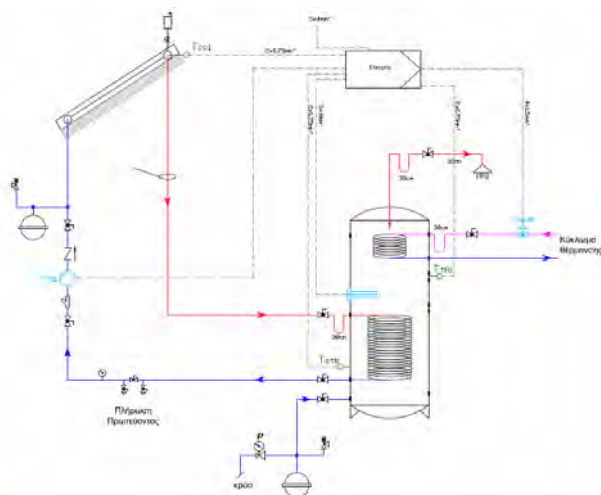


**Σχεδιασμός και διαστασιολόγηση συστημάτων  
ΘΗΣ**

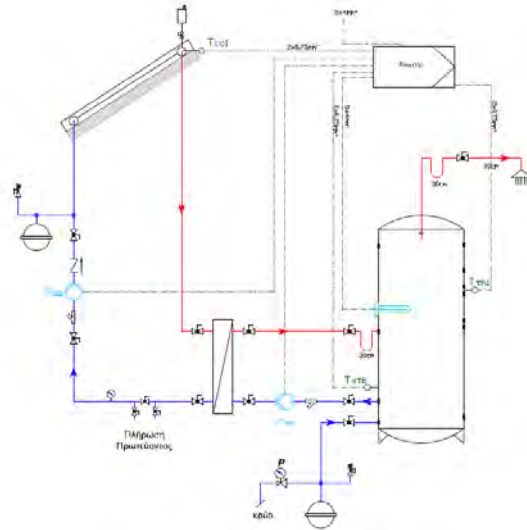
Σεμινάριο Κεντρικών Ηλιακών Συστημάτων ΕΒΗΕ

Δημήτρης Χασάπης  
Μηχ. Τεχνολογίας Α.Π.Ε.

**Σχεδιασμός συστημάτων ΖΝΧ – εσωτερικός εναλλάκτης**



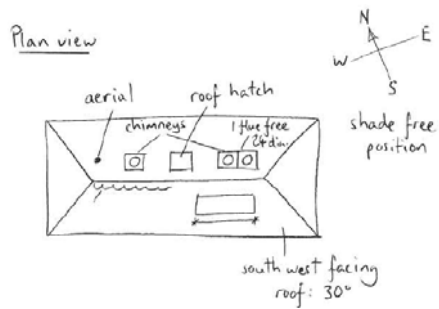
### Σχεδιασμός συστημάτων ΖΝΧ – εξωτερικός εναλλάκτης



### Σχεδιασμός του συστήματος - βήματα

1. Τεχνική επίσκεψη και πρακτικές εκτιμήσεις μεγεθών
  2. Εκτίμηση του φορτίου (κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης)
  3. Διαστασιολόγηση πεδίου συλλεκτών
  4. Διαστασιολόγηση του αποθηκευτικού δοχείου  
---- τα παραπάνω είναι αρκετά για να γίνει μια πρώτη προσφορά ----
- Διαστασιολόγηση των επί μέρους εξαρτημάτων

### Σχεδιασμός: Τεχνική επίσκεψη



Πηγή: Α. Αηδόνης

- Σκίτσο (στο χέρι) με τις βασικές διαστάσεις των χώρων

### Σχεδιασμός: Πρακτικές εκτιμήσεις

- Έλεγχοι που πρέπει να γίνουν:
  - Σκεπή ή δώμα (ταράτσα): σκιάσεις, κατάσταση υλικών (στεγανοποίηση), πρόσβαση, διαθέσιμη επιφάνεια, προσανατολισμός
  - Διαθέσιμος χώρος δεξαμενής (ύψος, πόρτες, σκάλες κλπ.)
  - Βοηθητική πηγή (είδος, ισχύς, σύνδεση)
  - Πιθανά νομικά εμπόδια
  - Θέματα αδειοδότησης



