



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

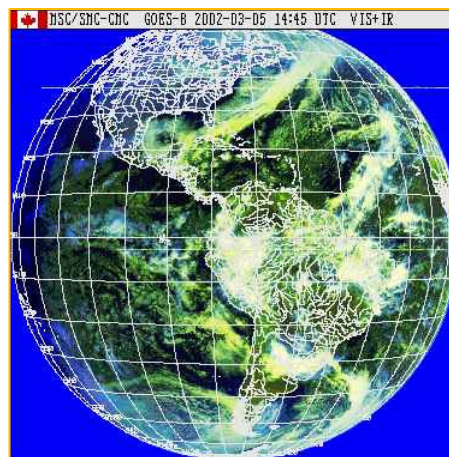
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



***ΑΝΑΛΥΣΗ-ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ
RETSCREEN . ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΑ
ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ***

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



www.retscreen.net

Σπουδάστρια : ΜΑΡΙΑ-ΕΙΡΗΝΗ ΧΟΥΣΤΟΥΛΑΚΗ, Α.Μ 3790

Επιβλέπων : ΜΥΡΩΝ ΜΟΝΙΑΚΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦ/ΓΩΝ ΤΕΙ-ΚΡΗΤΗΣ

©

2010

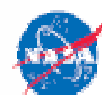
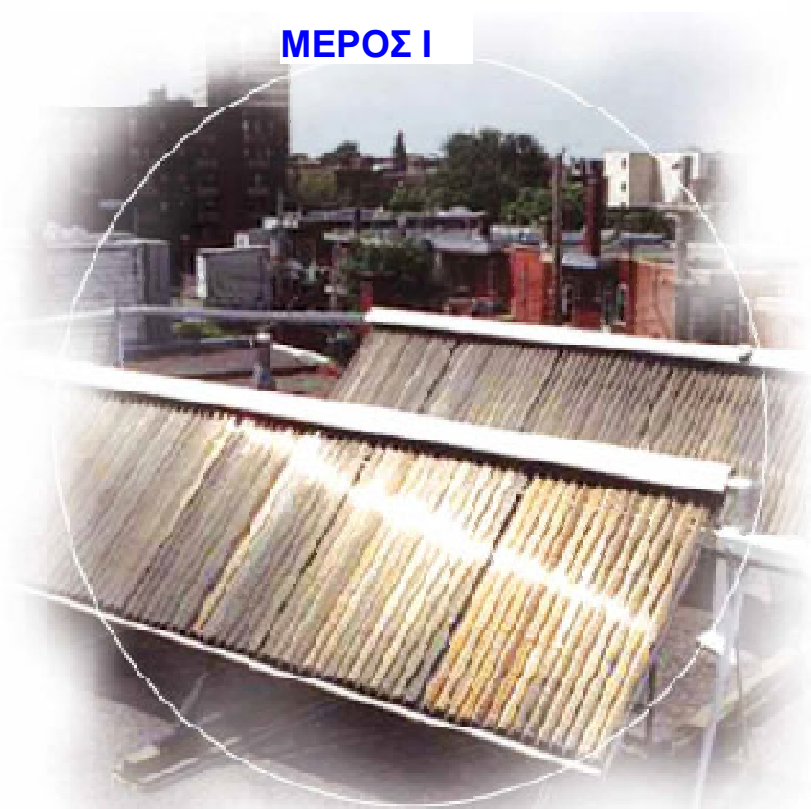
RETScreen® International
Clean Energy Decision Support Centre

www.retscreen.net

RETScreen® Software

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ

ΜΕΡΟΣ Ι



ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

Ευχαριστίες

Νοιώθω ότι μετά από πολύ κόπο και πολλές προσπάθειες βρίσκομαι πάνω στο τελευταίο σκαλοπάτι για την ολοκλήρωση των σπουδών μου από το Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα και θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Μ.Μονιάκη για την βοήθεια , το ενδιαφέρον του και τον πολύτιμο χρόνο που μου αφιέρωσε προκειμένου να ολοκληρωθεί αυτή η πτυχιακή εργασία. Θα ήθελα επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι με υπομονή και αγάπη με στηρίζουν πάντα κάθε στιγμή της ζωής μου.

Πρόλογος

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας ήταν να μελετηθεί, κατανοηθεί και να παρουσιαστεί όσο καλύτερα γίνεται το λογισμικό RETScreen, λογισμικό ελεύθερης πρόσβασης που βοηθάει στην εκπόνηση τεχνικοοικονομικών αναλύσεων ενεργειακών επενδύσεων, το οποίο έχει δημιουργηθεί και διατίθεται από το Υπουργείο Φυσικών Πόρων του Καναδά (Natural Resources Canada). Ιδιαίτερα το αντικείμενο αυτής της εργασίας εστιάζεται στα Ηλιακά Θερμικά Συστήματα και στις εφαρμογές τους όπως π.χ. θέρμανση χώρων, θέρμανση ζεστού νερού χρήσης, θέρμανση πισίνας κ.λπ.

Έχοντας ο αναγνώστης αυτήν την εργασία στα χέρια του θα μπορέσει να αντιληφθεί γρήγορα και εύκολα πως να χρησιμοποιήσει την συγκεκριμένη εφαρμογή αυτού του προγράμματος. Για το λόγο αυτό η δομή της εργασίας έχει ως εξής :

- i) Πρώτα υπάρχει το θεωρητικό μέρος (ΜΕΡΟΣ Ι) όπου εξηγούνται οι βασικές έννοιες και παράμετροι της ηλιακής ακτινοβολίας και του ποσοστού της θερμικής ενέργειας που φθάνει στις συλλεκτικές επιφάνειες (ηλιακούς συλλέκτες) στην γη από τον ήλιο. Εδώ επίσης παρουσιάζονται και το βασικό τυπολόγιο και οι σχέσεις υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης ολοκληρωμένων ηλιακών συστημάτων (μέθοδοι καμπυλών f και Φ).
- ii) Στο δεύτερο και πιο πρακτικό μέρος (ΜΕΡΟΣ ΙΙ) ο αναγνώστης καθοδηγείται βήμα-βήμα ώστε να μπορέσει να συμπληρώσει τα απαραίτητα στοιχεία που απαιτεί σαν εισαγωγές δεδομένων το λογισμικό RETScreen για μια εφαρμογή, όπως επίσης και να αντιληφθεί τα στοιχεία που το λογισμικό υπολογίζει και δίδει σαν αποτελέσματα.

- iii) Τέλος αναπτύσσονται και δυο εφαρμογές με βάση το λογισμικό
- α) η μία αφορά στην εκτίμηση του ποσοστού κάλυψης των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης για μια κατοικία 4 ατόμων στην Αθήνα, όπου γίνεται και η σύγκριση ανάμεσα στα αποτελέσματα του αναλυτικού υπολογισμού (μέθοδος f-chart) και στα αποτελέσματα που μας δίνει το RETscreen και β) η άλλη εφαρμογή αφορά την ηλιακή θέρμανση νερού για χρήση σε πισίνα, αναφέρεται στο κλειστό κολυμβητήριο των Χανίων και μας δίνει τη δυνατότητα να παρουσιάσουμε περισσότερο και τα τμήματα της «ανάλυσης κόστους», «μείωσης εκπομπών ΑτΘ» καθώς και «οικονομικής βιωσιμότητας ενεργειακών επενδύσεων» που μας παρέχει επίσης το παραπάνω λογισμικό!

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	σελίδα
ΜΕΡΟΣ Ι	
1.Εισαγωγή	1
2.Ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού.....	3
2.1.Ταξινόμηση ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού.....	3
2.1.1.Παροχή ζεστού νερού χρήσης	3
2.1.2.Θέρμανση πισίνων	6
2.2.Περιγραφή των ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού.....	7
2.2.1.Ηλιακοί συλλέκτες	9
2.2.2.Οι ακάλυπτοι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες	9
2.2.3.Επίπεδοι υαλοκάλυπτοι ηλιακοί συλλέκτες	11
2.2.4.Ηλιακοί συλλέκτες σωλήνων κενού.....	12
2.3.Χαρακτηριστικά των συστημάτων.....	13
2.3.1.Δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού	13
2.3.2.Διαχειριζόμενη μονάδα ρευστών	13
2.3.3. Ελεγκτής.....	14
2.3.4.Προστασία από το ψύχος	14
2.3.5.Άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	14
3.Μοντέλο έργου ηλιακής θέρμανσης νερού RETSCREEN.....	15
3.1.Περιβαλλοντικές μεταβλητές.....	19
3.1.1.Βασικές έννοιες της ηλιακής ενέργειας.....	21
3.1.2.Ηλιακη απόκλιση	21
3.1.3. Ωριαία ηλιακή γωνία και ωριαία γωνία δύσης.....	21
3.1.4.Πέραν της γης ακτινοβολία και δείκτης καθαρότητας.....	22
3.1.5.Ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο.....	23
3.1.6.Θερμοκρασία ουρανού.....	25
3.2.Θερμοκρασία κρύου νερού.....	27
3.2.1.Αυτόματος υπολογισμός.....	27

3.2.2.Υπολογισμός με το χέρι	31
3.2.3.Υπολογισμός φορτίων κατ'εκτίμηση	32
3.3.Ηλιακοί συλλέκτες.....	32
3.3.1.Υαλοκάλυπτοι ή κενού συλλέκτες.....	33
3.3.2.Ακάλυπτοι συλλέκτες.....	34
3.3.3.Ισοδυναμία μεταξύ των υαλοκαλυπτων και ακάλυπτων συλλεκτών.....	35
3.3.4.Τροποποίηση γωνίας πρόσπτωσης.....	36
3.3.5.Σωλήνωση και ηλιακές απώλειες δεξαμενών.....	36
3.3.6.Απώλειες λόγω χιονιού και ρύπων.....	37
3.4.Μέθοδος καμπυλών f	37
3.5.Μέθοδος καμπυλών Φ	41
3.5.1.Αρχή της μεθόδου της χρησιμοποίησης.....	41
3.5.2.Ο γεωμετρικός παράγοντας \bar{R}/R_n	43
3.5.3.Το αδιάστατο κρίσιμο επίπεδο ακτινοβολίας \bar{X}_c	45
3.5.4.Μέσος μηνιαίος βαθμός χρησιμοποίησης.....	45
3.6.Πρότυπο πισίνας.....	45
3.6.1.Κλιματολογικοί όροι πισίνας.....	47
3.6.2.Παθητικά ηλιακά κέρδη.....	48
3.6.3.Απώλειες λόγω εξάτμισης	53
3.6.4.Απώλειες λόγω μεταφοράς	54
3.6.5.Απώλειες της ακτινοβολίας.....	54
3.6.6.Απώλειες νερού	55
3.6.7.Απώλειες λόγω αγωγιμότητας.....	56
3.6.8.Ηλιακά κέρδη.....	56
3.6.9.Ενεργειακή ισορροπία.....	56
3.7.Άλλοι υπολογισμοί.....	57
3.7.1.Προτεινόμενη περιοχή ηλιακών συλλεκτών.....	57
3.7.2.Η ενέργεια άντλησης	58

3.7.3.Ειδική απόδοση,αποδοτικότητα συστήματος και ηλιακό μέρος.....	59
3.8.Επικύρωση	59
3.8.1.Εσωτερική επικύρωση θέρμανσης νερού–έναντι του ωριαίου μοντέλου και στοιχείων από παρακολούθηση.....	59
3.8.2.Επικύρωση θέρμανσης πισίνων–έναντι του ωριαίου μοντέλου και των στοιχείων παρακολούθησης.....	64
4. Περίληψη	68

ΜΕΡΟΣ II

σελίδα

5.Συνοπτική περιγραφή του προγράμματος.....	70
5.1.Ανάλυση έργων καθαρής ενέργειας με το λογισμικό RETScreen	70
5.2.Επεξήγηση κωδικών χρωματισμού των κελιών.....	71
5.3.Πρόσβαση Δεδομένων & Βοήθειας.....	72
6. Πρότυπο πρόγραμμα Ηλιακής θέρμανσης νερού	72
6.1.Εκκίνηση.....	74
6.2.Ενεργειακό μοντέλο(ζεστό νερό).....	82
6.2.1.Αρχικά στοιχεία μελέτης.....	83
6.2.2.Ποσοστό χρήσης / μήνα.....	86
6.2.3.Αξιολόγηση πηγών.....	88
6.2.4.Ηλιακός θερμαντής νερού.....	93
6.2.5.Ισοζυγιο συστήματος &διάφορα.....	103
6.2.6.Περίληψη.....	108
6.3.Ενεργειακο μοντέλο (πισίνα)	113
6.3.2.Ποσοστο χρήσης/μήνα.....	117
6.4.Ανάλυση κόστους	118
6.4.1.Ρυθμίσεις	118
6.4.2.Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	120
6.4.3.Μελέτη σκοπιμότητας.....	121
6.4.4.Ανάπτυξη	123

6.4.5.Μηχανολογικά.....	124
6.4.6.Σύστημα θέρμανσης.....	126
6.4.7.Ισοζύγιο Συστήματος	126
6.5.Ανάλυση εκπομπών.....	131
6.6.Οικονομική ανάλυση	132
6.6.1.Ανάλυση φόρου εισοδήματος.....	134
6.6.2.Εσοδα από την μείωση εκπομπών Α.Τ.Θ.....	136
6.6.3.Άλλα εισοδήματα.....	136
6.6.4.Αρχικά κόστη	137
6.6.5.Οικονομική βιωσιμότητα	139

ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ

σελίδα

7.Εφαρμογή ηλιακής θέρμανσης νερού για οικιακή χρήση.....	143
7.1.Υπολογισμός με το χέρι.....	143
7.2.Υπολογισμός με το RETScreen.....	149
8.Εφαρμογή ηλιακής θέρμανσης νερού για χρήση σε πισίνα	157
8.1.Εκκίνηση.....	157
8.2.Ενεργειακό μοντέλο	160
8.3.Ανάλυση κόστους.....	164
8.4.Ανάλυση εκπομπών.....	165
8.5.Οικονομική ανάλυση.....	166
8.6.Αποτελεσματα-σχολια-συμπερασματα.....	169
9.Βιβλιογραφία.....	172

1. Εισαγωγή

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση νερού δεν είναι μια νέα ιδέα. Περισσότερα από εκατό χρόνια πριν μαύρες χρωματισμένες δεξαμενές νερού χρησιμοποιήθηκαν ως απλοί ηλιακοί θερμοσίφωνες σε αρκετές χώρες .

Η τεχνολογία της ηλιακής θέρμανσης νερού έχει βελτιωθεί κατά πολύ κατά την διάρκεια του προηγούμενου αιώνα. Σήμερα υπάρχουν περισσότερα από 30 εκατομμύρια (30×10^6) m^2 ηλιακών συλλεκτών εγκατεστημένα σε όλη την υδρόγειο. Εκατοντάδες χιλιάδες σύγχρονων ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού, όπως αυτό που παρουσιάζεται στην εικόνα 1 χρησιμοποιούνται σε χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία, η Γερμανία, η Ιαπωνία, η Αυστραλία, και η Ελλάδα. Σε μερικές χώρες εφαρμόζονται νόμοι οι οποίοι απαιτούν την εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων σε κάθε νέα κατασκευή κατοικίας .

Εκτός από την μείωση του ενεργειακού κόστους όσο αφορά την θέρμανση του νερού ,υπάρχουν και διάφορα άλλα οφέλη που προκύπτουν χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια . Οι περισσότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνες συνοδεύονται από μια πρόσθετη δεξαμενή νερού η οποία τροφοδοτεί την συμβατική δεξαμενή του ζεστού νερού. Έτσι οι χρήστες ωφελούνται από την μεγαλύτερη ικανότητα αποθήκευσης ζεστού νερού και την μειωμένη πιθανότητα έλλειψης ζεστού νερού. Μερικοί ηλιακοί θερμοσίφωνες δεν απαιτούν καθόλου ηλεκτρική ενέργεια για να λειτουργήσουν. Για αυτά τα συστήματα η παροχή ζεστού νερού είναι ασφαλής και έναντι διακοπής της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας εφόσον υπάρχει ικανοποιητικό ποσό ηλιακής ενέργειας ώστε να ενεργοποιήσει τον ηλιακό θερμοσίφωνα. Τα συστήματα ηλιακής θέρμανσης νερού μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να θερμάνουν άμεσα το νερό σε πισίνες .

Το πρόγραμμα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας RET Screen, είναι ένα ηλεκτρονικό εργαλείο κατάλληλο τόσο για τους επαγγελματίες όσο και για τους σπουδαστές .

Αυτή η εργασία καλύπτει την ανάλυση έργων θέρμανσης νερού με την χρήση ηλιακής ενέργειας , χρησιμοποιώντας το διεθνές λογισμικό ΑΠΕ RET Screen, συμπεριλαμβανόμενου του απαραίτητου τεχνολογικού υπόβαθρου και μιας λεπτομερούς περιγραφής των αλγόριθμων που χρησιμοποιούνται στο λογισμικό RET Screen .Μια συλλογή από διάφορες μελέτες που έχουν γίνει είναι διαθέσιμη στον ιστοχώρο www.ret_screen.net.



Εικόνα 1.Ηλιακός συλλέκτης

2.Ηλιακα Συστήματα Θέρμανσης Νερού

2.1.Ταξινόμηση ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού

Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού μπορούν να ταξινομηθούν με βάση την τελική εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής. Πιο κοινές εφαρμογές είναι η παροχή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX) και η θέρμανση σε πισίνες κολύμβησης.

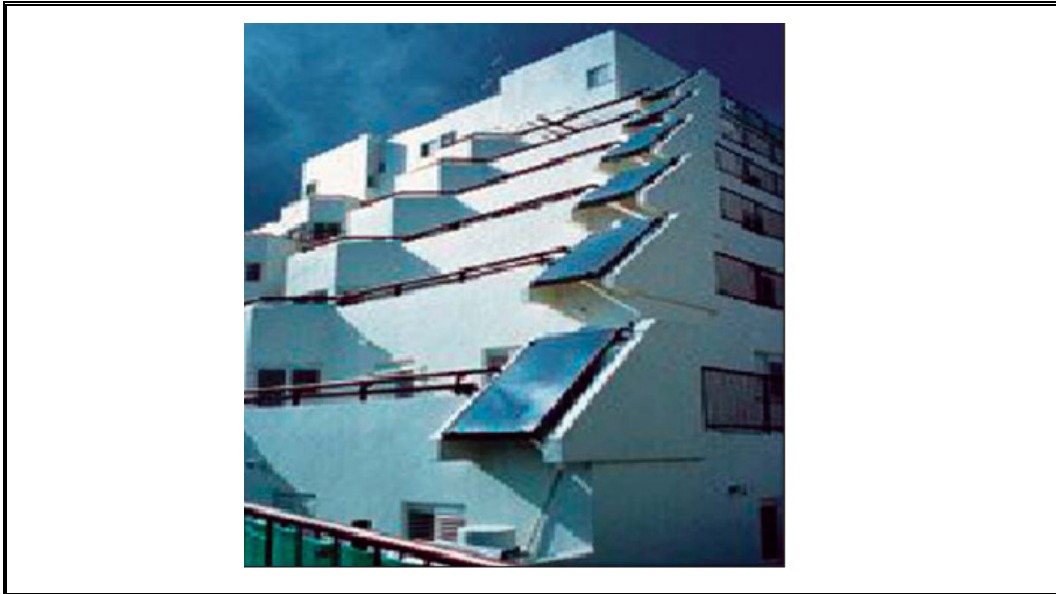
2.1.1.Παροχή ζεστού νερού χρήσης

Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές σχετικά με την παροχή ζεστού νερού. Η πιο κοινή εφαρμογή είναι τα οικιακά συστήματα ζεστού νερού ,τα οποία πωλούνται γενικά έτοιμα και τυποποιημένα «από το ράφι» (εικόνα 2).

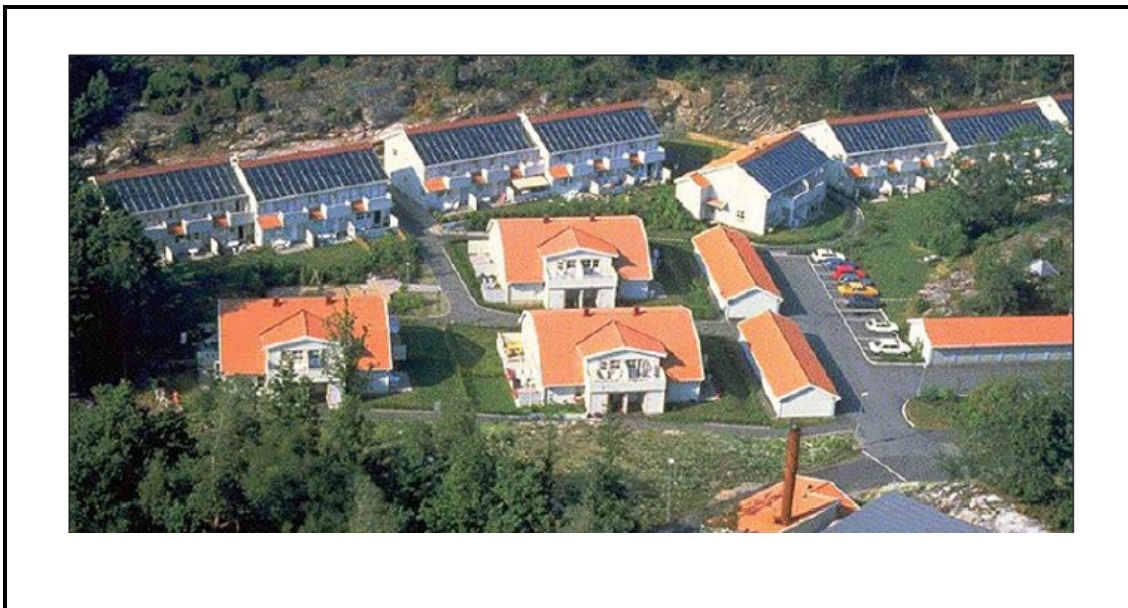


Εικόνα 2.Οικιακός συλλέκτης

Άλλες χρήσεις περιλαμβάνουν την παροχή του ζεστού νερού σε εμπορικές ή/και ερευνητικές εφαρμογές περιλαμβανομένων των διαμερισμάτων σε πολυκατοικίες (εικόνα 3) , των συγκροτημάτων κατοικιών (εικόνα 4) καθώς και σε σχολεία , σε κέντρα υγείας, σε νοσοκομεία, κτίρια γραφείων, εστιατόρια και τα ξενοδοχεία.



Εικόνα 3.Συλλέκτες σε μονάδα διαμερισμάτων



Εικόνα 4.Συγκροτήματα κατοικιών

Μικρές εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές όπως τα πλυντήρια αυτοκινήτων , ρούχων , τα εστιατόρια τα ενυδρεία είναι άλλα παραδείγματα παροχής ζεστού νερού χρήσης . Η εικόνα 5 παρουσιάζει το ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού σε εκκολαπτήριο σολομών στον Καναδά. 260 m² ακάλυπτων ηλιακών συλλεκτών θερμαίνουν νερό και βοηθούν στην αύξηση της παραγωγικότητας των σολομών στις εγκαταστάσεις της υδατοκαλλιέργειας .Δεξαμενές αποθήκευσης βοηθούν ώστε να ρυθμιστεί η θερμοκρασία του νερού. Αυτό το ιδιαίτερο πρόγραμμα είχε μια πενταετή απλή περίοδο αποπληρωμής.



Εικόνα 5. Ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού σε εκκολαπτήριο σολομών

Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τα μεγάλα βιομηχανικά φορτία και για την παροχή ενέργειας σε περιφερειακά δίκτυα θέρμανσης. Διάφορα τέτοια «μεγάλα συστήματα» έχουν εγκατασταθεί στη βόρεια Ευρώπη και σε άλλα σημεία.

2.1.2. Θέρμανση πισίνων .

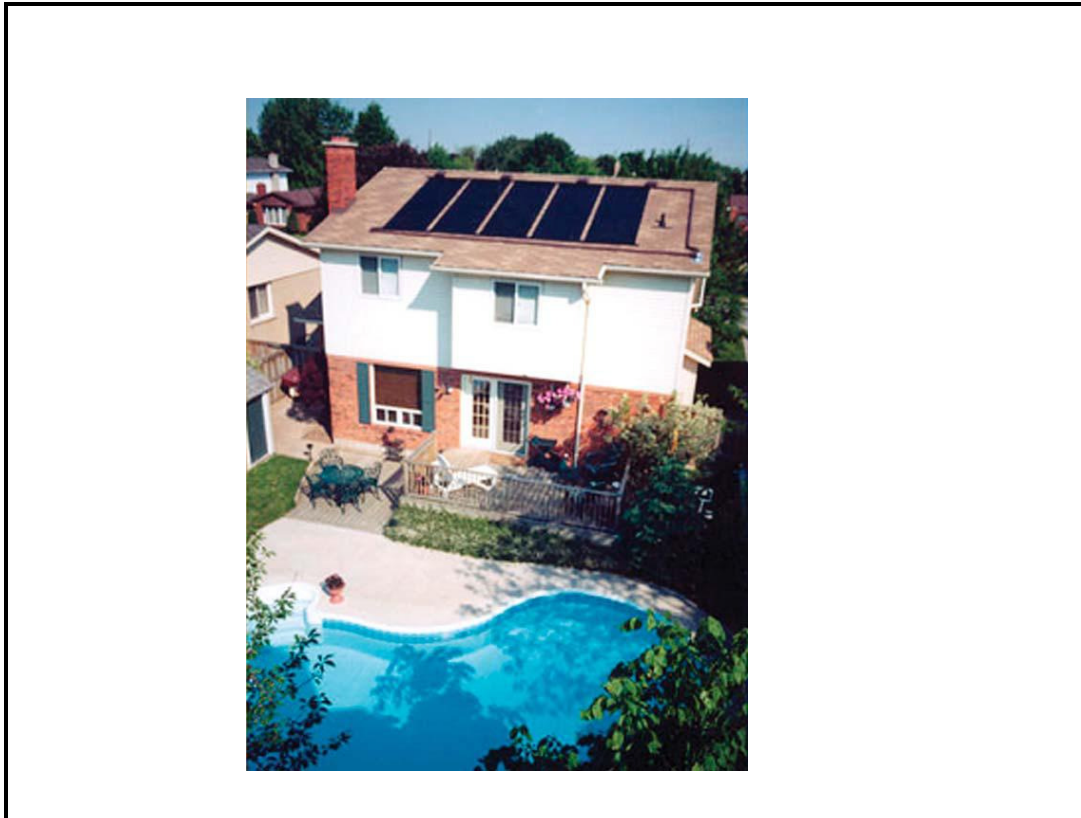
Η θερμοκρασία νερού στις πισίνες μπορεί επίσης να ρυθμιστεί χρησιμοποιώντας τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού, πράγμα που αυξάνει την περίοδο κολύμβησης στις πισίνες και βοηθάει κάνοντας εξοικονόμηση σε συμβατικές ενεργειακές δαπάνες. Η βασική αρχή αυτών των συστημάτων είναι η ίδια όπως με τα ηλιακά συστήματα παροχής ζεστού νερού , με τη διαφορά ότι η ίδια η πισίνα λειτουργεί ως θερμική αποθήκη. Για τις υπαίθριες πισίνες , ένας κατάλληλα διαστασιολογημένος ηλιακός θερμοσίφοντας μπορεί να αντικαταστήσει μια συμβατική πηγή θέρμανσης . Το νερό των πισινών αντλείται άμεσα μέσω των ηλιακών συσσωρευτών από το υπάρχον σύστημα διήθησης.

Οι εφαρμογές κολυμβητικών πισινών μπορούν να κυμανθούν στο μέγεθος από τις μικρές θερινές μόνο υπαίθριες πισίνες , όπως αυτή που παρουσιάζεται σε ένα σπίτι στην εικόνα 6, μέχρι τις μεγάλου μεγέθους ολυμπιακές εσωτερικές πισίνες που λειτουργούν 12 μήνες ετησίως.

Υπάρχει σήμερα μια αυξημένη ζήτηση για τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης πισινών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, παραδείγματος χάριν, η πλειοψηφία των πωλήσεων ηλιακών συσσωρευτών αφορά ακάλυπτα ηλιακά πάνελ για εφαρμογές θέρμανσης πισινών.

Όταν αναλογισθείς κάνεις τις αγορές από τη μια για την θέρμανση ζεστού νερού χρήσης και από την άλλη για εφαρμογές στις κολυμβητικές πισίνες, θα φτάσει στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που μπορούν να μας βοηθήσουν ώστε να καθορίσουμε αν ένα συγκεκριμένο project έχει μια ρεαλιστική στόχευση στην αγορά και αν υπάρχει πιθανότητα για επιτυχή εφαρμογή του. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν i) μεγάλη ζήτηση για ζεστό νερό ώστε να μπορέσει να μειωθεί (για τον επενδυτή) η σχετική

σημασία των παγίων δαπανών του προγράμματος ii) Υψηλό τοπικό ενεργειακό κόστος iii) αναξιοπιστία συμβατικού ενεργειακού εφοδιασμού και iv) ένα ισχυρό περιβαλλοντικό ενδιαφέρον από δυνητικούς πελάτες και από άλλους φορείς που συμμετέχουν στο project.



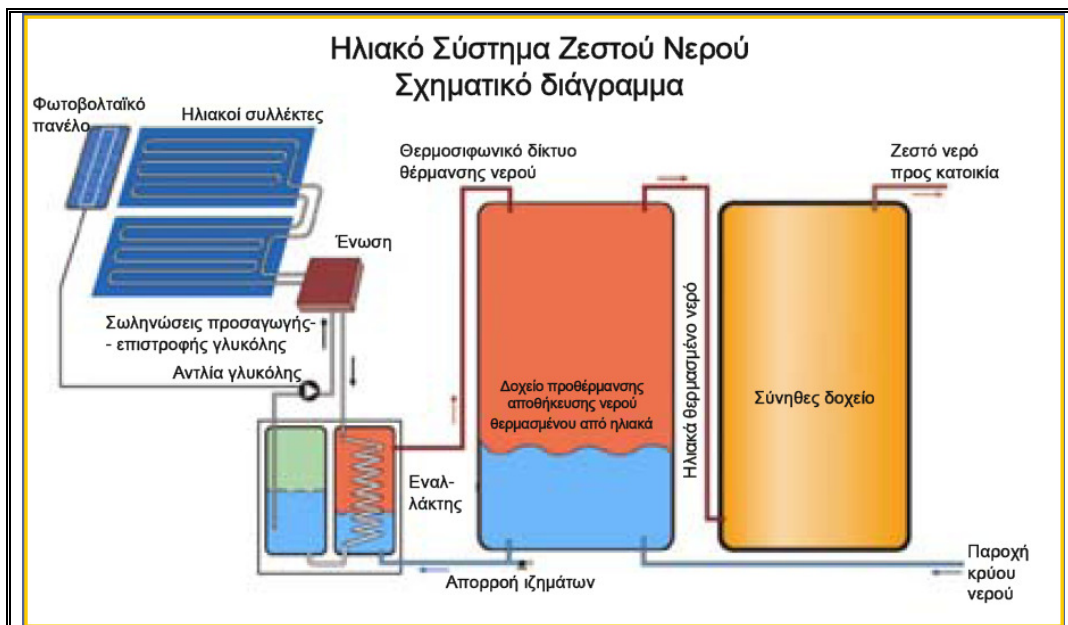
Εικόνα 6. Οικιακή πισίνα

2.2 Περιγραφή των ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού.

Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού χρησιμοποιούν α) τους ηλιακούς συλλέκτες και β) μια μονάδα διαχείρισης ειδικού ρευστού τα οποία χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν τη θερμότητα στην κατανάλωση ζήτηση, με τη βοήθεια μιας δεξαμενής αποθήκευσης. Η μονάδα διαχείρισης του ρευστού περιλαμβάνει την αντλία, (που χρησιμοποιείται για να κυκλοφορήσει το διαχειριζόμενο ρευστό από τους συλλέκτες στην δεξαμενή αποθήκευσης), καθώς και τον εξοπλισμό ελέγχου και ασφάλειας. Όταν είναι

κατάλληλα σχεδιασμένοι, ηλιακοί θερμοσίφωνες μπορούν να λειτουργήσουν ακόμα και όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι κάτω από τους 0⁰ C και προστατεύονται επίσης από την υπερθέρμανση τις ζεστές, ηλιόλουστες ημέρες. Πολλά συστήματα έχουν επίσης ένα εφεδρικό σύστημα θέρμανσης για να «εξασφαλίσουν» όλες τις ανάγκες του καταναλωτή για ζεστό νερό ακόμα και όταν δεν υπάρχει επαρκής ηλιοφάνεια. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες εκτελούν τρεις βασικές διεργασίες όπως φαίνεται στην **εικόνα 7**:

- ❖ **Συλλογή:** Η ηλιακή ακτινοβολία "συλλέγεται" από έναν ηλιακό συλλέκτη
- ❖ **Μεταφορά:** Η κυκλοφορία του ρευστού μεταφέρει την ενέργεια αυτή σε μια δεξαμενή αποθήκευσης. Η κυκλοφορία μπορεί να είναι φυσική (θερμοσιφωνικά συστήματα) ή εξαναγκασμένη χρησιμοποιώντας έναν κυκλοφορητή και
- ❖ **Αποθήκευση:** Το ζεστό νερό αποθηκεύεται μέχρι την ζήτηση του σε ένα ειδικά διαμορφωμένο χώρο



Εικόνα 7. Ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού

2.2.1 Ηλιακοί συλλέκτες

Η ηλιακή ενέργεια (ηλιακή ακτινοβολία) συλλέγεται από την πλάκα απορρόφησης του ηλιακού συλλέκτη. Επιλεκτικά επιστρώματα βαφής εφαρμόζονται συχνά στη πλάκα απορρόφησης για να βελτιώσουν την αποδοτικότητα συλλογής. Ένα ρευστό (με καλές θερμικές ιδιότητες) απορροφά την ενέργεια που συλλέχθηκε.

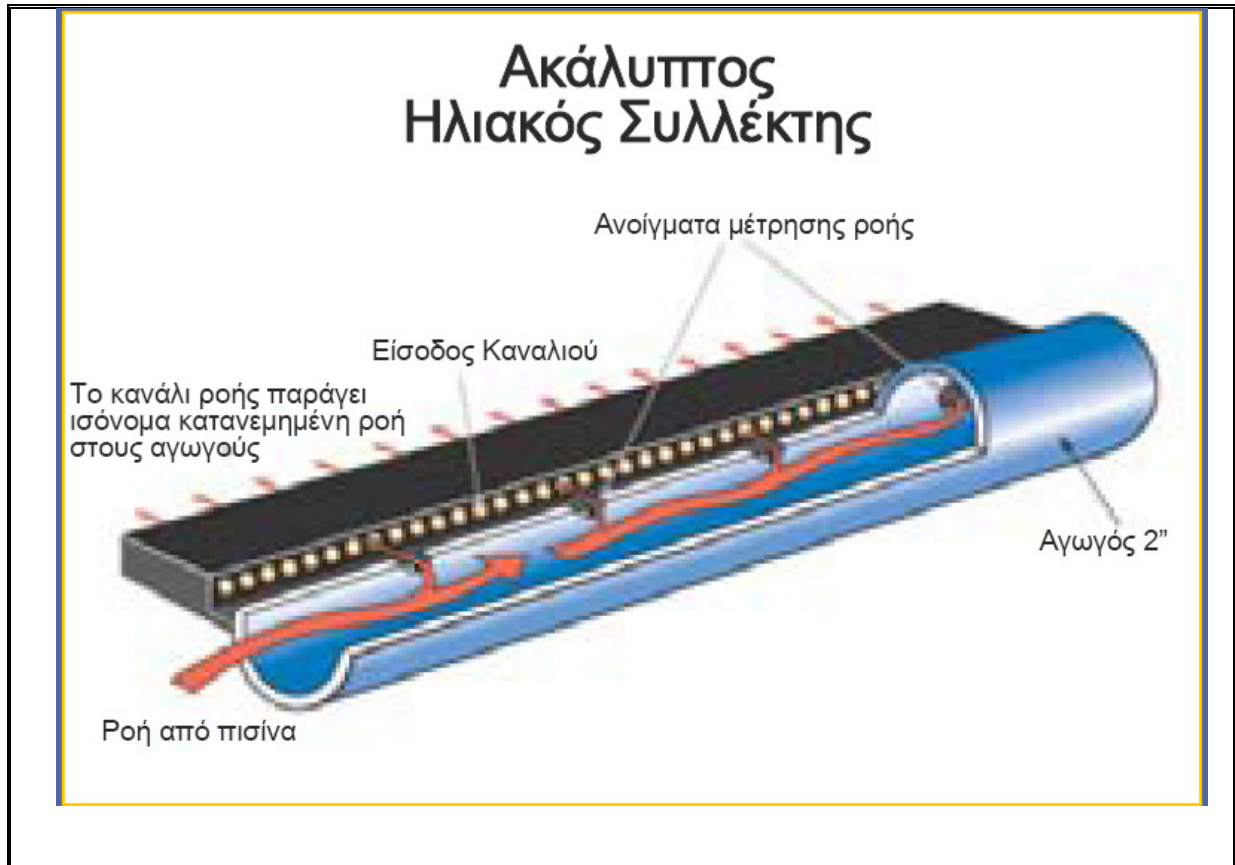
Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να θερμάνουν τα υγρά. Η επιλογή ενός τύπου ηλιακού συλλέκτη θα εξαρτηθεί από τη θερμοκρασία της εφαρμογής καθώς και από την εποχή κατά την οποία προορίζεται να χρησιμοποιηθεί το σύστημα (ή αλλιώς από το του κλίμα της περιοχής εφαρμογής). Οι πιο κοινοί τύποι ηλιακών συλλεκτών είναι:

- **οι ακάλυπτοι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες,**
- **οι επίπεδοι υαλοκάλυπτοι ηλιακοί συλλέκτες και**
- **οι συλλέκτες σωλήνων κενού.**

2.2.2 Οι ακάλυπτοι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες

Είναι κατασκευασμένοι συνήθως, όπως απεικονίζονται στην **εικόνα 8**, από ένα μαύρο πολυμερές σώμα. Κανονικά δεν διαθέτουν επίστρωμα και δεν περιλαμβάνουν πλαίσιο και μόνωση, συνήθως απλά τοποθετούνται σε μια στέγη ή σε μια ξύλινη υποστήριξη. Αυτοί οι συλλέκτες είναι χαμηλότερου κόστους είναι καλοί στη συλλογή της ενέργειας από τον ήλιο, αλλά οι θερμικές απώλειες στο περιβάλλον αυξάνονται σημαντικά σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του νερού και ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονους ανέμους. Κατά συνέπεια, οι ακάλυπτοι συλλέκτες χρησιμοποιούνται συνήθως για εφαρμογές

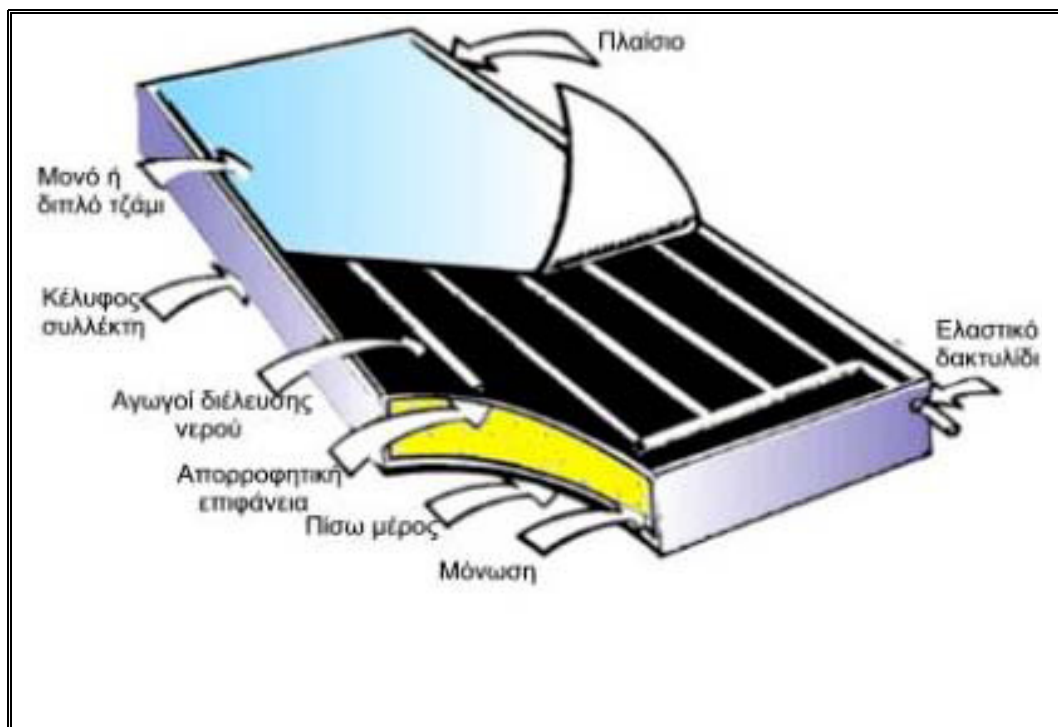
όπου απαιτείται «ενεργειακή συναλλαγή» σε χαμηλές θερμοκρασίες (π.χ. θέρμανση πισινών, ιχθυοκαλλιέργειες, βιομηχανικές διεργασίες χαμηλών θερμοκρασιών κ.λπ.). Στα πιο κρύα κλίματα χρησιμοποιούνται τυπικά μόνον κατά την θερινή περίοδο λόγω των υψηλών απωλειών του συλλέκτη .



Εικόνα 8.Ακάλυπτος επίπεδος ηλιακός συλλέκτης

2.2.3 Επίπεδοι υαλοκάλυπτοι ηλιακοί συλλέκτες

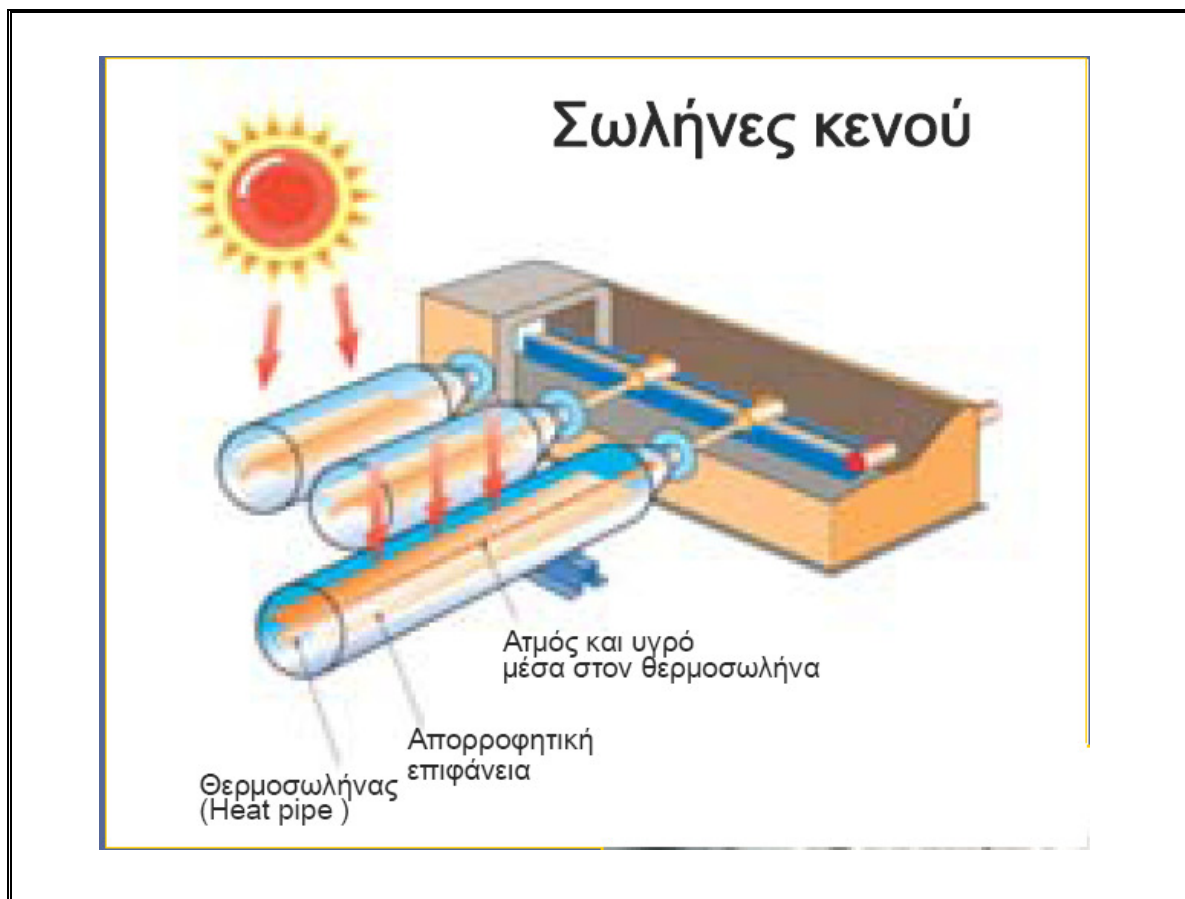
Οι επίπεδοι υαλοκάλυπτοι συλλέκτες ρευστού τύπου, (όπως απεικονίζονται στην εικόνα 9), μια επίπεδη απορροφητική πλάκα (η οποία έχει συχνά βαφεί με μια επιλεκτική επίστρωση) έχει τοποθετηθεί σε ένα μεταλλικό **μονωμένο** πλαίσιο (πάνελ) και το όλο σύστημα καλύπτεται με (μονό ή διπλό) φύλλο υάλου. Αποτρέπεται έτσι η διαφυγή μεγάλου μέρους της ηλιακής ενέργειας, λόγω αφ' ενός των υαλοπινάκων ("φαινόμενο του θερμοκηπίου") και αφ' ετέρου της ύπαρξης μόνωσης στο πλαίσιο.. Αυτοί οι συλλέκτες χρησιμοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές που απαιτούν μέτριες θερμοκρασίες νερού (π.χ. ζεστό νερό χρήσης σε οικιακές εφαρμογές ή/και σε εσωτερικές πισίνες, καθώς και σε εφαρμογές θέρμανσης χώρων κ.α.).



Εικόνα 9. Υαλοκάλυπτος επίπεδος συλλέκτης

2.2.4 Ηλιακοί συλλέκτες σωλήνων κενού

Οι ηλιακοί συλλέκτες σωλήνων κενού (όπως απεικονίζονται στην εικόνα 10), έχουν μια απορροφητική επιφάνεια με ένα εκλεκτικό επίστρωμα που εσωκλείεται σε έναν γυάλινο σωλήνα που βρίσκεται σε κενό (έχει αφαιρεθεί ο αέρας). Οι συλλέκτες αυτοί είναι καλοί στην συλλογή της ενέργειας από τον ήλιο και οι θερμικές απώλειές τους προς το περιβάλλον είναι εξαιρετικά χαμηλές. Οι συλλέκτες αυτοί είναι καλοί για τις εφαρμογές που απαιτούν «ενεργειακή συναλλαγή» σε μέτριες έως υψηλές θερμοκρασίες (εφαρμογές ζεστού νερού χρήσης, θέρμανσης χώρων και διάφορες άλλες διαδικασίες θέρμανσης σε 60°C - 80°C ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία), ιδιαίτερα στα κρύα κλίματα.



Εικόνα 10. Συλλέκτες κενού

2.3.Χαρακτηριστικά των συστημάτων

Δομή υποστήριξης σειράς ηλιακών συσσωρευτών, όπως απεικονίζεται στο εικόνα 11



Εικόνα 11.Συστημα ηλιακού συλλέκτη

2.3.1. Δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού

Η δεξαμενή αποθήκευσης νερού δεν απαιτείται στις εφαρμογές πισίνων και σε μερικές μεγάλες εμπορικές ή βιομηχανικές εφαρμογές όταν υπάρχει μια συνεχής παροχή ζεστού νερού.

2.3.2. Διαχειριζόμενη μονάδα ρευστών ,

Η μονάδα αυτή η οποία περιλαμβάνει μια αντλία για να μεταφέρει το ρευστό από τον ηλιακό συλλέκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού (εκτός από κάποια συστήματα όπου η κυκλοφορία είναι φυσική, και τις υπαίθριες

εφαρμογές πισίνων όπου η υπάρχουσα αντλία συστημάτων διήθησης χρησιμοποιείται γενικά) περιλαμβάνει επίσης τις βαλβίδες, τους διηθητήρες, και μια δεξαμενή θερμικής εκτόνωσης.

2.3.3. Ελεγκτής,

Ο ελεγκτής ενεργοποιεί τον κυκλοφορητή μόνο όταν η χρησιμοποιήσιμη θερμότητα είναι διαθέσιμη από τους ηλιακούς συλλέκτες (δεν είναι απαραίτητος για τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας ή εάν χρησιμοποιείται ένας φωτοβολταϊκός τροφοδοτημένος κυκλοφορητής).

2.3.4. Προστασία από το ψύχος

Η προστασία αυτή απαιτείται κατά τη διάρκεια που επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, δια μέσου της χρήσης ενός ειδικού αντιψυκτικού ρευστού με μια χαμηλή τοξικότητα. Το ρευστό αυτό του ηλιακού συλλέκτη χωρίζεται από το ζεστό νερό στη δεξαμενή αποθήκευσης με έναν εναλλάκτη θερμότητας.

2.3.5. Άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα έχουν να κάνουν κυρίως με την ασφάλεια, όπως η προστασία υπερθέρμανσης, η προστασία ψύχους ή την πρόληψη επανεκκίνησης μεγάλου συστήματος μετά από μια περίοδο στασιμότητας, κ.α.

3. Μοντέλο έργου ηλιακής θέρμανσης νερού RETSCREEN.

Το πρόγραμμα της ηλιακής θέρμανσης νερού RETScreen μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογήσει τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού , τόσο σε μικρές εφαρμογές ζεστού νερού και σε πισίνες όσο και σε μεγάλα συστήματα ζεστού νερού βιομηχανικής διαδικασίας, οπουδήποτε στον κόσμο. Υπάρχουν τρεις βασικές εφαρμογές που μπορούν να αξιολογηθούν με το λογισμικό RETScreen:

- Οικιακά συστήματα ζεστού νερού
- Εμπορικά / βιομηχανικά συστήματα ζεστού νερού και
- Συστήματα πισίνας

Το διεθνές μοντέλο ηλιακής θέρμανσης νερού RETScreen® αποτελείται από έξι φύλλα εργασίας :

1. Εκκίνηση

2.Ενεργειακό μοντέλο

3. Ανάλυση κόστους

4. Ανάλυση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου

5.Οικονομική ανάλυση

6.Ανάλυση επικινδυνότητας & ευαισθησίας

Το ενεργειακό μοντέλο χρησιμοποιείται για να υπολογίσει το μηνιαίο ενεργειακό φορτίο που απαιτείται για να θερμάνει το νερό στην επιθυμητή θερμοκρασία. Αυτό το φύλλο εργασίας υπολογίζει επίσης την ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στους συλλέκτες με κεκλιμένο επίπεδο για οποιοδήποτε

προσανατολισμό της συστοιχίας , χρησιμοποιώντας τις μηνιαίες τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας σε μια οριζόντια επιφάνεια.

Η ετήσια απόδοση ενός ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού με μια δεξαμενή αποθήκευσης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του συστήματος , την θερμοκρασία αέρα, την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία περιβάλλοντος, και από τη θέρμανση των χαρακτηριστικών φορτίων. Το πρόγραμμα RETScreen έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει το χρήστη να καθορίσει τις ανάγκες ζεστού νερού , ενσωματώνοντας ένα τμήμα υπολογισμών των φορτίων θέρμανσης νερού στο φύλλο εργασίας του ενεργειακού μοντέλου. Αυτό το τμήμα είναι βασισμένο σε στοιχεία τα οποία είναι εύκολα διαθέσιμα σε άτομα που ενδιαφέρονται να οικοδομήσουν . Οι προτεινόμενες τιμές της καθημερινής χρήσης ζεστού νερού είναι υπολογισμένες με βάση ASHRAE (1995). Κάτι το οποίο βοηθά το χρήστη να αξιολογήσει τις δαπάνες απόδοσης της ενέργειας. Μερικές τιμές προτείνονται και αυτές είναι τιμές υπολογισμένες με βάση τα στοιχεία εισαγωγής και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτο βήμα στην ανάλυση. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι δεν είναι απαραίτητως και οι βέλτιστες τιμές.

Το φύλλο του «ενεργειακού μοντέλου» ολοκληρώνεται πρώτα και έπειτα συμπληρώνεται το φύλλο «ανάλυσης κόστους». Το φύλλο «ανάλυση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου» είναι μια προαιρετική ανάλυση, το οποίο παρέχεται για να βοηθήσει την εκτίμηση του χρήστη για τον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω του προτεινόμενου προγράμματος. Το φύλλο εργασίας «ανάλυση επικινδυνότητας & ευαισθησίας» παρέχεται για να βοηθήσει την εκτίμηση του χρήστη όσο αφορά τους σημαντικούς οικονομικούς δείκτες σε σχέση με τις βασικές τεχνικές και οικονομικές παραμέτρους. Γενικά, ο χρήστης εργάζεται από πάνω προς τα κάτω για κάθε ένα από τα φύλλα εργασίας. Αυτή η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές προκειμένου να τον βοηθήσει

να βελτιστοποιήσει τον σχεδιασμό του ηλιακού προγράμματος θέρμανσης νερού, τόσο από τη σκοπιά ενεργειακής χρήσης όσο και κόστους.

Αυτό το τμήμα της εργασίας μας περιγράφει τους διάφορους αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται για να υπολογίσουν, από μήνα σε μήνα, την εξοικονόμηση ενέργειας των ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού. Ένα διάγραμμα ροής των αλγορίθμων παρουσιάζεται στο σχήμα 1. Η συμπεριφορά των θερμικών συστημάτων είναι αρκετά σύνθετη και αλλάζει από μια στιγμή στην άλλη ανάλογα με τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, τις μετεωρολογικές μεταβολές όπως η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η ταχύτητα αέρα, η σχετική υγρασία, και το φορτίο.

Το RETScreen δεν κάνει μια λεπτομερή προσομοίωση της συμπεριφοράς του συστήματος. Αντίθετα, χρησιμοποιεί τα απλουστευμένα πρότυπα που επιτρέπουν τον υπολογισμό της μέσης εξοικονόμησης ενέργειας σε μηνιαία βάση. Υπάρχουν ουσιαστικά τρία πρότυπα, τα οποία καλύπτουν τις βασικές εφαρμογές που εξετάζονται από το RETScreen:

- χρήση ζεστού νερού με αποθήκευση, που υπολογίζεται με τη μέθοδο καμπυλών f
- χρήση ζεστού νερού χωρίς αποθήκευση με την μέθοδο της χρησιμοποίησης (μέθοδος καμπυλών Φ). Και
- υπολογισμός ενεργειακών αναγκών πισίνας (τόσο για εσωτερικές όσο και για εξωτερικές πισίνες)

Όλα τα μοντέλα χρησιμοποιούν διάφορες κοινές μεθόδους, παραδείγματος χάριν να υπολογίσουν τη θερμοκρασία κρύου νερού, τη θερμοκρασία ουρανού, ή την ακτινοβολία επάνω στον ηλιακό συλλέκτη. Αυτές περιγράφονται παρακάτω. Ένα άλλο κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα όλων των προτύπων είναι ότι πρέπει να υπολογίσουν την ηλιακή απόδοση των συλλεκτών. Έτσι

λοιπόν τα τρία τμήματα που εξετάζουν τις λεπτομέρειες κάθε εφαρμογής περιγράφονται στις παρακάτω παραγράφους :

- Η παράγραφος 3.4 καλύπτει τη μέθοδο καμπυλών f ,
- η παράγραφος 3.5 τη μέθοδο χρησιμοποίησης Φ , και
- οι υπολογισμοί πισινών στη παράγραφο 3.6
- Η παράγραφος 3.7 εξετάζει τους βοηθητικούς υπολογισμούς (δύναμη άντλησης, ηλιακό μέρος).
- Μια επικύρωση του προγράμματος θέρμανσης ύδατος RETScreen παρουσιάζεται στην παράγραφο 3.8

Λόγω των απλοποιήσεων που εισάγονται στα πρότυπα, το πρόγραμμα RETScreen έχει μερικούς περιορισμούς. Κατ' αρχάς, υποθέτει ότι η θερμοκρασία λειτουργίας του συλλέκτη είναι σταθερή κατά τη διάρκεια της εποχής που γίνεται η χρήση . Δεύτερον, εκτός από τις εφαρμογές πισινών, το πρόγραμμα περιορίζεται στην προθέρμανση του νερού και δεν εξετάζει τα αυτόνομα συστήματα που παρέχουν 100% το φορτίο. Για τα συστήματα ζεστού νερού χωρίς αποθήκευση, μόνο στα χαμηλά ηλιακά μέρη (και επίπεδα διείσδυσης) πρέπει να θεωρηθεί ότι χρησιμοποιούν όλη την ενέργεια που συλλέγεται . Για τις πισίνες χωρίς τις συνοδευτικές θερμάστρες, τα αποτελέσματα πρέπει να εξεταστούν με την προϋπόθεση ότι το ηλιακό μέρος είναι χαμηλότερο από 70%, και τον τρίτο, η έκταση του ήλιου και τα ηλιακά συστήματα συμπυκνωτών δεν μπορούν να αξιολογηθούν με αυτό το πρότυπο ούτε τα αέραια συστήματα αποθήκευσης συλλεκτών (ολοκληρωμένα κυκλώματα). Εντούτοις, για την πλειοψηφία των εφαρμογών, αυτοί οι περιορισμοί δεν έχουν κάποια συνέπεια .

3.1. Περιβαλλοντικές μεταβλητές.

