

Kazalo:

1. DEFINICIJA NALOGE	2
• Podatki o objektu:.....	2
2. IZRAČUN TOPLOTNIH IZGUB OBJEKTA.....	3
• Površine objekta glede na smer podnebne smeri:	3
• Toplotna prehodnost k:.....	3
• Temperatura:	3
2.1 Izračun moči transmisije	4
2.2 Izračun notranjih odbitkov	4
2.3 Ventilacijske izgube	4
2.4 Izračun toplotnih izgub moči objekta.....	4
3. VREMENSKI PODATKI.....	5
4. IZRAČUN TOPLOTNE ČRPALKE	6
4.1 Enačbe potrebne za izračun.....	6
4.2 Tabela izračunov	7
4.3 Izračun letnega delovnega števila	7
5. PRIMERJALNI IZRAČUN STROŠKOV OGREVANJA	8
5.1 Izračun skupnega letnega stroška	9
5.1 Izračun vračila investicije.....	9
6. ZAKLJUČEK:.....	10
7. LITERATURA:.....	11
8. PRILOGE	11

1. DEFINICIJA NALOGE

Stanovanjski objekt v želimo ogrevati .Naloga je,da vzdržujemo konstantno sobno temperaturo 22°C s pomočjo toplotne.

150 m^2 stanovanjske površine bomo ogrevali iz talnega ogrevanja.

Ostale površine bomo ogrevali s pomočjo radiatorjev.

Kot toplotni vir TČ bomo uporabili zemljo in sonce. Tla so pretežno ilovnata in vlažna.



Slika 1.1. Satelitska slika objekta [1].

Prostor za postavitev
zemeljskega kolektorja
 $\approx 400\text{ m}^2$

- **Podatki o objektu:**

- gradbene mere objekta (v m)... $11 \times 10,5 \times 9$

- bruto gradbena površina... $329,85\text{ m}^2$ (A_g)

- volumen ogrevanja... 879 m^3 (V_o)

- neto stanovanjske površine... $258,32\text{ m}^2$

- uporabne stanovanjske površine... $205,19\text{ m}^2$ (A_u)

- površina strehe... 215 m^2 (A_{str}).

2. IZRAČUN TOPLOTNIH IZGUB OBJEKTA

- **Površine objekta glede na smer podnebne smeri:**

-v nadaljevanju mere;STENA/OKNA/VRATA (v m^2):

JUG...77/14/2

SEVER...77/7,2/0

VZHOD...73,5/4,8/0

ZAHOD...73,5/4,8/2

-Σovoja: stene=264 m^2 (A_s)

okna=30,8 m^2 (A_o)

vrata=6 m^2 (A_v)

- **Toplotna prehodnost k :**

-končni podatki iz projektne gradbene dokumentacije

- k_{okna} ...1,3 W/m^2K

- k_{vrata} ...0,8 W/m^2K

- k_{stena} ...0,4 W/m^2K

- k_{streha} ...0,35 W/m^2K

- **Temperatura:**

-projektna (zunanja) =-13 °C

-notranja =22 °C

- ΔT =35 K

2.1 Izračun moči transmisije

-stene+okna+vrata+streha

$$\begin{aligned}\sum Q_t &= k_s \cdot A_s \cdot \Delta T + k_o \cdot A_o \cdot \Delta T + k_v \cdot A_v \cdot \Delta T + k_{str} \cdot A_{str} \cdot \Delta T \\ \sum Q_t &= (0,4 \cdot 264 \cdot 35) + (1,3 \cdot 30,8 \cdot 35) + (0,8 \cdot 6 \cdot 35) + (0,35 \cdot 215 \cdot 35) \\ \sum Q_t &= 7908 \text{ W}\end{aligned}$$

2.2 Izračun notranjih odbitkov

$$\begin{aligned}Q_{od} &= 4 \cdot A_g \\ Q_{od} &= 4 \cdot 329,8 \\ Q_{od} &= 1319,4 \text{ W}\end{aligned}$$

2.3 Ventilacijske izgube

$$\begin{aligned}Q_v &= V_o \cdot \frac{0,3}{3600} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T \\ Q_v &= 879 \cdot \frac{0,3}{3600} \cdot 1,3 \cdot 1005 \cdot 35 \\ Q_v &= 3349,6 \text{ W}\end{aligned}$$

2.4 Izračun toplotnih izgub moči objekta

$$\begin{aligned}\sum Q &= Q_t + Q_{od} + Q_v \\ \sum Q &= 7908 + 3349,6 - 1319,4 \\ \sum Q &= \underline{\underline{10003 \text{ W} = 10 \text{ kW}}}\end{aligned}$$

Za ogrevanje objekta potrebujemo vsaj 48,8 W/m²!

