

Ηλιακά Θερμικά Συστήματα Από το ZNX στις Πιλοτικές Εφαρμογές Κλιματισμού High-Combι σε Ευρωπαϊκά Κτίρια



Κ.Α. Μπαλαράς

Δρ. Μηχ/γος Μηχικός, Δ/ντης Ερευνών ΙΕΠΒΑ



Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΟΕΕ)

Από το 1995 www.energycon.org



Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ)

www.neteo.noa.gr

ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ (ΕΑΑ)

Από το 1942 www.noa.gr

Ερευνητικό Ύψωμα, ΝΠΔΔ εποπτευόμενο από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας του Υπουργείου Παιδείας

Disclaimer: The content of this presentation reflects the views of the author. It does not represent the opinion of the Community. The authors and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ - ΚΤΙΡΙΑ

- Καταναλώνουν το 40% της συνολικής ενέργειας
- Ευθύνονται για το 35% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου
 - 50% των εκπομπών SO₂, 35% των εκπομπών CO₂
 - 25% των εκπομπών NOx και 10% των εκπεμπόμενων σωματιδίων
- Καταναλώνουν το 35% των πρώτων υλών
- Ευθύνονται για το 10-35% των δομικών αποβλήτων
- Διαθέτουν Η/Μ εγκαταστάσεις χαμηλής απόδοσης

ΛΥΣΗ - ΚΤΙΡΙΑ

- Σωστός σχεδιασμός (βιοκλιματικός σχεδιασμός)
- Νέες πρακτικές κατασκευής, υλικά, έλεγχος κατασκευής κ.α.
- Η/Μ εγκαταστάσεις υψηλής απόδοσης & ΑΠΕ
- Νομοθεσία (ΕΚ 32/06-N.3661/08, ΕΚ 28/09-N.3851/10)
- Μηχανισμοί ελέγχου κατασκευής, λειτουργίας

Ν. για τις ΑΠΕ

Υποχρέωση υποβολής ενεργειακής μελέτης για όλα τα νέα κτίρια

- Κάλυψη 60% των αναγκών ΖΝΧ από ηλιακά, ΑΠΕ ή υψηλής απόδοσης Α.Θ. για νέα κτίρια από 1/2011
- Νέα κτίρια θα καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους από ΑΠΕ, ΣΗΘ, τηλεθέρμανση, υψηλής απόδοσης Α.Θ. από το 2020 (δημόσια κτίρια από το 2015)

Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/28/ΕΚ

Προώθηση των ΑΠΕ

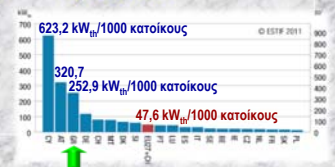
Στόχος 20% από ΑΠΕ της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2020



ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΣΤΗΝ ΕΕ

- Ηλιακά θερμικά συστήματα στην ΕΕ (2010)
 - ✓ 24,1 GW_{th} (34,5 10⁶ m² ηλιακών συλλεκτών) Δυναμικό ΕΕ = 1,4 10⁹ m²
 - ✓ Ενεργειακή συνεισφορά 17,3 TWh (12 εκατ. τόνοι CO₂) (ESTIF 2011)
 - ✓ 47,6 kW_{th}/1000 κατοίκους
- Περίπου 70% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος στην ΕΕ λειτουργούν στη:

- Γερμανία	9,7 GW _{th}	13,8 εκατ. m ²
- Αυστρία	3,8 GW _{th}	2,7 εκατ. m ²
- Ελλάδα	2,9 GW _{th}	4,1 εκατ. m ²



ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΣΤΗΝ ΕΕ

ΝΕΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ (2010)



Πηγή: Solar Thermal Barometer, 2009

ΤΥΠΟΙ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ



ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΓΙΑ ΝΕΡΟ ΠΙΣΙΝΑΣ

- Απλοί ηλιακοί συλλέκτες χωρίς κάλυμμα

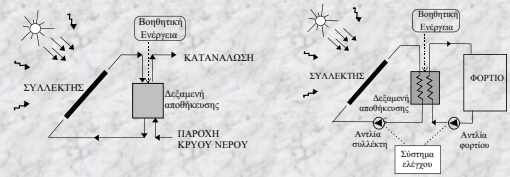


- Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες με κάλυμμα

Επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών για ένα κολυμβητήριο είναι περίπου 50-70% της επιφάνειας της πισίνας

ΕΠΙΠΕΔΟΙ ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

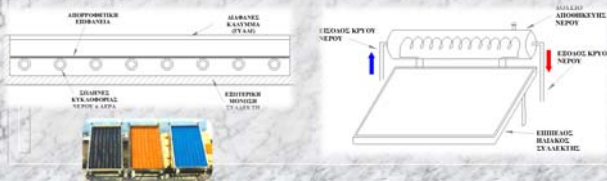
- Σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας (ηλιακοί συλλέκτες)
- Κυκλοφορητές και συστήματα ελέγχου
- Σύστημα αποθήκευσης
- Βοηθητικό σύστημα παραγωγής θερμότητας.