## Κλίσεις - αποκλίσεις

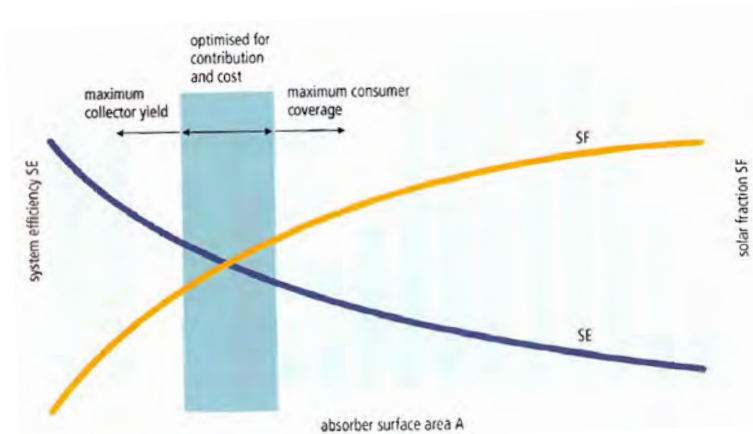
### RESULTS OF INCIDENT RADIATION ON COLLECTORS (FROM TSOL)

Place: Athens  
Azimuth: 0

G Inclined, Specific[kWh/m<sup>2</sup>]  
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

## Υπολογισμοί : επιθυμητή κάλυψη



DGS, Ecofys

---

### Σχεδιασμός: Διαστάσεις δοχείου – Εναλλάκτης

- Όγκος δοχείου = 0,7 - 1,5 φορά × όγκο ημερήσιας κατανάλωσης
  - Εσωτερικός εναλλάκτης: απαίτηση για ελάχιστη επιφάνεια: 0.2 m<sup>2</sup> /(m<sup>2</sup> επιφάνειας συλλεκτών)
  - Εξωτερικός εναλλάκτης: απαίτηση για χαμηλό ΔΤ (όχι πάνω από 6Κ). [Τεχνικός όρος για το ΔΤ : LMTD – logarithmic mean temperature difference]
- 

---

### Υπολογισμοί: πεδίο συλλεκτών

Ημερήσια απόδοση ηλιακών συλλεκτών (Αθήνα, 45°)

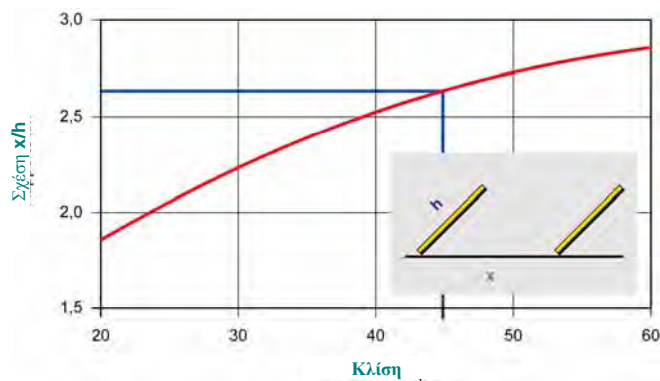
Μήνας	kWh/m <sup>2</sup> /ημέρα (Μαυρή βαφή)	kWh/m <sup>2</sup> /ημέρα (Επιλεκτική επιφάνεια)
Ιανουάριος	0.75	1.36
Φεβρουάριος	0.86	1.41
Μάρτιος	0.77	1.43
Απρίλιος	0.95	1.64
Μάιος	0.97	1.86
Ιούνιος	1.00	1.9
Ιούλιος	1.00	2.02
Αύγουστος	1.00	2.06
Σεπτέμβριος	1.00	1.99
Οκτώβριος	0.95	1.71
Νοέμβριος	0.80	1.38
Δεκέμβριος	0.67	1.12

