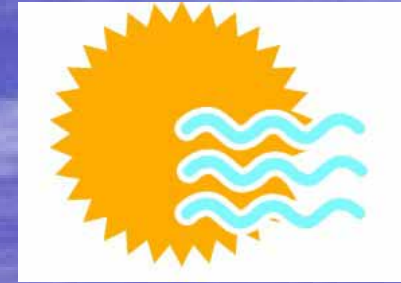


Ημερίδα  
«**ΗΛΙΑΚΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ**»

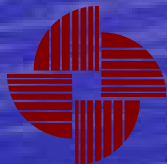
στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Έργου  
“Promoting Solar Air Conditioning”  
**Χανιά, 18 Απριλίου 2005**



**Έργα και μελέτες Ηλιακού Κλιματισμού  
με απορρόφηση  
I.M. Χρυσοπηγής Χανίων και Rethimno Village Hotel**

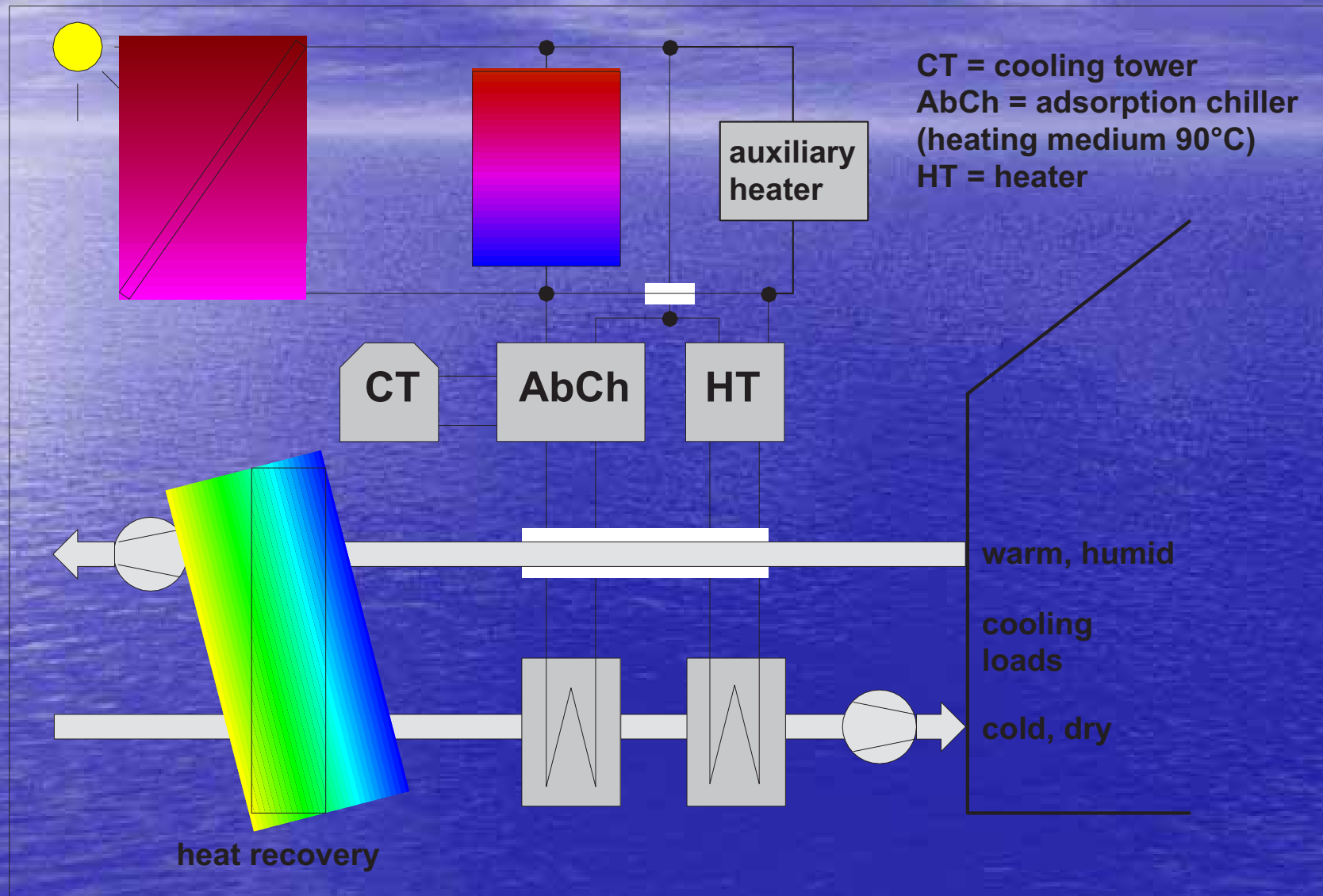
**Βασιλική Δρόσου**

Ενεργειακός Μηχανικός  
ΚΑΠΕ Τομέας Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων



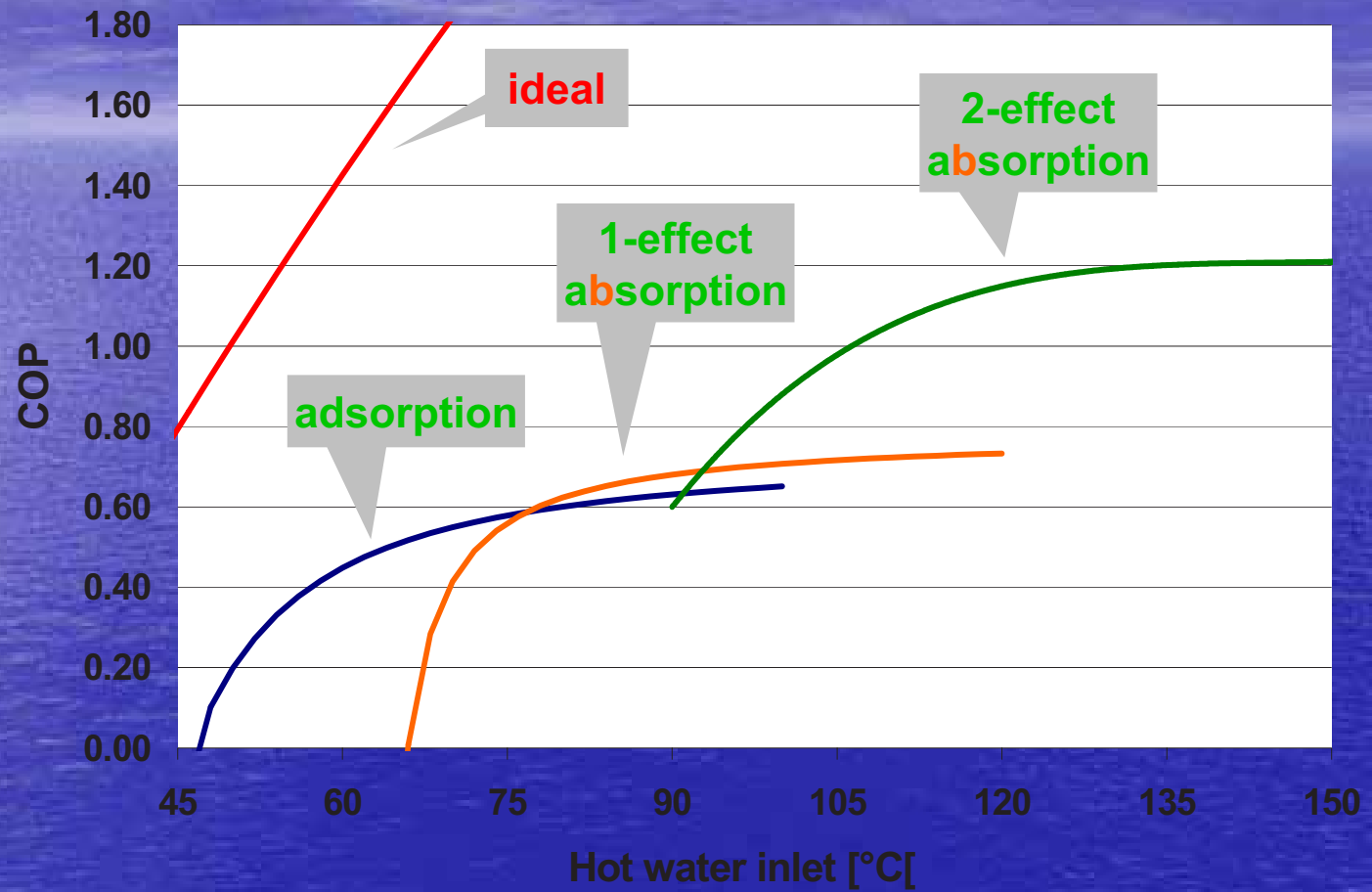
**C**enter for **R**enewable  
**E**nergy **S**ources

# Solar cooling: absorption



# COP of water chillers

temperature of chilled water:  
**8°C**  
temperature of cooling water:  
**28°C**



# Μελέτη Ι.Μ. Χρυσοπηγής Χανίων από το Τμ. Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων ΚΑΠΕ

- Το γυναικείο Μοναστήρι της Χρυσοπηγής βρίσκεται ανατολικά των Χανίων προς τον κόλπο της Σούδας στην κατεύθυνση προς τις Μουρνιές έξω από τα Χανιά.
- Για να καλυφθούν οι αυξημένες ανάγκες της Μονής σήμερα κτίζεται σε υψόμετρο 400 m νέο μοναστήρι, που η γη αγοράστηκε το 89-90.
- Το ζητούμενο στην μελέτη περίπτωσης είναι η μελέτη **δροσισμού (το καλοκαίρι) και θέρμανσης (τον χειμώνα) του Ναού επιφανείας 250m<sup>2</sup>** που θα ανεγερθεί – με παράλληλο όφελος την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Το εσωτερικό του μοναστηριού