ΕΠΙΠΕΔΟΙ ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

- Θέρμανση του νερού χρήσης (ΖΝΧ)
- Θέρμανση χώρων

Παροχή θερμοκρασιών 40+90 °C, ανάλογα τον τύπο του επίπεδου συλλέκτη, (π.χ. χωρίς κάλυμμα, μονό τζάμι, επίπεδος με διπλό τζάμι, συλλέκτης κενού).



ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΚΕΝΟΥ

Διαφέρουν από τους επίπεδους στον τρόπο απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και αποδίδουν θερμοκρασίες της τάξεως των 100 + 150 °C

Αποτελείται από πολλούς γυάλινους σωλήνες, κάθε ένας από τους οποίους περιέχει μια μαύρη μεταλλική ή άλλη απορροφητική επιφάνεια, από τους οποίους περνάει το θερμοαποαγωγό μέσο. Στον γυάλινο σωλήνα δημιουργείται κενό αέρος.



ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

- Συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας για αύξηση της απόδοσης του ηλιακού συλλέκτη
- Απαραίτητη η συνεχής κίνηση του συλλέκτη, έτσι ώστε να ακολουθεί την ημερήσια πορεία του ήλιου (σύστημα κίνησης και αυτοματισμού που ελέγχει την κίνηση του συλλέκτη)
- Για εφαρμογές όπου απαιτούνται υψηλές θερμοκρασίες (300-600°C)
- Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες εκμεταλλεύονται μόνο την άμεση ηλιακή ακτινοβολία και συνεπώς δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε περιόδους υψηλής νέφωσης

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Γραμμικού Τύπου

Συγκεντρώνουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία στους σωλήνες (όπου κυκλοφορεί το θερμοαποαγωγό ρευστό) που διατρέχουν το σημείο εστίασης, κατά μήκος των συλλεκτών.

Το θερμοαποαγωγό υγρό κυκλοφορεί μέσα σε ειδικούς χαλύβδινους σωλήνες γύρω από τους οποίους υπάρχει γυάλινος σωλήνας κενού (οι οποίοι χρησιμεύουν για την θερμοπροστασία από την υψηλή θερμοκρασία (πχ 350 - 400 °C) των σωλήνων του θερμοαποαγωγού ρευστού).

Ένα ή δύο βαθμούς ελευθερίας



ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ Σημειακής Εστίασης

Συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ένα σημείο
Διαθέτουν μεγάλης διαμέτρου αντανακλαστικά κάτοπτρα
Διο αξονες κίνησης



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΖΝΧ

- Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ) κλίση Προσανατολισμός

Επίπεδος ηλιακός συλλέκτης 1 m², β=30°, γ=0°

Πόλεις της Ελλάδας	[kWh/m ² .mo]												Ετήσια [kWh/m ²]
	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	
Ηράκλειο	24,3	32,3	41,9	48,4	50,9	49,3	47,4	47,3	45,7	38,9	33,2	25,8	485,4
Αθήνα	24,7	32,2	42,1	47,5	50,3	48,8	47,7	48,1	44,9	39,2	31,2	23,0	479,7
Πάτρα	22,5	29,2	45,4	44,9	48,8	48,8	46,4	46,5	44,1	37,5	27,1	21,9	463,0
Κέρκυρα	24,9	28,6	40,9	47,6	49,4	49,4	48,4	47,8	44,1	38,5	26,6	20,3	466,5
Θεσσαλονίκη	20,5	28,6	38,5	47,2	50,3	48,8	48,5	47,3	43,1	34,6	23,8	17,2	448,5

Δεξαμενή ζεστού νερού 75 lt, επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού 50°C



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI

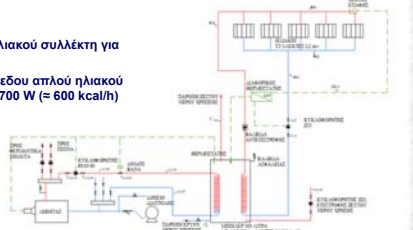
- Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)
- Θέρμανση Χώρων

Ηλιακά Συστήματα COMBI

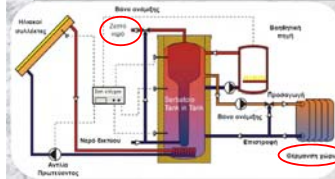
Συνήθης πρακτική

ΖΝΧ: 1 m² απλού επίπεδου ηλιακού συλλέκτη για κάθε άτομο

Θέρμανση Χώρων: 1 m² επίπεδου απλού ηλιακού συλλέκτη για θερμικό φορτίο 700 W (= 600 kcal/h)



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI



Πηγή: W. Weiss, I. Bergmann, G. Fähringer, Solar Heat Worldwide, 2008

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI

Το Ηλιακό Χωριό
Γλυκιά, 1988
435 κατοικίες ΟΕΚ

- Ενεργητικά συστήματα

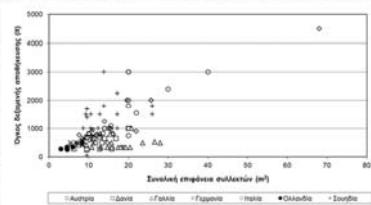
Τα κτίρια του οικισμού διαιρούνται σε 7 περιοχές, στις οποίες εγκαταστάθηκαν διαφορετικά συστήματα παραγωγής θερμότητας για την θέρμανση χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Συνδυασμός ηλιακών συλλεκτών, αντλιών θερμότητας και θερμικών συστημάτων (έλεγχος πετρελαίου).

