



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° C.



Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα



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 100m² χρειαζόμαστε περίπου 80m² 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° C.

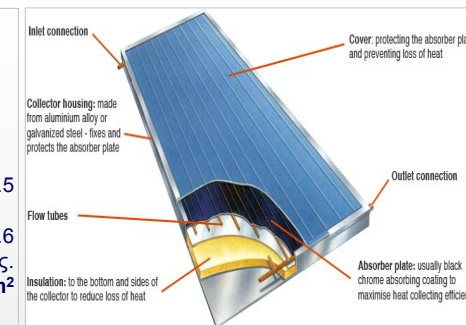


Επίπεδοι Συλλέκτες



Ιδιότητες

- Θερμοκρασία λειτουργίας 150-200° C,
- Βάρος (23-32 kg/m²),
- Απορροφητική επιφάνεια: μαύρη μπογιά, ημι-επιλεκτική επιφάνεια, επιλεκτική επιφάνεια,
- Συντελεστής απώλειας θερμότητας $\kappa < 3.5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Επιφάνεια συλλεκτών είναι περίπου 0.6 φορές της επιφάνεια της πισίνας.
Σε πισίνα 100m² χρειαζόμαστε 60m² 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° 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. Έξοδος του συλλέκτη

2. Κύκλωμα του νερού της πισίνας, συνήθως πριν τον εναλλάκτη, για την μέτρηση του ΔΤ.

- Κυκλοφορητές

Κυκλοφορία και καθαρισμός του νερού της πισίνας.



Διάταξη

- Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα

- Το νερό της δεξαμενής κυκλοφορεί απευθείας μέσα στο συλλέκτη

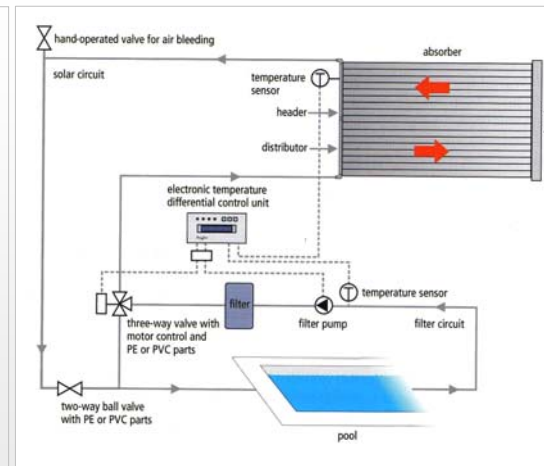
- Επιφάνεια συλλεκτών χωρίς κάλυμμα = $0.8 \cdot$ επιφάνεια δεξαμενής

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

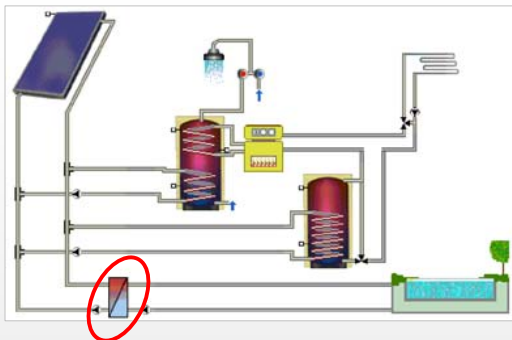
- Επίπεδοι συλλέκτες

- Διάλυμα γλυκόλης κυκλοφορεί μέσα στον συλλέκτη, θερμαίνεται από τον ήλιο και η θερμότητα αυτή μεταφέρεται μέσω εναλλάκτη στο νερό.

- Επιφάνεια συλλεκτών χωρίς κάλυμμα = $0.6 \cdot$ 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),

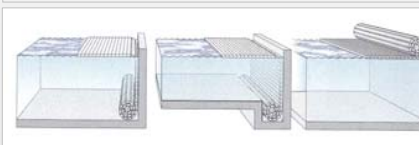
- Φορτίο δεξαμενής

- 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 υπερδιαστασιολόγηση του συστήματος)



Διαστασιολόγηση

- Διαστασιολόγηση κυκλοφορητή ανάλογα με τις επιθυμητές εναλλαγές νερού (ροή νερού) και το φίλτράρισμα.
- Διαστασιολόγηση εναλλάκτη ανάλογα με ροή νερού και διαφορά θερμοκρασίας ΔΤ στο κύκλωμα της πισίνας (συνήθως ΔΤ=10°C).
Ισχύς εναλλάκτη = ροή νερού (lt/h) * 1.16 (Wh/ltK) * ΔΤ (K)

