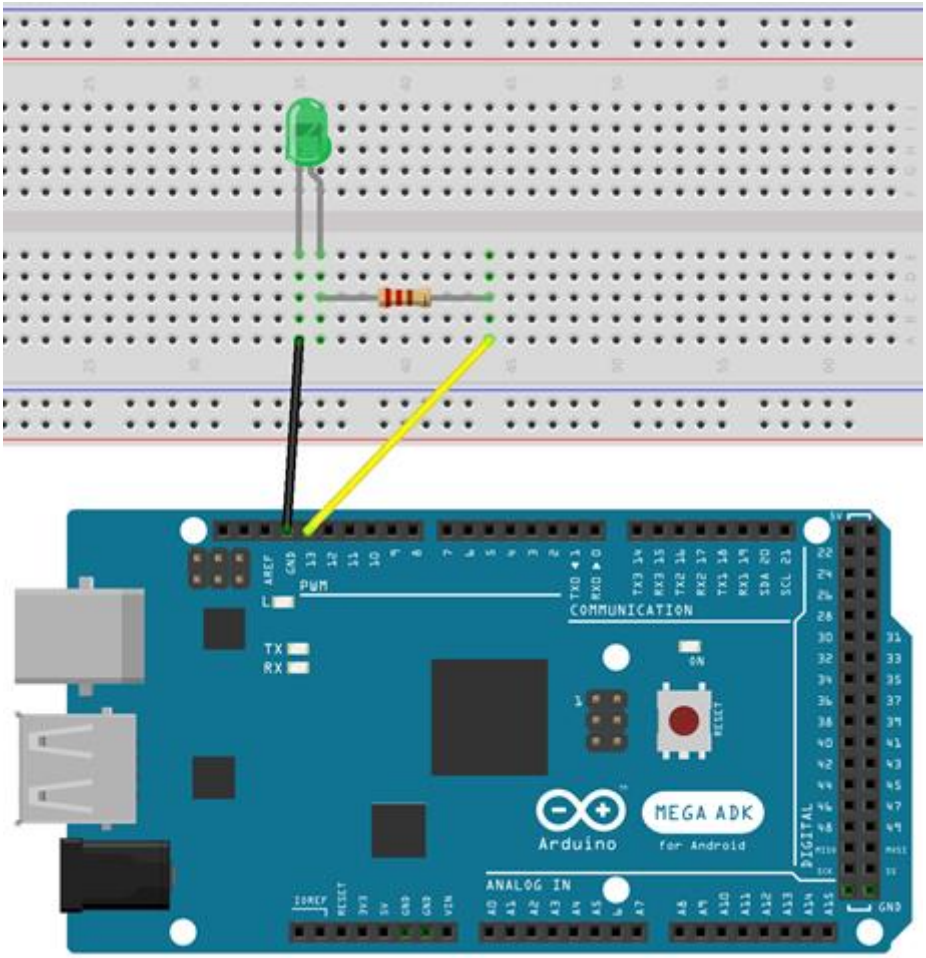
Παράρτημα Z

Συνδεσμολογίες

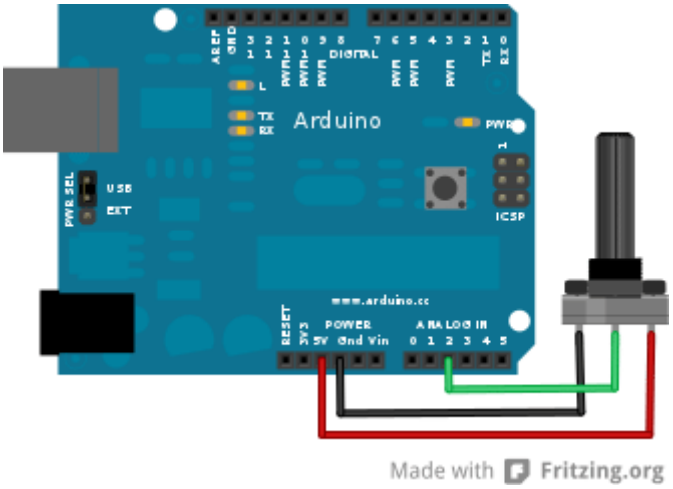
Συνδεσμολογία Arduino με bluetooth hc-05



