



Θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗ ΡΟΖΗ
MSc ENVIRONMENTAL DESIGN & ENGINEERING
BSc PHYSICS
ΚΑΠΕ - ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ

Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα

Ιδιότητες

- Χαμηλό κόστος
- Χρόνος απόσβεσης 1-5 έτη.
- Η αισθητική ένταξη των συλλεκτών του συστήματος είναι εξαιρετικά ομαλή.
- Η επιφάνεια των συλλεκτών που απαιτείται είναι περίπου 0.8 φορές την επιφάνεια της πισίνας. Π.χ. Σε πισίνα 100m² χρειαζόμαστε περίπου 80m² συλλέκτες.



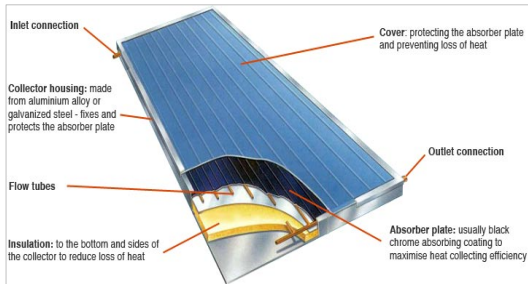
Πλεονεκτήματα

- 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, 25° C.



Ιδιότητες

- Θερμοκρασία λειτουργίας 150-200^o C,
- Βάρος (23-32 kg/m²),
- Απορροφητική επιφάνεια: μαύρη μπογιά, ημι-επιλεκτική επιφάνεια και επιλεκτική επιφάνεια,
- Συντελεστής απώλειας θερμότητας $k < 3.5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Η επιφάνεια των συλλεκτών που απαιτείται είναι περίπου 0.6 φορές την επιφάνεια της πισίνας. Σε πισίνα 100m² χρειαζόμαστε τώρα 60m² συλλέκτες.



- Συλλέκτες

Χωρίς κάλυμμα, από συνθετικό υλικό ή επίπεδοι συλλέκτες.

- Εναλλάκτες θερμότητας

Χρησιμοποιούνται για να μην περνάει το χημικά επεξεργασμένο νερό της πισίνας μέσα από τους συλλέκτες και τους διαβρώσει.

- Σύστημα αυτοματισμού

Έλεγχος της λειτουργίας του συστήματος.

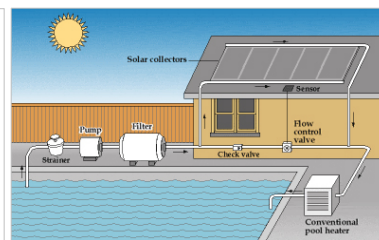
- Αισθητήρες θερμοκρασίας

Εντοπίζουν πότε θερμότητα είναι διαθέσιμη και πότε χρειάζεται 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.

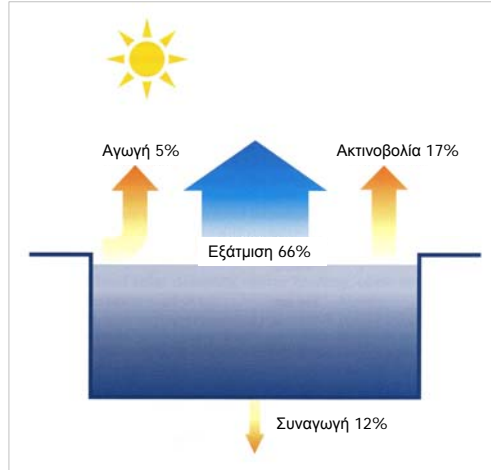
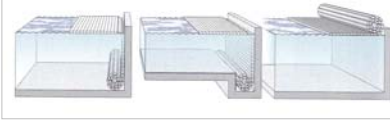
1. Έξοδο του συλλέκτη
2. Κύκλωμα του νερού της πισίνας, συνήθως πριν τον εναλλάκτη, για την μέτρηση του ΔΤ.

- Κυκλοφορητές

Κυκλοφορία και καθαρισμός του νερού της πισίνας.



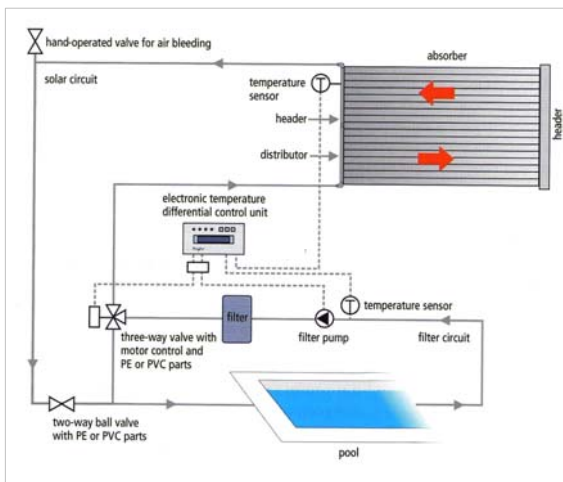
- Ειδικό κάλυμμα
για μείωση απωλειών θερμότητας.