Σε ένα συγκρότημα (24 διαμερίσματα, 1700 m² με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης) η συλλεγόμενη θερμότητα από συλλέκτης κενού (161 m²) αποθηκεύεται κατά την διάρκεια του καλοκαιριού σε υπόγειο δεξαμενή για επιτοκική αποθήκευση θερμότητας (500 m³, μέχρι και 90°C) η οποία ανακτάται τον χειμώνα για την θέρμανση χώρων και ζεστού νερού χρήσης.

Πηγή: RICE - Renewables in the City Environmental Alliance

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI

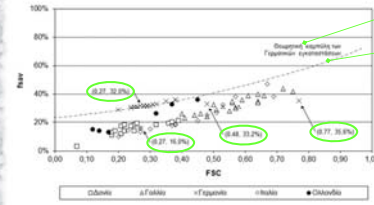


Αυστρία (BHG=3838)	75,9 lt/m ²
Δανία (HDD=3000)	42,8 lt/m ²
Γαλλία (HDD=3170)	26,8 lt/m ²
Γερμανία (HDD=3576)	65,3 lt/m ²
Ιταλία (HDD=2623)	69,9 lt/m ²
Ολλανδία (HDD=3504)	66,8 lt/m ²
Σουηδία (HDD=4521)	116,7 lt/m ²

Πηγή: A. Thir. Solar CombiSystems - European overview of installed systems 2001-2003. Solar CombiSystems Final Report, 4/1030/C/00/002/2000. Altener Program, European Commission, Brussels, (2003)

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI

Μέγιστη θεωρητική τιμή (FSC) vs Πραγματική εξοικονόμηση ενέργειας (fsav)



Χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων: Εξαιρετικά λίγες συμπυκνώσεις, πλεονεκτήματα ενόσκλητη ΖΝΧ με πετυχημένα κυκλοφορήματα, ενόσκλητη θερμότητας με το κύκλωμα του ηλιακού συλλέκτη

Προσομοιώσεις (IEA Task 26 www.iea-shc.org/task26)

Εγκατάσταση (0,48 33,2%) με 64,7 lt/m² Μικρό ηλιακό όγκο αποθήκευσης ανά m² συλλέκτη => πολύ χαμηλό δυναμικό θερμικής αποθήκευσης => μικρότερη απόδοση συλλέκτη => μικρότερη εξοικονόμηση fsav

Εγκατάσταση (0,77 35,6%) Διαφορετικός σχεδιασμός συστήματος

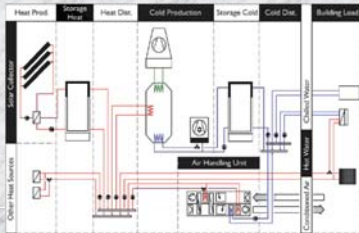
Εγκαταστάσεις (0,27, 16,0%) & (0,27, 32,0%) Μικρότερη εξοικονόμηση (fsav) εάν υπάρχει υψηλό ετήσιο συνολικό θερμικό φορτίο (ΖΝΧ και θέρμανση χώρων) ανά m² συλλέκτη (εγκατάσταση (0,27, 16,0%) με 332 kWh/m² vs 2424 kWh/m² για εγκατάσταση (0,27, 32,0%)

Κλιματική Ηλιακή Κατανάλωση (FSC): ηλίκα της διαθέσιμης θερμότητας που αποδίδεται από ένα σύστημα (εγκαταλέπιση ηλιακή ενέργεια από μια συγκεκριμένη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών) προς την συνολική απαιτούμενη θερμότητα χωρίς το ηλιακό σύστημα combi.
Δυναμικά διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια που θα μπορούσε να αποδοθεί από το σύστημα (μέγιστο ποσοστό ηλιακής κάλυψης)

Πηγή: T. Letz. Validation and background information the FSC procedure. Technical report of Subtask A, IEA-SHC Task 26, Solar CombiSystems, pp. 23. Paris: International Energy Agency, (2002)

ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI-PLUS

- ΖΝΧ
 - Θέρμανση Χώρων
- Συστήματα COMBI + Ηλιακή Ψύξη = COMBI-PLUS



ΗΛΙΑΚΗ ΨΥΞΗ

Οι βασικές αρχές της ηλιακής ψύξης κατοχυρώθηκαν με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στην Γαλλία από τον Ferdinand Carré (1859). Η πρώτη μηχανή βγήκε στην αγορά το 1886



Μέγιστα ψυκτικά φορτία το καλοκαίρι σε συνδυασμό με διαθέσιμη υψηλή ηλιακή ακτινοβολία => ευκαιρία να εκμεταλευθούμε την ηλιακή ενέργεια με ψύκτες που απαιτούν θερμότητα για την λειτουργία τους



