



ΚΑΠΕ
CRES

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
Centre for Renewable Energy Sources
19ο χλμ. Λεωφόρου Μαραθώνος, 19009 Πικέρμι
19th km Marathonos Ave, GR 19009, Greece



Ημερίδα 12 Ιουνίου 2008
Νέες Ενεργειακές Τεχνολογίες στα Κτίρια
Ενότητα II

Εφαρμογές Θερμικών Ηλιακών στον Κτιριακό Τομέα

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗ ΡΟΖΗ
MSc ENVIRONMENTAL DESIGN & ENGINEERING
BSc PHYSICS
ΚΑΠΕ - ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ

1. Εισαγωγή

1.1 Ηλιακή Ακτινοβολία

Τα ενεργειακά αποθέματα της Γης εξαντλούνται:

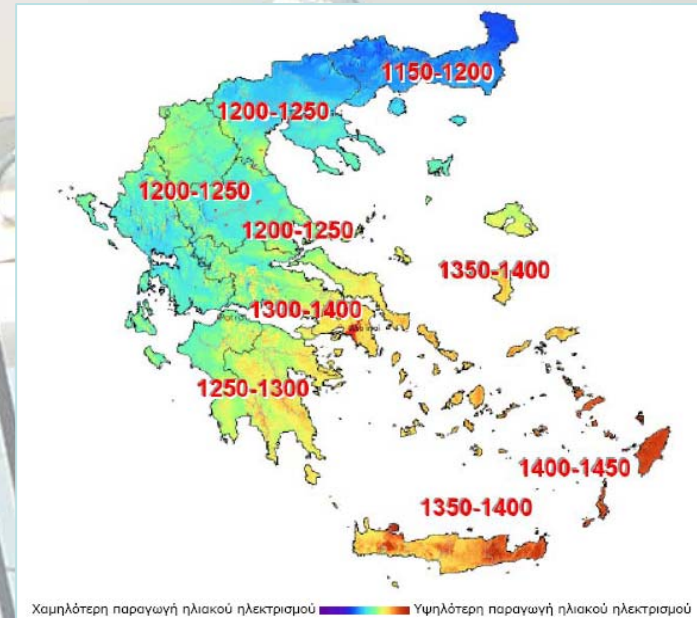
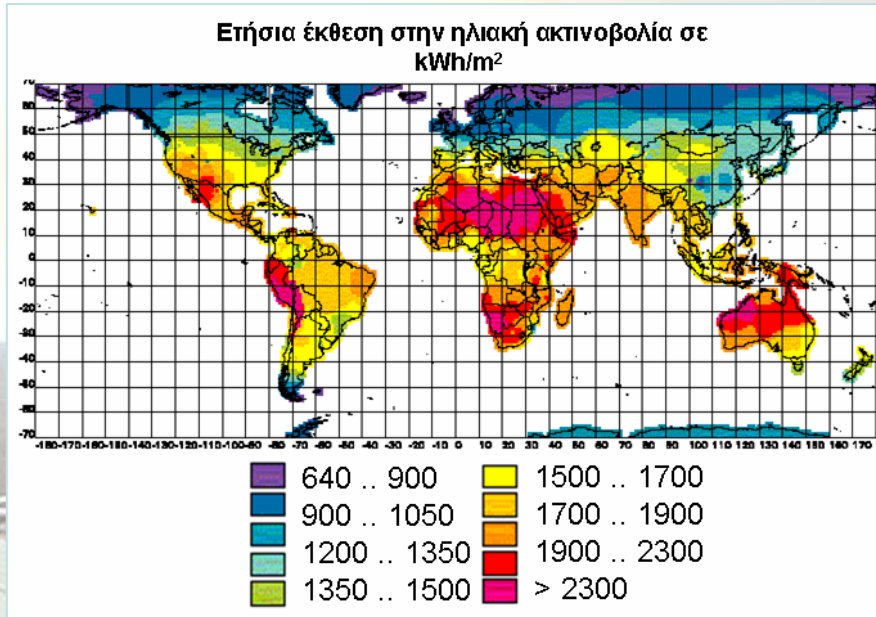
- Τα αποθέματα άνθρακα εκτιμάται ότι επαρκούν για περίπου 150 έτη.
- Τα αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και ουρανίου θα έχουν εξαντληθεί σε περίπου 40 έτη.

Όμως, η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη πηγή:

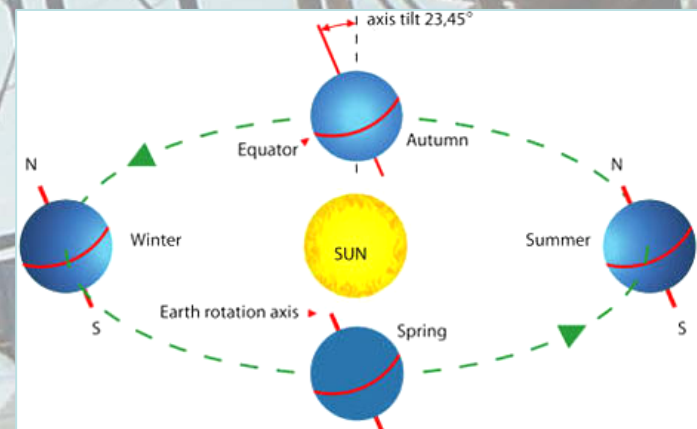
- Ο ήλιος θα παρέχει ενέργεια επί πέντε δισεκατομμύρια έτη.
- Η ηλιακή ενέργεια υπερβαίνει κατά 2.500 φορές την ποσότητα που καταναλώνουμε ετησίως!



Η ενέργεια που παρέχεται από τον ήλιο σε ετήσια βάση διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, π.χ. στη Σαχάρα είναι 2,2 φορές υψηλότερη σε σύγκριση με την Ευρώπη.



Η μεγαλύτερη ένταση της ακτινοβολίας δεν παρατηρείται στον ισημερινό, αλλά σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, καθώς ο άξονας περιστροφής της Γης βρίσκεται υπό γωνία 23.45° με την κατακόρυφο.



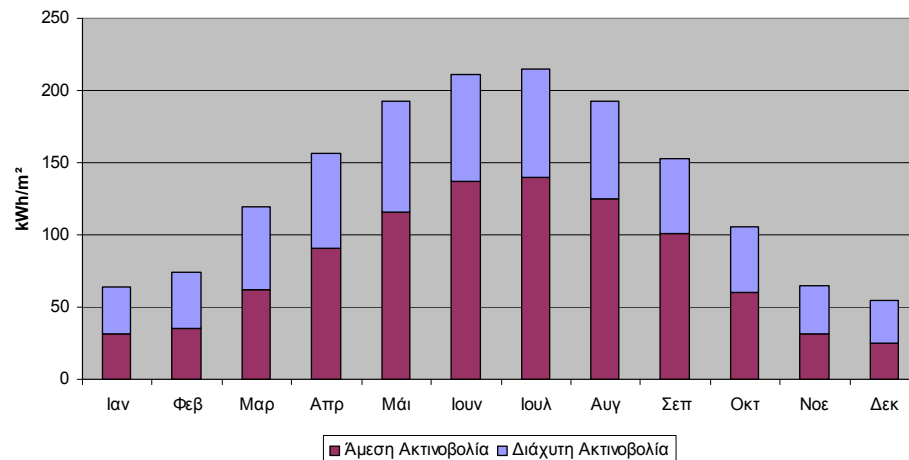
Η **ολική ακτινοβολία** (άμεση και διάχυτη) κατά τη διάρκεια ενός έτους στο δικό μας γεωγραφικό πλάτος είναι περίπου **1,600 kWh/m²**.