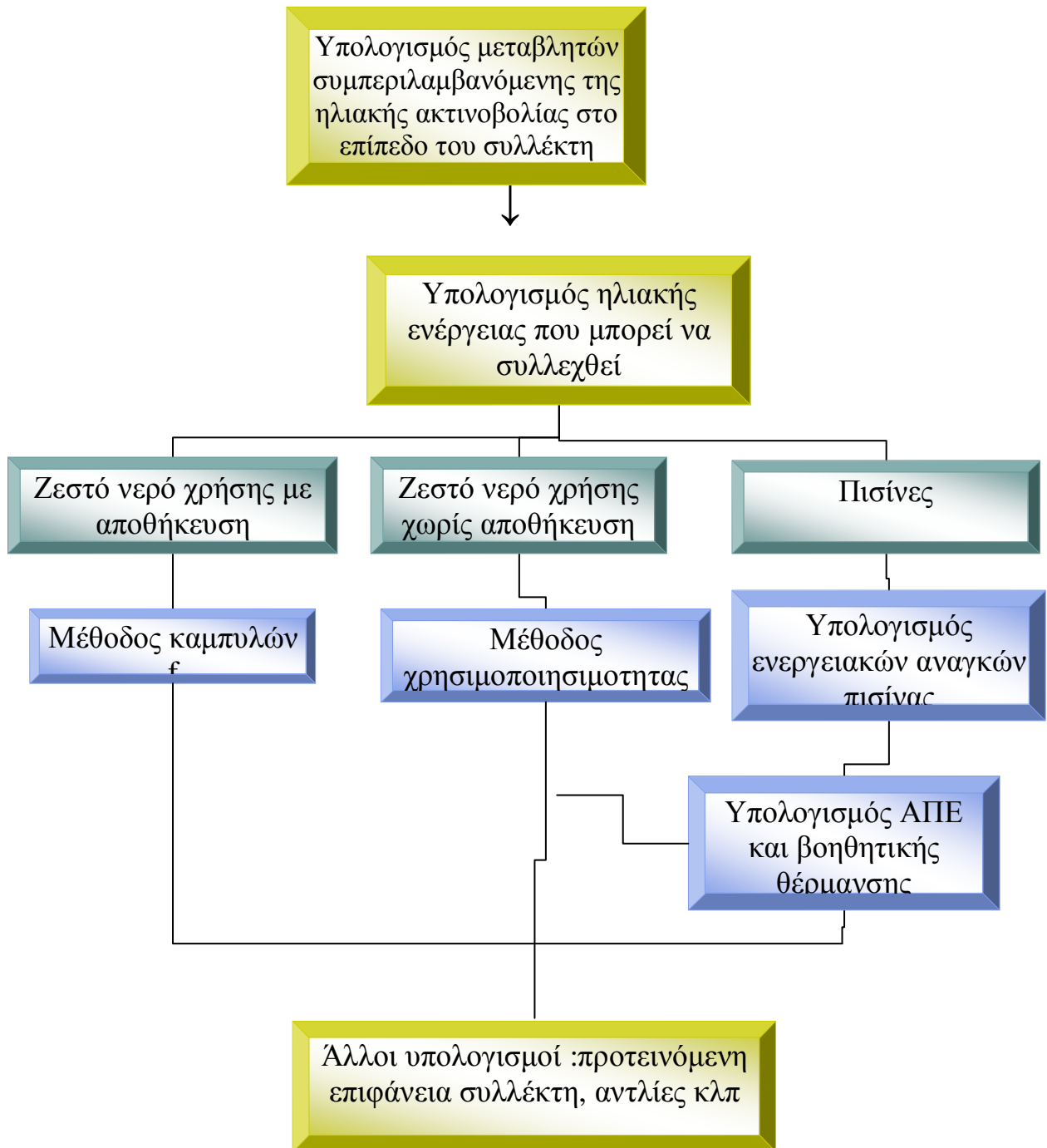
Διάφορες μεταβλητές πρέπει να υπολογιστούν από τα καιρικά στοιχεία που παρέχονται από το χρήστη (ή από τη online καιρική βάση δεδομένων RETScreen). Οι τιμές που υπολογίζονται είναι:

Η μέση μηνιαία καθημερινή ακτινοβολία στην επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, που χρησιμοποιείται για να υπολογίσει την αποδοτικότητα των συλλεκτών και την ηλιακή ενέργεια που έχει συλλεχθεί

Η θερμοκρασία του ουρανού, που χρησιμοποιείται για να υπολογίσει την ενέργεια που συλλέγεται από τους χωρίς υαλοκαλυψη συλλέκτες, και τις απώλειες της ακτινοβολίας των πισίνων στο περιβάλλον

Η θερμοκρασία κρύου νερού, που χρησιμοποιείται για να καθορίσει το φορτίο θέρμανσης που θα συναντήσει το σύστημα και

Το φορτίο (εκτός από τις πισίνες).



Σχήμα1. Διάγραμμα μοντέλου της ενεργειακής ροής

3.1.1. Βασικές έννοιες της ηλιακής ενέργειας.

Δεδομένου ότι το πρόγραμμα θέρμανσης νερού έχει να κάνει με την ηλιακή ενέργεια, πρέπει πρώτα να εξηγηθούν μερικές βασικές έννοιες της εφαρμοσμένης μηχανικής της ηλιακής ενέργειας . Αυτό το κομμάτι δεν σκοπεύει να είναι μια σειρά μαθημάτων για τις βασικές αρχές της ηλιακής ενέργειας, ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης σε τέτοια θέματα θα μπορούσε να ωφεληθεί από κάποιο σχετικό εγχειρίδιο, όπως του Duffie και Beckman (1991), από τα οποία προέρχονται οι περισσότερες από τις εξισώσεις σε αυτό το μέρος. Αυτό το κομμάτι σκοπεύει, εντούτοις, να περιγράψει λεπτομερώς τον υπολογισμό μερικών μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν σε όλο το μοντέλο .

3.1.2. Ηλιακή απόκλιση

Η ηλιακή απόκλιση είναι η γωνιώδης θέση του ήλιου το ηλιακό μεσημέρι, σε σχέση με τον ισημερινό. Η τιμή της σε βαθμούς δίνεται από την εξίσωση του Cooper's

$$\delta = 23,45 \sin\left(2\pi \frac{284 + n}{365}\right) \quad (1)$$

Όπου το n είναι η ημέρα του έτους (δηλ. $n = 1$ για την 1 Ιανουαρίου και $n = 32$ για τις 1 Φεβρουαρίου, κ.λπ.). Η απόκλιση ποικίλλει μεταξύ -23.45° στις 21 Δεκεμβρίου και $+ 23.45^\circ$ στις 21 Ιουνίου.

3.1.3. Ωριαία ηλιακή γωνία και ωριαία γωνία δύσης.

Η ωριαία ηλιακή γωνία είναι η γωνιακή μετατόπιση της θέσης του ήλιου ανατολικά ή δυτικά του τοπικού μεσημβρινού , αρνητική το πρωί, θετική το απόγευμα. Η ωριαία ηλιακή γωνία το ηλιακό μεσημέρι είναι ίση με μηδέν και ποικίλλει κατά 15 βαθμούς ανά ώρα από το ηλιακό μεσημέρι. Παραδείγματος χάριν στις 7 π.μ. (ηλιακό χρόνο) η ωριαία ηλιακή γωνία είναι ίση με -75° (7

π.μ. είναι πέντε ώρες πριν από το μεσημέρι $5 \cdot 15^0$ είναι ίσο με 75, με ένα μείον επειδή είναι πρωί). Η ωριαία γωνία δύσης είναι η ωριαία ηλιακής γωνίας που αντιστοιχεί στο χρόνο που δύνει ο ήλιος. Δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\cos \omega_s = -\tan \Phi * \tan \delta \quad (2)$$

όπου δ είναι η ηλιακή απόκλιση, που υπολογίζεται μέσω της εξίσωσης (1), και Φ είναι το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, που ορίζεται από το χρήστη.

3.1.4 Πέραν της γης ακτινοβολία και δείκτης καθαρότητας.

Η ηλιακή ακτινοβολία έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα καλείται πέραν της γης ακτινοβολία. Η καθημερινή πέραν της γης ακτινοβολία σε μια οριζόντια επιφάνεια, H_0 , μπορεί να υπολογιστεί για την ημέρα του έτους n από την ακόλουθη εξίσωση:

$$H_0 = \frac{24 \cdot 3600 G_{SC}}{\pi} [1 + 0,033 \cos(2\pi \frac{n}{365})] (\cos \Phi * \cos \delta * \sin \omega_s + \omega_s * \sin \Phi * \sin \delta) \quad (3)$$

όπου G_{SC} είναι η ηλιακή σταθερά ίση με 1.367 W/m^2 , η H_0 σε J/m^2 και όλες οι άλλες μεταβλητές έχουν την ίδια έννοια με πριν. Πριν φθάσει στην επιφάνεια της γης, η ακτινοβολία από τον ήλιο μειώνεται από την ατμόσφαιρα και τα σύννεφα. Η αναλογία της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης προς την πέραν της γης ακτινοβολία καλείται δείκτης καθαρότητας. Κατά συνέπεια ο μέσος μηνιαίος δείκτης καθαρότητας (αιθριότητας), $\overline{K_T}$, ορίζεται ως:

$$\overline{K_T} = \frac{\overline{H}}{\overline{H_0}} \quad (4)$$

όπου το \bar{H} είναι η μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία σε μια οριζόντια επιφάνεια για κάθε μια και H_0 είναι η μέση μηνιαία πέραν της γης ηλιακή ακτινοβολία σε μια οριζόντια επιφάνεια. Οι τιμές \bar{K}_T εξαρτώνται από τη θέση και το χρόνο του έτους, συνήθως είναι μεταξύ 0,3 (όταν υπάρχει συννεφιά) και 0,8 (όταν έχει ηλιοφάνεια).

Αντίστοιχα ημερήσιος δείκτης καθαρότητας(αιθριότητας) ονομάζεται ο λόγος της ημερήσιας ολικής ακτινοβολίας μιας ημέρας σε οριζόντιο επίπεδο στο έδαφος H , προς την ολική πέραν της γης ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (εκτός ατμόσφαιρας) την ίδια ημέρα H_0 δηλαδή $K_T = \frac{H}{H_0}$.

Τέλος με τον ίδιο τρόπο ορίζεται και ο ωριαίος δείκτης καθαρότητας (αιθριότητας)

$$K_T = \frac{I}{I_0}$$

Όπου I είναι η ωριαία ολική ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο στο έδαφος και I_0 η ωριαία ολική πέραν της γης ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο(εκτός ατμόσφαιρας).

3.1.5. Ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο .

Η ηλιακή ακτινοβολία στο πλαίσιο του ηλιακού συλλέκτη απαιτείται για να υπολογίσουμε την αποδοτικότητα του συλλέκτη και το πραγματικό ποσό ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται . Το μοντέλο του προγράμματος RETScreen SWH χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο του Liu και Jordan(βλ. Duffie και Beckman, το 1991, παράγραφος 2.19) για να υπολογίσει τη « μέση μηνιαία ακτινοβολία» στο πλαίσιο του συλλέκτη, \bar{H}_T :

$$\overline{H}_T = \overline{H}_b \overline{R}_b + \overline{H}_d \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + \overline{H}_p \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \quad (5)$$

Ο πρώτος όρος στη δεξιά πλευρά αυτής της εξίσωσης αντιπροσωπεύει την ηλιακή ακτινοβολία που προέρχεται άμεσα από τον ήλιο. Είναι το προϊόν των μηνιαίων μέσων χρόνων ακτινοβολίας H_b . Το R_b είναι ένας καθαρά γεωμετρικός παράγοντας, ο οποίος εξαρτάται μόνο από τον προσανατολισμό των συλλεκτών, το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, και το χρόνο του έτους.

Ο δεύτερος όρος αντιπροσωπεύει τη συμβολή της μηνιαίας μέσης διάχυτης ακτινοβολίας, H_d , που εξαρτάται από την κλίση του συλλέκτη, β .

Ο τελευταίος όρος αντιπροσωπεύει την αντανάκλαση της ακτινοβολίας στο έδαφος μπροστά από το συλλέκτη, και εξαρτάται από την κλίση του συλλέκτη και από την επίγεια ανακλαστικότητα, ρ_g . Αυτή η τελευταία τιμή υποτίθεται ότι είναι ίση με 0,2 όταν η μηνιαία μέση θερμοκρασία είναι επάνω από 0°C και 0,7 όταν είναι κάτω από -5°C και οι υπόλοιπες τιμές ποικίλουν γραμμικά ανάλογα με τη θερμοκρασία μεταξύ αυτών των δύο ορίων.

Η μέση μηνιαία ημερήσια διάχυτη ακτινοβολία υπολογίζεται από τη συνολική ακτινοβολία μέσω των ακόλουθων τύπων:

- Όταν η γωνία δύσης ω_s είναι μικρότερη από 81.4° :

$$\frac{\overline{H}_d}{H} = 1.391 - 3.560 \overline{K}_T + 4.189 \overline{K}_T^2 - 2.137 \overline{K}_T^3 \quad (6)$$

- Όταν η γωνία δύσης ω_s είναι μεγαλύτερη από 81.4°

$$\frac{\overline{H}_d}{H} = 1.311 - 3.022 \overline{K}_T + 3.427 \overline{K}_T^2 - 1.821 \overline{K}_T^3 \quad (7)$$

- Η μηνιαία μέση ημερήσια ακτινοβολία $\overline{H_d}$ δέσμης υπολογίζεται απλά από:

$$\overline{H_b} = \overline{H} - \overline{H_d} \quad (8)$$

3.1.6. Θερμοκρασία ουρανού.

Η ακτινοβολία των μικρό-κυμάτων είναι αυτή που προέρχεται από τον ουρανό στα μήκη κύματος μεγαλύτερα από 3 μm . Όπως μπορεί να δει κανείς στις παραγράφους παρακάτω πρέπει να υπολογιστεί η ανταλλαγή της ακτινοβολίας που μεταφέρεται μεταξύ ενός σώματος (ηλιακός συλλέκτης ή πισίνα) και του ουρανού. Μια μεταβλητή που είναι αλληλένδετη με την ακτινοβολία του ουρανού είναι η θερμοκρασία ουρανού, T_{sky} , η οποία είναι η θερμοκρασία ενός ιδανικά μαύρου σώματος που εκπέμπει το ίδιο ποσό ακτινοβολίας. Η τιμή της σε $^{\circ}\text{C}$ υπολογίζεται από την ακτινοβολία ουρανού L_{sky} μέσω:

$$L_{\text{sky}} = \sigma(T_{\text{sky}} + 273.2)^4 \quad (9)$$

οπού σ είναι η σταθερά Stefan- Boltzmann ($5.669 \times 10^{-8} \text{ (W/m}^2\text{)/K}^4$). Η ακτινοβολία ουρανού ποικίλλει ανάλογα με την παρουσία ή την απουσία σύννεφων και όπως βιώνεται στην καθημερινή ζωή, οι καθαρές νύχτες τείνουν να είναι πιο κρύες και οι συννεφιασμένες νύχτες είναι συνήθως θερμότερες.

Η ακτινοβολία ουρανού (δηλ. ελλείψει των σύννεφων) υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο Swinbank (Swinbank, 1963):

$$L_{\text{clear}} = 5.31 \cdot 10^{-13} (T_a + 273.2)^6 \quad (10)$$

όπου το T_a είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος που εκφράζεται σε °C. Για νεφελώδη (συννεφιασμένο) ουρανό, το πρόγραμμα υποθέτει ότι τα σύννεφα είναι σε μια θερμοκρασία ($T_a - 5$) και εκπέμπουν τη μακροχρόνια ακτινοβολία κυμάτων με συντελεστή 0,96, δηλαδή η ακτινοβολία ουρανού με συννεφιά υπολογίζεται:

$$L_{cloudy} = 0.96\sigma(T_a + 273.2 - 5)^4 \quad (11)$$

Η πραγματική ακτινοβολία του ουρανού αντιστοιχεί κάπου μεταξύ των τιμών για μη νεφελώδη και νεφελώδη ουρανό. Εάν το c είναι το μέρος του ουρανού που καλύπτεται από τα σύννεφα, η ακτινοβολία ουρανού μπορεί να υπολογιστεί περίπου με

$$L_{sky} = (1 - c)L_{clear} + cL_{cloudy} \quad (12)$$

Για να έχει μια κατά προσέγγιση εκτίμηση για τον συντελεστή c κατά την διάρκεια ενός μήνα το πρόγραμμα καθιερώνει μια αντιστοιχία μεταξύ του ποσοστού συννεφιάς και του μέρους της μέσης μηνιαίας ημερησίας ακτινοβολίας που είναι διάχυτη. Έτσι ένας καθαρός ουρανός θα οδηγήσει σε ένα διάχυτο κλάσμα $K_d = H_d / H = 0,165$ ενώ ένας συννεφιασμένος ουρανός θα οδηγήσει σε ένα διάχυτο κλάσμα 1.

Ως εκ τούτου,

$$c = \frac{(K_d - 0.165)}{0.835} \quad (13)$$

Το K_d υπολογίζεται από το μηνιαίο μέσο δείκτη καθαρότητας χρησιμοποιώντας το συσχετισμό Collares - Pereira και Rabl (που αναφέρεται σε Duffie και Beckman, 1991, σημείωση 11, σελ. 84), που γράφεται για τη "μέση ημέρα" του

μήνα (δηλ. υποθέτοντας ότι ο καθημερινός δείκτης K_T καθαρότητας είναι ίσος με τη μηνιαία μέση αξία του $\overline{K_T}$):

$K_d =$	0,99	για $K_T \leq 0,17$
	$\{1.88 - 2.272K_T + 9.473K_T^2 - 21.865K_T^3 + 14.648K_T^4\}$	για $0,17 < K_T < 0,75$
	$-0,54 \cdot K_T + 0,632$	για $0,75 \leq K_T < 0,80$
	0,2	για $K_T \geq 0,17$

(14)

3.2. Θερμοκρασία κρύου νερού.

Η θερμοκρασία του κρύου νερού που παρέχεται από το δημόσιο σύστημα ύδρευσης χρησιμοποιείται για να υπολογίσει την ενέργεια που απαιτείται για να θερμανθεί το νερό μέχρι την επιθυμητή θερμοκρασία. Υπάρχουν δύο τρόποι να υπολογιστεί η θερμοκρασία κρύου νερού. Στον πρώτο, η θερμοκρασία κρύου νερού υπολογίζεται αυτόματα από τις μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος που εισάγονται από το χρήστη (ή αντιγράφονται από την online σύνδεση με την βάση καιρικών δεδομένων RETScreen). Στον δεύτερο τρόπο, υπολογίζεται από τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές που δίνονται από το χρήστη.

3.2.1. Αυτόματος υπολογισμός.

Η διάχυση της θερμότητας στο έδαφος υπακούει περίπου την εξίσωση της θερμότητας

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \quad (15)$$

οπού το T αντιπροσωπεύει την θερμοκρασία εδάφους, το t το χρόνο, το α αντιπροσωπεύει την θερμική διαχυτικότητα του χώματος (m^2/s), και το z είναι η κάθετη απόσταση.

Για ένα ακατέργαστο χώμα με μια περιοδική διακύμανση στην επιφάνεια

$$T(0,t) = T_0 e^{i\omega t} \quad (16)$$

οπού T_0 είναι το εύρος διακύμανσης της θερμοκρασίας στην επιφάνεια και ω είναι η συχνότητά του για κάθε μήνα i . Η λύση στην εξίσωση (16), που δίνει τη θερμοκρασία $T(z, t)$ σε ένα βάθος z και έναν χρόνο t , είναι απλή:

$$T(z,t) = T_0 e^{-(1+i)z/\sigma} e^{i\omega t} \quad (17)$$

Οπού το σ είναι μια κλίμακα που καθορίζεται από:

$$\sigma = \sqrt{\frac{2\alpha}{\omega}} \quad (18)$$

Με άλλα λόγια, μια (ετήσια) διακύμανση του εύρους της θερμοκρασίας ΔT στην επιφάνεια θα γίνει αισθητή σε ένα βάθος z με ένα εύρος $\Delta T(z) = \Delta T e^{-z/\sigma}$ και με μια καθυστέρηση $\Delta t = z/\sigma\omega$

Το πρόγραμμα RETScreen υποθέτει ότι η θερμοκρασία κρύου νερού είναι ίση με την θερμοκρασία εδάφους σε ένα κατάλληλο βάθος. Το πρόγραμμα παίρνει τιμή για το $\alpha = 0.52 \times 10^{-6} m^2/s$ (που αντιστοιχούν σε ένα ξηρό βαρύ χώμα ή ένα υγρό ελαφρύ χώμα, σύμφωνα με το εγχειρίδιο εφαρμογών ASHRAE του 1991 δείτε ASHRAE, 1991), και $z = 2 m$, το υποτιθέμενο βάθος στο οποίο θάβονται οι σωλήνες νερού. Αυτό οδηγεί σε:

$$\text{➤ } \sigma=2,28\text{m} \quad (19)$$

$$\text{➤ } \Delta T(z)=\Delta T(0)*0,42 \quad (20)$$

$$\text{➤ } \Delta t=51 \text{ ημερες-2 μήνες} \quad (21)$$

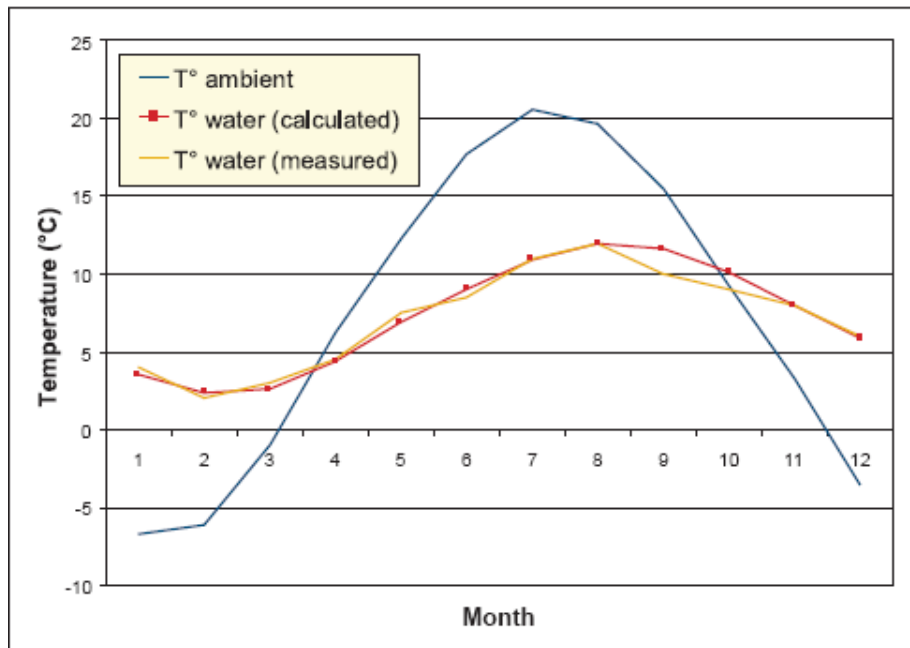
Αυτό το θεωρητικό μοντέλο συγκρίθηκε με από τα πειραματικά στοιχεία για το Τορόντο, Οντάριο, Καναδά (δείτε το σχήμα 13). Φάνηκε ότι ένας παράγοντας 0,35 θα ταίριαζε καλύτερα από το 0,42 στην εξίσωση (20), και μια χρονική καθυστέρηση 1 μήνα ταιριάζει καλύτερα από μια χρονική καθυστέρηση 2 μηνών. Ο συγχρονισμός είναι απαραίτητος και μεθοδολογικά αποδεκτός λαμβάνοντας υπόψη την προχειρότητα των υποθέσεων που έγιναν στο μοντέλο.

Το παραπάνω μοντέλο επιτρέπει τον υπολογισμό της θερμοκρασίας νερού για οποιοδήποτε μήνα, με τον ακόλουθο αλγόριθμο. Η θερμοκρασία νερού για το μήνα 1 είναι ίση με τον ετήσιο μέσο όρο της θερμοκρασία νερού, συν 0,35 φορές τη διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της μέσης θερμοκρασίας για το μήνα $i-1$.

Επιπλέον, το μοντέλο περιορίζει επίσης τη θερμοκρασία του νερού σε +1 το χειμώνα (δηλ. το νερό δεν παγώνει). Ο πίνακας 1 και το σχήμα 2 συγκρίνουν τις μετρημένες και προβλεφθείσες θερμοκρασίες νερού για το Τορόντο και δείχνουν ότι αυτή η απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού της θερμοκρασίας κρύου νερού είναι ικανοποιητική, τουλάχιστον για αυτό το συγκεκριμένο παράδειγμα.

ΜΗΝΑΣ	T (περιβ.°C)	T νερού (υπολογ.°C)	T νερού (μετρ. °C)
1	-6.7	3.5	4.0
2	-6.1	2.4	2.0
3	-1.0	2.6	3.0
4	6.2	4.4	4.5
5	12.3	6.9	7.5
6	17.7	9.0	8.5
7	20.6	10.9	11.0
8	19.7	11.9	12.0
9	15.5	11.6	10.0
10	9.3	10.2	9.0
11	3.3	8.0	8.0
12	-3.5	5.9	6.0
Ετήσιος μέσος όρος	7.28	7.30	7.12

Πίνακας 1: Συνοπτική σύγκριση των υπολογισμένων και μετρημένων θερμοκρασιών κρύου νερού για το Τορόντο, Οντάριο, Καναδάς



Σχήμα 2: Γραφική σύγκριση των υπολογισμένων και μετρημένων θερμοκρασιών κρύου νερού για το Τορόντο, Οντάριο, Καναδάς. [Hosatte, 1998]

3.2.2.Υπολογισμός με το χέρι .

Ένα ημιτονοειδές σχεδιάγραμμα παράγεται από τις ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες που διευκρινίζονται από το χρήστη, υποθέτοντας ότι το ελάχιστο επιτυγχάνεται το Φεβρουάριο και το μέγιστο τον Αύγουστο στο βόρειο ημισφαίριο (η κατάσταση αντιστρέφεται στο νότιο ημισφαίριο). Ως εκ τούτου η μέση θερμοκρασία T_s του χώματος (ή κρύου νερού) εκφράζεται ως μια λειτουργία της ελάχιστης θερμοκρασίας T_{min} , της μέγιστης θερμοκρασίας T_{max} , και του αριθμού του μήνα n .

$$T_s = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} - \frac{T_{max} - T_{min}}{2} h \cos\left(2\pi \frac{n-2}{12}\right) \quad (22)$$

όπου το h είναι ίσο με 1 στο βόρειο ημισφαίριο και -1 στο νότιο ημισφαίριο.

3.2.3 Υπολογισμός φορτίων κατ'εκτίμηση .

Ο υπολογισμός φορτίων είναι απαραίτητος για τα μοντέλα υπολογισμών συστημάτων ζεστού νερού (με ή χωρίς αποθήκευση). Οι εκτιμήσεις για τις ποσότητες χρήσης του ζεστού νερού προέρχονται από τους πίνακες που δημοσιεύονται στο εγχειρίδιο εφαρμογών ASHRAE (ASHRAE, 1995) ενώ για τα πλυντήρια αυτοκινήτων και ρούχων , οι εκτιμήσεις είναι από τον Carpenter και Kokko (1988).

Καμία εκτίμηση της χρήσης ζεστού νερού δεν γίνεται για τις βιομηχανικές ή άλλες εφαρμογές υδατοκαλλιέργειας. Το πραγματικό φορτίο υπολογίζεται ως ενέργεια που απαιτείται για να θερμάνει το νερό του κεντρικού αγωγού στη καθορισμένη θερμοκρασία ζεστού νερού . Εάν V_i είναι το απαραίτητο ποσόν νερού και το T_h είναι η απαραίτητη θερμοκρασία ζεστού νερού, και τα δύο καθορίζονται από το χρήστη, τότε η απαραίτητη ενέργεια Q_{load} εκφράζεται :

$$Q_{load} = C_p \rho V_i (T_h - T_C) \quad (23)$$

οπού C_p είναι η θερμοχωρητικότητα του νερού (4.200 (J/kg)/°C), ρ η πυκνότητά του (1 kg/L), και το T_C είναι η θερμοκρασία κρύου νερού (κεντρικών αγωγών). Το Q_{load} προϋπολογίζεται από τον αριθμό των ημερών που το σύστημα χρησιμοποιείται κάθε εβδομάδα.

3.3. Ηλιακοί συλλέκτες .

Οι ηλιακοί συλλέκτες περιγράφονται από τις εξισώσεις αποδοτικότητάς τους. Τρεις τύποι συλλεκτών εξετάζονται στο προγράμματος RETScreen :

- Υαλοκάλυπτοι συλλέκτες.

- Συλλέκτες κενού.
- Ακάλυπτοι συλλέκτες.

Οι υαλοκαλυπτοι και κενού συλλέκτες αντιμετωπίζονται με την ίδια λογική , ο αέρας δεν λαμβάνεται υπόψη από την εξίσωση αποδοτικότητας. Οι ακάλυπτοι συλλέκτες χρησιμοποιούν μια εξίσωση αποδοτικότητας εξαρτώμενη από τον αέρα . Οι συνέπειες λόγω της γωνίας της πρόσπτωσης, οι ζημιές λόγω του χιονιού και λόγω των ρύπων, καθώς και οι απώλειες θερμότητας μέσω των σωληνώσεων και της ηλιακής δεξαμενής, υπολογίζονται χωριστά.

3.3.1. Υαλοκάλυπτοι ή κενού συλλέκτες.

Οι υαλοκαλυπτοι και κενού συλλέκτες περιγράφονται από την ακόλουθη εξίσωση (Duffie και Beckman, 1991, παρ. 6.17.2):

$$\dot{Q}_{coll} = F_R (\tau\alpha)G - F_R U_L \Delta T \quad (24)$$

όπου \dot{Q}_{coll} είναι η ενέργεια που συλλέγεται ανά μονάδα συλλεκτικής επιφάνειας και ανά μονάδα χρόνου , F_R είναι ο συντελεστής θερμικής απολαβής από τον συλλέκτη, τ είναι ο συντελεστής διαπερατότητας της διαφανούς επικάλυψης του συλλέκτη από την ηλιακή ακτινοβολία, α είναι ο συντελεστής απορροφητικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας από την πλάκα απορρόφησης, το G είναι η ολική ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη, U_L είναι ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών του συλλέκτη , και ΔT είναι η διάφορα της θερμοκρασίας μεταξύ της πλάκας απορρόφησης και του αέρα περιβάλλοντος .

Οι τιμές $F_R (\tau\alpha)$ και $F_R U_L$ είτε δίνονται από το χρήστη ή επιλέγονται με την επιλογή ενός ηλιακού συσσωρευτή από τη Online σύνδεση με την βάση δεδομένων των προϊόντων RETScreen. Για τους υαλοκάλυπτους και κενού συλλέκτες, τα $F_R (\tau\alpha)$ και $F_R U_L$ είναι ανεξάρτητα από τον αέρα.

Γενικά παρέχονται τιμές για τους υαλοκάλυπτους και τους συλλέκτες κενού. Στους υαλοκάλυπτους συλλέκτες δίνεται ότι $F_R(\alpha) = 0,68$ και $F_{RU_L} = 4,90$ $(W/m^2)/^\circ C$. Αυτές οι τιμές αντιστοιχούν στα αποτελέσματα της δοκιμής για θερμοσιφωνικούς συλλέκτες (Chandrashekar και Thevenard, 1995). Στους συλλέκτες κενού δίνεται ότι $F_R(\alpha) = 0,58$ και $F_{RU_L} = 0,7$ $(W/m^2)/^\circ C$. Αυτές οι τιμές αντιστοιχούν σε έναν συλλέκτη κενού Fournelle (τεχνολογία της Philips Hosatte, 1998).

3.3.2. Ακάλυπτοι συλλέκτες.

Οι ακάλυπτοι συλλέκτες περιγράφονται από την ακόλουθη εξίσωση (Soltau, 1992):

$$\dot{Q}_{coll} = (F_R \alpha) \left[G + \left(\frac{\varepsilon}{\alpha} \right) L \right] - (F_{RU_L}) \Delta T \quad (25)$$

Οπού ε είναι ο βαθμός εκμετάλλευσης του εναλλάκτη, και το L είναι η σχετική ακτινοβολία του ουρανού σε μεγάλα μήκη κύματος. Το L ορίζεται ως:

$$L = L_{SKY} - \sigma(T_a + 273,2)^4 \quad (26)$$

όπου Το L_{sky} είναι η ακτινοβολία ουρανού μεγάλου μήκους κύματος και T_a είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος σε $^\circ C$.

Το $F_R \alpha$ και F_{RU_L} είναι μια συνάρτηση της ταχύτητας του αέρα V επάνω στο συλλέκτη.

Οι τιμές $F_R \alpha$ και F_{RU_L} καθώς επίσης και η εξάρτησή τους από τον αέρα, είτε ορίζονται από το χρήστη ή προκύπτουν με την επιλογή ενός συλλέκτη από την online σύνδεση με την βάση δεδομένων των προϊόντων RETScreen. Η ταχύτητα του αέρα επάνω στο συλλέκτη τίθεται ίση με 20% της ελεύθερης ταχύτητας των ρευμάτων αέρα που ορίζεται από το χρήστη (ή παίρνεται από

βάση μετεωρολογικών δεδομένων). Η αναλογία ε/α τίθεται 0,96. Λόγω της έλλειψης μετρήσεων αποδοτικότητας για τους χωρίς κάλυψη συλλέκτες δίνονται επίσης παρακάτω σχέσεις για κάποιον «γενικό» ακάλυπτο συλλέκτη:

$$F_R \alpha = 0,85 - 0,04V \quad (27)$$

$$F_R U_L = 11,56 + 4,37V \quad (28)$$

Αυτές οι τιμές λήφθηκαν με τον υπολογισμό του μέσου όρου της απόδοσης διάφορων συλλεκτών (NRCan, 1998).

3.3.3. Ισοδυναμία μεταξύ των υαλοκαλυπτών και ακάλυπτων συλλεκτών.

Όπως μπορεί να φανεί από τις εξισώσεις (24) και (25), οι εξισώσεις αποδοτικότητας για τον υαλοκαλυπτο και ακάλυπτο συλλέκτη είναι διαφορετικές. Έτσι προκύπτει ένα πρόβλημα κατά την εφαρμογή της μεθόδου καμπυλών $-f$ ή της μεθόδου χρησιμοποίησης καθώς και οι δύο αυτές μέθοδοι αναπτύχθηκαν για τους υαλοκαλυπτους συλλέκτες. Η μέθοδος που υιοθετήθηκε στο RETScreen ήταν να ξαναγραφεί η εξίσωση (25) στη μορφή (24), με τον καθορισμό μιας αποτελεσματικής ακτινοβολίας στο συλλέκτη G_{eff} όπως

$$G_{eff} = G + \frac{\varepsilon}{\alpha} L \quad (29)$$

Όπου G είναι η ηλιακή ακτινοβολία στο πάνω μέρος του συλλέκτη, α είναι η απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας από την πλάκα απορρόφησης, ε είναι ο βαθμός εκμετάλλευσης του εναλλάκτη (ε/α είναι 0,96, όπως πριν), και το L είναι η σχετική ακτινοβολία μακρών κυμάτων του ουρανού. Στους αλγορίθμους RETScreen, η ακτινοβολία αντικαθίσταται σε όλες τις εξισώσεις που περιλαμβάνουν το συλλέκτη όταν χρησιμοποιείται ένας ακάλυπτος συλλέκτης. Ο αναγνώστης πρέπει να το λάβει αυτό υπόψη για την αντιμετώπιση των εξελίξεων των αλγορίθμων στις παραγράφους 3.4 και 3.5

3.3.4. Τροποποίηση γωνίας πρόσπτωσης .

Μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτει πάνω στο συλλέκτη μπορεί να αναπηδήσει μακριά, ιδιαίτερα όταν χτυπούν οι ακτίνες του ήλιου την επιφάνεια του συλλέκτη σε μεγάλη γωνία πρόσπτωσης. Στο προμελέτης στάδιο δεν είναι απαραίτητο να μοντελοποιηθεί αυτό το φαινόμενο λεπτομερώς. Αντ' αυτού, η μέση επίδραση της γωνίας πρόσπτωσης επάνω στο συλλέκτη υπολογίστηκε μέσω των προσομοιώσεων για να είναι κατά προσέγγιση 5%, Επομένως F_R πολλαπλασιάζεται με έναν σταθερό παράγοντα ίσο με 0,95.

3.3.5. Σωλήνωση και ηλιακές απώλειες δεξαμενών.

Το νερό που κυκλοφορεί στους σωλήνες και τη δεξαμενή είναι ζεστό, και δεδομένου ότι οι σωλήνες και η δεξαμενή είναι ελλιπώς μονωμένοι, η θερμότητα θα χαθεί στο περιβάλλον. Οι απώλειες λόγω σωληνώσεων και λόγω των ηλιακών δεξαμενών λαμβάνονται υπόψη διαφορετικά για τα συστήματα με αποθήκευση και για τα συστήματα χωρίς αποθήκευση (συμπεριλαμβανομένης της πισίνας). Στα συστήματα χωρίς αποθήκευση η ενέργεια που αποδίδεται από τον ηλιακό συσσωρευτή, Q_{dld} , είναι ίση με τη ενέργεια Q_{act} που συλλέχτηκε μείον τις απώλειες των σωληνώσεων f_{los} , που εκφράζονται ως ένα μέρος της ενέργειας που συλλέχτηκε (το f_{los} εισάγεται από το χρήστη):

$$Q_{dld} = Q_{act}(1 - f_{los}) \quad (30)$$

Για τα συστήματα με την αποθήκευση, η κατάσταση είναι διαφορετική δεδομένου ότι το σύστημα μπορεί να είναι σε θέση, σε μερικές περιπτώσεις, να αντισταθμίσει τις απώλειες λόγω σωληνώσεων και δεξαμενής με τη συλλογή και την αποθήκευση της πρόσθετης ενέργειας. Επομένως, το φορτίο $Q_{load\ tot}$, σύμφωνα με τα διαγράμματα (4) αυξάνεται για να περιλάβει τις απώλειες λόγω σωληνώσεων και δεξαμενής .

$$Q_{load,tot} = Q_{load}(1 + f_{los}) \quad (31)$$

3.3.6. Απώλειες λόγω χιονιού και ρύπων.

Το χιόνι και οι ρύποι έχουν αντίκτυπο στην ακτινοβολία που συλλέγεται από το συλλέκτη. Επομένως, F_R (τα) πολλαπλασιάζεται με $(1 - f_{dirt})$ όπου f_{dirt} είναι οι απώλειες λόγω του χιονιού και των ρύπων που εκφράζονται ως μέρος της ενέργειας που συλλέγεται (αυτή η παράμετρος εισάγεται από το χρήστη).

3.4. Μέθοδος καμπυλών f

Η απόδοση των συστημάτων ζεστού νερού με αποθήκευση υπολογίζεται με τη μέθοδο του διαγράμματος f . Ο σκοπός της μεθόδου είναι να υπολογιστεί το f , το μέρος δηλαδή του φορτίου του ζεστού νερού που παρέχεται από το σύστημα ηλιακής θέρμανσης (ηλιακό μέρος). Μόλις υπολογιστεί το f μπορεί να καθοριστεί, το ποσό ανανεώσιμης ενέργειας που αντικαθιστά τη συμβατική ενέργεια για τη θέρμανση νερού. Η μέθοδος εξηγείται λεπτομερώς στο κεφάλαιο 20 των Duffie και Beckman (1991) και συνοψίζεται εν συντομία εδώ. Η μέθοδος επιτρέπει τον υπολογισμό του μηνιαίου ποσού ενέργειας που δίδεται από τα συστήματα ζεστού νερού με αποθήκευση, λαμβάνοντας υπόψη τις μηνιαίες τιμές της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και του φορτίου.

Δύο ομάδες X και Y ορίζονται ως:

$$X = \frac{A_C F'_R U_L (T_{ref} - T_a)}{L} \quad (32)$$

$$Y = \frac{A_C F'_R (\overline{\tau\alpha}) H_T N}{L} \quad (33)$$

όπου

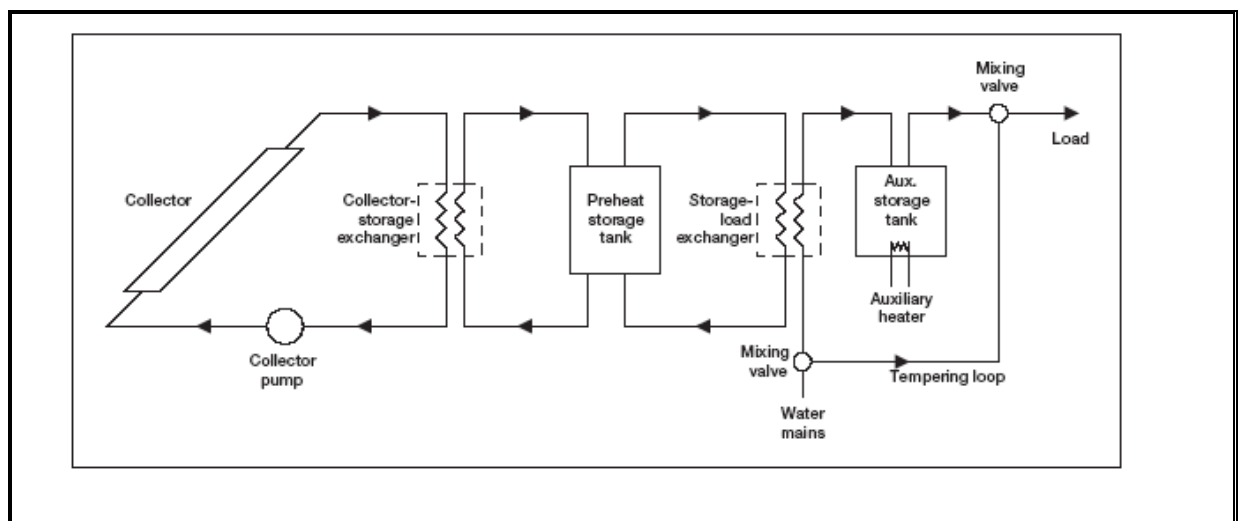
A_C είναι η επιφάνεια συλλογής,

F'_R είναι ο τροποποιημένος συντελεστής απωλειών θερμότητας συλλεκτών,
 U_L είναι ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών των συλλεκτών,
 T_{ref} είναι μια εμπειρική θερμοκρασία αναφοράς ίση με 100°C ,
 τ_a είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος,
 L είναι το μηνιαίο συνολικό φορτίο θέρμανσης,
 H_T είναι η μηνιαία ακτινοβολία στην επιφάνεια συλλεκτών ανά περιοχή, και
 N είναι ο αριθμός ημερών το μήνα.

Το F_R είναι ένας συντελεστής αποκόμισης θερμότητας του συλλέκτη (δείτε το σχήμα 3 για ένα διάγραμμα του συστήματος). Ο λόγος " F'_R / F_R " είναι ο διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη-εναλλάκτη, που δείχνει την ωφέλιμη ισχύ σαν ποσοστό αν δεν παρεμβαλλόταν ο εναλλάκτης. (Δείτε Duffie ε και Beckman, 1991, παράγραφος 10.2):

$$\frac{F'_R}{F_R} = \left[1 + \left(\frac{A_C F_R U_L}{(\dot{m} C_P)_C} \right) \left(\frac{(\dot{m} C_P)_C}{\varepsilon (\dot{m} C_P)_{\min}} - 1 \right) \right]^{-1} \quad (34)$$

Όπου το \dot{m} είναι ο αριθμός ροής και το C_P είναι η ειδική θερμότητα του νερού.



Σχήμα 3: Διάγραμμα ενός οικιακού ηλιακού συστήματος ζεστού νερού .

Εάν δεν υπάρχει κανένας εναλλάκτης θερμότητας, το F'_R είναι ίσο με F_R . Εάν υπάρχει ένας εναλλάκτης θερμότητας, το μοντέλο υποθέτει ότι ο ρυθμός ροής και από τις δύο πλευρές του εναλλάκτη θερμότητας είναι ίδιος. Η ειδική θερμότητα του νερού είναι $4,2 \text{ (kJ/kg)}^\circ\text{C}$, και αυτό της γλυκόλης ορίζεται $3,85 \text{ (kJ/kg)}^\circ\text{C}$. Τελικά το πρόγραμμα υποθέτει ότι η αναλογία A_c / \dot{m} είναι ίση με $140 \text{ m}^2 \text{ s/kg}$. Αυτή η τιμή προκύπτει από Θερμοδυναμικά τεστ των συλλεκτών (περιοχή συλλογής $2,97 \text{ m}^2$, ρυθμός ροής δοκιμής 0.0214 kg/s (Chandrashekar και Thevenard, 1995).

Το X πρέπει να διορθωθεί και για το μέγεθος αποθήκευσης και για τη θερμοκρασία κρύου νερού. Η μέθοδος διαγραμμάτων f αναπτύχθηκε για μια τυποποιημένη ικανότητα αποθήκευσης 75 λίτρων του αποθηκευμένου νερού ανά τετραγωνικό μέτρο της περιοχής συλλεκτών. Για άλλες ικανότητες χωρητικότητας το X πρέπει να πολλαπλασιαστεί με έναν παράγοντα διορθώσεων X_{cc}/X , ο οποίος ορίζεται από :

$$\frac{X_{cc}}{X} = \left(\frac{\text{Πραγματικη ικανοτητα αποθηκευσης}}{\text{τυποποιημενη ικανοτητα αποθηκευσης}} \right)^{-0,25} \quad (35)$$

Αυτή η εξίσωση ισχύει για τις αναλογίες των πραγματικών και τυποποιημένων ικανοτήτων αποθήκευσης μεταξύ $0,5$ και 4 . Τέλος, για να λογαριάσουμε τη διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού ανεφοδιασμού (κεντρικοί αγωγοί) T_m και της ελάχιστης αποδεκτής θερμοκρασίας ζεστού νερού T_w , μεγέθη τα οποία έχουν μια επιρροή στην απόδοση του ηλιακού συστήματος και τα δυο, το X πρέπει να πολλαπλασιαστεί με έναν παράγοντα διορθώσεων X_{cc}/X και μπορεί να καθοριστεί από:

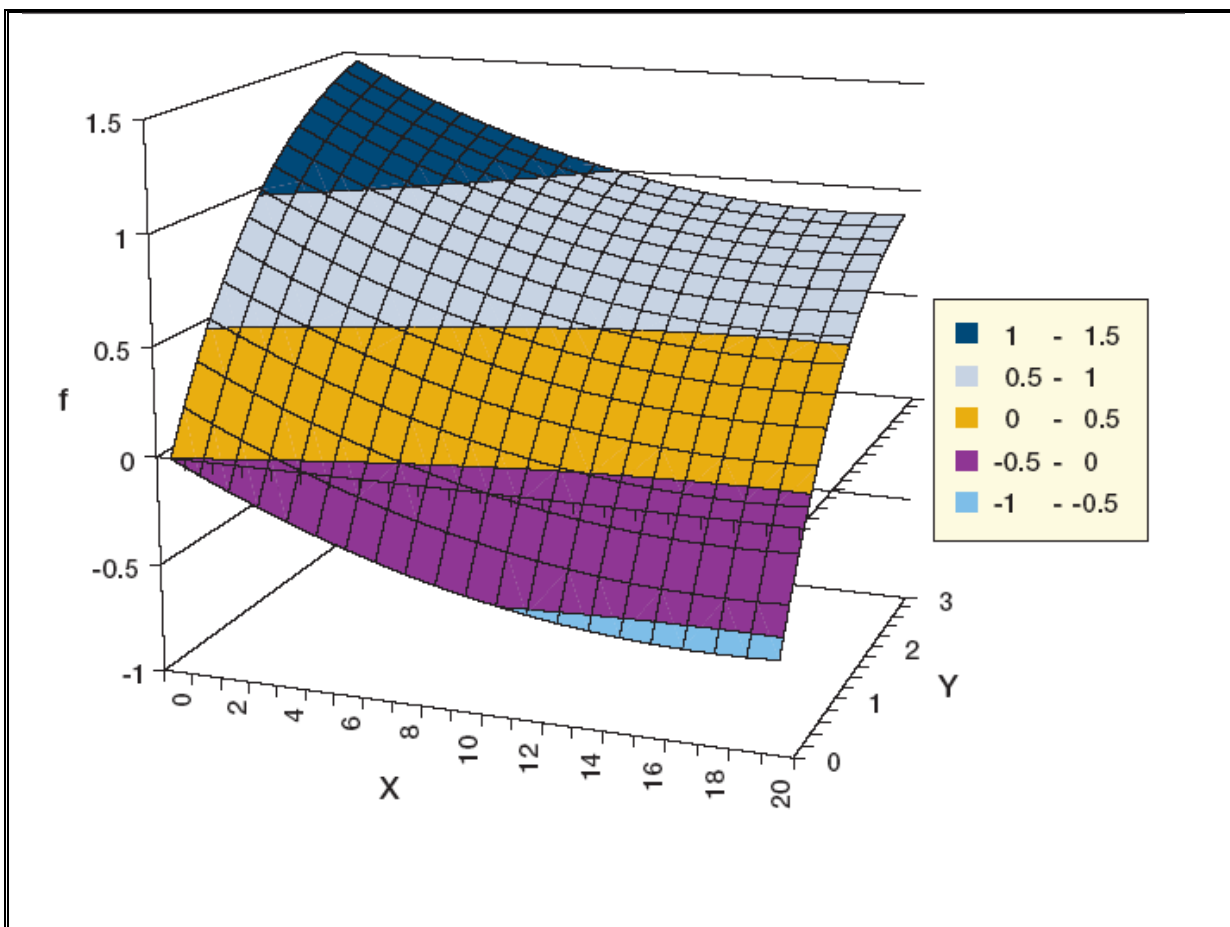
$$\frac{X_{cc}}{X} = \left(\frac{11.6 + 1.18T_w + 3.86T_m - 2.32T_a}{100 - T_a} \right) \quad (36)$$

όπου το T_a είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος .

Το ποσοστό f του μηνιαίου συνολικού φορτίου που παρέχεται από το ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού δίνεται ως συνάρτηση του X και του Y :

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3 \quad (37)$$

Υπάρχουν μερικοί περιορισμοί προκειμένου να ισχύει αυτός ο τύπος . Εντούτοις όπως φαίνεται στο σχήμα 4, η επιφάνεια που περιγράφεται από την εξίσωση (37) είναι αρκετά ομαλή, έτσι η επέκταση εφαρμογής της δεν είναι πρόβλημα και για άλλες τιμές. Εάν ο τύπος μας δώσει μια τιμή του f λιγότερο από 0, χρησιμοποιείται μια τιμή 0,εάν το f είναι μεγαλύτερο από 1, χρησιμοποιείται η τιμή 1.



Σχήμα 4.Διάγραμμα-f. Συσχετισμός.

3.5 Μέθοδος καμπυλών Φ .

Η απόδοση των συστημάτων χωρίς αποθήκευση υπολογίζεται με τη μέθοδο καμπυλών Φ. Η ίδια μέθοδος χρησιμοποιείται επίσης για να υπολογίσει την ενέργεια που συλλέγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες των πισίνων. Η μέθοδος αυτή εξηγείται λεπτομερώς στα κεφάλαια 2 και 21 Duffie και Beckman (1991) και συνοψίζεται σε μια συνοπτική μορφή εδώ. Η μέθοδος επιτρέπει τον υπολογισμό του μηνιαίου ποσού ενέργειας που προσλαμβάνεται από τα συστήματα ζεστού νερού χωρίς αποθήκευση, λαμβάνοντας υπόψη τις μηνιαίες τιμές της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και του φορτίου.

3.5.1 Αρχή της μεθόδου της χρησιμοποίησης .

Ένας ηλιακός συλλέκτης είναι σε θέση να συλλέξει την ενέργεια μόνο εάν υπάρχει ικανοποιητική ακτινοβολία για να ξεπεράσει τις θερμικές απώλειες του προς το περιβάλλον. Σύμφωνα με την εξίσωση (24), για έναν υαλοκάλυπτο συλλέκτη αυτό εκφράζεται σε:

$$G \geq \frac{F_R U_L (T_i - T_a)}{F_R (\tau \alpha)} \quad (38)$$

Όπου T_i είναι η θερμοκρασία του ρευστού που κυκλοφορεί στο συλλέκτη και όλες οι άλλες μεταβλητές έχουν την ίδια έννοια όπως στην εξίσωση (24). Αυτό μας κάνει ικανούς να καθορίσουμε ένα κρίσιμο επίπεδο ακτινοβολίας G_c που πρέπει να ξεπεραστεί για να υπάρξει συλλογή ηλιακής ενέργειας . Δεδομένου ότι το πρόγραμμα χρησιμοποιεί τις μηνιαίες μέσες τιμές, το G_c ορίζεται βάσει της μηνιαίας τιμής της μέσης διαπερατότητας-απορροφητικότητας $\bar{\tau \alpha}$ και από το μηνιαίο

μέσο όρο των ημερήσιων θερμοκρασιών \bar{T}_a (Που υποτίθεται ότι είναι ίση με τη μέση θερμοκρασία συν 5°C), μέσω της σχέσης :

$$G = \frac{F_R U_L (T_i - \bar{T}_a)}{F_R (\bar{\tau}\alpha)} \quad (39)$$

Συνδυάζοντας τον ορισμό αυτό με την εξίσωση (24) μας οδηγεί (το πρόγραμμα) στην ακόλουθη έκφραση για τη μέση καθημερινή ενέργεια Q που συλλέγεται κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου μήνα:

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{days} \sum_{hours} A_C F_R (\bar{\tau}\alpha) (G - G_C)^+ \quad (40)$$

Όπου N είναι ο αριθμός των ημερών του μήνα, το G είναι η ωριαία ακτινοβολία στο επίπεδο του συλλέκτη, και το $+$ δείχνει ότι μόνο οι θετικές τιμές της ποσότητας μέσα στην παρένθεση εξετάζονται.

Ο μέσος μηνιαίος βαθμός χρησιμοποίησης $\bar{\phi}$, ορίζεται ως **το άθροισμα** για έναν μήνα, όλων των ωρών και των ημερών, **της ακτινοβολίας** που πέφτει στο επίπεδο του συλλέκτη η οποία έχει μεγαλύτερη ένταση από μια κρίσιμη τιμή:

$$\bar{\phi} = \frac{\sum_{days} \sum_{hours} (G - G_C)^+}{H_T N} \quad (41)$$

Όπου \bar{H}_T είναι η μηνιαία μέση ημερήσια ακτινοβολία που προσπίπτει στο επίπεδο του συλλέκτη.

Η αντικατάσταση του τύπου αυτού στην εξίσωση (40) οδηγεί σε έναν απλό τύπο για υπολογισμό της μηνιαίας χρήσιμης ενέργειας:

$$Q = A_C F_R (\bar{\tau}\alpha) \bar{H}_T \bar{\phi} \quad (42)$$

Ο σκοπός της μεθόδου καμπυλών Φ είναι να υπολογίσει το $\bar{\phi}$ από τον προσανατολισμό των συλλεκτών και τα μηνιαία στοιχεία της ακτινοβολίας που εισάγονται από το χρήστη (ή από την απευθείας σύνδεση με την βάση δεδομένων του RETScreen). Η μέθοδος συσχετίζει το $\bar{\phi}$ με τον μέσο μηνιαίο συντελεστή αιθριότητας K_T και με δύο μεταβλητές: έναν γεωμετρικό παράγοντα \bar{R} / R_n και ένα αδιαστατο παράγοντα μιας κρίσιμης στάθμης ακτινοβολίας X_c , όπως περιγράφεται παρακάτω :

3.5.2.Ο γεωμετρικός παράγοντας \bar{R} / R_n

\bar{R} είναι η μηνιαία αναλογία της ακτινοβολίας στο επίπεδο του συλλέκτη , \bar{H}_T , προς το ποσό της ακτινοβολίας σε μια οριζόντια επιφάνεια, \bar{H} :

$$\bar{R} = \frac{\bar{H}_T}{\bar{H}} \quad (43)$$

Όπου το \bar{H} υπολογίζεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω (τύπος 5)και το R_n είναι ο λόγος της μεσημβρινής ακτινοβολίας σε κεκλιμένη επιφάνεια προς την ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο για μέση ημέρα του μήνα. Αυτό εκφράζεται μέσω της ακόλουθης εξίσωσης:

$$R_n = \left(1 - \frac{r_{d,n} H_d}{r_{t,n} H} \right) R_{b,n} + \left(\frac{r_{d,n} H_d}{r_{t,n} H} \right) \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + \rho_g \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) \quad (44)$$

Όπου

$r_{t,n}$, είναι ο λόγος της μεσημβρινής ακτινοβολίας προς την ολική ημερησία ακτινοβολία ,

$r_{d,n}$, είναι ο λόγος της διάχυτης μεσημβρινής ακτινοβολίας προς την ημερησία διάχυτη ακτινοβολία,

το H είναι ισοδύναμο με τη μέση μηνιαία ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο, δηλαδή το \bar{H} .

Το H_d είναι η μηνιαία μέση καθημερινή διάχυτη ακτινοβολία για εκείνη την "μέση ημέρα"

β είναι η κλίση του συλλέκτη και τέλος ,

το ρ_g η ανακλαστικότητα του εδάφους (ορίστηκε παραπάνω)

Το r_{tn} , υπολογίζεται από την εξίσωση Collares - Pereira και Rabl (Duffie και Beckman, 1991, CH. 2.13) γραμμένη για το ηλιακό μεσημέρι.

$$r_{t,n} = \frac{\pi}{24} (\alpha + b) \frac{1 - \cos \omega_s}{\sin \omega_s - \omega_s \cos \omega_s} \quad (45)$$

$$a = 0.409 + 0.5016 \sin \left(\omega_s - \frac{\pi}{3} \right) \quad (46)$$

$$b = 0.6609 - 0.4767 \sin \left(\omega_s - \frac{\pi}{3} \right) \quad (47)$$

με ω_s η ωριαία γωνία δύσης (δείτε την εξίσωση 2), που εκφράζεται σε ακτίνια.

$r_{d,n}$, υπολογίζεται από την εξίσωση Liu και Jordan , που γράφεται για το ηλιακό μεσημέρι:

$$r_{d,n} = \frac{\pi}{24} \frac{1 - \cos \omega_s}{\sin \omega_s - \omega_s \cos \omega_s} \quad (48)$$

3.5.3 Το αδιάστατο κρίσιμο επίπεδο ακτινοβολίας \bar{X}_c

\bar{X}_c ορίζεται ως ο λόγος της κρίσιμης ακτινοβολίας προς την ακτινοβολία της μεσημβρίας μιας μέσης ημέρας του μήνα:

$$\bar{X}_c = \frac{G_c}{r_{t,n} R_n \bar{H}} \quad (49)$$

όπου $r_{t,n}$, δίνεται από την σχέση (45) και το R_n από την σχέση (44).