Εμπόδια: Υψηλό αρχικό κόστος, περιορισμένη πρακτική εμπειρία για το σχεδιασμό, έλεγχο, λειτουργία, εγκατάσταση & συντήρηση

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

Ψυκτικές απορρόφησης φυσικού αερίου

• ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

πχ Απορρόφησης (Absorption) & Προσρόφησης (Adsorption)

Παράγουν παγωμένο νερό που μπορεί να συνδυαστεί με οποιοδήποτε κλιματιστικό μηχανήματα (ΚΚΜ, FCUs, ψυχοδμενες οροφές κλπ). Χρησιμοποιούνται μίγματα H₂O/LiBr ή NH₃/H₂O (απορρόφησης) και μίγμα H₂O/πήκτωμα πυριτίου (προσρόφησης).

• ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

πχ Αφύγρυνσης - Εξάτμισης (Desiccants)

Το ψυκτικό μέσο απορρίπτεται από το σύστημα μετά από τη ψυκτική του δράση και αντικαθίσταται από νέο ψυκτικό μέσο κατά μια συνεχή ανοικτή διαδικασία. Χρησιμοποιούνται στερεοί αφυγρυντές σε ΚΚΜ (τροχοί αφύγρυνσης πχ σε μπουσεία, χώροι συνάθροισης με υψηλά εσωτ. φορτία, supermarkets) ή υγρά (νέα συστήματα σε ερευνητικό στάδιο που ουσιαστικά λειτουργούν ως ανοικτού κύκλου συστήματα απορρόφησης, με νερό που χρησιμοποιεί ως ψυκτικό μέσο).

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Συστήματα Κλειστού Κύκλου - Απορρόφησης

- Πλέον διαδεδομένα συστήματα ηλιακού κλιματισμού
- Το LiBr απορροφά νερό
- Το νερό εξατμίζεται σε χαμηλές θερμοκρασίες, όταν βρίσκεται σε συνθήκες χαμηλής πίεσης
- Με την εξάτμιση του νερού προκαλείται πτώση της θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα να παράγεται ψυχρό νερό
- Οι υδρατμοί απορροφούνται από το LiBr, συνεπώς προκαλείται πτώση της πίεσης και επαναλαμβάνεται ο κύκλος (μέχρι η πίεση των υδρατμών να εξομοιωθεί)

Μίγματα: LiBr/H₂O & H₂O/NH₃



ΝΕΡΟ ΨΥΞΗΣ

Απελευθέρωση θερμότητας που απελευθερώνεται από την απορρόφηση υδρατμών από LiBr υγροποίηση υδρατμών & μείωση θερμοκρασίας του νερού στο δοχείο συμπύκνωσης

ΓΕΝΗΤΡΙΑ

Αναγέννηση LiBr: θέρμανση διαλύματος εξάτμιση υδρατμών

ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ

Υγροποίηση υδρατμών που παράγονται στη γεννήτρια και οδηγούνται στον εξετμιστή

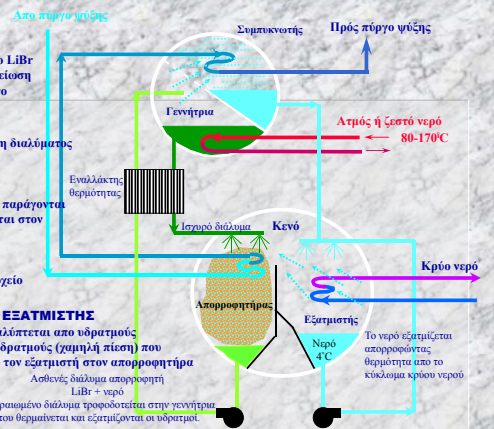
ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ

Ψύξη και επιστροφή στο δοχείο απορρόφησης

ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡΑΣ & ΕΞΕΤΜΙΣΤΗΣ

*Διάγεια σε κενό, ο χώρος καλύπτεται από υδρατμούς
*Λιγότερο LiBr απορροφά υδρατμούς (χαμηλή πίεση) που οδηγεί τους υδρατμούς από τον εξετμιστή στον απορροφητήρα
*Ασθενές διάλυμα απορροφεί LiBr + νερό
*Το αραιωμένο διάλυμα προφοδοτείται στην γεννήτρια όπου θερμαίνεται και εξετμίζονται οι υδρατμοί

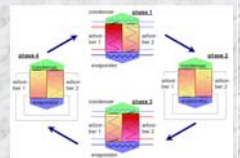
Πολλαπλών Βαθμίδων: Εκμετάλλευση της απορριπτόμενης θερμότητας από τον συμπυκνωτή για να προφοδοίται επιπλέον στάδια απορρόφησης και να διπλασιαστεί ή να τριπλασιαστεί η ποσότητα του ψυκτικού μέσου που αφαιρείται από το διάλυμα.



ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Συστήματα Κλειστού Κύκλου - Προσρόφησης

Αντί της απορρόφησης του ψυκτικού στο διάλυμα, γίνεται προσρόφηση του ψυκτικού μέσου στις εσωτερικές επιφάνειες ενός υψηλά προσροφητικού πορώδους υλικού

Κύκλος: Το ψυκτικό μέσο μετά την προσρόφηση το στον ένα προσροφητή απομακρύνεται μέσω του ζεστού νερού (δεξιός θάλαμος). Το ψυκτικό μέσο συμπυκνώνεται και η θερμότητα συμπύκνωσης αποβάλλεται με νερό ψύξης. Το συμπύκνωμα ψεκάζεται στον εξετμιστή και εξετμίζεται υπό χαμηλή μερική πίεση, παράγοντας κρύο νερό. Οι ατμοί προσροφούνται στον αριστερό θάλαμο. Η θερμότητα αποβάλλεται με νερό ψύξης.



Προσροφητικό Μέσο: H₂O/ήλεκτρομαγνητικό πυριτίου silica gel
Υψηλότερη απόδοση από συστήματα απορρόφησης σε χαμηλές θερμοκρασίες προσαγόμενης θερμότητας
Χωρίς κινητά μέρη, Χωρίς προβλήματα κρυσταλλοποίησης
Περιοδικά διακοπτόμενη λειτουργία (ημισυνεχής κύκλος), υψηλότερων απαιτήσεων σχεδιασμού συστήματος και ελέγχου λειτουργίας. **Μηχανές με μεγαλύτερες φυσικές διαστάσεις και βάρος, Υψηλότερο κόστος ανά kW ψυκτικής ικανότητας, Μικρός αριθμός κατασκευαστών**

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Συστήματα Ανοικτού Κύκλου

Αφύγνωση αέρα με Στερεά ή Υγρά υλικά προσρόφησης.
- Στερεά (silica gel)
Τροχός σε ΚΚΜ (desiccant wheel), για συνεχή λειτουργία. Συνηθίζεται όταν οι αλλαγές αέρα ή/και η αφύγνωση του εσωτερικού αέρα υπόκεινται σε υψηλές προδιαγραφές (πχ μουσεία, χώροι συνάντησης με υψηλά εσωτ. φορτία, supermarkets)



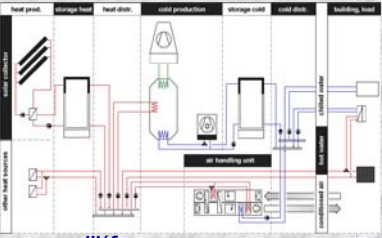
- Υγρά
Ουσιαστικά ένα σύστημα απορρόφησης ανοικτού κύκλου, όπου το νερό χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο. Περιλαμβάνει έναν αφυγραντήρα (απορροφητήρα) και μια γεννήτρια για την αναγέννηση του διαλύματος, σε διάταξη πύργου

Λιγότερα τμήματα (χωρίς συμπυκνωτή, η συμπύκνωση του ψυκτικού γίνεται στο περιβάλλον). Το σύστημα λειτουργεί σε **ατμοσφαιρική πίεση**. Πιο αποδοτική εκμετάλλευση **θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας** (έως 60-70°C).

Δεν υπάρχει ακόμη εμπορική διαθεσιμότητα. Απαιτείται περαιτέρω βελτιστοποίηση

ΤΥΠΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

- Ηλιακό Συλλέκτης
- Αποθήκη Ζ.Ν.
- Δίκτυο Διανομής Ζ.Ν.
- Μονάδα Ψύξης
- Αποθήκη Ψ.Ν. (προαιρετικό)
- Σύστημα Κλιματισμού
- Δίκτυο Διανομής Ψ.Ν.
- Εφεδρικό Σύστημα Θέρμανσης – Ψύξης



ενσωματώνεται στην εγκατάσταση είτε ως εφεδρική θέρμανση, είτε ως εφεδρικός ψύκτης ή και τα δύο

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Solar Air-Conditioning in Europe (SACE)
Αναλυτική παρουσίαση & αξιολόγηση 54 εφαρμογών:

- > Αυστρία (2)
- > Γερμανία (12)
- > Ελλάδα (5)
- > Ισπανία (1)
- > Ισραήλ (4)
- > Κόσσοβο (1)
- > Κροατία (1)
- > Μάλτα (3)
- > Ουγγαρία (15)
- > ΙΕΑ (10)



Πηγή: www.energycon.org/sace/sace.htm

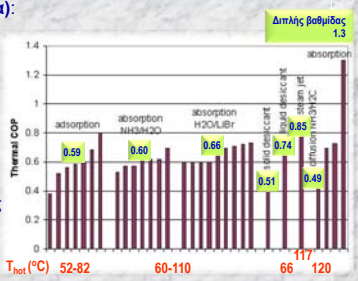
Συντελεστής Θερμικής Απόδοσης COP

Πηλικο ψυκτικής ισχύος προς τη θερμική ισχύ που αποδίδεται στο σύστημα από τα ηλιακά, άμεσα ή έμμεσα από την αποθήκη

