

PROJEKT ZA VEŠTAČENJE IZ OBLASTI
POSREDOVANJE U PROMETU NEKRETNIM
DOKUMENTI
02-246
1902-15 003

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA ZDRAVLJA - ALIBUNAR

Dom zdravlja Alibunar
ulica Trg Slobode 8



Autor elaborata:
Danko Vujović, dipl.inž.arh.

Novi Sad, Avgust 2014.

SADRŽAJ:

I	TEHNIČKI DEO	2
1.	OPŠTI PODACI O ZGRADI	3
2.	LOKACIJA I KLIMATSKI PODACI	9
3.	GRADJEVINSKA FIZIKA	10
4.	PODACI O TERMOTEHNIČKIM SISTEMIMA	38
5.	PODACI O SISTEMU GREJANJA I NAČINU REGULACIJE	41
6.	ENERGETSKE POTREBE ZGRADE	41

I TEHNIČKI DEO

1. OPŠTI PODACI O ZGRADI

1.1. Tehnički opis lokacije i zgrade

Predmet elaborata energetske efikasnosti je objekat koji je koncipiran kao skup tri nezavisna objekta

Glavni projekat urađen je 1974 godine. Objekat se nalazi u ulici Bačka 2. Pri izboru lokacije vodjeno je računa da objekat bude u centru naselja ali da postoje sve neophodne komunikacije za sto lakši prilaz objektu.

Spratnost objekta je S+1. U osnovi objekat doma zdravlja je dimenzija ugaonog objekta sa ulicne strane 30.69 i 39.2 sa 11.2 i dva dograđena objekta 24 x 11.2 i 32.2 x 11.2 m.

Ugaoni objekat je starije gradnje i gradjen je monolitnim sistemom dok osnovu noseću konstrukciju nadograđenih objekata formiraju podužni kontinualni nosači koji primaju opterećenja međuspratnih tavanica a preko stubova se prenose na trakaste temelje.

Projektovana međuspratna konstrukcija novi objekata je TM3, krovna konstrukcija je drvena.

Spoljna obrada

Spoljnu obradu novijih objekata formira naglašeni vertikalni raster podužnih i poprečnih armirano-betonskih stubova i greda - natur završno obradjen. Polja koja su se formirala između betona su popunjena fasadnom ciglom dok je stariji spolja obradjen malterisanom fasadom.

Stolatiya i bravariya

Prozori na celom objektu su od drvenih profila sa jednostrukim krilima, koji su zastakljeni sa obicnim staklom. Ulazna vrata i hodnici su od čeličnih profila sa obicnim staklom.

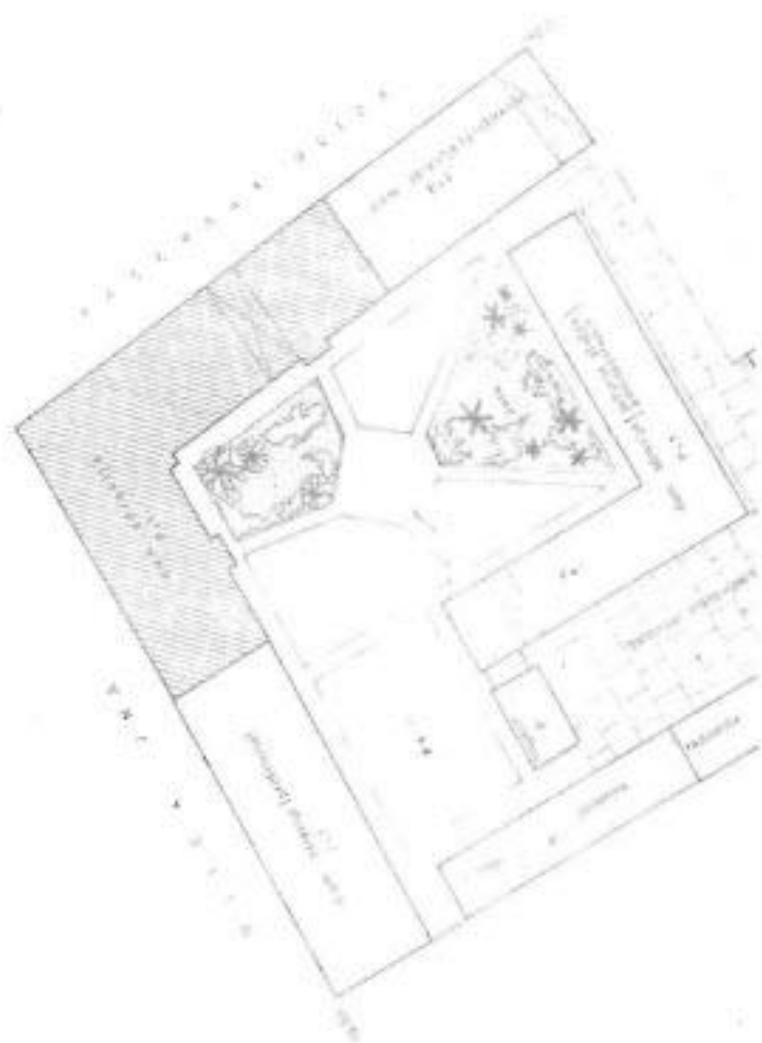
ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA- ALIBUNAR



Slika 1- Ulični izgled



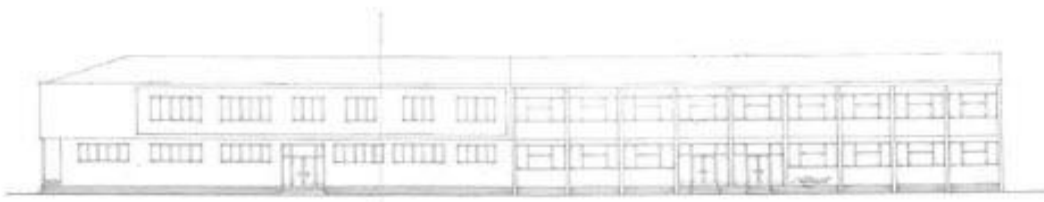
Slika 2- Dvorišni izgled



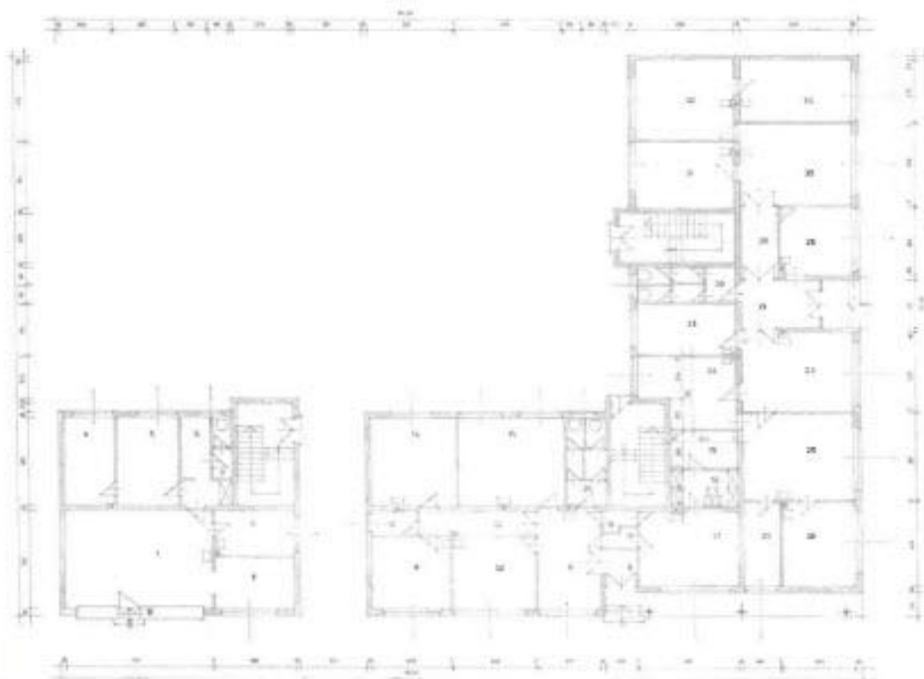
Slika 3 – Situacija



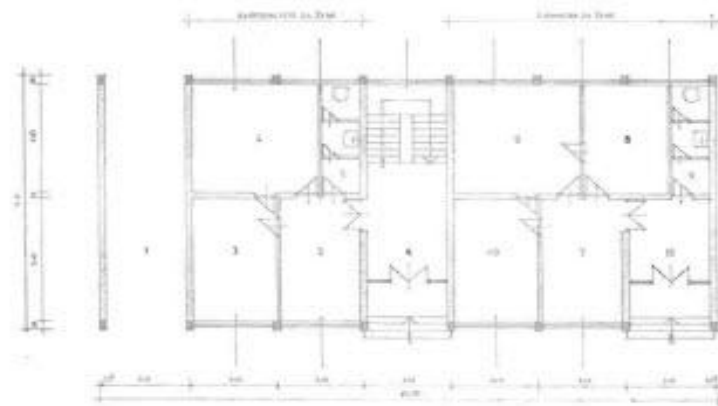
Slika 4 – Ulični izgled 1



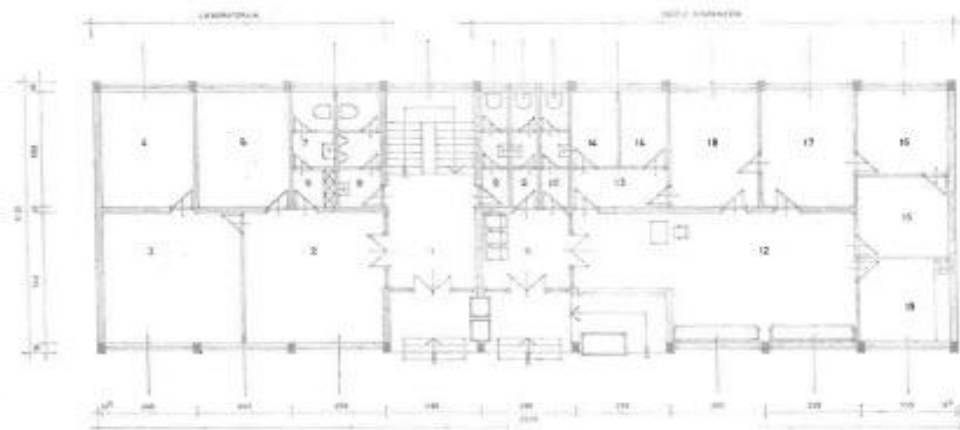
Slika 5 - Ulični izgled 2



Slika 6 - Osnova prizemlja starog objekta



Slika 7 - Osnova prizemlja nadogradjenog dela 1



Slika 8 - Osnova prizemlja nadogradjenog dela 2

1.2. Osnovni podaci o zgradi

ZGRADA	<input type="checkbox"/> nova	<input checked="" type="checkbox"/> postojeća
Namena zgrade	Poslovna zgrada	
Vrsta zgrade	Zgrada namenjena zdravstvu i socijalnoj zaštiti	
Mesto (lokacija):	Alibunar	
Vlasnik (investitor):	Opština Alibunar	
Izvođač:	Novi objekti "Konstruktor" Pančevo	
Godina izgradnje:	1971	
Godina rekonstrukcije/ energetske sanacije:	-	
Neto korisna površina grejanog dela stana [m ²]:	1344,72 m ²	

2. LOKACIJA I KLIMATSKI PODACI

2.1 Klimatski podaci i položaj zgrade

Klimatski podaci	
Lokacija	Alibunar (Pančevo)
Broj stepen dana grejanja HDD	2712
Broj dana grejne sezone HD	182
Srednja temperatura grejnog perioda $\theta_{H,ms}$ [°C]	5,1
Unutrašnja projektna temperatura za zimski period $\theta_{t,i}$ [°C]	20
Uticaj vetra	
Položaj (izloženost vetru)	Otvoreni položaj zgrade
Broj fasada izloženih vetru	Četiri

2.2 Uslovi komfora

Termički komfor

Spoljni elementi omotača su termo izolovani sistemom sendvič zida sa 6 cm termoizolacije. Tokom zime objekat je sa tri strane izložen sunčevim zracima. Uslovi termičkog komfora u toku grejne sezone se ostvaruju centralnim grejanjem. Centralno grejanje je prikačeno na daljinsko grejanje.

Stari objekat nema nikakvu vrstu spoljne termičke zaštite.

Vazdušni komfor

Prirodna ventilacija objekta - prostorija je omogućeno preko prozora sa otvarajućim krilima u svim prostorijama i veštačkih klima uređaja.

Svetlosni komfor

Prostorije su prirodno osvetljene preko zastakljenih otvora. Zasenčenje se otvora se postiže zavesama sa unutrašnje strane. Sve prostorije su i veštačko osvetljene.

Zvučni komfor

Zvučni komfor objekta je postignut izborom materijala zidova.