3.5.4 Μέσος μηνιαίος βαθμός χρησιμοποίησης.

Τέλος, ο συνδυασμός που δίνει τον μέσο μηνιαίο βαθμό χρησιμοποίησης $\bar{\phi}$, σαν μια συνάρτηση των δύο παραγόντων \bar{R}/R_n και \bar{X}_c που υπολογίστηκε προηγουμένως, είναι:

$$\bar{\phi} = \exp\left\{ \left[a + b \frac{R_n}{\bar{R}} \right] \left[\bar{X}_c + c \bar{X}_c^2 \right] \right\} \quad (50)$$

Όπου

$$a = 2.943 - 9.271 \bar{K}_T + 4.031 \bar{K}_T^2 \quad (51 \alpha)$$

$$b = -4.345 + 8.853 \bar{K}_T - 3.602 \bar{K}_T^2 \quad (51 \beta)$$

$$c = -0.170 - 0.306 \bar{K}_T + 2.936 \bar{K}_T^2 \quad (51 \gamma)$$

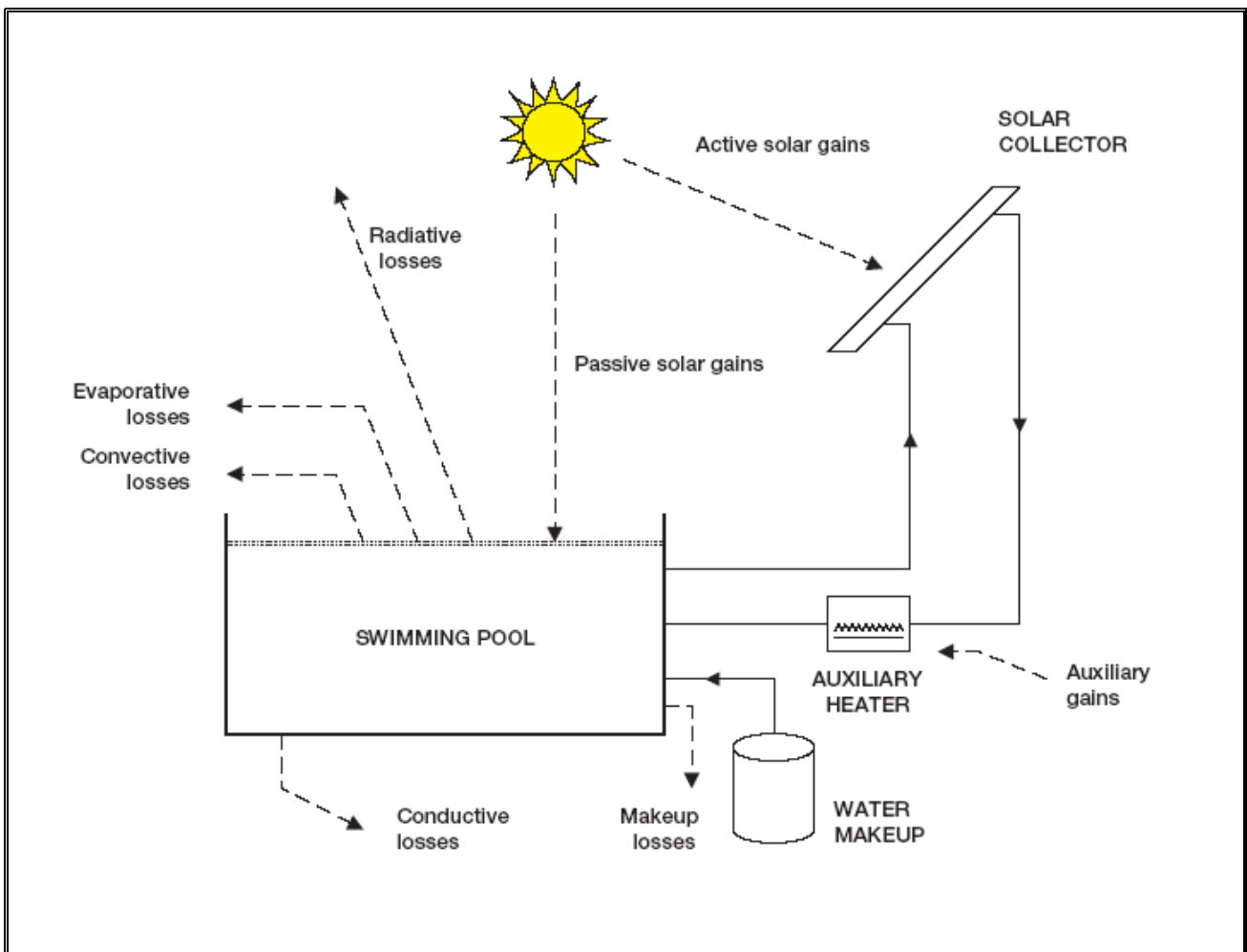
3.6 Πρότυπο πισίνας .

Οι ενεργειακές ανάγκες της πισίνας καθορίζονται με την προϋπόθεση ότι η πισίνα διατηρείται στην επιθυμητή θερμοκρασία . Επομένως, το πρόγραμμα δεν περιλαμβάνει υπολογισμούς για αποθήκευση θερμότητας από τη πισίνα , ούτε εξετάζει τις πιθανές μεταβολές στην θερμοκρασία της πάνω από την επιθυμητή θερμοκρασία της πισίνας.

Οι ενεργειακές ανάγκες της πισίνας υπολογίζονται με τη σύγκριση των ενεργειακών απωλειών της πισίνας και των κερδών (εικόνα 5). Οι απώλειες οφείλονται i) στην εξάτμιση, ii) τη μεταφορά, iii) τη διεξαγωγή, iv) την ακτινοβολία, και v) την προσθήκη του νερού. Τα κέρδη περιλαμβάνουν i) τα ενεργητικά ηλιακά κέρδη, ii) τα παθητικά ηλιακά κέρδη και iii) τα κέρδη από τη βοηθητική θέρμανση. Στα παρακάτω τα κέρδη και οι απώλειες εκφράζονται ως ποσοστά ή ισχύ, δηλαδή ενέργεια στη μονάδα του χρόνου. Η μετατροπή από την ισχύ \dot{Q} στην αντίστοιχη μηνιαία ενέργεια Q γίνεται με έναν απλό τύπο:

$$Q = 86400N_{days} \dot{Q} \quad (52)$$

Όπου Το N_{days} είναι ο αριθμός ημερών του μήνα και $86.400(24*3600)$ είναι ο αριθμός δευτερολέπτων σε μια ημέρα



Σχήμα 5: Ενεργειακά κέρδη και απώλειες σε μια πισινά

3.6.1 Κλιματολογικοί όροι πισίνας .

Οι κλιματολογικοί όροι που χρησιμοποιούνται για μια πισίνα εξαρτώνται από το εάν η πισίνα είναι εσωτερική η εξωτερική.

Στην περίπτωση μιας εσωτερικής πισίνας,

- Θερμοκρασία ξηρού βολβού : το μέγιστο 27°C (ASHRAE, 1995, σελ. 4.6)
- σχετική υγρασία περιβάλλοντος : 60%(ASHRAE,1995,σελ.4.6)
- ταχύτητα αέρα: 0,1 m/s και
- θερμοκρασία ουρανού: υπολογισμένη από την θερμοκρασία περιβάλλοντος της πισίνας .

Στην περίπτωση μιας εξωτερικής πισίνας, οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες είναι εκείνες που εισάγονται από το χρήστη (ή που αντιγράφονται από τη σε απευθείας σύνδεση με την μετεωρολογική βάση δεδομένων του RETScreen), με εξαίρεση την ταχύτητα του αέρα και τη σχετική υγρασία που λαμβάνουν με ιδιαίτερη προσοχή, όπως εξηγείται παρακάτω

Ταχύτητα αέρα.

Οι προσομοιώσεις δείχνουν ότι εάν μια πισίνα η οποία έχει κάποια κάλυψη χρησιμοποιείται για μέρος της ημέρας και η μηνιαία μέση ταχύτητα αέρα χρησιμοποιείται για την προσομοίωση, οι απώλειες λόγω εξάτμισης υποεκτιμούνται. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με το γεγονός ότι η ταχύτητα αέρα είναι συνήθως πολύ υψηλότερη κατά τη διάρκεια της ημέρας (σε περίπτωση κλειστής πισίνας) από τη νύχτα. Παρατηρήσεις που έγιναν για το Τορόντο, Μόντρεαλ, το Φοίνιζ και το Μαϊάμι, κατά προσέγγιση δείχνουν ότι η μέγιστη ταχύτητα αέρα το απόγευμα είναι δύο φορές την ελάχιστη ταχύτητα αέρα τη νύχτα. Συνεπώς η διακύμανση της ταχύτητας του αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας διαμορφώνεται στο πρότυπο προγράμματος RETScreen SWH από μια ημιτονοειδή λειτουργία:

$$V_h = \bar{V} + \frac{\bar{V}}{3} \cos\left(\frac{2\pi(h-h_0)}{24}\right) \quad (53)$$

Όπου Το V_h είναι η ταχύτητα αέρα την ώρα h , το \bar{V} είναι ο μέσος όρος διακύμανσης της ταχύτητας αέρα, και h_0 αντιπροσωπεύει μια χρονική μετατόπιση. Το μοντέλο υποθέτει ότι η μέγιστη ταχύτητα αέρα εμφανίζεται όταν δεν είναι καλυμμένη η πισίνα. Ο υπολογισμός μέσου όρου κατά τη

διάρκεια ολόκληρης της περιόδου **χωρίς την κάλυψη** οδηγεί στην ακόλουθη μέση τιμή:

$$\bar{V}_{off} = \bar{V} + \bar{V} \frac{8}{\pi(24 - N_{blanket})} \sin\left(\pi \frac{24 - N_{blanket}}{24}\right) \quad (54)$$

Όπου $N_{blanket}$ είναι ο αριθμός ωρών ανά ημέρα που η πισίνα είναι καλυμμένη . Ομοίως, η μέση ταχύτητα αέρα όταν η πισίνα είναι και **καλυμμένη** είναι:

$$\bar{V}_{on} = \bar{V} - \bar{V} \frac{8}{\pi N_{blanket}} \sin\left(\pi \frac{N_{blanket}}{24}\right) \quad (55)$$

Τέλος, η ταχύτητα αέρα πολλαπλασιάζεται με το εισαγόμενο από το χρήστη παράγοντα που αντιπροσωπεύει την μείωση της ταχύτητας λόγω των φυσικών εμπόδιων γύρω από τη πισίνα .

Σχετική υγρασία.

Η εξάτμιση από την επιφάνεια της πισίνας εξαρτάται από το περιεχόμενο υγρασίας του αέρα. Στο RETScreen, ο υπολογισμός των συντελεστών εξάτμισης γίνεται χρησιμοποιώντας την αναλογία της υγρασίας προς τον αέρα, παρά τη σχετική υγρασία του. Αυτό γίνεται επειδή η αναλογία υγρασίας (που εκφράζεται σε kg του ύδατος ανά kg του ξηρού αέρα) είναι συνήθως πιο σταθερή κατά τη διάρκεια της ημέρας από τη σχετική υγρασία, η οποία **ποικίλλει** όχι μόνο ανάλογα με το περιεχόμενο των υδρατμών αλλά και σε σχέση με την θερμοκρασία περιβάλλοντος . Οι υπολογισμοί της αναλογίας υδρατμών γίνεται σύμφωνα με τους τύπους από τις βασικές αρχές ASHRAE (ASHRAE, 1997).

3.6.2 Παθητικά ηλιακά κέρδη.

Τα παθητικά ηλιακά κέρδη διαφέρουν ανάλογα με τη πισίνα αν έχει κάλυμμα η όχι .

Παθητικά ηλιακά κέρδη χωρίς κάλυψη.

Στην περίπτωση που η πισίνα δεν έχει κάλυμμα, τα παθητικά ηλιακά κέρδη μπορούν να εκφραστούν ως εξής :

$$Q_{pas, noblanket} = A_P \left((1 - r_b)(1 - s)\overline{H_b} + (1 - r_d)\overline{H_d} \right) \quad (56)$$

Όπου το A_P είναι το εμβαδόν της πισίνας, r_b είναι ο μέσος όρος ανακλαστικότητας του νερού για την ακτινοβολία δέσμης και r_d είναι ο μέσος όρος ανακλαστικότητας του νερού για τη διάχυτη ακτινοβολία. Όπως πριν, $\overline{H_b}$ και $\overline{H_d}$ είναι οι μηνιαίες μέσες τιμές της ακτινοβολίας δέσμης και της διάχυτης ακτινοβολίας (βλ. τις εξισώσεις 6 έως 8). Ο καθορισμένος από τον χρήστη συντελεστής σκίασης s ισχύει μόνο για το τμήμα της ακτινοβολίας δέσμης..

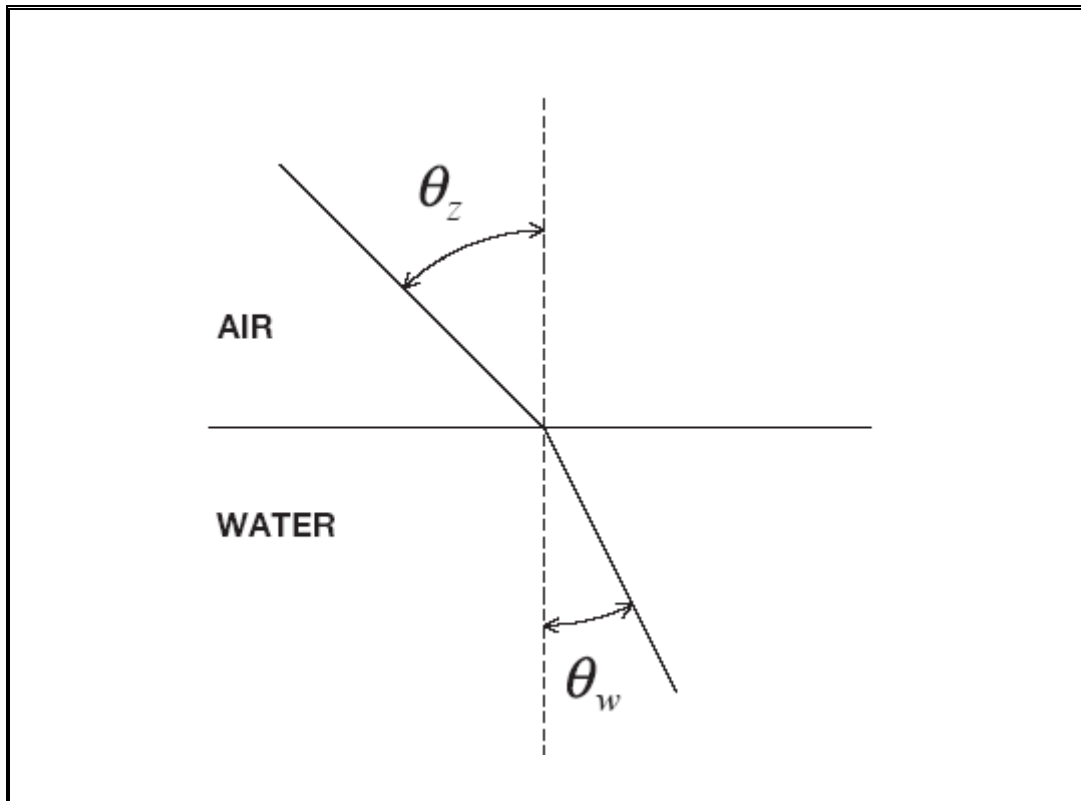
Μια σύντομη μαθηματική ανάπτυξη θα εξηγήσει πώς υπολογίζεται το r_b και r_d . Μια ακτίνα του φωτός που εισέρχεται στο νερό με γωνία πρόσπτωσης θ_z θα έχει γωνία διάθλασης στο νερό που καθορίζεται από το νόμο Snell (Duffie και Beckman, 1991, eq. 5.1.4 δείτε το σχήμα 6):

$$n_{air} \sin(\theta_z) = n_{water} \sin(\theta_w) \quad (57)$$

Όπου n_{air} και n_{water} είναι οι δείκτες της διάθλασης του αέρα και του νερού :

$$n_{air} = 1 \quad (58)$$

$$n_{water} = 1.332 \quad (59)$$



Σχήμα 6: Νόμος Snell.

Το r_b μπορεί να υπολογιστεί με τη βοήθεια των νόμων Fresnel για παράλληλες και κάθετες συνιστώσες της ακτινοβολίας που αντανακλάται (Duffie και Beckman, 1991.πχ 5.1.1 έως 5.1.3):

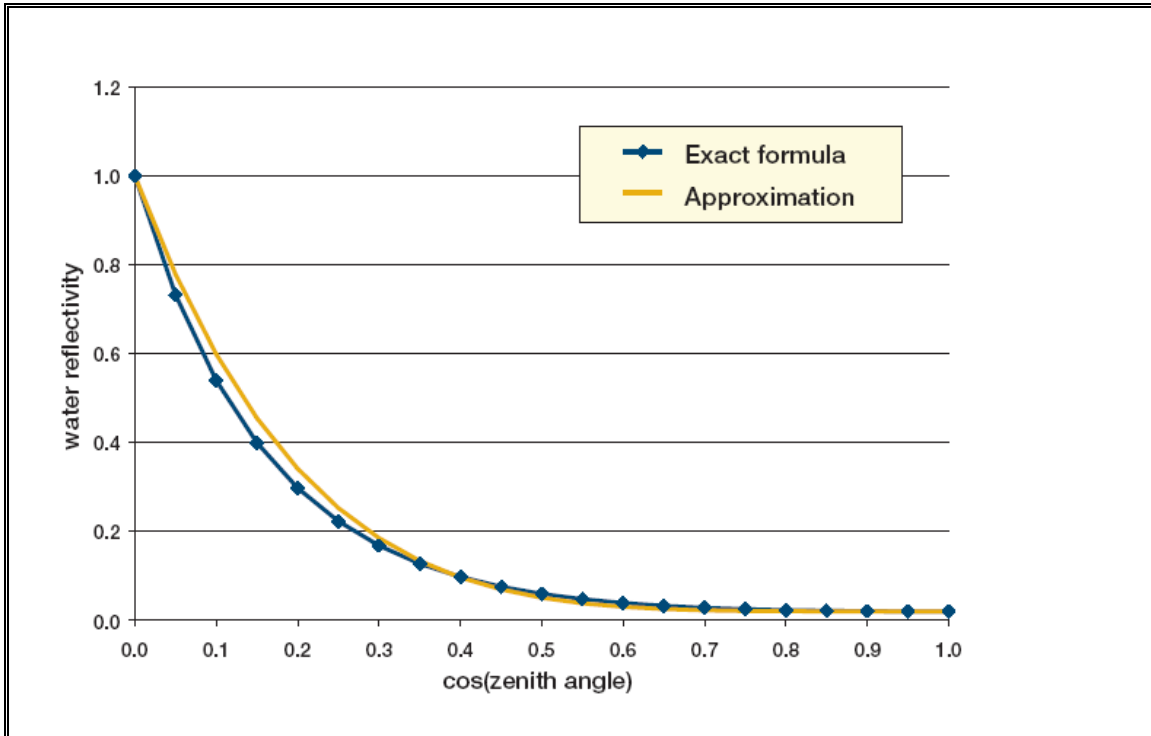
$$r_{\perp} = \frac{\sin^2(\theta_w - \theta_z)}{\sin^2(\theta_w + \theta_z)} \quad (60)$$

$$r_{\parallel} = \frac{\tan^2(\theta_w - \theta_z)}{\tan^2(\theta_w + \theta_z)} \quad (61)$$

$$r_b = \frac{1}{2}(r_{\perp} + r_{\parallel}) \quad (62)$$

Μόλις γίνουν όλοι οι υπολογισμοί, είναι προφανές ότι r_b είναι μια συνάρτηση του θ_z μόνο. Το σχήμα 7 δείχνει ότι r_b μπορεί να προσεγγιστεί από:

$$r_b = 0.0203 + 0.9797(1 - \cos \theta_z)^5 \quad (63)$$



Σχήμα 7:αντανάκλαση του νερού σε σχέση με το συνημίτονο της γωνίας .

Εξαιτίας του ότι ο ήλιος είναι χαμηλότερος στον ορίζοντα το χειμώνα, μια χωριστή τιμή του r_b υπολογίζεται για κάθε μήνα. Η εξίσωση παραπάνω χρησιμοποιείται με θ_z και υπολογίζεται 2,5 ώρες από το ηλιακό μεσημέρι (η τιμή 2,5h προέρχεται από Duffie και Beckman, το 1991, σελ. 244).

Η ανακλαστικότητα για την διάδοση της ακτινοβολίας είναι ανεξάρτητη από τη θέση του ήλιου και είναι βασικά ίση με την ανακλαστικότητα που υπολογίζεται με μια γωνία πρόσπτωσης 60° (Duffie και Beckman, το 1991, σελ. 227). Χρησιμοποιώντας την ακριβή εξίσωση, βρίσκεται η αξία των $r_d = 0,060$.

Παθητικά ηλιακά κέρδη με κάλυψη.

Στην περίπτωση μιας πισίνας με κάλυμμα, τα παθητικά ηλιακά κέρδη εκφράζονται όπως:

$$Q_{pas,blanket} = A_p a_c \bar{H} \quad (64)$$

Όπου a_c είναι η απορροφητικότητα του καλύμματος ίση με 0,4 και το \bar{H} είναι, όπως πριν, η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία.

Σύνολο των παθητικών ηλιακών κερδών.

Τα παθητικά ηλιακά κέρδη είναι ένας συνδυασμός κερδών με το κάλυμμα και χωρίς αυτό. Το πρότυπο υποθέτει ότι το κάλυμμα είναι κυρίως τη νύχτα. Εάν το κάλυμμα είναι τις ώρες $N_{blanket}$ ανά ημέρα, και για τη μέση ημέρα του μήνα το μήκος ημέρας είναι $N_{daytime}$, τότε ο αριθμός ωρών του καλύμματος $N_{no\ blanket}$ κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι:

$$N_{no\ blanket} = \min(24 - N_{blanket}, N_{daytime}) \quad (65)$$

και το παθητικό ηλιακό κέρδος υποτίθεται ότι απλά είναι ίσο με το άθροισμα των παθητικών ηλιακών κερδών με και χωρίς κάλυψη, που εκτιμούνται από τον αριθμό των ωρών χωρίς κάλυμμα κατά τη διάρκεια της ημέρας:

$$Q_{pas} = \frac{N_{blanket}}{N_{daytime}} Q_{pasno\ blanket} + \left(1 - \frac{N_{blanket}}{N_{daytime}}\right) Q_{pasblanket} \quad (66)$$

Εκφρασμένα ανά μονάδα χρόνου, τα παθητικά ηλιακά κέρδη υπολογίζεται με την εξίσωση (52):

$$\dot{Q}_{pas} = \frac{Q_{pas}}{86400 N_{days}} \quad (67)$$

3.6.3.Απώλειες λόγω εξάτμισης .

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι στη βιβλιογραφία για να υπολογιστούν οι απώλειες λόγω εξάτμισης , συμπεριλαμβανομένων αυτών της ASHRAE (ASHRAE, 1995) που αναθεωρείται από τον Smith και άλλους (1994) και εκείνοι που αναφέρονται από τον Hahne και Kóbler (1994). Το πρόγραμμα RETScreen SWH υιοθετεί την εξίσωση του ISO TC 180 (Hahne και Kóbler, 1994):

$$\dot{Q}_{eva} = A_p h_e (P_{v,sat} - P_{v,amb}) \quad (68)$$

Όπου το Q_{eva} είναι οι απώλειες ως αποτέλεσμα της εξάτμισης του νερού από τη πισίνα, h_e είναι ένας συντελεστής μαζικής μεταφοράς, και $P_{v, sat}$, και το $P_{v, amb}$, είναι η μερική πίεση των ατμών του νερού σε συνθήκες κορεσμού και στις συνθήκες περιβάλλοντος αντίστοιχα. Ο συντελεστής μαζικής μεταφοράς αυτός h_e ((W/m²)/Pa) εκφράζεται:

$$h_e = 0.05058 + 0.0699V \quad (69)$$

Όπου το V είναι η ταχύτητα αέρα στην επιφάνεια της πισίνας , σε m/s. Η μερική πίεση του κορεσμένου ατμού, $P_{v, sat}$, υπολογίζεται σύμφωνα με τους τύπους της ASHRAE (1997). Η μερική πίεση των υδρατμών στις συνθήκες περιβάλλοντος, $P_{v, amb}$, υπολογίζεται σε σχέση με την αναλογία υγρασίας, επίσης με τους τύπους από ASHRAE (1997).

Το ποσοστό εξάτμισης του νερού από τη πισίνα m_{eva} , σε kg/s, συσχετίζεται με το Q_{eva} σύμφωνα με τον :

$$\dot{m}_{eva} = \frac{\dot{Q}_{eva}}{\lambda} \quad (70)$$

οπού λ είναι η λανθάνουσα θερμότητα (θερμότητα εξάτμισης) του νερού (2.454 kJ/kg).

Όταν το κάλυμμα της πισίνας είναι τοποθετημένο, υποτίθεται ότι είναι καλυμμένη κατά 90% η πισίνα και επομένως η εξάτμιση μειώνεται κατά 90%.

Όταν το κάλυμμα της πισίνας έχει βγει, οι απώλειες πολλαπλασιάζονται με δύο (Hahne και Kóbler, 1994).

3.6.4.Απώλειες λόγω μεταφοράς .

Οι απώλειες αυτές υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την εξίσωση που αναφέρεται από τις Hahne και Kóbler (1994)

$$\dot{Q}_{con} = A_p h_{con} (T_p - T_a) \quad (71)$$

Όπου το \dot{Q}_{con} είναι το ποσοστό των απωλειών θερμότητας λόγω των εκ μεταφοράς φαινόμενων (σε W), T_p είναι η θερμοκρασία πισίνας, το T_a είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος, και ο συντελεστής μεταφοράς εκ μεταφοράς θερμότητας h_{con} δίνεται από την σχέση :

$$h_{con} = 3.1 + 4.1V \quad (72)$$

με V την ταχύτητα του αέρα που δίνεται σε m/s

3.6.5.Απώλειες της ακτινοβολίας.

Οι απώλειες της ακτινοβολίας στο περιβάλλον λόγω έλλειψης καλύμματος από τις πισίνες $Q_{rad\ no\ blanket}$ (σε W) εκφράζονται όπως:

$$\dot{Q}_{rad, no\ blanket} = A_p \varepsilon_w \sigma (T_p^4 - T_{sky}^4) \quad (73)$$

Όπου ε_w είναι ο συντελεστής εκπομπής του νερού στις υπέρυθρες ακτίνες (0,96) σ είναι η σταθερά Stefan- Boltzmann (5.669×10^{-8} (W/m²)/K⁴), T_p είναι η θερμοκρασία πισίνας και T_{sky} είναι η θερμοκρασία ουρανού. Παρουσία ενός καλύμματος, που υποθέτει ότι το 90% της πισίνας καλύπτεται, οι απώλειες της ακτινοβολίας γίνονται:

$$\dot{Q}_{rad, lanket} = A_p (0.1\varepsilon_w + 0.9\varepsilon_c) \sigma (T_p^4 - T_{sky}^4) \quad (74)$$

Όπου ϵ_c είναι η ικανότητα ακτινοβολίας του καλύμματος της πισίνας. Ανάλογα με το υλικό κάλυψης η ικανότητα ακτινοβολίας μπορεί να κυμανθεί από 0,3 έως 0,9 (NRCan, 1998). Χρησιμοποιείται μια μέση τιμή 0,4. Συνδυάζοντας τις δύο προηγούμενες εξισώσεις με το χρονικό διάστημα και με την κάλυψη να είναι ανοικτή και με τις τιμές ϵ_w και ϵ_c που αναφέρονται επάνω έχουμε :

$$\dot{Q}_{rad} = A_p \left[0.96 N_{blanket} + 0.456(24 - N_{blanket}) \right] \sigma (T_p^4 - T_{sky}^4) \quad (75)$$

3.6.6.Απώλειες νερού

Το επιπλέον νερό προστίθεται στη πισίνα για να αντισταθμίσει τις απώλειες λόγω εξάτμισης, το νερό που χάνεται λόγω της δραστηριότητας των κολυμβητών, και το εφεδρικό νερό όταν αλλάζει. Εάν το f_{makeup} αποτελεί την αναλογία νερού που εισάγεται από το χρήστη (που δεν περιλαμβάνει την ποσότητα για τις απώλειες λόγω εξάτμισης), και εκφράζεται ως μέρος του όγκου της πισίνας που ανανεώνεται κάθε εβδομάδα, το ποσοστό νερού (σε kg/s) μπορεί να εκφραστεί :

$$\dot{m}_{makeup} = \dot{m}_{eva} + f_{makeup} \frac{\rho V_p}{7 \times 86400} \quad (76)$$

Οπού ρ είναι η πυκνότητα νερού (1.000 kg/m^3) και V_p είναι ο όγκος της πισίνας. Ο όγκος της πισίνας υπολογίζεται από τις διαστάσεις της πισίνας υποθέτοντας ένα μέσο βάθος 1,5 m:

$$V_p = 1.5 A_p \quad (77)$$

Το αναγκαίο ποσοστό σε ενέργεια που αντιστοιχεί στο νερό : \dot{Q}_{makeup} , είναι:

$$\dot{Q}_{makeup} = \dot{m}_{makeup} C_p (T_p - T_c) \quad (78)$$

όπου το T_c είναι η θερμοκρασία κρύου νερού (κεντρικών αγωγών) και το C_p είναι η θερμοχωρητικότητα του νερού ($4.200 \text{ (J/kg)}^\circ\text{C}$).

3.6.7.Απώλειες λόγω αγωγιμότητας .

Οι απώλειες λόγω αγωγιμότητας είναι συνήθως μόνο ένα μικρό μέρος των άλλων απωλειών. Το πρόγραμμα RETScreen υποθέτει ότι απώλειες λόγω αγωγιμότητας \dot{Q}_{cond} αντιπροσωπεύουν το 5% των άλλων απωλειών:

$$\dot{Q}_{cond} = 0.05(\dot{Q}_{eva} + \dot{Q}_{conv} + \dot{Q}_{rad} + \dot{Q}_{makeup}) \quad (79)$$

3.6.8.Ηλιακά κέρδη

Τα μέγιστα πιθανά ηλιακά κέρδη Q_{act} καθορίζονται με τη μέθοδο της χρησιμοποίησης (καμπύλων Φ) υποθέτοντας τη θερμοκρασία της πισίνας ότι είναι σταθερή και ίση με την επιθυμητή τιμή της.

3.6.9.Ενεργειακή ισορροπία.

Το ανά μονάδα χρόνου ποσό ενέργειας (θερμική ισχύς) Q_{req} που απαιτείται για να διατηρήσει τη πισίνα στην επιθυμητή θερμοκρασία εκφράζεται ως το ποσό όλων των απωλειών μείον τα παθητικά ηλιακά κέρδη:

$$\dot{Q}_{req} = \max(\dot{Q}_{eva} + \dot{Q}_{conv} + \dot{Q}_{rad} + \dot{Q}_{makeup} + \dot{Q}_{cond} - \dot{Q}_{pass}, 0) \quad (80)$$

Αυτή η ενέργεια πρέπει να προέλθει είτε από την εφεδρική πηγή θερμότητας, είτε από τους ηλιακούς συλλέκτες. Το ποσοστό ενέργειας που προσδίδεται πραγματικά από το ανανεώσιμο ενεργειακό σύστημα \dot{Q}_{dvd} , είναι το ελάχιστο ανάμεσα στην ενέργεια που απαιτείται και στη ενέργεια που αποδίδεται από τους συλλέκτες:

$$\dot{Q}_{dvd} = \min(\dot{Q}_{req}, \dot{Q}_{act}) \quad (81)$$

Εάν η ηλιακή ενέργεια που συλλέχτηκε είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια που απαιτείται από τη πισίνα, τότε η θερμοκρασία της πισίνας θα είναι

μεγαλύτερη από την επιθυμητή θερμοκρασία . Αυτό θα μπορούσε να μεταφραστεί σε μια χαμηλότερη ενεργειακή ανάγκη για τον επόμενο μήνα, εντούτοις αυτό δεν λαμβάνεται υπόψη από το πρότυπο. Η βοηθητική ισχύς

\dot{Q}_{aux} που απαιτείται για να διατηρήσει τη πισίνα στην επιθυμητή θερμοκρασία είναι απλά η διαφορά της ισχύς που απαιτείται και της ισχύς που προσδίδεται από το ανανεώσιμο ενεργειακό σύστημα:

$$\dot{Q}_{aux} = \dot{Q}_{req} - \dot{Q}_{dvd} \quad (82)$$

3.7. Άλλοι υπολογισμοί.

3.7.1. Προτεινόμενη περιοχή ηλιακών συλλεκτών .

Η προτεινόμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών εξαρτάται από το φορτίο, τον τύπο του συστήματος, και τον συλλέκτη.

- Για παροχή ζεστού νερού με αποθήκευση, το τελικά διαστασιολογημένο φορτίο για κάθε μήνα είναι το μηνιαίο φορτίο συμπεριλαμβανομένων των απωλειών της δεξαμενής αποθήκευσης και των σωληνώσεων.
- Για παροχή ζεστού νερού χωρίς αποθήκευση, η εκτίμηση του φορτίου για κάθε μήνα ισούται με το 14% του μηνιαίου φορτίου, επί το $(1+f_{los})$ για να εκφράσει τις απώλειες σωληνώσεων. Η τιμή 14% επιλέγεται έτσι ώστε η ενέργεια που αποδίδεται να μην υπερβαίνει το συνιστώμενο 15% του φορτίου.
- Για τις πισίνες, το εκτιμώμενο φορτίο είναι ίσο με την ενέργεια που απαιτείται, επί $(1+f_{los})$ για να εκφράσει τις απώλειες σωληνώσεων.

Η προτεινόμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών είναι βασισμένη στη μέθοδο της χρησιμοποίησης (μέθοδος Φ). Για κάθε μήνα η χρησιμοποιούμενη ενέργεια πρέπει να είναι ίση με το εκτιμώμενο φορτίο. Γίνεται χρήση της εξίσωσης (42):

$$Q_{load} = A_c F_R (\tau\alpha) \bar{H}_T \bar{\phi} \quad (83)$$

Η οποία στην συνέχεια επιλύεται ως προς την A_c . Αυτό μας δίνει 12 μηνιαίες τιμές της προτεινόμενης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών. Κατόπιν:

Για το ζεστό νερό, το πρόγραμμα παίρνει την μικρότερη μηνιαία τιμή. Για ένα σύστημα χωρίς αποθήκευση αυτό εξασφαλίζει ότι ακόμη και για τον πιο ηλιόλουστο μήνα η προδιδόμενη (ανανεώσιμη) ηλιακή ενέργεια δεν θα υπερβαίνει 15% του φορτίου.

- Για ένα σύστημα με αποθήκευση, το 100% του φορτίου θα προσδιδόταν τον πιο ηλιόλουστο μήνα, εάν το σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει όλη την διαθέσιμη ενέργεια. Εντούτοις επειδή τα συστήματα με την αποθήκευση είναι λιγότερο αποδοτικά (δεδομένου ότι λειτουργούν σε μια υψηλότερη θερμοκρασία), η μέθοδος θα οδηγεί συνήθως σε μικρότερα ηλιακά ποσοστά, τυπικά περίπου στο 70% για τον πιο ηλιόλουστο μήνα.
- Για τις πισίνες, η παραπάνω μέθοδος δεν λειτουργεί, δεδομένου ότι το φορτίο μπορεί να είναι μηδέν κατά τη διάρκεια των πιο ηλιόλουστων μηνών. Επομένως το πρόγραμμα παίρνει το μέσο όρο των υπολογισμένων μηνιαίων προτεινόμενων επιφανειών των ηλιακών συλλεκτών κατά τη διάρκεια της εποχής της χρήσης.

Ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών υπολογίζεται από την προτεινόμενη επιφάνεια των συλλεκτών που διαιρείται με την επιφάνεια του μεμονωμένου συλλέκτη και στρογγυλεύεται μέχρι τον κοντινότερο ακέραιο αριθμό.

3.7.2. Η ενέργεια άντλησης

Η ενέργεια αυτή υπολογίζεται :

$$Q_{pump} = N_{coll} P_{pump} A_c \quad (84)$$

Όπου P_{pump} είναι η ισχύ της αντλίας ανά την επιφάνεια συλλεκτών και N_{coll} ο αριθμός ωρών λειτουργίας του συλλέκτη ανά έτος. Μια κατά προσέγγιση εκτίμηση του N_{coll} λαμβάνεται μέσω της ακόλουθης μεθόδου:

Εάν ο συλλέκτης λειτουργούσε χωρίς απώλειες όποτε υπάρχει ηλιοφάνεια, αυτό θα συνέλεγε $A_c F_R (\overline{\tau\alpha}) \overline{H}_T$. Στην πραγματικότητα συλλέγει $Q_{dld}(1 + f_{los})$

Όπου Q_{dld} είναι η προδιδόμενη ενέργεια στο σύστημα και f_{los} είναι το μέρος της ηλιακής ενέργειας που χάνεται στο περιβάλλον μέσω των απωλειών λόγω των σωληνώσεων και της δεξαμενής. Το N_{coll} υπολογίζεται απλά ως αναλογία αυτών των δύο ποσοτήτων, στον αριθμό των πρωινών ωρών $N_{daytime}$ του μήνα.

$$N_{coll} = \frac{Q_{dld}(1 + f_{los})}{A_c F_R (\overline{\tau\alpha}) H_T} N_{daytime} \quad (85)$$

Η σύγκριση με προσομοιώσεις δείχνει ότι ανωτέρω η μέθοδος τείνει να υπερεκτιμήσει τον αριθμό των ωρών της λειτουργίας συλλεκτών. Ένας διορθωτικός παράγοντας 0,75 εφαρμόζεται για να αντισταθμίσει την υπερεκτίμηση.

3.7.3.Ειδική απόδοση , αποδοτικότητα συστήματος και ηλιακό μέρος

Η ειδική απόδοση είναι η προδιδόμενη ενέργεια διαιρεμένη με την επιφάνεια των συλλεκτών αποδοτικότητα του συστήματος είναι η ενέργεια που προσδίδεται διαιρουμένη με τη **συναφή** ακτινοβολία. Το ηλιακό μέρος (κλάσμα) είναι η αναλογία της ενέργειας που προσδίδεται και η οποία είναι πέραν από την ενέργεια που απαιτείται.

3.8.Επικύρωση

Πολυάριθμοι εμπειρογνώμονες και επιστήμονες έχουν συμβάλει στην ανάπτυξη, τη δοκιμή και την επικύρωση του προγράμματος ηλιακής θέρμανσης νερού RETScreen. Άλλοι εμπειρογνώμονες ασχολούνται με την ηλιακή διαμόρφωση των υπολογισμών θέρμανσης του νερού , άλλοι εμπειρογνώμονες με τις δαπάνες της εφαρμοσμένης μηχανικής, άλλοι ειδικοί μοντελοποιούν το τμήμα που υπολογίζει τα αέρια του θερμοκηπίου, επαγγελματίες ασχολούνται με την οικονομική ανάλυση , και ένας επίγειος σταθμός και οι επιστήμονες του μας δίνουν τα στοιχεία για την ενημέρωση της μετεωρολογικής βάσης.

3.8.1 Εσωτερική επικύρωση θέρμανσης νερού – έναντι του ωριαίου μοντέλου και στοιχείων από παρακολούθηση.

Αυτό το τμήμα παρουσιάζει δύο παραδείγματα ολοκληρωμένων επικυρώσεων για τη θέρμανση νερού σε κατοικίες . Κατ' αρχάς, παρατίθενται οι προβλέψεις του ηλιακού προγράμματος θέρμανσης νερού RETScreen έναντι των αποτελεσμάτων από το ωριαίο πρόγραμμα προσομοίωσης WATSUN. Κατόπιν, οι πρότυπες προβλέψεις του RETScreen συγκρίνονται με τα στοιχεία που μετριοούνται επί 10 πραγματικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού .

Σύγκριση με το ωριαίο πρόγραμμα

Το WATSUN (πανεπιστήμιο του WATERLOS, 1994) είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστών που ασχολείται με την προσομοίωση των ενεργών συστημάτων ηλιακής ενέργειας. Εκτελεί μια προσομοίωση ώρα με ώρα από το σύστημα με τις καθορισμένες από το χρήστη παραμέτρους , παραδείγματος χάριν, με τα

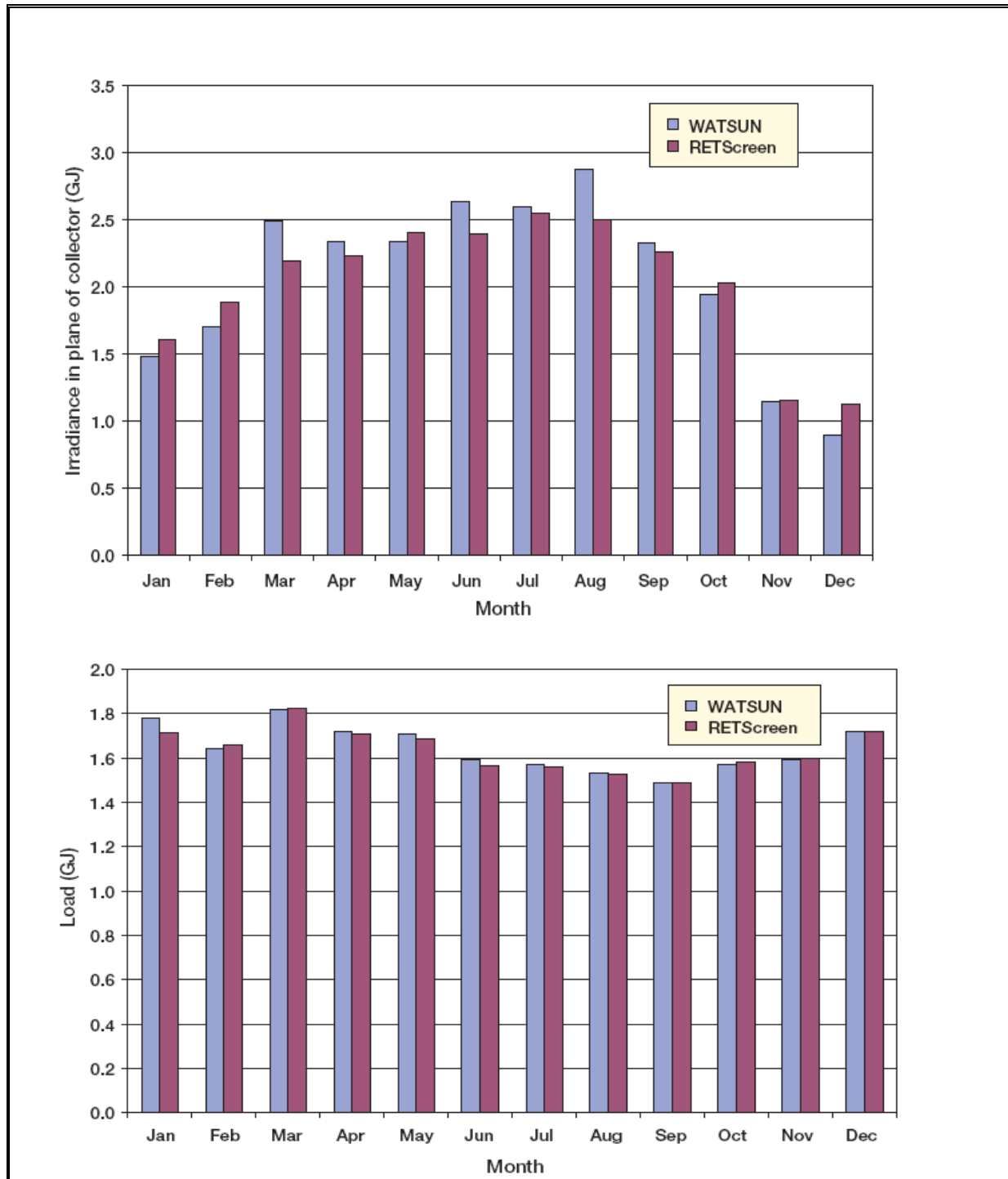
καιρικά δεδομένα ενός τυπικού μετεωρολογικού έτους. Μας παρέχει έπειτα μια μηνιαία σύνοψη της ροής ενέργειας στο σύστημα. Αν και το εργαλείο RETScreen δεν σχεδιάζεται ως μηνιαία προσομοίωση, ο χρήστης μπορεί να διευκρινίσει τους μεμονωμένους μήνες για τους οποίους θέλει να εκτελέσει την ανάλυση. Οι μηνιαίες προβλέψεις αυτών των τμημάτων του RETScreen συγκρίνονται με εκείνες του WATSUN για ένα τυπικό οικιακό σύστημα θέρμανσης νερού, οι παράμετροι του οποίου συνοψίζονται στον Πίνακα 2. Οι προβλεφθείσες ετήσιες τιμές (πίνακας 3) δείχνουν ότι η συμφωνία μεταξύ των δύο προγραμμάτων είναι άριστη. Τα διαγράμματα 8a έως και 8d συγκρίνουν τις προβλέψεις του RETScreen με τους υπολογισμούς του WATSUN σε μια μηνιαία βάση. Υπάρχει μια καλή συμφωνία για την ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο του συλλέκτη (αριθμός 8a), του φορτίου (αριθμός 8b), και της ενέργειας που προσδίδεται (αριθμός 8c). Για το χρόνο λειτουργίας των αντλιών (αριθμός 8d) η συμφωνία είναι επίσης αποδεκτή, αν και το πρότυπο που χρησιμοποιείτε από το RETScreen κάνει μόνο μια γρήγορη εκτίμηση αυτής της μεταβλητής.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Συλλέκτης	Τζάμι, 5 m ²
Κλίση	60 μοίρες νότια
Αποθηκευση	πληρως. 0.4 m ³
Εναλλακτικής θερμότητας	70% απόδοση
Τοποθεσία	Toronto, Canada

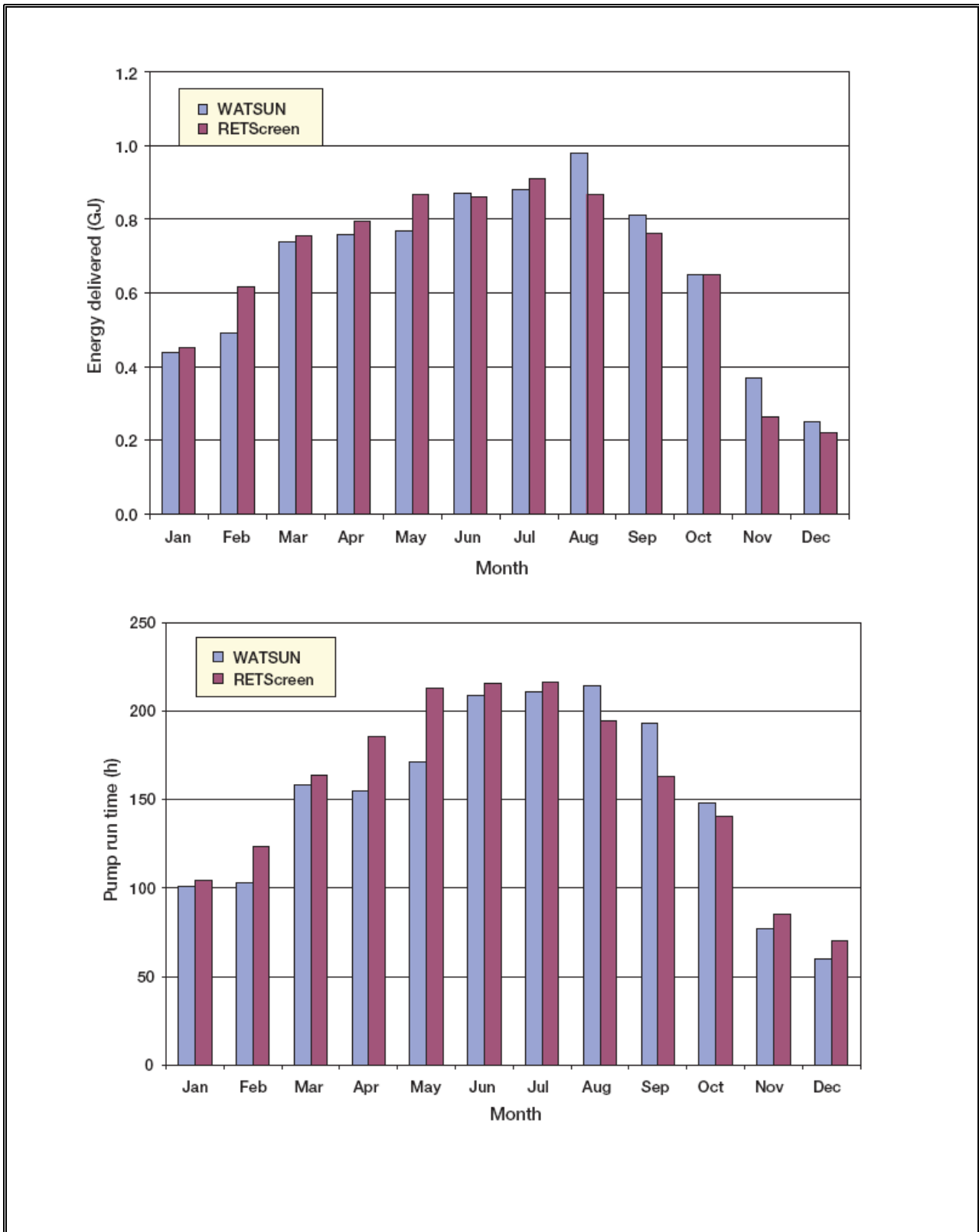
Πίνακας 2: Παράμετροι οικιακού συστήματος θέρμανσης νερού

Προβλεπόμενη ετήσια αξία	RETScreen	WATSUN	διαφορα
Ακτινοβολία (GJ)	24.34	24.79	-1.8%
Φορτίο (GJ)	19.64	19.73	-0.5%
Ενέργεια που αποδίδεται (GJ)	8.02	8.01	0.1%
Χρόνος λειτουργίας της αντλίας (h)	1,874	1,800	4.1%

Πίνακας 3: Σύγκριση των ετήσιων τιμών σε οικιακό σύστημα θέρμανσης νερού



Διάγραμμα 8α και 8β: Σύγκριση των μηνιαίων τιμών σε οικιακό σύστημα θέρμανσης νερού



διάγραμμα 8c και 8d: Σύγκριση των μηνιαίων τιμών σε οικιακό σύστημα θέρμανσης νερού.

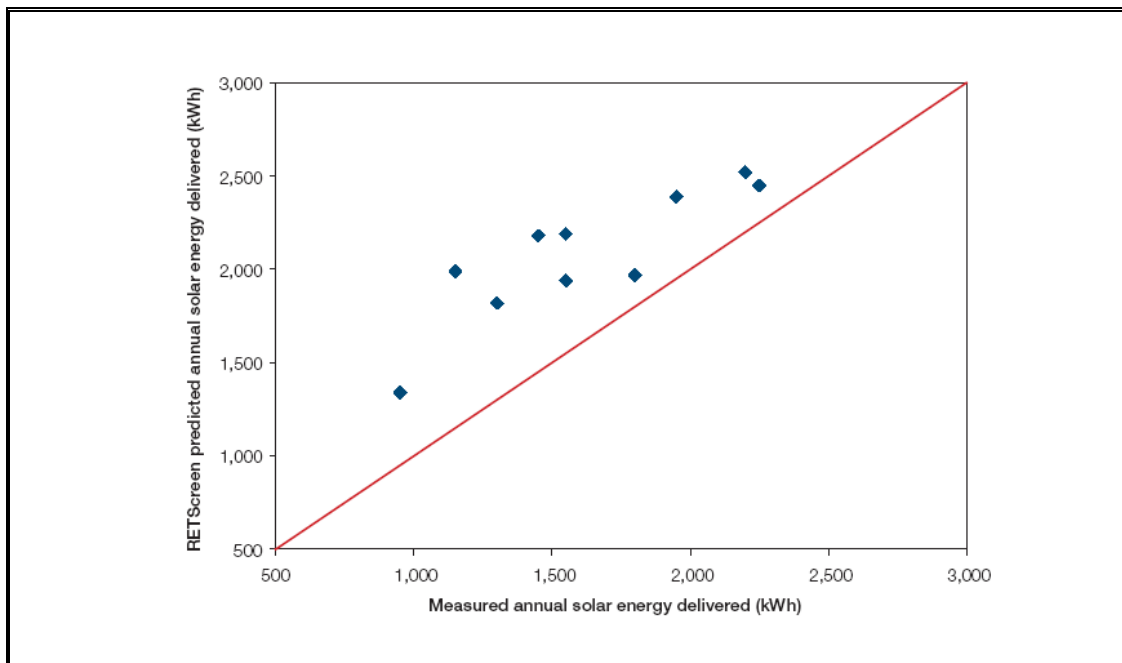
Σύγκριση με τα στοιχεία παρακολούθησης θέρμανσης νερού.

Για να επικυρώσουμε περαιτέρω το ηλιακό μοντέλο RETScreen σε οικιακές εφαρμογές θέρμανσης νερού, οι πρότυπες προβλέψεις του συγκρίθηκαν με στοιχεία που συγκεντρώνονται μετά από παρακολούθηση και καταγραφή για 10 συστήματα στο πλαίσιο του προγράμματος S2000 σε Guelph, Οντάριο, Καναδάς (Enermodal, 1999).

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών των συστημάτων είναι: 5,9 m² ηλιακού συλλέκτη, μια δεξαμενή 270lit,εναλλακτικής θερμότητας (που υποτίθεται ότι είχε 60% απόδοση στο μοντέλο RETScreen), και διάφορα φορτία από 90 l/ημέρα έως 380 l/ημέρα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο σχήμα 9.

Είναι προφανές από το διάγραμμα ότι το RETScreen είναι κάπως αισιόδοξο στις ενεργειακές προβλέψεις του, ιδιαίτερα για τα συστήματα με τα χαμηλά φορτία (αυτά τα συστήματα καταλήγουν συνήθως στο αριστερό μέρος του σχήματος). Η συμφωνία είναι κάπως καλύτερη για τα συστήματα με ένα υψηλό φορτίο(δεξί μέρος της εικόνας).

Για τα 10 συστήματα υπό εξέταση, ο μέσος όρος υπερεκτίμησης είναι 29% ο οποίος είναι εντός των ορίων που απαιτούνται για την μελέτη σκοπιμότητας που είναι απαραίτητη για την ανάλυση. Σύμφωνα με τις μελέτες η υπερεκτίμηση πέφτει στο 15% εάν εξετάζονται μόνο τα τρία συστήματα με τα υψηλότερα φορτία.



Σχήμα 9: Σύγκριση των προβλέψεων RETScreen με στοιχεία από παρακολούθηση για Guelph, Οντάριο, Καναδά.

3.8.2 Επικύρωση θέρμανσης πισίνων – έναντι του ωριαίου μοντέλου και των στοιχείων από παρακολούθηση.

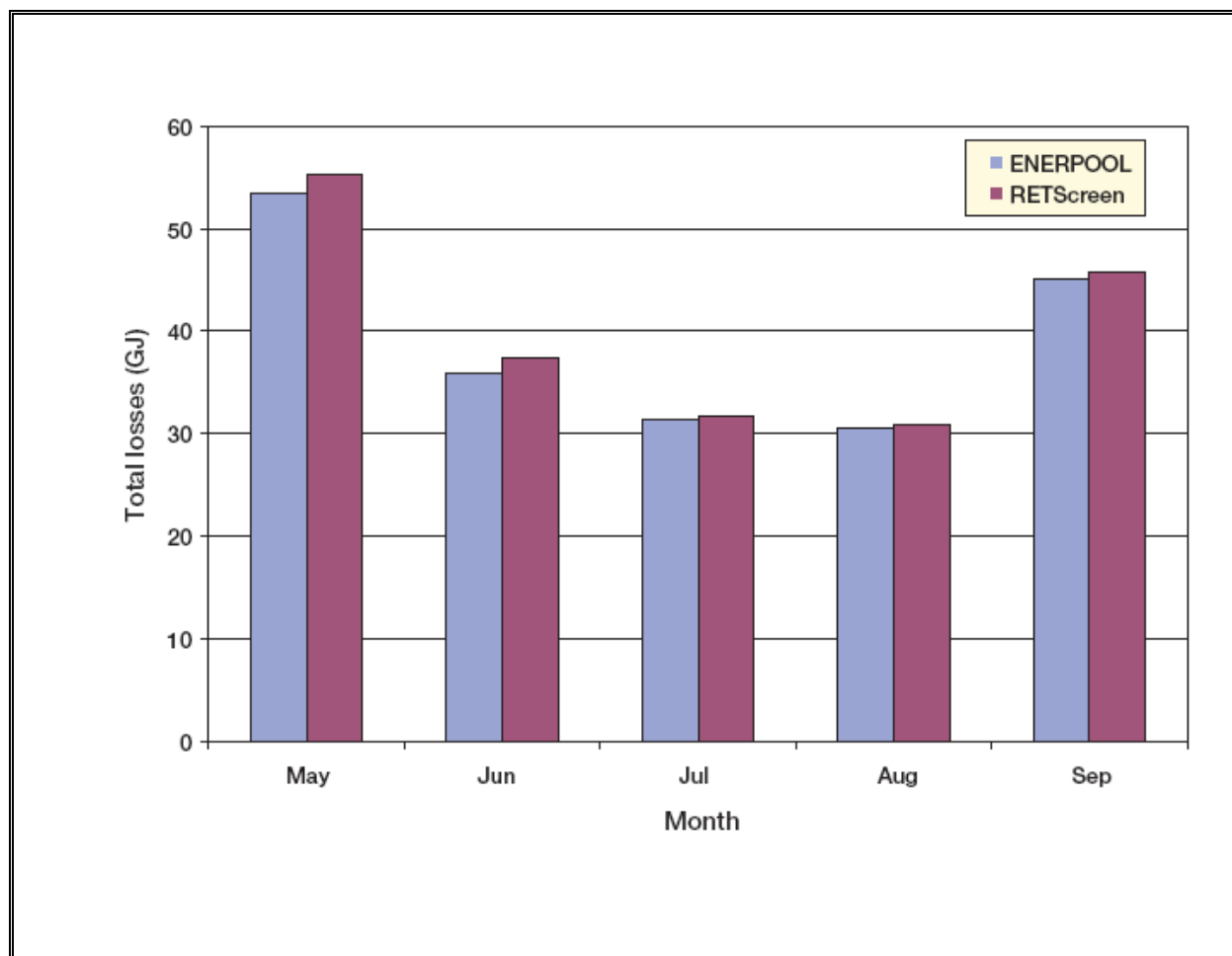
Αυτό το τμήμα παρουσιάζει δύο παραδείγματα των επικυρώσεων που ολοκληρώνονται για εφαρμογές στη θέρμανση πισίνων . Κατ' αρχάς, προβλέψεις του ηλιακού προγράμματος RETScreen συγκρίνονται με τα αποτελέσματα από το ωριαίο πρόγραμμα προσομοίωσης ENERPOOL. Κατόπιν, συγκρίνονται οι προβλέψεις του RETScreen με τα στοιχεία που μετριοούνται επί ενός πραγματικού ηλιακού συστήματος θέρμανσης πισίνας .

