



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



DEPARTMAN ZA ENERGETIKU I PROCESNU TEHNIKU

PROJEKTNI ZADATAK

PROJEKAT INSTALACIJE PODNOG GREJANJA I SOLARNIH PANELO NA PORODIČNU KUĆU

***Predmet:** Nekonvencionalni sistemi grejanja i hlađenja*

Student:

***Predmetni nastavnik:** Doc. dr Aleksandar Anđelković*

Sadržaj

Proračun gubitaka	3
Opis sistema podnog grejanja.....	21
Izveštaj iz proračuna sistema podnog grejanja	23
Opis sistema solarne pripreme tople potrošne vode	33
Izveštaj iz proračuna solarne pripreme tople potrošne vode	34
Finansijska analiza projekta u RETScreen-u	41
Zaključci.....	45

Proračun gubitaka

Proračun koeficijenta prolaza toplote kroz zidove i podove:

Koeficijenti prelaza toplote α :

Sa spoljne strane zida: $\alpha_s=25$

Sa unutrašnje strane zida: $\alpha_u=8$

Spoljni zid:

Klimatska zona:	k_{doz} [W/m ² K]	R_i [W/m ² K]		R_e [W/m ² K]	
2	0,2				
Materijal		δ [m]	λ [W/mk]	δ/λ [W/m ² K]	
1	Thermoblock	0,21	0,0325	6,46	
2	Beton	0,14	0,93	0,15	
3	Termoizolacioni malter	0,04	0,19	0,211	
		$\Sigma\delta=$	0,39	$\Sigma\delta/\lambda=$	6,821
Na osnovu dobijene $\Sigma\delta/\lambda$ i koef. prelaza računa se ukupni koef. prolaza toplote:					
$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} = 0,143 \frac{W}{m^2K}$					
Što je manje od propisane maksimalne vrednosti za novoizgrađene pasivne kuće!					

Tabela 1 Konstrukcija spoljnog zida

Unutrašnji zid:				
Klimatska zona:	k_{doz} [W/m ² K]	R_i [W/m ² K]		R_e [W/m ² K]
2				
Materijal		δ [m]	λ [W/mk]	δ/λ [W/m ² K]
1	Opeka uzdužno postavljena	0.125	0.47	0.27
2	Termoizolacioni malter	0.04	0.19	0.211
		$\Sigma\delta=$ 0.165	$\Sigma\delta/\lambda=$	0.481
Na osnovu dobijene $\Sigma\delta/\lambda$ i koef. prelaza računa se ukupni koef. prolaza toplote:				
$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_u}} = 1,37 \frac{W}{m^2K}$				
Što je manje od propisane maksimalne vrednosti za novoizgrađene objekte!				

Tabela 2 Konstrukcija unutrašnjeg zida

Unutrašnji zid prema stepeništu:				
Klimatska zona:	k_{doz} [W/m ² K]	R_i [W/m ² K]		R_e [W/m ² K]
2				
Materijal		δ [m]	λ [W/mk]	δ/λ [W/m ² K]
1	Porozna opeka poprečno	0.25	0.33	0,76
2	Termoizolacioni malter	0.04	0.19	0.211
		$\Sigma\delta=$ 0.165	$\Sigma\delta/\lambda=$	0,971
Na osnovu dobijene $\Sigma\delta/\lambda$ i koef. prelaza računa se ukupni koef. prolaza toplote:				
$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_u}} = 0,82 \frac{W}{m^2K}$				
Što je manje od propisane maksimalne vrednosti za novoizgrađene objekte!				

Tabela 3 Konstrukcija unutrašnjeg zida

Pod sa parketom (međuspratna konstrukcija):

Klimatska zona:	k_{doz} [W/m ² K]	R_i [W/m ² K]		R_e [W/m ² K]
2	0,3			
Materijal		δ [m]	λ [W/mk]	δ/λ [W/m ² K]
1	Parketa	0.02	0.21	0,76
2	Keramzit beton	0.07	0.93	0.211
3	Blok ispuna	0.16	0.046	3.48
4	Tervol	0.05	0.041	1.22
5	Malter	0.02	0.19	0.11
		$\Sigma\delta=$	0.32	$\Sigma\delta/\lambda=$
				5.781

Na osnovu dobijene $\Sigma\delta/\lambda$ i koef. prelaza računa se ukupni koef. prolaza toplote:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_u}} = 0,19 \frac{W}{m^2K}$$

Što je manje od propisane maksimalne vrednosti za novoizgrađene objekte!

