



## **Τεχνολογίες Θέρμανσης Εξωτερικών Κολυμβητικών Δεξαμενών με χρήση ΘΗΣ**

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗ ΡΟΖΗ

MSc ENVIRONMENTAL DESIGN & ENGINEERING  
BSc PHYSICS

ΚΑΠΕ - ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ



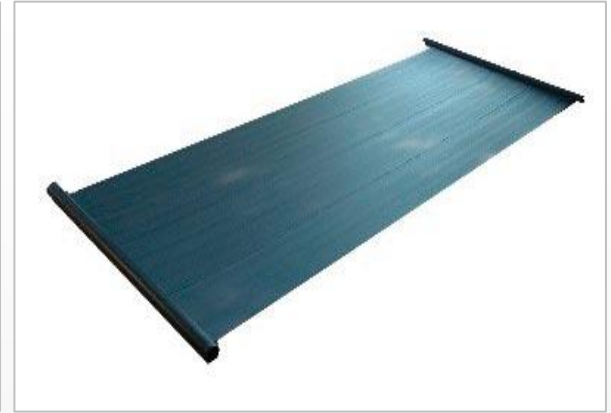
## Πλεονεκτήματα

- Επέκταση κολυμβητικής περιόδου από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο.
- Παροχή νερού σε ιδανική θερμοκρασία για κολύμβηση το καλοκαίρι σε ψυχρά κλίματα.
- Ιδανικά για χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας, 23-28<sup>0</sup> C.

## Ιδιότητες

- Χαμηλό κόστος
- Χρόνος απόσβεσης 1-5 έτη.
- Επιφάνεια των συλλεκτών που απαιτείται είναι περίπου 0.8 φορές την επιφάνεια της πισίνας.

π.χ. Σε πισίνα 100m<sup>2</sup> χρειαζόμαστε περίπου 80m<sup>2</sup> συλλέκτες.



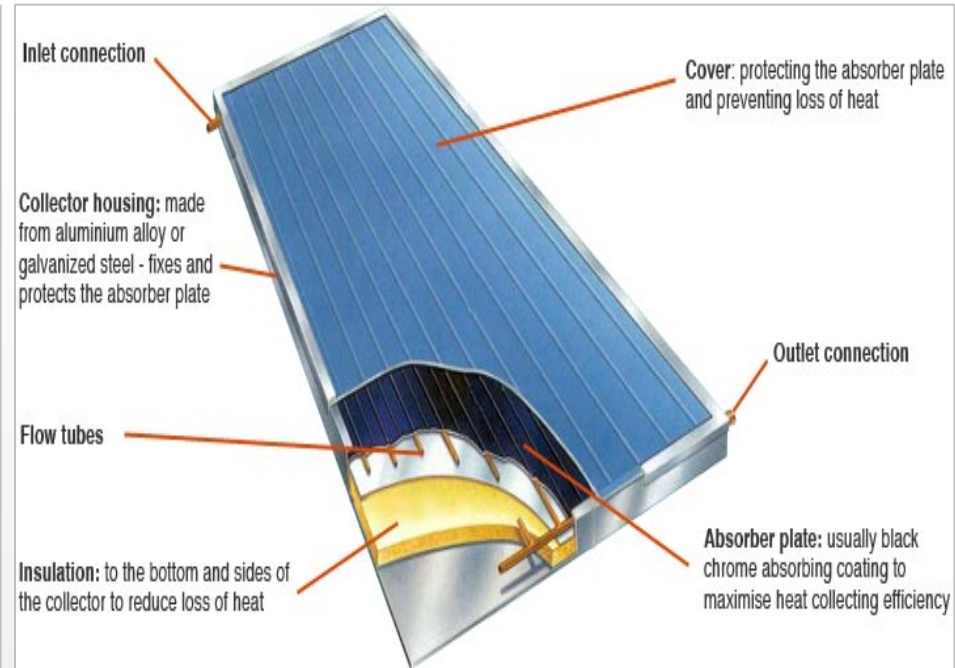
## Πλεονεκτήματα

- Επέκταση κολυμβητικής περιόδου από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο.
- Παροχή νερού σε ιδανική θερμοκρασία για κολύμβηση το καλοκαίρι σε ψυχρά κλίματα.
- Ιδανικοί για χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας δεξαμενής 23-26<sup>0</sup> C.