Σύγκριση με το ωριαίο πρότυπο

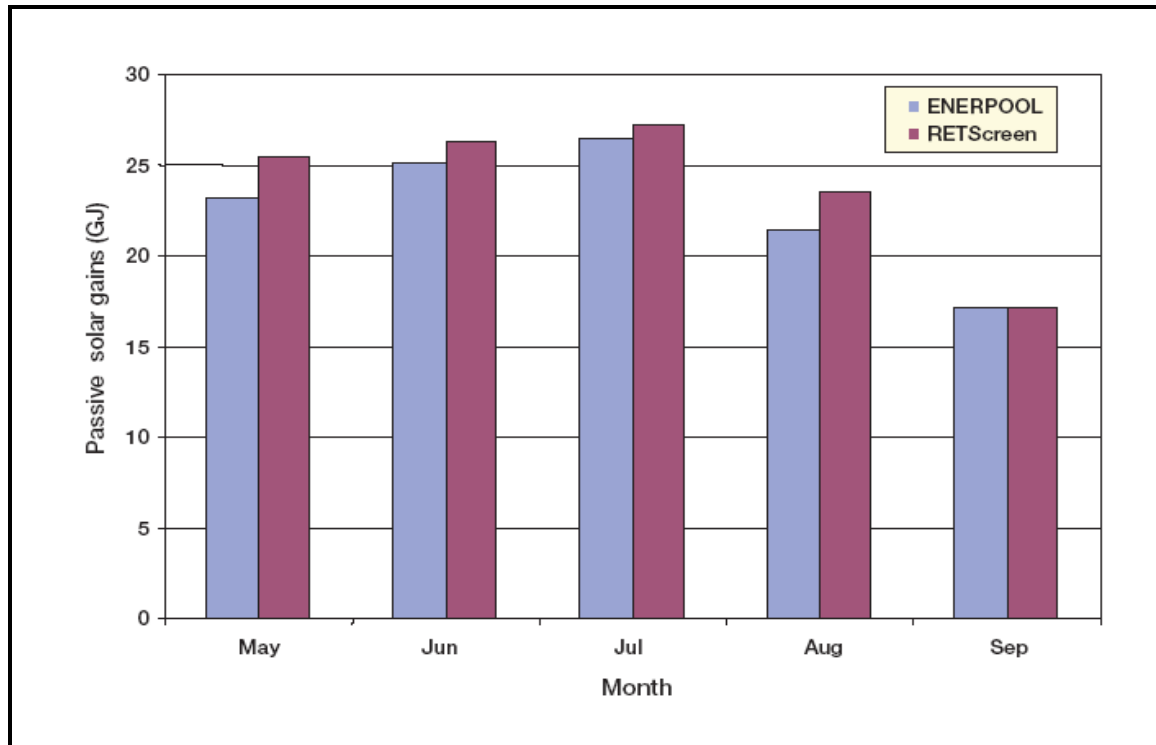
Το ENERPOOL (NRCan, 1998) είναι ένα ωριαίο πρόγραμμα προσομοίωσης πολύ παρόμοιο με το WATSUN, αλλά έχει δημιουργηθεί για την προσομοίωση των εσωτερικών και υπαίθριων πισίνων . Παρέχει μια μηνιαία περίληψη των ηλιακών αναγκών σε ενέργεια για την πισίνα, η οποία μπορεί να συγκριθεί με τις προβλέψεις του RETScreen. Οι κύριοι παράμετροι της υπαίθριας πισίνας συνοψίζονται στον πίνακα 4. Οι απώλειες της πισίνας , τα παθητικά ηλιακά κέρδη, η ενέργεια που απαιτείται και η ηλιακή ενέργεια φαίνονται στα διαγράμματα 10a έως και 10d. Υπάρχει συμφωνία για την πρόβλεψη των απωλειών των πισίνων και των παθητικών ηλιακών κερδών (+ 2,5% και + 5,7% αντίστοιχα πέρα από ολόκληρη την εποχή κολύμβησης), το ίδιο συμβαίνει και με την ενέργεια που απαιτείται (-2,0%). Το διάγραμμα 10d είναι ενδιαφέρον και απαιτεί κάποια σχόλια. Έναντι του ENERPOOL, τα ενεργειακά ηλιακά κέρδη υποτιμώνται από το RETScreen, ειδικά για τον Ιούλιο όταν οι απαιτήσεις της πισίνας για ενέργεια είναι ελάχιστες. Με τις μεθόδους που επιλέγονται υπολογίζονται τα ηλιακά κέρδη σε RETScreen και σε ENERPOOL. Το RETScreen υπολογίζει το ποσό ηλιακής ενέργειας που απαιτείται για να διατηρήσει την πισίνα στην ελάχιστη επιθυμητή θερμοκρασία, ενώ το ENERPOOL επιτρέπει στη θερμοκρασία της πισίνας να κυμανθεί μεταξύ ενός ελάχιστου (27°C) και ενός μέγιστου (30°C). Επομένως, ακόμα κι αν καμία ποσότητα ηλιακής θερμότητας δεν θα απαιτούνταν για να διατηρήσει την πισίνα στην ελάχιστη θερμοκρασία της, το ENERPOOL επιτρέπει στη θερμότητα να συλλέγεται και μιμείται τα πραγματικά συστήματα θέρμανσης πισίνας . Όπως φαίνεται σε αυτό το παράδειγμα το RETScreen προβλέπει μόνο το ελάχιστο κέρδος θερμότητας το οποίο θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με την προσθήκη ενός ηλιακού συλλέκτη, δηλαδή το βοηθητικό ποσό θέρμανσης από τις (μη ανανεώσιμες) βοηθητικές πηγές που θα μπορούσε να αντικατασταθεί απλά από την ηλιακή ενέργεια. Για τον Ιούλιο, παραδείγματος χάριν, η ενέργεια από τον ήλιο είναι απλά η ενεργειακή ανάγκη της πισίνας για εκείνον τον μήνα (4,5 GJ), παρά το γεγονός ότι περισσότερη ενέργεια θα μπορούσε να συλλεχθεί.

Παράμετρος	Περιγραφή
Περιοχή πισίνας	48 m ²
Πισίνα ανοικτή	8h/day
Ελάχιστη θερμοκρασία πισίνας	27°C
Περιοχή συλλεκτών	25 m ²
Άνοιγμα πισίνας	Μάιος 1
Κλείσιμο πισίνας	30 Σεπτεμβρίου
Θέση	Montreal, QC, Canada

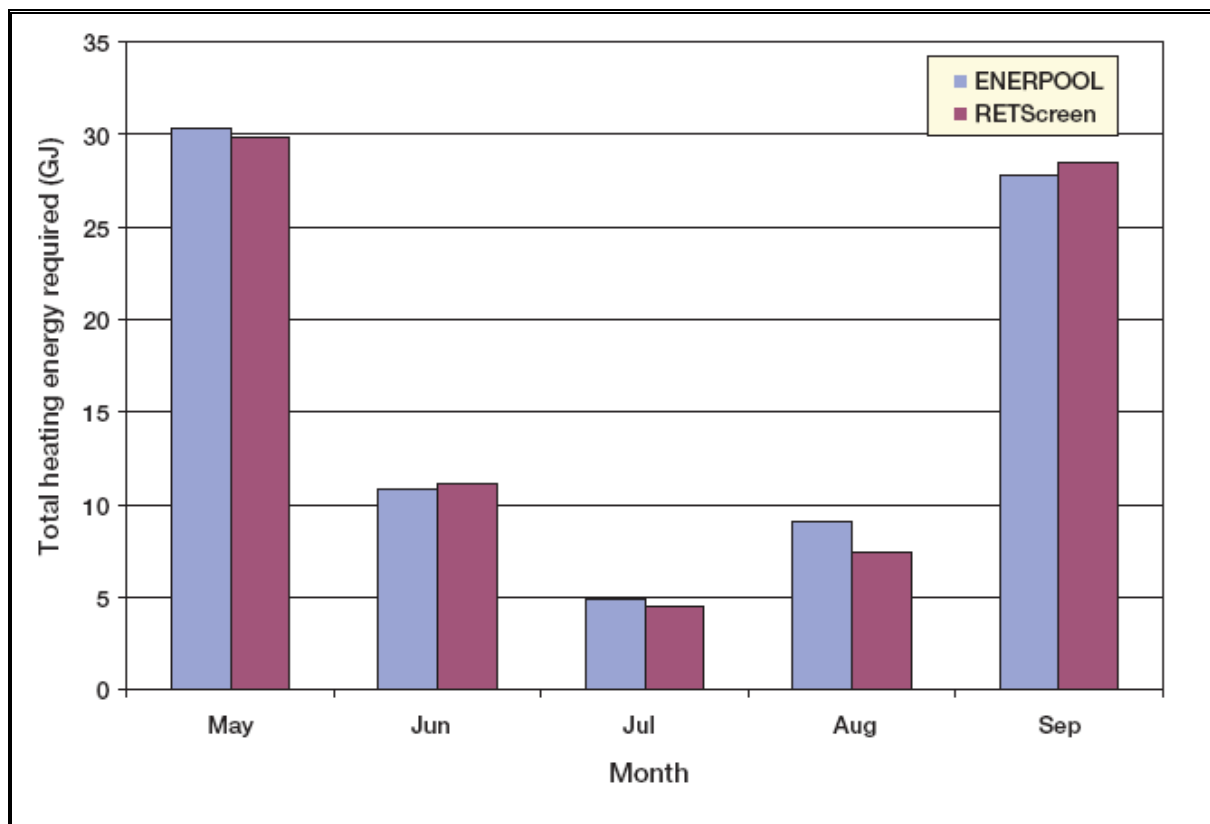
Πίνακας 4: Παράμετροι συστήματος θέρμανσης πισίνας.



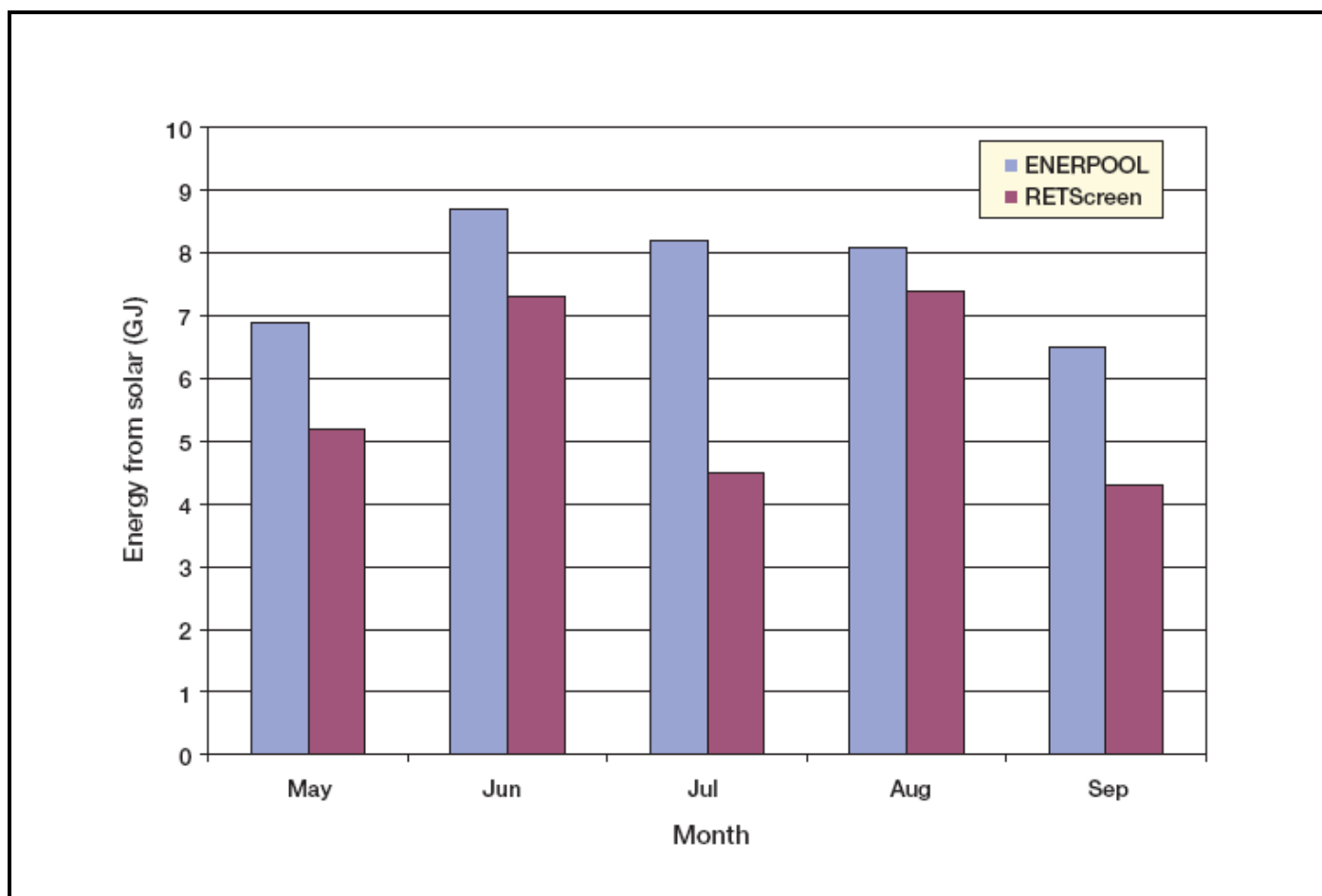
Διάγραμμα 10a: Σύγκριση των μηνιαίων τιμών – σύστημα θέρμανσης πισίνας.



Διάγραμμα 10b: Σύγκριση των μηνιαίων τιμών – σύστημα θέρμανσης πισίνας.



Διάγραμμα 10c: Σύγκριση των μηνιαίων τιμών – Σύστημα θέρμανσης πισίνας.



Διάγραμμα 10d: Σύγκριση των μηνιαίων τιμών – Σύστημα θέρμανσης πισίνας.

Σύγκριση με τα στοιχεία παρακολούθησης

Για να επικυρώσει περαιτέρω το ηλιακό πρόγραμμα RETScreen τις εφαρμογές θέρμανσης για την πισίνα, οι πρότυπες προβλέψεις του συγκρίθηκαν με τα στοιχεία από παρακολούθηση που συγκεντρώθηκαν για μια πισίνα που βρέθηκε στη Möhringen, στη Γερμανία, ενώ τα αποτελέσματα που αναφέρονται βασίστηκαν στον Hahne και Kóbler (1994). Οι κύριοι παράμετροι για την πισίνα συνοψίζονται στον πίνακα 5.

Παράμετρος	Περιγραφή
Περιοχή πισίνας	1,200 m ²
πισίνα ανοικτή	14h/day*
Ελάχιστη θερμοκρασία	24°C
Περιοχή συλλεκτών	650 m ²
Η πισίνα ανοίγει	Μάιος 5
Η πισίνα κλείνει	Σεπτέμβριος 6

Πίνακας 5: Παράμετροι συστήματος θέρμανσης πισίνας για Möhringen, Germany (* = υπολογισμένος).

Κατά τη διάρκεια της εποχής κολύμβησης οι ανάγκες σε ενέργεια μετριούνται σε 546 MWh και 528 MWh και έχουν υπολογιστεί από το RETScreen (-3%). Η ενέργεια από τους ηλιακούς συλλέκτες μετριέται σε 152 MWh με την αποδοτικότητα συστημάτων περίπου στο 38%. Το RETScreen προβλέπει 173 MWh (+ 14%) και αποδοτικότητα 44%, αντίστοιχα.

4. Περίληψη

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται σε αυτό το πρόγραμμα ηλιακής θέρμανσης νερού, το RETScreen έχουν παρουσιαστεί λεπτομερώς. Ο αλγόριθμος υπολογισμού ακτινοβολίας, ο υπολογισμός των περιβαλλοντικών μεταβλητών όπως η θερμοκρασία ουρανού, και το μοντέλο συλλεκτών είναι κοινές για όλες τις εφαρμογές. Η ενέργεια που παραδίδεται για την αποθήκευση από τα συστήματα ζεστού νερού υπολογίζεται με το διάγραμμα καμπύλων f . Για τα συστήματα χωρίς αποθήκευση, χρησιμοποιείται η μέθοδος της χρησιμοποίησης με το διάγραμμα καμπύλων Φ . Η ίδια μέθοδος χρησιμοποιείται επίσης για να υπολογίσει το ποσό ενέργειας που συλλέγεται από τα συστήματα πισινών. Οι απώλειες πισινών και τα παθητικά ηλιακά κέρδη υπολογίζονται μέσω ενός άλλου αλγορίθμου. Γίνεται σύγκριση ανάμεσα στις πρότυπες προβλέψεις του RETScreen και στα αποτελέσματα των ωριαίων προγραμμάτων για την προσομοίωση και τον έλεγχο και αποδεικνύεται ότι η ακρίβεια του προτύπου προγράμματος ηλιακής θέρμανσης νερού RETScreen είναι άριστη στην προετοιμασία των μελετών, ιδιαίτερα λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι το RETScreen απαιτεί μόνο 12 στοιχεία δεδομένων των στοιχείων εναντίον 8.760 στοιχείων δεδομένων που απαιτούνται για τα περισσότερα ωριαία πρότυπα προσομοίωσης.

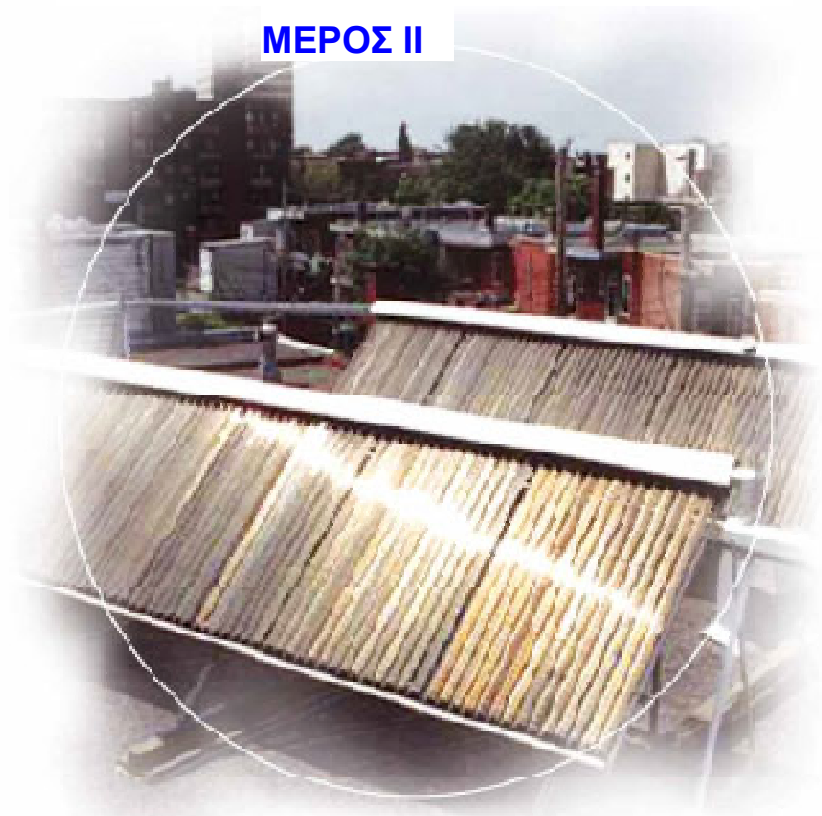
RETScreen® International
Clean Energy Decision Support Centre

www.retscreen.net

RETScreen® Software

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ

ΜΕΡΟΣ II



ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

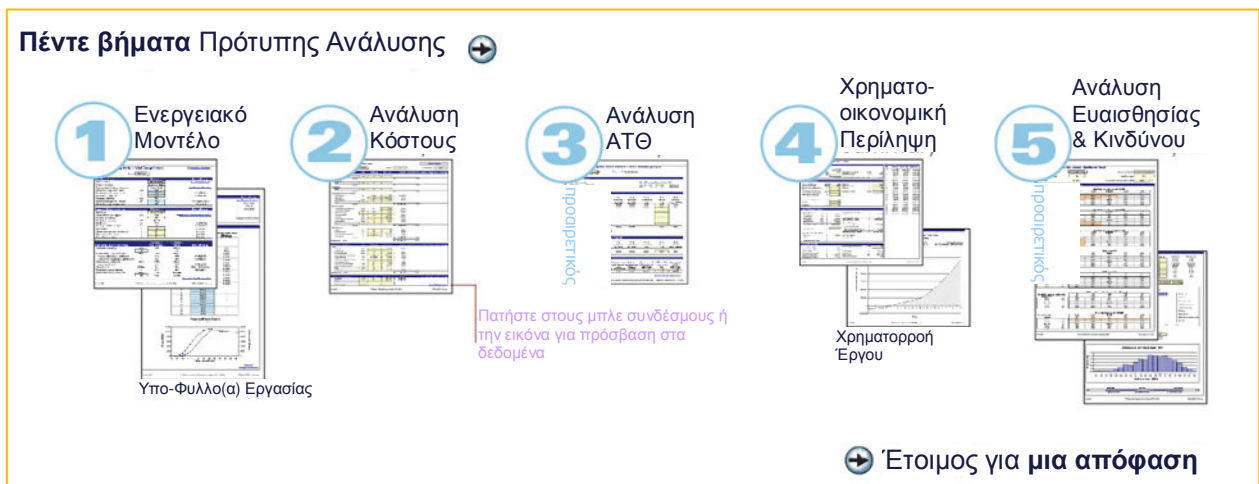
Canada

5.Συνοπτική περιγραφή του προγράμματος

Το RETScreen® International είναι ένα πρόγραμμα το οποίο αποτελείται από ένα τυποποιημένο και ενσωματωμένο λογισμικό ανάλυσης της καθαρής ενέργειας το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως για να αξιολογήσει την ενεργειακή παραγωγή και τις μειώσεις των εκπομπών των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου για διάφορους τύπους ενέργειας. Το πρόγραμμα αποτελείται από μια σειρά από φύλλα εργασίας. Αυτά τα φύλλα εργασίας ακολουθούν μια τυποποιημένη προσέγγιση για όλα τα πρότυπα RETScreen. Εκτός από το λογισμικό και τα εργαλεία περιλαμβάνει: βάσεις δεδομένων προϊόντων, καιρού και δαπανών, ένα εγχειρίδιο χρήσης σε μια ιστοσελίδα internet με περιπτώσεις μελετών του προγράμματος και εκπαιδευτικά μαθήματα.

5.1.Ανάλυση έργων καθαρής ενέργειας με το λογισμικό RETScreen.

Το διάγραμμα παρουσιάζεται παρακάτω και αποτελείται από πέντε βήματα(εικόνα 5.1).



Εικόνα 5.1.τα πέντε βήματα του προγράμματος

- 1) Ενεργειακό μοντέλο
- 2) Ανάλυση κόστους
- 3)Ανάλυση Αερίων Του Θερμοκηπίου
- 4) Χρηματοοικονομική περίληψη
- 5)Ανάλυση ευαισθησίας και κινδύνων της επένδυσης

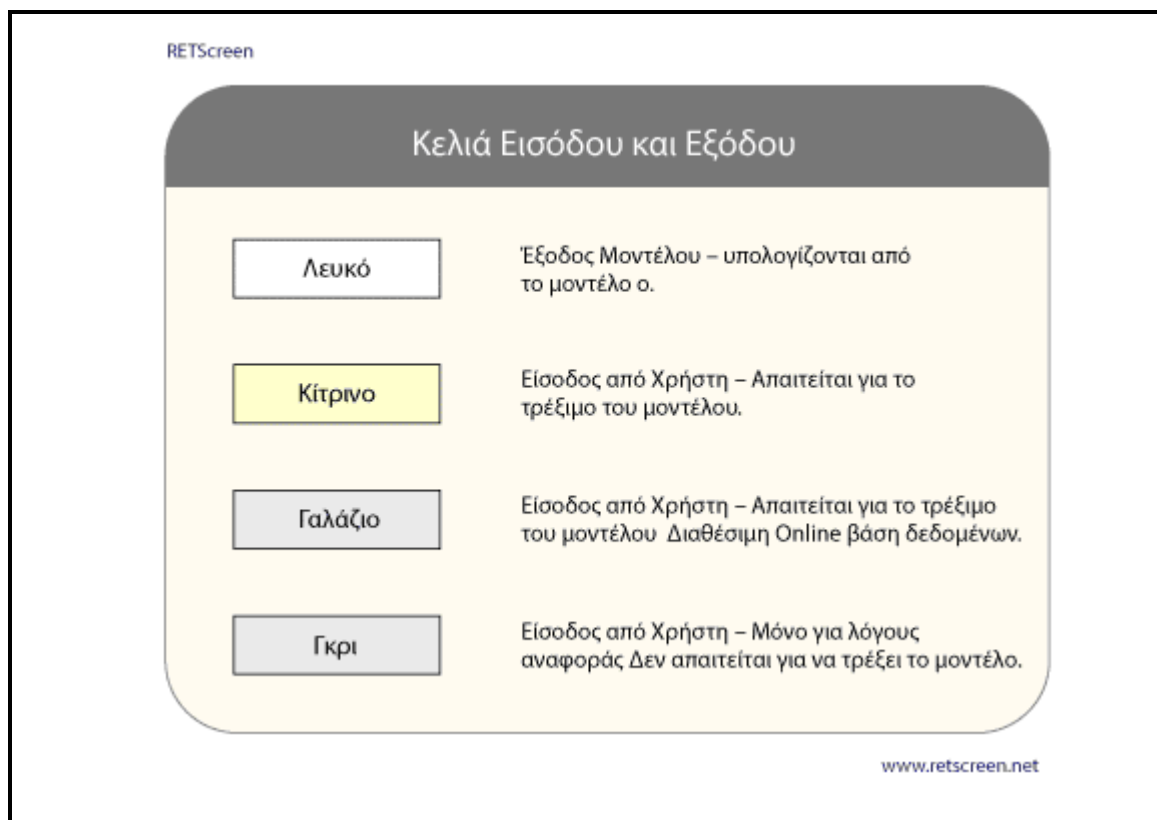
Το λογισμικό χρησιμοποιεί το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού Excell, ενώ κάθε βήμα αποτελεί ένα διαφορετικό φύλλο εργασίας.

Σε κάθε κελί του φύλλου εργασίας, το οποίο είναι «σκιασμένο», ο χρήστης μπορεί να εισάγει τα δεδομένα του. Όλα τα άλλα κελιά, τα οποία δεν είναι απαραίτητα να συμπληρωθούν είναι προστατευμένα ώστε να αποτρέψουν τον χρήστη να διαγράψει ίσως κάποια εξίσωση κατά λάθος ή κάποιο κελί αναφοράς.

Η κωδικοποίηση των χρωματισμών των κελιών του λογισμικού Retscreen για τα κελιά εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων και αποτελεσμάτων παρουσιάζονται παρακάτω :

5.2.Επεξήγηση κωδικών χρωματισμού των κελιών

Ο χρήστης εισάγει τα δεδομένα στα σκιασμένα κελιά των φύλλων εργασίας. Όλα τα άλλα κελιά τα οποία δεν είναι απαραίτητα να συμπληρωθούν είναι προστατευμένα για να αποτρέψουν τον χρήστη από το να διαγράψει κατά λάθος κάποιο κελί. Η κωδικοποίηση των χρωματισμών του προγράμματος RETScreen για τα κελιά εισόδου – εξόδου παρουσιάζονται παρακάτω(εικόνα 5.2):



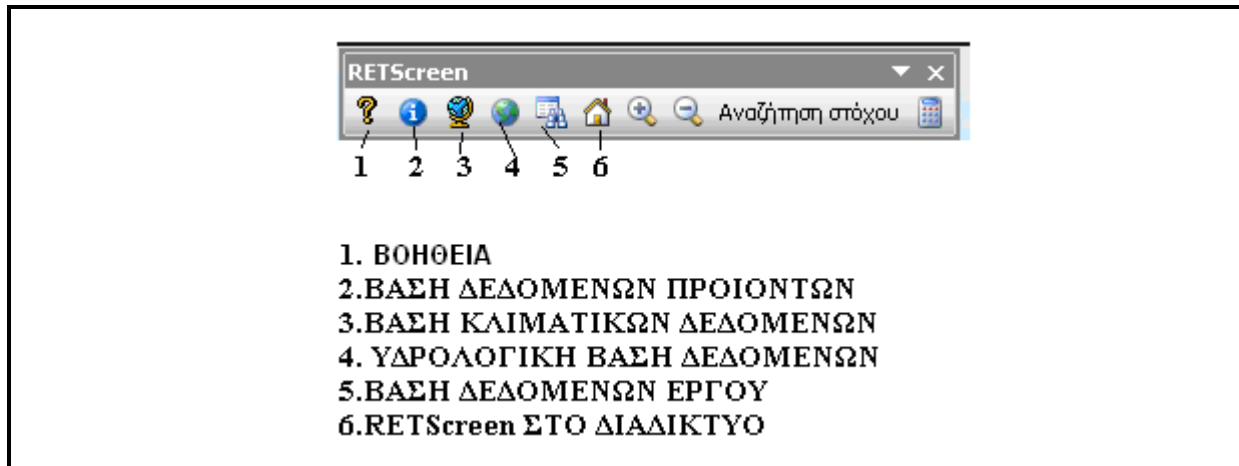
Κελιά Εισόδου και Εξόδου	
Λευκό	Έξοδος Μοντέλου – υπολογίζονται από το μοντέλο ο.
Κίτρινο	Είσοδος από Χρήστη – Απαιτείται για το τρέξιμο του μοντέλου.
Γαλάζιο	Είσοδος από Χρήστη – Απαιτείται για το τρέξιμο του μοντέλου Διαθέσιμη Online βάση δεδομένων.
Γκρι	Είσοδος από Χρήστη – Μόνο για λόγους αναφοράς Δεν απαιτείται για να τρέξει το μοντέλο.

www.retscreen.net

Εικόνα 5.2.:εξήγηση χρωμάτων

5.3.Πρόσβαση Δεδομένων & Βοήθειας

Ο χρήστης μπορεί να έχει διαθέσιμη την βάση δεδομένων (προϊόντων και καιρού) μέσω του διαδικτύου «κλικάροντας» την αντίστοιχη εικόνα στην γραμμή εργαλείων του RETScreen. Παραδείγματος χάριν, για να έχει πρόσβαση στο online εγχειρίδιο χρηστών κάνει κλικ στο εικονίδιο "?" όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 5.3.



Εικόνα 5.3.:RETScreen Μενού και Μπάρα Εργασίας

6. Πρότυπο πρόγραμμα Ηλιακής θέρμανσης νερού

Το διεθνές πρόγραμμα ηλιακής θέρμανσης νερού RETScreen® μπορεί να χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως εύκολα ώστε να αποτιμηθούν η παραγωγή ενέργειας, το κόστος του κύκλου ζωής ενός συστήματος και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τρεις βασικές εφαρμογές: i) οικιακό ζεστό νερό χρήσης, ii) βιομηχανικού τύπου θέρμανση με ζεστό νερό και iii) κολυμβητικές πισίνες (εσωτερικές και εξωτερικές), με εμβέλεια στο μέγεθος από μικρά οικιακά συστήματα μέχρι πολύ μεγάλα εμπορικά, θεσμικά και βιομηχανικά συστήματα.

Αποτελείται από επτά- φύλλα εργασίας

- 1) Εκκίνηση
- 2) Ενεργειακό μοντέλο
- 3) Ανάλυση κόστους
- 4) Ανάλυση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου

- 5) Οικονομική ανάλυση
- 6) Ανάλυση επικινδυνότητας & ευαισθησίας
- 7) Εργαλεία

Τα φύλλα εργασίας συμπληρώνονται ως εξής : πρώτα το φύλλο της «**Εκκίνησης**» όπου συμπληρώνονται τα βασικά στοιχεία του έργου όπως η ονομασία η τοποθεσία του έργου, ο τύπος του έργου η τεχνολογία που χρησιμοποιείται και ανάλογα με τη θέση του έργου τα αντίστοιχα κλιματολογικά δεδομένα . Έπειτα το «**Ενεργειακό Μοντέλο**» και το φύλλο που αναφέρεται στις «**Πηγές της Ηλιακής Ενέργειας & τα Θερμικά Φορτία**» . Μετά πρέπει να συμπληρωθεί το φύλλο εργασίας «**Ανάλυση κόστους**» ενώ ακολουθεί η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας «**Οικονομοτεχνική ανάλυση**». Τα φύλλα εργασίας «**Ανάλυση μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου**» και «**Ανάλυση Επικινδυνότητας και Ευαισθησίας**» είναι προαιρετικά . Το φύλλο «**Ανάλυση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου**» βοηθάει το χρήστη να αποτιμήσει την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οι οποίες θα επέλθουν αν υλοποιηθεί το προτεινόμενο έργο , ενώ το φύλλο εργασίας «**Ανάλυση ευαισθησίας**» είναι σχεδιασμένο για να βοηθήσει τον χρήστη να αντιληφθεί τη σημασία ορισμένων σημαντικών οικονομικών δεικτών σε σχέση με τις βασικές τεχνικές και οικονομικές παραμέτρους του έργου. Σε γενικές γραμμές, ο χρήστης δουλεύει από πάνω προς τα κάτω και μέχρι το τέλος, σε κάθε ένα από τα φύλλα εργασίας. Η διεργασία αυτή μπορεί εύκολα να επαναληφθεί αρκετές φορές προκειμένου να συμβάλει στη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των ηλιακών συστημάτων θέρμανσης του νερού τόσο από τεχνική άποψη όσο και από την άποψη κόστους.

6.1.Εκκίνηση

Στην εκκίνηση ο χρήστης εισάγει στοιχεία σχετικά με την ταυτότητα του έργου(εικόνα 6.1).

The screenshot shows a web form titled "Πληροφορία έργου" (Project Information). It contains several input fields and a dropdown menu. The fields are: "Όνομασία έργου" (Project Name), "Τοποθεσία έργου" (Project Location), "Συντάχθηκε για" (Created for), "Συντάχθηκε από" (Created by), "Τύπος έργου" (Project Type), "Τεχνολογία" (Technology), "Τύπος ανάλυσης" (Analysis Type), and "Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς" (Reference heating capacity). There is also a checkbox for "Δείξε ρυθμίσεις" (Show settings). A link "Δείτε βάση δεδομένων έργου" (View project database) is located at the top right. Below the main form is a section titled "Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας" (Location reference conditions) with a field for "Θέση κλιματολογικών δεδομένων" (Weather data location) and a checkbox for "Δείξε δεδομένα" (Show data). A link "Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων" (Select weather data location) is also present.

Εικόνα 6.1.Εκκίνηση

Κάνοντας κλικ πάνω στο «**Δείτε Βάση δεδομένων έργου**» στις πληροφορίες του έργου βλέπουμε τις παρακάτω καρτέλες:

Πρότυπα, όπου περιέχονται τύποι έργων με τις ονομασίες τους (εικόνα 6.2)

Μελέτες Περιπτώσεων, όπου περιλαμβάνονται διάφορες περιπτώσεις (εικόνα 6.3)

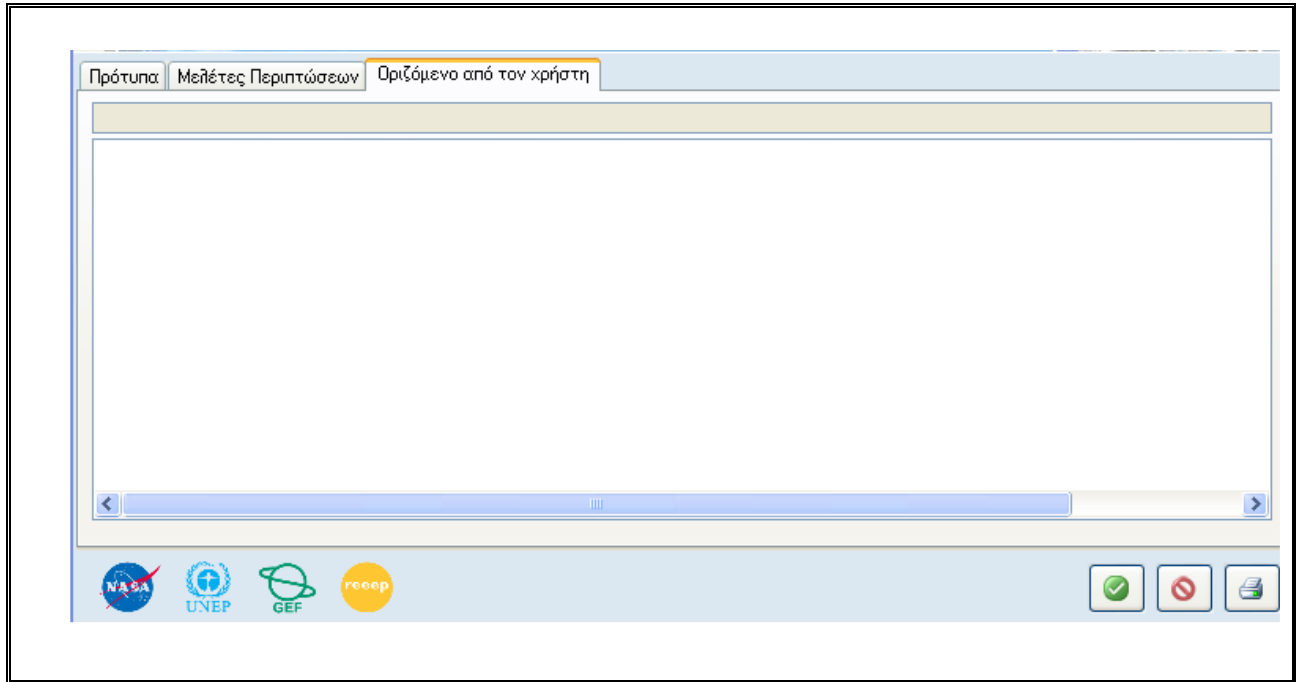
Οριζόμενο από τον χρήστη, όπου ο χρήστης μπορεί να ανακτήσει τις αποθηκευμένες εργασίες του(εικόνα 6.4).

Τύπος έργου	Τύπος	Ονομασία έργου
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Βιομηχανικά	Συμπιεσμένος αέρας
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Εμπορικός	Φωτιστικά - Φωτισμός συμπαγούς φθορισμού
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Εμπορικός	Ηλεκτρικός εξοπλισμός - Υπολογιστής
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Βιομηχανικά	Κινητήρες
Παραγωγή θερμότητας	Ηλιακός θερμαντής νερού	Πισίνα - Εξωτερικά
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Υδροστρόβιλος	2,000 kW
Παραγωγή θερμότητας	Σύστημα βιομάζας	Σχολείο
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Εμβολοφόρος μηχανή	6,000 kW - Αέριο ΧΥΤΑ
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Εμβολοφόρος μηχανή	100 kW - Βιοαέριο
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλεκτρισμού	Αεριοστρόβιλος	Πολυκατοικία
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Βιομηχανικά	Αντλίες
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ηλιακή θερμική ενέργεια	100,000 kW
Παραγωγή θερμότητας	Ηλιακός θερμαντής νερού	Πισίνα - Εσωτερικά
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	50,000 kW
Παραγωγή θερμότητας	Ηλιακός θερμαντής νερού	Ζεστό νερό
Παραγωγή θερμότητας	Ηλιακό αερόθερμο	Διαργασία - Ξήρανση σοδαιάς

εικόνα 6.2.Πρότυπα μελετών

Τύπος έργου	Τύπος	Τοποθεσία έργου	Θέση κλιματολογικών δεδομ
Παραγωγή θερμότητας	Σύστημα βιομάζας	Ηνωμένο Βασίλειο	London
Παραγωγή θερμότητας	Σύστημα βιομάζας	Καναδάς	Chibougamau-Chapais
Παραγωγή θερμότητας	Λέβητας	Καναδάς	Inuvik Ua
Παραγωγή θερμότητας	Σύστημα βιομάζας	Σλοβενία	Ljubljana/Brnik
Παραγωγή θερμότητας	Σύστημα βιομάζας	Καναδάς	Kapuskasing Airport
Παραγωγή θερμότητας	Σύστημα βιομάζας	Καναδάς	Charlottetown Arpt
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλεκτρισμού	Αεριοστρόβιλος - Συνδυασμένος κύκλος	Ηνωμένο Βασίλειο	London
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλεκτρισμού	Ατμοστρόβιλος	Μαλαισία	Kuala Lumpur/Subang
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Εμβολοφόρος μηχανή	Νορβηγία	Bergen
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλεκτρισμού	Εμβολοφόρος μηχανή	Ταϊλάνδη	Rayong/U-Taphao
Συμπαγωγή ψύξης, θερμότητας & ηλεκτρισμού	Εμβολοφόρος μηχανή - Απορρόφηση	Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής	New York J F Kennedy Int'
Συμπαγωγή θερμότητας & ψύξης	Αντλία θερμότητας - Πηγή : αέρας	Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής	Oklahoma City
Συμπαγωγή θερμότητας & ψύξης	Αντλία θερμότητας - Πηγή : έδαφος	Καναδάς	Montreal Int'l. Airport
Παραγωγή ηλεκτρισμού - πολλαπλές τεχνολογίες	Γεωθερμική ενέργεια - Υδροστρόβιλος	Μεξικό	Durango

εικόνα 6.3.Μελέτες διαφόρων περιπτώσεων



εικόνα 6.4. Μελέτες του χρήστη

Στα πρώτα γκριζα κελιά ο χρήστης εισάγει τις γενικές πληροφορίες που αφορούν το έργο.

1.Όνομα έργου

Ο ορισμός ονόματος από τον χρήστη για το έργο δίνεται για ενημερωτικούς λόγους. Περισσότερες πληροφορίες για το πώς χρησιμοποιούμε το online RETScreen εγχειρίδιο του χρήστη, την Βάση δεδομένων Προϊόντων και Καιρικών Συνθηκών, θα βρείτε στα **Δεδομένα & Παροχή Βοήθειας**

Όνομασία έργου	<input type="text" value="Πολυκατοικία"/>
----------------	---

2.Τοποθεσία έργου

Ο ορισμός τοποθεσίας από τον χρήστη για το πρότυπο έργο δίνεται για πληροφοριακούς λόγους .

Τοποθεσία έργου	<input type="text" value="Γαλλία"/>
-----------------	-------------------------------------

3. Συντακτής και λόγος σύνταξης

Η αναφορά του συντάκτη και του λόγου σύνταξης δίνεται από τον χρήστη για πληροφοριακούς λόγους

Συντάχθηκε για	<input type="text"/>
Συντάχθηκε από	<input type="text"/>

4. Τυπος του έργου

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα επιλογής του τύπου του έργου μέσα από την λίστα που διαθέτει το πρόγραμμα

Τύπος έργου	Παραγωγή θερμότητας
	Παραγωγή ηλεκτρισμού - πολλαπλές τεχνολογίες
	Παραγωγή θερμότητας
	Παραγωγή ψύξης
	Συμπαγωγή θερμότητας & ηλεκτρισμού
	Συμπαγωγή ψύξης & ηλεκτρισμού
	Συμπαγωγή θερμότητας & ψύξης
	Συμπαγωγή ψύξης, θερμότητας & ηλεκτρισμού
	Οριζόμενο από τον χρήστη

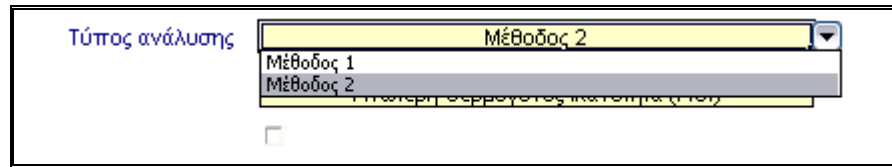
5. Τεχνολογία

Ο χρήστης έχει την δυνατότητα επιλογής της τεχνολογίας μέσα από την λίστα που διαθέτει το πρόγραμμα

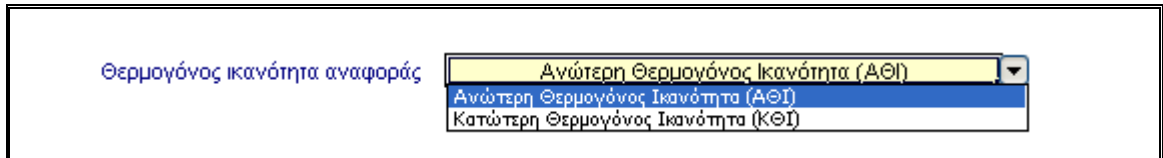
Τεχνολογία	Ηλιακός θερμαντής νερού
	Άλλο
	Αντλία θερμότητας
	Ηλιακό αερόθερμο
	Ηλιακός θερμαντής νερού
	Θερμαντές θερμικού ρευστού
	Λέβητας
	Μονάδα θερμού
Σύστημα βιομάζας	

6. Τυπος ανάλυσης

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε δυο μεθόδους την 1 και την 2. Η διαφορά ανάμεσα στην μέθοδο 1 και 2 είναι ότι η πρώτη είναι πιο συνοπτική οπότε περιορίζεται σε 3 φύλλα ανάλυσης (την εκκίνηση, το ενεργειακό μοντέλο και τα εργαλεία) ενώ η δεύτερη περιέχει και τα 7 φύλλα όπως έχει προαναφερθεί.



7. Θερμογόνος Ικανότητα αναφοράς. (Ανώτερη ή Κατώτερη)

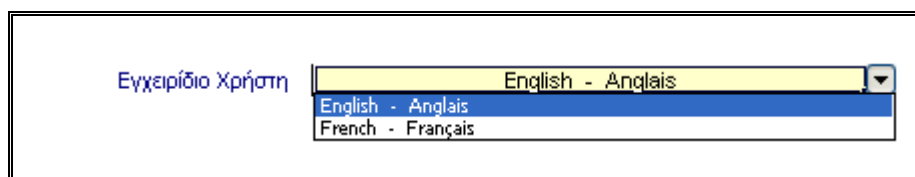


Εάν ο χρήστης κάνει **τικ** στο κουτάκι «**Δείξε Ρυθμίσεις**» αμέσως θα εμφανιστούν κελιά για περισσότερες πληροφορίες όπως:

α) **«την γλώσσα»**, όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε 30-35 γλώσσες,



β) το **«εγχειρίδιο χρήστη»** ,το οποίο είναι είτε στα αγγλικά είτε στα γαλλικά,



γ)το **«Νόμισμα»**, όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το νόμισμα της αρεσκείας του από το κελί **«Νόμισμα»**στο φύλλο εργασίας , αν ο χρήστης επιλέξει "\$", όλα τα αντικείμενα που σχετίζονται νομισματικά θα εκφραστούν σε \$.

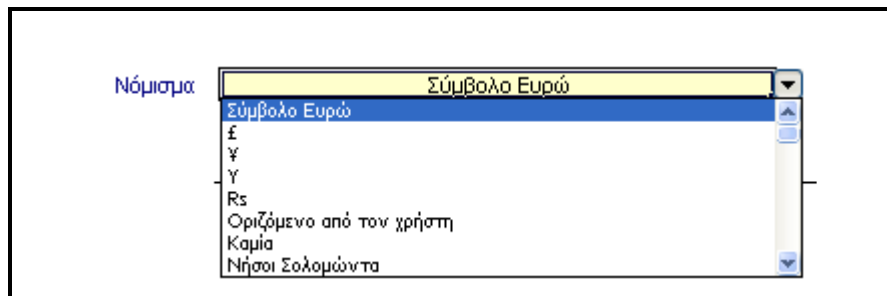
Επιλέγοντας **"οριζόμενο από τον χρήστη"** επιτρέπει στον χρήστη να καθορίσει το συνάλλαγμα μόνος του εισάγοντας ένα όνομα ή τον συμβολισμό

στο πρόσθετο κελί εισαγωγής το οποίο εμφανίζεται δίπλα στο κελί νομίσματος. Το συνάλλαγμα μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας το πολύ τρεις χαρακτήρες (\$US, £, ¥, κτλ.).

Αν η επιλογή "καμία" επιλεγθεί, όλα τα συναλλαγματικά δεδομένα θα εκφραστούν χωρίς μονάδες. Στο εξής όποτε χρησιμοποιούνται συναλλαγματικά δεδομένα μαζί με άλλες μονάδες (π.χ. \$/kWh) η θέση του νομίσματος θα έχει αντικατασταθεί με μια παύλα (-/kWh).

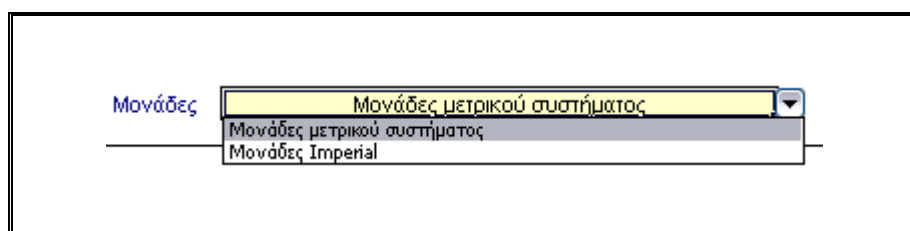
Ο χρήστης μπορεί ακόμα να επιλέξει και χώρα ώστε να εξασφαλίσει τα τρία αρχικά γράμματα που χρησιμοποιούνται ως νομισματικός κωδικός της χώρας κατά ISO (International Standard Organization). Για παράδειγμα εάν έχει επιλεγθεί το Αφγανιστάν από την γραμμή της λίστας των νομισμάτων, όλα τα συναλλαγματικά δεδομένα της έκθεσης θα εκφραστούν ως AFA.

Τα πρώτα δυο γράμματα του νομισματικού κωδικού της χώρας αφορούν το όνομα της χώρας (AF για Afghanistan), και το τρίτο γράμμα το όνομα του νομίσματος (A για Afghani).



Και τέλος δ) «οι μονάδες»

Υπάρχει ο παρακάτω πίνακας 6.5 που παρουσιάζει μια λίστα από μονάδες, σύμβολα και προθέματα τα οποία χρησιμοποιούνται στο μοντέλο RETScreen.



ΜΟΝΑΔΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΟΝΑΔΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ
ΑΜΠΕΡ	A	ΜΙΛΙ	mi
ΘΕΡΜΙΔΑ	Cal	ΜΙΛΙ ΑΝΑ ΩΡΑ	mph
ΚΥΒΙΚΑ ΠΟΔΙΑ ΑΝΑ ΛΕΠΤΟ	Cfm	MILBON BTU	mmBtu
ΗΜΕΡΑ	D	PASCAL	pa
ΒΑΘΜΟΙ ΚΕΛΣΙΟΥ	°C	ΤΙΣ ΕΚΑΤΟ	%
ΒΑΘΜΟΙ ΦΑΡΕΝΑΙΤ	°F	ΑΤΟΜΟ ΑΝΑ ΜΕΡΑ	p-d
ΔΟΛΛΑΡΙΟ	\$	ΑΤΟΜΟ ΑΝΑ ΩΡΑ	p-h
ΠΟΔΙ	ft	ΑΤΟΜΟ ΑΝΑ ΤΑΞΙΔΙ	p-trip
ΓΑΛΟΝΙ	gal	ΑΤΟΜΟ ΑΝΑ ΧΡΟΝΟ	p-year
ΕΚΤΑΡΙΟ	ha	ΛΙΡΑ	lb
HERTZ	Hz	ΛΙΡΕΣ ΑΝΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗ ΙΝΤΣΑ	psi
ΙΠΠΟΣ	hp	ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΟ	s
ΩΡΑ	H	ΤΟΝΟΣ	t
JOULE	j	VOLT	v
ΧΙΛΙΟΓΡΑΜΜΟ	kgr	WATT	W
ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΟ	km	ΕΒΔΟΜΑΔΑ	w
KILOWATT	kW	ΓΙΑΡΔΑ	gr
ΛΙΤΡΟ	L	ΕΤΟΣ	yr
MEGAWATT	MW		
ΜΕΤΡΟ	m		

πίνακας 6.5: μονάδες - σύμβολα

Σημείωση:

1. Το γαλόνι (gal) που χρησιμοποιείται σαν μονάδα στο RETScreen παραπέμπει στην αμερικανική μονάδα και όχι την διεθνή.
2. Ο τόνος (t) που χρησιμοποιείται σαν μονάδα στο RETScreen παραπέμπει σε μετρικό τόνο.

Όσο αφορά τις συνθήκες αναφοράς της τοποθεσίας ,κάνοντας κλικ ο χρήστης πάνω στην ένδειξη Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων εμφανίζεται ο πίνακας 6.6

Κράτος - περιφέρεια:

Επαρχία / Νομός:

Θέση κλιματολογικών δεδομένων:

Γεωγραφικό πλάτος: °B

Γεωγραφικό μήκος: °A Πηγή:

Υψόμετρο:

Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού: °C

Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού: °C

Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους: °C

	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /hμ	kPa	m/s	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιαν	2,5	85,0%	1,00	99,6	2,9	0,2	481	0
Φεβ	4,3	80,0%	1,85	99,4	3,3	1,6	384	0
Μαρ	6,9	74,0%	3,21	99,3	3,5	5,4	344	0
Απρ	10,2	70,0%	4,54	99,1	3,6	8,6	234	6
Μαι	14,3	70,0%	5,33	99,1	3,1	14,2	115	133
Ιουν	17,9	69,0%	5,97	99,3	2,9	18,5	3	237
Ιουλ	20,8	65,0%	6,34	99,3	3,0	21,2	0	335
Αυγ	19,8	70,0%	5,09	99,3	2,7	20,5	0	304
Σεπτ	16,7	75,0%	3,68	99,4	2,8	15,5	39	201
Οκτ	12,1	81,0%	2,24	99,5	2,7	10,6	183	65
Νοε	6,5	85,0%	1,10	99,4	2,9	4,3	345	0
Δεκ	3,1	85,0%	0,71	99,6	2,9	1,2	462	0
Ετήσιο	11,3	75,7%	3,43	99,4	3,0	10,2	2.589	1.281
Πηγή	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	NASA	Εδαφος	Εδαφος

Μετρημένο σε:

πίνακας 6.6.Κλιματολογικά δεδομένα τοποθεσίας έργου

Ο οποίος δίνει πληροφορίες για την τοποθεσία που πρόκειται να πραγματοποιηθεί ένα έργο .

Αφού ολοκληρωθεί η συμπλήρωση του φύλλου «**Εκκίνηση**» πατώντας «**Συμπληρώστε το φύλλο Ενεργειακό Μοντέλο**», αυτόματα περνάνε οι απαραίτητες πληροφορίες στο φύλλο του ενεργειακού μοντέλου , ενημερώνεται αυτό και ο χρήστης είναι σε θέση να το επεξεργαστεί.

6.2.Ενεργειακό μοντέλο(ζεστό νερό)

Το φύλλο εργασίας «Ενεργειακό Μοντέλο» (όπως φαίνεται και παρακάτω στην εικόνα 6.7.) χρησιμοποιείται ώστε να βοηθήσει τον χρήστη να υπολογίσει την ετήσια ενεργειακή παραγωγή για ένα ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού βασισμένο α) από τη μία πάνω στις τοπικές συνθήκες ηλιοφάνειας κ.λπ. και β) στα χαρακτηριστικά του συστήματος. Τα Αποτελέσματα υπολογίζονται σε μονάδες (MWh) για να είναι εύκολη η σύγκριση συστημάτων με διαφορετικές τεχνολογίες.

Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας

Έργο παραγωγής θερμότητας

Τεχνολογία: Ηλιακός θερμαντής νερού

Χαρακτηριστικά φορτίου: Πισίνα Ζεστό νερό

Εφαρμογή:

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση	
Τύπος φορτίου				
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	L/ημ			
Θερμοκρασία	°C			
Ώρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	ημ			

Ποσοστό χρήσης μήνα

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση	
Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής				
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C			
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C			

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση	Εξοικονομούμενη ενέργεια #ΔΙΑΙΡ/Ο!	Αύξηση αρχικού κόστους
Ζήτηση θερμότητας	MWh	0,0	0,0		€ -

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Αξιολόγηση πηγών			
Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου			
Κλίση	°		
Αζιμούθιο	°		

3.Κτίριο η τύπος κτιρίου

Ο χρήστης επιλέγει τον τύπο οικοδομής ή φορτίου υπό εξέταση. Αυτό χρησιμοποιείται στο πρότυπο για να προτείνει, σε μερικές περιπτώσεις, ένα κατ' εκτίμηση φορτίο σε "κατ' εκτίμηση χρήση ζεστού νερού (κατά προσέγγιση 60°C)."

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος φορτίου		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: #ffffcc; border: 1px solid black; padding: 2px;">Διαμέρισμα</div> <div style="background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Διαμέρισμα</div> <div style="background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Ξενοδοχείο/Μοτέλ</div> <div style="background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Νοσοκομείο</div> <div style="background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Γραφείο</div> <div style="background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Εστιατόριο ταχυφαγίας</div> <div style="background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Εστιατόριο</div> <div style="background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Σχολείο</div> <div style="background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; padding: 2px;">Σχολείο με ντους</div> </div>	

Διάφοροι τύποι κτηρίων ή φορτίων μπορούν να επιλεγτούν: "Σπίτι," "Διαμέρισμα," "Ξενοδοχείο / Μοτέλ," "Νοσοκομείο," "Γραφείο," "Fast food," "Εστιατόριο," "Σχολείο," . Ανάλογα με την επιλογή, το πρότυπο θα χρησιμοποιήσει τους διαφορετικούς αλγορίθμους για να υπολογίσει το φορτίο.