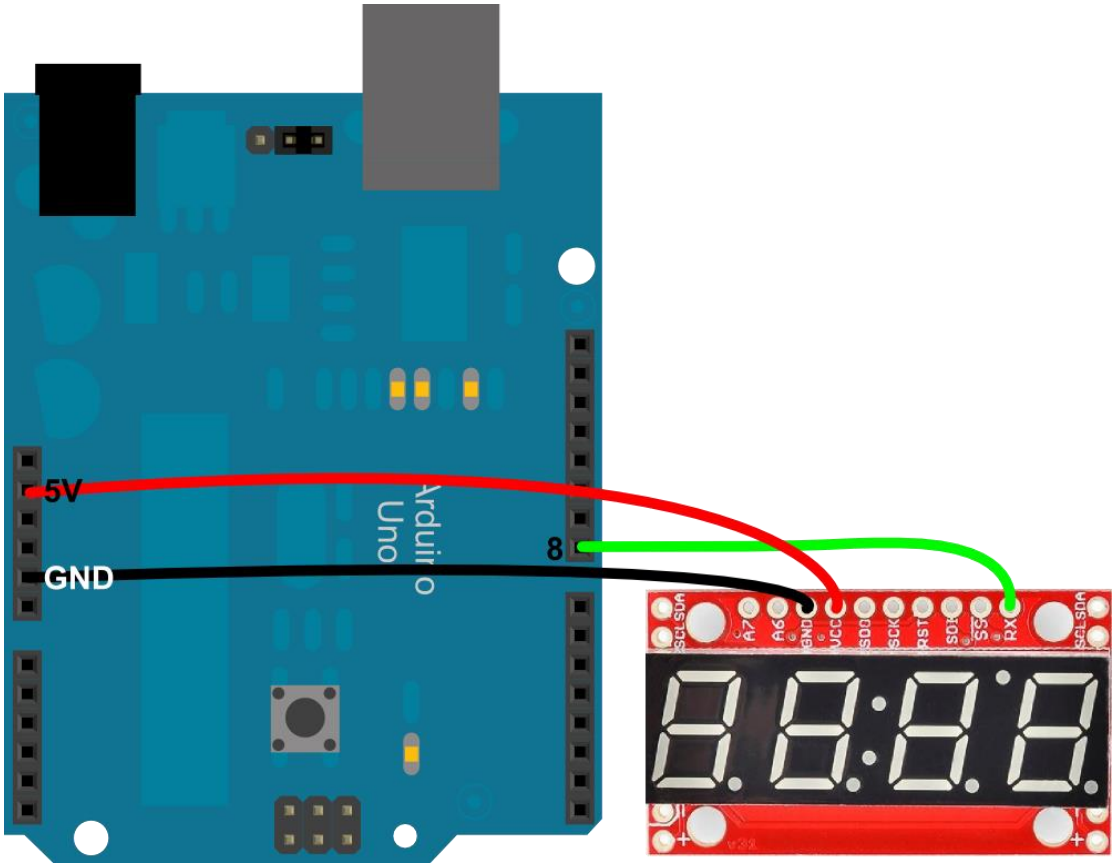
Συνδεσμολογία Arduino με LED



Συνδεσμολογία Arduino με ποτενσιόμετρο



Συνδεσμολογία Arduino με επτατμηματική οθόνη



Παράρτημα Η

Τιμολόγιο ΔΕΗ

Τιμολόγιο Γ1Ν : Με Χρονοχρέωση

Χρεώσεις Προμήθειας (με ισχύ από την 25.7.2014)

Κατανάλωση Ημέρας:

Κλιμάκια (στο σύνολο της κατανάλωσης)	Χρέωση Ενέργειας (€ / kWh)	Χρέωση Παγίου Μονοφασικής παροχής (€ /τετράμηνο)	Χρέωση Παγίου Τριφασικής παροχής (€ /τετράμηνο)
0 – 2000 kWh	0,09460	1,52	4,80
> 2000 kWh	0,10252	1,52	4,80

Ελάχιστη Χρέωση μονοφασικού (€/τετράμηνο) : 5,30

Ελάχιστη Χρέωση τριφασικού (€/τετράμηνο) : 8,58

Κατανάλωση Νύχτας και ζώνης μειωμένης χρέωσης:

Πάγιο νύχτας τετραμήνου: 2,00 €

Ενέργεια νύχτας, όλες οι kWh : 0,06610 €/kWh

Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις Ημέρας (με ισχύ από την 1.6.2014)

Κλιμάκια σε kWh	ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ		ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ (€/kWh)	ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ		ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ (€/kWh)
	Χρέωση Ισχύος €/kVA* ΣΙ / έτος)	Χρέωση Ενέργειας (€/kWh)		Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση) (€/kVA* ΣΙ/ έτος)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση) (€/kWh)	
0 - 1600	0,16	0,00563	0,00046	0,56	0,0214	0,00699
1601-2000						0,01570
2001-3000						0,03987
>3000						0,04488
Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις Νύχτας και ζώνης μειωμένης χρέωσης (με ισχύ από την 1.2.2013)						
	0,00	0,00000	0,00046	0,00	0,0000	0,00889

Χρεωστέα Ισχύς: Η συμφωνημένη ισχύς (ΣΙ) της παροχής

Σημείωση:

Περίοδος τιμολογίου: 120 ημέρες.