## Ιδιότητες

- Θερμοκρασία λειτουργίας 150-200<sup>0</sup> C,
- Βάρος (23-32 kg/m<sup>2</sup>),
- Απορροφητική επιφάνεια: μαύρη μπογιά, ημι-επιλεκτική επιφάνεια, επιλεκτική επιφάνεια,
- Συντελεστής απώλειας θερμότητας  $\kappa < 3.5$  W/m<sup>2</sup>K
- Επιφάνεια συλλεκτών είναι περίπου 0.6 φορές της επιφάνεια της πισίνας.  
**Σε πισίνα 100m<sup>2</sup> χρειαζόμαστε 60m<sup>2</sup> συλλέκτες.**



## Πλεονεκτήματα

- Επέκταση κολυμβητικής περιόδου από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο.
- Παροχή νερού σε ιδανική θερμοκρασία για κολύμβηση το καλοκαίρι σε ψυχρά κλίματα.
- Ιδανικοί για θερμοκρασίες λειτουργίας δεξαμενής **25-28<sup>0</sup> C.**

## - Συλλέκτες

Χωρίς κάλυμμα, από συνθετικό υλικό ή επίπεδοι συλλέκτες.

## - Εναλλάκτες θερμότητας

Χρησιμοποιούνται ώστε το χημικά επεξεργασμένο νερό της πισίνας να μη διαβιβάζεται στους συλλέκτες και προκληθεί διάβρωση.

## - Σύστημα αυτοματισμού

Έλεγχος της λειτουργίας του συστήματος.

## - Αισθητήρες θερμοκρασίας

Εντοπίζουν πότε η θερμότητα είναι διαθέσιμη και πότε απαιτείται θέρμανση του νερού. Όταν λοιπόν εντοπιστεί τέτοια ανάγκη, το νερό κυκλοφορεί μέσα στον ηλιακό συλλέκτη, θερμαίνεται από τον ήλιο και στη συνέχεια, διοχετεύεται απευθείας στην κολυμβητική δεξαμενή.

1. Έξοδο του συλλέκτη

2. Κύκλωμα του νερού της πισίνας, συνήθως πριν τον εναλλάκτη, για την μέτρηση του  $\Delta T$ .

## - Κυκλοφορητές

Κυκλοφορία και καθαρισμός του νερού της πισίνας.