Για την εκπόνηση της προ-μελέτης αυτής, χρησιμοποιήθηκαν :

- Τα στοιχεία και οι απαιτήσεις λειτουργίας και εγκατάστασης που αποκτήθηκαν από την επιτόπου επίσκεψη στην Ιερά Μονή Χρυσοπηγής και από τις συναντήσεις με το αρμόδιο τεχνικό προσωπικό της Μονής.
- Ερωτηματολόγιο πληροφοριών του Ναού της Ιεράς Μονής (Questionnaire on SOLAR COOLING OF BUILDINGS)
- Τεχνικά στοιχεία και προδιαγραφές προϊόντων
- Πρόγραμμα επεξεργασίας για ηλιακό κλιματισμό SACE / IEA 21

## Το συγκεκριμένο σύστημα Ηλιακού Κλιματισμού μελετήθηκε με βασικά κριτήρια

- την συμβατότητά του με την ήδη υπάρχουσα μελέτη μονάδας κλιματισμού αέρα, που υλοποιήθηκε για τις ανάγκες θέρμανσης – ψύξης του Ναού.
- τον περιορισμό σε διαθέσιμη χρήσιμη επιφάνεια για την τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών (ο διαθέσιμος χώρος είναι μόνο 100m<sup>2</sup>). Οι συλλέκτες θα πρέπει να τοποθετηθούν με κλίση περίπου 35 μοίρες και με κατεύθυνση προς το Νότο (κατά το δυνατόν χωρίς σκίαση).

# Μελέτη Ι.Μ. Χρυσοπηγής Χανίων από το Τμ. Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων ΚΑΠΕ

**SACE Solar Cooling Evaluation Tool Light**

File Calculate Help

Input data

**Collector data:**

Collector type: Vacuum tube collector

Optical efficiency: 0.820 [-]

Linear loss coefficient: 3.520 W/(m<sup>2</sup> K)

Quadratic loss coefficient: 0.0300 W/(m<sup>2</sup> K<sup>2</sup>)

K50, long: 0.95 [-]

K50, trans: 0.95 [-]

**Room:**

Room area: 250.00 m<sup>2</sup>

**Equipment:**

Operation temperature heating: 45.00 °C

Operation temperature cooling: 75.0 °C

Efficiency heating system: 0.85 [-]

COP thermal chiller: 0.60 [-]

Reference	File
Load and Meteo Data File	
Configuration	E:\Vassiliki\Ηλιακός κλιματισμός\CLIMASOL\sace\ConfigFiles\Soc...
Results	E:\Vassiliki\Ηλιακός κλιματισμός\CLIMASOL\sace\ResultFiles\w12...

**correlation method**

The diagram illustrates the correlation method process. It shows a 'building model' (represented by a building icon) and a 'collector model' (represented by a solar collector icon). 'meteo data' (represented by a floppy disk icon) is exchanged between them. The building model provides 'COP, ε' (Coefficient of Performance and efficiency) to the correlation method. The collector model provides 'solar gains' to the correlation method. The correlation method then produces 'solar fractions for heating and cooling' (shown in a box). A scatter plot of 'heat load' vs 'solar gains' is also shown, with data points for heating (red) and cooling (blue) and regression lines for COP=1, 0.2, and 0.1.