Αυτή η ποσότητα ενέργειας, την οποία μας παρέχει ετησίως ο ήλιος ανά m² αντιστοιχεί σε **160 λίτρα πετρελαίου** θέρμανσης.

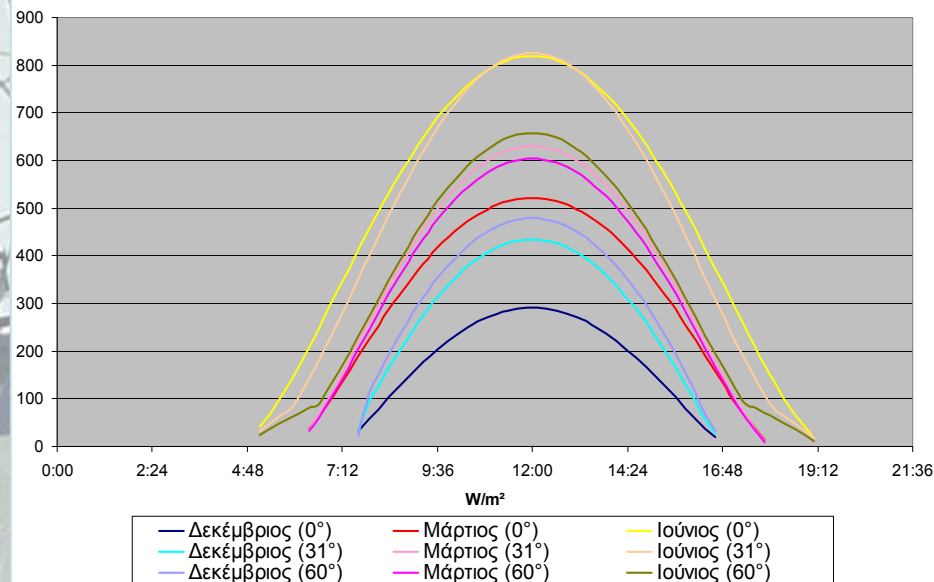
Η μεταβολή της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας ημέρας για 3 ενδεικτικές ημερομηνίες (χειμώνα, άνοιξη και καλοκαίρι) φαίνεται στη διπλανή εικόνα.

Παρατηρείται ότι η επιφάνεια που δέχεται το μεγαλύτερο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας έχει κλίση 60° τον Δεκέμβριο και 0° τον Ιούνιο.

Μηνιαία Άμεση και Διάχυτη Ακτινοβολία (Αθήνα)



Όλικη Ημερήσια Οριζόντια Ακτινοβολία (Αθήνα)



1.2 Βέλτιστη Κλίση Συλλεκτών

Η βέλτιστη κλίση των συλλεκτών, εκτός από τη γεωγραφική περιοχή, εξαρτάται και από την εφαρμογή για την οποία προορίζονται.

- Βέλτιστη κλίση για **χειμερινή λειτουργία**: γεωγραφικό πλάτος της περιοχής + 15°
- Βέλτιστη κλίση για **θερινή λειτουργία**: γεωγραφικό πλάτος της περιοχής - 15°
- Βέλτιστη κλίση για **ετήσια λειτουργία**: η κλίση της επιφάνειας πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

RESULTS OF INCIDENT RADIATION ON COLLECTORS (FROM TSOL)

Place: Athens

Azimuth: 0

G Inclined, Specific[kWh/m²]
according to collectors inclination (in degrees °)

From:	To:	0	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
1/ 1/	1/ 2/	66	80	91	96	100	104	107	109	111	112	113	112	111	109	107	104	100
1/ 2/	1/ 3/	75	84	91	93	96	97	99	99	99	99	98	96	94	91	88	84	80
1/ 3/	1/ 4/	104	112	116	118	119	119	119	118	116	114	111	108	104	99	94	89	83
1/ 4/	1/ 5/	146	151	152	152	151	149	147	143	139	134	129	123	116	108	101	92	84
1/ 5/	1/ 6/	182	183	181	178	175	170	165	159	153	145	137	128	119	109	100	90	79
1/ 6/	1/ 7/	200	200	195	191	185	180	173	166	158	149	139	128	118	108	96	85	75
1/ 7/	1/ 8/	213	214	210	205	199	194	187	180	171	162	151	139	128	117	105	91	80
1/ 8/	1/ 9/	200	206	206	204	202	199	194	188	182	174	165	155	144	132	121	109	96
1/ 9/	1/10/	156	168	176	179	180	181	180	178	175	171	166	161	154	146	138	128	118
1/10/	1/11/	106	120	130	134	138	140	142	143	142	142	140	137	134	130	125	119	113
1/11/	1/12/	66	77	86	90	94	96	99	100	101	102	102	101	99	97	95	92	88
1/12/	1/ 1/	53	63	72	76	79	82	85	87	88	89	89	89	88	87	85	83	80
Sum YEAR		1567	1658	1706	1716	1718	1711	1697	1670	1635	1593	1540	1477	1409	1334	1252	1165	1075
hotels season: 1/4 to 1/11		1203	1242	1250	1243	1230	1213	1188	1157	1120	1077	1027	971	913	850	784	714	645
heating season: 1/11 to 1/4		364	416	456	473	488	498	509	513	515	516	513	506	496	484	468	450	430
"winter": 1/12 to 1/3		194	227	254	265	275	283	291	295	298	300	300	297	293	287	280	270	260

2. Είδη Συλλεκτών

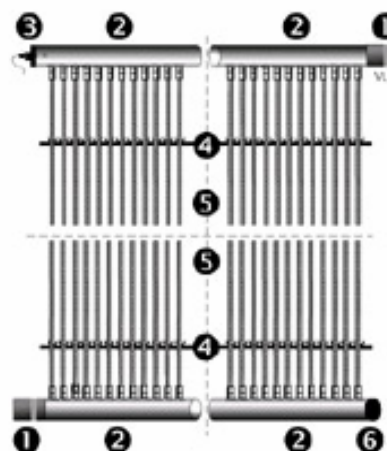
2.1 Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα

Ιδιότητες

- Χαμηλό κόστος, χρόνος απόσβεσης 1-5 έτη.
- Η αισθητική ένταξη των συλλεκτών του συστήματος είναι εξαιρετικά ομαλή.

Εφαρμογές

Μόνο σε κολυμβητικές δεξαμενές, όπου η επιθυμητή θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή (18-25°C). Η επιφάνεια των συλλεκτών που απαιτείται είναι περίπου ίση με την επιφάνεια της πισίνας.



- ❶ Χιτώνιο ελαστικού σωλήνα
- ❷ Σωλήνας Διανομής
- ❸ Αισθητήρας Θερμοκρασίας
- ❹ Αποστάτης
- ❺ Σπειροειδής σωλήνας
- ❻ Πώμα

Πλεονεκτήματα

- Στα ψυχρά κλίματα παρέχεται νερό σε ιδανική θερμοκρασία για κολύμβηση το καλοκαίρι.
- Στα θερμά κλίματα η κολυμβητική περίοδος επεκτείνεται από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο.
- Το νερό της πισίνας κυκλοφορεί μέσα στον ηλιακό συλλέκτη, θερμαίνεται από τον ήλιο και διοχετεύεται απευθείας στην πισίνα, συνεπώς δεν απαιτείται επιπρόσθετος εξοπλισμός (π.χ. εναλλάκτες) που επιβαρύνει τον προϋπολογισμό.