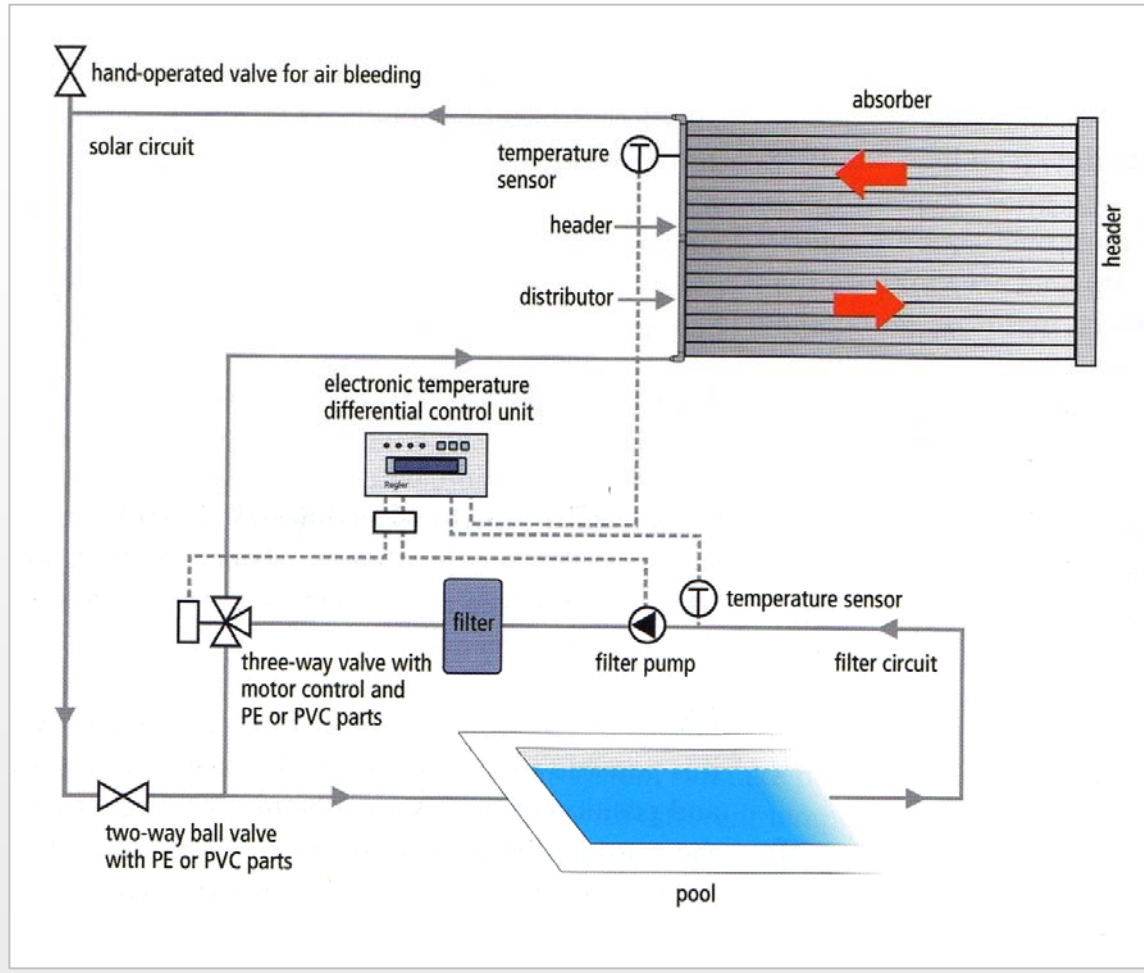
# Συστήματα ανοικτού βρόχου

## Διάταξη

- Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα
- Το νερό της δεξαμενής κυκλοφορεί απευθείας μέσα στο συλλέκτη
- Επιφάνεια συλλεκτών χωρίς κάλυμμα =  $0.8 * \text{επιφάνεια δεξαμενής}$

## Μέρη συστήματος

- Συλλέκτες, στο έδαφος ή την οροφή.
- Αισθητήρες στο νερό και στους συλλέκτες.
- Δεξαμενή αποθήκευσης θερμού νερού (προαιρετικά), σε περίπτωση που η ζήτηση θερμού νερού δεν συμβαδίζει χρονικά με την παραγωγή του.