3. GRADJEVINSKA FIZIKA

3.1. Proračun relevantnih pozicija

3.1.1. Spoljni zidovi

3.1.1.1. Sastav, ilustracija

Broj	1																																			
Oznaka	SZ1 - fasadna cigla																																			
Ilustracija položaja u zgradi																																				
Površina [m ²]	420,58 m ²																																			
Sastav sklopa	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sljevi</th> <th>P (kg/m³)</th> <th>C (J/kgK)</th> <th>μ</th> <th>dm(m)</th> <th>λm(m)</th> <th>dm / λm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. silikatna puna opeka</td> <td>1800</td> <td>820</td> <td>18</td> <td>0,12</td> <td>0,99</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>2. polistirenske ploče</td> <td>20</td> <td>1260</td> <td>35</td> <td>0,06</td> <td>0,041</td> <td>1,46</td> </tr> <tr> <td>3. silikatna puna opeka</td> <td>1800</td> <td>820</td> <td>18</td> <td>0,12</td> <td>0,99</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>4. malter</td> <td>2100</td> <td>1050</td> <td>30</td> <td>0,02</td> <td>1,4</td> <td>0,014</td> </tr> </tbody> </table>	Sljevi	P (kg/m ³)	C (J/kgK)	μ	dm(m)	λm(m)	dm / λm	1. silikatna puna opeka	1800	820	18	0,12	0,99	0,12	2. polistirenske ploče	20	1260	35	0,06	0,041	1,46	3. silikatna puna opeka	1800	820	18	0,12	0,99	0,12	4. malter	2100	1050	30	0,02	1,4	0,014
Sljevi	P (kg/m ³)	C (J/kgK)	μ	dm(m)	λm(m)	dm / λm																														
1. silikatna puna opeka	1800	820	18	0,12	0,99	0,12																														
2. polistirenske ploče	20	1260	35	0,06	0,041	1,46																														
3. silikatna puna opeka	1800	820	18	0,12	0,99	0,12																														
4. malter	2100	1050	30	0,02	1,4	0,014																														
Skica sklopa																																				
Ventilisanost sklopa	Neventilisan																																			
Parametri ventilisanosti																																				

3.1.1.2. Prolaz toplote i polje temperature

Tabelarni prikaz	Opis	λ [W/mK]	R [(m ² ·K)/W]	Δθ [°C]	θ [°C]
	Unutra				20
	Prelaženje toplote		0,13	2,42	17,58
	4. Malter	1,4	0,014	0,26	17,32
	3. Silikatna puna opeka	0,99	0,12	2,23	15,09
	2. Polistiirenske ploče	0,041	1,46	27,12	12,03
	1. Silikatna puna opeka	0,99	0,12	2,23	- 12,03
	Prelaženje toplote		0,04	0,74	- 14,26
	Spolja				- 15
	Ukupni otpor		1,884		
Proračun promene temperature po slojevima	<p>Ukupan otpor konstrukcije: $R_u = 1,884 \frac{m^2 K}{W}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_i - \theta_e)}{R_u} = \frac{(20 - (-15))}{1,884} = 18,58 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_x = q \times R_x$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_x = \theta_{x-1} - \Delta\theta_x$</p> <p>$\Delta\theta_1 = 18,58 \times 0,13 = 2,42 \text{ °C}$ $\theta_1 = 20 - 2,42 = 17,58 \text{ °C}$ $\Delta\theta_2 = 18,58 \times 0,014 = 0,26 \text{ °C}$ $\theta_2 = -17,58 - 0,26 = 17,32 \text{ °C}$ $\Delta\theta_3 = 18,58 \times 0,12 = 2,23 \text{ °C}$ $\theta_3 = 17,32 - 2,23 = 15,09 \text{ °C}$ $\Delta\theta_4 = 18,58 \times 1,46 = 27,12 \text{ °C}$ $\theta_4 = 15,09 - 27,12 = -12,03 \text{ °C}$ $\Delta\theta_5 = 18,58 \times 0,12 = 2,23 \text{ °C}$ $\theta_5 = -12,03 - 2,23 = -14,26 \text{ °C}$ $\Delta\theta_6 = 18,58 \times 0,04 = 0,74 \text{ °C}$ $\theta_6 = -12,75 - 0,74 = -15,00 \text{ °C}$</p>				
Grafik temperatura	<p style="text-align: center;"> 20 17,58 17,32 15,09 unutra -15 -14,26 -12,03 spolja </p>				
Površinski koeficijent prolaza toplote U [W/(m ² ·K)]	$U = \frac{1}{0,13 + 0,014 + 0,12 + 1,46 + 0,12 + 0,04} = \frac{1}{1,884} = 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$				

3.1.1.3. Difuzija vodene pare i isušenje

Tabelarni prikaz	Opis	μ [-]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	p' [Pa]	p_s [Pa]
	Unutra			20	2.337	
	Prelaženje		1,73	18,29	2,1	1,285
	4 Malter	30	0,19	18,08	2,074	1,013
	3. Silikatna puna opeka	15	1,59	16,49	1,876	0,721
	2. Polistirenske ploče	35	19,37	-2,86	0,483	0,449
	1. Silikatna puna opeka	16	1,59	-4,47	0,423	0,365
	Prelaženje		0,53	-5	0,401	
	Spolja			-5		

Proračun promene temperature po slojevima kod difuzije	<p>Projektna temperatura za difuziju: $\theta_{e,dif} = -5 \text{ °C}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_i - \theta_{e,dif})}{R_u} = \frac{(20 - (-5))}{1,884} = 13,27 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_{n,dif} = q_{dif} \times R_u$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_{n,dif} = \theta_{n-1,dif} - \Delta\theta_{n,dif}$</p> <p>$\Delta\theta_{1,dif} = 13,27 \times 0,13 = 1,73 \text{ °C}$ $\theta_{2,dif} = 20 - 1,73 = 18,27 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{2,dif} = 13,27 \times 0,014 = 0,19 \text{ °C}$ $\theta_{3,dif} = 18,27 - 0,19 = 18,08 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{3,dif} = 13,27 \times 0,12 = 1,59 \text{ °C}$ $\theta_{4,dif} = 18,08 - 1,59 = 16,49 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{4,dif} = 13,27 \times 1,46 = 19,37 \text{ °C}$ $\theta_{5,dif} = 16,49 - 19,37 = -2,88 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{5,dif} = 13,27 \times 0,12 = 1,59 \text{ °C}$ $\theta_{6,dif} = -2,88 - 1,59 = -4,47 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{6,dif} = 13,27 \times 0,04 = 0,53 \text{ °C}$ $\theta_{7,dif} = -4,47 - 0,53 = -5,00 \text{ °C}$</p>
--	---

Grafik	
--------	--

Proračun kondenzacije	Nema kondenzacije
Vreme isušenja	-

Proračun kondenzacije

Relativni otpor difuziji vodene pare slojeva

Za tlo n: $r_n = d_n + \mu_n$

za sloj 1. Silikatna puna opeka $r_{1,dif} = 0.12 \times 16 = 1.92 \text{ m}$

za sloj 2. Polistiirenske ploče $r_{2,dif} = 0.06 \times 35 = 2.1 \text{ m}$

za sloj 3. Silikatna puna opeka opeka $r_{3,dif} = 0.12 \times 16 = 1.92 \text{ m}$

za sloj 4. Malter $r_{4,dif} = 0.02 \times 30 = 0.6 \text{ m}$

Zbir relativnih otpora difuzije: $\sum r_{dif} = 1.92 + 2.1 + 1.96 + 0.6 = 6.62 \text{ m}$

Proračun difuzije vodene pare za spoljni zid SZ

-pritisak zasićenja vodene pare

$$(\theta_{dif} > 0) p_s = 0.6107 \times (1 + \theta_{dif} / 109.8)^{0.02} \text{ kPa}$$

$$(\theta_{dif} < 0) p_s = 0.6107 \times (1 + \theta_{dif} / 149)^{12.03} \text{ kPa}$$

-parcijalni pritisci vodene po slojevima

$$\text{Unutra } (\theta_{1,dif} > 0) p_{s,e} = 0.6107 \times (1 + 20 / 109.8)^{0.02} = 2.337 \text{ kPa}$$

$$\text{Prelaz } (\theta_{1,dif} > 0) p_{s,i} = 0.6107 \times (1 + 18.27 / 109.8)^{0.02} = 2.1 \text{ kPa}$$

$$\text{Sloj 1 } (\theta_{1,dif} > 0) p_{s-1} = 0.6107 \times (1 + 18.08 / 109.8)^{0.02} = 2.074 \text{ kPa}$$

$$\text{Sloj 2 } (\theta_{1,dif} > 0) p_{s-2} = 0.6107 \times (1 + 16.49 / 109.8)^{0.02} = 1.876 \text{ kPa}$$

$$\text{Sloj 3 } (\theta_{1,dif} > 0) p_{s-3} = 0.6107 \times (1 + (-2.88) / 149)^{12.03} = 0.483 \text{ kPa}$$

$$\text{Prelaz } (\theta_{1,dif} < 0) p_{s-4} = 0.6107 \times (1 + (-4.47) / 149)^{12.03} = 0.423 \text{ kPa}$$

$$\text{Spolja } (\theta_{1,dif} < 0) p_{s,e} = 0.6107 \times (1 + (-5.00) / 149)^{12.03} = 0.401 \text{ kPa}$$

Parcijalni pritisci vodene pare u objektu P_{in} i van objekta P_{ext} se izračunavaju:

$$p_{int} = p_{s,e} \times \frac{\varphi_i}{100} = 2.337 \times \frac{55}{100} = 1.285 \text{ kPa}$$

$$p_{ext} = p_{s,e} \times \frac{\varphi_e}{100} = 0.41 \times \frac{90}{100} = 0.365 \text{ kPa}$$

$$\Delta p = p_{int} - p_{ext} = 1.285 - 0.365 = 0.92 \text{ kPa}$$

p_{int} i p_{ext} su pritisci zasićenja vodene pare u objektu i van njega a φ_i i φ_e relativne vlažnosti vodene pare u i van objekta

$$\text{Jedinična vrednost pada pritiska: } p_l = \frac{\Delta p}{\sum r_{dif}} = \frac{0.92}{6.62} = 0.139 \text{ kPa}$$

Rad pritiska na slojevima: $\Delta p_n = r_{n,dif} \times p_l$

$$\text{za sloj 1. } \Delta p_1 = 1.96 \times 0.139 = 0.272$$

$$\text{za sloj 2. } \Delta p_2 = 2.1 \times 0.139 = 0.292$$

$$\text{za sloj 3. } \Delta p_3 = 1.96 \times 0.139 = 0.272$$

$$\text{za sloj 4. } \Delta p_4 = 0.6 \times 0.139 = 0.084$$

Pritisci zasićenja po slojevima:

$$\text{za sloj 1: } p_{s-1} = p_{s,e} - \Delta p_1 = 1.285 - 0.272 = 1.013$$

$$\text{za sloj 2: } p_{s-2} = p_{s-1} - \Delta p_2 = 1.013 - 0.292 = 0.721$$

$$\text{za sloj 3: } p_{s-3} = p_{s-2} - \Delta p_3 = 0.721 - 0.272 = 0.449$$

$$\text{za sloj 4: } p_{s-4} = p_{s-3} - \Delta p_4 = 0.449 - 0.084 = 0.365$$

3.1.1.4. Letnja stabilnost

Proračun toplotne stabilnosti za letnji period:

Promena po slojevima za koeficijent S_{24} (koeficijent upijanja toplote od strane materijala za toplotno delovanje sa periodom oscilacije od 24 h)

$$S_n = 0.0085 \times \sqrt{\rho_n \times C_n \times \lambda_n}$$

Proračun po slojevima:

SPOLJAŠNJI ZID SZ				
slojevi	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg K)]	λ m[m]	S
4. Malter	2100	1050	1.40	14,93
3. Silikatna puna opeka	1800	920	0.99	10,88
2. Polistirenske ploče	20	1260	0.041	0,273
1. Silikatna puna opeka	1800	920	0,99	10,88