building model

meteo data

collector model

heat load

solar gains

solar fractions for heating and cooling

COP, ε

start

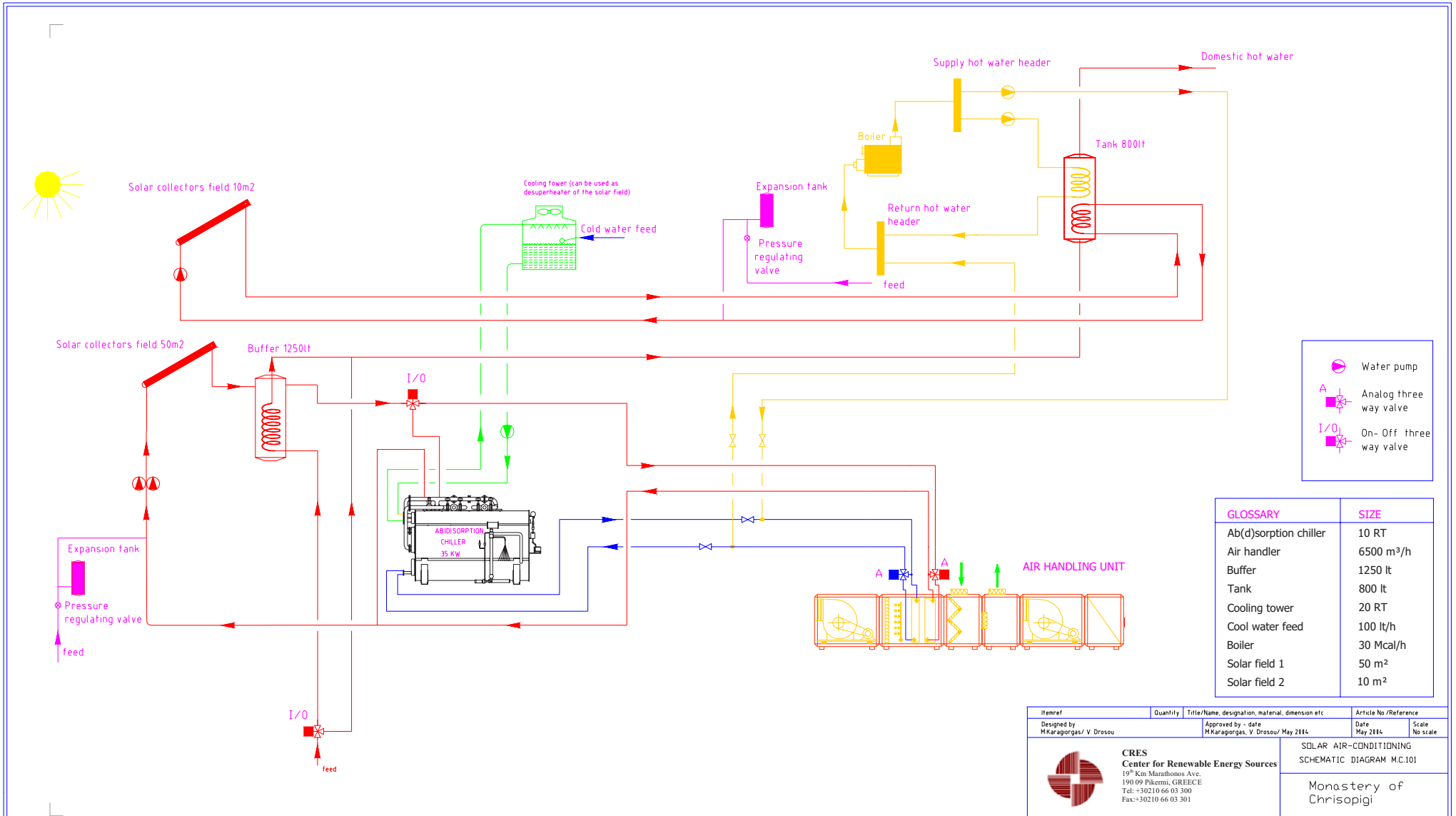
21 2 A... S... D... EN 2:42 μμ

## Χαρακτηριστικά των υποσυστημάτων του συστήματος Ηλιακού Κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Είδος	Μέγεθος
Ηλιακός ψύκτης απορ(προσ)ρόφησης	10RT (από « <i>Questionnaire on Solar Cooling of buildings</i> »)
Μονάδα κλιματισμού αέρα	6500m <sup>3</sup> /h (από υπάρχουσα μελέτη)
Δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού (back up 1 ώρας για τον ηλιακό ψύκτη)	1250lt
Δεξαμενή αποθήκευσης Ζεστού νερού χρήσης	800lt
Ψυκτικός πύργος	20RT
Τροφοδοσία κρύου νερού	100lt/h
Λέβητας – καυστήρας αερίου	30 Mcal/h
Πεδίο 1 ηλιακών συλλεκτών (για τον ηλιακό κλιματισμό)	50 - 100 m <sup>2</sup> (κενού – επίπεδοι αντιστοίχως)
Πεδίο 2 ηλιακών συλλεκτών (για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης)	10 m <sup>2</sup>



# Μελέτη Ι.Μ. Χρυσοπηγής Χανίων από το Τμ. Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων ΚΑΠΕ



Εξετάστηκαν δύο περιπτώσεις επιλογής τεχνολογίας ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή του ζεστού νερού τροφοδοσίας του ηλιακού ψύκτη απορρόφησης.

- Επιλεκτικοί επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες υψηλής απόδοσης, με χαρακτηριστική καμπύλη απόδοσης:

$$\eta = 0.78 - 3.8 * (T_m - T_a)/G - 0.03 * (T_m - T_a)^2/G$$

- Συλλέκτες σωλήνων κενού, με χαρακτηριστική καμπύλη απόδοσης:

$$\eta = 0.82 - 3.52 * (T_m - T_a)/G - 0.025 * (T_m - T_a)^2/G$$

Τα ενεργειακά χαρακτηριστικά (βαθμοί απόδοσης) του υπόλοιπου εξοπλισμού είναι

- Ηλεκτρικός ψύκτης 2,8
- Ηλεκτρικός ψύκτης σε heat pump 3,1
- Ηλιακός ψύκτης (80 οC) 0,6
- Λέβης back-up heating 0,85
- Λέβης back-up ZNX 0,85

Αποτελέσματα επεξεργασίας SACE.