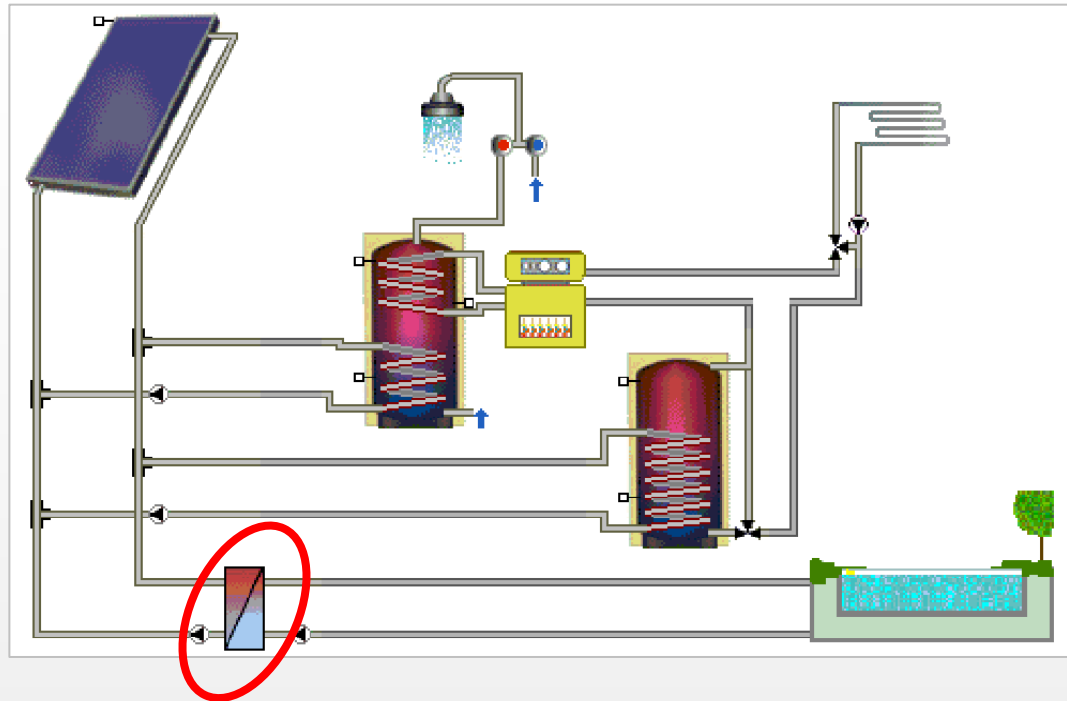


## Διάταξη

- Επίπεδοι συλλέκτες
- Διάλυμα γλυκόλης κυκλοφορεί μέσα στον συλλέκτη, θερμαίνεται από τον ήλιο και η θερμότητα αυτή μεταφέρεται μέσω **εναλλάκτη** στο νερό.
- Επιφάνεια συλλεκτών χωρίς κάλυμμα = **0.6** \* επιφάνεια δεξαμενής

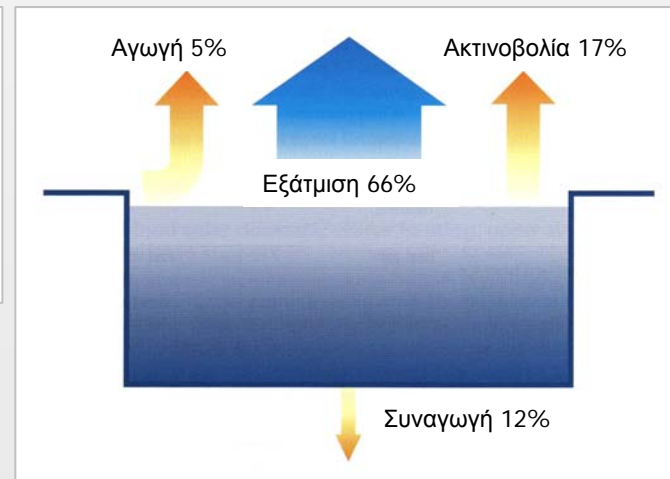
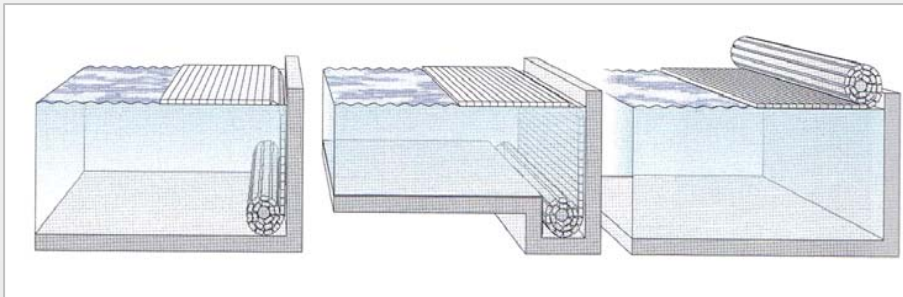
## Μέρη συστήματος

Το κλειστό σύστημα λοιπόν αποτελείται από τα ίδια στοιχεία με το ανοικτό κύκλωμα, με την επιπλέον προσθήκη του **εναλλάκτη θερμότητας**.



Ο σωστός σχεδιασμός και διαστασιολόγηση του ΘΗΣ πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα εξής:

- **Κλιματολογικές συνθήκες** της περιοχής,
- **Τρόπος χρήσης** της δεξαμενής (εποχικότητα φορτίου),
- **Φορτίο δεξαμενής**
  - **Ιδιωτικές πισίνες:** Το θερμικό φορτίο είναι σχετικά μικρό, οπότε χρησιμοποιούνται συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, οι οποίοι είναι χαμηλού κόστους και σε συνδυασμό με την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, έχουν ικανοποιητική απόδοση.
  - **Επαγγελματικές πισίνες** (αθλητικά κέντρα, spa, κτλ): Το θερμικό φορτίο είναι πολύ υψηλότερο, χρησιμοποιούνται επίπεδοι συλλέκτες που έχουν μεγαλύτερη απόδοση.
- **Διαθέσιμος χώρος** εγκατάστασης
- **Προστατευτικό κάλυμμα** (η έλλειψη καλύμματος πιθανότατα να οδηγήσει σε υπερδιαστασιολογήση του συστήματος)





## Διαστασιολόγηση

- Διαστασιολόγηση κυκλοφορητή ανάλογα με τις επιθυμητές εναλλαγές νερού (ροή νερού) και το φιλτράρισμα.