Sanitary water heating*		Solar / sanitary water heating**				Solar/swimming pool***		
primary	secondary	70/50 °C	70/25 °C	65/40 °C	55/30 °C	65/40 °C 38 % glycol 10/60 °C	40/25 °C 38 % glycol 15/25 °C	Item no.
Type Heat exchanger	Heat exchanger	Heating capacity						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	49	45	59	55	51	23	6750600
rhc 60/24	6714600	57	57	71	70	66	28	6750600
rhc 60/30	6714700	71	76	88	90	87	34	6750600

calculation based on maximum pressure loss: 20 kPa (2 mW/s)



Οικονομική Ανάλυση

Αρχικό κόστος

- Κόστος αγοράς και εγκατάστασης: **Υψηλότερο των συμβατικών** συστημάτων θέρμανσης.
Π.χ. Μία κολυμβητική δεξαμενή 100m² 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 ²	100-500 m ²	> 500 m ²
Αρχικό κόστος	100 €/m ² (χωρίς κάλυμμα) 150 €/m ² (επίπεδοι)	75 €/m ² (χωρίς κάλυμμα) 135 €/m ² (επίπεδοι)	70 €/m ² (χωρίς κάλυμμα) 120 €/m ² (επίπεδοι)
Λειτουργικό κόστος	300 €/έτος	500 €/έτος	600 €/έτος



Ανάλυση Κόστους – Οφέλους

Κολυμβητικές δεξαμενές μικρού μεγέθους

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 60 m² στην Αθήνα

	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 60m ²
Σύστημα Θέρμανσης		
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 €
Χρόνος απόσβεσης		7 έτη

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



ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 60 m² στη Νάξο

	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 60m ²
Σύστημα Θέρμανσης		
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 €
Χρόνος απόσβεσης		5 έτη

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 60 m² στη Κρήτη

	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 60m ²
Σύστημα Θέρμανσης		
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 €
Χρόνος απόσβεσης		8 έτη

(υπερδιαστασιολογημένοι συλλέκτες)



Κολυμβητικές δεξαμενές μεσαίου μεγέθους

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 200 m ² στην Αθήνα		
Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 150m ²
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 €
Χρόνος απόσβεσης		7 έτη (υπερδιαστασιολογημένοι συλλέκτες)



ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 200 m² στη Νάξο

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 150m ²
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 €
Χρόνος απόσβεσης		5 έτη

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 200 m² στη Κρήτη

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Ηλ. Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, 150m ²
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 €
Χρόνος απόσβεσης		9 έτη (υπερδιαστασιολογημένοι συλλέκτες)



Κολυμβητικές δεξαμενές μεγάλου μεγέθους

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 500 m ² στην Αθήνα		
Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Επίπεδοι Ηλ. Συλλέκτες, 250m ²
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 €
Χρόνος απόσβεσης		4 έτη



ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 500 m² στη Θεσσαλονίκη

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

ΘΗΣ για κολυμβητική δεξαμενή 500 m² στη Κρήτη

Σύστημα Θέρμανσης	Πετρέλαιο	Επίπεδοι Ηλ. Συλλέκτες, 250m ²
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 €
Χρόνος απόσβεσης		4 έτη



Ειδική απόδοση (kWh/m²)

Επιφάνεια κολυμβητικής δεξαμενής	Ειδική απόδοση kWh/m ²
< 100 m ²	225-400
100-500 m ²	190-370
> 500 m ²	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 m² συλλέκτη ετησίως.



Μείωση εκπομπών CO₂

Κατά 235kg ανά m² συλλέκτη ετησίως.



Συνοπτικά

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



Παραδείγματα εφαρμογών

ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ «ALDEMAR», Κρήτη

2.300 κλίνες, 2.783 m² 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/m²/έτος), Εξοικονόμηση καυσίμου: 29%

Χρηματοδότηση 50% της επένδυσης



Πηγή: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ «CANDIA MARIS», Κρήτη

586 κλίνες, 2500 m² 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: 40m²

Συλλεκτική επιφάνεια: 16 m²

Χρήσεις: Θέρμανση κολυμβητικής δεξαμενής

Ζεστό νερό χρήσης

Ειδική απόδοση: 1,14kWh/m²/έτος

Εξοικονόμηση ενέργειας: 548 m³ Φ.Α./ έτος

Κόστος επένδυσης: 6.000€



Πηγή: HELIONAL A.E.

Ξενοδοχείο Λεντζάκης, Κρήτη

Επιφάνεια κολυμβητικής δεξαμενής: 180 m²

Συλλεκτική επιφάνεια: 152 m²

Χρήσεις: Θέρμανση κολυμβητικής δεξαμενής

Ειδική απόδοση: 1,14kWh/m²/έτος

Κόστος επένδυσης: 8.000€



Πηγή: SOLE A.E.



Ευχαριστούμε για την προσοχή σας!

www.solpool.info

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Έφη Κορμά ekorma@cres.gr
Χριστοδουλάκη Ρόζα 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.*