Specific collector area	System storage size	Heat for Cooling	Heat for Heating	Radiation on collector	Gross collector output	Backup Cooling	Backup Heating	Solar Fraction Cooling	Solar Fraction Heating	Solar Fraction Total	Gross collector efficiency	Net collector efficiency
m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	hours	kWh/m <sup>2</sup> room	kWh/m <sup>2</sup> room	kWh/m <sup>2</sup> coll.	kWh/m <sup>2</sup> coll.	kWh/m <sup>2</sup> room	kWh/m <sup>2</sup> room	%	%	%	%	%
0.1	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	99.62	55.48	24.24	15.04	21.19	45.30	24.38
0.2	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	75.33	51.76	42.71	20.74	35.42	45.30	20.38
0.3	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	62.77	49.95	52.26	23.51	42.72	45.30	16.39
0.4	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	56.53	48.85	57.01	25.19	46.45	45.30	13.37
0.5	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	53.18	48.04	59.56	26.43	48.56	45.30	11.18
0.6	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	50.93	47.46	61.27	27.32	50.00	45.30	9.59
0.7	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	49.37	47.06	62.45	27.93	51.00	45.30	8.39
0.8	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	48.35	46.76	63.23	28.39	51.67	45.30	7.43
0.9	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	47.59	46.52	63.81	28.76	52.18	45.30	6.67
1	0	131.49	65.3	1709.85	774.55	47.07	46.32	64.20	29.07	52.54	45.30	6.05
0.1	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	92.2	43.11	29.88	33.98	31.24	45.30	35.96
0.2	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	63.95	34.35	51.37	47.40	50.05	45.30	28.80
0.3	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	43.57	30.12	66.86	53.87	62.55	45.30	24.00
0.4	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	33.61	27.91	74.44	57.26	68.74	45.30	19.78
0.5	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	28.36	26.38	78.43	59.60	72.18	45.30	16.62
0.6	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	25.39	25.29	80.69	61.27	74.25	45.30	14.24
0.7	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	23.54	24.45	82.10	62.56	75.61	45.30	12.43
0.8	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	22.29	23.75	83.05	63.63	76.60	45.30	11.02
0.9	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	21.4	23.15	83.72	64.55	77.36	45.30	9.89
1	1	131.49	65.3	1709.85	774.55	20.84	22.62	84.15	65.36	77.92	45.30	8.97
0.1	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	82.49	40.39	37.27	38.15	37.56	45.30	43.23
0.2	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	53.24	28.22	59.51	56.78	58.61	45.30	33.73
0.3	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	32.38	22.12	75.37	66.13	72.31	45.30	27.74
0.4	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	19.55	18.34	85.13	71.91	80.75	45.30	23.23
0.5	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	12.64	15.61	90.39	76.09	85.64	45.30	19.71
0.6	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	8.72	13.87	93.37	78.76	88.52	45.30	16.98
0.7	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	6.5	12.79	95.06	80.41	90.20	45.30	14.83
0.8	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	5.09	11.87	96.13	81.82	91.38	45.30	13.15
0.9	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	4.12	11.13	96.87	82.96	92.25	45.30	11.80
1	3	131.49	65.3	1709.85	774.55	3.48	10.6	97.35	83.77	92.85	45.30	10.69
0.1	6	131.49	65.3	1709.85	774.55	81.56	39.1	37.97	40.12	38.69	45.30	44.52
0.2	6	131.49	65.3	1709.85	774.55	40.65	25.88	69.09	60.37	66.19	45.30	38.09
0.3	6	131.49	65.3	1709.85	774.55	20.69	17.37	84.26	73.40	80.66	45.30	30.94
0.4	6	131.49	65.3	1709.85	774.55	10.62	12.66	91.92	80.61	88.17	45.30	25.37
0.5	6	131.49	65.3	1709.85	774.55	5.57	10.04	95.76	84.62	92.07	45.30	21.19
0.6	6	131.49	65.3	1709.85	774.55	2.62	8.03	98.01	87.70	94.59	45.30	18.14



## Οικονομική αξιολόγηση Ηλιακού Συστήματος Κλιματισμού

**ΛΥΣΗ 1:** Ηλιακός ψύκτης νερού με επιλεκτικούς επίπεδους συλλέκτες

**ΛΥΣΗ 2:** Ηλιακός ψύκτης νερού με συλλέκτες κενού συλλεκτική επιφανείας 50 m<sup>2</sup>. (εξετάστηκε και η περίπτωση που οι συλλέκτες κενού έχουν συλλεκτική επιφάνεια 100 m<sup>2</sup>)