Εάν η καταμέτρηση αφορά διαφορετική περίοδο, τότε για την Πάγια Χρέωση και για τα κλιμάκια κατανάλωσης του οικιακού τιμολογίου γίνεται αναλογική χρέωση χρησιμοποιώντας το συντελεστή, Α = ημέρες περιόδου κατανάλωσης / 120 ημέρες.

Για πληροφορίες σχετικά με τα τιμολόγια της ΔΕΗ, παρακαλούμε απευθυνθείτε στο τηλέφωνο πληροφοριών που αναγράφεται στο λογαριασμό σας

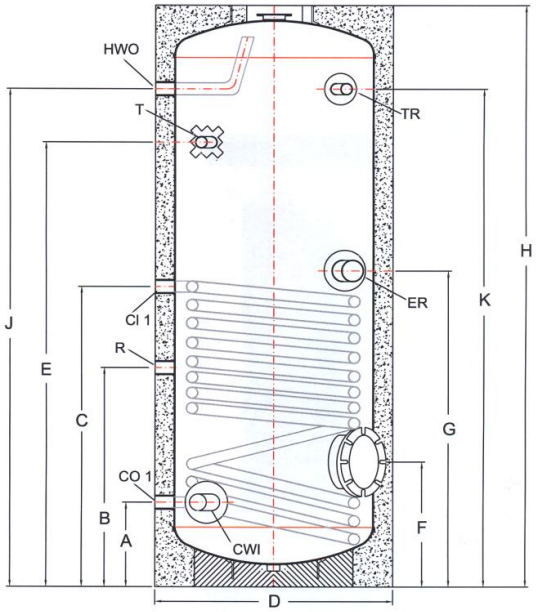
Παράρτημα Θ

Δεδομένα για λέβητες

ΔΟΧΕΙΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ GLASS 150-1000 ΛΙΤΡΑ- ΤΥΠΟΣ SIELINE BLS

SIELINE
SOLAR HEATING

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ ΔΙΠΛΗΣ (ΙΙ) ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

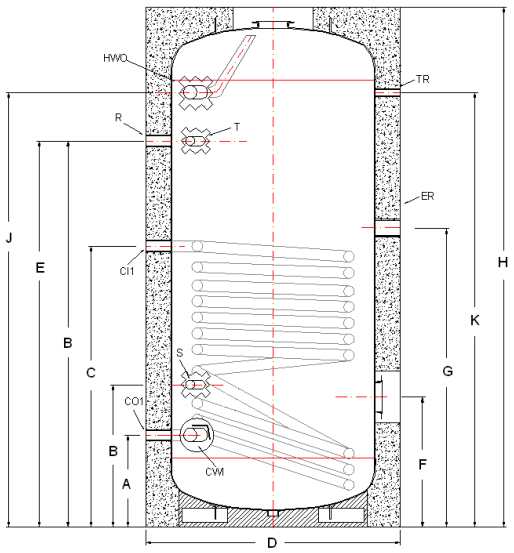


Υλικό : Λαμαρίνα
Κόλληση:Αυτόματη κόλληση μετάλλου
Επικάλυψη προστασίας: Glass – Εμαγιε (Σμάλτο) και προστασία ανοδίου
Μέγιστη πίεση λειτουργίας: 10 bar
Μέγιστη δοκιμαστική πίεση νερού: 16 bar
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 95°C
Μόνωση : Αφρός πολυουρεθάνης 50 mm πάχος πυκνότητας 52 g/m3
Εναλλάκτης : Σωλήνας μεταλλικός
Μέγιστη δοκιμαστική πίεση εναλλάκτη : 25 bar
Ηλεκτρική αντίσταση: Κατά παραγγελία
Φλάντζα : Διάμετρος Ø 170 mm
Σε όλα τα Boiler Λεβητοστασίου είναι απαραίτητο να τοποθετείται Δοχείο Διαστολής – Βαλβίδα Ασφαλείας και Ανοδική Προστασία στο ζεστό νερό χρήσης.