Promena po slojevima za koeficijent D (karakteristika toplotne inercije):

$$D_n = R_n + S_n$$

$$D_1 = 0.014 \times 14,93 = 0,21$$

$$D_2 = 0,12 \times 10,88 = 1,3$$

$$D_3 = 1,46 \times 0,273 = 0,4$$

$$D_4 = 0,12 \times 10,88 = 1,3$$

Promena po slojevima za koeficijent U_u (upijanje toplote) $\frac{W}{m^2 K}$

$$U_{un} = (R_n + S_n^2 + U_{un-1}) / (1 + R_n + U_{un-1})$$

Za proračun koeficijenta U_u usvaja se $U_{un-1} = 8$

$$U_1 = (0.014 \times 14,93^2 + 8) / (1 + 0.014 \times 8) = 11,12/1,112 = 10$$

$$U_2 = (0,12 \times 10,88^2 + 10) / (1 + 0,12 \times 10) = 24,2/2,2 = 11$$

$$U_3 = (1,46 \times 0,273^2 + 11) / (1 + 1,46 \times 11) = 11,1/17,06 = 0,65$$

$$U_4 = (0,12 \times 10,88^2 + 0,65) / (1 + 0,12 \times 0,65) = 14,85/1,078 = 13,78$$

$$e^x = e^{\sum \frac{D}{\sqrt{3}}} = 2,718^{\left(\frac{D_1+D_2+D_3+D_4}{1,41}\right)}$$

$$e^x = 2,718^{3,21} = 24,77$$

$$\text{sloj 1} = (S_1 + 8) / (S_1 + U_1) = (14,93+8)/(14,93+10) = 22,93/24,93 = 0,92$$

$$\text{sloj 2} = (S_2 + U_1) / (S_2 + U_2) = (10,88+10)/(10,88+11) = 20,88/21,88 = 0,95$$

$$\text{sloj 3} = (S_3 + U_2) / (S_3 + U_3) = (0,273+11)/(0,273+0,65) = 11,273/0,923 = 12,21$$

$$\text{sloj 4} = (S_4 + U_3) / (S_4 + U_4) = (10,88+0,65)/(10,88+13,78) = 11,53/24,66 = 0,47$$

$$\nu = 0,9 \times \text{sloj1} \times \text{sloj2} \times \text{sloj3} \times \text{sloj4} \times \left(\frac{11,5+U_4}{11,5}\right) \times e^x = 4,51 \times 2,2 \times 24,77 = 245,77$$

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $\nu = 245,77$ je veća od minimalne vrednosti 15, pa konstatujemo da ZADOVOLJAVA

Proračun vremenskog pomaka faze oscilacije temperature građevinske konstrukcije η se određuje prema izrazu:

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA- ALIBUNAR

$$\eta = \frac{1}{15} (40.5 \times \sum D - \arctg \frac{\alpha_i}{\alpha_i + U_i \times \sqrt{2}} + \arctg \frac{U_e}{U_e + \alpha_e \times \sqrt{2}})$$

Za koeficijente prolaza toplote α_i i α_e usvajaju se vrednosti :

$$\alpha_i = 8 \frac{W}{m^2K} \quad \alpha_e = 11.5 \frac{W}{m^2K}$$

$$\eta = \frac{1}{15} (40.5 \times 3,21 - \arctg \frac{8}{8 + 10 \times \sqrt{2}} + \arctg \frac{13,78}{13,78 + 11,5 \times \sqrt{2}}) =$$

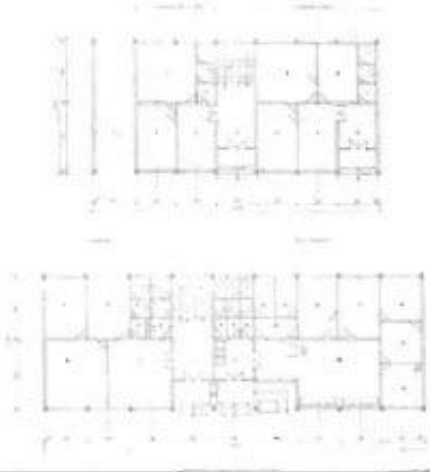
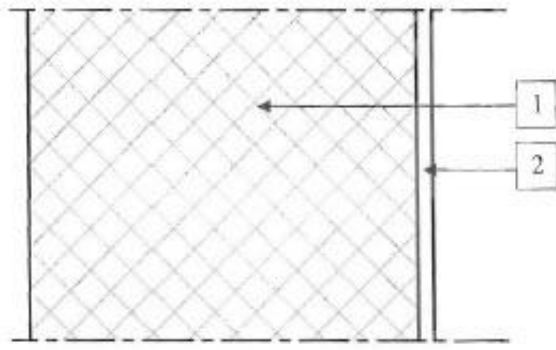
$$\eta = \frac{1}{15} (130 - \arctg 0,36 + \arctg 0,459) = 134,86 / 15 = 8,99 \text{ h}$$

Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 9.4$ je veća od minimalne vrednosti 7, pa konstatujemo da
ZADOVOLJAVA

	Vrednosti	Minimum	Zadovoljava
Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature v [-]	245,77	15	Da
Faktor kašnjenja oscilacije temperature η [h]	8,99	7	Da

3.1.2 Spoljni zidovi

3.1.2.1 Sastav, ilustracija

Broj	2																					
Oznaka	SZ2 - Armirani beton																					
Ilustracija položaja u zgradi																						
Površina [m ²]	226,47 m ²																					
Sastav sklopa	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Slojevi</th> <th>P (kg/m³)</th> <th>C (J/kgK)</th> <th>μ</th> <th>dm(m)</th> <th>km(m)</th> <th>dm / km</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. armirani beton</td> <td>2400</td> <td>960</td> <td>60</td> <td>0,5</td> <td>2,04</td> <td>0,245</td> </tr> <tr> <td>2. malter</td> <td>2100</td> <td>1050</td> <td>30</td> <td>0,02</td> <td>1,4</td> <td>0,014</td> </tr> </tbody> </table>	Slojevi	P (kg/m ³)	C (J/kgK)	μ	dm(m)	km(m)	dm / km	1. armirani beton	2400	960	60	0,5	2,04	0,245	2. malter	2100	1050	30	0,02	1,4	0,014
Slojevi	P (kg/m ³)	C (J/kgK)	μ	dm(m)	km(m)	dm / km																
1. armirani beton	2400	960	60	0,5	2,04	0,245																
2. malter	2100	1050	30	0,02	1,4	0,014																
Skica sklopa																						
Ventilisanost sklopa	Neventilisan																					
Parametri ventilisanosti																						

3.1.2.2 Prolaz toplote i polje temperature

Tabelarni prikaz	Opis	λ [W/mK]	R [(m ² ·K)/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]
	Unutra				20
	Prelaženje toplote		0,13	2,42	17,58
	2. Malter	1,4	0,014	0,26	17,32
	1. Beton sa kamenim ag.	2,04	0,245	2,23	- 12,03
	Prelaženje toplote		0,04	0,74	- 14,26
	Spolja				- 15
	Ukupni otpor		0,429		
Proračun promene temperature po slojevima	<p>Ukupan otpor konstrukcije: $R_u = 0,429 \frac{m^2 K}{W}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_i - \theta_e)}{R_u} = \frac{(20 - (-15))}{0,429} = 81,59 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_u = q \times R_u$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_u = \theta_{u-1} - \Delta\theta_u$</p> <p>$\Delta\theta_1 = 81,59 \times 0,13 = 10,6 \text{ °C}$ $\theta_1 = 20 - 10,6 = 9,4$</p> <p>$\Delta\theta_2 = 81,59 \times 0,014 = 1,14 \text{ °C}$ $\theta_4 = 9,4 - 1,14 = 8,26 \text{ °C}$</p> <p>$\Delta\theta_3 = 81,59 \times 0,245 = 20,0 \text{ °C}$ $\theta_3 = 8,26 - 20,0 = -11,74 \text{ °C}$</p> <p>$\Delta\theta_4 = 81,59 \times 0,04 = 3,26 \text{ °C}$ $\theta_4 = -11,74 - 3,26 = -15,00 \text{ °C}$</p>				
Grafik temperatura					
Površinski koeficijent prolaza toplote U [W/(m ² K)]	$U = \frac{1}{0,13 + 0,014 + 0,245 + 0,04} = \frac{1}{0,429} = 2,33 \text{ W/m}^2\text{K}$				

3.1.2.3. Difuzija vodene pare i isušenje

Tabelarni prikaz	Opis	μ [-]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	p' [Pa]	ps [Pa]
	Unutra			20	2.337	
	Prelaženje		7,57	12,43	1,44	1.285
	2. Malter	30	0,82	11,61	1,37	1.013
	1. Beton sa kamenim ag.	60	14,28	-2,67	0,49	0,365
	Prelaženje		2,33	-5	0,401	0,365
	Spolja			-5		

Proračun promene temperature po slojevima kod difuzije	<p>Projektna temperatura za difuziju: $\theta_{e, dif} = -5 \text{ °C}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_i - \theta_{e, dif})}{R_{u, sklop}} = \frac{(20 - (-5))}{0,429} = 58,28 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_{n, dif} = q_{dif} \times R_u$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_{n, dif} = \theta_{n-1, dif} - \Delta\theta_{n, dif}$</p> <p>$\Delta\theta_{1, dif} = 58,28 \times 0,13 = 7,57 \text{ °C}$ $\theta_{1, dif} = 20 - 7,57 = 12,43 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{2, dif} = 58,28 \times 0,014 = 0,82 \text{ °C}$ $\theta_{2, dif} = 12,43 - 0,82 = 11,61 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{3, dif} = 58,28 \times 0,245 = 14,28 \text{ °C}$ $\theta_{3, dif} = 11,61 - 14,28 = -2,67 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{4, dif} = 58,28 \times 0,04 = 2,33 \text{ °C}$ $\theta_{4, dif} = -2,67 - 2,33 = -5,00 \text{ °C}$</p>
Grafik	
Proračun kondenzacije	Nema kondenzacije
Vreme isušenja	-

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA- ALIBUNAR

<p>Proračun kondenzacije</p>	<p>Relativni otpor difuziji vodene pare slojeva</p> <p>Za tlo n: $r_n = d_n + \mu_n$</p> <p>za sloj 1. Beton sa kamenim ag $r_{1,dif} = 0.5 \times 60 = 30$ m</p> <p>za sloj 2. Malter $r_{2,dif} = 0.02 \times 30 = 0.6$ m</p> <p>Zbir relativnih otpora difuzije: $\sum r_{dif} = 30+0.6= 30.6$ m</p> <p>Proračun difuzije vodene pare za spoljni zid SZ</p> <p>-pritisak zasićenja vodene pare</p> <p>$(\theta_{dif} > 0) p = 0.6107 \times (1+\theta_{dif}/109,8)^{0,02}$ kPa</p> <p>$(\theta_{dif} < 0) p = 0.6107 \times (1+\theta_{dif}/149)^{12,03}$ kPa</p> <p>-parcijalni pritisci vodene po slojevima</p> <p>Unutra $(\theta_{i,dif} > 0) p_{int} = 0.6107 \times (1+20/109,8)^{0,02} = 2.337$ kPa</p> <p>Prelaz $(\theta_{i,dif} > 0) p_{s1} = 0.6107 \times (1+12,43/109,8)^{0,02} = 1,44$ kPa</p> <p>Sloj 1 $(\theta_{i,dif} > 0) p_1 = 0.6107 \times (1+11,61/109,8)^{0,02} = 1,37$ kPa</p> <p>Prelaz $(\theta_{i,dif} > 0) p_2 = 0.6107 \times (1+(-2,67)/149)^{12,03} = 0.49$ kPa</p> <p>Spolja $(\theta_{dif} < 0) p_{ext} = 0.6107 \times (1+(-5.00)/149)^{12,03} = 0.401$ kPa</p> <p>Parcijalni pritisci vodene pare u objektu P_{int} i van objekta P_{exp} se izračunavaju:</p> $p_{int} = p'_{int} \times \frac{\varphi_i}{100} = 2.337 \times \frac{55}{100} = 1.285 \text{ kPa}$ $p_{ext} = p'_{ext} \times \frac{\varphi_e}{100} = 0.41 \times \frac{90}{100} = 0.365 \text{ kPa}$ $\Delta p = p_{int} - p_{ext} = 1.285 - 0.365 = 0.92 \text{ kPa}$ <p>p_{int} i p_{ext} su pritisci zasićenja vodene pare u objektu i van njega a φ_i i φ_e relativne vlažnosti vodene pare u i van objekta</p> <p>Jedinična vrednost pada pritiska: $p_j = \frac{\Delta p}{\sum r_{dif}} = \frac{0.92}{30,6} = 0.03 \text{ kPa}$</p> <p>Rad pritiska na slojevima: $\Delta p_n = r_{n,dif} \times p_j$</p> <p>za sloj 1. $\Delta p_1 = 30 \times 0.03 = 0.9$</p> <p>za sloj 2. $\Delta p_2 = 0,6 \times 0.03 = 0.018$</p> <p>Pritisci zasićenja po slojevima:</p> <p>za sloj 1: $p_{s-1} = p_{int} - \Delta p_1 = 1.285 - 0.9 = 0,385$</p> <p>za sloj 2: $p_{s-2} = p_{s-1} - \Delta p_2 = 0,385 - 0.02 = 0.365$</p>
------------------------------	---

3.1.2.4 Letnja stabilnost

Proračun toplotne stabilnosti za letnji period:

Promena po slojevima za koeficijent $S_{2\epsilon}$ (koeficijent upijanja toplote od strane materijala za toplotno delovanje sa periodom oscilacije od 24 h)

$$S_n = 0.0085 \times \sqrt{\rho_n \times C_n \times \lambda_n}$$

Proračun po slojevima:

SPOLJAŠNJI ZID SZ				
slojevi	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg K)]	λ_n [m]	S
Unutra				
1. malter	2100	1050	1,4	14,93
2. armirani beton	2400	960	2,04	18,43
Spolja				

