Εργο : **Έργο 10 , Ν-ΟΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ**

Σύστημα : **Ηλιακοί συλλέκτες**

Δεδομενα ηλιακών συλλεκτών

Επιφάνεια συλλεκτών	**Ac**	**4,00**	m²
Αζιμούθια γωνία συλλεκτών	**γ**	**0,00**	deg
Κλίση συλλεκτών	**β**	**45,00**	deg
Χαρακτηριστική μέγεθος συλλέκτη	**F_R□U_L**	**4,84**	W/(m²□K²)
Χαρακτηριστικό μέγεθος συλλέκτη	**F_R□$(\tau\alpha)_n$**	**0,78**	
Διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη-εναλλάκτη	**F_R' /F_R**	**1,00**	
Ογκος δεξαμενής αποθήκευσης ΖΝΧ	**V_{tank}**	**200**	lit
Συντελεστής C	**C = V/Ac**	**50,00**	lit/m²
Συντελεστής διόρθωσης χωρητικότητας δεξαμενής K2 = (75/C)^0.25	**K_2**	**1,107**	

Σχόλια

Κλιματικά δεδομένα

Περιοχή	**ΑΘΗΝΑ (ΕΛΛΗΝΙΚΟ)**		
Κλιματική Ζώνη			
Γεωγραφικό πλάτος	**φ**	**37,91**	deg
Γεωγραφικό μήκος	**Long**	**23,75**	deg

Σωληνώσεις

Μήκος σωληνώσεων	**L_{pipe}**	**0,00**	m
Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών σωλήνων	**λ_{pipe}**	**0,42**	W/(m□K)
Διάρκεια χρήσης ΖΝΧ ανά ημέρα		**8,00**	h/day

Αναλυτικός υπολογισμός προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο των συλλεκτών σύμφωνα με την Παρ. 4.1 ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010

Η μέση ολική μηνιαία H_T ηλιακή ακτινοβολία (kWh/(m_2.mo)) σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο υπολογισμό, υπολογίζεται βάση του ισοτροπικού μοντέλου των *Liu, Jordan & Klein,* από την ακόλουθη σχέση:

$$H_T = (H - H_d)\square R_b + 0{,}5\square H_d\,(1+\cos\beta) + 0.5\square\rho\square H\square(1-\cos\beta)$$

όπου,
ρ, είναι η ανακλαστικότητα του εδάφους και θεωρήθηκε ίση με 0,15,
β, είναι η κλίσης της επιφάνειας,
H_T, είναι η μέση μηνιαία ολική ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή (Πίνακας 4.1 ΤΟΤΕΕ)
H_d, είναι η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή. (Πίνακας 4.2 ΤΟΤΕΕ)
και R_b, είναι μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας για νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο γ=0)

Εργο : **Έργο 10 , Ν-ΟΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ**

Σύστημα : **Ηλιακοί συλλέκτες**

Η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο, υπολογίζεται από την σχέση των *Collares-Pereira & Rabl*, η οποία αναφέρεται στον λόγο της διάχυτης προς την ολική μηνιαία ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο.
Ο λόγος αυτός περιγράφεται από την σχέση:

$$Hd/H = 0,755 + 0.00653\square(\omega_{ss} - 90) - [0.505 + 0.004555 \square (\omega_{ss} - 90)]\square\cos(115\square k_t - 103)$$

ω_{ss}, η ωριαία γωνία δύσης για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα D του μήνα στην υπό μελέτη περιοχή, και k_t ο μέσος μηνιαίος συντελεστής αιθριότητας της περιοχής (Πίνακας 4.3 ΤΟΤΕΕ 20701-3)

Πίνακας 1. Μηνιαίες τιμές της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολία **Ητ** στους συλλέκτες

Μήνας	Αντιπρ. ημέρα μήνα	Ηλιακή απόκλιση	Ωριαία γωνία δύσης σε οριζόντιο επίπεδο	Ωριαία γωνία δύσης σε κεκλιμένο επίπεδο	Ωριαία γωνία ανατολής κεκλιμένο επίπεδο	Μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας	Μέσος μηνιαίος συντελεστής αιθριότητας	Μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία οριζόντιο επίπεδο	Μέση μηνιαία ολική ακτινοβολία κεκλιμένο επίπεδο
	D	**δ**	**ωss**	**ωss,T**	**ωsr,T**	**Rb**	**kt**	**Hd**	**Ητ**
		deg	**deg**	**deg**	**deg**			**kWh/m²**	**kWh/m²**
1	17	-20,92	72,68	72,68	-72,68	2,21	0,44	24,06	108,06
2	47	-12,95	79,68	79,68	-79,68	1,75	0,47	30,56	112,71
3	75	-2,42	88,12	88,12	-88,12	1,34	0,48	48,29	136,91
4	105	9,41	97,42	88,82	-88,82	1,01	0,53	62,12	148,75
5	135	18,79	105,37	87,57	-87,57	0,81	0,57	77,78	165,58
6	162	23,09	109,39	86,96	-86,96	0,73	0,62	80,64	171,19
7	198	21,18	107,57	87,24	-87,24	0,77	0,63	81,23	182,01
8	228	13,45	100,74	88,29	-88,29	0,92	0,64	69,54	186,02
9	258	2,22	91,73	89,72	-89,72	1,19	0,60	52,19	168,01
10	289	-9,97	82,13	82,13	-82,13	1,62	0,54	38,04	149,67
11	320	-19,38	74,10	74,10	-74,10	2,11	0,49	25,15	119,69
12	351	-23,40	70,30	70,30	-70,30	2,40	0,44	20,89	103,34