	Τύπος	**150L Δ.Ε.**	**200L Δ.Ε.**	**300L Δ.Ε.**	**500L Δ.Ε.**
	Κωδικός	**BLS1- 150**	**BLS1- 200**	**BLS1- 300**	**BLS1- 500**
	Χωρητικότητα δοχείου liter	139.3	196.4	277.7	455.2
	Χωρητικότητα εναλλάκτη	5	6.4	9.9	12.2
	Εναλλάκτης S1 είσοδος/έξοδος	1"	1"	1"	1"
	Επιφάνεια εναλλάκτη m²	0,78	0,986	1,55	1,92
	Επανακυκλοφορία	3/4"	3/4"	3/4"	1"
	Είσοδος κρύου νερού	1"	1"	1"	1 "
	Έξοδος ζεστού νερού	1"	1"	1"	1 "
	Φλάντζα – Ανόδιο	Ø170&Ø170	Ø170&Ø170	Ø170&Ø170	Ø170&Ø170
	Για σύνδεση στο boiler με 90°C και νερό 10/45°C kW/L/h	36 859	41,5 1018	62,2 1528	76,4 1875
A	Είσοδος κρύου νερού	245	200	278	263
J	Έξοδος ζεστού νερού	880	1135	1284	1265
C	Είσοδος S1 εναλλάκτη	597	690	767	755
A	Έξοδος S1 εναλλάκτη	245	200	278	263
B	Ανακυκλοφορία	485	540	638	603
F	Φλάντζα καθαρισμού	425	400	430	450
H	Συνολικό ύψος	1080	1380	1580	1580
E	Θερμοστάτης	650	1035	1120	1100
K	Θερμόμετρο	870	1135	1300	1280
G	Υποδοχή ηλεκτρικής αντίστασης	648	745	855	840
D	Διάμετρος	Ø560	Ø 560	Ø 600	Ø 750
	Πίεση λειτουργίας / bar	10	10	10	10
	Βάρος kg	60,5	86	110	171

SIELINE
SOLAR HEATING

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ ΔΙΠΛΗΣ (ΙΙ) ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

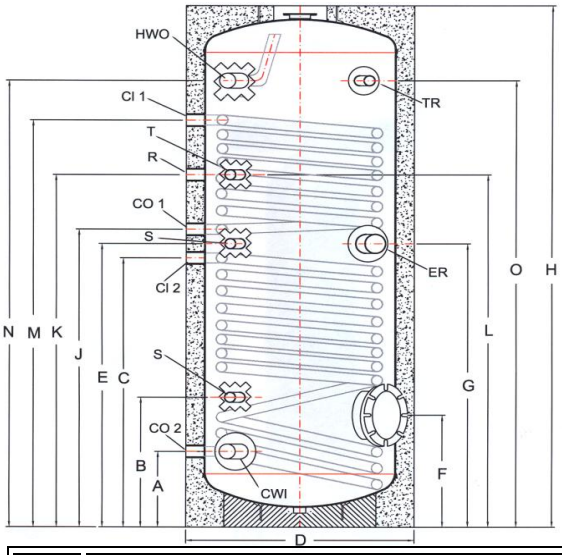


Υλικό : Λαμαρίνα
Κόλληση:Αυτόματη κόλληση μετάλλου
Επικάλυψη προστασίας: Σμάλτο (Εμαγιέ)
Μέγιστη πίεση λειτουργίας δοχείου: 10 bar
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας δοχείου: 95°C
Μόνωση : Μαλακή πολυουρεθάνη 100 mm πάχος,
Εναλλάκτης : Σωλήνας DCP 1''
Μέγιστη πίεση λειτουργίας εναλλάκτη : 16 bar
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας εναλλάκτη: 130°C
Φλάντζα καθαρισμού: Διάμετρος Ø 170 mm
Σε όλα τα Boiler Λεβητοστασίου είναι απαραίτητο να τοποθετείται Δοχείο Διαστολής – Βαλβίδα Ασφαλείας και Ανοδική Προστασία στο ζεστό νερό χρήσης.

	Τύπος	**750L Δ.Ε.**	**1000L Δ.Ε.**
	Κωδικός	**BLS1- 750**	**BLS1- 1000**
	Χωρητικότητα δοχείου liter	757	881
	Χωρητικότητα εναλλάκτη	15,20	19,20
	Εναλλάκτης S1 είσοδος/έξοδος	1"	1"
	Επιφάνεια εναλλάκτη m²	2,40	3,00
	Επανακυκλοφορία	1"	1"
	Είσοδος κρύου νερού	1 ½ "	1 ½ "
	Έξοδος ζεστού νερού	1 ½ "	1 ½ "
	Αποχέτευση	1"	1"
	Φλάντζα καθαρισμού	Φ.170 & Φ.170	Φ.170 & Φ.170
	Για σύνδεση στο boiler με 90°C και νερό 10/45°C kW/L/h	88,50 2175	113 2772
A	Είσοδος κρύου νερού	345	365
J	Έξοδος ζεστού νερού	1475	1725
C	Είσοδος S1 εναλλάκτη	995	1115
A	Έξοδος S1 εναλλάκτη	345	365
B	Ανακυκλοφορία	1325	1532
F	Φλάντζα καθαρισμού	555	535
H	Συνολικό ύψος	1820	2070
E	Θερμοστάτης	1325	1532
K	Θερμόμετρο	1420	1725
G	Υποδοχή ηλεκτρικής αντίστασης	980	1130
D	Διάμετρος εξωτερική	Ø 1010	Ø 1010
	Βάρος kg	231	273