3. VREMENSKI PODATKI

Tabela 3.1. Povprečne dnevne temperature [2].

dni	JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DECEMBER
1	5,9	0,6	7,8	9,9	14,7	13,2	5,2	2,1
2	3,1	1,5	8,4	10,6	15,1	13,6	5,5	4,5
3	2,5	3,7	6,6	9,8	16,8	15	7,6	6,2
4	2	3,6	6,9	8,7	10,3	14,8	7,5	1,6
5	2,1	2,6	6,9	6,2	10,3	15,6	5,6	0,9
6	4	2,6	8,2	10,1	8,8	11,2	2,2	1,9
7	2,8	3,7	8,8	12,3	9,8	10,4	3,9	3,3
8	1,8	6,5	7,9	10	14,2	9,5	5,2	3,7
9	4,1	5,7	7,5	11,2	14,8	10	5,9	3,3
10	5,3	3,6	7	13,4	14,7	9,4	5,2	2,4
11	5,9	3,5	6,9	13	14	11,1	6,4	2,4
12	6,5	4,6	6	13,5	13,9	11,8	4,9	3,2
13	1,9	4,5	8,4	14,7	14	10	2,9	2,8
14	2,4	5,6	10,3	14,8	14,9	6,7	1,7	0,5
15	2,3	5,9	8,2	14,7	16,9	5,7	2,7	-2,6
16	2,7	5,1	8	12,6	17	8,4	1,2	-1,8
17	4,7	2,4	9,5	12,9	15,9	9,6	0	-2,8
18	5	1,3	10	12,9	13,3	7,7	-0,3	-3,7
19	9,9	2,6	4,4	10,4	10,3	6,2	0,4	-4
20	4,4	3,4	1	13,4	9,2	2	0	-5,6
21	5,8	6,8	2,3	11,9	9,9	3,6	3,5	-6,2
22	3,1	8,3	1,9	12,1	11,4	3,2	10,12	-6,6
23	-1,5	8,6	4,7	15	12,5	4,4	12,2	-6,5
24	1,3	6,5	2,6	14,5	12,7	4,6	11,1	-4,6
25	-2,3	5,5	5,1	14,3	13,4	6,3	7,6	-3,9
26	-4,1	4,5	6,3	13,2	11,3	5,2	3,4	-3,4
27	-3,6	5,5	5,9	13,8	11,3	7,6	0,2	-3,7
28	0,2	7	6	15	10,7	7,4	-1,4	-4
29	0		6,2	16,6	11,1	7,8	0,2	-5,3
30	0,6		4,2	12,6	12,2	7,2	-0,6	-6,6
31	0		8,3			8,9		-3,6
Σ	2,541935	4,489286	6,5226	12,47	12,8466667	8,648387097	4,000666667	-1,164516129
max	9,9	8,6	10,3	16,6	17	15,6	12,2	6,2
min	-4,1	0,6	1	6,2	8,8	2	-1,4	-6,6

Vir: Meteorološka postaja (podatki za leto 2007)

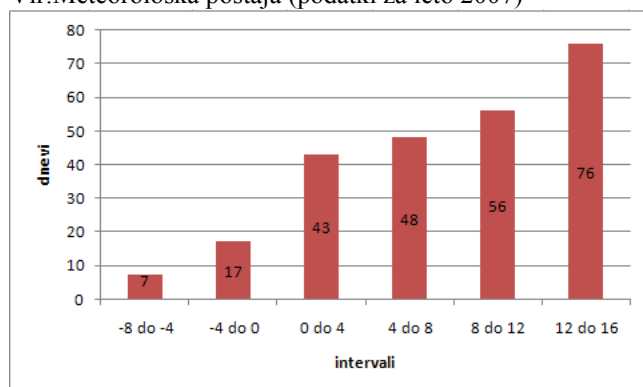


Diagram 3.2. Število dnevov v posameznem intervalu temperature.