4.Αριθμός μονάδων

Ο χρήστης εισάγει το μέγιστο αριθμό (χωρητικότητα) κατόχων, μονάδων, δωματίων, κρεβατιών, προσώπων, γευμάτων (που εξυπηρετούνται ανά ημέρα), σπουδαστών, ή αυτοκινήτων (που πλένονται ανά ημέρα) ανάλογα με τον τύπο φορτίου που επιλέγεται για την εκτέλεση των υπολογισμών.

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Αριθμός μονάδων	Μονάδα	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div style="background-color: #ffffcc; border: 1px solid black; padding: 2px;">Διαμέρισμα</div> <div style="background-color: #ffffcc; border: 1px solid black; padding: 2px;">21</div> </div>	

5.Ποσοστό κατοίκησης

Ο χρήστης εισάγει το ποσοστό (χρήσης) κατά το οποίο χρησιμοποιείται το σύστημα SWH, κατά τη διάρκεια της εποχής της χρήσης. Αυτή η τιμή χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα για να μειώσει τις ενεργειακές ανάγκες του συστήματος κατά ένα ανάλογο ποσό. Σειρά τιμών από 0 έως 100%. Παραδείγματος χάριν, στην περίπτωση ενός σχολείου που είναι κλειστό κατά τη

διάρκεια του Σαββατοκύριακου, εισάγετε 50%. Για ένα σύστημα χρησιμοποιούμενο όλη η εβδομάδα, εισάγετε 100%.

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Ποσοστό κατοίκησης	%	Διαμέρισμα	
		21	
		55%	

6. Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού-εκτίμηση

Εάν ο χρήστης επιλέξει την "εφαρμογή ζεστό νερό" κατά την συμπλήρωση του «τύπου φορτίου», τότε το πρόγραμμα με όλα τα παραπάνω στοιχεία **υπολογίζει** την ημερήσια κατανάλωση του νερού.

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος φορτίου		Διαμέρισμα	
Αριθμός μονάδων	Μονάδα	21	
Ποσοστό κατοίκησης	%	55%	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	L/ημ	1.957	

7. Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού

Ο χρήστης εισάγει την ημερησία κατανάλωση ζεστού νερού σε L/ημέρα

Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	L/ημ	2.000	2.000
----------------------------------	------	-------	-------

8.Θερμοκρασία

Ο χρήστης εισάγει τη επιθυμητή θερμοκρασία του νερού, σε °C. Αυτό χρησιμοποιείται στο πρότυπο για να υπολογίσει τις ενεργειακές ανάγκες του συστήματος. Οι τιμές κυμαίνονται από 12°C ως 60°C για τις οικιακές ή βιομηχανικές εφαρμογές.

Θερμοκρασία	°C	60	60
-------------	----	----	----

9.Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα

Ο χρήστης εισάγει τον αριθμό των ημερών που χρησιμοποιείται το σύστημα SWH, ανα εβδομάδα. Αυτή η τιμή χρησιμοποιείται στο πρότυπο για να μειώσει τις ενεργειακές ανάγκες του συστήματος από ένα ανάλογο ποσό.

Σειρά τιμών από 1 έως 7. Παραδείγματος χάριν, στην περίπτωση ενός σχολείου που είναι κλειστό κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου, εισάγετε 5. Για ένα σύστημα χρησιμοποιούμενο όλη η εβδομάδα, εισάγετε 7.

Ηρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	7	7
------------------------------	----	---	---

6.2.2.Ποσοστό χρήσης / μήνα

Ο χρήστης εισάγει τους μήνες για τους οποίους χρησιμοποιείται ο ενεργειακός εξοπλισμός. Οι μήνες κατά τη διάρκεια των οποίων ο ενεργειακός εξοπλισμός δεν χρησιμοποιείται δεν λαμβάνονται υπόψη στην Ενεργειακή και Οικονομική Ανάλυση. Για κάθε μήνα, ο χρήστης εισάγει μια τιμή μεταξύ 0 και 1. Εισάγεται 0 εάν ο ενεργειακός εξοπλισμός δεν χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια ενός μήνα, 0.5 εάν χρησιμοποιείται 50% και 1 εάν χρησιμοποιείται 100% όλο τον μήνα.

Ποσοστό χρήσης μήνα	Μήνας		
	Ιανουάριος		
	Φεβρουάριος		
	Μάρτιος		
	Απρίλιος		
	Μαΐος		
	Ιούνιος		
	Ιούλιος		
	Αύγουστος		
	Σεπτέμβριος		
	Οκτώβριος		
	Νοέμβριος		
	Δεκέμβριος		

1.Θερμοκρασία νερού-ελαχίστη

Ο χρήστης εισάγει τη ελάχιστη θερμοκρασία που μπορεί να έχει το νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, σε °C.

Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C	8,2
------------------------------	----	-----

2.Θερμοκρασία νερού-μέγιστη

Ο χρήστης εισάγει την μέγιστη θερμοκρασία που μπορεί να έχει το νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, σε °C.

Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C	14,6
-----------------------------	----	------

3.Ζήτηση θερμότητας

Εισάγοντας ο χρήστης παραπάνω στοιχεία το πρόγραμμα υπολογίζει την ζήτηση της θερμότητας

Ζήτηση θερμότητας	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση	Εξοικονομούμενη ενέργεια
	MWh	41,5	41,5	0%

6.2.3. Αξιολόγηση πηγών

Ο χρήστης μπορεί να κάνει αξιολόγηση πηγών επιλέγοντας από τον κατάλογο τον τύπο του συλλέκτη ως προς την παρακολούθηση του ήλιου. Κάνοντας κλικ στο κουτάκι δείξε δεδομένα παρουσιάζεται ένας πίνακας με την ημερησία ηλιακή ακτινοβολία ανά τετραγωνικό του συλλέκτη και ανά ημέρα, τόσο σε οριζόντιο επίπεδο καθώς και σε κεκλιμένο σε kWh/m²/ημ. Οι επιλογές του χρήστη ως προς την παρακολούθηση του ήλιου είναι τέσσερις, όπως φαίνεται παρακάτω:

σταθεροποιημένος

Αξιολόγηση πηγών			
Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου			
Κλίση	:	Σταθεροποιημένα	
Αζιμούθιο	:	45,0	
		0,0	
Δείξε δεδομένα			
Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - κεκλιμένο επίπεδο	
	kWh/m ² /ημ	kWh/m ² /ημ	
Ιανουάριος	1,00	1,53	
Φεβρουάριος	1,85	2,68	
Μάρπος	3,21	3,99	
Απρίλιος	4,54	4,78	
Μαίος	5,33	4,95	
Ιούνιος	5,97	5,26	
Ιούλιος	6,34	5,72	
Αύγουστος	5,09	5,08	
Σεπτέμβριος	3,68	4,27	
Οκτώβριος	2,24	3,11	
Νοέμβριος	1,10	1,61	
Δεκέμβριος	0,71	1,25	
Ετήσιο	3,43	3,69	

μόνο-αξονικός

Αξιολόγηση πηγών			
Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου			
Κλίση	:	Μονο-αξονικό	
Αζιμούθιο	:	45,0	
		0,0	
Δείξε δεδομένα			
Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - κεκλιμένο επίπεδο	
	kWh/m ² /ημ	kWh/m ² /ημ	
Ιανουάριος	1,00	1,66	
Φεβρουάριος	1,85	3,10	
Μάρπος	3,21	4,92	
Απρίλιος	4,54	6,27	
Μαίος	5,33	6,46	
Ιούνιος	5,97	7,32	
Ιούλιος	6,34	8,27	
Αύγουστος	5,09	6,77	
Σεπτέμβριος	3,68	5,29	
Οκτώβριος	2,24	3,63	
Νοέμβριος	1,10	1,78	
Δεκέμβριος	0,71	1,37	
Ετήσιο	3,43	4,75	

διαξονικός

Αξιολόγηση πηγών
Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου

Διαξονικό ▾

Δείξε δεδομένα

Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια kWh/m ² /ημ	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - κεκλιμένο επίπεδο kWh/m ² /ημ
Ιανουάριος	1,00	1,68
Φεβρουάριος	1,85	3,11
Μάρτιος	3,21	4,91
Απρίλιος	4,54	6,38
Μαΐος	5,33	6,83
Ιούνιος	5,97	7,91
Ιούλιος	6,34	8,82
Αύγουστος	5,09	6,98
Σεπτέμβριος	3,68	5,30
Οκτώβριος	2,24	3,63
Νοέμβριος	1,10	1,79
Δεκέμβριος	0,71	1,42
Ετήσιο	3,43	4,91

αξιμούθιο

Δείξε δεδομένα

Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια kWh/m ² /ημ	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - κεκλιμένο επίπεδο kWh/m ² /ημ
Ιανουάριος	1,00	1,63
Φεβρουάριος	1,85	3,00
Μάρτιος	3,21	4,78
Απρίλιος	4,54	6,19
Μαΐος	5,33	6,62
Ιούνιος	5,97	7,54
Ιούλιος	6,34	8,39
Αύγουστος	5,09	6,76
Σεπτέμβριος	3,68	5,19
Οκτώβριος	2,24	3,53
Νοέμβριος	1,10	1,74
Δεκέμβριος	0,71	1,34
Ετήσιο	3,43	4,73

1. Γωνία κλίσης του ηλιακού συλλέκτη

Ο χρήστης εισάγει τη γωνία μεταξύ του ηλιακού συλλέκτη και του οριζώντιου επιπέδου, σε βαθμούς. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η κλίση του συλλέκτη θα είναι:

- Ίση με την απόλυτη τιμή του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής: Αυτή είναι η κλίση η οποία γενικά μεγιστοποιεί την ετήσια ηλιακή ακτινοβολία ενός ηλιακού συλλέκτη. Αυτή η κλίση επαρκεί για τα συστήματα τα οποία λειτουργούν καθ' όλη την διάρκεια του έτους.
- Ίση με την απόλυτη τιμή του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής, **μείον 15°**: Αυτή είναι η κλίση η οποία γενικά μεγιστοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία ενός ηλιακού συλλέκτη που χρησιμοποιείται κυρίως το καλοκαίρι.
- Ίση με την απόλυτη τιμή του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής, **συν15°**: Αυτή είναι η κλίση η οποία γενικά μεγιστοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία ενός ηλιακού συλλέκτη που χρησιμοποιείται κυρίως τον χειμώνα. Αυτή η κλίση προτείνεται επίσης για τα κρύα κλίματα ώστε να μειωθεί η πιθανότητα συσσώρευσης χιονιού, ή
- Ίση με την κλίση της στέγης στην οποία ο συλλέκτης πρόκειται να εγκατασταθεί : όσον αφορά την ενεργειακή παραγωγή αυτή η επιλογή δεν αντιπροσωπεύει απαραίτητως την βέλτιστη επιλογή, αλλά μπορεί να μειώσει σημαντικά τις δαπάνες εγκαταστάσεων με την εξάλειψη της ανάγκης για δομή υποστήριξης, ή μπορεί να είναι περισσότερο επιθυμητή από άποψη αισθητικής.

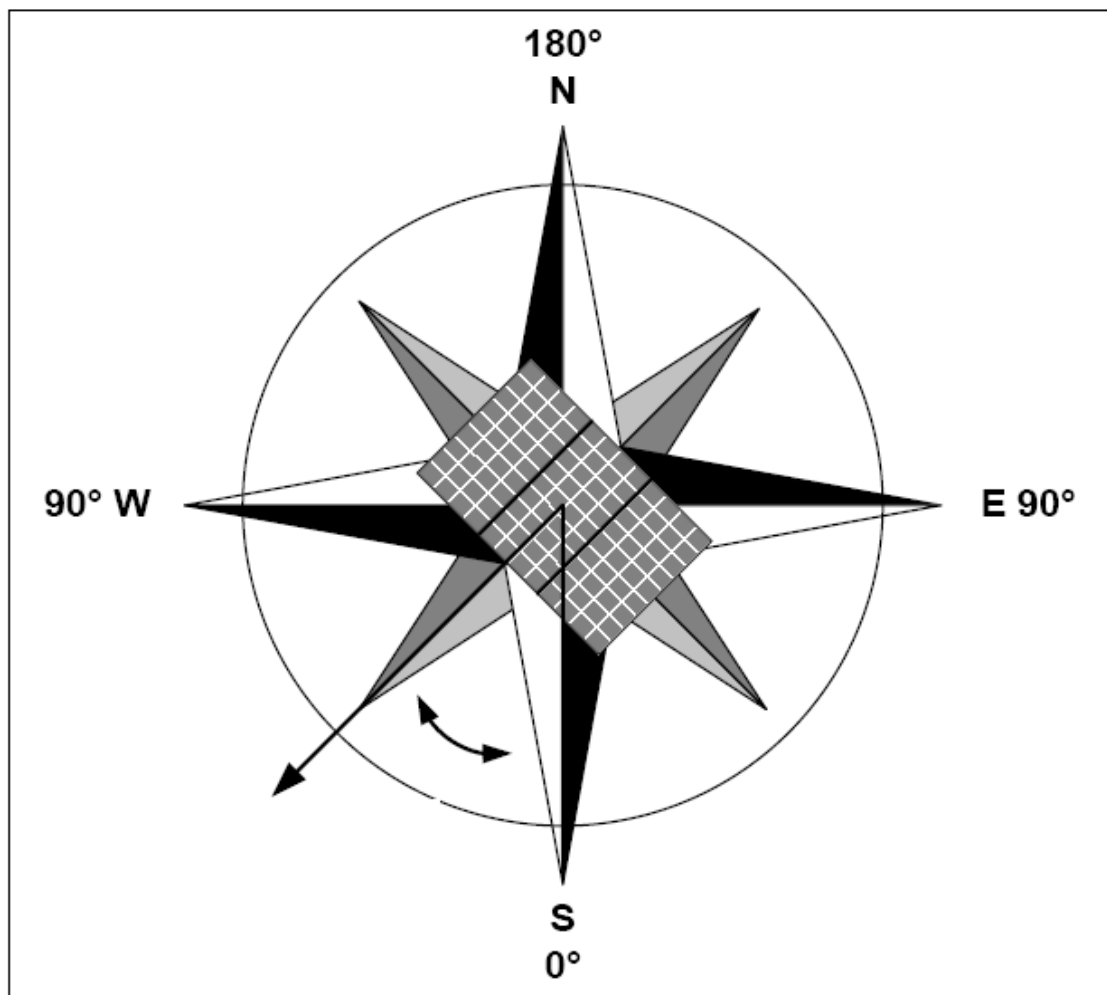
2 Αζιμούθιο του ηλιακού συλλέκτη

Ο χρήστης εισάγει τη γωνία μεταξύ της κατακόρυφης προβολής, της καθέτου στο συλλέκτη πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, με την διεύθυνση του νότου και παίρνει τιμές από +180 μέχρι -180. Χαρακτηριστικές θέσεις +180(Βορράς), +90(ανατολή), 0(νότος), -90(δύση)και -180(Βορράς) .

Ο προτιμώμενος προσανατολισμός θα πρέπει να στρέφεται (αντικρίξει) τον ισημερινό, όπου στην προκειμένη περίπτωση η γωνία του αζιμούθιου είναι 0° στο βόρειο ημισφαίριο και 180° στο νότιο ημισφαίριο. Στην περίπτωση ενός συλλέκτη που τοποθετείται άμεσα στη στέγη ενός κτηρίου, το αζιμούθιο είναι ίσο με αυτό της στέγης, η οποία πρέπει να επιλεγθεί ώστε να αντικρίξει τον ισημερινό όσο το δυνατόν περισσότερο. Παραδείγματος χάριν, ένας ηλιακός συλλέκτης στο βόρειο ημισφαίριο που είναι στραμμένος προς τα νοτιοδυτικά θα είχε γωνία αζιμουθίου 45° (βλ. την εικόνα 6.8 που ακολουθεί.)

Εάν δύο τοίχοι χρησιμοποιούνται, ο μέσος όρος των απόλυτων τιμών του προσανατολισμού πρέπει να υπολογισθεί. Παραδείγματος χάριν, εάν ένας τοίχος είναι 30 βαθμούς δυτικά του νότου (+ 30°) και ο άλλος τοίχος είναι 60 βαθμούς ανατολικά του νότου (-60°), εισάγετε 45 βαθμούς. Εναλλακτικά, εάν ένας τοίχος ήταν προς την ανατολή (-90°), και η άλλος προς δύση (+ 90°) ο μέσος όρος των απόλυτων τιμών θα ήταν 90°.

Σημειώστε ότι το αζιμούθιο πρέπει να εισάγεται σχετικά με τον αληθινό νότο και όχι τον μαγνητικό . Η χρησιμοποίηση της πυξίδας προϋποθέτει την γνώση της μαγνητικής απόκλισης για τον δεδομένο τόπο , με βάση στοιχεία από σχετικούς πίνακες ή χάρτες (περισσότερες πληροφορίες, στη "Μαγνητική Απόκλιση"). Εάν η κατεύθυνση του αζιμουθίου καθορίζεται από τα σχέδια της περιοχής, πρέπει να καθοριστεί ποιο σημείο αναφοράς χρησιμοποιεί ο Βορράς. Η τοποθεσία του Βορρά δεν αντιστοιχεί πάντα στον αληθινό Βορρά, όπως ρυθμίζεται μερικές φορές για την ευκολία στα σχέδια περιοχών και οικοδόμησης.



Εικόνα 6.8.Αζιμούθιο του ηλιακού συλλέκτη [προσαρμοσμένο από τον Ross,1999] Παράδειγμα :συλλέκτης σε 45° στο Βόρειο Ημισφαίριο

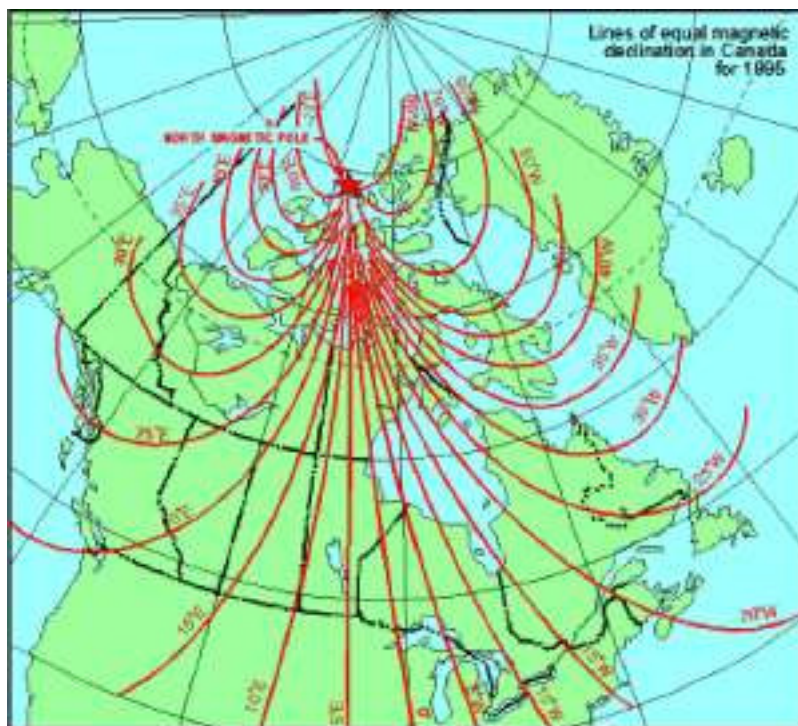
Μαγνητική απόκλιση

Μια μαγνητική πυξίδα δεν δείχνει κανονικά τον αληθινό Βορρά. Στην πραγματικότητα, πάνω από το μεγαλύτερο μέρος της γης, δείχνει σε κάποια γωνία ανατολικά ή δυτικά του αληθινού (γεωγραφικού) Βορρά. Η κατεύθυνση στην οποία η βελόνα της πυξίδας δείχνει αναφέρεται ως μαγνητικός Βορράς, και η γωνία μεταξύ του μαγνητικού Βορρά και της κατεύθυνσης του αληθινού Βορρά καλείται μαγνητική απόκλιση. Οι όροι "παραλλαγή," "μαγνητική παραλλαγή" ή "παραλλαγή πυξίδων" χρησιμοποιούνται συχνά αντί της μαγνητικής απόκλισης, ειδικά από τους ναυτικούς.

Το Website «Φυσικοί Πόροι του Καναδά & Γεωμαγνητισμός

(Natural Resources Canada's Geomagnetic Website) μας παρέχει έναν Υπολογισμό της Μαγνητικής Απόκλισης για οποιαδήποτε θέση (λαμβάνοντας υπόψη το γεωγραφικό πλάτος, το γεωγραφικό μήκος και το έτος) στη γήινη σφαίρα.

Ένα διάγραμμα της μαγνητικής απόκλισης για τον Καναδά δίδεται παρακάτω (διάγραμμα 6.9 βασισμένο στο έτος 1995. Οι μικρές αλλαγές από χρόνο σε χρόνο εμφανίζονται, αλλά μπορούν να παραλειφθούν για τους σκοπούς αυτού του προγράμματος. Μια μαγνητική απόκλιση $10^{\circ}W$, σημαίνει ότι ο μαγνητικός Βορράς είναι 10° δυτικά του αληθινού Βορρά για εκείνη τη θέση και χρονική στιγμή.



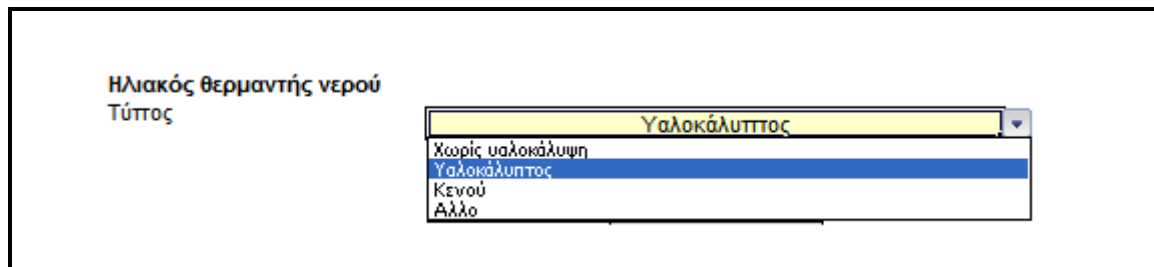
Διάγραμμα 6.9.Γραμμές ίσης μαγνητικής απόκλισης στον Καναδά για το 1995

6.2.4. Ηλιακός θερμαντής νερού

Αυτή η ενότητα εξετάζει τα χαρακτηριστικά (τύπος και περιοχή) του ηλιακού συλλέκτη.

1. Τύπος συλλέκτη

Ο χρήστης επιλέγει τον τύπο συλλεκτών από τις τρεις επιλογές στον κατάλογο με την μπάρα κύλισης: «χωρίς υαλοκάλυψη», «υαλοκάλυπτος» και «κενού» όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί



Αυτές οι τρεις βασικές τεχνολογίες συλλεκτών ηλιακής θέρμανσης νερού παρουσιάζουν διαφορετικές αποδόσεις υπό τους διάφορους κλιματολογικούς όρους, και παρουσιάζουν ακόμη μεγαλύτερες διαφορές σε κόστος ανά επιφάνεια συλλέκτη. Ο χρήστης μπορεί να συμβουλευθεί το RETScreen Online Product Database για περισσότερες πληροφορίες.

Σημειώστε ότι διαφορετικές τεχνολογίες έχουν διαφορετικές δαπάνες, μη υαλοκάλυπτοι συλλέκτες διαθέτουν το χαμηλότερο κόστος και οι συλλέκτες κενού έχουν το υψηλότερο κόστος. Μια ισορροπία πρέπει να επιτευχθεί μεταξύ της αποδοτικότητας και του κόστους.

1.1. Τύποι συλλεκτών στο RETScreen

Οι τρεις τύποι συλλεκτών στο RETScreen είναι οι εξής:

- i. Χωρίς υαλοκάλυψη. Συλλέκτες οι οποίοι αποτελούνται συνήθως από ένα μαύρο πολυμερές σώμα. Δεν έχουν ένα επιλεκτικό επίστρωμα και δεν περιλαμβάνουν πλαίσιο και μόνωση. Συνήθως απλά τοποθετούνται σε μια στέγη ή επάνω σε μια ξύλινη υποστήριξη. Είναι καλοί στη σύλληψη της ηλιακής ενέργειας, αλλά οι θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον αυξάνονται γρήγορα ανάλογα με την θερμοκρασία και την ταχύτητα του αέρα περιβάλλοντος.

- ii. Οι χωρίς υαλοκάλυψη συλλέκτες χρησιμοποιούνται συνήθως στις εφαρμογές που απαιτούν ενεργειακή παράδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες (θέρμανση πισίνας, κατάλληλες θερμοκρασίες νερού για καλλιέργειες ψαριών, κ.λπ.) ενώ συχνά λειτουργούν μόνο την θερινή περίοδο λόγω των υψηλών θερμικών απωλειών του συλλέκτη. Οι ακάλυπτοι συλλέκτες είναι ευαίσθητοι στον άνεμο και συχνά, η αποδοτικότητα αυτών των συλλεκτών εξαρτάται από τον άνεμο.
- iii. Οι υαλοκάλυπτοι συλλέκτες συχνά έχουν ένα επιλεκτικό επίστρωμα και είναι τοποθετημένοι σε ένα πλαίσιο μεταξύ υάλινης επίστρωσης στην πρόσοψη και ενός μονωτικού πάνελ στην πίσω πλευρά του πλαισίου. Είναι καλοί στη σύλληψη της ηλιακής ενέργειας και οι θερμικές τους απώλειες προς το περιβάλλον είναι σχετικά χαμηλές. Υαλοκάλυπτοι συλλέκτες συνήθως χρησιμοποιούνται για απαιτήσεις παροχής ενέργειας σε μέτριες θερμοκρασίες (εσωτερική παροχή ζεστού νερού για την θέρμανση χώρου και εφαρμογές θερμικής επεξεργασίας στους 50°C ή και λιγότερο), σε μεσαία προς κρύα κλίματα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου με την κατάλληλη αντιψυκτική προστασία (π.χ. γλυκόλη). Η αποδοτικότητά τους δεν εξαρτάται από τον αέρα.
- iv. Συλλέκτες κενού έχουν ένα επιλεκτικό επίστρωμα, μέσα σε ένα πλαίσιο από γυάλινη σωλήνα κενού. Είναι καλοί στη σύλληψη της ηλιακής ενέργειας οι θερμικές απώλειές τους προς το περιβάλλον είναι εξαιρετικά χαμηλές. Προς το παρόν τα συστήματα που προωθούνται στην αγορά χρησιμοποιούν αεροστεγείς θερμικές σωληνώσεις σε κάθε αγωγό για να εξαγάγει τη θερμότητα από τον απορροφητή (ένα υγρό ατμοποιείται ενώ βρίσκεται σε επαφή με το θερμασμένο απορροφητή, η θερμότητα ανακτάται στην κορυφή του σωλήνα ενώ ο ατμός συμπυκνώνεται, και επιστρέφει το συμπύκνωμα λόγω βαρύτητας στον απορροφητή). Οι συλλέκτες κενού είναι καλοί για τις εφαρμογές που απαιτούν την διανομή της ενέργειας σε μέτριες έως υψηλές θερμοκρασίες (εσωτερική παροχή ζεστού νερού, θέρμανση χώρου και εφαρμογές θερμικής επεξεργασίας χαρακτηριστικά στους 60°C έως 80°C ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία) στα κρύα κλίματα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου με την αντιψυκτική προστασία. Η αποδοτικότητά των συλλεκτών αυτών είναι ανεξάρτητη από τον αέρα.

1.2. Τεχνική σημείωση (1)

Οι τύποι των εξισώσεων απόδοσης του συλλέκτη που εξετάζονται από το RETScreen.

Πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι εξισώσεις απόδοσης που χρησιμοποιούνται από το RETScreen βασίζονται στη συνολική επιφάνεια και όχι στην επιφάνεια ανοίγματος.

1.2.1.Γενική (γραμμική) εξίσωση απόδοσης

Συνήθως, η απόδοση ενός υαλοκαλυπτου συλλέκτη ή ενός συλλέκτη κενού υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\eta = Fr (\tau \alpha) - [Fr UL] * DT / G \quad (1)$$

όπου:

η είναι η αποδοτικότητα του συλλέκτη [αδιάστατη]

$Fr (\tau \alpha)$ είναι μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει την οπτική απόδοση συλλεκτών [αδιάστατη]

$Fr UL$ είναι μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τις θερμικές απώλειες του συλλέκτη $[(W/m^2)/^{\circ}C]$

DT είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κινούμενου ρευστού το οποίο εισάγεται στον συλλέκτη και του περιβάλλοντος $[^{\circ}C]$

G είναι η ολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη $[W/m^2]$

Οι παράμετροι $Fr (\tau \alpha)$ και $Fr UL$ καθορίζονται από τις τυποποιημένες δοκιμές και είναι διαθέσιμοι για τους περισσότερους συλλέκτες στην αγορά. Όσο μεγαλύτερο είναι το $Fr (\tau \alpha)$, τόσο αποδοτικότερος είναι ο συλλέκτης στη σύλληψη της ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία. Όσο μικρότερο είναι το $Fr UL$, τόσο καλύτερος είναι ο συλλέκτης για να διατηρήσει την συλληφθείσα ενέργεια αντί να έχει απώλειες λόγω της μεταφοράς θερμότητας και αγωγιμότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.

1.2.2.Δευτεροβάθμια εξίσωση απόδοσης

Ορισμένοι κατασκευαστές και εργαστήρια δοκιμών, περιλαμβάνουν ένα τετραγωνικό όρο στην εξίσωση απόδοσης:

$$\eta = Fr (\tau \alpha) - [Fr UL] * DT / G - [Fr UL_T] * DT^2 / G \quad (2)$$

όπου

$Fr UL_T$ είναι ο συντελεστής θερμοκρασίας του $Fr UL$. Το RETScreen επιτρέπει να εισάγονται τέτοιες εξισώσεις. Ωστόσο, ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται εσωτερικά από το RETScreen απαιτεί μια γραμμική εξίσωση, έτσι οι δευτεροβάθμιες εξισώσεις γίνονται γραμμικές από το πρόγραμμα. Όταν είναι διαθέσιμες, είναι καλύτερο να γίνεται χρήση των γραμμικών εξισώσεων απόδοσης και όχι των δευτεροβάθμιων εξισώσεων. Η απόδοση όλων των συλλεκτών στο RETScreen δίνεται σε γραμμική μορφή.

1.2.3.Εξισώσεις αποδοτικότητας.

Μερικά εργαστήρια δοκιμής, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, εκθέτουν τις αποδόσεις των συλλεκτών με γραμμικές ή δευτεροβάθμιες εξισώσεις παρόμοιες με αυτές που παρουσιάστηκαν πιο πάνω (1-2), εκτός από το DT που είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας του συλλέκτη και του περιβάλλοντος. Όλες οι εξισώσεις της απόδοσης του συλλέκτη στο εντύπο του RETScreen μετατράπηκαν στην γραμμική μορφή με τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εισόδου της θερμοκρασίας και περιβάλλοντος.

Εάν ο χρήστης πρέπει να εισάγει την απόδοση του συλλέκτη (είτε γραμμική ή δευτεροβάθμια) στην ευρωπαϊκή μορφή, η τρέχουσα έκδοση του RETScreen δεν θα υπολογίσει σωστά λόγω του ότι οι συντελεστές μετρήθηκαν κατά μέσο όρο, παρά το σημείο εισαγωγής, της θερμοκρασίας του συλλέκτη. Μια πρόχειρη λύση είναι απλά να μειώσει την απόδοση του συλλέκτη κατά 3%. Αυτό γίνεται καλύτερα με την αύξηση των απωλειών που οφείλονται σε χιόνι και ρύπους κατά 3%.

1.2.4.Εξισώσεις απόδοσης που εξαρτώνται από τον αέρα.

Η Εξίσωση (1) χρησιμοποιείται επίσης για τους μη υαλοκαλυπτους συλλέκτες. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθούν τα ακόλουθα σημεία:

- Για μη υαλοκαλυπτους συλλέκτες, το G περιλαμβάνει τις απώλειες των μικροκυμάτων της ακτινοβολίας προς τον ουρανό.
- Για τους περισσότερους μη υαλοκαλυπτους συλλέκτες, οι συντελεστές απόδοσης προσαρμόζονται ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.

Fr (tau alpha) γίνεται: $[Fr (\tau \alpha)] - [Fr (\tau \alpha)] \text{ αέρας} * V$

και Fr UL γίνεται: $[Fr UL] + [Fr UL] \text{ αέρας} * V$

όπου:

$[Fr (\tau \alpha)]$ αέρας και $[Fr UL]$ αέρας είναι δύο διορθωτικοί συντελεστές, που εκφράζονται σε s/m και $(J/m^3)/^{\circ}C$, αντίστοιχα, και V είναι η ταχύτητα αέρα εμπειρικά.

1.2.5.Οι διαφορές μεταξύ της συνολικής επιφάνειας και της επιφάνειας ανοιγμάτων.

Δοκιμές που έχουν γίνει αναφέρουν ότι η απόδοση του συλλέκτη σχετίζεται με την συνολική επιφάνεια, η με αυτή της επιφάνειας ανοίγματος ή και με τις δύο.

- συνολική επιφάνεια είναι η επιφάνεια που καταλαμβάνει ο συλλέκτης, συμπεριλαμβανομένου του πλαισίου. Είναι δηλαδή οι διαστάσεις (το μήκος και το πλάτος) του συλλέκτη.

- επιφάνεια ανοίγματος είναι η μέγιστη επιφάνεια του συλλέκτη από την οποία μπορεί να συλλέγεται η άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Για τους περισσότερους μη υαλοκάλυπτους συλλέκτες, η συνολική επιφάνεια και η επιφάνεια ανοίγματος είναι ίδια. Για τους υαλοκάλυπτους συλλέκτες, η επιφάνεια του ανοίγματος είναι ίση με την συνολική επιφάνεια μείον την περιοχή που καταλαμβάνει το πλαίσιο. Για τους συλλέκτες κενού, η ανοιγμένη επιφάνεια είναι η επιφάνεια που καλύπτεται από τις ίδιες σωλήνες, ενώ η συνολική επιφάνεια περιλαμβάνει την περιοχή μεταξύ των σωλήνων.

Το RETScreen αναμένει βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συλλέκτη όταν χρησιμοποιείται η συνολική επιφάνεια. Αν η απόδοση εκφράζεται σε σχέση με την επιφάνεια των ανοίγματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακόλουθη μετατροπή:

$$\eta_{g} = \eta_{a} \cdot (A_{a} / A_{g})$$

όπου

η_{g} είναι η απόδοση σύμφωνα με την συνολική επιφάνεια,

η_{a} είναι η απόδοση σύμφωνα με την ανοιγμένη επιφάνεια,

A_{g} είναι η συνολική επιφάνεια και A_{a} είναι η επιφάνεια ανοίγματος.

Παράδειγμα.

Ένας συλλέκτης κενού σωλήνα έχει συνολική επιφάνεια 2,140 m² και ανοιγμένη επιφάνεια 1,412 m². Η εξίσωση της απόδοσης του συλλέκτη, με βάση την ανοιγμένη επιφάνεια, είναι:

$$\eta_{a} = 0,813 \text{ με } 1,32 (DT / G) - 0,035 (DT^2 / G)$$

Στη συνέχεια, η εξίσωση της απόδοσης βασίζεται στην συνολική επιφάνεια που προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των συντελεστών της εξίσωσης παραπάνω από 1,412 / 2,140, εξ ου και η εξίσωση απόδοσης που στηρίζονται στην συνολική επιφάνεια είναι:

$$\eta_{g} = 0,536 \text{ με } 0,871 (DT / G) - 0,023 (DT^2 / G)$$

2.Κατασκευαστής ηλιακών συλλεκτών θέρμανσης νερού

Ο χρήστης εισάγει το όνομα του κατασκευαστή του ηλιακού συλλέκτη θέρμανσης νερού. Αυτό είναι για λόγους αναφοράς μόνο. Ο χρήστης μπορεί να συμβουλευθεί την RETScreen Online Βάση δεδομένων προϊόντων για περισσότερες πληροφορίες.

Ηλιακός θερμαντής νερού Τύπος Κατασκευαστής	Υαλοκάλυπτος
	TSA

3.Μοντέλο ηλιακού συλλέκτη θέρμανσης νερού.

Ο χρήστης εισάγει το όνομα του μοντέλου του ηλιακού συλλέκτη θέρμανσης νερού. Αυτό είναι για λόγους αναφοράς μόνο. Ο χρήστης μπορεί να συμβουλευθεί την RETScreen Online Βάση δεδομένων προϊόντων για περισσότερες πληροφορίες

Ηλιακός θερμαντής νερού Τύπος Κατασκευαστής Μοντέλο	Υαλοκάλυπτος
	TSA
	ST3V

4.Συνολική επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη

Ο χρήστης εισάγει την συνολική επιφάνεια ενός συλλέκτη, σε m². Συνολική επιφάνεια είναι η επιφάνεια που καταλαμβάνει ο συλλέκτης, συμπεριλαμβανομένου του πλαισίου του.

Στο RETScreen, όλοι οι υπολογισμοί (συμπεριλαμβανομένης και της απόδοσης των συλλεκτών) είναι βασισμένοι στην συνολική επιφάνεια, εκτός i) της χωρητικότητας του συστήματος SWH, ii) της δεξαμενής αποθήκευσης, iii) της ενέργειας που απαιτεί η αντλία, iv) των προτεινομένων διαστάσεων των σωληνώσεων, και v) του κόστους του εναλλάκτη θερμότητας οι οποίοι βασίζονται στην «ανοιγμένη επιφάνεια» .

Ηλιακός θερμαντής νερού Τύπος Κατασκευαστής Μοντέλο Συνολική επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη	Υαλοκάλυπτος	
	TSA	
	ST3V	
	m ²	2,31

5.Ανοιγμένη Επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη

Ο χρήστης εισάγει την ανοιγμένη επιφάνεια ενός συλλέκτη, σε m^2 , η οποία είναι η μέγιστη επιφάνεια του συλλέκτη πάνω στην οποία μπορεί να συλλεχτεί η ηλιακή ακτινοβολία.

Οι τυπικές επιφάνειες ανοίγματος των συλλεκτών κυμαίνονται από 1 έως 5 m^2 . Η επιφάνεια ανοίγματος είναι πάντα μικρότερη ή το πολύ ίση της ολικής επιφάνειας.

Στο RETScreen, όλοι οι υπολογισμοί (συμπεριλαμβανομένης και της απόδοσης των συλλεκτών) είναι βασισμένοι στην συνολική επιφάνεια, εκτός i) της χωρητικότητας του συστήματος SWH, ii) της δεξαμενής αποθήκευσης, iii) της ενέργειας που απαιτεί η αντλία, iv) των προτεινομένων διαστάσεων των σωληνώσεων, και v) του κόστους του εναλλάκτη θερμότητας οι οποίοι βασίζονται στην «ανοιγμένη επιφάνεια»

Ηλιακός θερμαντής νερού	
Τύπος	Υαλοκάλυπτος
Κατασκευαστής	TSA
Μοντέλο	ST3V
Συνολική επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη	m^2 2,31
Επιφάνεια ανοίγματος ανά ηλιακό συλλέκτη	m^2 2,31

6.Συντελεστής Fr

Ο χρήστης εισάγει το συντελεστή Fr για το συλλέκτη υπό εξέταση

Οι Χαρακτηριστικές τιμές κυμαίνονται από 0.50 ως 0.90. Η υψηλότερη τιμή της κλίμακας εφαρμόζεται σε συλλέκτες χωρίς υαλοκάλυψη, η μέση τιμή σε υαλοκάλυπτους συλλέκτες, ενώ η χαμηλότερη τιμή της κλίμακας εφαρμόζεται στους συλλέκτες κενού.

Για αναλυτικές πληροφορίες, θα πρέπει να ανατρέξετε στην Τεχνική Σημείωση 1. Ο χρήστης μπορεί επίσης να συμβουλευθεί την RETScreen Online Βάση δεδομένων προϊόντων για περισσότερες πληροφορίες.

Συνολική επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη	m^2	2,31
Επιφάνεια ανοίγματος ανά ηλιακό συλλέκτη	m^2	2,31
Συντελεστής Fr (τ α)		0,70

7. Συντελεστής διόρθωσης του Fr λόγω αέρα.

Εάν επιλεγεί ο τύπος συλλέκτη «χωρίς υαλοκάλυψη» ο χρήστης εισάγει το συντελεστή διόρθωσης λόγω αέρα (alpha tau) σε s / m. Ο χρήστης μπορεί να συμβουλευθεί την RETScreen Online Βάση δεδομένων προϊόντων για περισσότερες πληροφορίες.

Οι Χαρακτηριστικές τιμές του συντελεστή διόρθωσης λόγω ανέμου κυμαίνονται από 0.030 ως 0.030 s/m.

8. Fr UL συντελεστής

Ο χρήστης εισάγει τον συντελεστή Fr UL, σε $(W/m^2)/^{\circ}C$

Οι χαρακτηριστικές τιμές κυμαίνονται από 10.00 ως 15.00 $(W/m^2)/^{\circ}C$ για χωρίς υαλοκάλυψη συλλέκτες, από 3.50 ως 6.00 $(W/m^2)/^{\circ}C$, για υαλοκάλυπτος συλλέκτες και για συλλέκτες κενού 0.70 ως 3.00 $(W/m^2)/^{\circ}C$.

Συντελεστής διόρθωσης του Fr UL λόγω αέρα.

Εάν επιλεγεί ο τύπος συλλέκτη «χωρίς υαλοκάλυψη» ο χρήστης εισάγει το συντελεστή διόρθωσης λόγω αέρα (alpha tau) σε $(J/m^3) / ^{\circ}C$. Ο χρήστης μπορεί να συμβουλευθεί την RETScreen Online Βάση δεδομένων προϊόντων για περισσότερες πληροφορίες.

Οι Χαρακτηριστικές τιμές του συντελεστή διόρθωσης λόγω ανέμου κυμαίνονται από 3.0 ως 15.0 $(J/m^3) / ^{\circ}C$.

9. Συντελεστής θερμοκρασίας για τον συντελεστή Fr UL

Εάν επιλεγεί ο τύπος συλλέκτη «υαλοκάλυπτος» ή «κενού», ο χρήστης εισάγει τον συντελεστή θερμοκρασίας του Fr UL για το συλλέκτη υπό εξέταση, σε $W/(m^{\circ}C)^2$

Να σημειωθεί όταν και οι δύο εξισώσεις δηλ. αφ ενός γραμμική και αφ ετέρου η δευτέρου βαθμού είναι διαθέσιμες, η γραμμική εξίσωση πρέπει να χρησιμοποιηθεί αφού δοθεί γραμμική μορφή στις εξισώσεις 2ου βαθμού από το RETScreen. Εάν μια γραμμική εξίσωση αποδοτικότητας χρησιμοποιείται, θέστε το συντελεστή θερμοκρασίας του Fr UL στο 0.

Οι χαρακτηριστικές τιμές κυμαίνονται από 0.000 ως 0.010, αυτή η τελευταία τιμή σχετίζεται με τους συλλέκτες των οποίων οι θερμικές απώλειες αυξάνονται σημαντικά σε σχέση με την θερμοκρασία.

Για αναλυτικές πληροφορίες, θα πρέπει να ανατρέξετε στην Τεχνική Σημείωση 1. Ο χρήστης μπορεί επίσης να συμβουλευθεί την RETScreen Online Βάση δεδομένων προϊόντων για περισσότερες πληροφορίες.

Συντελεστής Fr UL	(W/m ²)/°C	5,00
Συντελεστής θερμοκρασίας για Fr UL	(W/m ²)/°C ²	0,01

10.α. Προτεινόμενος αριθμός συλλεκτών

Το πρόγραμμα υπολογίζει τον προτεινόμενο αριθμό των συλλεκτών. Αυτή η τιμή εξαρτάται από το θερμικό φορτίο, από τον τύπο του συλλέκτη, από τις κλιματολογικές συνθήκες και τέλος από την εποχή της χρήσης. Ο προτεινόμενος αριθμός των συλλεκτών χρησιμοποιείται ως σημείο εκκίνησης μόνον. Είναι σημαντικό να δοκιμάσετε με διαφορετικούς αριθμούς συλλεκτών (βλέπε "αριθμός συλλεκτών") με σκοπό την εξεύρεση της πλέον οικονομικά βέλτιστης επιφάνειας συλλογής για την συγκεκριμένη εφαρμογή.

Σημειώστε ότι η απόδοση των συλλεκτών ποικίλλει ανάλογα με την εποχή χρήσης. Οι συλλέκτες κενού, για παράδειγμα, είναι πιο αποτελεσματικοί από ότι ακάλυπτοι συλλέκτες τον χειμώνα, αλλά η κατάσταση αυτή μπορεί να έχει αντιστραφεί το καλοκαίρι. Για το λόγο αυτό, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και την εποχή της χρήσης, ο αριθμός των συλλεκτών που προτείνονται από το πρότυπο μπορεί να είναι μεγαλύτερος με την επιλογή συλλεκτών κενού απ' ό,τι αν επιλέξουμε με συλλέκτες χωρίς υαλοπίνακες, παρά το γεγονός ότι οι συλλέκτες κενού είναι, κατά μέσο όρο, περισσότερο αποτελεσματικοί.

Ο προτεινόμενος αριθμός συλλεκτών μπορεί να ποικίλλει από ENAN, για τα μικρά οικιακά συστήματα, μέχρι πολλές εκατοντάδες, για τις μεγάλες βιομηχανικές ή εμπορικές εφαρμογές. Το σύμβολο N / A", μπορεί να εμφανιστεί εάν το μοντέλο δεν είναι σε θέση να προτείνει τον αριθμό των συλλεκτών. Στην περίπτωση αυτή, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει έναν αριθμό από συλλέκτες, σε μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία, μέχρις ότου επιτύχει την επιθυμητή ηλιακή κάλυψη (κλάσμα επί %) ή το βέλτιστο οικονομικό αποτέλεσμα.

Σημείωση: Η μέγιστη προτεινόμενη συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών περιορίζεται από το λογισμικό έτσι ώστε να είναι ίση το πολύ με την επιφάνεια της πισίνας. Αυτός είναι ένας κανόνας που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία.

Συντελεστής θερμοκρασίας για Fr UL	(W/m ²)/°C ²	0,01	10
Αριθμός συλλεκτών		15	

10.β.Αριθμός συλλεκτών

Ο χρήστης εισάγει τον πραγματικό αριθμό συλλεκτών για το ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού . Σαν πρώτο βήμα, χρησιμοποιήστε το "Προτεινόμενο Αριθμό Συλλεκτών" που υπολογίζεται από το πρότυπο RETScreen, και έπειτα μεταβάλλεται τον αριθμό έως ότου βρεθεί η βέλτιστη οικονομική λύση.

Ο αριθμός συλλεκτών μπορεί να ποικίλει από το ένα, για τα μικρά οικιακά συστήματα, σε αρκετές εκατοντάδες, για τις μεγάλες εμπορικές ή βιομηχανικές εφαρμογές.

11.Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη

Το πρόγραμμα υπολογίζει την συνολική επιφάνεια των συλλεκτών σε m^2 . Η συνολική επιφάνεια των συλλεκτών μπορεί να κυμανθεί από μερικά τετραγωνικά μέτρα, για ένα οικιακό σύστημα ζεστού νερού, μέχρι σε εκατοντάδες τετραγωνικά μέτρα, για τις μεγάλες εμπορικές ή βιομηχανικές εφαρμογές. Σημειώστε ότι ο χρήστης μπορεί να περιοριστεί από τον διαθέσιμο χώρο πάνω στην στέγη του κτιρίου στην περίπτωση που η στέγη είναι κεκλιμένη κ.λπ..

Αριθμός συλλεκτών	15	10
Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	m^2 34,65	

12.Ισχύς

Το πρόγραμμα υπολογίζει την ισχύ του ηλιακού θερμαντήρα με βάση τα στοιχεία που έχουν δοθεί.

13.Λοιπες απώλειες

Ο χρήστης εισάγει σε ποσοστό επί τις εκατό τις απώλειες του συστήματος.

Ισχύς	kW	24,26
Λοιπές απώλειες	%	3,0%

6.2.5.Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα

Αυτή η υπο-ενότητα ασχολείται με τα χαρακτηριστικά του υπολοίπου του συστήματος, το οποίο περιλαμβάνει σωληνώσεις, αντλίες, και ένα προαιρετικό εναλλάκτη θερμότητας. Στο φύλλο εργασίας «ανάλυση του κόστους», σε γενικές γραμμές τα στοιχεία που παρέχονται είτε από τον κατασκευαστή ηλιακού εξοπλισμού ή που σχετίζονται άμεσα με το ηλιακό κύκλωμα θεωρούνται ως τμήμα της ενότητας "Ενεργειακός Εξοπλισμός". Από την άλλη η εγκατάσταση και τα υλικά που αγοράστηκαν στην τοπική αγορά ή που παρέχονται από τον εγκαταστάτη, θεωρούνται ως μέρος της ενότητας «Ισορροπία του συστήματος».

Για την καλύτερη κατανόηση των διαφόρων συνιστωσών που συμμετέχουν σε διάφορες σχεδιαστικές συνθέσεις ενός συστήματος SWH, πρέπει να μελετηθεί η Τεχνική σημείωση 2

1.Αποθήκευση

Αυτή η υποενότητα εξετάζει τα χαρακτηριστικά της δεξαμενής αποθήκευσης. Ο χρήστης επιλέγει αν στο σύστημα του υπάρχει αποθήκευση ή όχι .

Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα
Αποθήκευση

L/m²

Ναι

Ναι

Όχι

1.1.Χωρητικότητα αποθήκευσης / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη

Ο χρήστης εισάγει τον επιθυμητό αριθμό λίτρων της αποθήκευσης ανά τετραγωνικό μέτρο (ανοιγμένη επιφάνεια) του ηλιακού συλλέκτη (L/m²). Όσο μεγαλύτερη η αποθήκευση, τόσο καλύτερα το σύστημα θα είναι σε θέση να διανύσει μεγάλες περιόδους με μικρή ηλιοφάνεια, αν και αυτή η διάθεση αυξάνει τις απώλειες και το αρχικό κόστος εξοπλισμού.

Η ονομαστική τιμή προτείνεται να είναι 75 L/m². Χαρακτηριστικές τιμές κυμαίνονται από 37.5 ως 100 L/m². Σημειώστε ότι "η αναλογία της ικανότητας αποθήκευσης προς την επιφάνεια συλλεκτών" μπορεί να τροποποιηθεί εάν ο χρήστης θέλει να κρατήσει τον ίδιο όγκο αποθήκευσης στην ανάλυση ευαισθησίας της συνολικής επιφάνειας του συλλέκτη, διαφορετικά η αποθήκευση θα ποικίλει ανάλογα με την συνολική επιφάνεια του συλλέκτη.

1.2.Χωρητικότητα αποθήκευσης

Το πρόγραμμα υπολογίζει την χωρητικότητα της δεξαμενής αποθήκευσης του ζεστού νερού. Μπορεί να κυμανθεί από μερικές εκατοντάδες λίτρα για τις οικιακές εφαρμογές ως αρκετές χιλιάδες λίτρα για τις βιομηχανικές εφαρμογές. Για τις οικιακές εφαρμογές ζεστού νερού, η χωρητικότητα αποθήκευσης είναι χαρακτηριστικά ίση με την καθημερινή χρήση καυτού νερού ή λίγο λιγότερη.

Αποθήκευση	
Χωρητικότητα αποθήκευσης / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	<input type="text" value="58"/>
Χωρητικότητα αποθήκευσης	<input type="text" value="2.009,7"/>
	<input type="text" value="L"/>
	<input type="text" value="L/m²"/>
	<input type="text" value="Ναι"/>

2.Εναλλάκτης θερμότητας

Ο χρήστης επιλέγει εάν ένας εναλλάκτης θερμότητας χρησιμοποιείται ή όχι όπως φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί .

Εναλλάκτης θερμότητας	ναί/όχι	<input type="text" value="Ναι"/>
		<input type="text" value="Ναι"/>
		<input type="text" value="Όχι"/>

Ο χρήστης επιλέγει "Ναι" οπότε το πρότυπο υποθέτει ότι ένα υγρό αντιψυκτικό, όπως η γλυκόλη, κυκλοφορεί διαμέσου των συλλεκτών, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο αντιψυκτική προστασία στο σύστημα το χειμώνα.

Ο χρήστης επιλέγει "Όχι " εάν δεν υπάρχει κανένας εναλλάκτης θερμότητας. Σε αυτήν την περίπτωση η παροχή ζεστού νερού ή νερού πισίνας υποτίθεται ότι κυκλοφορεί μέσω των συλλεκτών, και το σύστημα πρέπει να είναι κλειστό σε συνθήκες παγωνιάς.

2.1.Απόδοση εναλλάκτη θερμότητας

Ο χρήστης εισάγει την απόδοση του εναλλάκτη θερμότητας, σε %. Αυτή η είσοδος είναι διαθέσιμη μόνο εάν γίνει επιλογή εναλλάκτη θερμότητας .Η απόδοση του Εναλλάκτη θερμότητας κυμαίνεται από 50 έως 85%, ανάλογα με τον τύπο που επιλέγεται. Σαν τυπικό αρχικό σημείο για ανάλυση προτείνεται το 80%. Σημειώστε ότι η απόδοση του εναλλάκτη θερμότητας δεν σχετίζεται με τις θερμικές απώλειες του . Μια υψηλότερη απόδοση χαρακτηρίζει τη δυνατότητα του εναλλάκτη θερμότητας να μεταφέρει το ίδιο ποσό θερμότητας από τον ηλιακό κύκλωμα στην παροχή ζεστού νερού αλλά με μια ελάχιστη

διαφορά θερμοκρασίας. Όσο υψηλότερη είναι η απόδοση, τόσο υψηλότερη θα είναι η εποχιακή παραγωγή του συστήματος ηλιακής θέρμανσης νερού.

Προτεινόμενη διάμετρος σωλήνα

Το πρόγραμμα υπολογίζει την προτεινόμενη ονομαστική διάμετρο των σωληνώσεων του ηλιακού συλλέκτη, σε mm. Η τιμή αυτή υπολογίζεται με βάση την συνολική επιφάνεια του συλλέκτη. Η "ονομαστική" τιμή προτείνεται κυρίως για συστήματα ζεστού νερού, χρήσης όπου οι σωληνώσεις χαλκού προτιμούνται για την εγκατάσταση. Συστήματα θέρμανσης για πισίνες χρησιμοποιούν συνήθως 35 mm (1 ½ ") πλαστική σωλήνωση όπως και το σύστημα διήθησης.

Οι τιμές κυμαίνονται από 8 χιλιοστά (3 / 8") για ηλιακούς συλλέκτες μικρής κλίμακας και μέχρι 25 mm (1 ") για συλλέκτες με μεγαλύτερη επιφάνεια. Σημειώστε ότι μια καρτέλα η Ν / Α θα ενημερώνει τον χρήστη όταν ένα μεγάλο ηλιακό σύστημα, θα απαιτήσει μια διάμετρο μεγαλύτερη από 1 ίντσα. Ο χρήστης θα πρέπει στη συνέχεια να υπολογίσει το κόστος της σωλήνωσης με το χέρι στο φύλλο «Ανάλυση κόστους» ή να εξετάσει τον χωρισμό του ηλιακού κυκλώματος του πολλά παράλληλα και μικρότερα κυκλώματα. Ως εκ τούτου, το κόστος των σωληνώσεων θα πρέπει στη συνέχεια να πολλαπλασιάζεται επί τον αριθμό των παράλληλων κυκλωμάτων.

Μικρής διαμέτρου σωληνώσεις (6 mm (¼ ") ή λιγότερο δεν συνιστώνται λόγω των κινδύνων 'φραξίματος» και της απαίτησης για μία αντλία υψηλής πίεσης . Η επιλογή της διαμέτρου του αγωγού θα εξαρτηθεί από την απαιτούμενη ταχύτητα ροής στο ηλιακό κύκλωμα, η οποία είναι ανάλογη με την επιφάνεια του συλλέκτη. Η μέγιστη συνιστώμενη ταχύτητα ροής για την ελαχιστοποίηση των υπερβολικών θορύβων σε μια 25 mm (1") σωλήνα, είναι περίπου 45 L / min (10 GPM). Βασισμένη σε μια μέση θερμοκρασιακή αύξηση του ρευστού κατά 15 ° C μέσω του συλλέκτη , - για μέση ηλιακή ακτινοβολία και τυπικά επίπεδα θερμοκρασίας, - η μέγιστη επιφάνεια συλλέκτη που χρησιμοποιείται για σωλήνωση 25 mm (1 ") του ηλιακού κυκλώματος , εκτιμάται ότι είναι περίπου 80 μ ². Για τα μεγαλύτερα συστήματα (> 80 m²), συνιστάται να χρησιμοποιήσετε περισσότερα από ένα ηλιακά κυκλώματα για τον περιορισμό της διαμέτρου του αγωγού (κάθε κυκλώματος) στα 25 mm (1 "). Ένα αρθρωτό σύστημα που χρησιμοποιεί σωληνώσεις διαμέτρου μέχρι 25 mm (1 ") είναι συχνά λιγότερο δαπανηρό από ό, τι η εγκατάσταση ενός ενιαίου συστήματος με μεγαλύτερη διάμετρο σωλήνα. Σε γενικές γραμμές, είναι επίσης ευκολότερο να ελεγχθεί και να λειτουργήσει σωστά.

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΥΛΛΕΚΤΗ
8 (3/8")	
12 (½")	7 — 23
20 (¾")	18 — 48
25 (1")	35 — 80

Πίνακας
6.10.Επιλογή
σωλήνας

3.Ισχύς αντλίας / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη

Ο χρήστης εισάγει την ισχύ αντλίας ανά μονάδα ενεργής επιφάνειας συλλέκτη, σε W/m^2 . Αυτή η τιμή χρησιμοποιείται για να υπολογίσει την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για να λειτουργήσει ένα σύστημα ηλιακής θέρμανσης νερού [SWH].