Απορρόφησης (μονοβάθμια):
0,50 – 0,73

M.O.
LiBr/H₂O 0,66
H₂O/NH₃ 0,60

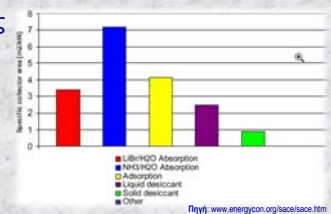
Προσρόφησης:
0,59
Απαιτούνται χαμηλότερες θερμοκρασίες από τα ηλιακά



Πηγή: www.energycon.org/sace/sace.htm

Ηλιακοί Συλλέκτες

Σε συνδυασμό με ψύκτες Προσρόφησης & Απορρόφησης :
2 - 5 m²/kW



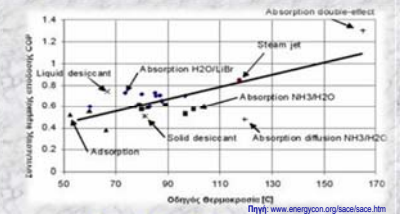
Μέση ειδική επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών
3,6 m²/kW

Ηλιακοί Συλλέκτες

Επίπεδοι (63%)
60-90°C

Κενού (21%)
80-120°C

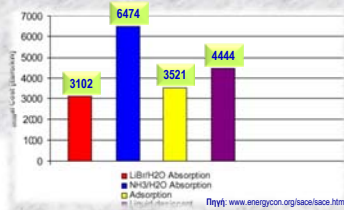
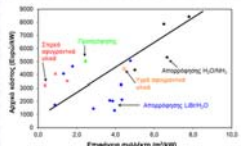
Παραβολικοί Σταθεροί (10%)
ή Κινούμενοι (6%)
97-165°C



Το COP αυξάνεται με την οδοντό θερμοκρασία

Αρχικό Κόστος

Εξαρτάται από:
Ψυκτική ισχύ
Τύπο συλλεκτών
Στάδιο ανάπτυξης
Αρχή λειτουργίας

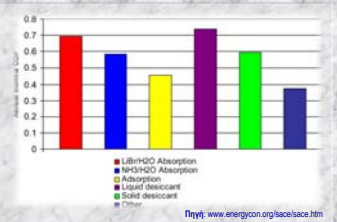
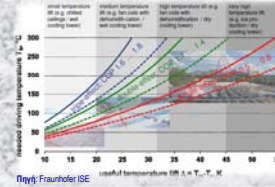


Μέσο αρχικό κόστος συνολικής εγκατάστασης
4000 Ευρώ/kW

Με πτωτικές τάσεις ... 2000 Ευρώ/kW

Πραγματικές αποδόσεις COP

Υψηλότερη απόδοση
Συστήματα LiBr/H₂O
Οι ψύκτες προσρόφησης είναι συνήθως λιγότερο αποδοτικοί

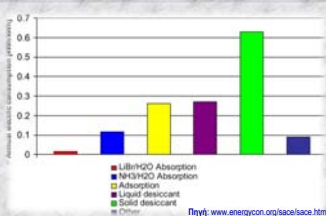


Μέσος ετήσιος συντελεστής θερμικής απόδοσης
COP = 0,58

Πραγματικές αποδόσεις Κατανάλωση Βοηθητικού Εξοπλισμού

Τα συστήματα απορρόφησης έχουν τη μικρότερη κατανάλωση
Συστήματα LiBr/H₂O = 0,018 kWh/kWh

Τα συστήματα Αφύγρυνσης-Εξάτμισης έχουν την υψηλότερη κατανάλωση
Solid desiccant systems = 0,631 kWh/kWh

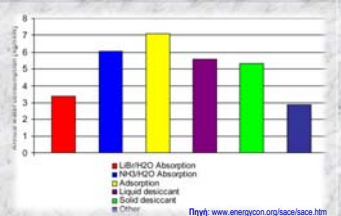


Μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από αντλίες & ανεμιστήρες
= 0,225 kWh/kWh

Πραγματικές αποδόσεις Κατανάλωση Νερού

Υψηλότερη κατανάλωση
Συστήματα προσρόφησης:
7,1 kg.h⁻¹/kW

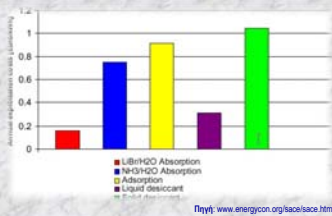
Για την πλειοψηφία των συστημάτων:
4-6 kg.h⁻¹/kW



Μέση ετήσια κατανάλωση νερού
= 5,3 kg.h⁻¹/kW

Πραγματικές αποδόσεις Κόστος Εκμετάλλευσης

Χαμηλότερο μέσο κόστος
LiBr/H₂O απορρόφησης:
0,16 Ευρώ/kWh



Μέσο ετήσιο κόστος
= **0,65 Ευρώ/kWh**

Πηγή: www.energycon.org/iaace/iaace.htm

ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

- **Ελαχιστοποίηση θερμικών & ψυκτικών φορτίων**
- Κάθε τεχνολογία έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που ταιριάζουν με το σχεδιασμό των συστημάτων HVAC του κτιρίου, τα φορτία και τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής
- Ένας καλός σχεδιασμός της εγκατάστασης πρέπει πρώτα να εκμεταλλεύεται όλη τη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια και μετά να καλύπτει τα υπόλοιπα φορτία από συμβατικές πηγές
- Η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών και το μέγεθος της δεξαμενής αποθήκευσης εξαρτάται από την τεχνολογία
- Η αποθήκη ζεστού νερού μπορεί να τοποθετηθεί μεταξύ των συλλεκτών και του ψύκτη, έτσι ώστε να αποσβάνονται οι διακυμάνσεις στη θερμοκρασία επιστροφής