Σύστημα ανοικτού κύκλου με συλλέκτες χωρίς κάλυμμα

Ένα τυπικό σύστημα αποτελείται από:

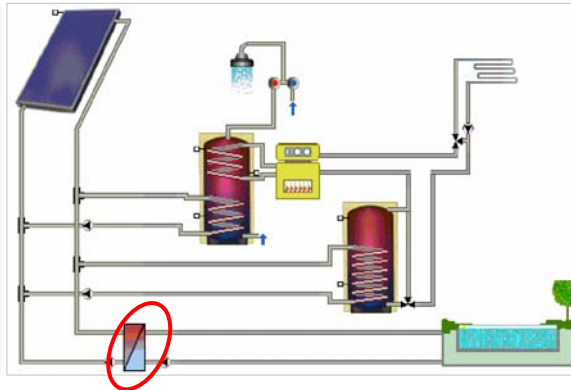
- **Συλλέκτες** (έδαφος ή οροφή).
- **Αισθητήρες** στο νερό και στους συλλέκτες.
- **Δεξαμενή** αποθήκευσης θερμού νερού (προαιρετικά), σε περίπτωση που η ζήτηση θερμού νερού δεν συμβαδίζει χρονικά με την παραγωγή του.



Σύστημα κλειστού κύκλου με επίπεδους συλλέκτες



Στα συστήματα αυτά, διάλυμα γλυκόλης κυκλοφορεί μέσα στον συλλέκτη, θερμαίνεται από τον ήλιο και η θερμότητα αυτή μεταφέρεται μέσω εναλλάκτη στο νερό. Το κλειστό σύστημα λοιπόν αποτελείται από τα ίδια στοιχεία με το ανοικτό κύκλωμα, με την επιπλέον προσθήκη του **εναλλάκτη θερμότητας**.



ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Σχεδιασμός και Διαστασιολόγηση



Οριακές συνθήκες

Ο σωστός σχεδιασμός και διαστασιολόγηση του ΘΗΣ πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και τον τρόπο χρήσης της πισίνας.

- 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.



ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

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	
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	15	40	6750300
rhc 40/40	6713400	105	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)



Impact Advisor (MS Excel)

Παρέχει χρήσιμες συμβουλές για το σχεδιασμό ενός συστήματος.

Παραδοχές

- Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα ή επίπεδοι
- Κλιματικά δεδομένα από 4 πόλεις της Ελλάδας (για κάθε κλιματική ζώνη)
- Περίοδος θέρμανσης Απρίλιος-Νοέμβριος
- Μέση απόδοση συλλεκτών (μέσω T*Sol)
- Μέση απόδοση καυστήρων
- Υπολογισμός ειδικής απαιτούμενης ενέργειας (kWh/m²) μέσω T*Sol
- Μέσο κόστος τιμών 700€/τόνο πετρελαίου, 0.1 €/kWh ηλεκτρισμού

Απαιτούμενα δεδομένα

- Χώρα και πόλη εγκατάστασης
- Διαστάσεις πισίνας
- Συμβατικό σύστημα θέρμανσης πισίνας
- Επιθυμητή θερμοκρασία νερού πισίνας

Αποτελέσματα

- Επιφάνεια συλλεκτικού πεδίου
- Εξοικονομούμενη ενέργεια
- Εξοικονομούμενο κόστος καυσίμου
- Κόστος επένδυσης
- Χρόνος απόσβεσης
- Εξοικονομούμενοι ρύποι CO₂