	ΛΥΣΗ 1	ΛΥΣΗ 2 (50)
SF cool %	0,7041	0,5137
SF heat %	0,5487	0,4740



# Μελέτη Ι.Μ. Χρυσοπηγής Χανίων από το Τμ. Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων ΚΑΠΕ

## ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

			COP	Κόστος (€)	
				ΛΥΣΗ 1	ΛΥΣΗ 2 (50)
Ηλιακός ψύκτης (COP=0,6)	10	RT	0,6	26000,0	26000,0
Συλ. επίπεδοι	100	m2		10000,0	
Συλ. κενού	50	m2			12500,0
Δεξαμενή	1250	lit		2500,0	2500,0
Λέβητας νερού	30	Mcal/h		1000,0	1000,0
ΚΚΜ-κεντρική κλιματιστική μονάδα	6500	m3/h		4000,0	4000,0
Εγκατάσταση	10	RT		4500,0	4500,0
<b>TOTAL</b>				<b>48000,0</b>	<b>50500,0</b>
Τιμή €/kWhel, τιμολ. Β1	0,055	€/kWh		0,055	0,055
Τιμή €/kWh oil θέρμανσης	0,042	€/kWh		0,042	0,042
Τιμή €/kWh oil κίνησης	0,083	€/kWh		0,083	0,083
Ποσότητα back-up cooling		kWh/y	2,8	9973,9	15212,0
Ποσότητα back-up heating		kWh/y	0,85	7562,5	8814,3
Ποσότητα back-up ZNX ετησίως		kWh/y	0,85	12476,8	6238,4
<b>Τρέχοντα έξοδα, ετησίως</b>		€/y		1789,8	1342,5
<b>Χρόνος αποπληρωμής</b>		<b>y</b>		<b>10,9</b>	<b>10,2</b>

### ΕΙΣΗΓΗΣΗ :

Επιλέγεται η ΛΥΣΗ 2/50 m<sup>2</sup>, λόγω του χαμηλότερου χρόνου απόσβεσης αλλά και λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου χώρου (100m<sup>2</sup>) για την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών.

Για να μειωθεί ακόμη περισσότερο ο χρόνος αποπληρωμής στη προτεινόμενη λύση προτείνεται η αναζήτηση επιδότησης.

Κεντρικός κλιματισμός (θέρμανση – ψύξη με χρήση ηλιακής ενέργειας της μιας πτέρυγας του ξενοδοχειακού συγκροτήματος Rethimno Village Hotel δυναμικότητας 260 κλινών

ΧΩΡΑ	ΕΛΛΑΔΑ	ΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Συνολική: 647 m <sup>2</sup> , 448 m <sup>2</sup> για ηλιακό κλιματισμό
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΡΕΘΥΜΝΟ ΚΡΗΤΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ	Επίπεδοι επιλεκτικοί υψηλής απόδοσης ηλιακοί συλλέκτες
ΕΙΔΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ	ΨΥΚΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ / ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	105 kW 210 kW
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	ABSORPTION	ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ από	Σεπτέμβριος 2002

Αποτελεί εμπορική εγκατάσταση, είναι το 1ο ξενοδοχείο στο κόσμο που χρησιμοποιεί ηλιακό κλιματισμό.

Σχεδιασμός, προμήθεια, εγκατάσταση: Εταιρεία SOLE.  
Η συνολική επιφάνεια προς κλιματισμό είναι : 3.000 m<sup>2</sup>