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- **ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΛΥΝΤΙΚΩΝ – ΟΙΝΟΦΥΤΑ (1999)**



Κάλυψη 40% του ψυκτικού φορτίου του εργοστασίου (22 000 m²,
130 000 m³)
Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες (2 700 m²)
Δύο ψύκτες προεξόφησης (2 X 350 kW)

www.sole.gr

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- **ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ – ΚΡΗΤΗ (2001)**



Περίπου 35 δωμάτια (2400 m²)
Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες (450 m²)
Ψύκτης απορρόφησης (105 kW)

www.sole.gr

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- **ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ – ΚΡΗΤΗ (2001)**



Περίπου 60 δωμάτια (3000 m²)
Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες (500 m²)
Ψύκτης απορρόφησης (105 kW)

www.sole.gr

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- **ΓΡΑΦΕΙΑ – ΑΘΗΝΑ (2007)**



Πενταόροφο κτίριο γραφείων (600 m²)
Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες (84,6 m²)
Εποχιακή αποθήκευση θερμότητας
Ψύκτης απορρόφησης
Χαμηλών θερμοκρασιακών απαιτήσεων
σύστημα απόδοσης ψύξης / θέρμανσης
(επιτοίχιο & ενδοδαπέδιο σύστημα)
Γεωθερμική αντλία θερμότητας
Φωτοβολταϊκά (4,4 kW)
BMS
Ελαχιστοποίηση θερμικών & ψυκτικών φορτίων

www.solenergy.gr

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ HIGH-COMBI

High Solar Fraction Heating and Cooling Systems With Combination of Innovative Components and Methods

www.highcombi.eu

- Συνδυασμένη εκμετάλλευση βελτιστοποιημένων τεχνολογιών, ηλιακής θέρμανσης, ψύξης και αποθήκευσης, για υψηλές αποδόσεις
- Πιλοτικές εγκαταστάσεις (6), συνδυασμοί τεχνολογιών, συστημάτων, αυτοματισμών (Ελλάδα, Ιταλία, Αυστρία, Ισπανία)
- **Μείωση Φορτίων**
- **Υψηλό ποσοστό εκμετάλλευσης** της ηλιακής ενέργειας και οικονομική απόδοση Κάλυψη 70% των φορτίων θέρμανσης χώρων, ΖΝΧ & ψύξης
- **Αξιολόγηση διαφορετικών τεχνικών**, επιμέρους συστημάτων και **συνδυασμών** Νέοι τρόποι αποθήκευσης, εκμετάλλευση της απορριπτόμενης θερμότητας για ψύξη, συνδυασμένη έλεγχος θέρμανσης και ψύξης
- **Μετρήσεις** και παρακολούθηση αποδόσεων & λειτουργίας εγκαταστάσεων
- **Αξιολόγηση του δυναμικού** διείσδυσης των συστημάτων στην Ευρωπαϊκή αγορά θέρμανσης – ψύξης

ΑΥΣΤΡΙΑ-1, Gleisdorf
Δημαρχείο & Κέντρο Εξυπηρέτησης Πολιτών

ΑΥΣΤΡΙΑ-2, Gleisdorf
Κτίριο Γραφείων

ΑΥΣΤΡΙΑ-3, Graz
Κτίριο Γραφείων

ΙΤΑΛΙΑ, Μιλάνο
Αθλητικό Κέντρο

ΙΣΠΑΝΙΑ, Μπαρτσελόνα
Εργατικές κατοικίες & Κλινική

ΕΛΛΑΔΑ, Αθήνα
Κτίριο Γραφείων

**4 Χώρες
6 Εγκαταστάσεις**

www.highcombi.eu

ΑΥΣΤΡΙΑ-1, Gleisdorf
Δημαρχείο (1.320 m²) & Κέντρο Εξυπηρέτησης Πολιτών (1.200 m²)

Ψυκτική απορρόφησης 35 kW
302 m² συλλέκτες
4.600 lt δεξαμενή ζεστού νερού με διαστρωμάτωση Fan-coil & υποδαπέδια θέρμανση (Δ)
Ψυχόμενη/Θερμαινόμενη οροφή & ΚΚΜ (ΚΕΠ)

134 m²
168 m²

Επεξεργασία Νερού 30 lt/h (UV, αντίστροφη όσμωση)

Πηγή: Α. Τουρ, AEE INTEC

ΑΥΣΤΡΙΑ-1, Gleisdorf
Δημαρχείο (1.320 m²) & Κέντρο Εξυπηρέτησης Πολιτών (1.200 m²)