Εργο : **Έργο 10 , Ν-ΟΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ**

Σύστημα : **Ηλιακοί συλλέκτες**

Αναλυτικός υπολογισμός μηνιαίου θερμικού φορτίου για ΖΝΧ

Το μηνιαίο θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης υπολογίζεται από τη σχέση :

$$L = N \square Vd \square \rho \square Cp \square (\theta_{DHW} - \theta_{DCW})$$ [*Joules*] (5.9)

Όπου:
N = αριθμός ημερών του εκάστοτε μήνα.
Vd = μέση ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού (*lt*)
ρ = ειδικό βάρος (πυκνότητα) του νερού 1 *kglt*
C_p = ειδική θερμότητα του νερού 4190 *J*
θ_{DHW}= επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού
θ_{DCW}= μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου (Πίνακας 6.2 ΤΟΤΕΕ 20701-3)

Πίνακας 2. Μηνιαίες τιμές του θερμικού φορτίου για ΖΝΧ

Μήνας	Αριθμός ημερών	Θερμο-κρασία Κρύου Νερού Χρήσης	Θερμο-κρασία Ζεστού Νερού Χρήσης	Μηνιαίο απαιτούμενη ποσότητα ΖΝΧ	Μηνιαίο θερμικό φορτίο ΖΝΧ	Μηνιαίο θερμικό φορτίο ΖΝΧ
		θ_{DCW}	**θ_{DHW}**	**$V_{DHW,n}$**	**$Q_{DHW,n}$**	**L**
		C		**lit/mo**	**kWh/mo**	**MJ/mo**
1	31	10,4	50,0	9.300	426,8	1.536,3
2	28	10,1	50,0	8.400	388,4	1.398,2
3	31	11,7	50,0	9.300	412,7	1.485,9
4	30	14,8	50,0	9.000	367,1	1.321,6
5	31	18,9	50,0	9.300	335,2	1.206,6
6	30	23,1	50,0	9.000	280,5	1.010,0
7	31	25,6	50,0	9.300	263,0	946,6
8	31	25,8	50,0	9.300	260,8	938,9
9	30	23,5	50,0	9.000	276,4	994,9
10	31	19,7	50,0	9.300	326,5	1.175,5
11	30	15,5	50,0	9.000	359,8	1.295,3
12	31	12,2	50,0	9.300	407,4	1.466,5

Εργο : **Έργο 10 , Ν-ΟΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ**

Σύστημα : **Ηλιακοί συλλέκτες**

Αναλυτικός υπολογισμός μηνιαίου συντελεστή κάλυψης ΖΝΧ από ηλιακά σύμφωνα με την μέθοδο των καμπυλών f

Η μέθοδος των καμπυλών-f αναπτύχθηκε αρχικά ως τμήμα της διατριβής του *Dr. Sanford Klein : "A Design Procedure for Solar Heating Systems" (1976)* και έχει προκύψει από το συσχετισμό της θερμικής απόδοσης πολλών εκατοντάδων λεπτομερών εξομοιώσεων συστημάτων ηλιακής θέρμανσης χρησιμοποιώντας το T.R.N.S.Y.S. (ολοκληρωμένο και επεκτάσιμο περιβάλλον για δυναμική προσομοίωση θερμικών ηλιακών συστημάτων).

Το μηνιαίο ποσοστό *κάλυψης* του φορτίου, *f* , προκύπτει ως συνάρτηση δύο αδιάστατων παραμέτρων X και Y .
Η φυσική υπόσταση των παραμέτρων αυτών σχετίζεται για την μεν πρώτη (X) με το πηλίκο των θερμικών απωλειών του συλλέκτη προς το θερμικό φορτίο του μήνα και για τη δεύτερη (Y) με το πηλίκο της ενέργειας που απορροφάται από το συλλέκτη προς το θερμικό φορτίο του μήνα.
ενώ, η σχέση των *f* , X , Y υπό μορφή εξισώσεως, είναι:

f (X,Y) =1.029□Y – 0.065□X – 0.245□Y² + 0.0018□X ² + 0.0215□Y³ (1)

Οι αδιάστατες παράμετροι δίδονται από :

$$\begin{cases} X = F_R \cdot U_L \cdot \left(\dfrac{F'_R}{F_R}\right) \cdot \left(T_{ref} - \overline{T}_a\right) \cdot \Delta\tau \cdot \dfrac{A_c}{L} \\ Y = F_R \cdot (\tau\alpha)_n \cdot \left(\dfrac{F'_R}{F_R}\right) \cdot \dfrac{(\overline{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n} \cdot \overline{H}_T \cdot N \cdot \dfrac{A_c}{L} \end{cases}$$