SIELINE
SOLAR HEATING

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ ΤΡΙΠΛΗΣ (III) ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

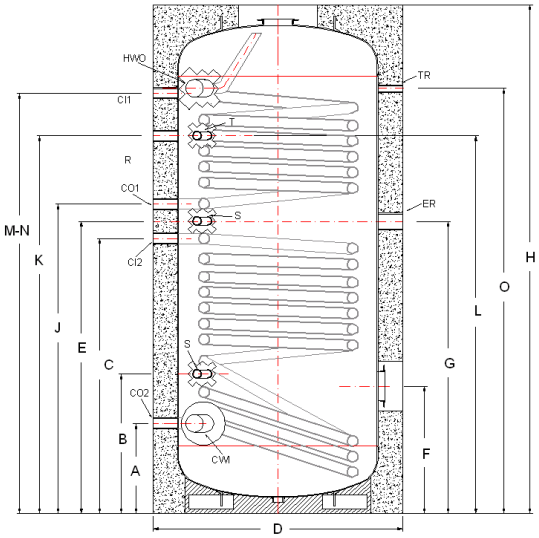


Υλικό : Λαμαρίνα
Κόλληση:Αυτόματη κόλληση μετάλλου
Επικάλυψη προστασίας: Glass – Εμαγιέ (Σμάλτο) και προστασία ανοδίου
Μέγιστη πίεση λειτουργίας: 10 bar
Μέγιστη δοκιμαστική πίεση νερού: 16 bar
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας: 95°C
Μόνωση : Αφρός πολυουρεθάνης 50 mm πάχος, πυκνότητας 52 kg/m3
Εναλλάκτης : Σωλήνας μεταλλικός
Μέγιστη δοκιμαστική πίεση εναλλάκτη : 25 bar
Ηλεκτρική αντίσταση: Κατά παραγγελία
Φλάντζα : Διάμετρος Ø 170 mm
Σε όλα τα Boiler Λεβητοστασίου είναι απαραίτητο να τοποθετείται Δοχείο Διαστολής – Βαλβίδα Ασφαλείας και Ανοδική Προστασία στο ζεστό νερό χρήσης.

	Τύπος	**150L T.E.**	**200L T.E.**	**300L T.E.**	**500L T.E.**
	Κωδικός	**BLS2- 150**	**BLS2-C 200**	**BLS2-C 300**	**BLS2-C 500**
	Χωρητικότητα δοχείου liter	132.9	190	269.6	442.4
	Χωρητικότητα εναλλάκτη	8	11.4	16.2	19.8
	Εναλλάκτης S1/S 2 είσοδος/έξοδος	1"	1"	1"	1"
	Επιφάνεια εναλλάκτη S1/S2 m²	0,53/0,78	0,78/0,99	0,99/1,55	1,20/1,92
	Επανακυκλοφορία	3/4"	3/4"	3/4"	1"
	Είσοδος κρύου νερού	1"	1"	1"	1 "
	Έξοδος ζεστού νερού	1"	1"	1"	1 "
	Φλάντζα – Ανόδιο	Ø170&Ø170	Ø170&Ø170	Ø170&Ø170	Ø170&Ø170
	Για σύνδεση S1 στο boiler με 90°C και νερού 10/45°C kW/L/h	14,4 224	19.7 338	22.5 394.2	24,2 423,9
	Για σύνδεση S2 στο boiler με 90°C και νερού 10/45°C kW/L/h	18.2 450	22.5 542	31.25 767.5	42 1031,5
A	Είσοδος κρύου νερού	245	200	278	263
N	Έξοδος ζεστού νερού	880	1135	1284	1265
J	Έξοδος εναλλάκτη S1	679	810	915	900
A	Έξοδος εναλλάκτη S2	245	200	278	250
M	Είσοδος εναλλάκτη S1	880	1109	1215	1200
C	Είσοδος εναλλάκτη S2	597	690	767	755
K	Ανακυκλοφορία	790	985	1120	1100
H	Συνολικό ύψος	1080	1380	1580	1580
E	Αισθητήρας	660	750	850	825
G	Υποδοχή ηλεκτρικής αντίστασης	648	745	855	840
B	Αισθητήρας	375	300	420	403
L	Θερμοστάτης	820	1034	1215	1100
O	Θερμόμετρο	870	1135	1300	1280
D	Διάμετρος	Ø560	Ø 560	Ø 600	Ø 750
F	Φλάντζα καθαρισμού	425	400	430	450
	Πίεση λειτουργίας / bar	10	10	10	10
	Βάρος kg	70	100	130	177