2.2 Επίπεδοι Συλλέκτες

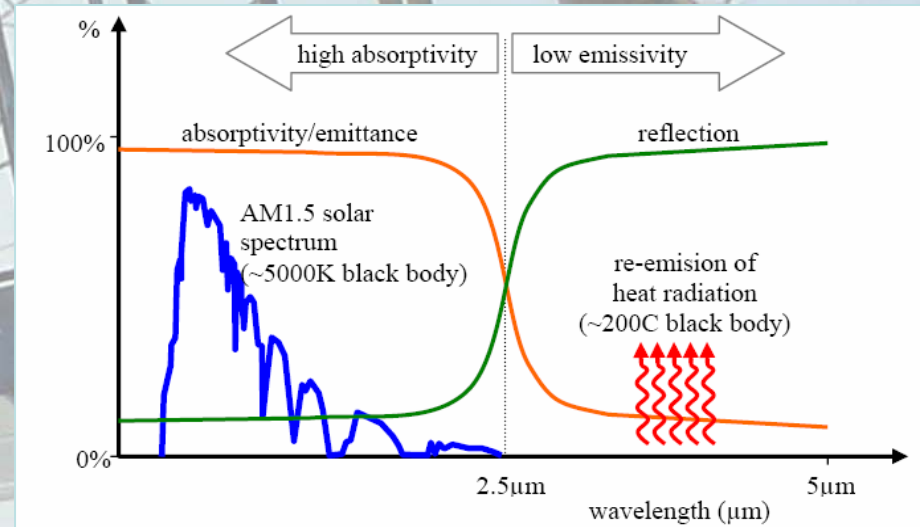
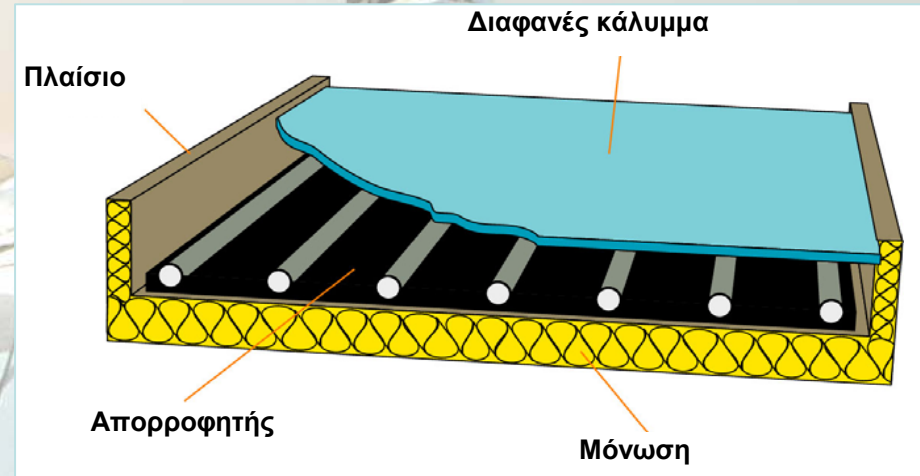
Ιδιότητες

- Μεσαίου κόστους
- Υψηλότερη θερμοκρασία λειτουργίας
- Βαρύτερος και πιο εύθραυστος
- Το εξωτερικό κάλυμμα διατίθεται σε διάφορους τύπους: μαύρη μπογιά, ημι-επιλεκτική επιφάνεια και επιλεκτική επιφάνεια.

Η επιλεκτική επιφάνεια διακρίνεται από μεγάλη απορροφητικότητα στα μικρά μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας και από ελάχιστη ανάκλαση στα μεγαλύτερα μήκη κύματος. Αυτό σημαίνει ότι απορροφά την ενέργεια του Ήλιου χωρίς να την ανακλά.

Εφαρμογές

- Για ζεστό νερό χρήσης
- Για θέρμανση χώρου
- Για ηλιακό κλιματισμό (επιλεκτική επιφάνεια)
- Βιομηχανικές εφαρμογές.



2.3 Συλλέκτες Κενού

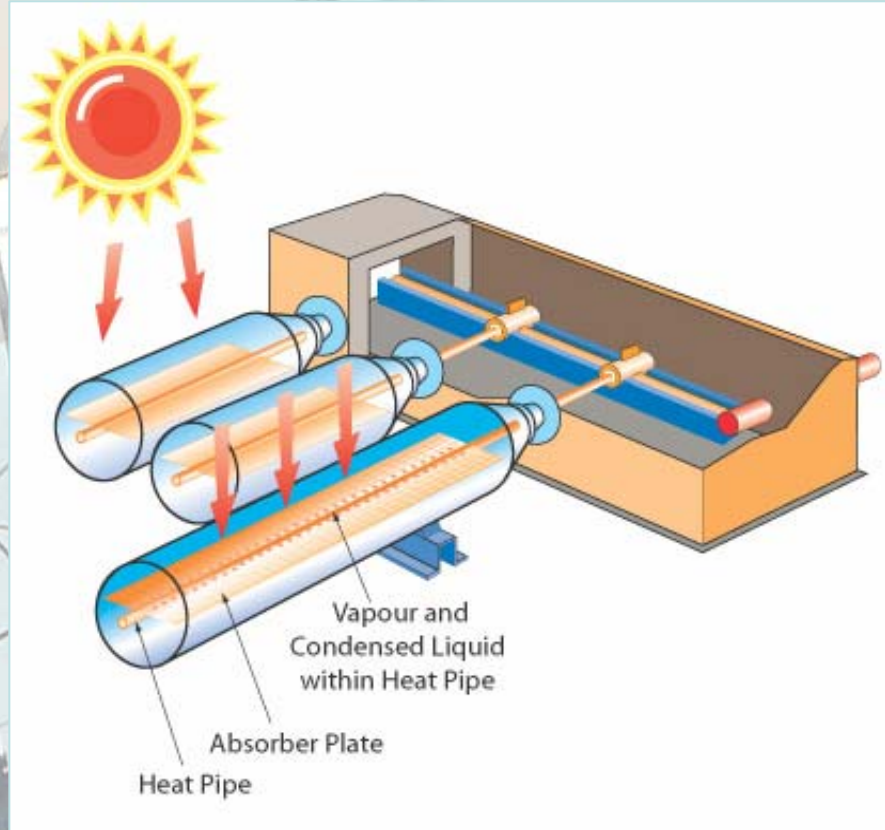
Ιδιότητες

- Πολύ υψηλό κόστος
- Όχι απώλειες θερμότητας λόγω μεταφοράς
- Υψηλή θερμοκρασία λειτουργίας
- Ιδανικό για ψυχρά κλίματα
- Εξαιρετικά ευαίσθητοι
- Πολύπλοκη εγκατάσταση