Ιδιοκτητή/Διοικητικές Παισιές		
Επώνυμο	ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
Όνομα	ΚΑΠΕ	
Όδός	19ο χλμ. Λεωφ. Μαραθώνος	
τ.κ., πόλη	19009 Πέδρα Αττικής	
Κύρια Στοιχεία		
Σύστημα Θέρμανσης	Electric	
Ενεργειακή Κατανάλωση	200.000 kWh/a	
Κόστος Ενέργειας	20.000,00 €/a	
Τμή Ενέργειας	0,10 €/kWh	
Ολική ακτινοβολία		
Πολύ ανεφορσ	Gr - Athens - 1.566 kWh/m ² a	
Μήκος Πισίνας	25,00 m	
Πλάτος Πισίνας	10,00 m	
Εμβαδόν επιφανείας πισίνας	250,00 m ²	
Επιθυμητή θερμοκρασία	25°C	
Αποτέλεσμα		
	Συλλέκτης χωρίς κάλυμμα	Επίπεδος συλλέκτης
Λόγος συλλεκτικής επιφάνειας προς την επιφάνεια της πισίνας	0,14	0,13
Συλλεκτική επιφάνεια	36 m²	32 m²
απόδοση ηλιακού συστήματος	300 kWh/m ² a	350 kWh/m ² a
Ποσό εξοικονομώμενης ενέργειας	10.714 kWh/a	11.218 kWh/a
Εξοικονομώμενο ποσό	1.071,43 €/a	1.121,79 €/a
Ειδικό κόστος συστήματος	100,00 €/m ²	700,00 €/m ²
Κόστος Επένδυσης	3.571,43 €	22.435,90 €
Χρόνος απόβλαστης	3,33 a	20,00 a
Εκπομπές ρύπων	953 g/kWh	953 g/kWh
Αποφυγή εκπομπών CO ₂	10.211 kg/a	10.691 kg/a

Το Impact Advisor είναι δωρεάν
 Η πρώτη έκδοση είναι διαθέσιμη στην ιστοσελίδα
<http://www.solpool.info>
 Σύντομα αναμένεται μια πιο αναβαθμισμένη έκδοση

Κόστη και κέρδη

Αρχικό κόστος

Το αρχικό κόστος της εγκατάστασης των ΘΗΣ είναι υψηλότερο από αυτό των συμβατικών συστημάτων θέρμανσης.

Το ενδεικτικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης διαφέρει ανάλογα με το είδος του συλλέκτη:

Επίπεδος συλλέκτης χωρίς κάλυμμα: 100 €/m².

Επίπεδος συλλέκτης με κάλυμμα: 300 €/m²

Κόστος λειτουργίας

Εξαρτάται από τη συχνότητα χρήσης της πισίνας και την περίοδο λειτουργίας της.

Επιπλέον μείωση μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ειδικού καλύμματος.

Ειδική απόδοση (kWh/m²)

Η ειδική απόδοση των ΘΗΣ εξαρτάται από τον τύπο των συλλεκτών και για την Ελλάδα έχει υπολογιστεί:

ΘΗΣ με πλαστικούς συλλέκτες χωρίς κάλυμμα: 300 kWh/m²/έτος

ΘΗΣ με επίπεδους συλλέκτες μαύρης βαφής: 650 kWh/m²/έτος

ΘΗΣ με επίπεδους συλλέκτες επιλεκτικού επιστρώματος: 700 kWh/m²/έτος

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.

Επιπτώσεις στο Περιβάλλον



- **Αποφυγή εκπομπών CO₂** που προέρχονται από συμβατικά ορυκτά καύσιμα, σε περίπτωση θέρμανσης πισίνας.
- **Μείωση εκπομπών CO₂ εξαιτίας της χρήσης ηλιακής ενέργειας** (μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 235kg ανά m² συλλέκτη ετησίως).
- **Μείωση θορύβου** από τους καυστήρες των συμβατικών συστημάτων.



ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Παραδείγματα καλών πρακτικών



Ξενοδοχείο Olympic – Λεντζάκης, Ρέθυμνο, Κρήτη
Χωρητικότητα 150 δωματίων
Πληρότητα: 100% το καλοκαίρι, 45% το χειμώνα
Περίοδος λειτουργίας πισίνας: Μάρτιος-Οκτώβριος
Τεχνικά χαρακτηριστικά
Επιφάνεια συλλεκτών 152 m²
Επιφάνεια πισίνας 180 m²
Παραγόμενη ενέργεια: 173.611 kWh (Μάρτιος-Οκτώβριος)
Λειτουργία από 25/01/2002
Υποβοηθητικό σύστημα θέρμανσης: Όχι
Ειδική απόδοση 1,14 kW/m² ετησίως
Εξοικονόμηση ενέργειας 17.250 lt πετρελαίου ετησίως
Μείωση εκπομπών CO₂ κατά 322 τόνους ετησίως
Αρχικό κόστος 8.000 € (σχεδίαση & εγκατάσταση, 2002)
Σχεδίαση & εγκατάσταση: SOLE S.A.



Hotel Europa, Κρήτη
Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, συνολικής επιφάνειας 32m².



Rethimno Village Hotel, Κρήτη
Συλλέκτες 218m².



ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