Αυτή η τιμή θα τεθεί μηδέν για τα ακόλουθα συστήματα:

- Θερμοσιφωνικά συστήματα, δεδομένου ότι δεν απαιτείται αντλία για αυτό το ηλιακό σύστημα
- Συστήματα με φωτοβολταϊκά - τροφοδοτούμενες αντλίες - , δεδομένου ότι η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια.
- Υπαίθρια συστήματα κολυμβητικών πισινών όταν η αντλία των συστημάτων διήθησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για το ηλιακό κύκλωμα (όταν το ηλιακό κύκλωμα απαιτεί υψηλή υδροστατική πίεση [high head] (π.χ. συλλέκτες τοποθετημένοι σε σημείο ψηλότερο από το επίπεδο της πισίνας). Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να απαιτηθεί μια εφεδρική αντλία και
- Βιομηχανικού τύπου συστήματα όπου το νερό απλά διοχετεύεται μέσω των συλλεκτών πριν παραδοθεί στο φορτίο ζήτησης.

Στα Ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού ανοικτού κυκλώματος ,απαιτείται γενικά μόνο μια αντλία για να κυκλοφορήσει το νερό από τη δεξαμενή διαμέσου των ηλιακών συλλεκτών. Τιμές που κυμαίνονται από 3 έως 22 W/m^2 είναι χαρακτηριστικές. Χρησιμοποιείστε υψηλότερες τιμές εάν η διάμετρος του ηλιακού βρόχου είναι μικρή ή το μήκος είναι αρκετά μεγάλο σε αναλογία με την ενεργό επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΥΛΛΕΚΤΗ m ²	ΑΝΤΛΙΑ W	ΙΣΧΥΣ ΑΝΤΛΙΑΣ/ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ W/m ²
2 – 6	20 – 45	3 – 20
6 – 12	85	7 – 15
12 – 35	185	5 – 15
35 – 60	205	3.5 – 6

Πίνακας 6.11.Χαρακτηριστικές ηλιακές αντλίες που χρησιμοποιούνται ανάλογα με το μέγεθος των συλλεκτών

Με τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού κλειστού κυκλώματος χρησιμοποιείται ένα μίγμα αντιψυκτικού που ενεργοποιείται στα κρύα κλίματα.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ισχύς της αντλίας πρέπει να είναι μεγαλύτερη απ ότι στα ανοικτού τύπου συστήματα που ενεργοποιούνται σε ήπια κλίματα. Αυτό, για την αντιστάθμιση, όταν το σύστημα ξεκινά, λόγω του υψηλού ιξώδους του κρύο ρευστού που μεταφέρεται στην εξωτερική σωλήνωση.

Σε μεγάλα έμμεσης κυκλοφορίας ηλιακά συστήματα(SWH) με αποθήκευση και χρήση εξωτερικού εναλλάκτη θερμότητας, (βλέπε Τεχνική σημείωση 2, σημείο 3.Α.ii), χρησιμοποιείστε 1,5 έως 2 φορές την εκτίμηση που δίδεται στον προηγούμενο πίνακα, δεδομένου ότι υπάρχουν συνήθως δύο αντλίες που απαιτούνται για τη λειτουργία αυτών των συστημάτων

4.α.Απώλειες Σωληνώσεων Και Δεξαμενής αποθήκευσης(λοιπές απώλειες).

Ο χρήστης εισάγει μια επί τοις εκατό (%) λογιστική τιμή για τις απώλειες Θερμότητας από Τις Σωληνώσεις και / ή τη Δεξαμενή προς τον περιβάλλοντα χώρο. Οι απώλειες Θερμότητας θεωρούνται ως ένα κλάσμα(ποσοστό) της Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας (ηλιακή ενέργεια). Αυτό Το ποσοστό εξαρτάται από διάφορους παράγοντες:

- Στα συστήματα που δεν προβλέπουν την αποθήκευση οι μόνες απώλειες είναι αυτές των σωληνώσεων που εξαρτώνται από το μήκος της σωλήνωσης. Εισάγετε 1 ή 2% εάν υπάρχει μικρή απόσταση (σχετικά πάντα με την επιφάνεια του συλλέκτη) μεταξύ του συλλέκτη και του υπολοίπου συστήματος, και εισάγετε μια τιμή μεταξύ 4 και 8% σε αντίθετη περίπτωση.. Χρησιμοποιήστε τις χαμηλότερες τιμές για καλά μονωμένη σωλήνωση και τις υψηλότερες τιμές για σωληνώσεις με κακή ή/και αναποτελεσματική μόνωση.
- Σε συστήματα με αποθήκευση, επιπλέον απώλειες θερμότητας από τη δεξαμενή πρέπει να ληφθούν υπόψη. Πληκτρολογήστε ένα επιπλέον 5 με 10% για τις απώλειες της δεξαμενής.
- Οι παραπάνω τιμές μπορούν να μειωθούν αν το σύστημα χρησιμοποιείται μόνο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ή η δεξαμενή ζεστού νερού είναι εγκατεστημένη σε ένα κλειστό / ζεστό δωμάτιο (π.χ. μηχανοστάσιο όπου συχνά μπορεί και να υπερθερμαίνεται όπως π.χ. σε εμπορικά κτίρια). Χαμηλότερες τιμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όταν οι απώλειες προς το περιβάλλον είναι χαμηλότερες και επειδή τα συστήματα αυτά μπορούν να αντισταθμίσουν μερικές φορές κάποιες από τις απώλειες από τη συλλογή επιπλέον ενέργειας που διαφορετικά θα πήγαινε χαμένη.

Σημειώστε επίσης ότι ορισμένες από τις απώλειες θερμότητας από το εσωτερικό της δεξαμενής και από τις σωληνώσεις μπορεί να συνεισφέρουν στη θέρμανση του χώρου κατά τους χειμερινούς μήνες.

4.β. Απώλειες που οφείλονται σε χιόνι η και ρύπους

Ο χρήστης εισάγει το ποσοστό της ενέργειας που χάνεται λόγω της απόφραξης του ηλιακού συλλέκτη από το χιόνι ή / και ακαθαρσίες. Η τιμή αυτής της παραμέτρου εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες, από τη γωνία κλίσης του συλλέκτη, και από την παρουσία ή όχι προσωπικού στις εγκαταστάσεις για να καθαρίσει του συλλέκτες από το χιόνι και τη βρωμιά. Ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες, χρησιμοποιείστε μια τιμή από 2 έως 5% για συλλέκτες σωλήνων κενού τοποθετημένες σε επίπεδες επιφάνειες ή καλοδιατηρημένους συλλέκτες, και 3 έως 10% για άλλους συλλέκτες.

5. Τιμή ηλεκτρισμού

Ο χρήστης εισάγει την τιμή του ηλεκτρισμού ώστε το πρόγραμμα να προβεί στους απαραίτητους υπολογισμούς.

Εναλλάκτης θερμότητας	ναί/όχι	Ναι
Απόδοση εναλλάκτη θερμότητας	%	75,0%
Λοιπές απώλειες	%	2,0%
Ισχύς αντλίας / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	W/m ²	5,00
Τιμή Ηλεκτρισμού	€/kWh	0,110

6.2.6. Περίληψη

1. Ηλεκτρική ζήτηση-αντλία

Το πρόγραμμα υπολογίζει κατά προσέγγιση το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας (MWh) που είναι αναγκαία για τη λειτουργία των αντλιών του ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού κατά τους μήνες της χρήσης του. Αυτή η τιμή εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία και είναι ανάλογη με την «ισχύ άντλησης ανά μονάδα επιφανείας συλλέκτη», την «ανοιγμένη επιφάνεια ανά συλλέκτη» και τον «αριθμό των συλλεκτών» που έχουν εισαχθεί σαν δεδομένα. Η τιμή αυτή μεταφέρεται στο φύλλο εργασίας «Ανάλυση κόστους» για τον υπολογισμό του ετήσιου κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας του συστήματος.

2. Αποδιδόμενη θερμότητα

Το πρόγραμμα υπολογίζει το ποσό της ενέργειας που παρέχεται από τους Ηλιακούς συλλέκτες ανά μονάδα μικτής επιφάνειας συλλέκτη για τους μήνες που αναλύθηκαν, σε kWh / m². Αυτή η τιμή εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται , από τις κλιματολογικές συνθήκες , τη χρήση

ή μη ενός εναλλάκτη Θερμότητας, την ημερήσια ποσότητα ζεστού νερού χρήσης, κ.λπ. Η τιμή αυτή είναι συνήθως 200 με 800 KWh / m² για ένα σύστημα που λειτουργεί για 12 μήνες ετησίως.

2.1. Απόδοση συστήματος

Το πρόγραμμα υπολογίζει την απόδοση του συστήματος (%) για τους μήνες που αναλύθηκαν. **Αποδοτικότητα του συστήματος είναι ο λόγος της «Ηλιακής ενέργειας που παραλαμβάνεται από το σύστημα» προς την «προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένη επιφάνεια».** Σημειώστε ότι η απόδοση του συστήματος δεν λαμβάνει υπόψη την (παρασιτική) ενέργεια άντλησης. Για συστήματα θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης, η ετήσια αποδοτικότητα τους είναι συνήθως μεταξύ 30 έως 50%, ανάλογα με το κλίμα, το μέγεθος του συστήματος και το φορτίο του νερού θέρμανσης. **Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το ηλιακό κλάσμα, τόσο χαμηλότερη είναι η απόδοση του συστήματος (για να πετύχουμε υψηλό ηλιακό κλάσμα, αυξάνεται η περιοχή συλλογής και το σύστημα λειτουργεί πιο συχνά σε υψηλές θερμοκρασίες, με χαμηλότερη απόδοση).** Συστήματα κολυμβητικών δεξαμενών είναι δυνατόν να παρουσιάζουν υψηλότερες αποδόσεις, μέχρι και 60%.

3. Ηλιακός λόγος

Το πρόγραμμα υπολογίζει το κλάσμα (%) του φορτίου που απαιτείται για τη θέρμανση του νερού (για τους μήνες της ανάλυσης) το οποίο εξυπηρετείται από το ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού. Για την εξυπηρέτηση των απαιτήσεων σε ζεστό νερό, οι ετήσιες ενεργειακές ανάγκες που καλύπτονται από ένα σύστημα SWH (το «ηλιακό κλάσμα» δηλ.) είναι συνήθως μεταξύ 10 έως 70% του ετήσιου φορτίου θέρμανσης του νερού, ανάλογα φυσικά με το κλίμα, το μέγεθος και το φορτίο του συστήματος. Το βέλτιστο μέγεθος από πλευράς κόστους/απόδοσης του συστήματος επιτυγχάνεται γενικά για ηλιακά κλάσματα μεταξύ 30 έως 50%, και για 12 μήνες λειτουργίας.

- για τα περισσότερα συστήματα θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης με ηλιακή ενέργεια, χωρίς αποθήκευση, η τιμή αυτή δεν υπερβαίνει το 15%.
- για συστήματα με αποθήκευση, η τιμή αυτή μπορεί να κυμαίνεται οπουδήποτε μεταξύ 10 και 70%. συστήματα σχεδιασμένα για ετήσια μακροπρόθεσμη λειτουργία σε εύκρατα κλίματα, το ηλιακό κλάσμα κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 30 και 50%.
- για πισίνες, η τιμή του μπορεί να κυμαίνεται από 10 έως 100 % (συνήθως 70 με 100% στην περίπτωση των εποχικών εξωτερικών πισινών).

4.Τεχνική σημείωση (2)

Προθέρμανση του συστήματος - Διαμορφώσεις για εφαρμογές παροχής ζεστού νερού

1.Θερμοσίφωνικο σύστημα:

- είναι ένα απλό και αξιόπιστο σύστημα που χρησιμοποιείται ευρέως για ζεστό νερό σε όλο τον κόσμο. Το σύστημα αυτό για την λειτουργία του χρειάζεται μόνο τον ήλιο. Δεν χρησιμοποιεί αντλίες , ούτε όργανα ελέγχου και δεν περιλαμβάνει κινούμενα μέρη. ο ρυθμός της κυκλοφορίας του ζεστού νερού από τον συλλέκτη στο δοχείο συλλογής και του κρύου νερού από το δοχείο στο συλλέκτη , εξαρτάται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Για να λειτουργήσει το σύστημα με απόδοση , πρέπει το δοχείο αποθήκευσης του ζεστού νερού να τοποθετηθεί ψηλότερα από τον συλλέκτη. Αυτό όμως πολλές φορές παρουσιάζει δυσκολίες ανάλογα με την θέση τοποθέτησης και το βάρος του δοχείου. Επιπλέον υπάρχει πρόβλημα αισθητικής . Επίσης λόγω του ότι πρέπει να έχουμε μικρές όσο το δυνατόν αντιστάσεις τριβής του νερού στις σωληνώσεις αναγκάζομαστε τους αγωγούς στην πλάκα απορρόφησης καθώς επίσης και τους σωλήνες κυκλοφορίας να τους κατασκευάζουμε με μεγάλη σχετικά διάμετρο. Δηλαδή είναι κάτι παρόμοιο με τα καλοριφέρ με φυσική ροή.

(Σημειώστε ότι καλά σχεδιασμένα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας μπορεί να έχουν παρόμοια απόδοση θερμότητας με αυτά που χρησιμοποιούν αντλία και μπορούν να εξεταστούν σε μια προ - ανάλυση επιτευξιμότητας χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα RETScreen.)

2.Άμεσα συστήματα βρόχων (που αντλούνται):

- Σύστημα χωρίς εναλλακτη θερμότητας όπου το ζεστό νερό κυκλοφορεί άμεσα στον ηλιακό βρόχο
- Απλό, χαμηλού κόστους σχέδιο κατάλληλο για τα θερμά κλίματα ή τις εποχιακές εφαρμογές στα κρύα κλίματα.

(Σημειώστε ότι υαλοπίνακες ηλιακών θερμοσιφώνων εξωτερικής πισίνας είναι σύστημα άμεσου βρόχου που συνδέεται σύμφωνα με το σύστημα διήθησης.)

3.Έμμεσα συστήματα κλειστά :

- Πιθανή χρήση ενός μίγματος αντιψυκτικού στον ηλιακό βρόχο

- Απαιτεί έναν εναλλακτική θερμότητας:

A. εξωτερικός τύπος

I) εξωτερικός με τη φυσική κυκλοφορία (τύπος «δευτερεύων-βραχιόνων» που λειτουργεί όπως ένα θερμοσιφωνικό σύστημα) αποφεύγει τη χρήση ενός δευτεροβάθμιου κυκλοφορητή στα μικρότερα συστήματα (από το σχήμα 6.12, το παράδειγμα Β) και

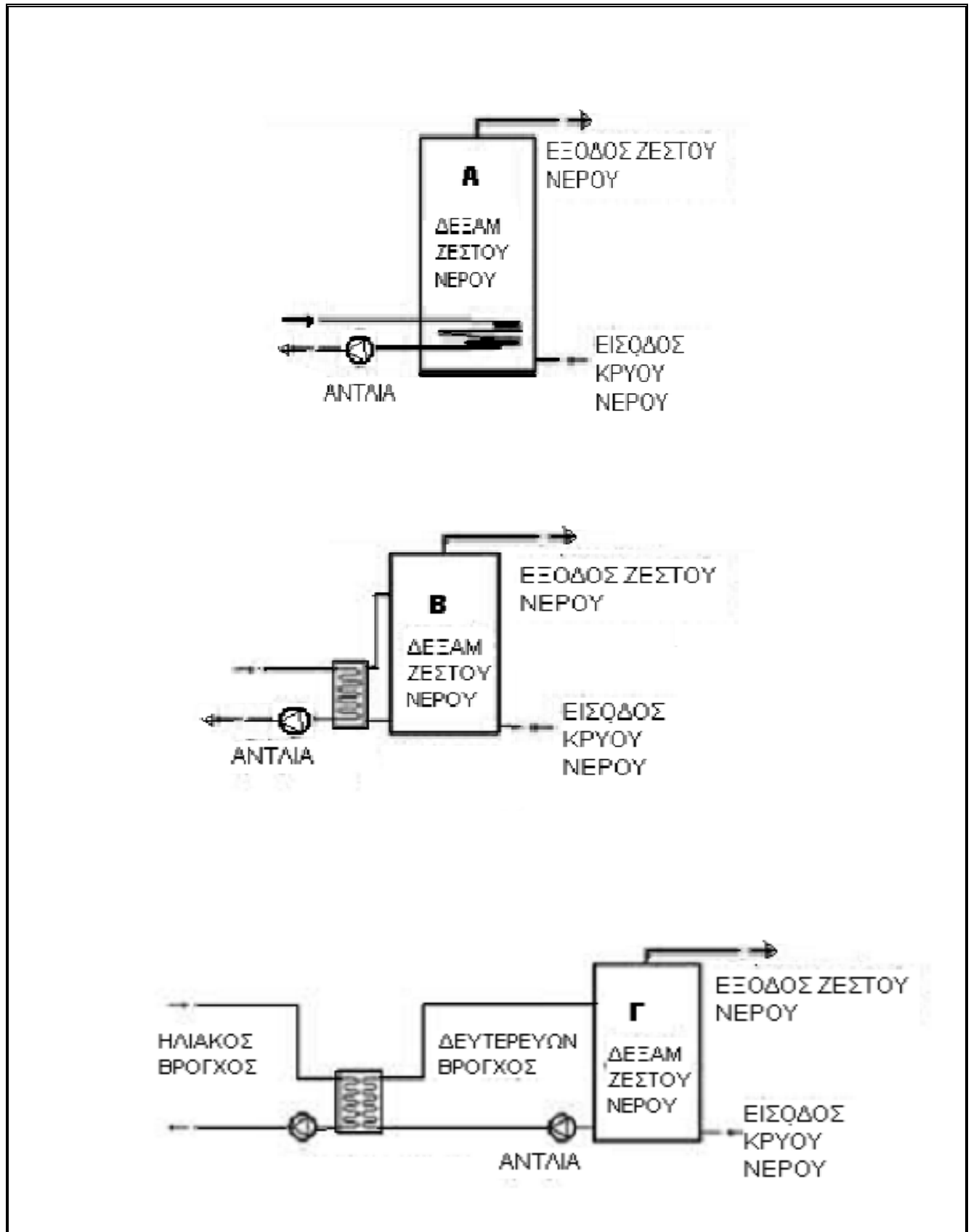
II) εξωτερικός με έναν δευτεροβάθμιο βρόχο που χρησιμοποιεί έναν δευτεροβάθμιο κυκλοφορητή , είναι ένα κοινό σχέδιο για τα μεγαλύτερα συστήματα (15 τετρ.μέτρα και ανωτέρω) (από το σχήμα 6.12, παράδειγμα Γ).

B. Σπείρα

-τοποθετείται σε δεξαμενή (επίσης αποκαλούμενη εσωτερική σπείρα) (από το σχήμα 6.12, παράδειγμα Α) και

Γ. περικάλυμμα

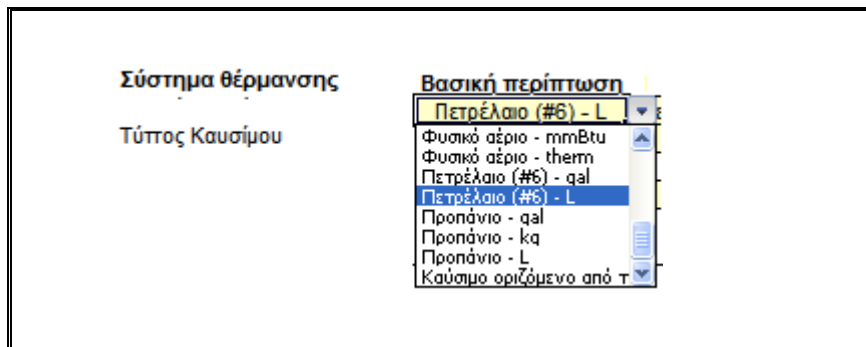
- τοποθετείται γύρω από την δεξαμενή η μέσα σε αυτήν.



Σχήμα 12. Συστήματα βρόγχων

Τύπος Καυσίμου

Ο χρήστης εισάγει τον τύπο καυσίμου που χρησιμοποιεί για να λειτουργήσει το ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού. Αυτή η είσοδος θα χρησιμοποιηθεί για να υπολογίσει την ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας θέρμανσης στο οικονομικό φύλλο εργασίας.



6.3.Ενεργειακό μοντέλο (πισίνα)

Ενεργειακό Μοντέλο RET Screen - Έργο παραγωγής θερμότητας

Έργο παραγωγής θερμότητας

Τεχνολογία **Ηλιακός θερμαντής νερού**

Χαρακτηριστικά φορτίου Πισίνα

Εφαρμογή Ζεστό νερό

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος Επιφάνεια	m ²	0,0	
Χρήση καλύμματος	ώρες/ημ		
Θερμοκρασία Νερό αναπλήρωσης	°C		
Καταφύγιο από άνεμο - εποχή χρήσης	%εβδ		
Σκίαση - εποχή χρησιμοποίησης	%		

Ποσοστό χρήσης μήνα

Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής		
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C	
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C	

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση	Εξοικονομούμενη ενέργεια #ΔΙΑΡ/0!	Αύξηση αρχικού κόστους
Ζήτηση θερμότητας	MWh	0,0	0,0		

Αξιολόγηση πηγών

Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου		Σταθεροποιημένα
Κλίση	°	
Αζιμούθιο	°	

Δείξε δεδομένα

Ηλιακός θερμαντής νερού

Τύπος			\$	-
Κατασκευαστής				
Μοντέλο				
Συνολική επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη	m ²			
Επιφάνεια ανοίγματος ανά ηλιακό συλλέκτη	m ²			
Συντελεστής Fr (τ α)				
Διόρθωση ανέμου για Fr (τ α)	s/m			
Συντελεστής Fr UL	(W/m ²)/°C			
Διόρθωση ανέμου για Fr UL	(J/m ²)/°C			
Αριθμός συλλεκτών				#ΔΙΑΠ/0!
Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	m ²	0,00		
Ισχύς	kW	0,00		
Λοιπές απώλειες	%			

Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα

Εναλλάκτης θερμότητας	ναι/όχι			
Λοιπές απώλειες	%			
Ισχύς αντλίας / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	W/m ²			
Τιμή Ηλεκτρισμού	\$/kWh			

Περίληψη

Ηλεκτρική ζήτηση - αντλία	MWh	0,0		
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	0,0		
Ηλιακός λόγος	%	-		

Σύστημα θέρμανσης

	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη	
Διακρίβωση έργου			
Τύπος Καυσίμου			
Επιταχιστική απόδοση			
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	#Δ/Υ	#Δ/Υ	#Δ/Υ
Τιμή Καυσίμου	#Δ/Υ	#Δ/Υ	#Δ/Υ
Κόστος καυσίμου	\$	#Δ/Υ	#Δ/Υ

Εικόνα 13.Φύλλο ενεργειακού μοντέλου-πισίνα

Παρατηρώντας ο χρήστης το φύλλο του ενεργειακού μοντέλου(εικόνα 13), για εφαρμογή πισίνας μπορεί να δει ότι η διαφορές με το αντίστοιχο φύλλο για ζεστό νερό είναι ελάχιστες και είναι οι παρακάτω.

1. Τύπος πισίνας

Ο χρήστης επιλέγει τον τύπο της πισίνας από τις δύο επιλογές στον κατάλογο: "Εσωτερικά" και "εξωτερικά"

Τύπος	Μονάδα	Βασική περίπτωση
		Εσωτερικά
		Εξωτερικά

Οι εξωτερικές πισίνες δοκιμάζουν τους κλιματολογικούς όρους που καθορίζονται στο Μηνιαίο τμήμα Εισαγωγών. Η ταχύτητα αέρα πολλαπλασιάζεται με τον παράγοντα μείωσης απο τον "Συντελεστή Προφύλαξης Αέρα". Η άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία επάνω στη πισίνα πολλαπλασιάζεται με τον παράγοντα μείωσης που καθορίζεται στο θέμα "Παράγοντας σκίασης πισίνας". Η θερμοκρασία του ουρανού υπολογίζεται από τα μετεωρολογικά στοιχεία που εισάγονται από τον χρήστη.

Οι ακόλουθες υποθέσεις γίνονται στους κλιματολογικούς όρους για την αξιολόγηση των εσωτερικών πισινών στο πρότυπο: περιβαλλοντική θερμοκρασία 27°C, περιβαλλοντική σχετική υγρασία 60%, εσωτερική κίνηση αέρα ισοδύναμη με την ταχύτητα του αέρα των 0,1 m/s. Γενικά, δεν υπάρχει κανένα άμεσο ή διάχυτο ηλιακό γεγονός ακτινοβολίας επάνω στην πισίνα. Η θερμοκρασία ουρανού είναι 27°C. Επιπλέον, υποτίθεται ένα κανονικό επίπεδο δραστηριότητας στη πισίνα.

2.Επιφάνεια πισίνας

Ο χρήστης εισάγει την επιφάνεια της πισίνας, σε m². Οι τιμές κυμαίνονται από 20 m² για μικρές οικιακές πισίνες, σε 1,000 m² ή περισσότερο για πισίνες πόλης και υδάτινα πάρκα.

Τύπος Επιφάνεια	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
		m ²	Εσωτερικά 48,0

3.Χρήση καλύμματος

Ο χρήστης εισάγει τον αριθμό ωρών ανά ημέρα (h/d) κατά τον οποίο ενα κάλυμμα τίθεται στη πισίνα. Το πρότυπο υποθέτει ότι η κάλυψη είναι κυρίως τη νύχτα, και εκείνο το 90% της πισίνας καλύπτεται από το κάλυμμα.

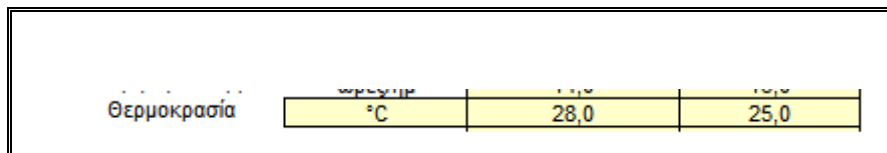
Εισάγετε 0 εάν δεν χρησιμοποιείται κάλυμμα . Εάν η πισίνα είναι ανοικτή n ώρες ανά ημέρα και η κάλυψη χρησιμοποιείται όποτε η πισίνα είναι κλειστή, εισάγετε 24 –n, παραδείγματος χάριν εάν μια κοινοτική πισίνα είναι ανοικτή 8 ώρες ημερησίως, εισάγετε 16.

Τύπος Επιφάνεια Χρήση καλύμματος	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
		m ²	Εσωτερικά 48,0
	ώρες/ημ	14,0	16,0
	°C	28,0	25,0

4. Επιθυμητή θερμοκρασία πισίνας

Ο χρήστης εισάγει την ελάχιστη επιθυμητή θερμοκρασία της πισίνας. Αυτό είναι το καθορισμένο σημείο θερμοκρασίας της πισίνας.

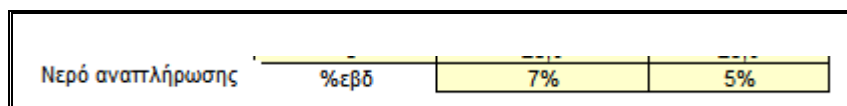
Οι χαρακτηριστικές τιμές κυμαίνονται από 22°C για την προπόνηση αθλητών, ως 27°C για την ψυχαγωγική κολύμβηση, ως 35°C για τις θεραπευτικές πισίνες.



5. Νερό αναπλήρωσης

Ο χρήστης εισάγει το ποσοστό του νερού της πισίνας που ανανεώνεται κάθε εβδομάδα, με εξαίρεση την προσθήκη του νερού για εξισορρόπηση λόγω εξάτμισης. Αυτό το ποσό είναι αντιπροσωπευτικό του επιπέδου δραστηριότητας των πισινών. Περιλαμβάνει την επανόρθωση για το νερό που χάνεται όταν βγαίνουν οι κολυμβητές από την πισίνα και την περιοδική ανανέωση του νερού που γίνεται για λόγους υγιεινής (παλίνδρομο κύμα: καθαρισμός του συστήματος διήθησης που χρησιμοποιεί τις αντίστροφες ροές του νερού). Αυτή η αξία είναι χαρακτηριστικά μεταξύ 5 και 10%. Γενικά, η χαμηλότερη αξία θα χρησιμοποιηθεί για μια οικιακή πισίνα με χαμηλό επίπεδο δραστηριότητας, και την υψηλότερη αξία για δημόσιες πισίνες με υψηλό επίπεδο δραστηριότητας.

Σημειώστε ότι το πρότυπο μπορεί να δεχτεί υψηλότερη αναλογία τιμών: παραδείγματος χάριν, περισσότερο από 25% εάν ο χρήστης θέλει να εκφράσει την περίπτωση μιας δημοτικής πισίνας όπου το νερό ανανεώνεται εντελώς κάθε μήνα για λόγους υγιεινής, ή ακόμα και υψηλότερη από 100% στην περίπτωση ενός θεραπευτικού ή κέντρου ιαματικών λουτρών με τον μη-χλωριωμένο νερό ή νερά πηγής όπου το νερό ανανεώνεται συνεχώς.



6.3.2.Ποσοστο χρήσης/μήνα

Ποσοστό χρήσης μήνα	Μήνας		
	Ιανουάριος	100%	100%
	Φεβρουάριος	100%	100%
	Μάρτιος	100%	100%
	Απρίλιος	100%	100%
	Μαΐος	100%	100%
	Ιούνιος	100%	100%
	Ιούλιος	100%	100%
	Αύγουστος	100%	100%
	Σεπτέμβριος	100%	100%
	Οκτώβριος	100%	100%
	Νοέμβριος	100%	100%
	Δεκέμβριος	100%	100%

1.Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής νερού - ελάχιστη και μέγιστη

Ο χρήστης επιλέγει τον τύπο μεθόδου που χρησιμοποιείται για να διευκρινίσει την θερμοκρασία του κρύου νερού (κεντρικών αγωγών). Οι επιλογές είναι: "τύπος" και "οριζόμενο από το χρήστη."

Εάν επιλεγθεί το "τυπος", το πρότυπο υπολογίζει αυτόματα τη θερμοκρασία του κρύου νερού από τα στοιχεία θερμοκρασίας που διευκρινίζονται στο τμήμα Μηνιαίων Εισαγωγών. Η ετήσια ελάχιστη και μέγιστη που αντιστοιχούν παρουσιάζονται στις επόμενες δύο γραμμές.

Εάν επιλεγθεί " οριζόμενο από το χρήστη", οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές θερμοκρασίας κρύου νερού εισάγονται από το χρήστη. Στο βόρειο ημισφαίριο το πρότυπο υποθέτει ότι η ελάχιστη θερμοκρασία εμφανίζεται το Φεβρουάριο και το μέγιστο τον Αύγουστο; ένα ημιτονοειδές σχεδιάγραμμα θερμοκρασίας χρησιμοποιείται για τους υπόλοιπους μήνες. Η κατάσταση αντιστρέφεται στο νότιο ημισφαίριο.

Εάν το νερό του κεντρικού αγωγού προέρχεται από ένα καλό βάθος, του οποίου η θερμοκρασία είναι σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ο χρήστης πρέπει να θέσει τη μέθοδο υπολογισμού σε " οριζόμενο από το χρήστη" και να θέσει την ελάχιστη και την μέγιστη τιμή ίσα με τη θερμοκρασία φρεατίων.

Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής		Τύπος
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C	1,0
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C	11,1

6.4. Ανάλυση κόστους

Ως τμήμα του λογισμικού ανάλυσης προγράμματος ανανεώσιμης ενέργειας RETScreen, το φύλλο εργασίας Ανάλυσης κόστους χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τον χρήστη να εκτιμήσει τις δαπάνες που συνδέονται με ένα πρόγραμμα ηλιακής θέρμανσης νερού.

6.4.1. Ρυθμίσεις

Υπάρχουν δυο μέθοδοι που μπορεί ο χρήστης να επιλέξει. Η **μέθοδος 1** η οποία είναι πιο συνοπτική και η **μέθοδος 2** η οποία απαιτεί την εισαγωγή περισσότερων δεδομένων, και προχωρεί σε ένα πιο αναλυτικό υπολογισμό όσο αφορά τα διαφορά κόστη της εγκατάστασης.

Ανάλυση κόστους RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας					
Ρυθμίσεις					
<input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 1	<input checked="" type="radio"/> Σημειώσεις/Εύρος	Σημειώσεις/Εύρος <input type="text" value="Καμία"/>			
<input type="radio"/> Μέθοδος 2	<input type="radio"/> Δεύτερο νόμισμα				
	<input type="radio"/> Κατανομή κόστους				
Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος
Μελέτη σκοπιμότητας					
Μελέτη σκοπιμότητας	Κόστος			€	-
Υπο-σύνολο:				€	-
Ανάπτυξη					
Ανάπτυξη	Κόστος			€	-
Υπο-σύνολο:				€	-
Μηχανολογικά					
Μηχανολογικά	Κόστος			€	-
Υπο-σύνολο:				€	-
Σύστημα θέρμανσης					
Ηλιακός θερμαντής νερού					
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
				€	-
Υπο-σύνολο:				€	-
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα					
Ανταλλακτικά	%			€	-
Μεταφορά	έργο			€	-
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα			€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
Απρόβλεπτα	%		€	-	€
Τόκος κατά την κατασκευή			€	-	€
Υπο-σύνολο:				€	-
Συνολικά αρχικά κόστη				€	-
Ετήσια κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	
Λειτουργία & Συντήρηση					
Τμήματα & Εργασία	έργο			€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
Απρόβλεπτα	%		€	-	€
Υπο-σύνολο:				€	-
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Έτος	Μονάδα κόστους	Ποσό	
Εξαρτήματα & βαλβίδες	Κόστος			€	-
				€	-
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	Κόστος			€	-

Εικόνα 14. Φύλλο ανάλυσης κόστους με την μέθοδο 1

Ανάλυση κόστους RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας					
Ρυθμίσεις					
<input type="radio"/> Μέθοδος 1	<input checked="" type="radio"/> Σημειώσεις/Εύρος	Σημειώσεις/Εύρος <input type="text" value="Καμία"/>			
<input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 2	<input type="radio"/> Δεύτερο νόμισμα				
<input type="radio"/> Κατανομή κόστους					
Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος
Μελέτη σκοπιμότητας					
Διερεύνηση χώρου	ανά ημέρα			€	-
Αξιολόγηση πηγών	έργο			€	-
Περιβαλλοντική αξιολόγηση	ανά ημέρα			€	-
Προκαταρκτικός σχεδιασμός	ανά ημέρα			€	-
Αναλυτική εκτίμηση κόστους	ανά ημέρα			€	-
Μελέτη σεναρίου αναφοράς ΑΤΘ & ΜΡ	έργο			€	-
Προετοιμασία έκθεσης	ανά ημέρα			€	-
Διαχείριση έργου	ανά ημέρα			€	-
Ταξίδια & Διαμονή	ανά-ταξίδι			€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
Υπο-σύνολο:				€	-
Ανάπτυξη					
Διαπραγματεύσεις συμβολαίου	ανά ημέρα			€	-
Άδειες & εγκρίσεις	ανά ημέρα			€	-
Επισκόπηση χώρου & δικαιώματα γης	ανά ημέρα			€	-
Διαπίστευση & καταχώρηση ΑΤΘ	έργο			€	-
Χρηματοδότηση έργου	ανά ημέρα			€	-
Νομικές & Λογιστικές υπηρεσίες	ανά ημέρα			€	-
Διαχείριση έργου	ανά ημέρα			€	-
Ταξίδια & Διαμονή	ανά-ταξίδι			€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
Υπο-σύνολο:				€	-
Μηχανολογικά					
Τοποθεσία & σχεδιασμός κτηρίου	ανά ημέρα			€	-
Μηχανολογικός Σχεδιασμός	ανά ημέρα			€	-
Ηλεκτρολογικός Σχεδιασμός	ανά ημέρα			€	-
Οικοδομικός Σχεδιασμός	ανά ημέρα			€	-
Διαγωνισμοί & συμβάσεις	ανά ημέρα			€	-
Επιβλεψη κατασκευής	ανά ημέρα			€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
Υπο-σύνολο:				€	-
Σύστημα θέρμανσης					
Ηλιακός θερμαντής νερού				€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα					
Ειδικά κόστη έργου					
Ηλιακός θερμαντής νερού					
Υλικό ηλιακού συλλέκτη	m ²			€	-
Δομή στήριξης συλλέκτη	m ²			€	-
Σωλήνα	m			€	-
Δοχείο αποθήκευσης	L			€	-
Εναλλάκτης θερμότητας	kW			€	-
Κυκλοφορητής	W			€	-
Υδραυλικά	έργο			€	-
Εγκατάσταση	έργο			€	-
Κατασκευή κτηρίων και περιβόλου	m ²			€	-
Ανταλλακτικά	%			€	-
Μεταφορά	έργο			€	-
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα			€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
Απρόβλεπτα	%		€	-	€
Τόκος κατά την κατασκευή			€	-	€
Υπο-σύνολο:				€	-
Ενοικιαστά αρχικά κόστη					
Ετήσια κόστη (πιστώσεις)					
Λειτουργία & Συντήρηση	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	
Ενοίκιαση γης & ενοίκιαση πηγής	έργο			€	-
Φόρος ιδιοκτησίας	έργο			€	-
Ποσοστό ασφαλιστρών	έργο			€	-
Τμήματα & Εργασία	έργο			€	-
Παρακολούθηση και επικύρωση ΑΤΘ	έργο			€	-
Κοινωνικά οφέλη	έργο			€	-
Γενικά & Διοικητικά	%		€	-	€
Οριζόμενο από τον χρήστη	Κόστος			€	-
Απρόβλεπτα	%		€	-	€
Υπο-σύνολο:				€	-
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)					
Εξαρτήματα & βαλβίδες	Μονάδα	Ετος	Μονάδα κόστους	Ποσό	
	Κόστος			€	-
				€	-
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	Κόστος			€	-

Εικόνα 15. Φύλλο ανάλυσης κόστους με την μέθοδο 2

1.Δεύτερο νόμισμα

Ο χρήστης επιλέγει το δεύτερο νόμισμα ,αυτό είναι το νόμισμα στο οποίο μια μερίδα ενός στοιχείου των δαπανών του προγράμματος θα πληρωθεί στο δεύτερο νόμισμα που διευκρινίζεται από το χρήστη. Η δεύτερη επιλογή νομίσματος είναι ενεργοποιημένη από επιλογή "δεύτερο νόμισμα" στο κελί των δαπανών "αναφορών". Αυτή η δεύτερη μονάδα του νομίσματος επιδεικνύεται στη στήλη " ποσού". Εάν ο χρήστης επιλέγει "\$," η μονάδα του νομίσματος που παρουσιάζεται στη στήλη " ποσού" είναι "\$."

Η επιλογή "καθορισμένη από το χρήστη" επιτρέπει στο χρήστη να διευκρινίσει το νόμισμα με το χέρι με την είσοδο ενός ονόματος ή ενός συμβόλου στο πρόσθετο κελί εισαγωγής που εμφανίζεται δίπλα στο κελί νομίσματος. Το νόμισμα μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας ένα μέγιστο αριθμό τριών χαρακτήρων (\$\$US, £, ¥, κ.λπ.). Για να διευκολύνει την παρουσίαση των νομισματικών στοιχείων, αυτή η επιλογή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να μειώσει τα νομισματικά στοιχεία από έναν παράγοντα (π.χ. \$ που μειώνεται από έναν παράγοντα χιλίων, ως εκ τούτου k\$ 1.000 αντί του \$ 1,000,000).

Εάν επιλεγεί "καμία", καμία μονάδα του νομίσματος δεν παρουσιάζεται στη στήλη " ποσού"

2.Ποσοστό: 1ο νόμισμα /2ο νόμισμα

Ο χρήστης εισάγει τη συναλλαγματική ισοτιμία μεταξύ του νομίσματος που επιλέγεται "στο νόμισμα" και του νομίσματος που επιλέγεται στο "δεύτερο νόμισμα." Η συναλλαγματική ισοτιμία χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τις τιμές στη στήλη " ποσού". Σημειώστε ότι αυτή η επιλογή είναι για λόγους αναφοράς μόνο, και δεν έχει επιπτώσεις στους υπολογισμούς που γίνονται σε άλλα φύλλα εργασίας.

3.Ποσό

Το πρόγραμμα υπολογίζει το ποσό δαπανών ενός στοιχείου που θα πληρωθεί στο δεύτερο νόμισμα. Αυτή η αξία είναι υπολογισμένη με βάση τη συναλλαγματική ισοτιμία και το ποσοστό που θα πληρωθεί στο δεύτερο νόμισμα, όπως διευκρινίζεται από το χρήστη.

6.4.2.Αρχικό κόστος (πιστώσεις)

Το αρχικό κόστος που συνδέεται με την εφαρμογή ενός ηλιακού προγράμματος θέρμανσης νερού περιγράφεται λεπτομερώς παρακάτω . Οι

σημαντικότερες κατηγορίες μπορούν να περιλάβουν τις δαπάνες για μια «μελέτη σκοπιμότητας», τις λειτουργίες «ανάπτυξης προγράμματος», τα «μηχανολογικά», τα «συστήματα θέρμανσης», το «ισοζύγιο του συστήματος», και τις δαπάνες για «οποιαδήποτε άλλα στοιχεία».

6.4.3.Μελέτη σκοπιμότητας

Μόλις προσδιοριστεί ένα πιθανό οικονομικώς αποδοτικό ηλιακό πρόγραμμα θέρμανσης νερού μέσω της διαδικασίας ανάλυσης RETScreen, μια πιο λεπτομερής μελέτη ανάλυσης μπορεί να απαιτηθεί για τα μεγαλύτερα ηλιακά προγράμματα θέρμανσης νερού. Οι μελέτες σκοπιμότητας περιλαμβάνουν τέτοια χαρακτηριστικά στοιχεία όπως τις έρευνες περιοχών, τον προκαταρκτικό σχεδιασμό προγράμματος και την προετοιμασία εκθέσεων, συμπεριλαμβανομένου ενός λεπτομερούς προϋπολογισμού δαπανών. Οι δαπάνες ταξιδιού μπορούν επίσης να αναληφθούν. Αυτές οι δαπάνες περιγράφονται λεπτομερώς στο τμήμα παρακάτω.

Για τα μικρά προγράμματα, ένα μεγάλο κόστος της μελέτης σκοπιμότητας, σχετικά με το κόστος του ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού, δεν μπορεί να δικαιολογηθεί. Σε αυτήν την περίπτωση το πρόγραμμα μπορεί να επιλέξει να πάει άμεσα στο στάδιο εφαρμοσμένης μηχανικής (που συνδυάζει μερικά βήματα από τα στάδια του εφικτού και ανάπτυξης).

Σημείωση: Το λογισμικό ανάλυσης του προγράμματος καθαρής ενέργειας RETScreen μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προετοιμάσει τη μελέτη σκοπιμότητας

1.Διερεύνηση χώρου

Όταν ένα ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού εξετάζεται για ένα υπάρχον κτίριο, μια τουλάχιστον επίσκεψη απαιτείται για να αξιολογήσει κάποιος τις συνθήκες της περιοχής και την καταλληλότητα του συστήματος. Εάν το σύστημα SWH είναι για ένα νέο κτίριο συνήθως δεν απαιτείται επίσκεψη δεδομένου ότι η ανάλυση μπορεί να γίνει από τα αρχιτεκτονικά ή μηχανολογικά σχέδια. Ο χρόνος επίσκεψης περιλαμβάνει το χρόνο που απαιτείται για τον προγραμματισμό και την έρευνα της περιοχής, για ληφθούν οι απαραίτητες πληροφορίες. Δεν συμπεριλαμβάνει τα έξοδα ταξιδιού.

Για εγκαταστάσεις ενός υπάρχοντος κτιρίου, ένας εμπειρογνώμονας του προγράμματος θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης πρέπει κανονικά να επισκεφτεί την περιοχή για να συναντηθεί με τον πελάτη και άλλους συμμετόχους, να αξιολογήσει την ακριβή θέση της προτεινόμενης εγκατάστασης και να συγκεντρώσει τα στοιχεία έτσι ώστε το σύστημα SWH να μπορεί να σχεδιαστεί. Η περιοχή θα επιθεωρηθεί για να καθορίσει μια πιθανή θέση για τους ηλιακούς συλλέκτες για τη διέλευση των σωληνώσεων, τον έλεγχο, καθώς και για τις δεξαμενές αποθήκευσης εάν είναι απαραίτητο.

Το κόστος μιας επίσκεψης θα επηρεαστεί από το χρόνο ταξιδιού σε και από, την περιοχή. Ο χρόνος που απαιτείται για να συγκεντρώσει τα στοιχεία πριν από την επίσκεψη και κατά τη διάρκεια της επίσκεψης μειώνεται χαρακτηριστικά μεταξύ 4 και 8 ωρών. Για τη νέα κατασκευή, όπου μια επίσκεψη δεν απαιτείται κανονικά, υπολογίστε 2 έως 4 ώρες για να λάβετε τα σχέδια και τις απαραίτητες πληροφορίες. Οι ειδικές αμοιβές για την μελέτη συστημάτων θέρμανσης ύδατος κυμαίνονται χαρακτηριστικά από \$40/h ως \$100/h.

2. Προκαταρκτικός σχεδιασμός

Ένας Προκαταρκτικός σχεδιασμός απαιτείται προκειμένου να καθοριστεί το μέγεθος, το σχέδιο και η πιθανή ενεργειακή παραγωγή του ηλιακού συστήματος θέρμανσης νερού. Ο προκαταρκτικός σχεδιασμός χρησιμοποιείται για να προετοιμάσει έναν πιο λεπτομερή προϋπολογισμό δαπανών. Ο χρόνος που απαιτείται μειώνεται χαρακτηριστικά μεταξύ 5 και 50 ώρες στις αμοιβές μεταξύ \$40/h στα μικρής κλίμακας προγράμματα και \$100/h στα μεγαλύτερης κλίμακας έργα. Όταν οι δομικές απαιτήσεις είναι τυποποιημένες η και απλές η αμοιβή κυμαίνεται στο χαμηλό όριο αυτής της κλίμακας. Όταν δεν απαιτείται Προκαταρκτικός σχεδιασμός, ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0.

3. Προετοιμασία έκθεσης

Μια συνοπτική έκθεση πρέπει να προετοιμαστεί που περιγράφει τη μελέτη σκοπιμότητας, τα συμπεράσματα και τις συστάσεις της. Η γραπτή έκθεση περιέχει περιλήψεις, διαγράμματα, πίνακες και απεικονίσεις που περιγράφουν σαφώς το προτεινόμενο πρόγραμμα. Για να βοηθήσει τους χρήστες του προγράμματος να αξιολογήσουν τις αξίες του προγράμματος.

Το κόστος της προετοιμασίας εκθέσεων υπολογίζεται βασισμένο σε μια εκτίμηση του χρόνου που απαιτείται από έναν επαγγελματία για να ολοκληρώσει την απαραίτητη εργασία. Η προετοιμασία μιας έκθεσης μελέτης σκοπιμότητας παίρνει μεταξύ 2 και 16 ωρών σε ένα ποσοστό μεταξύ του \$40/h και \$100/h. Όταν μια έκθεση δεν απαιτείται, ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0.

4. Διαχείριση έργου

Η διαχείριση του έργου στο στοιχείο κόστους πρέπει να καλύψει τις κατ' εκτίμηση δαπάνες της διαχείρισης όλων των φάσεων της ανάπτυξης του προγράμματος (αποκλείοντας την επίβλεψη κατασκευής). Οι δημόσιες σχέσεις συμπεριλαμβάνονται επίσης εδώ ως τμήμα του στοιχείου δαπανών διαχείρισης του προγράμματος θέρμανσης νερού. Ο χρόνος ανάπτυξης του προγράμματος θα διαρκέσει συνήθως μεταξύ 10 και 40 ωρών σε ποσοστά μεταξύ των \$50/h και \$100/h. Όταν η διαχείριση του προγράμματος παρέχεται άμεσα από τον τελικό χρήστη ή τον προμηθευτή/τον εφαρμοστή, ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0.

5. Ταξίδια και διαμονή

Αυτό το στοιχείο κόστους περιλαμβάνει όλες τις σχετικές δαπάνες με τα ταξίδια που απαιτούνται για να προετοιμάσουν όλα τα τμήματα της μελέτης σκοπιμότητας από τα διάφορα μέλη της ομάδας. Αυτές οι δαπάνες περιλαμβάνουν αεροπορικά εισιτήρια, το ενοίκιο αυτοκινήτων, την κατοικία, κ.α..

6. Οριζόμενο από τον χρήστη

Αυτά τα κελιά εισαγωγής παρέχονται για να επιτρέψουν στο χρήστη να εισαγάγει τα στοιχεία δαπανών που δεν συμπεριλαμβάνονται παραπάνω. Ο χρήστης πρέπει να εισαγάγει μια θετική αριθμητική αξία στη στήλη " κόστος ".

6.4.4. Ανάπτυξη

Μόλις προσδιοριστεί ένα πιθανό ηλιακό πρόγραμμα θέρμανσης νερού μέσω της μελέτης και είναι επιθυμητό να εφαρμοστεί, οι δραστηριότητες ανάπτυξης του προγράμματος ακολουθούν. Για μερικά μικρά προγράμματα, οι δραστηριότητες μελέτης, ανάπτυξης και τα μηχανολογικά μπορούν να προχωρήσουν παράλληλα.

Επίσης εδώ περιλαμβάνονται οι δαπάνες για τις άδειες και τις εγκρίσεις, τη χρηματοδότηση προγράμματος, τη διαχείριση της φάσης ανάπτυξης του προγράμματος και οποιεσδήποτε σχετικές με την ανάπτυξη του έργου δαπάνες ταξιδιών . Αυτές οι δαπάνες παρουσιάζονται λεπτομερώς κατωτέρω.

1. Άδειες και εγκρίσεις

Ένα κτίριο για την οικοδόμηση του απαιτεί κάποιες άδειες. Τα σχέδια που γίνονται στο προκαταρκτικό σχεδιασμό που παρουσιάζει την δομή του συστήματος και τις επιπτώσεις του στο κτιριακό κέλυφος απαιτούνται συνήθως από τον αρχιτέκτονα/το μηχανικό του κτιρίου για να εγκρίνουν την κατανομή βάρους των φορτίων στη στέγη.

Το κόστος για τις απαραίτητες άδειες και εγκρίσεις υπολογίζεται βασισμένο σε μια εκτίμηση του χρόνου που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η απαραίτητη εργασία. Για ένα χαρακτηριστικό ηλιακό πρόγραμμα θέρμανσης νερού η διαδικασία αποκτήσεων και έγκρισης αδειών θα μπορούσε να πάρει μεταξύ 2 και 8 ωρών και οι αντίστοιχες δαπάνες κυμαίνονται μεταξύ του \$40/h και \$100/h. Ο χρήστης μπορεί επίσης να προσθέσει στον αριθμό ωρών, ή το κόστος μονάδας, ένα ποσό για να καλύψει το κόστος της άδειας. Οι δαπάνες των αδειών είναι συνήθως δευτερεύουσες σχετικά με το συνολικό κόστος του προγράμματος. Όταν οι άδειες ή οι εγκρίσεις δεν απαιτούνται, ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0,

2.Χρηματοδότηση έργου

Ο χρόνος και η προσπάθεια που απαιτούνται για τη χρηματοδότηση του έργου θα ποικίλουν ανάλογα με τη σχέση ανάμεσα στους υπεύθυνους για την ανάπτυξη του προγράμματος και τους πελάτες. Στις περισσότερες περιπτώσεις, όπου ο πελάτης είναι ο ιδιοκτήτης και ο υπεύθυνος για την ανάπτυξη είναι ο προμηθευτής προϊόντων, οι δαπάνες χρηματοδότησης είναι ελάχιστες. Στην περίπτωση ενός αναπτυγμένου ESCO προγράμματος, ίσως χρειαστεί η διαπραγμάτευση με μια σύμβαση ενεργειακών υπηρεσιών με τον ιδιοκτήτη συστημάτων θέρμανσης νερού .

Το κόστος θα κυμανθεί από 8 και 24 ώρες σε ένα ποσοστό μεταξύ των \$60/h και των \$180/h. Το χαμηλότερο είναι γιατί ο ιδιοκτήτης/ο προμηθευτής προϊόντων διαχειρίστηκε το έργο, ενώ το υψηλότερο για τα προγράμματα τύπων ESCO. Όταν η χρηματοδότηση έργου δεν απαιτείται, ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0.

3.Διαχείριση έργου

Η διαχείριση του έργου στο στοιχείο κόστους πρέπει να καλύψει τις κατ' εκτίμηση δαπάνες της διαχείρισης όλων των φάσεων της ανάπτυξης του προγράμματος (αποκλείοντας την επίβλεψη κατασκευής). Οι δημόσιες σχέσεις συμπεριλαμβάνονται επίσης εδώ ως τμήμα των δαπανών διαχείρισης του προγράμματος της ηλιακής θέρμανσης νερού .Ο χρόνος ανάπτυξης του προγράμματος θα διαρκέσει συνήθως μεταξύ 10 και 40 ωρών στα ποσοστά μεταξύ του \$50/h σε \$100/h. Όταν η διαχείριση του προγράμματος παρέχεται άμεσα από τον τελικό χρήστη ή τον προμηθευτή/τον εφαρμοστή, ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0.

4.Ταξίδια και διαμονή

Αυτό το στοιχείο κόστους περιλαμβάνει όλες τις σχετικές δαπάνες με τα ταξίδια που απαιτούνται για να προετοιμάσουν όλα τα τμήματα της μελέτης σκοπιμότητας από τα διάφορα μέλη της ομάδας. Αυτές οι δαπάνες περιλαμβάνουν αεροπορικά εισιτήρια, το ενοίκιο αυτοκινήτων, την κατοικία, κ.α.

5.Οριζόμενο από τον χρήστη

Αυτά τα κελιά εισαγωγής παρέχονται για να επιτρέψουν στο χρήστη να εισαγάγει τα στοιχεία δαπανών που δεν συμπεριλαμβάνονται παραπάνω. Ο χρήστης πρέπει να εισαγάγει μια θετική αριθμητική αξία στη στήλη " κόστος ".

6.4.5.Μηχανολογικά

Το μέρος των μηχανολογικών περιλαμβάνει το κόστος για το σχέδιο συστημάτων SWH, το σχέδιο του κτιρίου , τις προσφορές και την εργολαβία, καθώς και την επίβλεψη κατασκευής. Η ανάλυση κόστους παρουσιάζεται λεπτομερώς παρακάτω.

1.Μηχανολογικός σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός των συστημάτων SWH αποτελείται από το χρόνο που απαιτείται για να προετοιμαστούν ο σχεδιασμός και οι προδιαγραφές (αποκλείοντας τη δομή), συμπεριλαμβανομένου του προσδιορισμού της τελικής διαμόρφωσης του συστήματος SWH, της ταξινόμησης όλου του εξοπλισμού συστημάτων SWH, της τοποθέτησης των ηλιακών συστημάτων, της δεξαμενής αποθήκευσης, του εναλλακτη θερμότητας, της μονάδας ελέγχου και των σωλήνων. Ο σχεδιασμός και οι προδιαγραφές πρέπει επίσης να καθορίσουν πώς θα ενσωματωθεί το σύστημα με το υπάρχον σύστημα υδραυλικών εγκαταστάσεων.

Ο χρόνος που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός συστημάτων SWH και τα λεπτομερή σχέδια κυμαίνεται μεταξύ 6 και 24 ωρών και οι αμοιβές μεταξύ \$40/h και \$100/h. Για ένα τυποποιημένο σύστημα που χρησιμοποιεί τα "γενικά" σχέδια εγκαταστάσεων το κόστος μειώνεται και προσεγγίζει στο χαμηλότερο όριο της αμοιβής. Για τα πολύ μικρά προγράμματα, τα "γενικά" σχέδια εγκαταστάσεων μπορούν συχνά να χρησιμοποιηθούν και μπορεί να μην υπάρξει μια χωριστή δαπάνη για το σχέδιο. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0.

2.Διαγωνισμοί και συμβάσεις

Με την ολοκλήρωση των διάφορων μηχανολογικών στόχων, μπορεί να απαιτηθεί από τον υπεύθυνο του προγράμματος κάποια έγγραφα. Γίνεται προετοιμασία με σκοπό την επιλογή των αναδόχων για να αναληφθεί η εργασία.

Ο χρόνος που απαιτείται για να παραγάγει ένα σύνολο προσφορών θα ποικίλει ανάλογα με την πολυπλοκότητα και το μέγεθος του προγράμματος. Εάν το πρόγραμμα SWH εγκαθίσταται άμεσα από τον τελικό χρήστη ή/και τον προμηθευτή του ενεργειακού εξοπλισμού ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0.

3.Επίβλεψη κατασκευής

Η επίβλεψη κατασκευής περιλαμβάνει το κόστος που έχει σχέση με την εξασφάλιση ότι το πρόγραμμα κατασκευάζεται όπως σχεδιάζεται. Ο σύμβουλος που επιτηρεί το πρόγραμμα, ο εξοπλισμός, ο προμηθευτής ή ο διευθυντής προγράμματος μπορεί κάθε ένας να ενεργήσει ως επόπτης κατασκευής. Η επίβλεψη κατασκευής περιλαμβάνει τις κανονικές επισκέψεις στην περιοχή εργασίας για την επιθεώρηση της εγκατάστασης.

Εάν το πρόγραμμα SWH εγκαθίσταται άμεσα από τον τελικό χρήστη ή/και τον προμηθευτή του ενεργειακού εξοπλισμού ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει 0.

4.Οριζόμενο από τον χρήστη

Αυτά τα κελιά εισαγωγής παρέχονται για να επιτρέψουν στο χρήστη να εισαγάγει τα στοιχεία δαπανών που δεν συμπεριλαμβάνονται παραπάνω.