Promena po slojevima za koeficijent D (karakteristika toplotne inercije):

$$D_n = R_n + S_n$$

$$D_1 = 0,014 \times 14,93 = 0,21$$

$$D_2 = 0,245 \times 18,43 = 4,52$$

Promena po slojevima za koeficijent U_u (upijanje toplote) $\frac{W}{m^2K}$

$$U_{un} = (R_n + S_n^2 + U_{un-1}) / (1 + R_n + U_{un-1})$$

Za proračun koeficijenta U_1 usvaja se $U_{un-1} = 8$

$$U_1 = (0,014 \times 14,93^2 + 8) / (1 + 0,014 \times 8) = 11,12/1,112 = 10$$

$$U_2 = (0,245 \times 18,43^2 + 10) / (1 + 0,245 \times 10) = 93,21/3,45 = 27$$

$$e^x = e^{\sum \frac{D_i}{\sqrt{2}}} = 2,718^{\left(\frac{D_1+D_2}{1,41}\right)}$$

$$e^x = 2,718^{3,35} = 28,5$$

$$\text{sloj 1} = (S_1 + 8) / (S_1 + U_1) = (14,93+8)/(14,93+10) = 22,93/24,93 = 0,92$$

$$\text{sloj 2} = (S_2 + U_1) / (S_2 + U_2) = (18,43+10)/(18,43+27) = 28,43/45,43 = 0,63$$

$$\nu = 0,9 \times \text{sloj1} \times \text{sloj2} \times \left(\frac{11,5+U_2}{11,5}\right) \times e^x = 0,52 \times 3,35 \times 28,5 = 49,65$$

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $\nu = 49,65$ je veća od minimalne vrednosti 15, pa konstatujemo da ZADOVOLJAVA

Proračun vremenskog pomaka faze oscilacije temperature građevinske konstrukcije η se određuje prema izrazu:

$$\eta = \frac{1}{15} \left(40,5 \times \sum D_i \cdot \arctg \frac{\alpha_i}{\alpha_i + U_i \times \sqrt{2}} + \arctg \frac{U_e}{U_e + \alpha_e \times \sqrt{2}} \right)$$

Za koeficijente prolaza toplote α_i , α_e usvajaju se vrednosti :

$$\alpha_i = 8 \frac{W}{m^2K} \text{ i } \alpha_e = 11,5 \frac{W}{m^2K}$$

$$\eta = \frac{1}{15} \left(40,5 \times 4,73 \cdot \arctg \frac{8}{8 + 10 \times \sqrt{2}} + \arctg \frac{27}{27 + 11,5 \times \sqrt{2}} \right) =$$

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA- ALIBUNAR

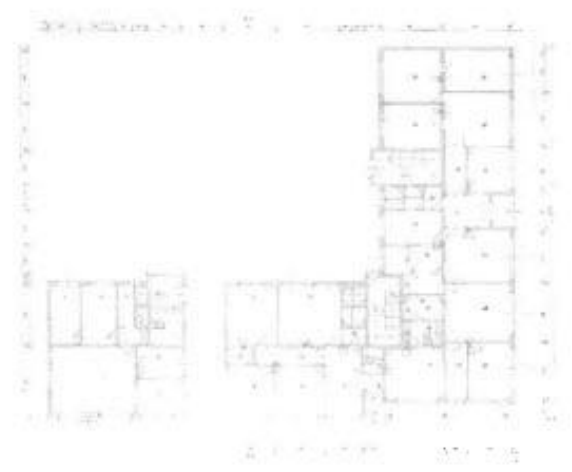
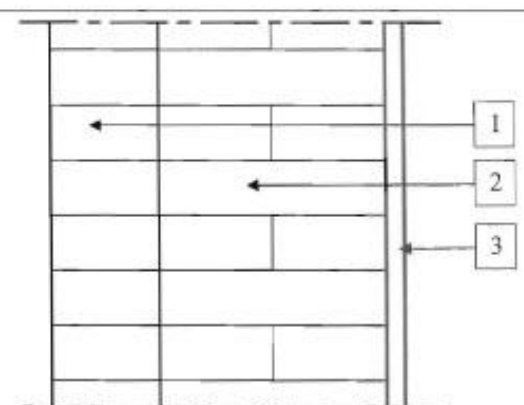
$$\eta = \frac{1}{15} (130 - \arctg 0,36 + \arctg 0,624) = 203,73 / 15 = 13,58 \text{ h}$$

Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 13,58$ je veća od minimalne vrednosti 7, pa konstatujemo da ZADOVOLJAVA

	Vrednosti	Minimum	Zadovoljava
Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature ν [-]	49,65	15	Da
Faktor kašnjenja oscilacije temperature η [h]	13,58	7	Da

3.1.3 Spoljni zidovi

3.1.3.1. Sastav, ilustracija

Broj	3																												
Oznaka	SZ3 - fasadna cigla																												
Ilustracija položaja u zgradi																													
Površina [m ²]	328,04 m ²																												
Sastav sklopa	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sljevi</th> <th>P (kg/m³)</th> <th>C (J/kgK)</th> <th>μ</th> <th>dm(m)</th> <th>λm(m)</th> <th>dm / λm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Puna opeka</td> <td>1600</td> <td>920</td> <td>13</td> <td>0,12</td> <td>0,79</td> <td>0,152</td> </tr> <tr> <td>2. Puna opeka</td> <td>1600</td> <td>920</td> <td>13</td> <td>0,24</td> <td>0,79</td> <td>0,304</td> </tr> <tr> <td>3. malter</td> <td>2100</td> <td>1050</td> <td>30</td> <td>0,02</td> <td>1,4</td> <td>0,014</td> </tr> </tbody> </table>	Sljevi	P (kg/m ³)	C (J/kgK)	μ	dm(m)	λm(m)	dm / λm	1. Puna opeka	1600	920	13	0,12	0,79	0,152	2. Puna opeka	1600	920	13	0,24	0,79	0,304	3. malter	2100	1050	30	0,02	1,4	0,014
Sljevi	P (kg/m ³)	C (J/kgK)	μ	dm(m)	λm(m)	dm / λm																							
1. Puna opeka	1600	920	13	0,12	0,79	0,152																							
2. Puna opeka	1600	920	13	0,24	0,79	0,304																							
3. malter	2100	1050	30	0,02	1,4	0,014																							
Skica sklopa																													
Ventilisanost sklopa	Neventilisan																												

3.1.3.2. Prolaz toplote i polje temperature

Tabelarni prikaz	Opis	λ [W/mK]	R [(m ² ·K)/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]
	Unutra				20
	Prelaženje toplote		0,13	2,42	17,58
	3. Malter	1,4	0,014	0,26	17,32
	2. Puna opeka	0,79	0,304	2,23	15,09
	1. Puna opeka	0,79	0,152	27,12	12,03
	Prelaženje toplote		0,04	0,74	- 14,26
	Spolja				- 15
	Ukupni otpor		0,64		
Proračun promene temperature po slojevima	<p>Ukupan otpor konstrukcije: $R_u = 1,884 \frac{m^2 K}{W}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{R_u} = \frac{(20 - (-15))}{0,64} = 54,6875 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_u = q \times R_u$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_u = \theta_{u-1} - \Delta\theta_u$</p> <p>$\Delta\theta_1 = 54,6875 \times 0,13 = 7,11 \text{ °C}$ $\theta_1 = 20 - 7,11 = 12,89 \text{ °C}$ $\Delta\theta_2 = 54,6875 \times 0,014 = 0,77 \text{ °C}$ $\theta_2 = 12,89 - 0,77 = 12,12 \text{ °C}$ $\Delta\theta_3 = 54,6875 \times 0,304 = 16,62 \text{ °C}$ $\theta_3 = 12,12 - 16,62 = -4,5 \text{ °C}$ $\Delta\theta_4 = 54,6875 \times 0,152 = 8,31 \text{ °C}$ $\theta_4 = -4,5 - 8,31 = -12,81 \text{ °C}$ $\Delta\theta_5 = 54,6875 \times 0,04 = 2,19 \text{ °C}$ $\theta_5 = -12,81 - 2,19 = -15 \text{ °C}$</p>				
Grafik temperatura					
Površinski koeficijent prolaza toplote U [W/(m ² K)]	$U = \frac{1}{0,13 + 0,014 + 0,152 + 0,304 + 0,04} = \frac{1}{0,64} = 1,56 \text{ W/m}^2\text{K}$				

3.1.3.3. Difuzija vodene pare i isušenje

Tabelarni prikaz	Opis	μ [-]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	p' [Pa]	p_s [Pa]
	Unutra			20	2.337	
	Prelaženje		5,08	14,92	1,7	1.285
	3. Malter	30	0,56	14,36	1,64	1.012
	2. Puna opeka	13	11,87	2,49	0,73	0.467
	1. Puna opeka	13	5,93	-3,44	0,46	0.365
	Prelaženje		1,56	-5	0.401	
	Spolja			-5		
Proračun promene temperature po slojevima kod difuzije	<p>Projektna temperatura za difuziju: $\theta_{e,ot} = -5 \text{ °C}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_i - \theta_{e,dif})}{R_u} = \frac{(20 - (-5))}{0,64} = 39,06 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_{n,dif} = q_{dif} \times R_u$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_{n,dif} = \theta_{n-1,dif} - \Delta\theta_{n,dif}$</p> <p>$\Delta\theta_{1,dif} = 39,06 \times 0,13 = 5,08 \text{ °C}$ $\theta_{1,dif} = 20 - 5,08 = 14,92 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{2,dif} = 39,06 \times 0,014 = 0,56 \text{ °C}$ $\theta_{2,dif} = 14,92 - 0,56 = 14,36 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{3,dif} = 39,06 \times 0,304 = 11,87 \text{ °C}$ $\theta_{3,dif} = 14,36 - 11,87 = 2,49 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{4,dif} = 39,06 \times 0,152 = 5,93 \text{ °C}$ $\theta_{4,dif} = 2,49 - 5,93 = -3,44 \text{ °C}$ $\Delta\theta_{5,dif} = 39,06 \times 0,04 = 1,56 \text{ °C}$ $\theta_{5,dif} = -3,44 - 1,56 = -5,00 \text{ °C}$</p>					
Grafik						
Proračun kondenzacije	Nema kondenzacije					
Vreme isušenja	-					

<p>Proračun kondenzacije</p>	<p>Relativni otpor difuziji vodene pare slojeva</p> <p>Za tlo n: $r_n = d_n + \mu_n$</p> <p>za sloj 1. Silikatna puna opeka $r_{1,dif} = 0.12 \times 13 = 1.56$ m</p> <p>za sloj 2. Silikatna puna opeka $r_{2,dif} = 0.24 \times 13 = 3,12$ m</p> <p>za sloj 3. Malter $r_{3,dif} = 0.02 \times 30 = 0.6$ m</p> <p>Zbir relativnih otpora difuzije: $\sum r_{dif} = 1,56+3,12+0,6= 5,28$m</p> <p>Proračun difuzije vodene pare za spoljni zid SZ</p> <p>-pritisak zasićenja vodene pare</p> <p>$(\theta_{dif} > 0)p' = 0.6107 \times (1+\theta_{dif}/109,8)^{8,02}$ kPa</p> <p>$(\theta_{dif} < 0)p' = 0.6107 \times (1+\theta_{dif}/149)^{12,03}$ kPa</p> <p>-parcijalni pritisci vodene po slojevima</p> <p>Unutra $(\theta_{i,dif} > 0)p'_{int} = 0.6107 \times (1+20/109,8)^{8,02} = 2.337$ kPa</p> <p>Prelaz $(\theta_{i,dif} > 0)p'_{s1} = 0.6107 \times (1+14,92/109,8)^{8,02} = 1,7$ kPa</p> <p>Sloj 1 $(\theta_{i,dif} > 0)p'_{-1} = 0.6107 \times (1+14,36/109,8)^{8,02} = 1,64$kPa</p> <p>Sloj 2 $(\theta_{i,dif} > 0)p'_{-2} = 0.6107 \times (1+2,49/109,8)^{8,02} = 0,73$ kPa</p> <p>Prelaz $(\theta_{i,dif} > 0)p'_{-3} = 0.6107 \times (1+(-3,44)/149)^{12,03} = 0.46$ kPa</p> <p>Spolja $(\theta_{dif} < 0)p'_{ext} = 0.6107 \times (1+(-5.00)/149)^{12,03} = 0.401$ kPa</p> <p>Parcijalni pritisci vodene pare u objektu P_{int} i van objekta P_{exp} se izračunavaju:</p> <p>$p_{int} = p'_{int} \times \frac{\varphi_i}{100} = 2.337 \times \frac{55}{100} = 1.285$ kPa</p> <p>$p_{ext} = p'_{ext} \times \frac{\varphi_e}{100} = 0.41 \times \frac{90}{100} = 0.365$ kPa</p> <p>$\Delta p = p_{int} - p_{ext} = 1.285 - 0.365 = 0.92$ kPa</p> <p>p_{int} i p_{ext} su pritisci zasićenja vodene pare u objektu i van njega a φ_i i φ_e relativne vlažnosti vodene pare u i van objekta</p> <p>Jedinična vrednost pada pritiska: $p_j = \frac{\Delta p}{\sum r_{dif}} = \frac{0.92}{5,28} = 0.174$ kPa</p> <p>Rad pritiska na slojevima: $\Delta p_n = r_{n,dif} \times p_j$</p> <p>za sloj 1. $\Delta p_1 = 1.56 \times 0.174 = 0.273$</p> <p>za sloj 2. $\Delta p_2 = 3,12 \times 0.174 = 0.543$</p> <p>za sloj 3. $\Delta p_3 = 0.6 \times 0.174 = 0.102$</p> <p>Pritisci zasićenja po slojevima:</p> <p>za sloj 1: $p_{s,-1} = p_{int} - \Delta p_1 = 1.285 - 0.273 = 1.012$</p> <p>za sloj 2: $p_{s,-2} = p_{s,-1} - \Delta p_2 = 1.012 - 0.545 = 0.467$</p> <p>za sloj 3: $p_{s,-3} = p_{s,-2} - \Delta p_3 = 0.467 - 0.102 = 0.365$</p>
------------------------------	---