4. IZRAČUN TOPLOTNE ČRPALKE

4.1 Enačbe potrebne za izračun

- $T_{hw} = T_{hw,pr} + \frac{T_a + T_{a,pr}}{T_{a,max} - T_{a,pr}} \cdot (T_{hw,pr} - T_{hw,min})$ - temperatura v ogrevalni krog za določen interval

$T_{hw,pr}$ - temperatura dovoda v ogrevalni krog pri projektni temperaturi (-13°C)

$T_{a,max}$ - temperatura dovoda v ogrevalni krog kjer prenehamo ogrevati (15°C)

T_a - temperatura sredine intervala

$T_{a,pr}$ - projektna temperatura

$T_{hw,min}$ - temperatura dovoda v ogrevalni krog

- $\dot{Q} = Q_{pr} \cdot \frac{T_{a,max} - T_a}{T_{a,max} - T_{a,pr}}$ - toliko rabi TČ v interval na 24 ur

Q_{pr} - toplotne izgube objekta

- $\tau = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{hp}} \cdot e \cdot 24$ - čas obratovanja TČ v posameznem intervalu

\dot{Q}_{hp} - intervalna grelna moč TČ

e - omejitveni faktor (okrog 0.7)

- $W_{el} = \sum \tau_i \cdot P_{i,hp} \cdot n_{i,d}$ - letna porabljena energija

$P_{i,hp}$ - poraba električne moči v posameznem intervalu

$n_{i,d}$ - število dni na leto posameznega intervala

- $Q_{\beta} = \sum \tau_i \cdot \dot{Q}_{i,hp} \cdot n_{i,d}$ - letna moč ogrevanja

- $\varepsilon_i = \frac{Q_{i,hp}}{P_{i,hp}}$ - intervalno grelna število

- $\beta_{\alpha} = \frac{Q_{\beta}}{W_{el}}$ - letno delovno število

4.2 Tabela izračunov

Interval (°C)	T _a (°C)	Q (kW@24h)	T _{raztopina} (°C)	T _{hw} (°C)	Q _{hp} (kW)	P _{hp} (kW)	τ (št. ur na dan)	n _d (št. dni na leto)
-8_-4	-6	7,51	-2	38	10,07	2,56	12,53	7
-4_0	-2	6,07	-1	36	10,49	2,45	9,72	17
0_4	2	4,64	0	34	10,91	2,35	7,15	43
4_8	6	3,21	1	32	11,35	2,22	4,75	48
8_12	10	1,79	2	30	11,79	2,09	2,55	56
12_16	14	0,36	3	28	12,24	1,97	0,49	76

OPOMBA: vrednosti Q_{hp} ter P_{hp} sta odčitani iz diagrama 1 v prilogi!

Interval (°C)	W _{el} (kWh)	ε _i	Q _β (kWh)
-8_-4	224,54	3,93	883,24
-4_0	404,84	4,28	1733,37
0_4	722,51	4,64	3354,28
4_8	506,16	5,11	2587,81
8_12	298,45	5,64	1683,16
12_16	73,36	6,21	455,82
Σ	2229,86	/	10697,67

4.3 Izračun letnega delovnega števila

$$\beta_a = \frac{Q_\beta}{W_{el}} = \frac{10697,67}{2229,86} = 4,7$$

ZARADI NESTALNEGA DELOVANJA SISTEMA TOPLOTNE ČRPALKE ODŠTEJEMO 10%!

Končna vrednost letnega delovnega števila znaša 4,2.

5. PRIMERJALNI IZRAČUN STROŠKOV OGREVANJA

Tabela 5.1. Primerjalni izračun stroškov za ogrevanje s TČ in kotlom na zemeljski plin.