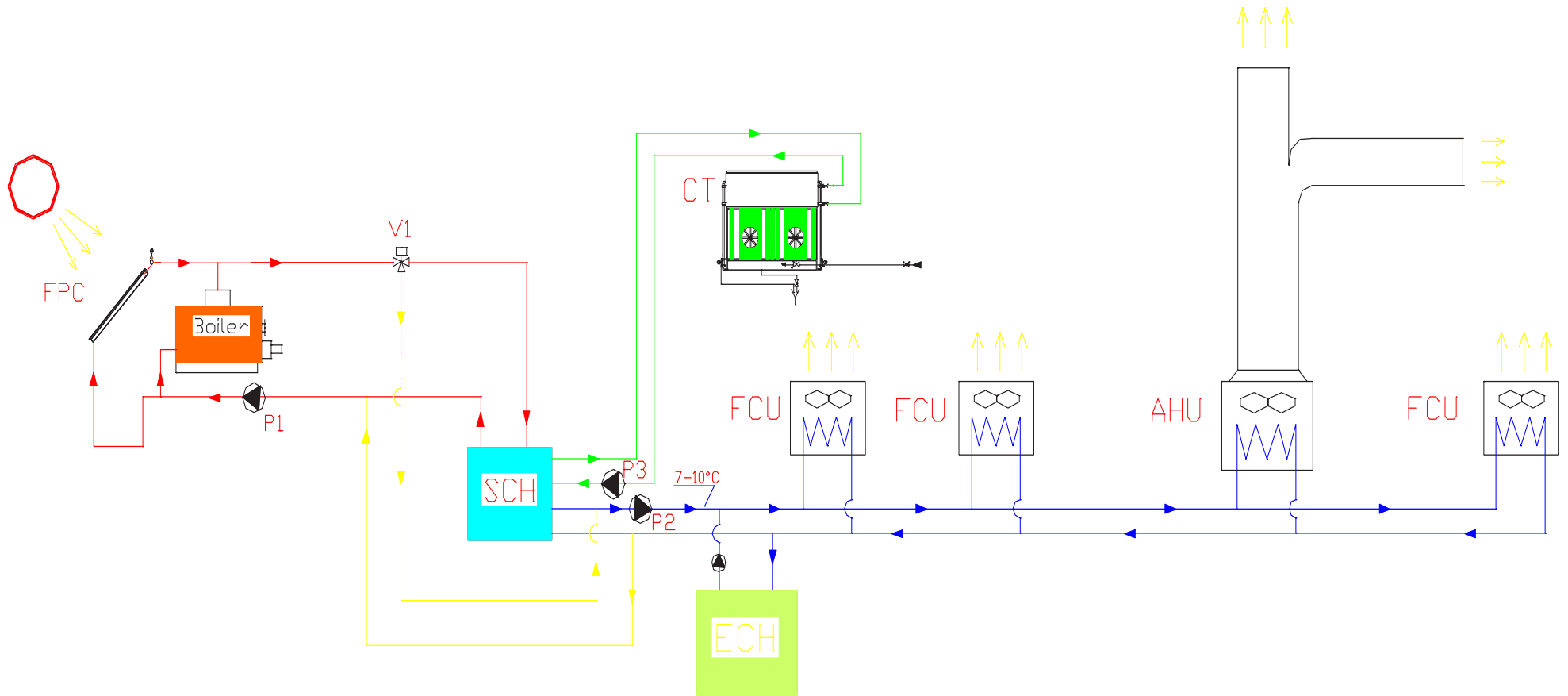
Αυτή η εγκατάσταση κλιματισμού από ηλιακή ενέργεια μαζί με το έργο ΦΩΤΟΝΙΟ (της εταιρίας καλλυντικών Σαράντη) είναι η

**ΠΡΩΤΕΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ**  
σε εμπορική βάση

(μη πειραματικές, μη επιδεικτικές) και  
οι πρώτες που χρησιμοποιούν

**ΕΠΙΠΕΔΟΥΣ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ**  
αντί των σωλήνων κενού.





Οι ηλιακοί συλλέκτες τροφοδοτούν το καλοκαίρι έναν "ηλιακό ψύκτη" Adsorption ισχύος 105 KW με νερό θερμοκρασίας 70-75°C

(βαθμός απόδοσης ψύκτη της τάξης του 60%)

## Τον χειμώνα

οι ηλιακοί συλλέκτες θερμαίνουν το ζεστό νερό στους 55°C το οποίο οδηγείται κατευθείαν στους προς θέρμανση χώρους.