3.1.3.4. Letnja stabilnost

Proračun toplotne stabilnosti za letnji period:

Promena po slojevima za koeficijent S_{24} (koeficijent upijanja toplote od strane materijala za toplotno delovanje sa periodom oscilacije od 24 h)

$$S_n = 0.0085 \times \sqrt{\rho_n \times C_n \times \lambda_n}$$

Proračun po slojevima:

SPOLJAŠNJI ZID SZ				
slojevi	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg K)]	λ [m]	S
3. Malter	2100	1050	1.40	14.93
2. Silikatna puna opeka	1600	920	0.79	9,116
1. Silikatna puna opeka	1600	920	0.79	9,166

Promena po slojevima za koeficijent D (karakteristika toplotne inercije):

$$D_n = R_n + S_n$$

$$D_1 = 0.014 \times 14,93 = 0.21$$

$$D_2 = 0,304 \times 9,116 = 2,772$$

$$D_3 = 0,152 \times 9,116 = 1,386$$

Promena po slojevima za koeficijent U_i (upijanje toplote) $\frac{W}{m^2K}$

$$U_{un} = (R_n + S_n^2 + U_{un-1}) / (1 + R_n + U_{un-1})$$

Za proračun koeficijenta U_1 usvaja se $U_{un-1} = 8$

$$U_1 = (0.014 \times 14,93^2 + 8) / (1 + 0.014 \times 8) = 11,12/1,112 = 10$$

$$U_2 = (0,304 \times 9,116^2 + 10) / (1 + 0,304 \times 10) = 35,26/4,04 = 8,73$$

$$U_3 = (0,152 \times 9,116^2 + 8,73) / (1 + 0,152 \times 8,73) = 21,36/2,33 = 9,17$$

$$e^x = e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} = 2.718^{\left(\frac{D_1 + D_2 + D_3}{1.41}\right)}$$

$$e^x = 2.718^{3,098} = 22,15$$

$$\text{sloj 1} = (S_1 + 8) / (S_1 + U_1) = (14,93 + 8) / (14,93 + 10) = 22,93/24,93 = 0,92$$

$$\text{sloj 2} = (S_2 + U_1) / (S_2 + U_2) = (9,116 + 10) / (9,116 + 8,73) = 19,116/17,85 = 1,07$$

$$\text{sloj 3} = (S_3 + U_2) / (S_3 + U_3) = (9,116 + 8,73) / (9,116 + 9,17) = 17,853/15,29 = 1,17$$

$$v = 0.9 \times \text{sloj1} \times \text{sloj2} \times \text{sloj3} \times \text{sloj4} \times \left(\frac{11,5 + U_3}{11,5}\right) \times e^x = 1,04 \times 1,8 \times 22,15 = 41,46$$

Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature $v = 41,46$ je veća od minimalne vrednosti 15, pa konstatujemo da ZADOVOLJAVA

Proračun vremenskog pomaka faze oscilacije temperature građevinske konstrukcije η se određuje prema izrazu:

$$\eta = \frac{1}{15} \left(40.5 \times \sum D - \arctg \frac{\alpha_i}{\alpha_i + U_i \times \sqrt{2}} + \arctg \frac{U_e}{U_e + \alpha_e \times \sqrt{2}} \right)$$

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA- ALIBUNAR

Za koeficijente prolaza toplote α_i i α_e usvajaju se vrednosti :

$$\alpha_i = 8 \frac{W}{m^2K} \text{ i } \alpha_e = 11.5 \frac{W}{m^2K}$$

$$\eta = \frac{1}{15} (40.5 \times 4,368 - \arctg \frac{8}{8 + 10 \times \sqrt{2}} + \arctg \frac{9,17}{9,17 + 11,5 \times \sqrt{2}}) =$$

$$\eta = \frac{1}{15} (176,904 - \arctg 0,36 + \arctg 0,36) = 176,904 / 15 = 11,79 \text{ h}$$


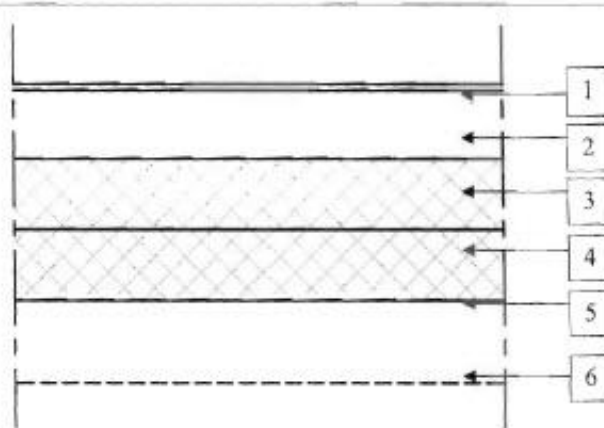
Faktor kašnjenja oscilacije temperature $\eta = 11,79$ je veća od minimalne vrednosti 7, pa konstatujemo da ZADOVOLJAVA

	Vrednosti	Minimum	Zadovoljava
Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature ν [-]	41,46	15	Da
Faktor kašnjenja oscilacije temperature η [h]	11,79	7	Da

$$U = \frac{(U_1 \times A_1) + (U_2 \times A_2) + (U_3 \times A_3)}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{222,9 + 527,65 + 511,74}{975,08} = 1,29$$

3.1.4. Pod na tlu, podna obloga - industrijski pod

3.1.4.1. Sastav, ilustracija

Broj	1																																																	
Oznaka	PO 1 – industrijski pod																																																	
Ilustracija položaja u zgradi																																																		
Površina [m ²]	1008,65 m ²																																																	
Sastav sklopa	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Slojevi</th> <th>ρ(kg/m³)</th> <th>C(J/kgK)</th> <th>μ</th> <th>dm(m)</th> <th>Am(m)</th> <th>dm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. idustrijski pod</td> <td>1200</td> <td>1880</td> <td>500</td> <td>0,005</td> <td>0,19</td> <td>0,0253</td> </tr> <tr> <td>2. cementni estrajh</td> <td>2200</td> <td>1050</td> <td>30</td> <td>0,055</td> <td>1,4</td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>3. beton</td> <td>2500</td> <td>1050</td> <td>10</td> <td>0,06</td> <td>2,330</td> <td>0,026</td> </tr> <tr> <td>4. hidroizolacija</td> <td>1100</td> <td>1460</td> <td>14000</td> <td>0,015</td> <td>0,190</td> <td>0,079</td> </tr> <tr> <td>5. beton</td> <td>2500</td> <td>1050</td> <td>10</td> <td>0,06</td> <td>2,330</td> <td>0,026</td> </tr> <tr> <td>6. nasuta zemlja</td> <td>1700</td> <td>840</td> <td>1</td> <td>0,50</td> <td>2,1</td> <td>0,238</td> </tr> </tbody> </table>	Slojevi	ρ (kg/m ³)	C(J/kgK)	μ	dm(m)	Am(m)	dm	1. idustrijski pod	1200	1880	500	0,005	0,19	0,0253	2. cementni estrajh	2200	1050	30	0,055	1,4	0,04	3. beton	2500	1050	10	0,06	2,330	0,026	4. hidroizolacija	1100	1460	14000	0,015	0,190	0,079	5. beton	2500	1050	10	0,06	2,330	0,026	6. nasuta zemlja	1700	840	1	0,50	2,1	0,238
Slojevi	ρ (kg/m ³)	C(J/kgK)	μ	dm(m)	Am(m)	dm																																												
1. idustrijski pod	1200	1880	500	0,005	0,19	0,0253																																												
2. cementni estrajh	2200	1050	30	0,055	1,4	0,04																																												
3. beton	2500	1050	10	0,06	2,330	0,026																																												
4. hidroizolacija	1100	1460	14000	0,015	0,190	0,079																																												
5. beton	2500	1050	10	0,06	2,330	0,026																																												
6. nasuta zemlja	1700	840	1	0,50	2,1	0,238																																												
Skica sklopa																																																		
Ventilisanost sklopa	neventilisan																																																	
Parametri ventilisanosti																																																		

3.1.3.2 Prolaz toplote i polje temperature

Tabelarni prikaz	Opis	λ [W/mK]	R [(m ² ·K)/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]
	Unutra				20
	Prelaženje toplote		0,17	4,92	15,08
	1. idustrijski pod	0,19	0,0263	0,76	14,32
	2. cementni estrajh	1,4	0,04	1,16	13,16
	3. beton	2,330	0,026	0,75	12,14
	4. hidroizolacija	0,190	0,079	2,28	10,13
	5. beton	2,330	0,026	0,75	9,38
	6. nabijeni kamen	2,1	0,238	6,88	3,41
	Spolja				2,5
	Ukupni otpor		0,605		
Proračun promene temperature po slojevima	<p>Izračunavanje temperature tla:</p> $\theta_i - \theta_{tla} = (\theta_i - \theta_e) F_x$ $20 - \theta_{tla} = (20 - (-15)) \times 0,5$ $\theta_{tla} = 2,5 \text{ °C}$ <p>Ukupan otpor konstrukcije: $R_u = 0,605 \frac{m^2 K}{W}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_i - \theta_e)}{R_u} = \frac{(20 - 2,5)}{0,605} = 28,93 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_u = q \times R_u$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_u = \theta_{u-1} - \Delta\theta_u$</p> $\Delta\theta_1 = 28,93 \times 0,17 = 4,92 \text{ °C} \quad \theta_1 = 20 - 4,92 = 15,08 \text{ °C}$ $\Delta\theta_2 = 28,93 \times 0,0263 = 0,76 \text{ °C} \quad \theta_2 = 15,08 - 0,76 = 14,32 \text{ °C}$ $\Delta\theta_3 = 28,93 \times 0,04 = 1,16 \text{ °C} \quad \theta_3 = 14,32 - 1,16 = 13,16 \text{ °C}$ $\Delta\theta_4 = 28,93 \times 0,026 = 0,75 \text{ °C} \quad \theta_4 = 13,16 - 0,75 = 12,14 \text{ °C}$ $\Delta\theta_5 = 28,93 \times 0,079 = 2,28 \text{ °C} \quad \theta_5 = 12,14 - 2,28 = 10,13 \text{ °C}$ $\Delta\theta_6 = 28,93 \times 0,026 = 0,75 \text{ °C} \quad \theta_6 = 10,13 - 0,75 = 9,38 \text{ °C}$ $\Delta\theta_7 = 28,93 \times 0,238 = 6,88 \text{ °C} \quad \theta_7 = 9,38 - 6,88 = 2,5 \text{ °C}$				
Grafik temperatura					
Površinski koeficijent prolaza toplote industrijski pod U_1 [W/(m ² K)]	$U_1 = \frac{1}{0,17 + 0,0263 + 0,04 + 0,026 + 0,079 + 0,026 + 0,238} \quad U_1 = 1,65$				

3.1.3.3. Difuzija vodene pare i isušenje

Proračun difuzije vodene pare nije potreban	
---	--

3.1.3.4. Letnja stabilnost

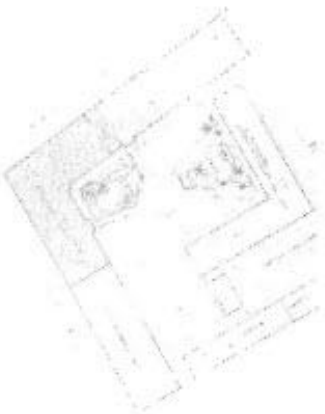
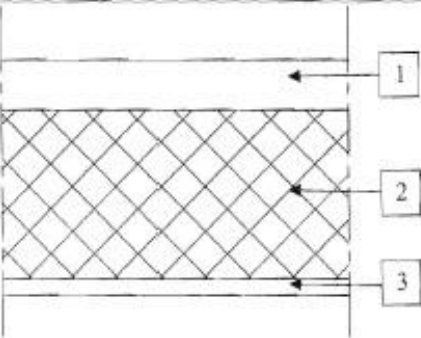
Ne vrši se proračun, obzirom da slop ne potpada pod netransparentne spoljne građevinske elemente, shodno članu 3.2. pravilnika o EE

Ne postavlja se uslov za proveru vrednosti faktora prigušenja amplitude oscilacije temperature V i faktora kašnjenja oscilacije temperature τ .