- Διαστασιολόγηση εναλλάκτη ανάλογα με ροή νερού και διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta T$  στο κύκλωμα της πισίνας (συνήθως  $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$ ).

Ισχύς εναλλάκτη = ροή νερού (lt/h) \* 1.16 (Wh/ltK) \*  $\Delta T$  (K)

Sanitary water heating*		Solar / sanitary water heating**				Solar/swimming pool***		
	primary	70/50 °C	70/25 °C	65/40 °C	55/30 °C	65/40 °C 38 % glycol	40/25 °C 38 % glycol	
	secondary	10/60 °C	10/60 °C	10/60 °C	10/50 °C	10/60 °C	15/25 °C	
Type Heat exchanger	Item no. Heat exchanger	Heating capacity						Item no. Heat insulation
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	
rhc 15/20	6712200	14	—	—	—	—	—	6750000
rhc 15/30	6712300	24	—	6	—	—	8	6750100
rhc 40/10	6713100	27	—	7	—	—	9	6750200
rhc 40/20	6713200	54	8	20	11	9	25	6750200
rhc 40/30	6713300	81	14	33	18	16	40	6750300
rhc 40/40	6713400	106	20	47	26	23	53	6750300
rhc 40/50	6713500	129	26	61	33	30	65	6750400
rhc 40/60	6713600	151	32	75	41	37	76	6750400
rhc 60/10	6714300	24	15	29	19	17	10	6750500
rhc 60/14	6714400	33	27	41	33	31	16	6750500
rhc 60/20	6714500	48	45	59	55	51	23	6750500
rhc 60/24	6714600	57	57	71	70	66	28	6750500
rhc 60/30	6714700	71	76	88	90	87	34	6750600

calculation based on maximum pressure loss: 20 kPa (2 mWs)

## Αρχικό κόστος

Κόστος αγοράς και εγκατάστασης: **Υψηλότερο των συμβατικών** συστημάτων θέρμανσης.

Π.χ. Μία κολυμβητική δεξαμενή 100m<sup>2</sup> απαιτεί

- 4,000 € για την περίπτωση καυστήρα-εναλλάκτη ή αντλίας θερμότητας,
- έως και 10,000 € για ΘΗΣ με συλλέκτες χωρίς κάλυμμα ή
- έως και 21,000 € για ΘΗΣ με συλλέκτες επιλεκτικής επιφάνειας.

## Κόστος λειτουργίας

- Εξαρτάται από τη συχνότητα χρήσης της πισίνας και την περίοδο λειτουργίας της.
- Σχετίζεται με καθαρισμό φίλτρων, χλωρίωση εναλλάκτη, έλεγχο συστήματος
- Επιπλέον μείωση μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ειδικού καλύμματος.

Είδος συστήματος	Επιφάνεια κολυμβητικής δεξαμενής		
	< 100 m <sup>2</sup>	100-500 m <sup>2</sup>	> 500 m <sup>2</sup>
Αρχικό κόστος	100 €/m <sup>2</sup> (χωρίς κάλυμμα) 150 €/m <sup>2</sup> (επίπεδοι)	75 €/m <sup>2</sup> (χωρίς κάλυμμα) 135 €/m <sup>2</sup> (επίπεδοι)	70 €/m <sup>2</sup> (χωρίς κάλυμμα) 120 €/m <sup>2</sup> (επίπεδοι)
Λειτουργικό κόστος	300 €/έτος	500 €/έτος	600 €/έτος

## Κολυμβητικές δεξαμενές μικρού μεγέθους

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 60 m<sup>2</sup> στην Αθήνα

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 60m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	1,000 €	6,000 €
Απαιτούμενη ενέργεια	16,93 MWh	16,93 MWh
Κόστος λειτουργίας	1,184 €	5 €
Κόστος συντήρησης	300 €	300 €
Ετήσιο κόστος	1,483 €	305 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>7 έτη</b> (υπερδιαστασιολογημένοι συλλέκτες)

- Προσομοίωση με T\*SOL 9 περιπτώσεων κολυμβητικών δεξαμενών.
- Η σύγκριση τονίζει την επίδραση της γεωγραφικής περιοχής στην απαίτηση ή όχι δευτερεύοντος συστήματος θέρμανσης και την περίοδο απόσβεσης της επένδυσης.

### ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 60 m<sup>2</sup> στη Νάξο

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 60m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	1,000 €	6,000 €
Απαιτούμενη ενέργεια	23,99 MWh	23,99 MWh
Κόστος λειτουργίας	1,674 €	6 €
Κόστος συντήρησης	300 €	300 €
Ετήσιο κόστος	1,974 €	306 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>5 έτη</b>

### ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 60 m<sup>2</sup> στη Κρήτη

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 60m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	1,000 €	6,000 €
Απαιτούμενη ενέργεια	13,64 MWh	13,64 MWh
Κόστος λειτουργίας	952 €	4 €
Κόστος συντήρησης	300 €	300 €
Ετήσιο κόστος	1,252 €	304 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>8 έτη</b> (υπερδιαστασιοποιημένοι συλλέκτες)

## Κολυμβητικές δεξαμενές μεσαίου μεγέθους

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 200 m<sup>2</sup> στην Αθήνα

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 150m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	1,500 €	15,000 €
Απαιτούμενη ενέργεια	37,45 MWh	37,45 MWh
Κόστος λειτουργίας	2,616 €	11 €
Κόστος συντήρησης	500 €	500 €
Ετήσιο κόστος	3,116 €	511 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>7 έτη</b> (υπερδιαστασιολογημένοι συλλέκτες)

### ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 200 m<sup>2</sup> στη Νάξο

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 150m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	1,500 €	15,000 €
Απαιτούμενη ενέργεια	55,63 MWh	55,63 MWh
Κόστος λειτουργίας	3,885 €	16 €
Κόστος συντήρησης	500 €	500 €
Ετήσιο κόστος	4,385 €	516 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>5 έτη</b>

### ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 200 m<sup>2</sup> στη Κρήτη

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 150m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	1,500 €	15,000 €
Απαιτούμενη ενέργεια	28,52 MWh	28,52 MWh
Κόστος λειτουργίας	1,993 €	9 €
Κόστος συντήρησης	500 €	500 €
Ετήσιο κόστος	2,492 €	509 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>9 έτη</b> (υπερδιαστασιοποιημένοι συλλέκτες)

## Κολυμβητικές δεξαμενές μεγάλου μεγέθους

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 500 m<sup>2</sup> στην Αθήνα

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Επίπεδοι Ηλ. Συλλέκτες, 250m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	3,000 €	18,000 € (30,000 € - 40% επιδότηση)
Απαιτούμενη ενέργεια	98,85 MWh	98,85 MWh
Κόστος λειτουργίας	6,909 €	33 €
Κόστος συντήρησης	600 €	600 €
Ετήσιο κόστος	7,509 €	633 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>4 έτη</b>

### ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 500 m<sup>2</sup> στη Θεσσαλονίκη

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Επίπεδοι Ηλ. Συλλέκτες, 250m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	3,000 €	18,000 € (30,000 € - 40% επιδότηση)
Απαιτούμενη ενέργεια	96,05 MWh	78,64 MWh (ηλιακά) 17,41 MWh (εφεδρικό πετρ.)
Κόστος λειτουργίας	6,708 €	1,238 € (εφεδρικό πετρ.)
Κόστος συντήρησης	600 €	600 €
Ετήσιο κόστος	7,308 €	1,838 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>4 έτη</b>

### ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 500 m<sup>2</sup> στη Κρήτη

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Επίπεδοι Ηλ. Συλλέκτες, 250m <sup>2</sup>
Κόστος επένδυσης	3,000 €	18,000 € (30,000 € - 40% επιδότηση)
Απαιτούμενη ενέργεια	86,54 MWh	86,54 MWh
Κόστος λειτουργίας	6,046 €	26 €
Κόστος συντήρησης	600 €	600 €
Ετήσιο κόστος	6,646 €	626 €
<b>Χρόνος απόσβεσης</b>		<b>4 έτη</b>



## Ειδική απόδοση (kWh/m<sup>2</sup>)

Επιφάνεια κολυμβητικής δεξαμενής	Ειδική απόδοση kWh/m <sup>2</sup>
< 100 m <sup>2</sup>	225-400
100-500 m <sup>2</sup>	190-370
> 500 m <sup>2</sup>	315-395

## Εξοικονόμηση ενέργειας

Το ποσό της ενέργειας που εξοικονομείται εξαρτάται από το είδος των συλλεκτών που χρησιμοποιούνται και τον τρόπο χρήσης της πισίνας. Οι παραπάνω ειδικές αποδόσεις έχει υπολογιστεί ότι εξοικονομούν περίπου 75kg πετρελαίου ανά m<sup>2</sup> συλλέκτη ετησίως.



## Μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>

Κατά 235kg ανά m<sup>2</sup> συλλέκτη ετησίως.



## ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

	Επιφάνεια κολυμβητικής δεξαμενής		
	< 100 m <sup>2</sup>	100-500 m <sup>2</sup>	> 500 m <sup>2</sup>
Ειδικό κόστος συστήματος €/m <sup>2</sup>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>120</b>
Ειδική απόδοση kWh/m <sup>2</sup>	<b>225-400</b>	<b>190-370</b>	<b>315-395</b>
Κόστος ενέργειας €/kWh	<b>0.018-0.02</b>	<b>0.009-0.018</b>	<b>0.006-0.023</b>
Χρόνος απόσβεσης	<b>5-8 έτη</b>	<b>5-9 έτη</b>	<b>4 έτη</b>

## ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ «ALDEMAR», Κρήτη

2.300 κλίνες, 2.783 m<sup>2</sup> συλλεκτικής επιφάνειας

Χρήσεις: Ζεστό νερό χρήσης

Θέρμανση του θαλασσινού νερού του κέντρου  
θαλασσοθεραπείας του ξενοδοχείου.

Ετήσια «Παραγωγή ενέργειας» από ηλιακά: 1.322 MWh (480 kWh/m<sup>2</sup>/έτος), Εξοικονόμηση καυσίμου: 29%

Χρηματοδότηση 50% της επένδυσης



Πηγή: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ

## ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ «CANDIA MARIS», Κρήτη

586 κλίνες, 2500 m<sup>2</sup> συλλεκτικής επιφάνειας

Χρήσεις: Ζεστό νερό χρήσης

Θέρμανση του θαλασσινού νερού του κέντρου  
θαλασσοθεραπείας του ξενοδοχείου

Εξοικονόμηση ενέργειας (ηλιακά + BMS) έως και 75%

Χρηματοδότηση του 40% της επένδυσης



Πηγή: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ

### Ιδιωτική κατοικία, Κέρκυρα

Επιφάνεια κολυμβητικής δεξαμενής: 40m<sup>2</sup>

Συλλεκτική επιφάνεια: 16 m<sup>2</sup>

Χρήσεις: Θέρμανση κολυμβητικής δεξαμενής  
Ζεστό νερό χρήσης

Ειδική απόδοση: 1,14kW/m<sup>2</sup>/έτος

Εξοικονόμηση ενέργειας: 548 m<sup>3</sup> Φ.Α./ έτος

Κόστος επένδυσης: 6.000€

Πηγή: HELIONAL A.E.



### Ξενοδοχείο Λεντζάκης, Κρήτη

Επιφάνεια κολυμβητικής δεξαμενής: 180 m<sup>2</sup>

Συλλεκτική επιφάνεια: 152 m<sup>2</sup>

Χρήσεις: Θέρμανση κολυμβητικής δεξαμενής

Ειδική απόδοση: 1,14kW/m<sup>2</sup>/έτος

Κόστος επένδυσης: 8.000€

Πηγή: SOLE A.E.



*Ευχαριστούμε για την προσοχή σας!*

***[www.solpool.info](http://www.solpool.info)***

**Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

**Έφη Κορμά [ekorma@cres.gr](mailto:ekorma@cres.gr)**

**Χριστοδουλάκη Ρόζα [rozi@cres.gr](mailto:rozi@cres.gr)**

**t: 2106603300, f: 2106603301**

*Το έργο SOLPOOL χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια του προγράμματος Ευφυής Ενέργεια – Ευρώπη. Τα περιεχόμενα της παρουσίασης αυτής είναι αποκλειστική ευθύνη των συγγραφέων και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθούν απόψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης.*