SIELINE
SOLAR HEATING

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ ΤΡΙΠΛΗΣ (ΙΙΙ) ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Υλικό : Λαμαρίνα
Κόλληση:Αυτόματη κόλληση μετάλλου
Επικάλυψη προστασίας: Σμάλτο (Εμαγιέ)
Μέγιστη πίεση λειτουργίας δοχείου: 10 bar
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας δοχείου: 95°C
Μόνωση : Μαλακή πολυουρεθάνη 100 mm πάχος,
Εναλλάκτης : Σωλήνας DCP 1''
Μέγιστη πίεση λειτουργίας εναλλάκτη : 16 bar
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας εναλλάκτη: 130°C
Φλάντζα καθαρισμού: Διάμετρος Ø 170 mm
Σε όλα τα Boiler Λεβητοστασίου είναι απαραίτητο να τοποθετείται Δοχείο Διαστολής – Βαλβίδα Ασφαλείας και Ανοδική Προστασία στο ζεστό νερό χρήσης.

	Τύπος	**750L T.E.**	**1000L T.E.**
	Κωδικός	**BLS2- 750**	**BLS2- 1000**
	Χωρητικότητα δοχείου liter	747,10	865,40
	Χωρητικότητα εναλλακτών	23,80	31,70
	Εναλλάκτης S1/S2 είσοδος/έξοδος	1"	1"
	Επιφάνεια εναλλάκτη S1/S2 m²	1,35 / 2,39	1,97 / 3,02
	Επανακυκλοφορία	1"	1"
	Είσοδος κρύου νερού	1 ½ "	1 ½ "
	Έξοδος ζεστού νερού	1 ½ "	1 ½ "
	Αποχέτευση	1"	1"
	Φλάντζα καθαρισμού	Φ.170 & Φ.170	Φ.170 & Φ.170
	Για σύνδεση S1 στο boiler με 90°C και νερού 10/45°C kW/L/h	27,20 476,40	37,10 632,60
	Για σύνδεση S2 στο boiler με 90°C και νερού 10/45°C kW/L/h	52,80 1336	64,3 1638
A	Είσοδος κρύου νερού	345	365
N	Έξοδος ζεστού νερού	1475	1705
J	Έξοδος εναλλάκτη S1	1135	1255
A	Έξοδος εναλλάκτη S2	345	365
M	Είσοδος εναλλάκτη S1	1475	1705
C	Είσοδος εναλλάκτη S2	995	1115
K	Ανακυκλοφορία	1325	1532
H	Συνολικό ύψος	1820	2070
E	Αισθητήρας	1065	1185
G	Υποδοχή ηλεκτρικής αντίστασης	980	1185
B	Αισθητήρας	545	565
L	Θερμοστάτης	1325	1532
O	Θερμόμετρο	1420	1725
D	Διάμετρος εξωτερική	Φ.1010	Φ.1010
F	Φλάντζα καθαρισμού	555	535
	Βάρος kg	272	321

ΑΠΟΔΟΣΗ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ BLS-2 150L (ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ) ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 12897:2006

Παρουσιάζονται παρακάτω οι αποδόσεις του Boiler λεβητοστασίου **BLS-2 150L** με βάση το **EN 12897**, για διάφορες ροές τόσο του άνω εναλλάκτη (Πίνακας 1), όσο και του κάτω εναλλάκτη (Πίνακας 2).

Επίσης, προσδιορίζονται οι θερμικές απώλειες του Boiler, καθώς και ο συντελεστής θερμικών απωλειών (Πίνακας 3).

Επιφάνεια άνω εναλλάκτη: 0,53m^2

Παροχή άνω εναλλάκτη	Απόδοση άνω εναλλάκτη
300 L/h	6,70 KW
400 L/h	8,35 KW
500 L/h	8,80 KW
900 L/h	10,40 KW

Πίνακας 1: Απόδοση εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 38%.

Επιφάνεια κάτω εναλλάκτη: 0,78m^2

Παροχή κάτω εναλλάκτη	Απόδοση κάτω εναλλάκτη
300 L/h	8,20 KW
400 L/h	9,30 KW
500 L/h	10,50 KW
900 L/h	13,10 KW

Πίνακας 2: Απόδοση κάτω εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 98%.

Θερμικές απώλειες δεξαμενής	1,2 KWh/24h
Συντελεστής θερμικών απωλειών δεξαμενής	2,1 W/K

Πίνακας 3: Θερμικές απώλειες θερμοδοχείου (με βάση το EN 12897) και συντελεστής θερμικών απωλειών (με βάση το ISO 9459-2 & EN 12976-2).