Ne postavljaju se uslovi	
--------------------------	--

3.1.5. Medjuspratna konstrukcija ispod negrejanog prostora

3.1.5.1. Sastav, ilustracija

Broj	1																												
Oznaka	MK –fert na mestu betona																												
Ilustracija položaja u zgradi																													
Površina (m ²)	1319,17 m²																												
Sastav sklopa	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Slojevi</th> <th>ρ(kg/m³)</th> <th>C(J/kgK)</th> <th>μ</th> <th>dm(m)</th> <th>λm(m)</th> <th>dm /λm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. polistiren</td> <td>30</td> <td>1260</td> <td>60</td> <td>0,06</td> <td>0,041</td> <td>1,46</td> </tr> <tr> <td>2. AB ploča</td> <td>2500</td> <td>1050</td> <td>10</td> <td>0,20</td> <td>2,330</td> <td>0,086</td> </tr> <tr> <td>3. krečni malter</td> <td>1600</td> <td>1050</td> <td>10</td> <td>0,02</td> <td>0,010</td> <td>0,025</td> </tr> </tbody> </table>	Slojevi	ρ (kg/m ³)	C(J/kgK)	μ	dm(m)	λ m(m)	dm / λ m	1. polistiren	30	1260	60	0,06	0,041	1,46	2. AB ploča	2500	1050	10	0,20	2,330	0,086	3. krečni malter	1600	1050	10	0,02	0,010	0,025
Slojevi	ρ (kg/m ³)	C(J/kgK)	μ	dm(m)	λ m(m)	dm / λ m																							
1. polistiren	30	1260	60	0,06	0,041	1,46																							
2. AB ploča	2500	1050	10	0,20	2,330	0,086																							
3. krečni malter	1600	1050	10	0,02	0,010	0,025																							
Skica sklopa																													
Ventilisanost sklopa	Neventilisan																												
Parametri																													

3.1.5.2. Prolaz toplote i polje temperature

Tabelarni prikaz	Opis	λ [W/mK]	R [(m ² ·K)/W]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]
	Unutra				20
	Prelaženje toplote		0.10	1,58	18,42
	3. krečni malter	0.810	0.025	0,39	-6,42
	2. beton	2.330	0.0858	1,35	-6,03
	1. polistiren	0.041	1.46	23,1	-4,68
	Prelaženje toplote		0.10	1,58	-
	Spolja				
	Ukupni otpor		1,77		
Proračun Promene Temperature po slojevima	<p>Izacunavanje temperature tavana:</p> $\theta_l - \theta_{tav} = (\theta_l - \theta_e) F_x \quad 20 - \theta_{tav} = (20 - (-15)) \times 0.8$ $\theta_{tav} = -8 \text{ °C}$ <p>Ukupan otpor konstrukcije: $R_u = 1,77 \frac{m^2 K}{W}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_l - \theta_e)}{R_u} = \frac{(20 - (-8))}{1,77} = 15,82 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_n = q \times R_n$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_n = \theta_{n-1} - \Delta\theta_n$</p> $\Delta\theta_1 = 15,82 \times 0,10 = 1,58 \text{ °C} \quad \theta_1 = 20 - 1,58 = 18,42 \text{ °C}$ $\Delta\theta_2 = 15,82 \times 0,025 = 0,39 \text{ °C} \quad \theta_2 = 18,42 - 0,39 = 18,03 \text{ °C}$ $\Delta\theta_3 = 15,82 \times 0,0858 = 1,35 \text{ °C} \quad \theta_3 = 18,03 - 1,35 = 16,68 \text{ °C}$ $\Delta\theta_4 = 15,82 \times 1,46 = 23,1 \text{ °C} \quad \theta_4 = 16,68 - 23,1 = -6,42 \text{ °C}$ $\Delta\theta_5 = 15,82 \times 0,10 = 1,58 \text{ °C} \quad \theta_5 = -6,42 - 1,58 = -8 \text{ °C}$				
Grafik temperatura					
Površinski koeficijent prolaza toplote BETON U_1 [W/(m ² K)]	$U_1 = \frac{1}{0.10 + 1.46 + 0.0858 + 0.025 + 0.10} = 0.55$				

3.1.5.3. Difuzija vodene pare i isušenje

Za izračunavanje difuzije vodene pare i isušenje korist ćemo površinski koeficijent prolaza toplote U_1 zbog lošijeg dobijenog koeficijenta i veće mogućnosti nastanka difuzije vodene pare i potencijalnog isušivanja.

Tabelarni prikaz	Opis	μ [-]	$\Delta\theta$ [°C]	θ [°C]	p' [Pa]	p_s [Pa]
	Unutra			20	2.337	
	Prelaženje		1,41	18,59	2.245	1.285
	1. krečni malter	10	0,35	18,24	2.222	1.275
	2. beton	10	1,21	17,03	2.146	1.390
	3. polistiren	40	20,62	-3,59	0.424	0.385
	Prelaženje		1,41	-5,00	0.401	
	Spolja			-5		
Proračun promene temperature po slojevima kod difuzije	<p>Projektna temperatura za difuziju: $\theta_{e,dif} = -5 \text{ °C}$</p> <p>Gustina toplotnog toka kroz sklop: $q = \frac{(\theta_1 - \theta_{e,dif})}{R_u} = \frac{(20 - (-5))}{1,77} = 14,124 \frac{W}{m^2}$</p> <p>Promena temperature po slojevima: $\Delta\theta_{n,dif} = q_{dif} \times R_u$</p> <p>Temperature po slojevima: $\theta_{n,dif} = \theta_{n-1,dif} - \Delta\theta_{n,dif}$</p> <p>$\Delta\theta_{1,dif} = 14,124 \times 0,100 = 1,41 \text{ °C}$ $\theta_{1,dif} = 20 - 1,41 = 18,59 \text{ °C}$</p> <p>$\Delta\theta_{2,dif} = 14,124 \times 0,025 = 0,35 \text{ °C}$ $\theta_{2,dif} = 18,59 - 0,35 = 18,24 \text{ °C}$</p> <p>$\Delta\theta_{3,dif} = 14,124 \times 0,0858 = 1,21 \text{ °C}$ $\theta_{3,dif} = 18,24 - 1,21 = 17,03 \text{ °C}$</p> <p>$\Delta\theta_{4,dif} = 14,124 \times 1,46 = 20,62 \text{ °C}$ $\theta_{4,dif} = 17,03 - 20,62 = -3,59 \text{ °C}$</p> <p>$\Delta\theta_{5,dif} = 14,124 \times 0,100 = 1,41 \text{ °C}$ $\theta_{6,dif} = -3,59 - 1,41 = -5,00 \text{ °C}$</p>					
Grafik						
Proračun kondenzacije	Nema kondenzacije					
Vreme isušenja	-					

<p>Proračun kondenzacije</p>	<p>Relativni otpor difuziji vodene pare slojeva</p> <p>Za tlo n: $r_n = d_n + \mu_n$</p> <p>za sloj 1. krečni malter $r_{1,dif} = 0.02 \times 10 = 0.2 \text{ m}$</p> <p>za sloj 2. beton $r_{2,dif} = 0.20 \times 10 = 2 \text{ m}$</p> <p>za sloj 3. polistiren $r_{3,dif} = 0.6 \times 40 = 24 \text{ m}$</p> <p>Zbir relativnih otpora difuzije: $\sum r_{dif} = 0.2 + 2 + 24 = 26.2$</p> <p>Proračun difuzije vodene pare za spoljni zid SZ</p> <p>-pritisak zasićenja vodene pare</p> <p>$(\theta_{dif} > 0) p' = 0.6107 \times (1 + \theta_{dif} / 109.8)^{8.02} \text{ kPa}$</p> <p>$(\theta_{dif} < 0) p' = 0.6107 \times (1 + \theta_{dif} / 149)^{12.03} \text{ kPa}$</p> <p>-parcijalni pritisci vodene po slojevima</p> <p>Unutra $(\theta_{i,dif} > 0) p'_{int} = 0.6107 \times (1 + 20 / 109.8)^{8.02} = 2.337 \text{ kPa}$</p> <p>Prelaz $(\theta_{i,dif} > 0) p'_{s1} = 0.6107 \times (1 + 18.59 / 109.8)^{8.02} = 2.14 \text{ kPa}$</p> <p>Sloj 1 $(\theta_{i,dif} > 0) p'_1 = 0.6107 \times (1 + 18.24 / 109.8)^{8.02} = 2.09 \text{ kPa}$</p> <p>Sloj 2 $(\theta_{i,dif} > 0) p'_2 = 0.6107 \times (1 + 17.03 / 109.8)^{8.02} = 1.94 \text{ kPa}$</p> <p>Prelaz $(\theta_{i,dif} < 0) p'_3 = 0.6107 \times (1 + (-3.59) / 149)^{12.03} = 0.46 \text{ kPa}$</p> <p>Spolja $(\theta_{i,dif} < 0) p'_{ext} = 0.6107 \times (1 + (-5.00) / 149)^{12.03} = 0.401 \text{ kPa}$</p> <p>Parcijalni pritisci vodene pare u objektu P_{int} i van objekta P_{ext} se izračunavaju:</p> <p>$p_{int} = p'_{int} \times \frac{\varphi_i}{100} = 2.337 \times \frac{55}{100} = 1.285 \text{ kPa}$</p> <p>$p_{ext} = p'_{ext} \times \frac{\varphi_e}{100} = 0.41 \times \frac{90}{100} = 0.365 \text{ kPa}$</p> <p>$\Delta p = p_{int} - p_{ext} = 1.285 - 0.365 = 0.92 \text{ kPa}$</p> <p>$P_{int}$ i P_{ext} su pritisci zasićenja vodene pare u objektu i van njega a φ_i i φ_e relativne vlažnosti vodene pare u i van objekta</p> <p>Jedinična vrednost pada pritiska: $p_i = \frac{\Delta p}{\sum r_{dif}} = \frac{0.92}{26.2} = 0.0351 \text{ kPa}$</p> <p>Rad pritiska na slojevima: $\Delta p_n = r_{n,dif} \times p_i$</p> <p>za sloj 1. $\Delta p_1 = 0.2 \times 0.0351 = 0.00702$</p> <p>za sloj 2. $\Delta p_2 = 2 \times 0.0351 = 0.0702$</p> <p>za sloj 3. $\Delta p_3 = 24 \times 0.0351 = 0.8424$</p> <p>Pritisci zasićenja po slojevima:</p> <p>za sloj 1: $p_{s-1} = p_{int} - \Delta p_1 = 1.285 - 0.00702 = 1.27517$</p> <p>za sloj 2: $p_{s-2} = p_{s-1} - \Delta p_2 = 1.2779 - 0.0702 = 1.20778$</p> <p>za sloj 3: $p_{s-3} = p_{s-2} - \Delta p_3 = 1.20778 - 0.8424 = 0.365$</p>
------------------------------	---

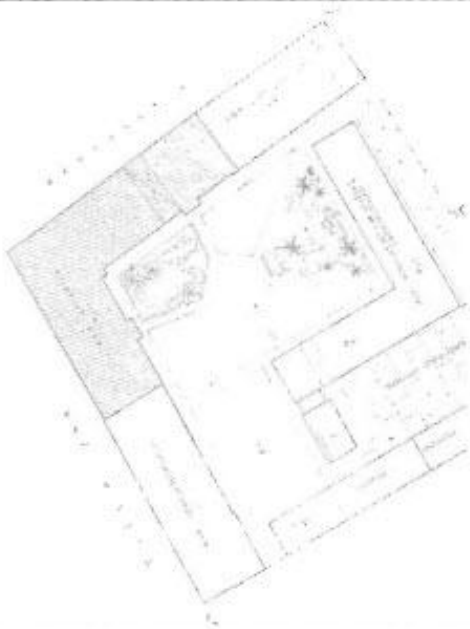
3.1.5.4. Letnja stabilnost

Ne vrši se proračun, obzirom da sklop ne potpada pod netransparentne spoljne građevinske elemente, shodno članu 3.2. pravilnika o EE

Ne postavlja se uslov za proveru vrednosti faktora prigušenja amplitude oscilacije temperature V i faktora kašnjenja oscilacije temperature τ .