Ψυκτική απορρόφησης 35 kW
302 m² συλλέκτες
4.600 lt δεξαμενή ζεστού νερού με διαστρωμάτωση Fan-coil & υποδαπέδια θέρμανση (Δ)
Ψυχόμενη/Θερμαινόμενη οροφή & ΚΚΜ (ΚΕΠ)

134 m²
168 m²

Επεξεργασία Νερού 30 lt/h (UV, αντίστροφη όσμωση)

Αυτοματισμοί, Μετρήτες ενέργειας, Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου

Πηγή: Α. Τουρ, AEE INTEC

ΑΥΣΤΡΙΑ-2, Gleisdorf
Κτίριο Γραφείων (1.000 m²)

Ψυκτική απορρόφησης 19 kW
64 m² συλλέκτες
10.000 lt δεξαμενή ζεστού νερού (5 Χ 2 m²)
Ψυχόμενη/Θερμαινόμενη οροφή & κλιματιστές, ΖΝΧ

Επεξεργασία Νερού

Πηγή: Α. Τουρ, AEE INTEC

ΑΥΣΤΡΙΑ-2, Gleisdorf
Κτίριο Γραφείων (1.000 m²)

Ψυκτική απορρόφησης 19 kW
64 m² συλλέκτες
10.000 lt δεξαμενή ζεστού νερού (5 Χ 2 m²)
Ψυχόμενη/Θερμαινόμενη οροφή & κλιματιστές, ΖΝΧ

Επεξεργασία Νερού

Αυτοματισμοί, Μετρήτες ενέργειας, Ηλιακοί Συλλέκτες (64 m²)

Ψυχόμενη / Θερμαινόμενη οροφή (16/19°C / 40/30°C)

Δεξαμενή Ζεστού Νερού Παράλληλη Διάταξη (4 Χ 2 m²)

Δεξαμενή Ζεστού Νερού Σειριακή (21m²) Ψύξης Θερμοκρασίας - Backup

CHP Φωστικών Ελαίων (55 kW, 20kW_{th}, 18 kW_{th}, 9kW_{th})

CHP Φωστικού Αερίου (15 kW_{th}, 20kW_{th})

Λεβήθος Φ.Α. (250 kW)

Γεωθερμική Α.Θ. (18 kW_{th})

Πηγή: Α. Τουρ, AEE INTEC

Για περισσότερες πληροφορίες ...



IEA TASK 25
Solar Assisted Air Conditioning of Buildings
www.iea-shc-task25.org



IEA TASK 38
Solar Air Conditioning & Refrigeration
www.iea-shc.org/task38



SACE
Solar Air-Conditioning in Europe
www.energycon.org/sace/sace.htm



SOLCO
Removal of non-technological barriers to Solar Cooling technology across southern European Islands
www.solcoproject.net



CLIMASOL
Promoting solar air conditioning
www.cres.gr/climasol



solarcombi+
Small scale combined solar heating & cooling applications
www.solarcombiplus.eu

Ηλιακά Θερμικά Συστήματα Από το ZNX στις Πιλοτικές Εφαρμογές Κλιματισμού High-Combi σε Ευρωπαϊκά Κτίρια



Ευχαριστώ για την προσοχή σας ...

Κ.Α. ΜΠΑΛΑΡΑΣ, Ph.D.

Δρ. Μηχικός Μηχικός, Διευθυντής Ερευνών ΙΕΠΒΑ
costas@noa.gr



Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΟΕΕ)
www.energycon.org



Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ)
ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ (ΕΑΑ)



www.noa.gr

Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΟΕΕ)

www.energycon.org
Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ)
ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ (ΕΑΑ)



www.meteo.noa.gr



www.energycon.org

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

- Ε**πισκευές & Παρακολούθηση λειτουργίας κτιρίων & ΕΠΕΑΕΚ (2007-2013) (www.energycon.org)
- Σ**υνεργασία με τους φορείς ενεργειακής αναβάθμισης
- Ο**λοκληρωμένα σχέδια κτιρίων
- Ι**ατρικά συμβούλια μεταβιβάσεων
- Κ**ατασκευή περιβαλλοντικών μετρήσεων, δοκιμασίες κτιρίων (2007-2013) (www.energycon.org)
- Ο**λοκληρωμένα συστήματα κλιματισμού & ΗΘ (www.energycon.org)
- Ν**εοεργασίες, θερμικά κλιματιστικά & οικολογικά μεταβιβάσματα (2007-2013) (www.energycon.org)
- Ο**λοκληρωμένα συστήματα βελτιστοποιημένων μεταβιβάσεων κτιρίων
- Μ**ελέτες και ανάθεση μεταβιβάσεων βελτιστοποιημένων κτιρίων (www.energycon.org)
- Η**λεκτρικά κλιματιστικά (www.energycon.org)
- Σ**υνεργασία, συνεργασία με ΗΘ & Αρχιτέκτονες μηχανικούς
- Η**λεκτρικά κλιματιστικά, θερμικά κλιματιστικά (www.energycon.org)