---

### Υπολογισμοί: πεδίο συλλεκτών

- Υποθέτω επιθυμητή κάλυψη 100% το καλοκαίρι
- Υπολογίζω το ημερήσιο (καλοκαιρινό) φορτίο (π.χ. πολυκατοικία με 20 άτομα)
  - $E = m \times cp \times (\Delta T) \Rightarrow$
  - $E = 800 \text{ l} \times 1,16 \text{ Wh/ (l K)} \times (45-15)\text{K} \Rightarrow$
  - $E = 28 \text{ kWh}$  (περίπου)
- Εκτιμώ (γνωρίζω) την ημερήσια απόδοση του ηλιακού ανά  $\text{m}^2 \Rightarrow 2 \text{ kWh}$  (καλοκαίρι)
- Καταλήγω σε πεδίο συλλεκτών  $14 \text{ m}^2$

### Απόσταση μεταξύ των συστοιχιών των συλλεκτών



Άλλοι τρόποι:

- Ενδεικτικός κανόνας : απαιτώ απουσία σκίασης το μεσημέρι της 21<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου.
- Κάνω προσομοιώσεις δοκιμάζοντας αποστάσεις – επιλέγω ανεκτές απώλειες.

### Υπολογισμός απόδοσης ΘΗΣ

$$Q = I * n * E * (1 - I_o)$$

όπου

- Q: ενέργεια από το ΘΗΣ (Wh)
- I: ακτινοβολία στο επίπεδο του συλλέκτη (Wh/m<sup>2</sup>)
- n: απόδοση συλλέκτη
- E: επιφάνεια συλλεκτών (m<sup>2</sup>)
- I<sub>o</sub>: απώλειες συστήματος (περίπου 20-30%)

### Υπολογισμός απόδοσης ΘΗΣ

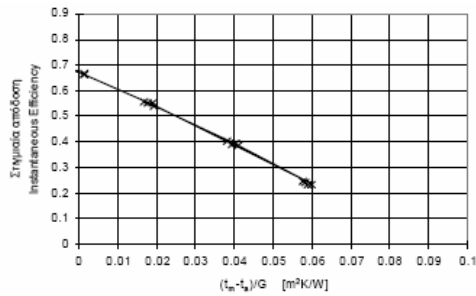
Η προσπίπτουσα ακτινοβολία βρίσκεται από μετεωρολογικά δεδομένα ή PVGIS

Αθήνα (Wh/m <sup>2</sup> )					
15°		45°		60°	
Jan	2620	Jan	3330	Jan	3410
Feb	3120	Feb	3630	Feb	3600
Mar	4310	Mar	4590	Mar	4360
Apr	5530	Apr	5330	Apr	4810
May	6310	May	5600	May	4810
Jun	6990	Jun	5920	Jun	4930
Jul	6960	Jul	6010	Jul	5060
Aug	6490	Aug	6060	Aug	5340
Sep	5690	Sep	5940	Sep	5560
Oct	4030	Oct	4630	Oct	4560
Nov	2680	Nov	3300	Nov	3350
Dec	2260	Dec	2900	Dec	2990
Year	4760	Year	4770	Year	4400



### Υπολογισμός απόδοσης ΘΗΣ

Η απόδοση του συλλέκτη βρίσκεται από την καμπύλη απόδοσης (από 0.025 για το χειμώνα -0.04 για το καλοκαίρι)



Μέσος όρος απόδοσης:

- 0.45 για επίπεδους
- 0.56 για επιλεκτικούς

### Υπολογισμός απόδοσης ΘΗΣ

Μήνας	I (Wh/m²)	n	m²	1-l	G (Wh)	f (G/R) (G/28000)*100%
Ιανουάριος	3330	0.45	14	0.8	16783.20	59.94%
Φεβρουάριος	3630	0.45	14	0.8	18295.20	65.34%
Μάρτιος	4590	0.43	14	0.8	22105.44	78.95%
Απρίλιος	5330	0.43	14	0.8	25669.28	91.68%
Μαίος	5600	0.43	14	0.8	26969.60	96.32%
Ιούνιος	5920	0.40	14	0.8	26521.60	94.72%
Ιούλιος	6010	0.40	14	0.8	26924.80	96.16%
Αυγустος	6060	0.40	14	0.8	27148.80	96.96%
Σεπτέμβριος	5940	0.40	14	0.8	26611.20	95.04%
Οκτώβριος	4630	0.43	14	0.8	22298.08	79.64%
Νοέμβριος	3300	0.43	14	0.8	15892.80	56.76%
Δεκέμβριος	2900	0.50	14	0.8	16240.00	58.00%
Ετήσια	4770	0.43	14	0.8	22972.32	82.04%

---

### Ιδιαιτερότητες Εγκαταστάσεων με Συλλέκτες Κενού

- Οι συλλέκτες κενού έχουν ιδιαίτερα υψηλή απόδοση
- Τους καλοκαιρινούς μήνες μπορούν να φτάσουν τους 300°C σε κατάσταση στασιμότητας
  - **ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΟΙ** για θέρμανση ΖΝΧ σε σπίτια.

- Χρήση: Οπου υπάρχει μεγάλη και σύνεχης ζήτηση νερού:
- Επαγγελματικά κτίρια (ξενοδοχεία)
  - Ηλιακή θέρμανση
  - Ηλιακός κλιματισμός
- 

---

### Ιδιαιτερότητες Εγκαταστάσεων με Συλλέκτες Κενού

- Χρήση σε σπίτια μόνο όταν υπάρχει έλλειψη χώρου.
  - Η διαστασιολόγηση πρέπει να γίνει σε συνθήκες καλοκαιριού (1700 W/m<sup>2</sup>, 7 ηλιώρες)
  - Υπάρχει κίνδυνος ατμοποίησης και δημιουργία SuperSteam
  - Προσοχή στη διαστασιολόγηση του δοχείου διαστολής
  - Χρήση γλυκόλης με αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες (thermal cracking <130°C)
  - Ένδειξη κατεστραμμένης γλυκόλης: κομμάτια «πίσσας» στο κλειστό κύκλωμα
  - Χρήση νερού το καλοκαίρι με ανοιχτά εξαερίστηκα και αυτόματα πληρώσεως
-

---

### **Προστασία Υπερθέρμανσης - Παγετού**

- Χρήση μείγματος Νερού – Πλοπιλενο-Γλυκόλης.
  - Κυκλοφορία μείγματος την νύχτα για ψύξη θερμοδοχείου.
  - Κυκλοφορία μείγματος όταν η θερμοκρασία στους συλλέκτες πέσει κάτω από τους 5°C.
  - Άδειασμα συλλεκτών (Drain-Back).
  - Διαστασιολόγηση δοχείου διαστολής για τον όγκο του κυκλώματος + όγκο υγρού συλλεκτών
- 