Ne postavljaju se uslovi	
--------------------------	--

3.1.6. Prozori i balkonska vrata

Broj	1
Oznaka	PR i VT
Ilustracija položaja u zgradi	
Površina (m ²)	Spoljne dimenzija prozora : 416,53 m ² Dimenzija stakla A _g = 329 m ² Dimenzija okvira A _v = 87,53 m ² Dužina kontakta stakla i rama l _g = 1749,43 m
Opis	Drveni prozori sa dvostrukim staklom
Koficijent prolaza toplote U [W/(m ² K)]	U skladu sa poglavljem 3.4 Toplotna zaštita i gubici toplote - metod proračuna za vrednosti koeficijenta prolaza toplote za prozore bez termoizolacionog stakla, usvaja se koeficijent prolaza toplote U_w = 3,5 W/m²K.

Izračunavanje koeficijenta prolaza toplote transparentnog građevinskog materijala U_w:

U_g - proračunska vrednost (tabela 3.4.1.4 pravilnika EE, toplotna svojstva transparentnih građevinskih elemenata - STAKLO)

tip stakla	U _g W/m ² K	g
2-struko, prozirno, 6-8-6 mm	3,2	0,71

U_f - proračunska vrednost (tabela 3.4.1.6 pravilnika EE, koeficijent prolaza toplote okvira - PVC - okvir)

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA– ALIBUNAR

materijal	Tip okvira - profil	U_f W/m ² K
Drveni okvir	2-struko	0,04

Ψ_g - proračunska vrednost (tabela 3.4.1.8 pravilnika EE, koeficijent korekcije – faktor korekcije temperature za toplotne mostove između okvira i stakla)

3.2. Pregled koeficijenata prolaza toplote kroz termički omotač zgrade

Položaj	oznaka	U [W/(m ² K)]	U_{max} [W/(m ² K)]	Ispunjeno DA / NE
Spoljni zidovi	SZ	1,29	0,40	NE
Podovi	PO	1,65	0,40	NE
Međuspratna konstrukcija ispod negrejanog prostora	MK	0,55	0,40	NE
Prozori i vrata	PR i VR	3,5	1,50	NE

4. PODACI O TERMOTEHNIČKIM SISTEMIMA

4.1 Izvod iz tehničkog opisa

4.1.4 Sistem grejanja

Izvor snabdevanja toplotnom energijom za grejanje i sistem grejanja:

Grejanje predmetnog objekta se vrši centralnim sistemom grejanja sa daljinskim sistemom. Gas je osnovni energent.

Grejni fluid je u primarnom delu vrela voda temperature 130/75°C, a u sekundarnom delu 90/70°C. Kao grejna tela u objektu su ugrađeni čelični člankasti radijatori.

4.1.5 Sistem klimatizacije

Objekat nije snabdeven uređajima za klimatizaciju

4.1.6 Sistem za pripremu STV

Sistem za pripremu tople sanitarne vode je lokalni. U kupatilu su ugrađeni akumulacioni bojler zapremine 80 litara koji za zagrevanje koristi električnu energiju.

Podaci o termotehničkim sistemima u zgradi	
Sistem za grejanje (lokalni, etažni, centralni, daljinski)	Centralni
Toplotni izvor	Zemni gas
Sistem za pripremu STV (lokalni, centralni, daljinski)	Lokalni
Toplotni izvor za STV	Električna energija
Sistem za hlađenje (lokalni, etažni, centralni, daljinski)	/
Izvor energije koji se koristi za hlađenje	/
Ventilacija (prirodna, mehanička, mehanička sa rekuperacijom)	Prirodna
Izvor energije za ventilaciju	/
Vrsta i način korišćenja sistema sa obnovljivim izvorima	/
Udeo OIE u potrebnoj toploti za grejanje i STV [%]	0%

4.2 Gubici toplote

4.2.1 Faktor oblika zgrade i udeo transparentnih površina

Podaci o zgradi	
Neto površina grejanog dela zgrade A_f [m ²]	1599,1 m ²
Zapremina grejanog dela zgrade V_e [m ³]	6747,2 m ³ (bruto)
Faktor oblika f_0 [m ⁻¹]	$3719,43 / 6747,2 = 0,55 \text{ m}^{-1}$
Udeo transparentnih površina [%]	$416,53 / 3719,43 = 0,112$ ili 11%

4.2.2 Transmisioni gubici toplote zgrade H_T [W/K]

4.2.2.1 Površinski transmisioni gubici H_{TS} [W/K]

Opis građevinskog elementa	oznaka	U W/(m ² K)	A (m ²)	F _x	U*A*F _x
Spoljni zidovi	SZ1	1,29	975,08	1.0	1257,85
Podovi	P	1,65	1008,65	0.5	1664,27
Međuspratna konstrukcija ispod negrejanog prostora	MK1	0.55	1319,17	0.8	725,54
Prozori i vrata	PR i VR	3,5	416,53	1.0	1457,86
UKUPNO			3719,43		5123,52

$H_{TS}=5123,52\text{W/K}$

4.2.2.2 Linijski transmisioni gubici H_{TB} [W/K]

$$H_{TB} = 0.1 \cdot \Sigma A = 0.1 \cdot 3719,43 = 371,94$$

$H_{TB} = 387,59\text{W/K}$

4.2.2.3 Ukupni transmisioni gubici H_T [W/K]

$$H_T = H_{TS} + H_{TB} = 5123,52 + 371,94 = 5495,46$$

$H_T = 5495,46\text{W/K}$

4.2.2.4 Specifični transmisioni gubitak toplote zgrade H'_T [W/(m²K)]

$$H'_T = H_T / A = 5495,46\text{W} / 3719,43 = 1,48$$

H'_T [W/(m ² K)]	$H'_{T\max}$ [W/(m ² K)]	Ispunjeno DA / NE
1,48	0.80	NE

4.2.3 Ventilacioni gubici toplote zgrade H_v [W/K]

$$H_v = 0.33 \cdot V \cdot n = 0.33 \text{ Wh/m}^3\text{K} \cdot 5117,09 \cdot 0,8 \text{ h}^{-1} = 1350,91\text{W/K}$$

Zapremina grejanog prostora V [m ³]	5117,09 m ³ (neto)
Zaptivenost prozora	LOŠA
Broj izmena vazduha n [h ⁻¹]	0,8
Koeficijent ventilacionog gubitka [W/K]	1350,91

4.2.4 Ukupni gubici toplote

Podaci o gubicima toplote	[kW]
Transmisioni gubici kroz netransparentni deo omotača zgrade	11,56
Transmisioni gubici kroz prozore i vrata	1,46
Ventilacioni gubici kroz prozore i vrata	4,73
Ukupni gubici toplote	17,75

Transmisioni gubici kroz netransparentni deo omotača zgrade:

$A(\text{netransparentnih delova omotača zgrade}) \times (\Theta_i - \Theta_e) \times 0.0001 =$

$(878,15+1018,32+1206,34) \times (20 - (-15)) \times 0.0001 = 3302,9 \times 35 \times 0.0001 = 11,56 \text{ kW}$

Transmisioni gubici kroz prozore i vrata:

$416,53 \times (20 - (-15)) \times 0.0001 = 416,53 \times 35 \times 0.0001 = 1,46 \text{ kW}$

Ventilacioni gubici kroz prozore i vrata:

$1350,91 \times 35 \times 0.0001 = 4,73 \text{ kW}$

4.3 Ulazni podaci za proračun dobitaka toplote

4.3.1 Orijentacija i površina pozicija

A(m ²)	SZ	T	PR
Z	225,32		89,76
I	278,32		69,42
S	271,64		109,23
J	199,81		147,12
H			

4.3.2 Ulazni podaci za proračun dobitaka od Sunčevog zračenja

Faktor osenčenosti F_{sh}	1
Faktor propustljivosti Sunčevog zračenja za staklo g_{gl}	0,63
Faktor rama F_r	0,15
Emisivnoist spoljne površine zida a_{sc}	0,60
Otpor prelazu toplote za spoljnu stranu zida $R_{s,c}$	0,04

4.3.3 Ulazni podaci za proračun dobitaka toplote od unutrašnjih izvora

Odavanje toplote ljudi Q_{ij} [W/m ²]	2,7
Dobitak od el. uređaja q_{el} [kWh/m ²]	30
Prisutnost tokom dana [h]	16

5. PODACI O SISTEMU GREJANJA I NAČINU REGULACIJE

Подаци о систему грејања	
Uređaj koji se koristi kao izvor (toplotna podstanica)	Kotao (dva)
Instalisani kapacitet [kW]	580
Efikasnost, stepen korisnosti [%]	/
Godina ugradnje	/
Energent	Zemni gas
Donja toplotna moć [kWh/kg] [kWh/m ³]	/
Emisija CO ₂ [kg/m ² a]	/

Подаци о начину регулације	
Automatska regulacija rada kotla/izvora (da / ne)	NE
Centralna regulacija toplotnog učinka (da / ne)	DA
Lokalna regulacija toplotnog učinka (da / ne)	NE
Dnevni prekid u radu sistema (sati u danu)	10
Nedeljni prekid u radu sistema (dana u nedelji)	48
Sezonski prekid u radu sistema (dana u sezoni)	180
Ukupno trajanje grejne sezone (časova)	4320
Broj radnih sati tokom grejne sezone	1680
Prosečan broj osoba u zgradi	65

6. ENERGETSKE POTREBE ZGRADE

6.2. Proračun godišnje porebne finalne energije za grejanje

Proračun potrebne energije za nadoknadu gubitka toplote:

$$Q_{H,ht} = (H_i + H_v) \times HDD \times 24 \times 10^{-3}$$

$$Q_{H,ht} = (5495,46 + 1350,91) \times HDD \times 24 \times 10^{-3}$$

$$Q_{H,ht} = 6846,37 \times HDD \times 24 \times 10^{-3}$$

Broj stepen dana po mesecima za Alibunar(Pančevo) se dobijaju l tabele 6.9 :

HDD = 2712 (Pančevo)

Proračun mesečnih potreba energije za grejanje objekta:

Oktoabar: $Q_{H,ht} = 6846,37 \times 109 \times 24 \times 10^{-3} = 17910.1$

Novembar: $Q_{H,ht} = 6846,37 \times 401 \times 24 \times 10^{-3} = 65889.5$

Decembar: $Q_{H,ht} = 6846,37 \times 571 \times 24 \times 10^{-3} = 93822.6$

Januar: $Q_{H,ht} = 6846,37 \times 630 \times 24 \times 10^{-3} = 103517.1$

Februar: $Q_{H,ht} = 6846,37 \times 493 \times 24 \times 10^{-3} = 8100632$

Mart: $Q_{H,ht} = 6846,37 \times 398 \times 24 \times 10^{-3} = 65696.5$

April: $Q_{H,ht} = 6846,37 \times 110 \times 24 \times 10^{-3} = 18074.4$

Proračun godišnje količine energije koja potiče od dobitaka od sunčevog zračenja:

$$Q_{sol} = Q_{sol,gl} + Q_{sol,c}$$

$Q_{sol,gl}$ - dobitci od stakla

$Q_{sol,c}$ - dobitci od spoljnih zidova

$$Q_{sol} = F_{sh} \times A_{sol} \times I_{sol}$$

$$F_{sh} = F_{hor} \times F_{ov} \times F_{fin} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$Q_{sol,gl} = F_{sh} \times (A_{sol,gl}^j + A_{sol,gl}^{l,z})$$

$$Q_{sol,gl} = F_{sh} \times (A_{sol,gl}^j \times I_{sol}^j \times \tau_{sol}^j + A_{sol,gl}^{l,z} \times I_{sol}^{l,z} \times \tau_{sol}^{l,z})$$

$$A_{sol,gl}^{l,z} = g_{gl}^* \times (1 - F_F^*) \times A_w^* = 0.63 \times (1 - 0.15) \times 159.18 = 85.24$$

g_{gl}^* - iz tabele 3.4.1.4.