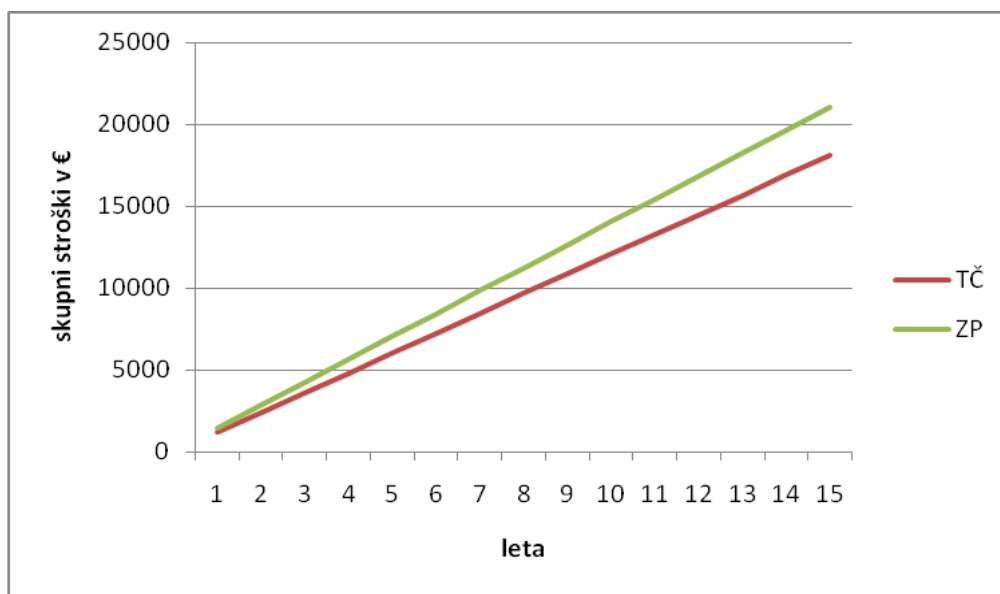
	TČ	ZEM.PLIN
CENA	0,15 €/kWh	0,65 €/m ³
KOLIČINA PORABLJENE ENERGIJE	2230 kWh	1600 m ³
KURILNA VREDNOST	/	9,5 kWh/m ³
LETNI STROŠEK OGREVANJA	335 €	1040 €
LETNI PRIHRANEK OGREVANJA S TČ GLEDE NA:	705 €	/
INVESTICIJSKI STROŠKI:	11050€	4730€
• KOTEL	7500€	1600€
• MONTAŽA/ZAGON	250€	130€
• DIMNIK	/	1000 €
• ZEMELJSKI KOLEKTOR	3300€	/
• ZALOGOVNIK PLINA	/	2000€
OBRATOVALNI STROŠKI:	370€	1040€
• VLOŽENA ENERGIJA	335 €	1040 €
• OBTOČNA ČRPALKA	35€	/
VZDRŽEVALNI STROŠKI (1% IS)	100€	50€
ŽIVLJENSKA DOBA	15 let	15 let
STROŠKI PO 15. LETIH	7050€	16350€

OPOMBA: tipi in cene OG sistema se nahajajo v prilogi 2!

5.1 Izračun skupnega letnega stroška

$$\text{skupni strošek} = \frac{\text{investicijski stroški} + \text{stroški po 15.letih}}{\text{življenska doba}}$$

Tabela 5.2. Primerjav skupnih stroškov TČ in ZP v letih.



OPOMBA: podatki diagrama se nahajajo v tabeli 5.1.

5.1 Izračun vračila investicije

$$\text{št. let} = \frac{\text{investicija TČ} - \text{investicija ZP}}{\text{prihranek} - \text{vzdrževalni stroški}} = \frac{11050 - 4730}{705 - 50} = \mathbf{9,6 \text{ let}}$$

6. ZAKLJUČEK:

Toplotno črpalko zemlja/voda sem izbral ker imamo na razpolago dovolj veliko površino in kakovostno zemljo pri samem objektu. V drugem pogledu pa se je tudi že zaradi kakovostnih materialov v današnjem času, kar se tiče toplotnih izgub objekta veliko naredilo. Tako je potrebno manj vložene energije za ogrevanje objekta .Zato pa se tudi že splača vgraditi toplotno črpalko, saj so se stroški ogrevalnih derivatov zelo podražili.