6.4.6. Σύστημα θέρμανσης

1.Εναλλακτες θερμότητας

Ο χρήστης εισάγει το κόστος του εναλλάκτη θερμότητας μόνο εάν έχει επιλεγεί στο ενεργειακό φύλλο εργασίας

Το κόστος εξαρτάται από τη θερμική ικανότητα και την αποδοτικότητά του, το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του (χαλκός, ανοξείδωτος χάλυβας, κ.λ.π) και τον τύπο κατασκευής. Ο χρήστης εισάγει μια τιμή \$/kw, . Το πρότυπο υπολογίζει αυτόματα τη θερμική απόδοση του εναλλάκτη θερμότητας η οποία χαρακτηρίζει τη θερμική ικανότητα που παράγεται από τη συνολική περιοχή των συλλεκτών που δουλεύουν σε μια μέση ηλιακή ακτινοβολία και σε χαρακτηριστικά επίπεδα θερμοκρασίας όσο αφορά τα φορτία (και όχι στην επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού).

Υπάρχουν διάφοροι πίνακες στο εμπόριο με την απόδοση και το κόστος όπως ο παρακάτω(πίνακας 9).

Απόδοση (KW)	Κόστος (\$/KW)
15 KW	13 έως 20
22 KW	13 έως 18
30 KW	12 έως 15
45 KW	10 έως 12
60 KW	8 έως 11
90 KW	7 έως 10
120 KW	7 έως 10

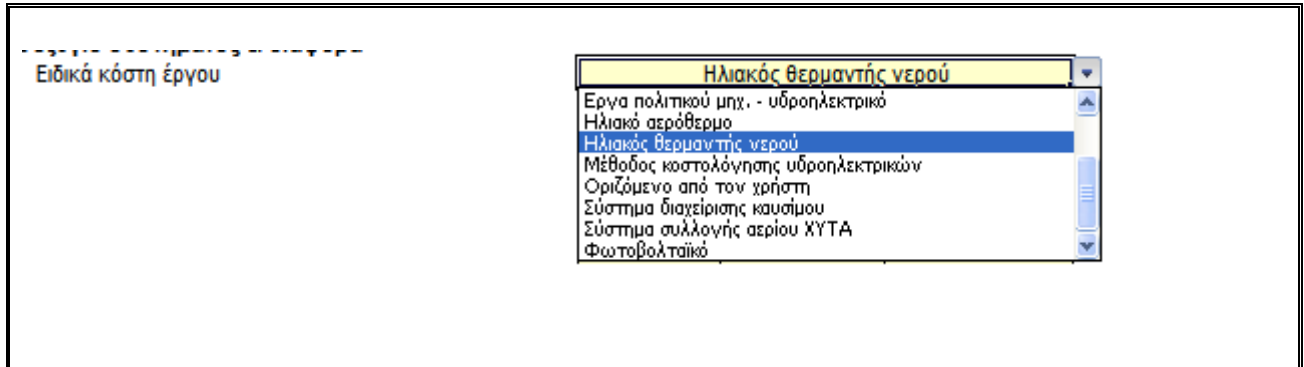
Πίνακας 16.εναλλακτης θερμότητας

6.4.7.Ισοζύγιο Συστήματος

Το ισοζύγιο του συστήματος για ένα πρόγραμμα SWH περιλαμβάνει χαρακτηριστικά για τον εξοπλισμό παράδοσης , προετοιμασίας ,αποθήκευσης και διανομής, καθώς και στοιχεία για τις κτιριακές κατασκευές, την εκπαίδευση και θέση λειτουργίας.

1.Ειδικά κόστη έργου

Ο χρήστης εισάγει το σύστημα διαχείρισης του καύσιμου από τις επιλογές που του δίνονται όπως φαίνεται παρακάτω



2.Εξοπλισμός αποθήκευσης

Το κόστος της δεξαμενής για την αποθήκευση ζεστού νερού εξαρτάται από τον όγκο της, από το υλικό που χρησιμοποιείται (χάλυβας με ή χωρίς επένδυση γυαλιού, ανοξείδωτος χάλυβας, κ.λπ.), από το πάχος της μόνωσης και την ποιότητα, από τη χρήση ή όχι της εσωτερικής σπείρας και τον αριθμό εξόδων. Ο χρήστης εισάγει μια τιμή σε \$/l. Να σημειωθεί ότι ο όγκος και το κόστος είναι 0 για τα συστήματα πισινών SWH και συστήματα SWH χωρίς αποθήκευση.

Μια δεξαμενή υπό σταθερή ατμοσφαιρική πίεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τα πολύ μεγάλα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού, αλλά είναι γενικά ακριβότερη από έναν ισοδύναμο αριθμό μικρότερων τυποποιημένων δεξαμενών με τον ίδιο όγκο. Οι δεξαμενές αποθήκευσης που εγκαθίστανται μέσα στο διαμορφωμένο χώρο θα πρέπει να περάσουν μέσω των πορτών του κτιρίου. Οι δεξαμενές αποθήκευσης πρέπει να χειρίζονται εύκολα από τους διαχειριστές, διαφορετικά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν γερανοί ή/και ανελκυστήρες. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια δεξαμενή αποθήκευσης με μια εσωτερική σπείρα μόνο εάν έχει επιλέξει ήδη "ναι" από τις επιλογές του κατάλογου για «**την προστασία εναλλακτών θερμότητας**» στο ενεργειακό πρότυπο φύλλο εργασίας. Εάν ο χρήστης έχει επιλέξει μια δεξαμενή αποθήκευσης με μια εσωτερική σπείρα, θα εισαχθεί 0 στο παράθυρο κόστους "εναλλακτών θερμότητας".

Για τα μεγάλα συστήματα ηλιακής θέρμανσης ζεστού νερού που χρησιμοποιούν δεξαμενές υπο σταθερή ατμοσφαιρική πίεση, το πολλαπλάσιο των δεξαμενών αποθήκευσης επι 450l μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βρεθεί ο απαραίτητος όγκος. Ελάτε σε επαφή με έναν τοπικό προμηθευτή για την τιμή δεξαμενών .

Για τα μεγάλα συστήματα ηλιακής θέρμανσης ζεστού νερού που χρησιμοποιούν δεξαμενές οι οποίες δεν είναι υπό σταθερή ατμοσφαιρική πίεση, φτιαγμένες από σκυρόδεμα ή πολυαιθυλένιο θα μπορούσαν να είναι οικονομικώς πιο αποδοτικές. Χρησιμοποιήστε τον ακόλουθο πίνακα 10 για να υπολογίσετε τις κατά προσέγγιση δαπάνες των δεξαμενών που δεν είναι υπό σταθερή ατμοσφαιρική πίεση .

Όγκος (lit)	Περιγραφή	Κόστος(\$/l)
300 έως 10.000	Πολυαιθυλένιο, μόνωση	0.18 έως 0.50
2.000 έως 20.000	Γυαλί ινών, μόνωση	1.10 έως 2.80
10.000 έως 30.000	Σκυρόδεμα, μόνωση, υπόγεια	0.28 έως 0.45

Πίνακας 10: Κόστος των μη-διατηρημένων υπό σταθερή ατμοσφαιρική πίεση δεξαμενών αποθήκευσης

Οι δεξαμενές πολυαιθυλενίου μπορούν να είναι τοποθετημένες υπόγεια ή υπαίθρια. Μπορούν να φθάσουν στις θερμοκρασίες υψηλότερες από 50°C. Μπορούν να μονωθούν θερμικά ή όχι, ανάλογα με τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Οι τιμές χρήσης τους είναι χαμηλότερου κόστους για τις μεγάλες μονωμένες δεξαμενές και υψηλότερες για τις μικρότερες μονωμένες δεξαμενές. Ελάτε σε επαφή με τον τοπικό προμηθευτή σας για την επιβεβαίωση και για πιο συγκεκριμένα τεχνικά στοιχεία όσον αφορά τη θερμοκρασία και τη δομική αντίσταση.

Οι δεξαμενές με μόνωση από ίνα γυαλιού μπορούν να είναι τοποθετημένες υπόγεια ή υπαίθρια. Μπορούν να φθάσουν σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 100°C, μπορούν να μονωθούν θερμικά ή όχι, ανάλογα με τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Οι τιμές χρήσης είναι χαμηλότερες για τις μεγάλες μονωμένες δεξαμενές και υψηλότερες για τις μικρότερες μονωμένες δεξαμενές.

3.Εξοπλισμός διανομής

Ο εξοπλισμός διανομής αναφέρεται στη κυκλοφορία με σωλήνες, τις συναρμολογήσεις, τις υποστηρίξεις σωλήνων, τη μόνωση . Το κόστος του εξαρτάται από το μήκος, το υλικό των σωλήνων (χαλκός, πλαστικό) ,τη διάμετρο και από τον τύπο μόνωσης. Ο χρήστης εισάγει μια τιμή \$/m(πίνακας 11).

Διάμετρος σωλήνων (mm)	Περιγραφή	Κόστος (\$/m)
	Σωλήνας χαλκού	
9 (3/8")	Με τη συναρμολόγηση και τη μόνωση	8 έως 10
13 (1/2")	Με τη συναρμολόγηση, τη μόνωση (R7) και το κάλυμμα αλουμινίου	17 έως 21
19 (3/4")	Με τη συναρμολόγηση, τη μόνωση (R7) και το κάλυμμα αλουμινίου	20 έως 24
25 (1")	Με τη συναρμολόγηση, τη μόνωση (R7) και το κάλυμμα αλουμινίου	25 έως 29
	Πλαστικός σωλήνας (με τους χωρίς υαλοκαλυψη συλλέκτες)	
38 (1 1/2")	ABS, με τη συναρμολόγηση, χωρίς μόνωση	3 έως 6
38 (1 1/2")	PVC, με τη συναρμολόγηση, χωρίς μόνωση	6 έως 10
51 (2")	ABS, με τη συναρμολόγηση, χωρίς μόνωση	6 έως 9
51 (2")	PVC, με τη συναρμολόγηση, χωρίς μόνωση	9 έως 14

Πίνακας 17 .Κόστος σωληνώσεων κυκλοφορίας για κλειστά συστήματα ηλιακής θέρμανσης

4.Κυκλοφορητές

Το κόστος των κυκλοφορητών εξαρτάται από την ικανότητά τους, από το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή τους (χυτοσίδηρος για τα συστήματα κλειστής κυκλοφορίας, το χαλκό ή τον ανοξείδωτο χάλυβα για τα συστήματα ανοικτών βρόχων), από τον τύπο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος (ηλιακός κυκλοφορητής εναλλασσόμενου ρεύματος/συνεχούς ρεύματος), και από τον τύπο κατασκευής (οι κυκλοφορητές με φλάντζα είναι ακριβότεροι). Ο χρήστης εισάγει μια τιμή \$/w. Στο ενεργειακό φύλλο εργασίας, ο χρήστης καθορίζει την ισχύ των αντλιών ανά περιοχή ανοιγμάτων συλλεκτών (W/m²).

Οι τρέχουσες δαπάνες για τους τυποποιημένους κυκλοφορητές στα εμπορικά συστήματα κυμαίνονται από \$1.0/W ως \$5/W(πίνακας 12). Το χαμηλότερο όριο αυτής της σειράς τιμών είναι για τα μεγαλύτερα συστήματα. Εάν η διαμόρφωση συστημάτων SWH που εξετάζεται περιλαμβάνει έναν δευτεροβάθμιο κύκλωμα (βλ. την τεχνική σημείωση 2), εξετάζεται η κατανάλωση της δεύτερης αντλίας, εάν δηλαδή τα Watt που υποδεικνύονται είναι κάτω από αυτά του για τον κυκλοφορητή.

Περιοχή συλλεκτών(m ²)	Κυκλοφορητές(w)	Κυκλοφορητές(\$/w)
2 έως 6	20 έως 45	5 έως 30
6 έως 12	85	2
12 έως 35	185	1,1
35 έως 60	205	1,3

Πίνακας 18: Δαπάνες κυκλοφορητών για συστήματα ηλιακής θέρμανσης

5. Κατασκευή κτιρίων και περιβάλλου

Αυτό το στοιχείο αναφέρεται στο συνολικό κόστος του εξοπλισμού που απαιτείται για να παρέχει μια στήριξη στους ηλιακούς συλλέκτες. Το κόστος της δομής θα ποικίλει αρκετά ανάλογα με εάν το σύστημα πρόκειται να τοποθετηθεί στον τοίχο οικοδόμησης, σε μια επίπεδη στέγη ή σε μια κεκλιμένη στέγη. Αυτές οι δαπάνες μπορούν να αφορούν την περιοχή που καλύπτεται από τους ηλιακούς συλλέκτες που υπολογίζεται στο ενεργειακό πρότυπο φύλλο εργασίας ("συνολική ακαθάριστη περιοχή συλλεκτών"). Ο χρήστης εισάγει το κόστος σε \$/m².

Για τα απλά ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού, όπου οι συλλέκτες τοποθετούνται στο ίδιο επίπεδο στη στέγη ή τον τοίχο οικοδόμησης, οι δαπάνες δομών είναι ελάχιστες. Ο χρήστης θα εισάγει από \$0/m² μέχρι \$10/m² για ένα ηλιακό σύστημα θέρμανσης πισινών που χρησιμοποιεί στο ίδιο επίπεδο τους τοποθετημένους χωρίς υαλοκαλυψη συλλέκτες και μέχρι \$40/m² για συλλέκτες τοποθετημένους σε άλλο επίπεδο. Για τις πιο επιμελημένες δομές, όπως στα επίπεδα εμπορικά κτίρια στεγών, οι δαπάνες δομών στήριξης θα μπορούσαν να κυμανθούν από \$70/m² μέχρι \$200/m². Το κόστος μπορεί να είναι υψηλότερο εάν η στέγη πρέπει να τροποποιηθεί. Ειδικά εάν απαιτείται κάποια ιδιαίτερη εργασία για την εγκατάσταση σε μονωμένες στέγες κ.λπ., το κόστος της δομής υποστήριξης μπορεί να αυξηθεί κατά 50%.

6. Μεταφορά

Οι δαπάνες μεταφορών για τον εξοπλισμό και τα υλικά θα ποικίλουν αρκετά ανάλογα με τον διαθέσιμο τρόπο μεταφοράς και τη θέση της περιοχής που πρόκειται να εφαρμοστεί το πρόγραμμα. Σε πολλές περιπτώσεις το κόστος θα εξαρτηθεί από την απόσταση και θα βασιστεί σε έναν τύπο όγκου/βάρους. Στις απομονωμένες περιοχές, πολλές κοινότητες λαμβάνουν μαζικές αποστολές μόνο μία φορά το χρόνο είτε με φορτηγά, είτε μερικές φορές μόνο αεροπορικώς. Ο ακριβής υπολογισμός του κόστους μεταφοράς είναι εξαιρετικά σημαντικός εδώ.

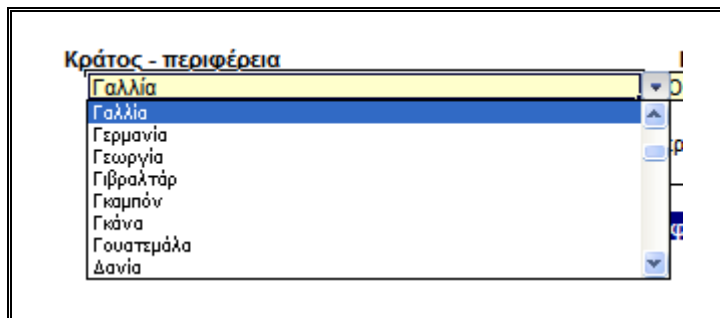
7. Απρόβλεπτα

Αυτό το κελί περιλαμβάνει τις διάφορες δαπάνες που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος και δεν έχουν ληφθεί υπόψη στα προηγούμενα τμήματα. Εντούτοις, η ακρίβεια των απρόβλεπτων εξαρτάται κατά πολύ και

από την πείρα των μελετητών. Επίσης ο χρήστης RETScreen θα μπορούσε να υπολογίσει τις δαπάνες από 5 ως 20% του συνολικού κόστους του προγράμματος.

6.5.Ανάλυση εκπομπών

Στο φύλλο αυτό ο χρήστης το μόνο που πρέπει να κάνει είναι να επιλέξει το κράτος-περιφέρεια .



Ανάλυση μείωσης εκπομπών RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας

Ανάλυση Εκπομπών

Μέθοδος 1
 Μέθοδος 2
 Μέθοδος 3

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

Κράτος - περιφέρεια	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ (εξαιρούνται Μ&Δ) tCO2/MWh	Απώλειες Μεταφοράς & Διανομής (Μ&Δ) %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ tCO2/MWh
Γαλλία	Όλοι οι τύποι	0,070	6,0%	0,074

Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Περίληψη εκπομπών ΑΤΘ βασικού σεναρίου (σεναρίου αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου		Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ	Εκπομπές ΑΤΘ
		MWh	tCO2/MWh	tCO2/MWh	tCO2
Φυσικό Αέριο	100,0%	59	0,179		11
Σύνολο	100,0%	59	0,179		11

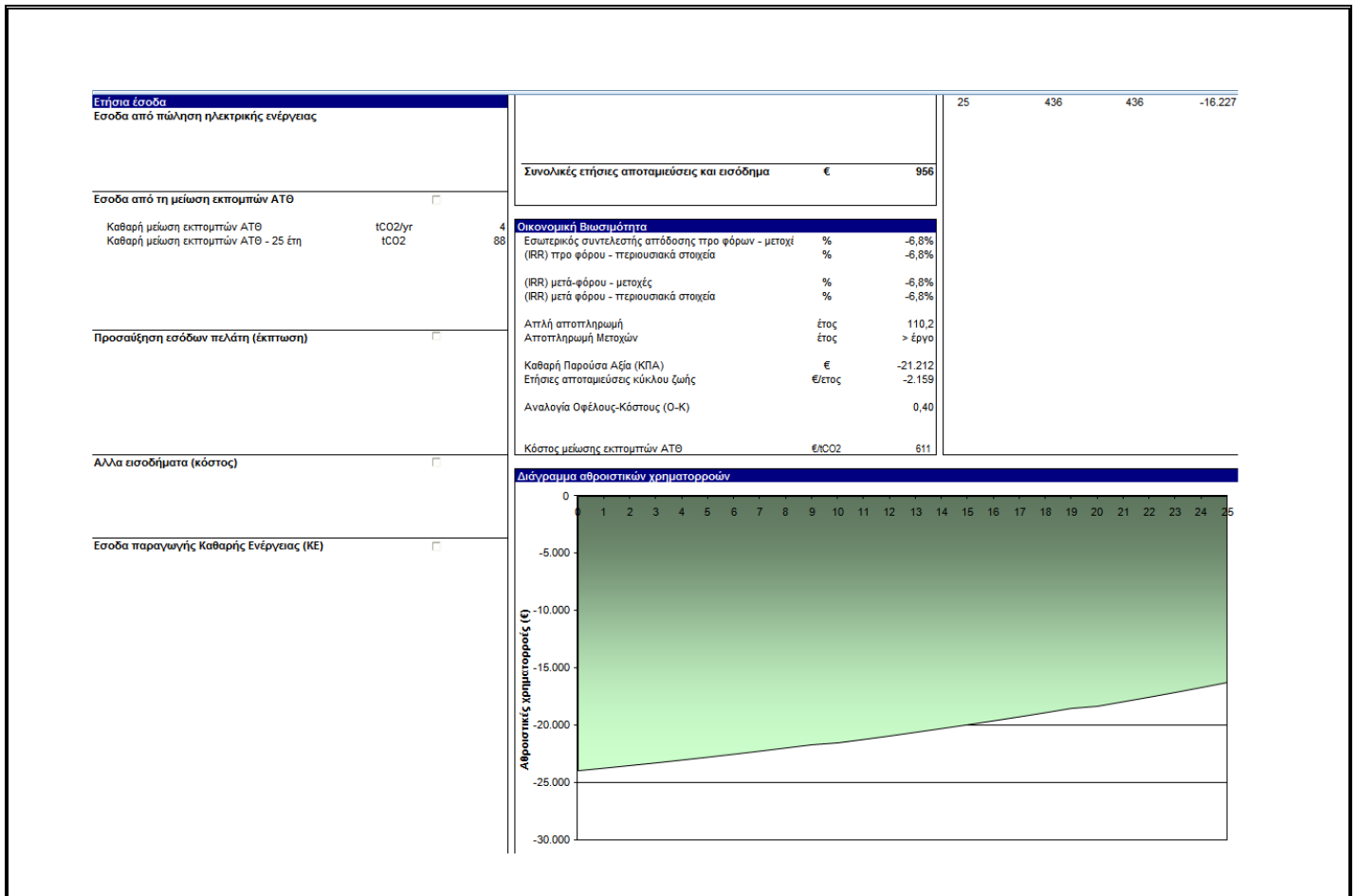
Περίληψη εκπομπών ΑΤΘ προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο παραγωγής θερμότητας)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου		Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ	Εκπομπές ΑΤΘ
		MWh	tCO2/MWh	tCO2/MWh	tCO2
Φυσικό Αέριο	73,6%	39	0,179		7
Ηλιακό	25,9%	14	0,000		0
Ηλεκτρική ενέργεια	0,5%	0	0,074		0
Σύνολο	100,0%	54	0,132		7

Εύνομη μείωσης εκπομπών ΑΤΘ

Εργο παραγωγής θερμότητας	Εκπομπές ΑΤΘ βασικής περίπτωσης tCO2	Εκπομπές ΑΤΘ προτεινόμενης περίπτωσης tCO2	Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ tCO2	Τέλη συναλλαγών εκπομπών ΑΤΘ %	Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ tCO2
Εργο παραγωγής θερμότητας	11	7	4	0%	4
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ	3,5	tCO2	ισοδυναμεί με 0,7	Αυτοκίνητα και ελαφριά φορτηγά δεν χρησιμοποιούνται	

Εικόνα 19.Φύλλο ανάλυσης εκπομπών



Εικόνα 20.Φύλλο οικονομικής ανάλυσης

1.Οικονομικοί παράμετροι

Τα στοιχεία που εισάγονται εδώ χρησιμοποιούνται για να εκτελέσουν τους υπολογισμούς σε αυτό το οικονομικό συνοπτικό φύλλο εργασίας.

2.Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου

Ο χρήστης εισάγει το ποσοστό του κυλιόμενου φόρου του καυσίμου (%), το οποίο είναι το προβαλλόμενο ετήσιο ποσοστό αύξησης του κόστους της ενέργειας κατά τη διάρκεια της ζωής του προγράμματος. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να προσαρμόσει τα ποσοστά πληθωρισμού στα καύσιμα/τα κόστη ηλεκτρικής ενέργειας που είναι διαφορετικά από το γενικό πληθωρισμό για άλλες δαπάνες.

3.Τιμή πληθωρισμού

Ο χρήστης εισάγει το ποσοστό πληθωρισμού (%), το οποίο είναι το προβαλλόμενο μέσο ετήσιο ποσοστό πληθωρισμού κατά τη διάρκεια της ζωής

του προγράμματος. Παραδείγματος χάριν, ο πληθωρισμός για τα επόμενα 25 έτη στη Βόρεια Αμερική προβλέπεται αυτήν την περίοδο για να κυμανθεί μεταξύ 2 και 3%.

4.Επιτόκιο προεξόφλησης (αναγωγής):

Ο χρήστης εισάγει το επιτόκιο που χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί η Παρούσα Αξία μιας σειράς μελλοντικών εισροών ή εκροών

5.Διάρκεια ζωής του προγράμματος

Ο χρήστης εισάγει τη διάρκεια της ζωής του προγράμματος, η οποία είναι η χρονική περίοδος λειτουργίας του προγράμματος. Το πρόγραμμα μπορεί να αναλύσει μέχρι και 50 χρόνια διάρκειας ζωής. Ένα σωστά σχεδιασμένο ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού αναλύεται μεταξύ 20 έως και 30 έτη(εκτιμάται δηλαδή ότι θα έχει τόση διάρκεια ζωής).

6.6.1.Ανάλυση φόρου εισοδήματος

Ο χρήστης επιλέγει ή όχι εάν θέλει ο φόρος εισοδήματος να είναι στην οικονομική ανάλυση (επιλέγοντας το αντίστοιχο κουτάκι που υπάρχει στο φύλλο). Εάν ο χρήστης επιλέξει "ναι" από τον κατάλογο, θα εισαχθούν κελιά για να του επιτρέψουν να προσαρμόσει την ανάλυση του φόρου εισοδήματος σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προγράμματος. Η ανάλυση φόρου εισοδήματος επιτρέπει στο πρότυπο να υπολογίσει τους οικονομικούς δείκτες μετά τη φορολόγηση του έργου.

1.Συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης

Ο χρήστης εισάγει το ποσοστό φόρου εισοδήματος (%), το οποίο είναι το ποσοστό του καθαρού εισοδήματος που προέρχεται από το πρόγραμμα και φορολογείται. Το καθαρό φορολογήσιμο εισόδημα προέρχεται από τις εισροές και τις εκροές μετρητών του προγράμματος, υποθέτοντας ότι όλες οι δαπάνες και τα εισοδήματα πληρώνονται στο τέλος του έτους στο οποίο κερδίζονται. Ο συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης υποτίθεται ότι είναι σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του προγράμματος.

2.Ζημιές λόγω μεταφοράς

Ο χρήστης δείχνει με την επιλογή από τον εξελισσόμενο κατάλογο εάν υπάρχουν ή όχι ζημιές.

3.Μέθοδος απόσβεσης

Ο χρήστης επιλέγει τη μέθοδο απόσβεσης από τις τρεις επιλογές στον κατάλογο: "Καμία," "αποκλίνον ισοζύγιο" και "ευθεία γραμμή." Αυτή η επιλογή της απόσβεσης των ενεργειακών στοιχείων χρησιμοποιείται στο πρότυπο για υπολογισμό των φόρων εισοδήματος και των μετά τη φορολόγηση χρηματοοικονομικών δεικτών.

Όταν επιλέγεται το "Καμία," το πρότυπο υποθέτει ότι το πρόγραμμα κεφαλαιοποιείται πλήρως κατά την έναρξη, δεν αποσβένεται με την πάροδο των ετών και επομένως διατηρεί την αξία του καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του.

Όταν επιλέγεται το " αποκλίνον ισοζύγιο," το πρότυπο υποθέτει ότι το κεφαλαιοποιημένο κόστος του προγράμματος, όπως προσδιορίζεται βάση του φόρου απόσβεσης , αποσβένεται κατά το ποσοστό απόσβεσης.

Όταν επιλέγεται το "ευθεία γραμμή", το πρότυπο υποθέτει ότι οι κεφαλαιοποιημένες δαπάνες του προγράμματος, όπως διευκρινίζονται με βάση τη φορολογική απόσβεση, αποσβήνονται με ένα σταθερό ρυθμό κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής.

Ανάλυση φόρου εισοδήματος		
Συντελεστής φόρου εισοδηματικής επίπτωσης	%	<input type="text"/>
Ζημιές εις μεταφορά;		<input type="text" value="Οχι"/>
Μέθοδος απόσβεσης		<input type="text" value="Αποκλίνον ισοζύγιο"/>
Κανόνας μισού χρόνου - χρόνος 1	ναί/όχι	<input type="text" value="Ναι"/>
Φορολογική βάση απόσβεσης	%	<input type="text"/>
Ρυθμός απόσβεσης	%	<input type="text"/>
Υφίσταται φορολογική ατέλεια;	ναί/όχι	<input type="text" value="Οχι"/>

4.Φορολογική βάση απόσβεσης

Ο χρήστης εισάγει τη φορολογική βάση απόσβεσης (%), η οποία χρησιμοποιείται για να διευκρινίσει το αρχικό κόστος του κεφαλαίου που μπορεί να αποσβεστεί για φορολογικούς λόγους.

Παραδείγματος χάριν, εάν ένα πρόγραμμα κοστίζει \$2.000 για την αξιολόγηση του (μελέτη σκοπιμότητας) και την ανάπτυξη του, και \$8.000 για τον σχεδιασμό του (μηχανολογικά), να χτιστεί, να εγκατασταθεί κτλ, ο χρήστης θα μπορούσε να εισαγάγει το 80% ως φορολογική βάση απόσβεσης προκειμένου να αποσβεστούν μόνο τα μηχανολογικά, ο ενεργειακός εξοπλισμός, και οι διάφορες δαπάνες ενώ η σκοπιμότητα και το κόστος ανάπτυξης θα πρέπει να καταλογιστούν πλήρως κατά την διάρκεια του έτος 0.

5.Ρυθμός απόσβεσης

Ο χρήστης εισάγει το ρυθμό απόσβεσης (%), με τον οποίο το κύριο κόστος του προγράμματος αποσβένεται κάθε έτος.

6.Υφίσταται φορολογική ατέλεια;

Ο χρήστης επιλέγει από τον κατάλογο εάν το πρόγραμμα έχει ή όχι κάποιο όφελος από φοροαπαλλαγές . Εάν ο χρήστης επιλέξει "ναι," οι φοροαπαλλαγές εφαρμόζονται από το πρώτο έτος λειτουργίας,(έτος 1), ενώ κατά το έτος 0 δηλαδή κατά την διάρκεια ανάπτυξης και κατασκευής του προγράμματος η φοροαπαλλαγή δεν υπολογίζεται.

Υφίσταται φορολογική ατέλεια;	ναί/όχι	<input type="list" value="Οχι"/> Ναι Οχι
-------------------------------	---------	--

6.6.2.Εσοδα από την μείωση εκπομπών Α.Τ.Θ

1.Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών Α.Τ.Θ.

Το **πρότυπο υπολογίζει** την καθαρή μέση ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ του CO₂ ετησίως (tCO₂/yr). Αυτή η αξία υπολογίζεται στο φύλλο εργασίας ανάλυσης ΑΤΘ και αντιγράφεται εδώ αυτόματα.

2.Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ (κατά την διάρκεια ζωή προγράμματος)

Το **πρότυπο υπολογίζει** την καθαρή μείωση των εκπομπών ΑΤΘ του προγράμματος σε σχέση με το CO₂ (tCO₂) ως αποτέλεσμα της εγκατάστασης του συστήματος θέρμανσης. Αυτή η αξία υπολογίζεται με τον πολλαπλασιασμό της καθαρής ετήσιας μείωσης εκπομπής ΑΤΘ με την διάρκεια ζωής του προγράμματος.

3.Τιμή πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ

Το **πρότυπο υπολογίζει** τη καθαρή μείωση εκπομπής αερίου θερμοκηπίου που αποθηκεύεται κατά τη διάρκεια της πίστωσης, σε σχέση με το CO₂ (tCO₂), ως αποτέλεσμα της εφαρμογής του προγράμματος. Αυτή η αξία υπολογίζεται με τον πολλαπλασιασμό της κατάλληλης καθαρής ετήσιας μείωσης εκπομπής ΑΤΘ με την πιστωτική διάρκεια την μείωσης ΑΤΘ.

6.6.3.Άλλα εισοδήματα

1.Ηλεκτρική ενέργεια

Ο **χρήστης εισάγει** το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για να λειτουργήσει το ηλιακό σύστημα θέρμανσης νερού . Αυτό μεταφέρεται από το φύλλο εργασίας ανάλυσης κόστους.

2.Διάρκεια φοροαπαλλαγών

Ο χρήστης εισάγει τη διάρκεια φοροαπαλλαγών (έτος), που είναι ο αριθμός ετών κατά τη διάρκεια των οποίων το πρόγραμμα είναι απαλλαγμένο από φόρους. Παραδείγματος χάριν, στην Ινδία, σε ορισμένα προγράμματα ανανεώσιμης ενέργειας δίνονται πενταετείς φοροαπαλλαγές.

3.Διάρκεια πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ

Ο χρήστης εισάγει την πιστωτική διάρκεια μείωσης ΑΤΘ (έτος). Αυτή η αξία αντιπροσωπεύει χαρακτηριστικά τον αριθμό ετών για τον οποίο το πρόγραμμα λαμβάνει τις πιστώσεις μείωσης GHG. Χρησιμοποιείται για να καθορίσει το ετήσιο εισόδημα μείωσης ΑΤΘ.

4.Κυλιόμενος φόρος πίστωσης μείωσης εκπομπών ΑΤΘ

Ο χρήστης εισάγει το ποσοστό πιστωτικής κλιμάκωσης ΑΤΘ (%), το οποίο είναι το προβαλλόμενο ετήσιο μέσο ποσοστό αύξησης στην πίστωση της μείωσης εκπομπών ΑΤΘ κατά τη διάρκεια της ζωής του προγράμματος. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να προσαρμόζει τα ποσοστά πληθωρισμού στην τιμή αγοράς των πιστώσεων της μείωσης εκπομπών ΑΤΘ που μπορεί να είναι διαφορετική από το γενικό πληθωρισμό.

6.6.4.Αρχικά κόστη

Το συνολικό αρχικό κόστος αντιπροσωπεύει τη συνολική επένδυση που πρέπει να γίνει για να φέρει ένα σχέδιο στην τελική μορφή του , προτού να αρχίσει να επιφέρει έσοδα. Το συνολικό αρχικό κόστος περιλαμβάνει την μελέτη σκοπιμότητας, τη ανάπτυξη του προγράμματος , τα μηχανολογικά, τον ενεργειακό εξοπλισμό κ.τ.λ.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το εύρος των πιθανών δαπανών που απαριθμούνται σε όλο RETScreen δεν περιλαμβάνει τους φόρους επί των πωλήσεων. Σε διάφορες περιοχές , τα κόστη του προγράμματος της καθαρής ενέργειας απαλλάσσονται των φόρων επί των πωλήσεων. Οι χρήστες θα πρέπει να εξετάσουν αυτό το ενδεχόμενο για την περιοχή τους κατά την διάρκεια της προετοιμασία των αξιολογήσεών τους.

1.Μελέτη σκοπιμότητας

Η μελέτης σκοπιμότητας αντιπροσωπεύει το άθροισμα των δαπανών που πραγματοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του προγράμματος. Περισσότερες λεπτομέρειες παρέχονται στο φύλλο εργασίας ανάλυση κόστους''. Αυτό γίνεται λόγω καλύτερης εκτίμησης για κάποια άλλη μελλοντική επένδυση που μπορεί να απαιτηθεί. Ωστόσο για τα μικρότερα προγράμματα, η ανάλυση RETScreen μπορεί να είναι επαρκής ώστε να προχωρήσουμε στην ανάπτυξη και την τεχνολογία ή και στη φάση κατασκευής.

2.Μηχανολογικά

Τα μηχανολογικά αντιπροσωπεύουν το άθροισμα των δαπανών του σχεδιασμού των δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την μετάβαση κάποιου

έργου από το στάδιο του σχεδιασμού στο στάδιο κατασκευής Περιλαμβάνει επίσης τις δαπάνες για την επίβλεψη κατασκευής.

3.Ισοζύγιο συστήματος

Το ισοζύγιο συστημάτων αντιπροσωπεύει το ποσό των δαπανών αγοράς, κατασκευής και εγκαταστάσεων όλων των στοιχείων του ενεργειακού συστήματος εκτός από τις δαπάνες εξοπλισμού.

4.Κίνητρα/επιχορηγήσεις

Ο χρήστης εισάγει το οικονομικό κίνητρο το οποίο μπορεί να είναι συνεισφορά, επιχορήγηση, επιδότηση , κ.λπ. που καταβάλλεται για το πρόγραμμα . το ποσό αυτό δεν επιστρέφεται και θεωρείται ως εισόδημα κατά τη διάρκεια του έτους ανάπτυξης/κατασκευής, έτος 0.

5.Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους

Το συνολικό ετήσιο κόστος υπολογίζεται από το μοντέλο και αντιπροσωπεύει το ετήσιο κόστος για την λειτουργία , συντήρηση και χρηματοδότηση του έργου . Είναι το άθροισμα των εξόδων λειτουργίας και συντήρησης , των καυσίμων , της ηλεκτρικής ενέργειας και της πληρωμής του χρέους.

6.Λειτουργία και συντήρηση

Οι δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης είναι το ποσό των ετήσιων δαπανών που πρέπει να αναληφθούν για να ενεργοποιηθούν και να διατηρήσουν το ενεργειακό σύστημα. Το πρότυπο χρησιμοποιεί το κόστος της λειτουργίας και της συντήρησης για να υπολογίσει τις συνολικές ετήσιες δαπάνες και τις ετήσιες ροές μετρητών.

7.Περιοδικά κόστη (Πιστώσεις)

Αυτό το τμήμα επιτρέπει στο χρήστη να διευκρινίσει τις περιοδικές δαπάνες που συνδέονται με τη λειτουργία του ενεργειακού συστήματος κατά τη διάρκεια της ζωής του. Τα γκρίζα κελιά εισαγωγής επιτρέπουν στο χρήστη να εισαγάγει ένα περιοδικό κόστος και ένα περιοδικό πιστωτικό στοιχείο. Ο χρήστης πρέπει να εισάγει μια θετική αριθμητική αξία στη στήλη " μονάδα κόστους ".

Το περιοδικό κόστος αντιπροσωπεύει τις επαναλαμβανόμενες δαπάνες που χρειάζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να διατηρήσουν το πρόγραμμα στις συνθήκες εργασίας. Ένα περιοδικό στοιχείο εισάγεται στο γκρίζο κελί εισαγωγής. Ο χρήστης επιλέγει έπειτα "το κόστος" από τον κατάλογο στη στήλη μονάδων. Το διάστημα (στα έτη) εισάγεται στη στήλη " έτος " και το κόστος εισάγεται στη στήλη 'μονάδα κόστους'.

Το πρόγραμμα μπορεί επίσης να κατά τη διάρκεια της ζωής του προγράμματος επιλέγοντας ο χρήστης "την πίστωση" από τον κατάλογο στη στήλη μονάδων.

7.Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα

Η συνολική ετήσια αποταμίευση αντιπροσωπεύει την ετήσια αποταμίευση που πραγματοποιείται λόγω της εφαρμογής του προγράμματος. Αυτή η "αποταμίευση" θα αντιμετωπισθεί ως "εισόδημα." Συσχετίζεται άμεσα με το κόστος ευκαιρίας της ενέργεια που προέρχεται από την εφαρμογή του προγράμματος.

6.6.5.Οικονομική βιωσιμότητα

Τα αποτελέσματα παρέχουν στον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων τους διάφορους οικονομικούς δείκτες για το προτεινόμενο πρόγραμμα

1.Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων-μετοχές

Το **πρότυπο υπολογίζει** το ποσοστό του συντελεστή απόδοσης (%), το οποίο αντιπροσωπεύει το πραγματικό ποσοστό παραγωγής κατά τη διάρκεια της ζωής του έργου πριν από το φόρο εισοδήματος. Αναφέρεται επίσης ως απόδοση των επενδύσεων (IRR) ή ποσοστό απόδοσης προσαρμοσμένο στο χρόνο. Υπολογίζεται με την εύρεση του προεξοφλητικού επιτοκίου που προκαλεί την καθαρή παρούσα αξία του προγράμματος για να είναι ίσο με μηδέν. Ως εκ τούτου, δεν είναι απαραίτητο να καθοριστεί το προεξοφλητικό επιτόκιο ενός οργανισμού για την χρήση αυτού του δείκτη . Το IRR υπολογίζεται σε ονομαστική βάση, δηλαδή περιλαμβάνει τον πληθωρισμό.

Εάν το εσωτερικό ποσοστό επιστροφής του έργου είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το απαιτούμενο ποσοστό απόδοσης ,τότε το σχέδιο θα μπορούσε να θεωρηθεί οικονομικά αποδεκτό. Εάν είναι μικρότερο από το απαιτούμενο ποσοστό απόδοσης ,το σχέδιο δεν είναι οικονομικά αποδεκτό. Το πιο προφανές πλεονέκτημα της χρήσης του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης για την αξιολόγηση κάποιου έργου είναι ότι το αποτέλεσμα δεν εξαρτάται από το προεξοφλητικό επιτόκιο που είναι συγκεκριμένο για κάθε έργο.

2.(IRR) Μετά φόρου – μετοχές

Το **πρότυπο υπολογίζει** το ποσοστό του συντελεστή απόδοσης (%), το οποίο αντιπροσωπεύει το πραγματικό ποσοστό παραγωγής κατά τη διάρκεια της ζωής του έργου μετά την φορολόγηση . Αναφέρεται επίσης ως απόδοση των επενδύσεων (IRR) ή ποσοστό απόδοσης προσαρμοσμένο στο χρόνο. Υπολογίζεται με την εύρεση του προεξοφλητικού επιτοκίου που προκαλεί την καθαρή παρούσα αξία του προγράμματος για να είναι ίσο με μηδέν. Ως εκ τούτου, δεν είναι απαραίτητο να καθοριστεί το προεξοφλητικό επιτόκιο ενός οργανισμού για την χρήση αυτού του δείκτη . Το IRR υπολογίζεται σε ονομαστική βάση, δηλαδή περιλαμβάνει τον πληθωρισμό

Εάν το εσωτερικό ποσοστό επιστροφής του έργου είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το απαιτούμενο ποσοστό απόδοσης ,τότε το σχέδιο θα μπορούσε να θεωρηθεί οικονομικά αποδεκτό. Εάν είναι μικρότερο από το απαιτούμενο ποσοστό απόδοσης ,το σχέδιο δεν είναι οικονομικά αποδεκτό .Το πιο προφανές

πλεονέκτημα της χρήσης του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης για την αξιολόγηση κάποιου έργου είναι ότι το αποτέλεσμα δεν εξαρτάται από το προεξοφλητικό επιτόκιο που είναι συγκεκριμένο για κάθε έργο.

3.Απλή αποπληρωμή

Το **πρότυπο υπολογίζει** την απλή αποπληρωμή (έτος), που αντιπροσωπεύει το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για ένα επενδυτικό πρόγραμμα για να αποζημιωθεί το αρχικό κόστος του, από τις παραλαβές μετρητών. Η βασική προϋπόθεση της μεθόδου αποπληρωμής είναι ότι όσο πιο γρήγορα μπορεί να αποπληρωθεί το κόστος της επένδυσης τόσο πιο επιθυμητή είναι η επένδυση αυτή. Παραδείγματος χάριν, στην περίπτωση της εφαρμογής ενός ηλιακού προγράμματος θέρμανσης νερού, μια αρνητική περίοδος αποπληρωμής θα ήταν μια ένδειξη ότι οι ετήσιες δαπάνες είναι υψηλότερες από την ετήσια αποταμίευση που παράγεται.

Η απλή μέθοδος αποπληρωμής δεν είναι ένα μέτρο σύγκρισης για το ποσό κερδοφόρο είναι ένα πρόγραμμα σε σχέση με κάποιο άλλο. Αντίθετα, είναι ένα μέτρο του χρόνου υπό την έννοια ότι προσδιορίζει πόσα χρόνια απαιτούνται για να ανακτήσουν την επένδυση για ένα έργο σε σύγκριση με κάποιο άλλο. Η απλή αποπληρωμή δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως αρχικός δείκτης για να αξιολογήσει ένα έργο. Είναι χρήσιμο, ωστόσο, ως δευτερεύον δείκτης για να δείξει το επίπεδο κινδύνου μιας επένδυσης. **Μια περαιτέρω κριτική της απλής μεθόδου αποπληρωμής είναι ότι δεν εξετάζει τη χρονική αξία των χρημάτων, ούτε τον αντίκτυπο του πληθωρισμού όσον αφορά το κόστος.** Από την άλλη, η περίοδος αποπληρωμής είναι συχνά μεγάλης σπουδαιότητας στις μικρότερες εταιρίες που μπορούν να είναι φτωχές'. Το πρότυπο χρησιμοποιεί το συνολικό αρχικό κόστος, το συνολικό ετήσιο κόστος (χωρίς την πληρωμή του χρέους) και την συνολική αποταμίευση πόρων, προκειμένου να υπολογιστεί η απλή αποπληρωμή. Ο υπολογισμός είναι βασισμένος στα ποσά προκαταβολικού φόρου και περιλαμβάνει οποιαδήποτε αρχικά κίνητρα κόστους.

4.Αποπληρωμή μετοχών

Το **πρότυπο υπολογίζει** την χρονική διάρκεια που απαιτείται ώστε να αποζημιωθεί ο ιδιοκτήτης του έργου όσο αφορά την αρχική του επένδυση. Εξετάζονται οι ταμειακές ροές μετά από το πρώτο έτος λειτουργίας του έργου. Το πρότυπο χρησιμοποιεί τον αριθμό των ετών και τα έσοδα μετά τη φορολόγηση προκειμένου να υπολογιστεί αυτή η αξία.

5.Καθαρή παρούσα αξία – Κ.Π.Α.

Το **πρότυπο υπολογίζει** την καθαρή παρούσα αξία του προγράμματος (ΚΠΑ), που είναι η αξία όλων των μελλοντικών ταμειακών ροών, προεξοφλημένων με το προεξοφλητικό επιτόκιο. Έτσι η Κ.Π.Α. υπολογίζεται σε έναν χρόνο 0 που αντιστοιχεί στη σύνδεση του τέλους του έτους 0 και της αρχής του έτους 1. **Σύμφωνα με την μέθοδο της Κ.Π.Α., η παρούσα αξία όλων των ταμειακών εισροών συγκρίνεται με την παρούσα αξία όλων των ταμειακών εκροών που συνδέονται με ένα πρόγραμμα επένδυσης.** Η

διαφορά αυτή, καθορίζει εάν το πρόγραμμα είναι ή όχι μια οικονομικά αποδεκτή επένδυση. Για την χρήση της Κ.Π.Α., είναι απαραίτητο να επιλεγεί ένα ποσοστό για τις ταμειακές ροές στην παρούσα αξία.

6.Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής

Το **πρότυπο υπολογίζει** την ετήσια αποταμίευση του κύκλου ζωής που είναι η ονομαστική ετήσια αποταμίευση που έχει ακριβώς την ίδια ζωή και την καθαρή παρούσα αξία με το πρόγραμμα. Η ετήσια αποταμίευση κύκλου ζωής υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την καθαρή παρούσα αξία, το ποσοστό έκπτωσης και τη διάρκεια ζωής του προγράμματος.

7.Αναλογία οφέλους – κόστος

Το **πρότυπο υπολογίζει** την καθαρή αναλογία οφέλους/κόστους ,η οποία είναι η αναλογία των καθαρών οφελών προς τις δαπάνες του προγράμματος. Τα καθαρά οφέλη αντιπροσωπεύουν την παρούσα αξία των ετήσιων εισοδημάτων, ενώ το κόστος ορίζεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Δείκτες μεγαλύτεροι του 1 είναι ενδεικτικοί των κερδοφόρων προγραμμάτων. Η καθαρή αναλογία οφέλους/κόστους , οδηγεί στο ίδιο συμπέρασμα με τον δείκτη της Κ.Π.Α.

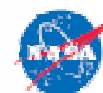
RETScreen® International
Clean Energy Decision Support Centre

www.retscreen.net

RETScreen® Software

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΜΕΡΟΣ III



ΉΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ



Natural Resources
Canada

Resources naturelles
Canada

Canada

7.Εφαρμογή ηλιακής θέρμανσης νερού για οικιακή χρήση

7.1.Υπολογισμός με το χέρι

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μια εφαρμογή θέρμανσης νερού για οικιακή χρήση η οποία αρχικά υπολογίζεται με το "χέρι" και έπειτα με το πρόγραμμα RETScreen. Το παράδειγμα αυτό έχει παρθεί από το βιβλίο «Υπολογιστικές εφαρμογές ήπιων μορφών ενέργειας» του Ιωάννη Κ. Καλδέλλη, Γεωργίου Χ. Σπυρόπουλου και Κόσμου Α. Καββαδία, (εφαρμογή 2.10 σελ 137)

Ακολουθεί λοιπόν ο υπολογισμός με την μέθοδο των καμπυλών «f» του ποσοστού κάλυψης των θερμικών αναγκών ενός οικιακού καταναλωτή για τον μήνα Μάιο στην Αθήνα, με την χρήση ηλιακού συλλέκτη (με μονό τζάμι) επιφάνειας 2.5 m², του οποίου τα ενεργειακά χαρακτηριστικά θα πρέπει να εκτιμηθούν βάση των πειραματικών τιμών A=0,56 και B=8,0 των παραμέτρων της γραμμικής εξίσωσης του στιγμιαίου βαθμού απόδοσης. Ο εν λόγω συλλέκτης χρησιμοποιείται για την κάλυψη θερμικών αναγκών τετραμελούς οικογένειας με μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού 25 Lt/άτομο. Έχοντας γνωστά τα παρακάτω:

- i. $\varepsilon_L \cdot C_{\min} / (U_L \cdot A_C)_b = 1.6$
- ii. $F'_R / F_R = 0.92$
- iii. $(\tau' \cdot \alpha) / (\tau \cdot \alpha)_n = 0.92$
- iv. Επιθυμητή θερμοκρασία νερού χρήσης 40 °C
- v. Χωρητικότητα δεξαμενής αποθήκευσης ίση με την μέση ημερήσια ζήτηση του καταναλωτή
- vi. Ειδική χωρητικότητα νερού C_w=4179 J/kg⁰C
- vii. Μέση πυκνότητα ζεστού νερού 0,960kg/l.

Μήνας	Μέση θερμοκρασία νερού (°C)	Μέση θερμοκρασία αέρα (°C)	Μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία(κλίση 30°)(kWh/m ² mo)
Μάιος	19,0	21,9	179

Πίνακας 1.Μετεωρολογικά στοιχεία για την περιοχή της Αθήνας

Το ποσοστό κάλυψης f του θερμικού φορτίου L ορίζεται ως ο λόγος του μέσου μηνιαίου ωφέλιμου φορτίου $Q_{\omega\phi}$ που καλύπτει ο ηλιακός συλλέκτης προς το μέσο μηνιαίο φορτίο της εγκατάστασης (για θέρμανση χώρου και παροχή ζεστού νερού) δηλαδή:

$$f = \frac{Q_{\omega\phi}}{L} \quad (1)$$

Ο υπολογισμός γίνεται με την μέθοδο καμπύλων f μέσω των συντελεστών X και Y δηλαδή :

$$f = 1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 \cdot X^2 + 0,0215 \cdot Y^3 \quad (2)$$

Όπου για τις παραμέτρους X και Y ισχύει ότι $0 < Y < 3$ και $0 < X < 18$. Ο συντελεστής X είναι το πηλίκο του ποσού των ενεργειακών απωλειών προς το συνολικό θερμικό φορτίο του μήνα και υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$X = F_R \bar{U}_L \cdot (F'_R / F_R) \cdot (\theta_{ref} - \bar{\theta}\alpha) \cdot \Delta t \cdot A_c / L \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (3)$$

Αντίστοιχα ο συντελεστής Y είναι το πηλίκο της ενέργειας που μπορεί να αξιοποιήσει ο ηλιακός συλλέκτης προς το συνολικό θερμικό φορτίο του μήνα L και υπολογίζεται από την εξίσωση :

$$Y = F_R (\tau\alpha)_n \cdot (F'_R / F_R) \cdot (\tau'\alpha) / (\tau\alpha)_n \bar{H}_T (A_c / L) \cdot K_4 \quad (4)$$

Το γινόμενο $F_R \bar{U}_L$ είναι χαρακτηριστικό μέγεθος του συλλέκτη, που δίνεται από τον κατασκευαστή και στη παρούσα εφαρμογή εκτιμάται βάση της στιγμιαίας απόδοσης των συλλεκτών σε ($W/(m^2 \cdot ^\circ C)$), και αντιπροσωπεύει το σύνολο των θερμικών απωλειών του συλλέκτη προς το περιβάλλον. Βάση λοιπόν των δεδομένων της εφαρμογής προκύπτει ότι :

$$B = F_R \bar{U}_L = 8.0 \quad (5)$$

Αντίστοιχα ο διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη – εναλλάκτη F'_R / F_R εξαρτάται από τις θερμικές ιδιότητες της επιφάνειας συναλλαγής και τις θερμοκρασίες των δυο ρευμάτων που στην περίπτωση κλειστού συστήματος (παρεμβάλλεται εναλλάκτης θερμότητας) και σύμφωνα με τα δεδομένα της εφαρμογής ισχύει:

$$F'_R / F_R = 0.92 \quad (6)$$

Η θερμοκρασία αναφοράς θ_{ref} λαμβάνεται ίση με $100 \text{ }^\circ\text{C}$, ενώ η μέση μηνιαία ημερησία θερμοκρασία θ_a περιβάλλοντος για την χρονική περίοδο της μελέτης προκύπτει από τον πίνακα 1:

$$\theta_a = 21,9 \text{ }^\circ\text{C} \quad (7)$$

Η χρονική περίοδος Δt για τον μήνα Μάιο εκφρασμένη σε δευτερόλεπτα ισούται με:

$$\Delta t = 24 \cdot 3600 \cdot 31 = 2.678,400 \text{ sec} \quad (8)$$

Επιπλέον η επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη A_c δίνεται ίση με :

$$A_c = 2,5 \text{ m}^2 \quad (9)$$

Το μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο L για την θέρμανση χώρων και την παροχή ζεστού νερού σε (joule) υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση ως:

$$L = L_w + L_p \quad (10)$$

Όπου L_p είναι το μηνιαίο φορτίο θέρμανσης χώρου και υπολογίζεται σύμφωνα με τις βασικές αρχές θέρμανσης και κλιματισμού βάσει της επιθυμητής θερμοκρασίας του χώρου, της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, των θερμικών χαρακτηριστικών των δομικών υλικών, των συνθηκών αερισμού του χώρου, των εσωτερικών θερμικών φορτίων της εγκατάστασης (μηχανήματα, συσκευές, άνθρωποι) κ.λπ. στην παρούσα εφαρμογή ο ηλιακός συλλέκτης καλύπτει αποκλειστικά ανάγκες ζεστού νερού, συνεπώς :

$$L_p = 0 \quad (11)$$

Αντίστοιχα με L_w συμβολίζεται το απαιτούμενο φορτίο για την παροχή ζεστού νερού ενός δεδομένου μήνα και υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$L_w = N \cdot V_w \cdot \rho \cdot C_w \cdot (\theta_0 - \theta_i) \quad (12)$$

Στα πλαίσια αυτά η μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού V_w σε (l/ημέρα) προκύπτει για τετραμελή οικογένεια ως :

$$V_w = 25 \cdot 4 = 100 \text{ lt / ημερα} \quad (13)$$

Αντίστοιχα η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού ρ δίνεται ίση με 0,960 kg/lt η επιθυμητή θερμοκρασία νερού χρήσης θ_0 προσδιορίζεται ίση με 40°C ενώ η μέση θερμοκρασία προσαγωγής του νερού από το δίκτυο θ_i προκύπτει από τον πίνακα 1 ίση με 19°C.

Κάνοντας αντικατάσταση των δεδομένων έχουμε:

$$L_w = 31 \cdot 100 \cdot 0.960 \cdot 4179 \cdot (40 - 19) = 261.171 \cdot 10^6 \text{ J} = 261.2 \text{ MJ} \quad (14)$$

Αντικαθιστώντας τις εξισώσεις 11 και 14 στην 10 το μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο L προκύπτει ως:

$$L = 261.171 \cdot 10^3 + 0 = 261.2 \cdot 10^6 \text{ J} \cong 0.261 \text{ GJ} \cong 72.6 \text{ kWh} \quad (15)$$

Ακολούθως ο διορθωτικός συντελεστής χωρητικότητας της δεξαμενής K_2 Υπολογίζεται από την εμπειρική εξίσωση :

$$K_2 = (75 / M)^{0.25} \quad (16)$$

Όπου M ο ανοιγμένος όγκος της δεξαμενής αποθήκευσης ζεστού νερού (θερμοδοχείο) ανα τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας (lt/m²). Σύμφωνα με τα δεδομένα της εφαρμογής ισχύει :

$$M = \frac{V_w}{A_c} = \frac{4 \cdot 25}{2.5} = 40 \text{ lt / m}^2 \quad (17)$$

Με αντικατάσταση στην 16 προκύπτει :

$$K_2 = (75 / 40)^{0.25} = 1.170 \quad (18)$$

Παράλληλα ο διορθωτικός συντελεστής ζεστού νερού K_3 υπολογίζεται από την εξίσωση 18 ως εξής:

$$K_3 = \frac{11.6 + 1.18 \cdot \theta_0 + 3.86 \cdot \theta_i - 2.32 \cdot \theta_a}{100 - \theta_a} \quad (19)$$

$$K_3 = \frac{11.6 + 1.18 \cdot 40 + 3.86 \cdot 19 - 2.32 \cdot 21.9}{100 - 21.9} = 1.041 \quad (20)$$

Συνεπώς ο συντελεστής X με αριθμητική αντικατάσταση στην εξίσωση υπολογίζεται ως :

$$X = 8.0 \cdot 0.92 \cdot (100 - 21.9) \cdot 2678400 \cdot (2.5 / 261171 \cdot 10^3) \cdot 1.170 \cdot 1.041 \Rightarrow$$

$$X = 17.959 < 18 \quad (21)$$

Αντίστοιχα ο συντελεστής Y υπολογίζεται όπως αναφέρθηκε και παραπάνω με την εξίσωση 4:

$$Y = F_R(\tau\alpha)_n \cdot (F'_R / F_R) \cdot (\tau'\alpha) / (\tau\alpha)_n \cdot \bar{H}_T (A_c / L) \cdot K_4$$

Ακολουθώς , αναλύονται και υπολογίζονται οι παράμετροι της εξίσωσης (4). Πιο συγκεκριμένα η παράμετρος $F_R(\tau\alpha)_n$ είναι χαρακτηριστικό μέγεθος του ηλιακού συλλέκτη που δίνεται από τον κατασκευαστή και αφορά την ικανότητα εκμετάλλευσης της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας από την συλλεκτική επιφάνεια της εγκατάστασης. Σύμφωνα με τα δεδομένα της εφαρμογής ισχύει:

$$A = F_R(\tau\alpha)_n = 0.56 \quad (22)$$

Παράλληλα ο διορθωτικός συντελεστής $(\tau'\alpha) / (\tau\alpha)_n$ λαμβάνει υπόψη του την επίδραση της κλίσης τοποθέτησης του συλλέκτη στην ενεργειακή του συμπεριφορά. Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται για να συνεκτιμηθεί το γεγονός ότι η ηλιακή ακτινοβολία δεν προσπίπτει πάντα κάθετα στην επιφάνεια του συλλέκτη, με αποτέλεσμα η ένταση της πάνω στην απορροφητική επιφάνεια να είναι μικρότερη από την ονομαστική. Από τα δεδομένα της εφαρμογής ισχύει :

$$(\tau'\alpha) / (\tau\alpha)_n = 0.92 \quad (23)$$

Βάση του πίνακα 1 η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία \bar{H}_T , που προσπίπτει στην επιφάνεια ενός συλλέκτη (σε $J/(m^2 \cdot mo)$) , προκύπτει ως:

$$\bar{H}_T = 179 \cdot 10^3 \cdot 3600 = 644440000 J / (m^2 \cdot mo) \quad (24)$$

Ο διορθωτικός συντελεστής K_4 για τον εναλλάκτη θερμότητας φορτίου-εργαζόμενου μέσου συλλέκτη υπολογίζεται από την εμπειρική εξίσωση ως εξής:

$$K_4 = 0.39 + 0.65 \cdot \exp\left[-\frac{0.139}{\varepsilon_L \cdot C_{\min} / (U_L \cdot A_c)_b}\right] \quad (25)$$

Ο συντελεστής $\varepsilon_L \cdot C_{\min} / (U_L \cdot A_c)_b$ προκύπτει από τα δεδομένα της εφαρμογής ίσος με 1.6 όπου ε_L ο βαθμός εκμετάλλευσης του εναλλάκτη C_{\min} η μικρότερη θερμική παροχή μεταξύ του εργαζόμενου μέσου στο συλλέκτη και του νερού του κυκλώματος θέρμανσης- σύστημα δεξαμενής σε $W/m^{20}C$ και $(U_L \cdot A_c)_b$ το γινόμενο του συλλέκτη μετάδοσης θερμότητας και της περιβάλλουσας επιφάνειας του συλλέκτη σε $W/^{\circ}C$. Συνεπώς, με αριθμητική αντικατάσταση στην εξίσωση 25 προκύπτει ότι :

$$K_4 = 0.39 + 0.65 \cdot \exp\left[-\frac{0.139}{1.6}\right] = 0.986 \quad (26)$$

Ακολούθως με αριθμητική αντικατάσταση στην εξίσωση 4 προκύπτει ότι

$$Y = 0.56 \cdot 0.92 \cdot 0.92 \cdot 644400000 \cdot (2.5 / 261171 \cdot 10^3) \cdot 0.986 \Rightarrow \quad (27)$$

$$Y = 2.833 < 3$$

Ολοκληρώνοντας, το ποσοστό κάλυψης f του θερμικού στοιχείου κατά τον μήνα Μάιο εκ μέρους του προμελέτη ηλιακού συλλέκτη υπολογίζεται με αριθμητική αντικατάσταση στην εξίσωση 2 όποτε και προκύπτει ότι :

$$f = 1,029 \cdot 2.883 - 0,065 \cdot 17.959 - 0,245 \cdot 2.883^2 +$$

$$+ 0,0018 \cdot 17.959^2 + 0,0215 \cdot 2.8883^3 \Rightarrow \quad (28)$$

$$f = 0.8586 \text{ ή } 85,86\%$$

Ολοκληρώνοντας τον υπολογισμό με το χέρι ανακεφαλαιώνουμε και βλέπουμε ότι η υπο μελέτη εγκατάσταση έχει την ικανότητα να καλύψει για τον μήνα Μάιο περίπου το 86% των αναγκών του οικιακού καταναλωτή σε ζεστό νερό χρήσης θερμοκρασίας 40 $^{\circ}C$.