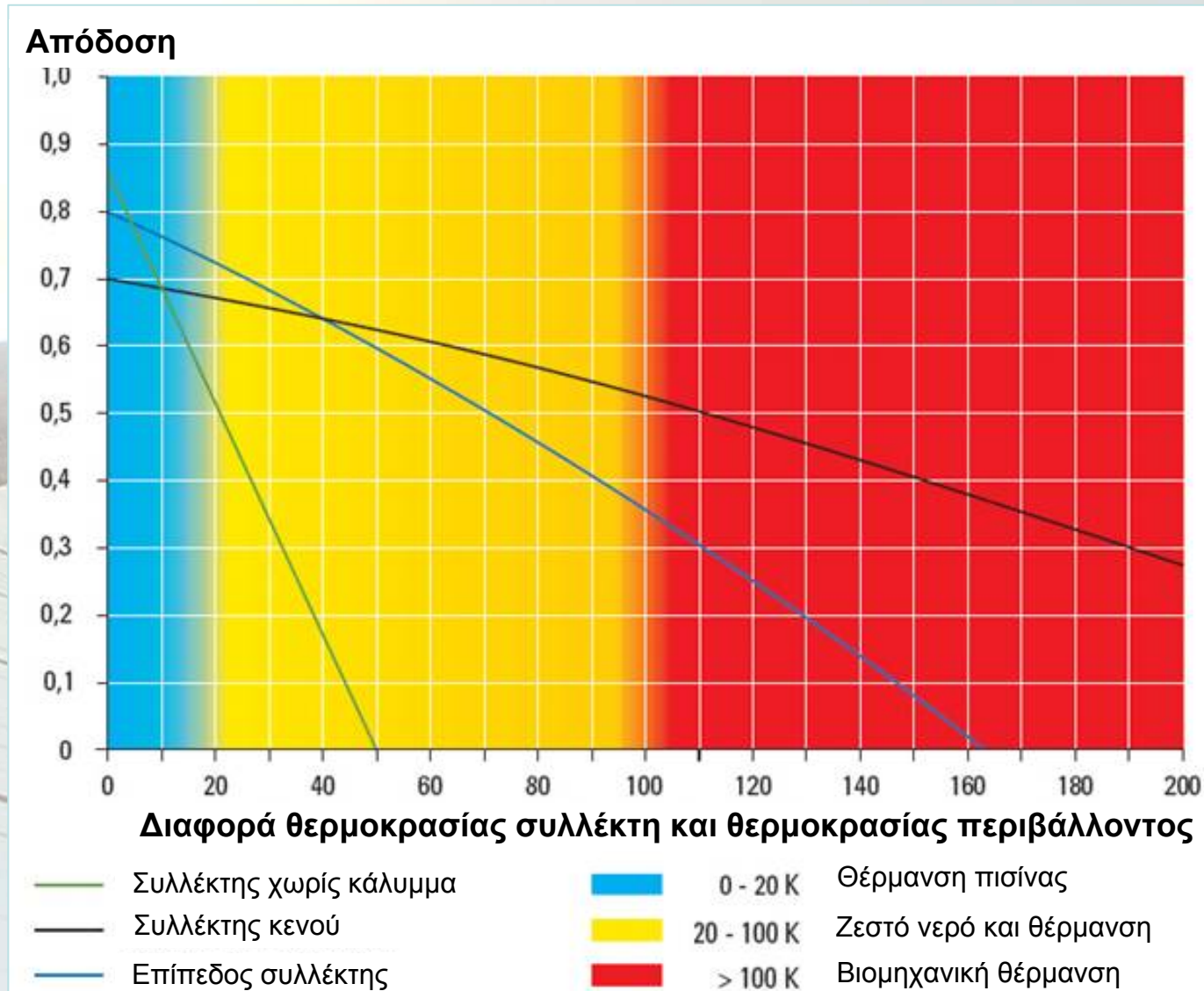
Εφαρμογές

Δεν συνιστώνται σε οικιακές εφαρμογές, αφού το καλοκαίρι η θερμοκρασία στο εσωτερικό τους ξεπερνά τους 300°C. Κυρίως χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου απαιτούνται θερμοκρασίες άνω των 80°C, όπως:

- Ηλιακός κλιματισμός
- Βιομηχανικές εφαρμογές (αποστείρωση)
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



2.4 Χαρακτηριστικές καμπύλες διαφορετικών τύπων συλλέκτη



2.5 Συγκριτικός Πίνακας Συλλεκτών

Είδος Συλλέκτη	Κόστος	Απόδοση (kWh/m ² /χρόνο)	Τυπική Χρήση
Χωρίς κάλυμμα	Χαμηλό	300	Θέρμανση Πισίνας
Επίπεδος Συλλέκτης (Μαύρη μπογιά)	Μεσαίο	650	Θέρμανση Πισίνας, ΖΝΧ
Επίπεδος Συλλέκτης (Επιλεκτικός Απορροφητής)	Μεσαίο	700	ΖΝΧ, Θέρμανση Χώρου, Ηλιακός Κλιματισμός
Συλλέκτες Κενού	Υψηλό	850	Ηλιακός Κλιματισμός, Βιομηχανικές Εφαρμογές

3. Περιγραφή Θερμικού Ηλιακού Συστήματος

Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται με φυσικό ή τεχνητό τρόπο στη δεξαμενή που αποθηκεύει το παραγόμενο ζεστό νερό χρήσης. Το σύστημα μπορεί επίσης να συνδεθεί με το σύστημα θέρμανσης, αποφορτίζοντας έτσι το λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

Τύποι Συστημάτων

▪ Συστήματα Ανοιχτού Βρόχου:

Μέσο μεταφοράς θερμότητας: νερό. Μόνο για θέρμανση πισίνας.

▪ Συστήματα Κλειστού Βρόχου:

Μέσο μεταφοράς θερμότητας: υδατικό διάλυμα γλυκόλης. Οι εναλλάκτες θερμότητας μεταφέρουν τη θερμότητα της γλυκόλης στο νερό της δεξαμενής.

Μέρη συστήματος

- Ηλιακοί συλλέκτες (χωρίς κάλυμμα, επίπεδοι, κενού),
- Δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού,
- Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου και
- Σωληνώσεις.

Περιβαλλοντικά Οφέλη

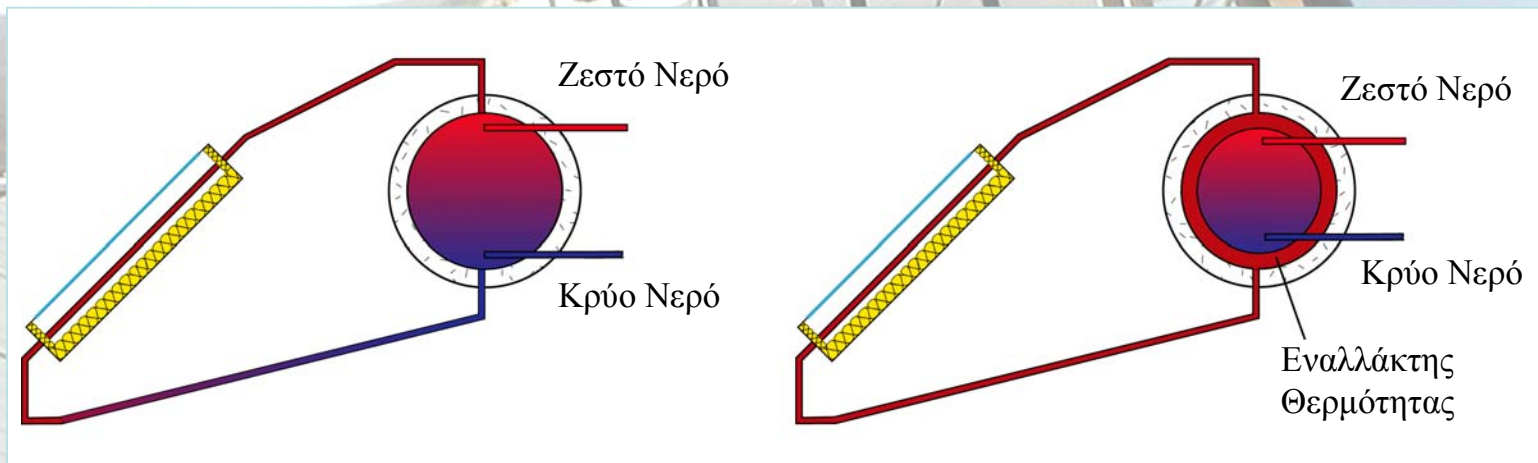
- Εξοικονόμηση καυσίμων ίση με 50-70kg πετρελαίου ανά m² συλλέκτη.
- Μείωση εκπομπών CO₂ άνω των 750 kg/m² γ συλλέκτη, όταν υποκαθίσταται το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Μείωση εκπομπών CO₂ άνω των 250 kg/m² γ συλλέκτη, όταν υποκαθίσταται πετρέλαιο.