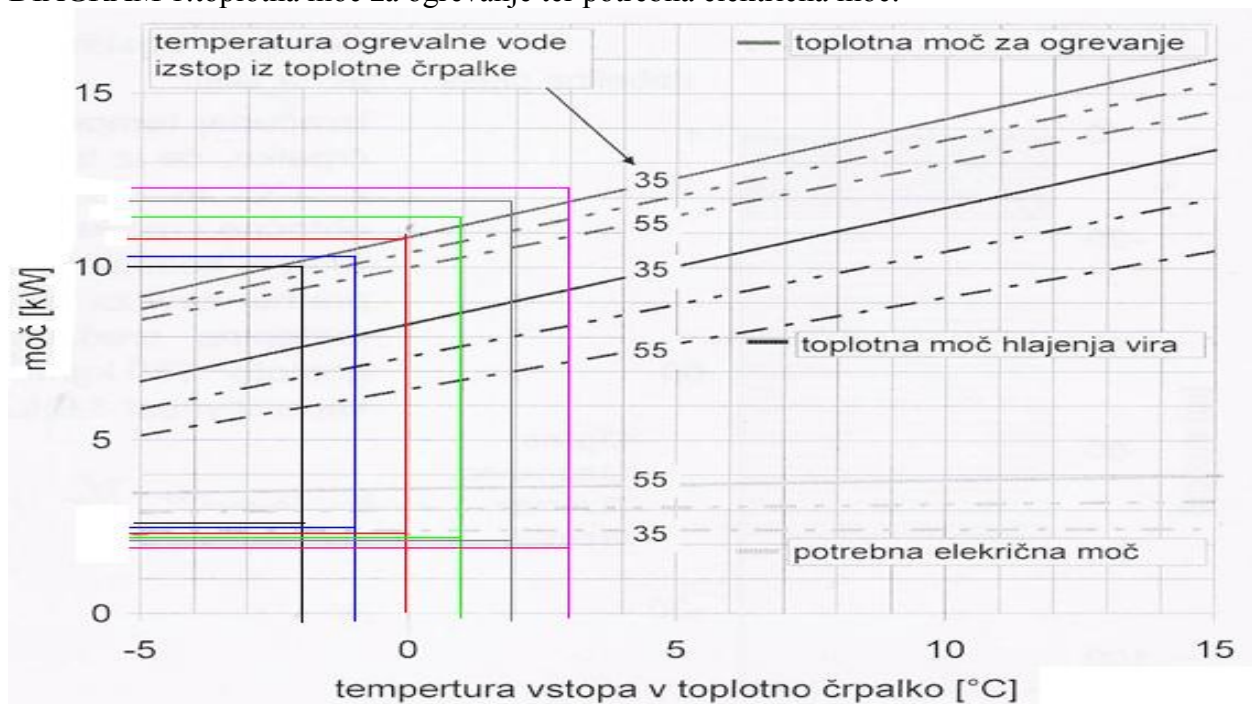
Čeprav je investicija toplotne črpalke glede na druge sisteme ogrevanja zelo velika, moramo vedeti, da se nam lahko povrne v nekaj letih. V mojem primerjalnem izračunu med toplotno črpalko in kotlom na zemeljski plin se vidi, da je investicija v toplotno črpalko večja za več kot 100 % glede na zemeljski plin. Toda tu moramo vedeti, da so letni obratovalni stroški toplotne črpalke nižji za cca. 700 € glede na zemeljski plin. Po 9.6 letih pa se lepo vidi, da se tistih več kot 100 % dražje investicije povrne.

7. LITERATURA:

8. PRILOGE

- Priloga 1: diagram 1.

DIAGRAM 1: toplotna moč za ogrevanje ter potrebna električna moč.



Temperatura dovoda v ogrevalni krog pri projektni zunanji temperaturi -13°C je $41,5^{\circ}\text{C}$, pri zunanji temperaturi 15°C , ko ogrevanje ni več potrebno pa $27,5^{\circ}\text{C}$.