7.2.Υπολογισμός με το RETScreen

1.Εκκίνηση

Αρχικά συμπληρώνεται η καρτέλα «ΕΚΚΙΝΗΣΗ» όπου περιγράφονται στοιχεία ταυτότητας του έργου, όπως η ονομασία και η τοποθεσία του έργου καθώς και τα στοιχεία του συντάκτη.

Ονομασία έργου	Οικιακές ανάγκες 4μελους οικογενειας στην Αθήνα
Τοποθεσία έργου	ΑΘΗΝΑ
Συντάχθηκε για	Πτυχιακή Εργασία
Συντάχθηκε από	Χουσουλάκη Μαρία

Στην συνέχεια επιλεγούμε

- ✓ τον τύπο του έργου:

Τύπος έργου	Παραγωγή θερμότητας Παραγωγή ηλεκτρισμού - πολλαπλές τεχνολογίες Παραγωγή θερμότητας Παραγωγή ψύξης Συμπαγωγή θερμότητας & ηλεκτρισμού Συμπαγωγή ψύξης & ηλεκτρισμού Συμπαγωγή θερμότητας & ψύξης Συμπαγωγή ψύξης, θερμότητας & ηλεκτρισμού Οριζόμενο από τον χρήστη
-------------	--

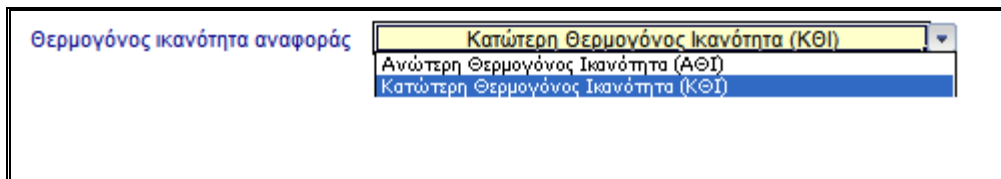
- ✓ την τεχνολογία:

Τεχνολογία	Ηλιακός θερμαντής νερού Άλλο Αντλία θερμότητας Ηλιακό αερόθερμο Ηλιακός θερμαντής νερού Θερμαντής Λέβητας Μονάδα θερμού Σύστημα βιομάζας
------------	--

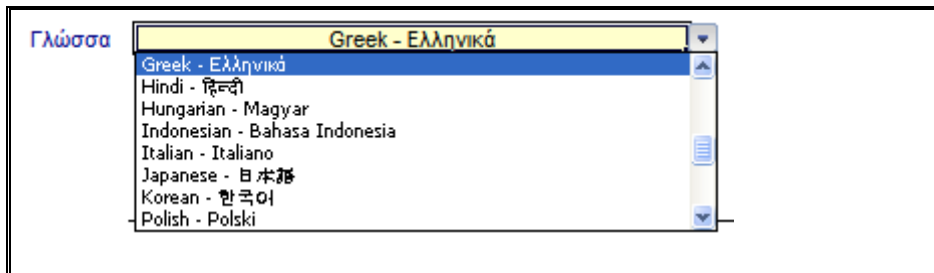
- ✓ τον τύπο ανάλυσης:

Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 1 Μέθοδος 1 Μέθοδος 2 Καλύτερη θερμότητα κατάσταση (τύπος)
----------------	---

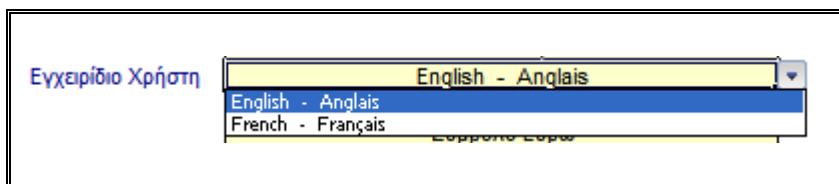
- ✓ την θερμογόνο ικανότητα:



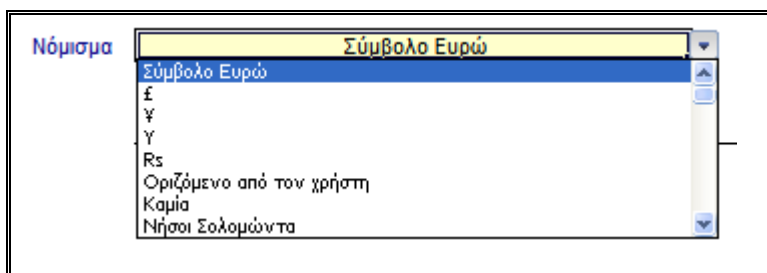
- ✓ την γλώσσα:



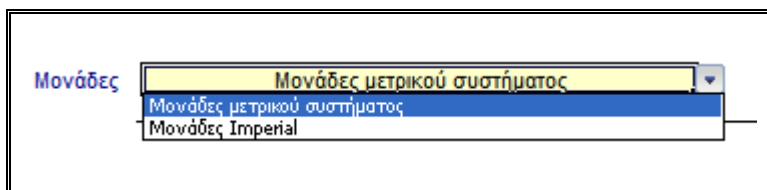
- ✓ την γλώσσα χρήσης του εγχειριδίου:



- ✓ το νόμισμα:



- ✓ τις μονάδες:



Και τέλος

✓ την τοποθεσία:

RETScreen

Χώρα: Ελλάδα

Επαρχία / Νομός: n/a

Θέση κλιματολογικών δεδομένων: Athinai (Athens) Observatory

Γεωγραφικό πλάτος: °B 38,0

Γεωγραφικό μήκος: °A 23,7 Πηγή

Υψόμετρο: m 107 Εδαφος

Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού: °C 3,1 Εδαφος

Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού: °C 33,0 Εδαφος

Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους: °C 15,2 NASA

	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /ημ	kPa	m/s	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιαν	9,3	72,0%	1,75	99,2	1,9	10,9	270	0
Φεβ	9,8	71,0%	2,62	99,0	2,2	11,4	230	0
Μαρ	11,7	68,0%	3,82	99,0	2,7	13,8	195	53
Απρ	15,5	62,0%	5,15	98,8	1,8	17,6	75	165
Μαι	20,2	58,0%	6,41	98,8	1,8	22,6	0	316
Ιουν	24,6	52,0%	6,84	98,8	1,8	27,3	0	438
Ιουλ	27,0	48,0%	6,88	98,7	2,2	29,5	0	527
Αυγ	26,6	49,0%	6,18	98,7	2,2	29,2	0	515
Σεπτ	23,3	56,0%	4,86	99,0	1,9	26,1	0	399
Οκτ	18,3	66,0%	3,38	99,3	1,8	21,3	0	257
Νοε	14,4	73,0%	2,33	99,3	2,3	16,0	108	132
Δεκ	11,1	73,0%	1,69	99,2	2,1	12,2	214	34
Ετήσιο	17,7	62,3%	4,33	99,0	2,1	19,9	1.092	2.836
Πηγή	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	NASA	Εδαφος	Εδαφος

Μετρημένο σε: m 10 0

Icons: [OK] [Cancel] [Print] [Help]

Ολοκληρωμένο πια το φύλλο της εκκίνησης φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί:

Πληροφορία έργου [Δείτε Βάση δεδομένων έργου](#)

Όνομασία έργου	Οικιακές ανάγκες 4μελους οικογενειας στην Αθήνα
Τοποθεσία έργου	ΑΘΗΝΑ
Συντάχθηκε για	Πτυχιακή Εργασία
Συντάχθηκε από	Χουστουλάκη Μαρία
Τύπος έργου	Παραγωγή θερμότητας
Τεχνολογία	Ηλιακός θερμαντής νερού
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 1
Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς	Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΚΘΙ)
Δείξε ρυθμίσεις	<input checked="" type="checkbox"/>
Γλώσσα	Greek - Ελληνικά
Εγχειρίδιο Χρήστη	English - Anglais
Νόμισμα	Σύμβολο Ευρώ
Μονάδες	Μονάδες μετρικού συστήματος

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας [Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Athinai (Athens) Observatory
Δείξε δεδομένα	<input checked="" type="checkbox"/>

	Θέση κλιματολογικών δεδομένων		Τοποθεσία έργου	
	Μονάδα	κλιματολογικών δεδομένων	Μονάδα	κλιματολογικών δεδομένων
Γεωγραφικό πλάτος	'B	38,0	'B	38,0
Γεωγραφικό μήκος	'A	23,7	'A	23,7
Υψόμετρο	m	107	m	107
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	3,1	°C	3,1
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	33,0	°C	33,0
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	15,6	°C	15,6

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /ημ	kPa	m/s	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιανουάριος	9,3	72,0%	1,75	99,2	1,9	10,9	270	0
Φεβρουάριος	9,8	71,0%	2,62	99,0	2,2	11,4	230	0
Μάρτιος	11,7	68,0%	3,82	99,0	2,7	13,8	195	53
Απρίλιος	15,5	62,0%	5,15	98,8	1,8	17,6	75	165
Μαΐος	20,2	58,0%	6,41	98,8	1,8	22,6	0	316
Ιούνιος	24,6	52,0%	6,84	98,8	1,8	27,3	0	438
Ιούλιος	27,0	48,0%	6,88	98,7	2,2	29,5	0	527
Αύγουστος	26,6	49,0%	6,18	98,7	2,2	29,2	0	515
Σεπτέμβριος	23,3	56,0%	4,86	99,0	1,9	26,1	0	399
Οκτώβριος	18,3	66,0%	3,38	99,3	1,8	21,3	0	257
Νοέμβριος	14,4	73,0%	2,33	99,3	2,3	16,0	108	132
Δεκέμβριος	11,1	73,0%	1,69	99,2	2,1	12,2	214	34
Ετήσιο	17,7	62,3%	4,33	99,0	2,1	19,9	1.092	2.836
Μετρημένο σε	m				10,0	0,0		

2.Ενεργειακό μοντέλο

Στο ενεργειακό μοντέλο αρχίζουμε επιλέγοντας

- ✓ την εφαρμογή:

Τεχνολογία		Ηλιακός θερμαντής νερού	
Χαρακτηριστικά φορτίου			
Εφαρμογή	<input type="radio"/>	Πισίνα	
	<input checked="" type="radio"/>	Ζεστό νερό	

Και συμπληρώνοντας τα κίτρινα κελιά για :

- ✓ τον τύπο φορτίου
- ✓ τον αριθμό μονάδων
- ✓ το ποσοστό κατοίκησης
- ✓ την ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού
- ✓ την θερμοκρασία
- ✓ τις ώρες λειτουργίας της εβδομάδος και
- ✓ το ποσοστό χρήσης ανα μήνα

Τύπος φορτίου	Κατοικία		
Αριθμός μονάδων	Κάτοικος	4	
Ποσοστό κατοίκησης	%	100%	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	L/ημ	240	
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού	L/ημ	240	100
Θερμοκρασία	°C	40	40
Ωρες λειτουργίας ανά βδομάδα	ημ	168	168
Ποσοστό χρήσης μήνα	Μήνας		
	Ιανουάριος		
	Φεβρουάριος		
	Μάρτιος		
	Απρίλιος		
	Μαΐος	100%	100%
	Ιούνιος		
	Ιούλιος		
	Αύγουστος		
	Σεπτέμβριος		
	Οκτώβριος		
	Νοέμβριος		
	Δεκέμβριος		

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα κάνει μια δική του εκτίμηση αυτόματα για την ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού.

Και στην συνέχεια υπολογίζει την μέγιστη και την ελαχίστη θερμοκρασία του νερού,

Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής		Τύπος
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C	14,8
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C	21,0

καθώς και την ζήτηση θερμότητας :

	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση	Εξοικονομούμενη ενέργεια
Ζήτηση θερμότητας	MWh	0,2	0,1	58%

Έπειτα επιλέγουμε το σύστημα παρακολούθησης του ήλιου:

Αξιολόγηση πηγών	
Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου	<input type="text" value="Σταθεροποιημένα"/> <ul style="list-style-type: none"> Σταθεροποιημένα Μονο-αξονικό Διαξονικό Αζιμούθιο

και συμπληρώνουμε τη κλίση του συλλέκτη:

Αξιολόγηση πηγών	
Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου	<input type="text" value="Σταθεροποιημένα"/>
Κλίση	<input type="text" value="30,0"/>
Αζιμούθιο	<input type="text"/>

Και το πρόγραμμα αυτόματα μας εμφανίζει τις τιμές με την ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία-οριζόντια και με την ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο σε kWh/m²/ημερα για κάθε μήνα χωριστά και υπολογίζει την ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο καθώς και σε κεκλιμένο σε MWh/m², όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.

Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια kWh/m ² /ημ	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - κεκλιμένο επίπεδο kWh/m ² /ημ
Ιανουάριος	1,75	2,43
Φεβρουάριος	2,62	3,37
Μάρπος	3,82	4,41
Απρίλιος	5,15	5,37
Μαΐος	6,41	6,16
Ιούνιος	6,84	6,32
Ιούλιος	6,88	6,46
Αύγουστος	6,18	6,25
Σεπτέμβριος	4,86	5,47
Οκτώβριος	3,38	4,25
Νοέμβριος	2,33	3,36
Δεκέμβριος	1,69	2,50
Ετήσιο	4,33	4,70
Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία - οριζόντιο επίπεδο	MWh/m ²	1,58
Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία - επικλινές επίπεδο	MWh/m ²	1,72

Στην συνέχεια συμπληρώνουμε στοιχεία και χαρακτηριστικά του ηλιακού θερμαντή όπως :

- ✓ τον τύπο
- ✓ τον κατασκευαστή
- ✓ την συνολική επιφάνεια του συλλέκτη
- ✓ την επιφάνεια ανοίγματος
- ✓ τους συντελεστές Fr (τα)-Fr UL
- ✓ τον αριθμό των συλλεκτών και
- ✓ τις απώλειες

Ηλιακός θερμαντής νερού		Υαλοκάλυπτος		
Τύπος		AAA		
Κατασκευαστής		BBB		
Μοντέλο				
Συνολική επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη	m ²	2,50		
Επιφάνεια ανοίγματος ανά ηλιακό συλλέκτη	m ²	2,50		
Συντελεστής Fr (τα)		0,56		
Συντελεστής Fr UL	(W/m ²)/°C	8,00		
Συντελεστής θερμοκρασίας για Fr UL	(W/m ²)/°C ²			
Αριθμός συλλεκτών		1		1
Επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	m ²	2,50		
Ισχύς	kW	1,75		
Λοπές απώλειες	%	5,0%		

Το πρόγραμμα όπως μπορούμε να δούμε στο σημείο αυτό υπολογίζει την ισχύ αυτόματα.

Έπειτα συμπληρώνουμε τα χαρακτηριστικά του συστήματος επιλέγοντας ότι υπάρχει δεξαμενή αποθήκευσης

Αποθήκευση	<input type="button" value="Ναι"/>
------------	------------------------------------

και δεν υπάρχει εναλλάκτης θερμότητας

Εναλλάκτης θερμότητας	<input type="button" value="Ναι"/>	<input type="button" value="Όχι"/>
-----------------------	------------------------------------	------------------------------------

Στην συνέχεια συμπληρώνουμε την χωρητικότητα αποθήκευσης ανα επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη ,τις απώλειες ,την ισχύ της αντλίας ανα επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη καθώς και την τιμή του ηλεκτρισμού όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.

Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα		
Αποθήκευση		<input type="button" value="Ναι"/>
Χωρητικότητα αποθήκευσης / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	L/m ²	40
Χωρητικότητα αποθήκευσης	L	100,0
Εναλλάκτης θερμότητας	ναί/όχι	<input type="button" value="Όχι"/>
Λοιπές απώλειες	%	3,0%
Ισχύς αντλίας / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	W/m ²	5,00
Τιμή Ηλεκτρισμού	€/kWh	0,150

Εδώ ολοκληρώνουμε το ενεργειακό μοντέλο παρατηρώντας από την περίληψη του προγράμματος ότι ,η κάλυψη των αναγκών του οικιακού καταναλωτή σε ζεστό νερό είναι 86%, ποσοστό ίδιο με αυτό που βρήκαμε κάνοντας υπολογισμό με το χέρι.

Περίληψη		
Ηλεκτρική ζήτηση - αντλία	MWh	0,0
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	0,1
Ηλιακός λόγος	%	86%

8.Εφαρμογή ηλιακής θέρμανσης νερού για χρήση σε πισίνα

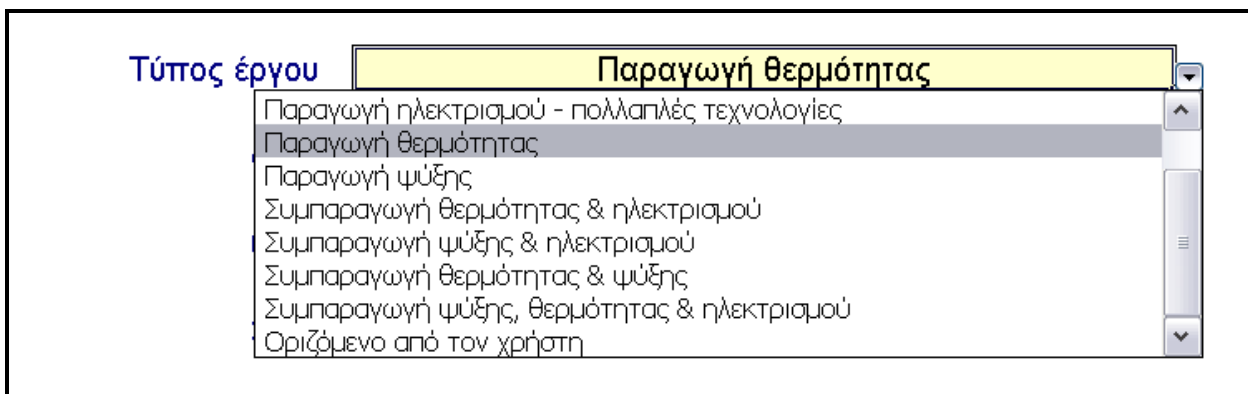
Η εφαρμογή αυτή έχει στηριχθεί στην διπλωματική εργασία του κ. Τζωρτζάτου Παναγιώτη με τίτλο «**Τεχνικο-οικονομική και περιβαλλοντική αποτίμηση επένδυσης για τη λειτουργία του κλειστού κολυμβητηρίου Χανίων**». Με βάση τόσο τα τεχνικά δεδομένα και τους υπολογισμούς του όσο και τα στοιχεία οικονομικού κόστους που χρησιμοποιεί συντάχθηκε η αντίστοιχη μελέτη στο RETscreen η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά παρακάτω.

8.1. Εκκίνηση

Αρχικά συμπληρώνεται η καρτέλα ‘ΕΚΚΙΝΗΣΗ’ όπου περιγράφονται στοιχεία ταυτότητας του έργου, όπως η ονομασία και η τοποθεσία του έργου καθώς και τα στοιχεία του συντάκτη.

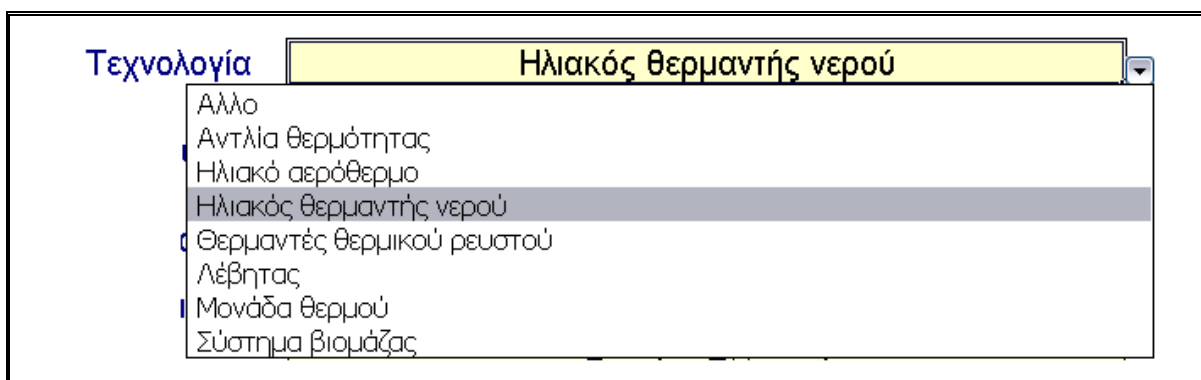
Επιλέγεται:

- ο τύπος του έργου μέσα από την λίστα που δίνετε (εικόνα 1)



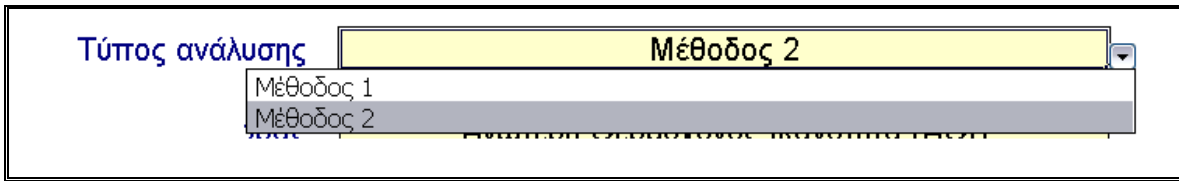
Εικόνα 1

- η τεχνολογία (εικόνα 2)



Εικόνα 2

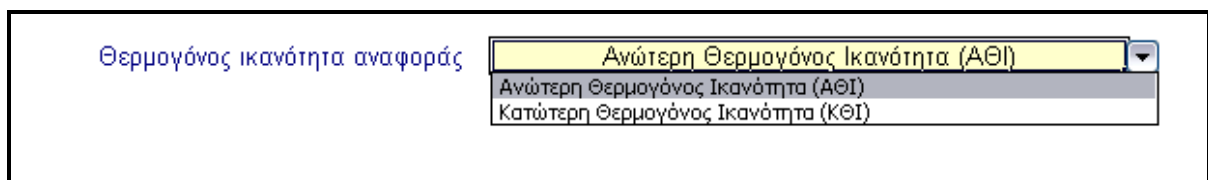
- ο τύπος ανάλυσης (εικόνα 3)



Εικόνα 3

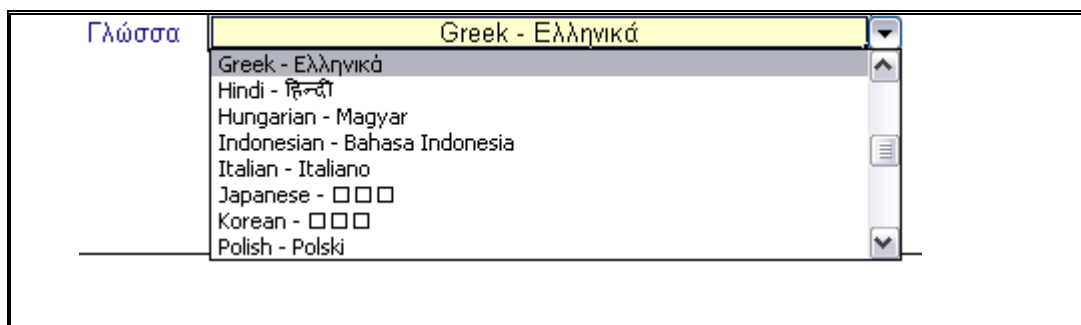
Η διαφορά μεταξύ των δυο μεθόδων είναι ότι η 1 είναι περιληπτική σε αντίθεση με την 2 όπου είναι αναλυτικότερη.

- η θερμογόνος ικανότητα (εικόνα 4).

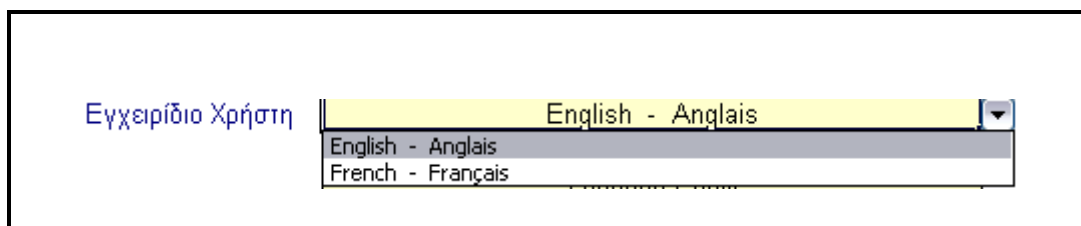


Εικόνα 4

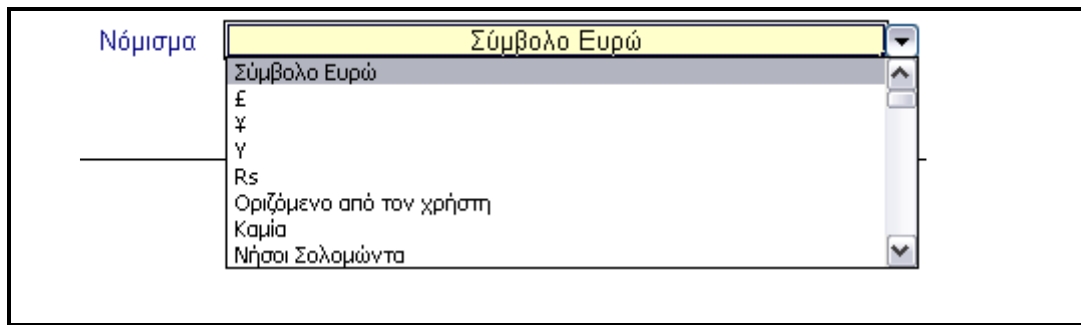
Στην συνέχεια εάν ο χρήστης κάνει τικ [Δείξε ρυθμίσεις](#) πάνω στο αμέσως εμφανίζονται οι παρακάτω επιλογές



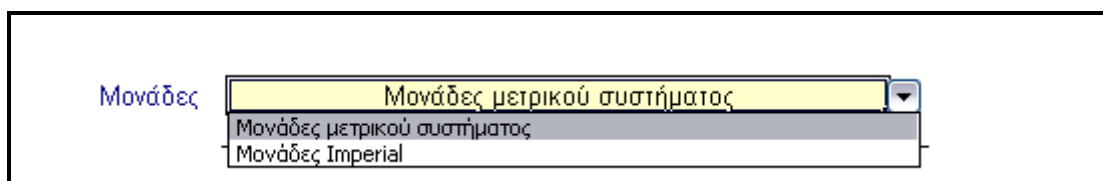
Εικόνα 5



Εικόνα 6



Εικόνα 7



Εικόνα 8

Για την ολοκλήρωση της ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ απαιτείται και η επιλογή της τοποθεσίας για να πάρει αυτόματα το πρόγραμμα κάποια στοιχεία όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί (εικόνα 9)

RETScreen

Κράτος - περιφέρεια: Ελλάδα
 Επαρχία / Νομός: Η/α
 Θέση κλιματολογικών δεδομένων: Souda Bay Crete

Γεωγραφικό πλάτος: °B 35,5
 Γεωγραφικό μήκος: °A 24,2 Πηγή
 Υψόμετρο: m 146 Εδαφος
 Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού: °C 5,8 Εδαφος
 Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού: °C 33,1 Εδαφος
 Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους: °C 9,3 NASA

	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /ημ	kPa	m/s	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιαν	11,0	79,3%	2,31	101,2	3,1	15,1	217	31
Φεβ	10,7	78,6%	3,20	101,1	3,2	14,9	204	20
Μαρ	12,5	76,5%	4,57	101,0	3,6	15,9	171	78
Απρ	15,8	71,0%	6,30	100,8	3,5	17,9	66	174
Μαι	20,1	65,7%	7,45	100,8	3,3	21,2	0	313
Ιουν	24,5	58,1%	8,45	100,7	3,2	24,7	0	435
Ιουλ	26,4	58,7%	8,41	100,5	2,8	26,8	0	508
Αυγ	25,9	60,9%	7,58	100,5	2,8	27,3	0	493
Σεπτ	23,2	66,4%	6,14	100,8	2,8	25,8	0	396
Οκτ	19,7	73,5%	4,28	101,1	2,8	22,8	0	301
Νοε	15,4	76,4%	2,65	101,1	2,9	19,3	78	162
Δεκ	11,9	80,0%	2,05	101,2	3,2	16,4	189	59
Ετήσιο	18,1	70,4%	5,29	100,9	3,1	20,7	925	2.969
Πηγή	Εδαφος	Εδαφος	NASA	NASA	Εδαφος	NASA	Εδαφος	Εδαφος

Μετρημένο σε: m 10 0

Εικόνα 9

Η καρτέλα της ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ είναι έτοιμη και συνεχίζει ο χρήστης πατώντας [Συμπληρώστε το φύλλο Ενεργειακό Μοντέλο](#) για να μπορέσει το πρόγραμμα να πάρει τα απαραίτητα για εκείνο στοιχεία.

8.2 Ενεργειακό μοντέλο

Εδώ ο χρήστης επιλέγει την εφαρμογή (εικόνα10) και στην συνέχεια συμπληρώνει τα κίτρινα κελιά

Εργο παραγωγής θερμότητας	
Τεχνολογία	Ηλιακός θερμαντής νερού
Χαρακτηριστικά φορτίου	
Εφαρμογή	<input checked="" type="radio"/> Πισίνα <input type="radio"/> Ζεστό νερό

Εικόνα 10

Τύπος	Μονάδα	Βασική περίπτωση <input checked="" type="radio"/> Εσωτερικά <input type="radio"/> Εξωτερικά
-------	--------	--

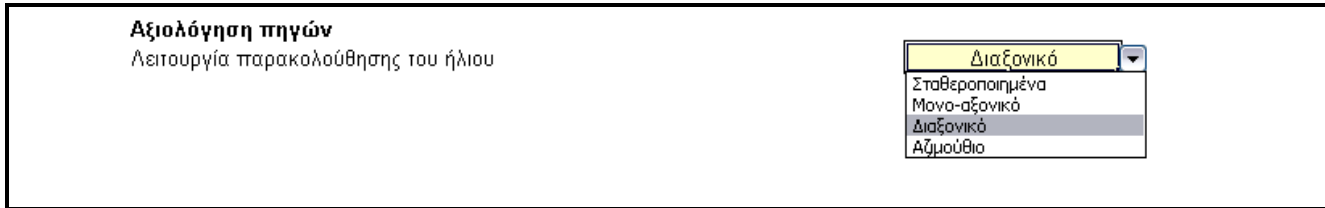
Εικόνας 11

Τύπος	Μονάδα	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
		Εσωτερικά	
Επιφάνεια	m ²	1375,0	1375,0
Χρήση καλύμματος	ώρες/ημ	8,0	8,0
Θερμοκρασία	°C	26,0	26,0
Νερό αναπλήρωσης	%εβδ	2%	2%

Εικόνα 12

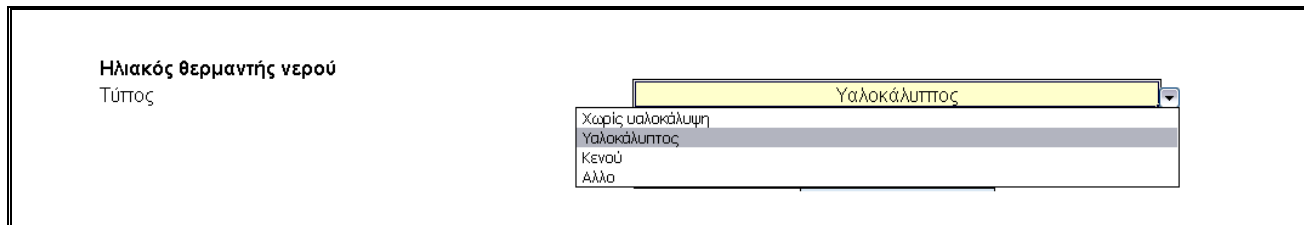
Στην συνέχεια επιλέγεται

- το σύστημα παρακολούθησης του ήλιου (εικόνα 13)



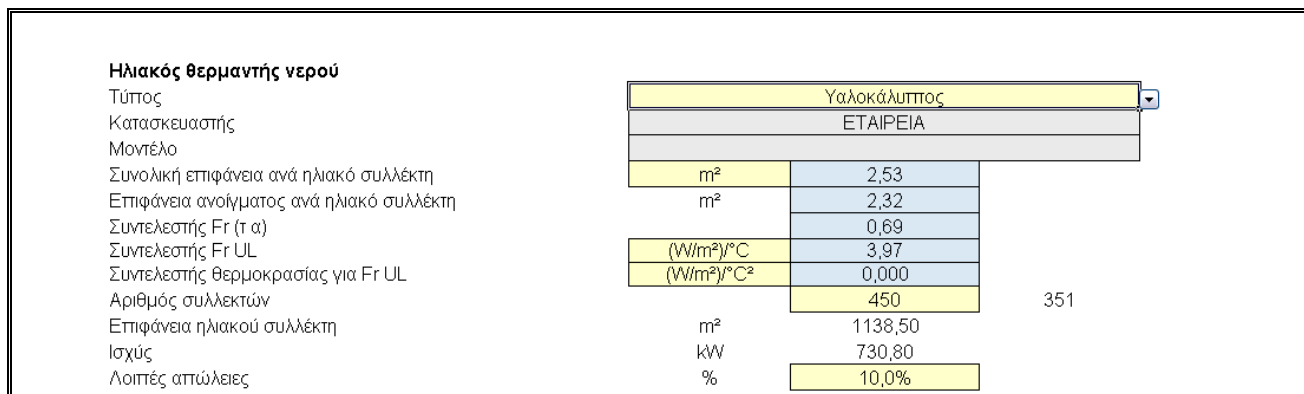
Εικόνα 13

- ο τύπος του ηλιακού θερμαντή (εικόνα 14)



Εικόνα 14

- ο κατασκευαστής
- το μοντέλο
- η συνολική επιφάνεια του συλλέκτη
- η επιφάνεια ανοίγματος
- οι συντελεστές Fr (τ_a)- Fr UL
- ο αριθμός των συλλεκτών (εικόνα 15)



Εικόνα 15

- εάν υπάρχει εναλλακτής θερμότητας (εικόνα 16)

Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	
Εναλλάκτης θερμότητας	ναί/όχι <input type="text" value="Ναι"/>
	<input type="text" value="Ναι"/> <input type="text" value="Όχι"/>

Εικόνα 16

- η απόδοση του εναλλάκτη
- λοιπές απώλειες
- η ισχύς της αντλίας
- η τιμή του ηλεκτρισμού(εικόνα 17)

Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	
Εναλλάκτης θερμότητας	ναί/όχι <input type="text" value="Ναι"/>
Απόδοση εναλλάκτη θερμότητας	% 80,0%
Λοιπές απώλειες	% 4,0%
Ισχύς αντλίας / επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη	W/m ² 8,00
Τιμή Ηλεκτρισμού	€/kWh 0,090

Εικόνα 17

Βάζοντας όλα τα παραπάνω το πρόγραμμα πέρα από τους υπολογισμούς που πραγματοποιεί εμφανίζει τα παρακάτω (εικόνα 18)

Περίληψη		
Ηλεκτρική ζήτηση - αντλία	MWh	18,9
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	1.061,4
Ηλιακός λόγος	%	91%

Εικόνα 18

Τέλος το ενεργειακό φύλλο ολοκληρώνεται συμπληρώνοντας

- Τον τύπο καυσίμου
- Την εποχιακή απόδοση και
- Την τιμή καυσίμου(εικόνα 19)

Σύστημα θέρμανσης		Βασική περίπτωση		Προτεινόμενη	
		Πετρέλαιο (#6) - L	Πετρέλαιο (#6) - L	Πετρέλαιο (#6) - L	Πετρέλαιο (#6) - L
Διακρίβωση έργου					
Τύπος Καυσίμου		60%	60%		
Εποχιακή απόδοση					
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	L	172.164,7	14.970,5	L	
Τιμή Καυσίμου	€/L	0,726	0,726	€/L	
Κόστος καυσίμου	€	124.992	10.869		

Εικόνα 19

8.3.Ανάλυση κόστους

Στο φύλλο αυτό ο χρήστης συμπληρώνει τις διάφορες δαπάνες που απαιτούνται έτσι ώστε να κάνει μια οικονομική εκτίμηση αυτών των δαπανών (εικόνα 20)

Ανάλυση κόστους RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας

Ρυθμίσεις

<input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 1	<input checked="" type="radio"/> Σημειώσεις/Εύρος	Σημειώσεις/Εύρος	<input type="text" value="Καμία"/>
<input type="radio"/> Μέθοδος 2	<input type="radio"/> Δεύτερο νόμισμα		
	<input type="radio"/> Κατανομή κόστους		

Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος
Μελέτη σκοπιμότητας					
Μελέτη σκοπιμότητας	κόστος	1	€	-	-
Υπο-σύνολο:				€	0,0%
Ανάπτυξη					
Ανάπτυξη	κόστος	1	€	-	-
Υπο-σύνολο:				€	0,0%
Μηχανολογικά					
Μηχανολογικά	κόστος	1	€	-	-
Υπο-σύνολο:				€	0,0%
Σύστημα θέρμανσης					
Ηλιακός θερμαντής νερού				€	318.780
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	1	€	-	-
Υπο-σύνολο:				€	318.780
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα					
Ανταλλακτικά	%	0,0%	€	-	-
Μεταφορά	έργο	0	€	-	-
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα	0	€	500	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος	0		€	-
Απρόβλεπτα	%	0,0%	€	318.780	-
Τόκος κατά την κατασκευή	10,00%	0 μήνας(ες)	€	318.780	-
Υπο-σύνολο:				€	0,0%
Συνολικά αρχικά κόστη				€	318.780

Ετήσια κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Λειτουργία & Συντήρηση				
Τμήματα & Εργασία	έργο	0	€	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€
Απρόβλεπτα	%	0,0%	€	-
Υπο-σύνολο:				€
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση				
Πετρέλαιο (#6)	L	14.971	€	0,726
Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	19	€	90,000
Υπο-σύνολο:				€

Ετήσια εξοικονόμηση	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση				
Πετρέλαιο (#6)	L	172.165	€	0,726
Υπο-σύνολο:				€

Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ετος	Μονάδα κόστους	Ποσό
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			€

Εικόνα 20

8.4.Αναλυση εκπομπών

Στο φύλλο αυτό ο χρήστης το μόνο που κάνει είναι να επιλέξει το κράτος-περιφέρεια και όλα ενημερώνονται αυτόματα(εικόνα 21)

Ανάλυση μείωσης εκπομπών RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας

Ανάλυση Εκπομπών

- Μέθοδος 1
- Μέθοδος 2
- Μέθοδος 3

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

Κράτος - περιφέρεια	Τύπος Καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ (εξαιρούνται Μ&Δ) tCO ₂ /MWh	Απώλειες Μ&Δ %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO ₂ /MWh
Ελλάδα	Πετρέλαιο (#6)	0,748		0,748

Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Περίληψη εκπομπών ΑΤΟ βασικού σεναρίου (σεναρίου αναφοράς)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ	Εκπομπές ΑΤΟ
		MWh	tCO ₂ /MWh	tCO ₂
Πετρέλαιο (#6)	100,0%	1.937	0,269	521,5
Σύνολο	100,0%	1.937	0,269	521,5

Περίληψη εκπομπών ΑΤΟ προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο παραγωγής θερμότητας)

Τύπος Καυσίμου	Μίγμα καυσίμου %	Κατανάλωση καυσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ	Εκπομπές ΑΤΟ
		MWh	tCO ₂ /MWh	tCO ₂
Πετρέλαιο (#6)	13,5%	168	0,269	45,3
Ηλιακό	85,0%	1.061	0,000	0,0
Ηλεκτρική ενέργεια	1,5%	19	0,748	14,1
Σύνολο	100,0%	1.249	0,048	59,5

Σύνοψη μείωσης εκπομπών ΑΤΟ

	Εκπομπές ΑΤΟ βασικής tCO ₂	Εκπομπές ΑΤΟ προτεινόμενης περίπτωσης tCO ₂	Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ tCO ₂	Τέλη συναλλαγών πιστώσεων %	Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ tCO ₂
Έργο παραγωγής θερμότητας	521,5	59,5	462,0		462,0
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ	462	tCO ₂	ισοδυναμεί με	93,9	Αυτοκίνητα και ελαφριά φορτηγά δεν χρησιμοποιούνται

(Εικόνα 21)

8.5.Οικονομική ανάλυση

Ο χρήστης στο σημείο αυτό δίνει κάποια ακόμα στοιχεία για να ολοκληρωθεί η οικονομική ανάλυση , όπως

- η τιμή του πληθωρισμού
- η διάρκεια ζωής του έργου
- οι επιχορηγήσεις
- το τοκοχρεολύσιο
- το επιτόκιο δανεισμού
- την περίοδο χρέους (εικόνα 22)

Οικονομική Ανάλυση RETScreen -Εργο παραγωγής θερμότητας			
Οικονομικοί Παράμετροι			
Γενικά			
Κυλιόμενος φάρος κόστους καυσίμου	%		
Τιμή πληθωρισμού	%	4,2%	
Επιτόκιο αναγωγής	%		
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	20	
Χρηματοδότηση			
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€	159.390	
Τοκοχρεολύσιο	%	17,4%	
Χρέος	€	55.468	
Μετοχή	€	263.312	
Επιτόκιο δανεισμού	%	7,00%	
Περίοδος χρέους	έτος	5	
Πληρωμές χρέους	€/ετος	13.528	

Εικόνα 22

Ακολουθεί

- μια σύνοψη του κόστους του έργου (εικόνα 23)

Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων			
Αρχικά κόστη			
Σύστημα θέρμανσης	100,0%	€	318.780
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	0,0%	€	0
Συνολικά αρχικά κόστη	100,0%	€	318.780

Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€	159.390
Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους		
Λειτουργία & Συντήρηση	€	0
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	€	12.567
Πληρωμές χρέους - 5 έτη	€	13.528
Συνολικά ετήσια κόστη	€	26.095
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)		
<hr/>		
Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα		
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	€	124.992
Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	€	124.992

Εικόνα 23

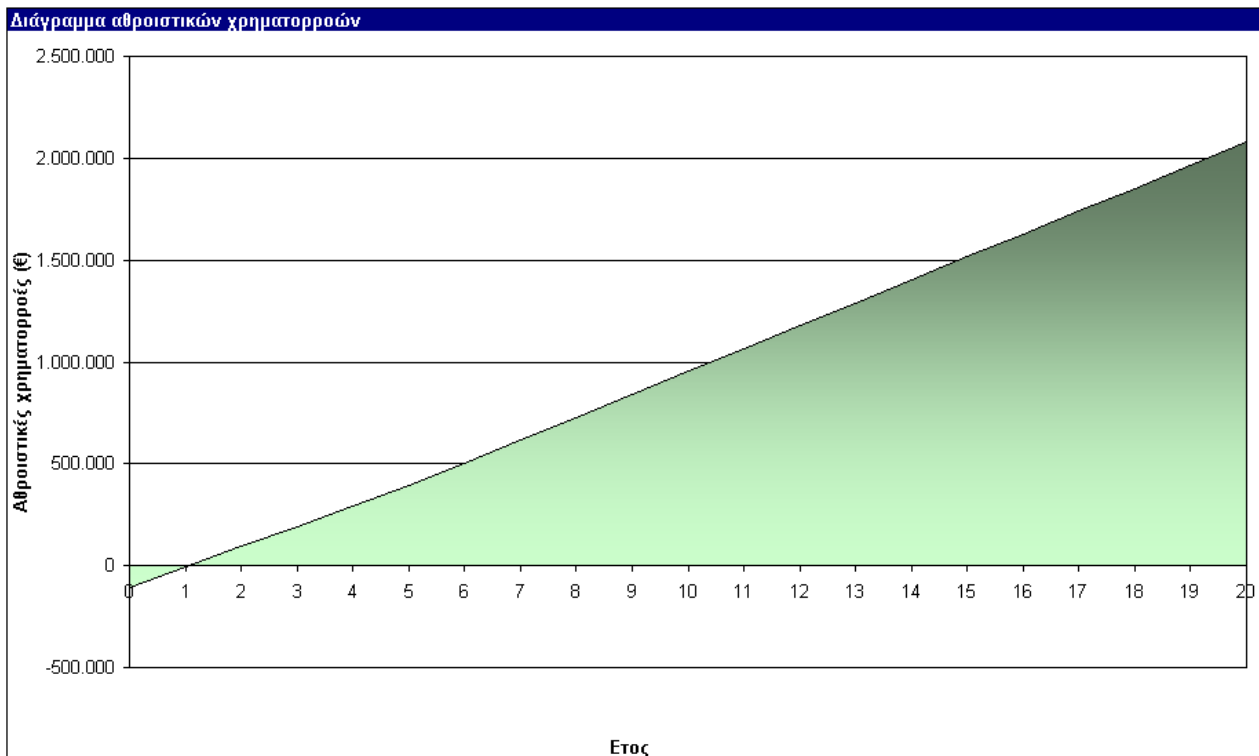
➤ η οικονομική βιωσιμότητα(εικόνα 24)

Οικονομική Βιωσιμότητα		
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχές (IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	95,6%
(IRR) μετά-φόρου - μετοχές	%	95,6%
(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	62,8%
Απλή αποπληρωμή	έτος	1,4
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	1,1
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	€	2.076.922
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	€/έτος	103.846
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (Ο-Κ)		8,89
Κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων		8,31
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/tCO2	(225)

Εικόνα 24

- η ετήσια χρηματοροή και διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροων (εικόνα 25)

Ετήσια χρηματοροή			
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά
#	€	€	€
0	-103.922	-103.922	-103.922
1	98.896	98.896	-5.026
2	98.896	98.896	93.870
3	98.896	98.896	192.766
4	98.896	98.896	291.662
5	98.896	98.896	390.559
6	112.424	112.424	502.983
7	112.424	112.424	615.407
8	112.424	112.424	727.831
9	112.424	112.424	840.256
10	112.424	112.424	952.680
11	112.424	112.424	1.065.104
12	112.424	112.424	1.177.528
13	112.424	112.424	1.289.952
14	112.424	112.424	1.402.377
15	112.424	112.424	1.514.801
16	112.424	112.424	1.627.225
17	112.424	112.424	1.739.649
18	112.424	112.424	1.852.074
19	112.424	112.424	1.964.498
20	112.424	112.424	2.076.922



Εικόνα 25

8.6.Αποτελεσματα-Σχολια-Συμπερασματα

Το Retscreen αποτελεί καινοτόμο εργαλείο που εμπεριέχει ενημερωμένες και εμπειριστατωμένες βάσεις δεδομένων (π.χ. μετεωρολογικά δεδομένα, στοιχεία Α/Γ κ.α.), απευθείας σύνδεση με το διαδίκτυο και ηλεκτρονικό εγχειρίδιο βοήθειας.

Είναι αξιόπιστο καθώς αναπτύχθηκε στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων και εφαρμόστηκε στην Καναδική βιομηχανία.

Ενσωματώνει λειτουργίες απλές (εύκολο στη χρήση του) καθώς η μορφοποίηση του υποστηρίζεται σε περιβάλλον Ms Excel.

Συνθέτει με απλό τρόπο ενεργειακά και οικονομικά μεγέθη, προσφέροντας συμπεράσματα στο χρήστη για τον περαιτέρω σχεδιασμό και υλοποίηση του έργου, ενώ παράλληλα ο χρήστης δύναται να παρουσιάσει γρήγορα ανάλυση ευαισθησίας καθορίζοντας νέες παραδοχές.

Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι το πρόγραμμα RETScreen είναι κλειστού κώδικα, επομένως δεν μπορεί να γίνει αξιολόγηση των υπολογισμών και οποιαδήποτε παρέμβαση από τον χρήστη. Στο παράδειγμά μας μια τέτοια περίπτωση αποτελεί το γεγονός ότι ως δεδομένο εισόδου χρησιμοποιείται η επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής και όχι ο όγκος του νερού.

Επίσης δεν μπορεί να γίνει διερεύνηση των παραγόντων του προγράμματος που καθορίζουν τον βέλτιστο αριθμό συλλεκτών.

Στο ενεργειακό μοντέλο δεν γίνεται μηνιαία κατανομή της απόδοσης των συλλεκτών, ώστε να είναι γνωστή, στην περίπτωση για παράδειγμα των καλοκαιρινών μηνών, η περίσσεια ζεστού νερού. Η επιλογή αυτή θα ήταν χρήσιμη για την αξιοποίηση του νερού αυτού για περαιτέρω χρήσεις, ώστε να αξιοποιείται πλήρως η παραγόμενη ενέργεια. Τέτοιες χρήσεις μπορεί να είναι, η κάλυψη του νερού των αποδυτηρίων ή ακόμα, αν οι ποσότητες επαρκούν, να καλυφθούν και οι ανάγκες για ζεστό νερό γειτονικών εγκαταστάσεων.

Όπως φαίνεται οι συνολικές ενεργειακές ανάγκες υπολογίζονται στις 1.162,5 MWh. Ο συνολικός αριθμός συλλεκτών επιλέγεται να είναι 450 και η καταλαμβανόμενη επιφάνεια θα είναι 1.138,5 m². Η αποδιδόμενη θερμική ενέργεια των συλλεκτών υπολογίζεται ίση με 1.061,4 MWh και η αναλογία του ηλιακού συστήματος με το συμβατικό σύστημα προκύπτει ίση με 91%. Η απαίτηση για συμβατική θέρμανση υπολογίζεται σε 10.869 € το έτος. Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης ενός υαλοκάλυπτου συλλέκτη, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα της αγοράς, υπολογίζεται σε 280€/m². Οπότε το συνολικό κόστος της επένδυσης ορίζεται στα 318.780 €.

Σύμφωνα με αυτά, το περιβαλλοντικό όφελος από τη χρήση του ηλιακού συστήματος υπολογίζεται σε μείωση των εκπομπών του CO₂ κατά 462t/ έτος, συγκριτικά με την περίπτωση αποκλειστικής χρήσης πετρελαίου για κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης.

Τέλος, να σημειωθεί ότι έχει προβλεφθεί η λήψη δανείου με επιτόκιο 7% για την κάλυψη του ποσού της επένδυσης. Σημειώνεται ότι ολόκληρο το ποσό θα έχει τόκους ανεξαρτήτως του ύψους του δανείου, ενώ ο χρόνος αποπληρωμής έχει οριστεί στα 5 χρόνια.

Ο χρόνος αποπληρωμής του έργου προκύπτει στα 1,4 έτη, ενώ ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι 62,8%. Από αυτά συμπεραίνεται ότι η πραγμάτωση του έργου είναι περιβαλλοντικά και οικονομικά βιώσιμη και ιδιαίτερα αποδοτική. Ο ηλιακός λόγος είναι το μέγεθος που εκφράζει την αναλογία μεταξύ του ηλιακού συστήματος και του συμβατικού, για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης του νερού.

Ύστερα από διερεύνηση του συνόλου των παραμέτρων που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα, έγινε κατάταξη σύμφωνα με το βαθμό επίδρασης στο αποτέλεσμα. Πρωταρχικός παράγοντας αποτελεί το είδος της πισίνας, αν πρόκειται για εσωτερική ή εξωτερική. Όπως είναι φυσικό, η περίπτωση της εξωτερικής πισίνας έχει πολύ μεγαλύτερες απαιτήσεις σε θέρμανση, λόγω μεγαλύτερων απωλειών θερμότητας.

Στην συνέχεια η ηλιοφάνεια της περιοχής στην οποία θα εγκατασταθούν οι

συλλέκτες, είναι το δεύτερο κατά σειρά στοιχείο που επηρεάζει τη μελέτη. Η χρονική διάρκεια χρήσης της κολυμβητικής δεξαμενής, επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του συστήματος, όμως σε μικρότερο βαθμό συγκριτικά με τις προηγούμενες παραμέτρους. Σε μικρότερο βαθμό, τέλος, η απόδοση επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του συλλέκτη και την κλίση τοποθέτησής του.

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός της υψηλής τιμής του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης ($IRR=62,8\%$) είναι δυνατόν να δημιουργηθούν αμφιβολίες αναφορικά με την ανταπόκρισή του σε ρεαλιστικό επίπεδο. Συγκρίνοντας όμως την τιμή αυτή με τιμές από άλλες μελέτες, που έγιναν χρησιμοποιώντας το RETScreen, συμπεραίνουμε ότι τέτοιες τιμές ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν να ξεπεράσουν και την τιμή 100%. Αυτό εξαρτάται κατά πολύ από τον τύπο του έργου καθώς και την τοποθεσία της πισίνας. Συμπεριλαμβανομένων και άλλων παραμέτρων του μοντέλου, σε κάποια έργα οι τιμές δεν ήταν τόσο ευνοϊκές και κυμαίνονταν μεταξύ 8-15%. Οι υπό σύγκριση μελέτες έλαβαν χώρα στον Καναδά και γενικότερα ήταν μικρότερου μεγέθους, οπότε δε μπορούμε να έχουμε απόλυτη σύγκριση

Όμως, η περίπτωση του κλειστού κολυμβητηρίου Χανίων έχει συγκριτικά πλεονεκτήματα αναφορικά με την οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Καταρχάς έχουμε πολύ μεγαλύτερο μέγεθος πισίνας, κάτι που με συμβατική θέρμανση απαιτεί πολύ υψηλό ετήσιο κόστος (περίπου 125.000€). Άρα η εναλλακτική προβάλλει σίγουρα πολύ οικονομικότερη. Επιπρόσθετα, το γεγονός των υψηλών τιμών ηλιοφάνειας στην περιοχή αποτελεί πιστοποίηση για υψηλή απόδοση. Τέλος, είναι και το γεγονός της χρήσης του κολυμβητηρίου κατά την διάρκεια όλου του χρόνου. Στις περιπτώσεις του Καναδά, πολλές μελέτες κάλυπταν μόνο μερικούς μήνες.

Σύμφωνα με τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι ενδεχομένως υπάρχουν κάποια κενά σημεία αναφορικά με το υπολογιστικό μοντέλο, όμως η χρήση ηλιακού συστήματος για την κάλυψη των αναγκών του κολυμβητηρίου προβάλλει ως ιδανική λύση.

Όπως προαναφέρθηκε, οι μετεωρολογικές συνθήκες σε συνδυασμό με το γεγονός του μεγέθους της ηλιακής εγκατάστασης δημιουργούν την ανάγκη αξιοποίησης της παραγόμενης θερμότητας (ζεστό νερό) στις περιπτώσεις όπου θα έχουμε αυξημένη παραγωγή (καλοκαιρινούς μήνες). Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στις πιθανές μεθόδους που μπορούν να αναπτυχθούν για την περαιτέρω αξιοποίηση.

9. Βιβλιογραφία

- [1]: RETScreen™ Software. (2000), CADMRL Government of Canada through Natural Resource Canada's and Energy Diversification Research Laboratory, διαθέσιμο στο: <http://www.etscreen.net/>.
- [2]: Παναγιώτης Χαρόνης, 1999, «ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ» εκδόσεις Ο.Ε.Δ.Β.
- [3]: Ιωάννης Ε. Φραγκιαδάκης, 2004. « ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ » εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.
- [4]: Ευθύμιος Η. Βαζαίος, 1990, «ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ » εκδόσεις ΦΟΙΒΟΣ , Αθήνα.
- [5]: Ιωάννης Κ. Καλοδέλλης , Γεώργιος Χ. Σπυρόπουλος ,Κοσμάς Α. Καββαδίας, 2007, «ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ » εκδόσεις ΑΘ.ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ , Αθήνα.
- [6]: Ανδρέας Ε. Μοσχάτος ,1992, «ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ» εκδόσεις Τ.Ε.Ε , Αθήνα