ΑΠΟΔΟΣΗ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ BLS-2 200L (ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ) ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 12897:2006

Παρουσιάζονται παρακάτω οι αποδόσεις του Boiler λεβητοστασίου **BLS-2 200L** με βάση το **EN 12897**, για διάφορες ροές τόσο του άνω εναλλάκτη (Πίνακας 1), όσο και του κάτω εναλλάκτη (Πίνακας 2).

Επίσης, προσδιορίζονται οι θερμικές απώλειες του Boiler, καθώς και ο συντελεστής θερμικών απωλειών (Πίνακας 3).

Επιφάνεια άνω εναλλάκτη: 0,78m^2

Παροχή άνω εναλλάκτη	Απόδοση άνω εναλλάκτη
400 L/h	9,60 KW
700 L/h	12,00 KW
900 L/h	13,60 KW
1300 L/h	15,00 KW

Πίνακας 1: Απόδοση εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 38%.

Επιφάνεια κάτω εναλλάκτη: 0,99m^2

Παροχή κάτω εναλλάκτη	Απόδοση κάτω εναλλάκτη
400 L/h	10,20 KW
700 L/h	13,30 KW
900 L/h	14,40 KW
1300 L/h	17,70 KW

Πίνακας 2: Απόδοση κάτω εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 98%.

Θερμικές απώλειες δεξαμενής	1,3 KWh/24h
Συντελεστής θερμικών απωλειών δεξαμενής	2,2 W/K

Πίνακας 3: Θερμικές απώλειες θερμοδοχείου (με βάση το EN 12897) και συντελεστής θερμικών απωλειών (με βάση το ISO 9459-2 & EN 12976-2).

ΑΠΟΔΟΣΗ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ BLS-2 300L (ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ) ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 12897:2006

Παρουσιάζονται παρακάτω οι αποδόσεις του Boiler λεβητοστασίου **BLS-2 300L** με βάση το **EN 12897**, για διάφορες ροές τόσο του άνω εναλλάκτη (Πίνακας 1), όσο και του κάτω εναλλάκτη (Πίνακας 2).

Επίσης, προσδιορίζονται οι θερμικές απώλειες του Boiler, καθώς και ο συντελεστής θερμικών απωλειών (Πίνακας 3).

Επιφάνεια άνω εναλλάκτη: 0,99m^2

Παροχή άνω εναλλάκτη	Απόδοση άνω εναλλάκτη
600 L/h	13,60 KW
900 L/h	16,40 KW
1200 L/h	17,60 KW
1600 L/h	18,60 KW

Πίνακας 1: Απόδοση εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 35%.

Επιφάνεια κάτω εναλλάκτη: 1,55m^2

Παροχή κάτω εναλλάκτη	Απόδοση κάτω εναλλάκτη
600 L/h	18,20 KW
900 L/h	22,90 KW
1200 L/h	25,20 KW
1600 L/h	27,60 KW

Πίνακας 2: Απόδοση κάτω εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 100%.

Θερμικές απώλειες δεξαμενής	1,5 KWh/24h
Συντελεστής θερμικών απωλειών δεξαμενής	2,4 W/K

Πίνακας 3: Θερμικές απώλειες θερμοδοχείου (με βάση το EN 12897) και συντελεστής θερμικών απωλειών (με βάση το ISO 9459-2 & EN 12976-2).

ΑΠΟΔΟΣΗ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ BLS-2 500L (ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ) ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 12897:2006

Παρουσιάζονται παρακάτω οι αποδόσεις του Boiler λεβητοστασίου **BLS-2 500L** με βάση το **EN 12897**, για διάφορες ροές τόσο του άνω εναλλάκτη (Πίνακας 1), όσο και του κάτω εναλλάκτη (Πίνακας 2).

Επίσης, προσδιορίζονται οι θερμικές απώλειες του Boiler, καθώς και ο συντελεστής θερμικών απωλειών (Πίνακας 3).

Επιφάνεια άνω εναλλάκτη: 1,20m^2

Παροχή άνω εναλλάκτη	Απόδοση άνω εναλλάκτη
900 L/h	19,20 KW
1300 L/h	21,40 KW
1700 L/h	23,20 KW
2600 L/h	25,30 KW

Πίνακας 1: Απόδοση εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 38%.

Επιφάνεια κάτω εναλλάκτη: 1,92m^2

Παροχή κάτω εναλλάκτη	Απόδοση κάτω εναλλάκτη
900 L/h	25,80 KW
1300 L/h	30,25 KW
1700 L/h	33,90 KW
2600 L/h	37,60 KW

Πίνακας 2: Απόδοση κάτω εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 99%.