F_F^* - factor rama

A_w^* - površina prozora (gradjevinskog otvora na istoku i zapadu)

$$I_{sol}^{l,z} \times \tau_{sol}^{l,z} = 67,21$$

$$A_{sol,gl}^j = 0.63 \times (1 - 0.15) \times 147.12 = 78.78$$

$$I_{sol}^j \times \tau_{sol}^j = 109.22$$

$$A_{sol,gl}^s = 0.63 \times (1 - 0.15) \times 109.23 = 58.49$$

$$I_{sol}^s \times \tau_{sol}^s = 29.16$$

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA- ALIBUNAR

Proračun po mesecima:

Oktobar:

$$Q_{sol,gl} = 1 \times (78,78 \times 109,22 + 85,24 \times 67,21 + 58,49 \times 29,16) / 2 = 8019,45$$

$$Q_{sol,c} = F_{sh} \times A_{sol,c} \times I_{sol} \times \tau_{sol}$$

$$A_{sol,c} = \alpha_{s,c} \times R_{s,c} \times U_c \times A_c$$

$\alpha_{s,c}$ - emisivnost spoljne površine zida (usvaja se vrednost 0,6 za svetlije boje fasade i mermer)

$$R_{s,c} - \text{otpor prelazu toplote za spoljnu stranu zida - srednja vrednost } \frac{1}{25} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$$

U_c - koeficijent prolaza toplote za zid

A_c - površina zida

$$= F_{sh} \times \alpha_{s,c} \times R_{s,c} \times (\sum A_n \times (I_{sol} \times \tau_{sol}) \times U_n)$$

A_n - površina spoljnog omotača (po stranama sveta i hor)

$I_{sol} \times \tau_{sol}$ - srednje sume sunčevog zračenja (po stranama sveta i hor)

U_n - koeficijent provođenja toplote za spoljni omotač (po elementima)

$$Q_{sol,c} = 1 \times 0,6 \times 0,04 \times ((199,81 \times 109,22 \times 1,29) + (503,64 \times 67,21 \times 1,29) + (271,64 \times 29,16 \times 1,29)) / 2 = 984,425$$

$$Q_{sol} = Q_{sol,gl} + Q_{sol,c} = 8019,45 + 984,425 = 9003,875$$

Za mesec oktobar se usvaja 50% - $9003,875 / 2 = 4501,94$

Novembar:

$$Q_{sol,gl} = 1 \times (78,78 \times 66,52 + 85,24 \times 34,67 + 58,49 \times 17,93) = 9244,44$$

$$Q_{sol,c} = 1 \times 0,6 \times 0,04 \times ((257,75 \times 66,52) + (649,69 \times 34,67) + (350,42 \times 17,93)) = 1102,877$$

$$Q_{sol} = Q_{sol,gl} + Q_{sol,c} = 9244,44 + 1102,877 = 10347,32$$

Decembar:

$$Q_{sol,gl} = 1 \times (78,78 \times 52,80 + 85,24 \times 25,53 + 58,49 \times 14,31) = 7172,75$$

$$Q_{sol,c} = 1 \times 0,6 \times 0,04 \times ((257,75 \times 52,8) + (649,69 \times 25,53) + (350,42 \times 14,31)) = 845,04$$

$$Q_{sol} = Q_{sol,gl} + Q_{sol,c} = 7172,75 + 845,04 = 8017,799$$

Januar:

$$Q_{sol,gl} = 1 \times (78,78 \times 64,25 + 85,24 \times 32,57 + 58,49 \times 17,42) = 8856,78$$

$$Q_{sol,c} = 1 \times 0,6 \times 0,04 \times ((257,75 \times 64,25) + (649,69 \times 32,57) + (350,42 \times 17,42)) = 1051,8$$

$$Q_{sol} = Q_{sol,gl} + Q_{sol,c} = 8856,78 + 1051,8 = 9908,58$$

Februar:

$$Q_{sol,gl} = 1 \times (78,78 \times 76,98 + 85,24 \times 55,35 + 58,49 \times 22,38) = 12091,52$$

$$Q_{sol,c} = 1 \times 0,6 \times 0,04 \times ((257,75 \times 76,98) + (649,69 \times 55,35) + (350,42 \times 22,38)) = 1527,46$$

$$Q_{sol} = Q_{sol,gl} + Q_{sol,c} = 12091,52 + 1527,46 = 13618,98$$

Mart:

$$Q_{sol,gl} = 1 \times (78,78 \times 96,43 + 85,24 \times 79,80 + 58,49 \times 36,04) = 16506,89$$

$$Q_{sol,c} = 1 \times 0,6 \times 0,04 \times ((257,75 \times 96,43) + (649,69 \times 79,8) + (350,42 \times 36,04)) = 2143,9$$

$$Q_{sol} = Q_{sol,gl} + Q_{sol,c} = 16506,89 + 2143,9 = 18650,79$$

April:

$$Q_{sol,gl} = 1 \times (78,78 \times 86,73 + 85,24 \times 96,05 + 58,49 \times 44,64) / 2 = 8815,45$$

$$Q_{sol,c} = 1 \times 0,6 \times 0,04 \times ((257,75 \times 86,73) + (649,69 \times 96,05) + (350,42 \times 44,64)) / 2 = 1204,8$$

$$Q_{sol} = Q_{sol,gl} + Q_{sol,c} = 8815,45 + 1204,8 = 10020,25$$

$$\text{Za mesec april se usvaja } 50\% - 10020,25 / 2 = 5010,125$$

Proračun dobitka toplote od ljudi :

Q_{lj} = dobitak toplote od ljudi (tabela 6.5.) x površina objekta x dnevna prisutnost ljudi u časovima (tabela 6.5.) x broj dana grejanja (HD za mesec)

Oktobar:	$Q_{lj} =$	$2,7 \times 1599,1$	$\times 16 \times 15 =$	388581.3
Novembar:	$Q_{lj} =$	$2,7 \times 1599,1$	$\times 16 \times 30 =$	777162.6
Decembar:	$Q_{lj} =$	$2,7 \times 1599,1$	$\times 16 \times 31 =$	803068.02
Januar:	$Q_{lj} =$	$2,7 \times 1599,1$	$\times 16 \times 31 =$	803068.02
Februar:	$Q_{lj} =$	$2,7 \times 1599,1$	$\times 16 \times 28 =$	725351.76
Mart:	$Q_{lj} =$	$2,7 \times 1599,1$	$\times 16 \times 31 =$	803068.02
April:	$Q_{lj} =$	$2,7 \times 1599,1$	$\times 16 \times 15 =$	388581.3

Proračun dobitka toplote od električnih uređaja :

$$Q_{el} = \frac{\text{godinje odavanje toplote od ljudi (tabela 6.5) x površina}}{12 \text{ meseci}}$$

$$Q_{el} = (2,7 \times 1599,1) / 12 = (4317,57) / 12 = 359,8$$

$$\text{Za mesec oktobar se usvaja } 50\% - 359,8 / 2 = 179,9$$

$$\text{Novembar-mart} = 359,8$$

$$\text{Za mesec april se usvaja } 50\% - 359,8 / 2 = 179,9$$

Mesečne vrednosti dobitka od unutrašnjih izvora :

$$Q_{int} = Q_{lj} + Q_{el}$$

$$\text{Oktobar: } Q_{int} = 388,58 + 179,9 = 568,48$$

$$\text{Novembar: } Q_{int} = 777,16 + 359,8 = 1136,96$$

$$\text{Decembar: } Q_{int} = 803,07 + 359,8 = 1162,87$$

$$\text{Januar: } Q_{int} = 803,07 + 359,8 = 1162,87$$

$$\text{Februar: } Q_{int} = 725,35 + 359,8 = 1085,15$$

$$\text{Mart: } Q_{int} = 803,07 + 359,8 = 1162,87$$

$$\text{April: } Q_{int} = 388,58 + 179,9 = 568,48$$

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA– ALIBUNAR

Proračun godišnje potrebe energije za grejanje :

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \times Q_{H,gn} = (Q_T + Q_V) - \eta_{H,gn} \times (Q_{sol} + Q_{int})$$

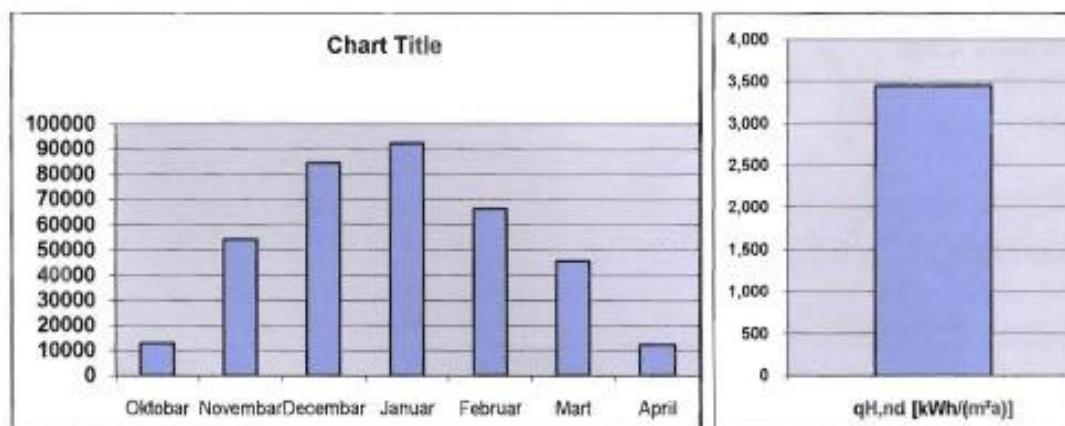
Usvaja se factor iskorišćenja dobitka toplote za period grejanja $\eta_{H,gn} = 0.98$ za srednje teški tip grejanja (tabela 6.1)

Oktobar:	$Q_{H,nd} = 17910.1 - 0.98 (4501.94 + 568.48) = 12941.09$
Novembar:	$Q_{H,nd} = 65889.46 - 0.98 (10347.32 + 1136.96) = 54634.87$
Decembar:	$Q_{H,nd} = 93822.65 - 0.98 (8017.799 + 1162.87) = 84825.59$
Januar:	$Q_{H,nd} = 103517.11 - 0.98 (9908.58 + 1162.87) = 92667.09$
Februar:	$Q_{H,nd} = 81006.25 - 0.98 (13618.98 + 1085.15) = 66596.2$
Mart:	$Q_{H,nd} = 65396.53 - 0.98 (18650.79 + 1162.87) = 45979.14$
April:	$Q_{H,nd} = 18074.42 - 0.98 (5010.125 + 568.48) = 12607.39$

mesec	QH,ht	Qsol,gl	Qsol,c	Qsol	Qlj	Qel	Qint	QH,gn	QH,nd [kWh/a]
oktobar	17910.1	8019.45	984.425	4501.94	388581.3	179.9	568.48	5257.52	12941.09
novembar	65889.46	9244.442	1102.878	10347.32	777162.6	359.8	1136.96	11858.47	54634.87
decembar	93822.65	7172.753	845.0456	8017.799	803068.02	359.8	1162.87	9567.329	84825.59
januar	103517.11	8856.778	1051.802	9908.58	803068.02	359.8	1162.87	11458.11	92667.09
februar	81006.25	12091.52	1527.462	13618.98	725351.76	359.8	1085.15	15053.37	66596.2
mart	65396.53	16506.89	2143.898	18650.79	803068.02	359.8	1162.87	20200.32	45979.14
april	18074.42	8815.45	1204.8	5010.125	388581.3	179.9	568.48	5765.705	12607.39

3700251.3703kWh/a

Dijagram porebne toplote za grejanje po mesecima:



Dijagram potrebne toplote za grejanje po mesecima:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,hd} / A_f = 370251.3703 / 1599.1 = 231.54$$

$$Q_{H,nd, rel} = (Q_{H,hd} / Q_{H,nd, max}) \times 100 \% = 231.54 / 75 \times 100 = 308.72 \%$$

ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI POSTOJEĆEG OBJEKTA DOMA
ZDRAVLJA– ALIBUNAR

Godišnja potrebna energija i energetska razred zgrade, prema Pravilniku o uslovima, sadržaju i postupku izdavanja sertifikata o energetkim svojstvima zgrada:

Zgrade sa više stanova	postojeće	
Energetski razred	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
A+	≤ 15	≤ 10
A	≤ 25	≤ 18
B	≤ 50	≤ 35
C	≤ 100	≤ 70
D	≤ 150	≤ 105
E	≤ 200	≤ 120
F	≤ 250	≤ 150
G	> 250	>150
$Q_{H,nd}$ = 370251.3703 kWh/a		
$q_{H,nd}$ = 231.54 kWh/m ² a		
$Q_{H,nd,rel}$ = 308,72 %		
Razred: G		

autor elaborata:



Danko Vujović, dipl.ing.arh.

Predlog mera za unapređenje energetske efikasnosti zgrade:

1. Postavljanje polistirenskih ploča minimalne debljine 10 cm na spoljne zidove objekta.
2. Postavljanje sloja kamene vune na međuspratnu konstrukciju prema tavanu, minimalne debljine 8 cm i to preko postojeće hidroizolacije. Preko sloja kamene vune postaviti parapropusnu foliju.
3. Ugradnja radijatorskih ventila sa termoglavom radi omogućavanja regulacije temperature po prostorijama
4. Ugradnja novijeg izvora toplote, na primer kotla na prirodni gas, po mogućnosti kondenzacionog. Kvalitetnijim kotlom poveća bi se efikasnost sistema grejanja a smanjili troškovi eksploatacije.
5. Provera mogućnosti grejanja na alternativne sisteme grejanja, kao što su termopumpa, solarna energija, pelet.
6. Zamena svih drvenih prozora i balkonskih vrata elementima urađenim od PVC okvira sa staklenim termoprekidom 4+ 12+ 4 mm sa niskoemisionim staklom i ispunom od argona
7. Zamena ulaznih vrata sa vratima od PVC-a sa predviđenim staklima sa termoprekidom 4+ 12+ 4 mm sa niskoemisionim staklom i ispunom od argona.



autor elaborata:

Danko Vujović
Danko Vujović, dipl.ing.arh.