Όπου:
FR □UL = χαρακτηριστικό μέγεθος που προκύπτει από τις δοκιμές του συλλέκτη.
F'R/FR = διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη - εναλλάκτη.
Tref = εμπειρική θερμοκρασία αναφοράς (100°*C*).
Ta= μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος.
ΔΤ = συνολικός χρόνος του μήνα (σε sec).
Ac = επιφάνεια του συλλέκτη (*m*2).
FR □(τα)n = χαρακτηριστικό μέγεθος που προκύπτει από τις δοκιμές του συλλέκτη.
(τα) = μέσο μηνιαίο γινόμενο διαπερατότητας x απορροφητικότητα.
(**τα)n** = γινόμενο διαπερατότητα x απορροφητικότητα σε κάθετη πρόσπτωση.
Ητ = Μέση μηνιαία ημερήσια ακτινοβολία ανά μονάδα επιφάνειας στο συλλέκτη
N = αριθμός ημερών του εκάστοτε μήνα.
L = μηνιαίο θερμικό φορτίο

Εργο : **Έργο 10 , Ν-ΟΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ**

Σύστημα : **Ηλιακοί συλλέκτες**

Διορθωτικός συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής, K2

Η θεωρία των καμπυλών-f και η εξίσωση (5.2)) έχει προσδιορισθεί για χωρητικότητα της δεξαμενής αποθήκευσης θερμού νερού ίσης με 75*lt* ανά *m*2 επιφανείας συλλεκτών. Για χωρητικότητες διαφορετικές από την ανωτέρω, απαιτείται ο υπολογισμός του συντελεστή 2 *K ,* ο οποίος δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

K2=(Vtank/Acol)^(-1/4)

Ο συντελεστής *K2* πολλαπλασιάζεται με την αδιάστατη παράμετρο **X**

Διορθωτικός συντελεστής παραγωγής θερμού νερού, K3

Στην περίπτωση που το σύστημα ηλιακών συλλεκτών χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την παραγωγή ζεστού νερού ή το φορτίο για παραγωγή ζεστού νερού είναι αρκούντως υψηλό σε σχέση με το φορτίο θέρμανσης, θα πρέπει να υπολογίζεται ο συντελεστής *K 3*:

K3 =(11.6 + 1.18□θDHW + 0.245□θDCW - 2.32□θe,day)/(100-θe,day)

όπου:
θe,day = μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά την διάρκεια της ημέρας (Πίνακας 3.2 ΤΟΤΕΕ 20701-3)
Ο διορθωτικός συντελεστής *K3* , σε αντίθεση με τον συντελεστή *K2* , υπολογίζεται για κάθε μήνα.
Ο συντελεστής *K3* πολλαπλασιάζεται με την αδιάστατη παράμετρο **X**

Πίνακας 3. Μηνιαίες τιμές του συντελεστή κάλυψης f

Μήνας	Αριθμός ημερών	Μέση μηνιαία θερμ. εξωτ. αέρα	Μέση μηνιαία θερμ. εξωτ. αέρα	Διορθω-τικός συντε-λεστής	Διορθω-τικός συντε-λεστής	Συντε-λεστής	Συντε-λεστής	Συντε-λεστής κάλυ-ψης	Συντε-λεστής σκίασης	Συνεισφορά ηλιακών στο ΖΝΧ	Ποσο-στό κάλυψη ς
		θe	**θe,d**	**τα/(τα)n**	**k3**	**X**	**Y**	**f**	**Fs**	**Qsc,DHW,n**	
		C								**kWh/mo**	**%**
1	31	10,30	11,30	0,89	0,968	3,244	0,703	0,418	1,00	178,4	41,8
2	28	10,60	11,70	0,89	0,951	3,151	0,806	0,494	1,00	192,0	49,4
3	31	12,30	13,40	0,89	0,995	3,369	0,921	0,558	1,00	230,4	55,8
4	30	16,00	17,10	0,89	1,079	3,807	1,125	0,657	1,00	241,1	65,7
5	31	20,70	21,80	0,89	1,205	4,544	1,372	0,748	1,00	250,7	74,8
6	30	25,40	26,50	0,89	1,352	5,545	1,694	0,840	1,00	235,6	84,0
7	31	28,10	29,20	0,89	1,450	6,318	1,922	0,887	1,00	233,1	88,7
8	31	28,00	29,20	0,89	1,462	6,432	1,981	0,900	1,00	234,8	90,0
9	30	24,30	25,50	0,89	1,386	5,857	1,688	0,823	1,00	227,5	82,3
10	31	19,60	20,70	0,89	1,258	4,939	1,273	0,680	1,00	222,0	68,0
11	30	15,40	16,40	0,89	1,119	4,060	0,924	0,524	1,00	188,6	52,4
12	31	12,00	13,00	0,89	1,021	3,516	0,704	0,404	1,00	164,8	40,4

Το ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου ΖΝΧ από το σύστημα ηλιακών συλλεκτών υπολογίζεται από την σχέση :

F = Σ(fi*Li)/Σ(Li) = 63,3 %