---

### **Προστασία Υπερθέρμανσης - Παγετού**

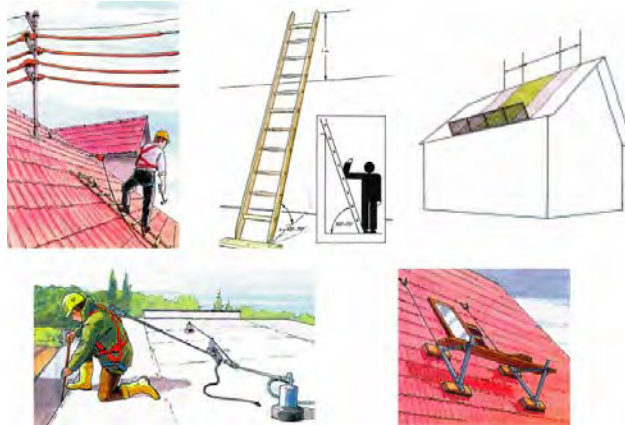
Ενδεικτικός όγκος γλυκόλης

(για 20% μείγμα, προστασία στους -10°C, σε σύστημα με 30m σωληνώσεις cu22x1)

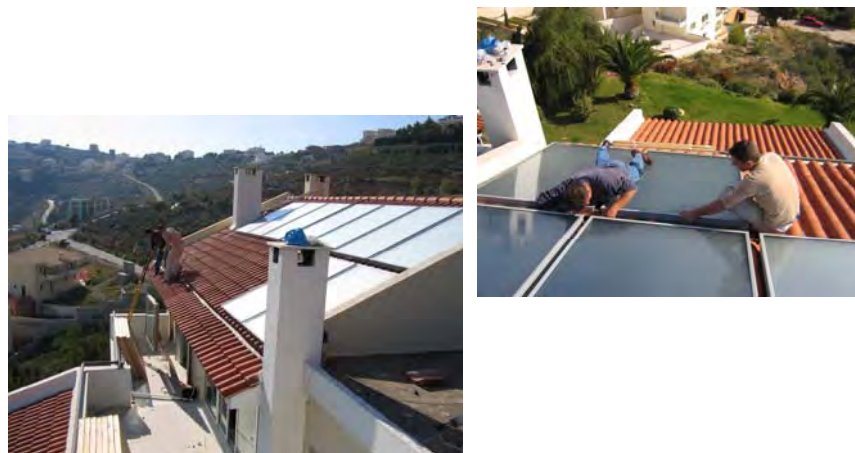
Συλλεκτική επιφάνεια	Όγκος γλυκόλης
2.5m <sup>2</sup>	2.5lt
5m <sup>2</sup>	5lt
7.5m <sup>2</sup>	7.5lt
10m <sup>2</sup>	10lt
15m <sup>2</sup>	12.5lt
30m <sup>2</sup>	15lt
40m <sup>2</sup>	17.5lt

---

Ασφάλεια κατά την εγκατάσταση

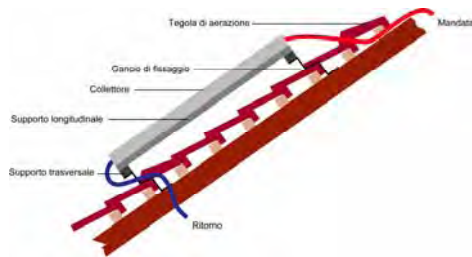
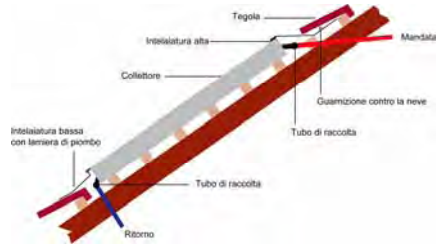


Ασφάλεια κατά την εγκατάσταση



SOLE S.A.

## Εγκατάσταση σε κεραμειδοσκεπή



SOLE S.A

## Ενσωμάτωση σε κεραμειδοσκεπή

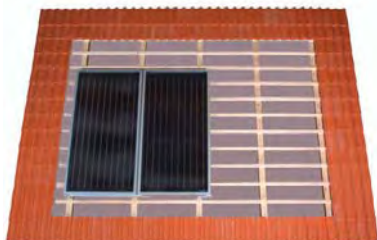


Fig.: DM sealing collars



SonnenKraft

Ενσωμάτωση σε κεραμειδοσκεπή



Rehau