3.1 Συστήματα Φυσικής Κυκλοφορίας (Θερμοσιφωνικά)

Αρχή Λειτουργίας

Τα θερμοσιφωνικά συστήματα στηρίζονται στη φυσική κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή, η οποία βρίσκεται πάνω από το συλλέκτη. Καθώς το νερό θερμαίνεται μέσα στο συλλέκτη, γίνεται ελαφρύτερο και ανέρχεται με φυσικό τρόπο, ενώ το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής ρέει μέσω σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη δημιουργώντας έτσι φυσική κυκλοφορία.



Ανοιχτού Βρόχου

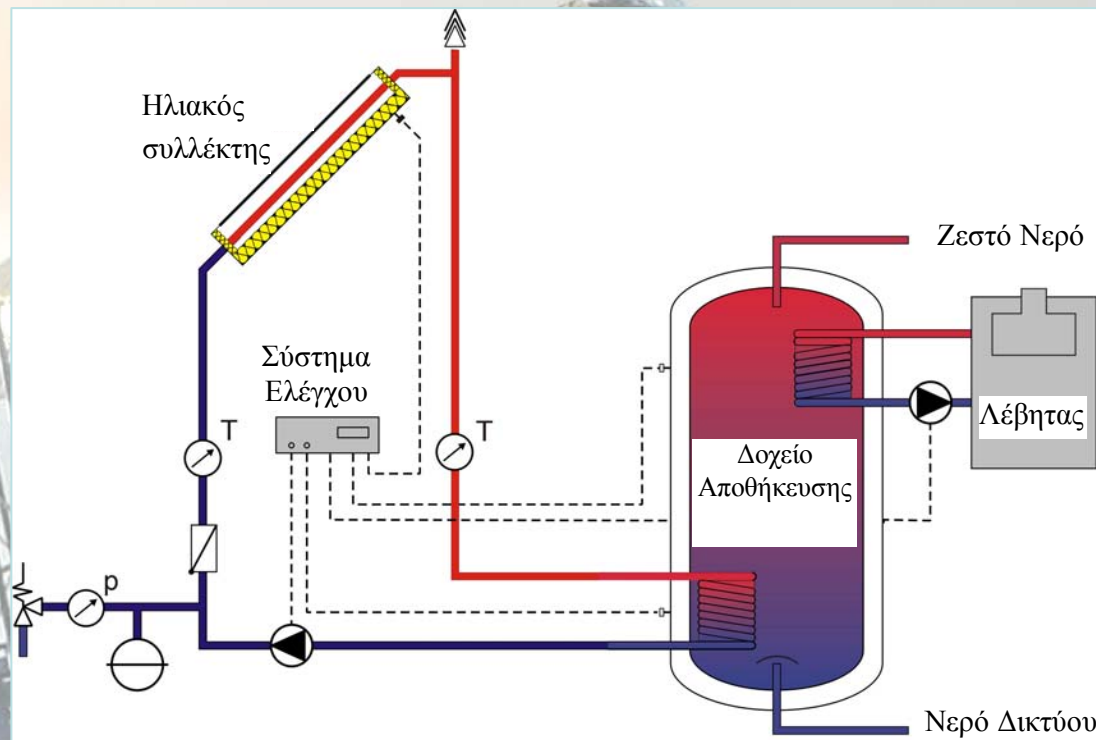
Κλειστού Βρόχου

3.2 Συστήματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας (Κεντρικά)

Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου για να κυκλοφορήσουν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας μέσα στους συλλέκτες.

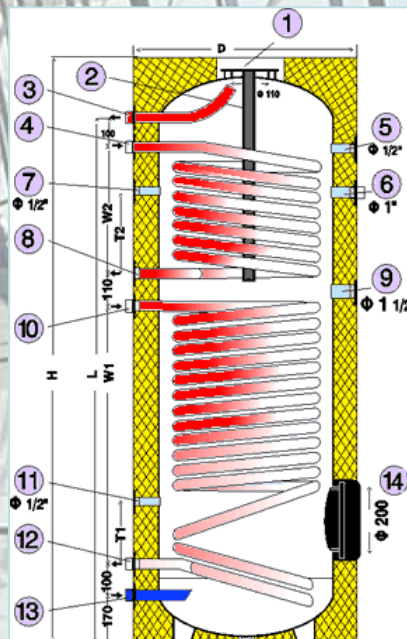
Η διαστρωμάτωση είναι πολύ σημαντική για την αποθήκευση του ηλιακά θερμαινόμενου νερού, γιατί:

- Το νερό είναι διαθέσιμο στην επιθυμητή θερμοκρασία.
- Καθώς το ζεστό νερό εξέρχεται από το πάνω μέρος του δοχείου, το ΔT μεταξύ του δοχείου και του συλλέκτη αυξάνεται, οπότε αυξάνεται η απόδοση του συλλέκτη.



Αποτελούμενα μέρη του Θερμοδοχείου Αποθήκευσης

- Μονής / διπλής / τριπλής ενέργειας: Μονής: Ηλιακή ενέργεια, Διπλής: Ηλιακή ενέργεια & ηλεκτρισμός, Τριπλής ενέργειας: Ηλιακή ενέργεια & ηλεκτρισμός & πρόσθετος εναλλάκτης συνδεδεμένος με τον ήδη υπάρχων σύστημα θέρμανσης.
- Επισμαλτωμένο για αποθήκευση ZNX
- Υλικά κατασκευής: Χαλκός ή Ατσάλι
- 10 bar πίεση λειτουργίας
- Πλευρική φλάντζα για καθαρισμό
- Άνοδος μαγνησίου για προστασία από ηλεκτρόλυση
- Εξωτερική μόνωση