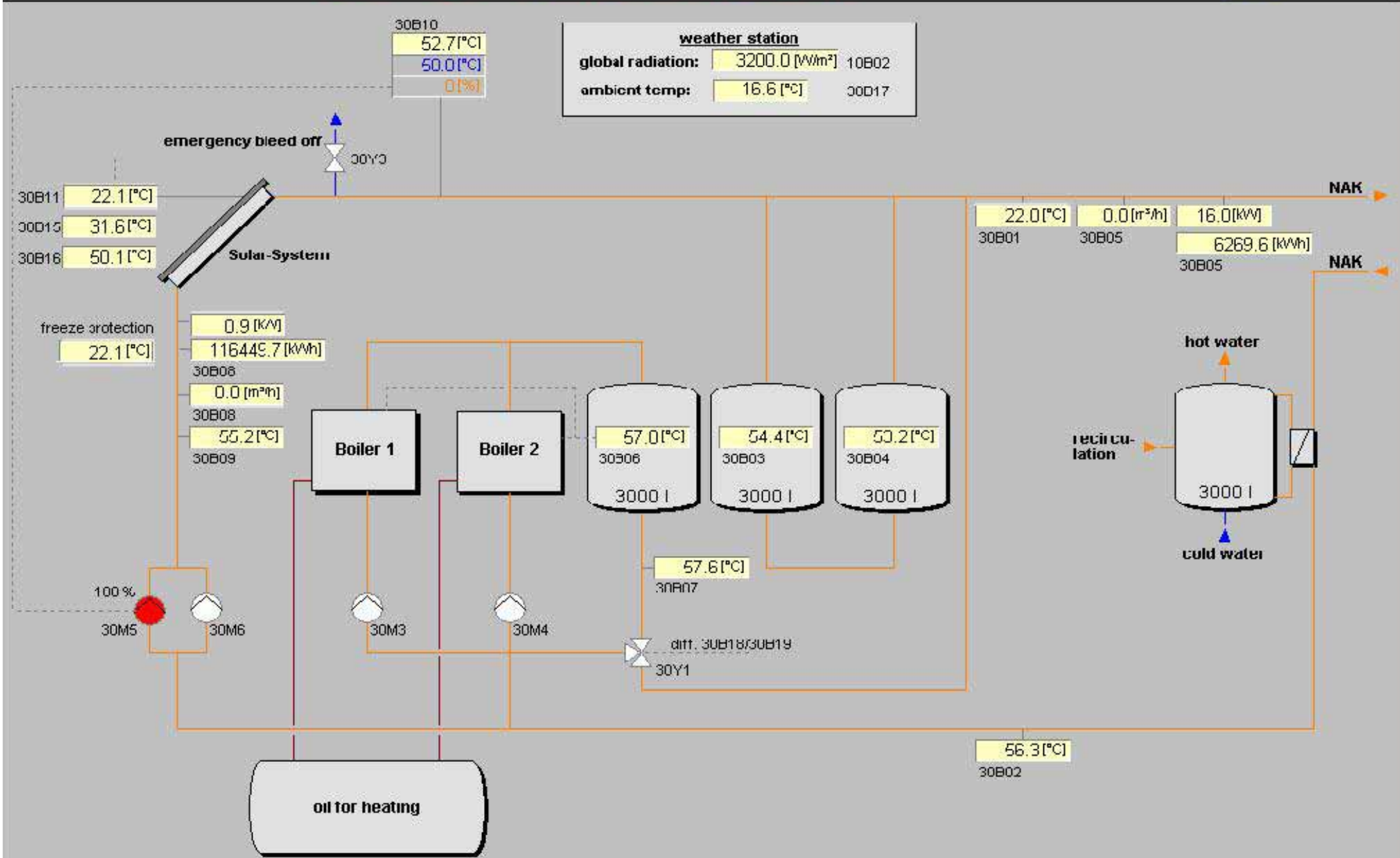
Το κρύο νερό (το καλοκαίρι) και το ζεστό νερό(το χειμώνα) οδηγείται στις τοπικές κλιματιστικές μονάδες (fan-coils) που είναι εγκατεστημένες τα δωμάτια

Login: NONE

6:42:56  
2/27/01



27 Feb 18.12.54 UNACK 30B12\_FIAL Flow, L-Limit exceeded



## ΕΤΗΣΙΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ηλιακή απολαβή: 650.743 KWh  
Συνολικό φορτίο: 1.498.247 KWh  
Ηλιακή κάλυψη: 43%

Σύμφωνα με τον βαθμό απόδοσης του  
ψύκτη (60%)  
η τελική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται στις 40.000  
kwh/μήνα

που ισοδυναμεί με 3.800 euro/μήνα



Το κόστος του έργου ανήλθε στα  
146.000 Ευρώ  
(50.000.000 δρχ.)  
Και επιδοτήθηκε από το  
Ε.Π.Ε. του Υπουργείου Ανάπτυξης  
Κατά 50%

## ΑΠΟΦΥΓΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ

CO <sub>2</sub>	871.182	Kg/έτος
SO <sub>2</sub>	15.175	Kg/έτος
CO	183	Kg/έτος
NO <sub>x</sub>	34.207	Kg/έτος
HC	53	Kg/έτος
Parts	783	Kg/έτος









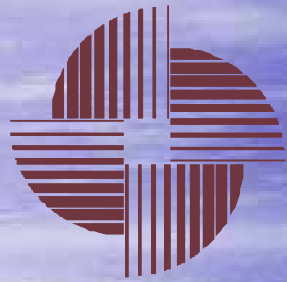




Η μέγιστη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας  
(κυρίως στις τουριστικές περιοχές) συμπίπτει με τη μέγιστη ηλιακή  
ακτινοβολία.

*Συνεπώς:*

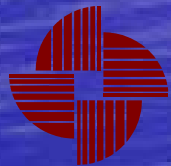
Η συμβολή του **ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ** & στη μείωση της  
**ΑΙΧΜΗΣ** ηλεκτρικού φορτίου είναι μεγάλης σημασίας.



ΚΑΠΕ  
CRES

[www.cres.gr](http://www.cres.gr)

[drosou@cres.gr](mailto:drosou@cres.gr)



Center for Renewable  
Energy Sources