Θερμικές απώλειες δεξαμενής	1,8 KWh/24h
Συντελεστής θερμικών απωλειών δεξαμενής	2,8 W/K

Πίνακας 3: Θερμικές απώλειες θερμοδοχείου (με βάση το EN 12897) και συντελεστής θερμικών απωλειών (με βάση το ISO 9459-2 & EN 12976-2).

ΑΠΟΔΟΣΗ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ BLS-2 750L (ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ) ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 12897:2006

Παρουσιάζονται παρακάτω οι αποδόσεις του Boiler λεβητοστασίου **BLS-2 750L** με βάση το **EN 12897**, για διάφορες ροές τόσο του άνω εναλλάκτη (Πίνακας 1), όσο και του κάτω εναλλάκτη (Πίνακας 2).

Επίσης, προσδιορίζονται οι θερμικές απώλειες του Boiler, καθώς και ο συντελεστής θερμικών απωλειών (Πίνακας 3).

Επιφάνεια άνω εναλλάκτη: 1,35m^2

Παροχή άνω εναλλάκτη	Απόδοση άνω εναλλάκτη
900 L/h	20,50 KW
1600 L/h	24,85 KW
2600 L/h	27,80 KW
3900 L/h	30,45 KW

Πίνακας 1: Απόδοση εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^oC στους 60 ^oC, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^oC. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 38%.

Επιφάνεια κάτω εναλλάκτη: 2,39m^2

Παροχή κάτω εναλλάκτη	Απόδοση κάτω εναλλάκτη
900 L/h	30,15 KW
1600 L/h	39,20 KW
2600 L/h	46,10 KW
3900 L/h	51,10 KW

Πίνακας 2: Απόδοση κάτω εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^oC στους 60 ^oC, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^oC. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 99%.

Θερμικές απώλειες δεξαμενής	2,1 KWh/24h
Συντελεστής θερμικών απωλειών δεξαμενής	3,3 W/K

Πίνακας 3: Θερμικές απώλειες θερμοδοχείου (με βάση το EN 12897) και συντελεστής θερμικών απωλειών (με βάση το ISO 9459-2 & EN 12976-2).

ΑΠΟΔΟΣΗ BOILER ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ BLS-2 1.000L (ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ) ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ EN 12897:2006

Παρουσιάζονται παρακάτω οι αποδόσεις του Boiler λεβητοστασίου **BLS-2 1.000L** με βάση το **EN 12897**, για διάφορες ροές τόσο του άνω εναλλάκτη (Πίνακας 1), όσο και του κάτω εναλλάκτη (Πίνακας 2).

Επίσης, προσδιορίζονται οι θερμικές απώλειες του Boiler, καθώς και ο συντελεστής θερμικών απωλειών (Πίνακας 3).

Επιφάνεια άνω εναλλάκτη: 1,97m^2

Παροχή άνω εναλλάκτη	**Απόδοση άνω εναλλάκτη**
900 L/h	25,50 KW
2.000 L/h	34,70 KW
3.500 L/h	40,30 KW
5.000 L/h	43,80 KW

Πίνακας 1: Απόδοση εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 37%.

Επιφάνεια κάτω εναλλάκτη: 3,02m^2

Παροχή κάτω εναλλάκτη	**Απόδοση κάτω εναλλάκτη**
900 L/h	28,50 KW
2.000 L/h	48,20 KW
3.500 L/h	56,95 KW
5.000 L/h	62,60 KW

Πίνακας 2: Απόδοση κάτω εναλλάκτη για θέρμανση Ζ.Ν.Χ. από τους 15 ^{o}C στους 60 ^{o}C, με θερμοκρασία προσαγωγής στον εναλλάκτη 80 ^{o}C. Μέση δυναμικότητα ζεστού νερού 91%.

Θερμικές απώλειες δεξαμενής	2,6 KWh/24h
Συντελεστής θερμικών απωλειών δεξαμενής	3,8 W/K

Πίνακας 3: Θερμικές απώλειες θερμοδοχείου (με βάση το EN 12897) και συντελεστής θερμικών απωλειών (με βάση το ISO 9459-2 & EN 12976-2).

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

CWI	Είσοδος κρύου νερού
HWO	Έξοδος ζεστού νερού
CI	Είσοδος σερπαντίνας
CO	Έξοδος σερπαντίνας
R	Ανακυκλοφορία
ER	Ηλεκτρική αντίσταση
S	Αισθητήρας
T	Θερμοστάτης
TR	Θερμόμετρο
CWO	Έξοδος κρύου νερού
HWI	Είσοδος ζεστού νερού
FR	Ελεύθερη παροχή
VEN	Εξαερισμός