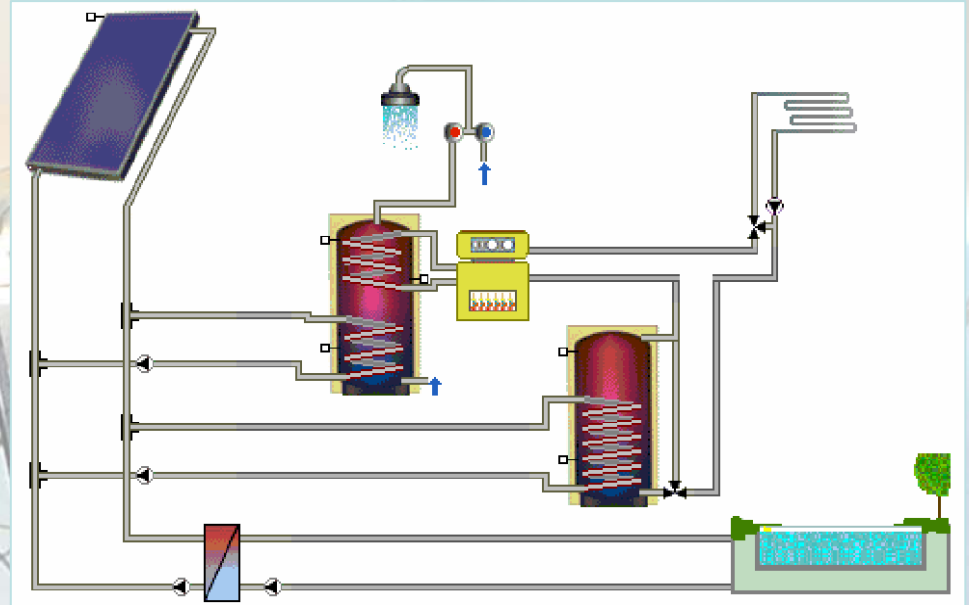


1. Βοηθητική φλάντζα
2. Ανόδιο Μαγνησίου
3. Εξαγωγή ζεστού νερού
4. Είσοδος νερού θέρμανσης
5. Υποδοχή θερμοστάτη
6. Σύνδεση ανακυκλοφορίας
7. Θέση αισθητηρίου εναλλάκτη
8. Έξοδος νερού θέρμανσης
9. Υποδοχή ηλεκτρικής αντίστασης
10. Είσοδος νερού ηλιακών
11. Θέση αισθητηρίου εναλλάκτη
12. Έξοδος νερού ηλιακών
13. Είσοδος κρύου νερού
14. Πλευρική φλάντζα

3.3 Συστήματα Combi

Ιδιότητες

- Για θέρμανση χώρου, ζεστό νερό χρήσης και πισίνας (προαιρετικά).
- Τα Combi μπορούν να συνδυαστούν με συμβατικά θερμαντικά σώματα (ενσωμάτωση σε ήδη εγκατεστημένο σύστημα) και με συστήματα ηλιακού κλιματισμού.
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας
- Απαιτούμενο συλλεκτικό πεδίο: 20% του χώρου για 40-50% κάλυψη (π.χ. 20m² επίπεδοι επιλεκτικοί συλλέκτες για 100m² οικία).



Πλεονεκτήματα

- Χρήση σε κατοικίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, βιομηχανία.
- Έχουν ήδη εισχωρήσει στην Ευρωπαϊκή αγορά
- Πολύ ευνοϊκές συνθήκες για την εφαρμογή τους στην Ελλάδα. Δυνατότητα κάλυψης φορτίου: 30-50% μόνο με ηλιακά, 100% (συνδυασμός ΘΗΣ με βιομάζα).

3.4 Ηλιακός Κλιματισμός

Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού χρησιμοποιούνται για θέρμανση, κλιματισμό χώρου και παραγωγή ΖΝΧ.

Αρχές λειτουργίας

- Προσρόφησης (adsorption)
- Απορρόφησης (absorption)
- Αφύγρανση DEC (desiccant evaporative cooling)

Διαστασιολόγηση συλλεκτών

- Ψύκτες υγρού: $3\text{m}^2/\text{kW}$ (ψυκτικής ισχύος)
- Συστήματα ανοικτού κύκλου: 10m^2 ανά $1000\text{m}^3/\text{h}$

Πλεονεκτήματα

- Εποχιακή σύμπτυξη υψηλών κλιματιστικών αναγκών και υψηλής ηλιακής ενεργείας
- Ενσωμάτωση σε υπάρχοντα συστήματα (Fan coils, ενδοδαπέδια θέρμανση)

Μειονεκτήματα

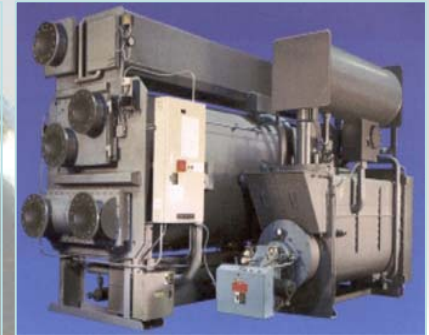
- Η κατασκευή μικρών κλιματιστικών βρίσκεται ακόμα υπό ανάπτυξη
- Υψηλό κόστος για ψύκτες έως 30kW ($2,000 \text{ €/kW}$)

Απορρόφηση / Προσρόφηση

Το ψυκτικό μέσο είναι το νερό.

Η διαδικασία της απορρόφησης / προσρόφησης περιλαμβάνει τέσσερα στάδια:

1. Το νερό ψεκάζεται σε ένα δοχείο και η εξάτμισή του αυτή προκαλεί ψύξη.
2. Οι υδρατμοί που παράγονται απορροφούνται ή προσροφούνται από ένα διαλυτικό μέσο απορρόφησης (LiBr , NH_3) ή προσρόφησης (Silica Gel) για να επιτευχθούν χαμηλότερες θερμοκρασίες.
3. Το κορεσμένο διάλυμα αναγεννάται από μια πηγή θερμότητας (θερμό νερό $T > 70^\circ\text{C}$ ή ατμό χαμηλής πίεσης) και ελευθερώνονται οι υδρατμοί. Στους ψύκτες απορρόφησης η αναγέννηση αυτή μπορεί να γίνει και με καύση συμβατικού καυσίμου (π.χ. φυσικού αερίου), οπότε υπάρχει και η δυνατότητα παραγωγής ψύξης από συμβατικό καύσιμο.
4. Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται από ένα κατάλληλο ρευστό ψύξης (νερό $T < 35^\circ\text{C}$).



Απόδοση

Η απόδοση ενός ψύκτη εξαρτάται από την θερμοκρασία του θερμού νερού που προσάγεται για την αναγέννηση του διαλύματος.

Για τους ψύκτες απορρόφησης (ψυκτικής ισχύς $> 200 \text{ kW}$) η απόδοση είναι 0,5 (θερμό νερό 70°C) έως και 1,1 (ατμό).

Για τους ψύκτες προσρόφησης (ψυκτική ισχύς $70\text{--}400 \text{ kW}$) η απόδοση είναι 0,7 (θερμό νερό 70°C) έως 0,9 (ατμό).

Αφύγρανση DEC

Αφυγραντικά υλικά: υγρά (CaCl_2 , LiCl , LiBr), στερεά (silica gel, zeolite).

- Σε μεγάλη σχετική υγρασία, τα υλικά απορροφούν/προσροφούν υδρατμούς 20-60% του βάρους τους.
- Σε μικρή σχετική υγρασία (10%) απορροφούν/προσροφούν υδρατμούς 6-20% του βάρους τους.

Ο κύκλος αφύγρανσης αποτελείται από τρία στάδια:

1. Αφύγρανση αέρα: Το αφυγραντικό υλικό, το οποίο αρχικά έχει χαμηλή θερμοκρασία και υγρασία, απορροφά/προσροφά υγρασία από το χώρο,
2. Αναγέννηση αφυγραντικού υλικού: Το κορεσμένο από υδρατμούς υλικό θερμαίνεται και η υγρασία του αποβάλλεται έτσι στο περιβάλλον.
3. Ψύξη υλικού: Το υλικό πρέπει να ψυχθεί από κάποιο άλλο μέσο για να εισαχθεί ξανά στον κύκλο, έχοντας πάλι χαμηλή θερμοκρασία και υγρασία.

Τα DEC χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά συστήματα ψύξης όταν:

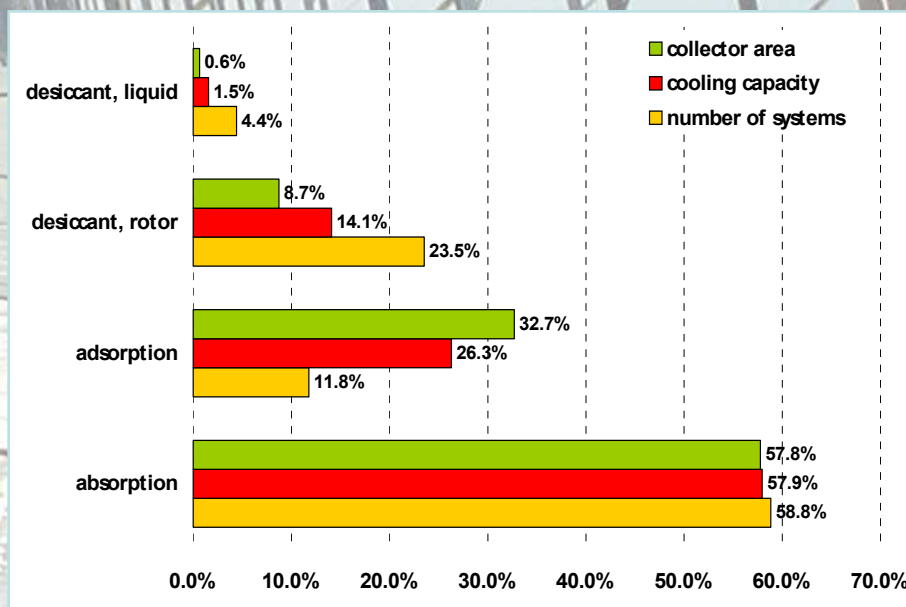
- η σχετική υγρασία του χώρου πρέπει να είναι $< 50 \%$
- η προσαγωγή νωπού αέρα $> 15 \%$
- υπάρχει μεγάλη ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος.

Πλεονεκτήματα

- Η αναγέννηση του υλικού απαιτεί χαμηλές θερμοκρασίες (45°C)
- Υπάρχουν διαθέσιμα συστήματα στην αγορά (6 κατασκευαστές παγκοσμίως)
- Απλός μηχανισμός με χρήση κοινών υλικών
- Χημική αποθήκευση ενέργειας και μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης στην περίπτωση υγρού αφυγραντή.



Σύστημα	Κλειστού Κύκλου Κλειστός ψυκτικός κύκλος		Ανοικτού Κύκλου Το ψυκτικό υγρό (νερό) βρίσκεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα	
	Στερεό Silica gel, άλας	Υγρό LiBr, NH ₃	Στερεό Silica gel, LiCl	Υγρό LiCl, CaCl ₂
Ψυκτική Ικανότητα	Απορροφητικός ψύκτης 50-430kW	Προσροφητικός ψύκτης 20kW-50MW	Εξατμιστική ψύξη 20kW-50MW	-
Απόδοση COP	0.3-0.7	0.6-0.75	0.5-1	0.9-1
Θερμοκρασία λειτουργίας	60-90 °C	80-110 °C	45-95 °C	45-70 °C
Συλλέκτες	Κενού, επίπεδοι επιλεκτικοί	Κενού	Επίπεδοι επιλεκτικοί	Επίπεδοι επιλεκτικοί



3.5 Ενδεικτικά Οικονομικά Μεγέθη Συστημάτων

Σύστημα	Χρήση	Κόστος (με εγκατάσταση)	Χαρακτηριστικά
	Θέρμανση Πισίνας	100 € /m ² συλλέκτη	Συλλέκτης χωρίς κάλυμμα, m ² συλλέκτη ≈ m ² πισίνας
Θερμοσιφωνικό	Οικιακή: ZNX	1,400 €	150 lt boiler, 2.5 m ² συλλέκτη μαύρης μπογιάς
	Οικιακή: ZNX	1,600 €	150 lt boiler, 2.5 m ² επιλεκτικού συλλέκτη blue Ti
Κεντρικό Ηλιακό Σύστημα (ή COMBI)	Οικιακή: ZNX, Θέρμανση	760 € /m ² συλλέκτη	200 lt boiler, 2 × 2.5 m ² επιλεκτικού συλλέκτη
	Επαγγελματική (ειδική): ZNX, Θέρμανση Πισίνας	614 € /m ² συλλέκτη	5 × 5,000 lt boiler, 186 × 2.7 m ² επιλεκτικού συλλέκτη
	Επαγγελματική (απλή): ZNX, Θέρμανση Πισίνας	510 € /m ² συλλέκτη	6 × 5,000 lt boiler, 212 × 2.7 m ² επιλεκτικού συλλέκτη
Ηλιακός Κλιματισμός	Οικιακή: ZNX, Θέρμανση, Κλιματισμός	200,000 € (χωρίς τα fan coil)	35kW ψύξη (350-400m ² σπιτιού): 160m ² επιλεκτικού συλλέκτη
	Οικιακή/Επαγγελματική: ZNX, Θέρμανση, Κλιματισμός	250,000 € (χωρίς τα fan coil)	58kW ψύξη (580-600m ² σπιτιού): 270m ² επιλεκτικού συλλέκτη
	Επαγγελματική: ZNX, Θέρμανση, Κλιματισμός	600,000 € (χωρίς τα fan coil)	350kW ψύξη (3500m ² κτιρίου): 1500m ² επιλεκτικού συλλέκτη

4. Σχεδιασμός και Διαστασιολόγηση Συστήματος

Οι διαστάσεις ενός ΘΗΣ για **κολυμβητικές δεξαμενές**, εξαρτάται από:

- Το βάθος της πισίνας: Μεγάλο βάθος σημαίνει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα και συνεπώς, μικρότερες διαστάσεις συστήματος.
- Το εμβαδό της επιφάνειας του νερού: Μεγάλη επιφάνεια σημαίνει μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας και άρα, μεγαλύτερες διαστάσεις του ΘΗΣ.
- Την επιθυμητή θερμοκρασία του νερού.
- Τις κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου).
- Το χρώμα της επένδυσης της πισίνας.

Οι διαστάσεις ενός ΘΗΣ για **ζεστό νερό χρήσης ή/και θέρμανση** εξαρτάται από:

- Την ηλιοφάνεια της περιοχής
- Το ποσό της θερμικής ενέργειας που καταναλώνεται στο κτίριο. Π.χ. Στον οικιακό τομέα (κατανάλωση στους 45°C):

Χαμηλή κατανάλωση : 20-30 l (ανά μέρα και άτομο)

Μέτρια κατανάλωση : 30-50 l

Υψηλή κατανάλωση : 50-70 l

Πλυντήριο ρούχων: 20-40 l / πλύση

Πλυντήριο πιάτων: 20 l / πλύση

Παράδειγμα: πολυκατοικία 6 διαμερισμάτων, 20 άτομα σύνολο ($20 \times 40 = 800$ l /μέρα).

Κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό ΘΗΣ για παραγωγή ζεστού νερού σε συγκροτήματα κατοικιών

Προσανατολισμός	Ιδανικός είναι ο Νότιος. Η απόκλιση έως 15° ανατολικά ή δυτικά είναι αποδεκτή
Κλίση συλλέκτη	Η κλίση του συλλέκτη από 40° έως 45° είναι ιδανική για την Ελλάδα.
Εμβαδό συλλέκτη	$0.5 \text{ m}^2 / 50 \text{ lt}$
Δεξαμενή Αποθήκευσης	$40\text{-}60 \text{ lt} / \text{m}^2$ συλλέκτη
Ηλιακή κάλυψη	$40\text{-}65\%$
Ειδική ετήσια απολαβή	$550 \text{ kWh} / \text{m}^2$ συλλέκτη

5. Εγκατάσταση Συστήματος

Εγκατάσταση σε κεκλιμένο επίπεδο (στέγη)

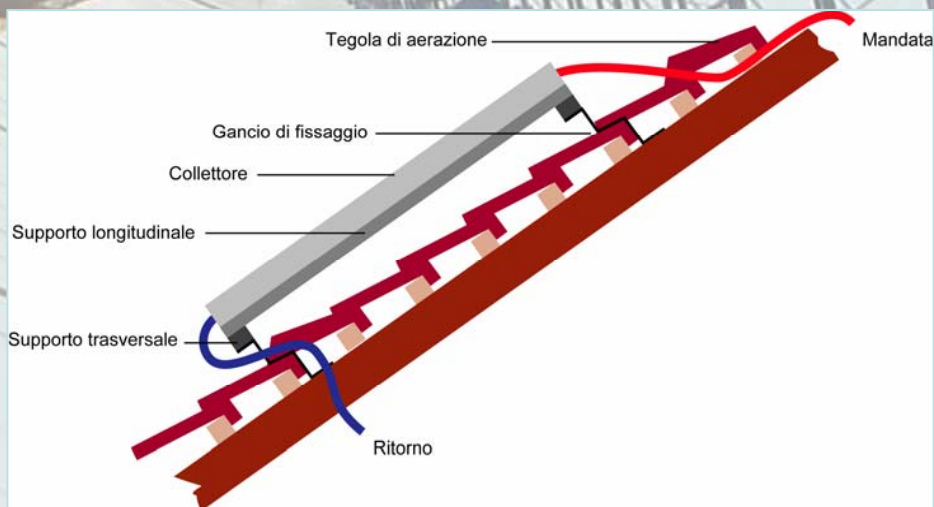
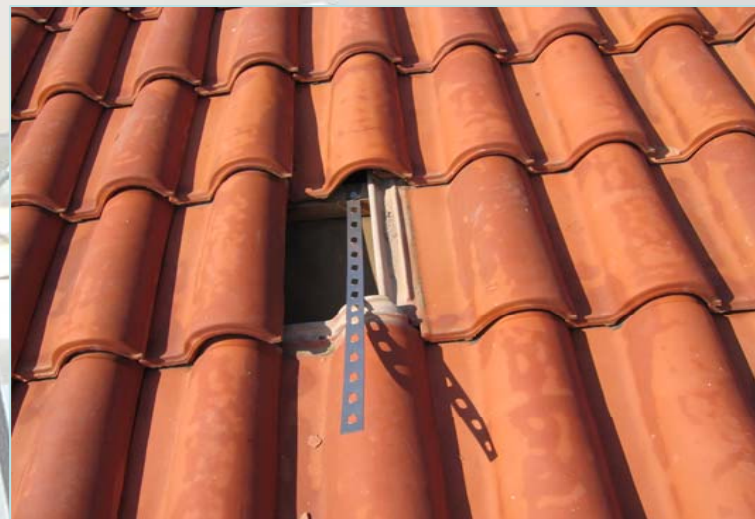
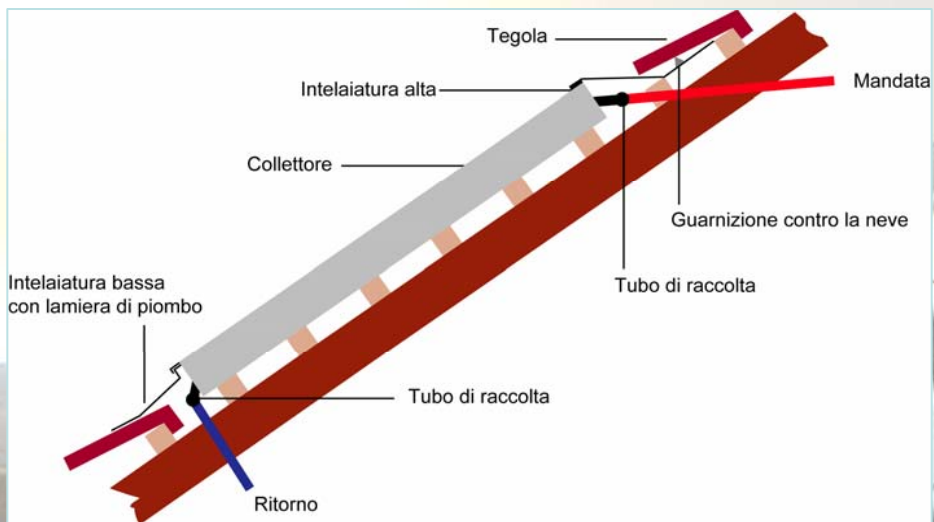
- Οι συλλέκτες χωρίς κάλυμμα δεν έχουν σημαντικό βάρος: ακόμη και όταν είναι γεμάτοι με νερό ζυγίζουν 8-12 kg ανά m² συλλέκτη, οπότε η δομική αντοχή της στέγης συνήθως δεν αποτελεί πρόβλημα
- Όταν στην περιοχή επικρατούν ισχυροί άνεμοι, η τοποθέτηση ειδικών πλακών από τσιμέντο καθίσταται απαραίτητη. Επειδή όμως το βάρος των συλλεκτών αυξάνεται σημαντικά, πρέπει να ελεγχθεί η δομική αντοχή της οροφής.

Εγκατάσταση σε οριζόντιο επίπεδο (έδαφος)

- Η επιφάνεια του συλλέκτη θα πρέπει να προστατεύεται από σκιάσεις.
- Συνίσταται η τοποθέτηση χοντρού χαλικιού κάτω από τον συλλέκτη για την προστασία του από τυχόν αιχμηρά αντικείμενα.
- Προτείνεται η περίφραξη του συλλέκτη με χαμηλό κιγκλίδωμα σε κατάλληλη απόσταση, για επιπλέον αντιανεμική προστασία αλλά και μείωση των θερμικών απωλειών μέσω συναγωγής.



Ασφάλεια κατά την εγκατάσταση



6. Case studies



Κρήτη, Rethimno Village Hotel:
Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 218m².



Τήνος, ΘΗΣ και συλλογή ομβρύων
υδάτων.



Ξενοδοχείο στον Άγιο Νικόλαο Κρήτης



Κρήτη, Hotel Europa: Συλλέκτες χωρίς
κάλυμμα, επιφάνειας 32m².



Νυρεμβέργη, Pegnitzlofts: 80m²
Ζεστό νερό και θέρμανση χώρων.



Puschendorf, 80 m², Ζεστό νερό



Ηλιακή μονάδα για θέρμανση νερού σε
συγκρότημα κατοικιών, JJ-Fuxgasse,
Gleisdorf, Αυστρία



Ηλιακή θέρμανση νερού και υποστήριξη
θέρμανσης στο Gleisdorf Αυστρίας

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!



**Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
Centre for Renewable Energy Sources**

19^ο χλμ. Λεωφ. Μαραθώνος, 19009, Πικέρμι
τηλ. +30 210 6603300, fax. +30 210 6603301-2
<http://www.cres.gr>, cres@cres.gr