Tabela 4 Međuspratna konstrukcija

Pod sa pločicama (međuspratna konstrukcija):

Klimatska zona:	k_{doz} [W/m ² K]	R_i [W/m ² K]		R_e [W/m ² K]
2	0,3			
Materijal		δ [m]	λ [W/mk]	δ/λ [W/m ² K]
1	Pločice	0.02	0.79	0,0158
2	Keramzit beton	0.07	0.93	0.211
3	Blok ispuna	0.16	0.046	3.48
4	Tervol	0.05	0.041	1.22
5	Malter	0.02	0.19	0.11
		$\Sigma\delta=$	0.32	$\Sigma\delta/\lambda=$
				5.0168

Na osnovu dobijene $\Sigma\delta/\lambda$ i koef. prelaza računa se ukupni koef. prolaza toplote:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_u}} = 0,19 \frac{W}{m^2K}$$

Što je manje od propisane maksimalne vrednosti za novoizgrađene objekte!

Tabela 5 Međuspratna konstrukcija

Tavanica prema tavanu:

Klimatska zona:	k _{doz} [W/m ² K]	R _i [W/m ² K]		R _e [W/m ² K]
2	0,3			
Materijal		δ[m]	λ[W/mk]	δ/λ[W/m ² K]
1	Cementna košuljica	0.03	1.4	0,02
2	Beton	0.07	0.93	0.211
3	Blok ispuna	0.16	0.046	3.48
4	Tervol	0.08	0.041	1,95
5	Malter	0.02	0.19	0.11
	Σδ=	0.36	Σδ/λ=	5.77
Na osnovu dobijene Σδ/λ i koef. prelaza računa se ukupni koef. prolaza toplote:				
$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_u}} = 0,17 \frac{W}{m^2K}$				
Što je manje od propisane maksimalne vrednosti za novoizgrađene objekte!				

Tabela 6 Konstrukcija tavanice

Krov:

Klimatska zona:	k _{doz} [W/m ² K]	R _i [W/m ² K]		R _e [W/m ² K]
2	0,3			
Materijal		δ[m]	λ[W/mk]	δ/λ[W/m ² K]
1	Daska	0.025	0.14	0.18
2	Tervol	0.08	0.041	1.95
3	Stiropor	0.08	0.041	1.95
4	Gips ploča	0.015	0.21	0.071
	Σδ=	0.2	Σδ/λ=	4.15
Na osnovu dobijene Σδ/λ i koef. prelaza računa se ukupni koef. prolaza toplote:				
$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} = 0,234 \frac{W}{m^2K}$				
Što je manje od propisane maksimalne vrednosti za novoizgrađene objekte!				

Tabela 7 Konstrukcija krova

PREGLED USVOJENIH KOEFICIJENATA PROLAZA:

Naziv pregrade:	Oznaka:	Debljina [cm]:	Usvojeni koef. prolaza [W/m ² K]
• Spoljni zid:	SZ	39	0,143
• Unutr. zid:	UZ	16.5	1.37
• Pod:	Pod	32	0.19
• Tavanica:	Tav	36	0.17

Proračun gubitaka prema prostorijama:

Prizemlje:

Proračun gubitaka toplote za KUPATILO (0.1):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	$K \cdot \Delta t$	Osnovni gubitak toplote Q_o :	Prekid u radu: Z_o	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	
SZ1	S	39	1,86	3,2	5,952	1	0,25	5,702	0,143	36,8	5,2624	30,0062048					
UZ1	Z	16,5	2,49	3,2	7,968	1	0	7,968	1,47	2	2,94	23,42592					
UZ2	J	16,5	1,86	3,2	5,952	1	1,6	4,352	1,47	7	10,29	44,78208					
UZ3	I	29	2,49	3,2	7,968	1	0	7,968	0,82	7	5,74	45,73632					
Tav		33	2,49	1,86	4,6314	1	0	4,6314	0,17	0	0	0					
Pod		32	2,49	1,86	4,6314	1	0	4,6314	0,19	15	2,85	13,19949					
Vr		-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	7	16,1	25,76					
Pr		-	0,5	0,5	0,25	1	0	0,25	0,66	36,8	24,288	6,072					
Qv:											SUMA	188,9820148	0,2	0,05	1,25	236,2275185	W
prozor		0,6	0,9	1,81	2	36,8	71,93664										
vrata		3,3	0,9	1,81	5,6	7	210,72744										
						Σ	282,66408	W								282,66408	W
															Σ :	518,8915985	W

Tabela 8 Gubici

Proračun gubitaka toplote za KUHINJU (0.2):																		
Oznaka:	Strana Sveta:	Debjina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K- Δt	Osnovni gubitak toplote Q_o :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak Q_v :	
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W	
SZ1	S	39	2,32	3,2	7,424	1	1,2	6,224	0,143	34,8	4,9764	30,9731136						
SZ2	S	39	2,9	3,2	9,28	1	2,8	6,48	0,143	34,8	4,9764	32,247072						
SZ3	Z	39	3,26	3,2	10,432	1	0	10,432	0,143	34,8	4,9764	51,9138048						
UZ1	J	16,5	2,9	3,2	9,28	1	0	9,28	1,47	0	0	0						
UZ2	I	16,5	1	3,2	3,2	1	1,6	1,6	1,47	5	7,35	11,76						
UZ3	J	16,5	2,32	3,2	7,424	1	0	7,424	1,47	5	7,35	54,5664						
UZ4	I	16,5	2,49	3,2	7,968	1	0	7,968	1,47	-2	-2,94	-23,42592						
Tav	-	33	-	-	15,23	1	0	15,23	0,17	0	0	0						
Pod	-	32	-	-	15,23	1	0	15,23	0,19	13	2,47	37,6181						
Vrs	S	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	0,7	34,8	24,36	38,976						
Vru	-	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	5	11,5	18,4						
Pr1	S	-	1,2	1	1,2	1	0	1,2	0,66	34,8	22,968	27,5616						
Pr2	S	-	1,2	1	1,2	1	0	1,2	0,66	34,8	22,968	27,5616						
Qv:											SUMA	308,1517704	0,2	0,05	1,25	385,189713	W	
	a	R	H	L	Δt	Qv												
Pr1	0,6	0,9	1,81	4,4	34,8	149,659488												
Pr2	0,6	0,9	1,81	4,4	34,8	149,659488												
Vru	3,3	0,9	1,81	5,6	5	150,5196												
Vrs	0,4	0,9	1,81	5,6	34,8	126,983808												
						SUMA	576,822384	W									576,822384	W
																SUMA:	962,012097	W

Tabela 9 Gubici

Proračun gubitaka toplote za SOBU2 (0.3):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K· Δt	Osnovni gubitak toplote Q_{oc} :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Qt:	Ventilacioni gubitak Qv:
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
SZ1	Z	39	4,78	3,2	15,296	1	0	15,296	0,143	34,8	4,9764	76,1190144					
SZ2	J	39	4,09	3,2	13,088	1	3,6	9,488	0,143	34,8	4,9764	47,2160832					
UZ1	I	16,5	4,78	3,2	15,296	1	0	15,296	1,47	0	0	0					
UZ2	S	16,5	2,9	3,2	9,28	1	0	9,28	1,47	0	0	0					
UZ3	S	16,5	1,01	3,2	3,232	1	1,6	1,632	1,47	5	7,35	11,9952					
Tav		33	4,78	4,09	19,5502	1	0	19,5502	0,17	0	0	0					
Pod		32	4,78	4,09	19,5502	1	0	19,5502	0,19	13	2,47	48,288994					
Vrs	J	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	0,7	34,8	24,36	38,976					
Vru	S	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	5	11,5	18,4					
Pr1	J	-	2	1	2	1	0	2	0,66	34,8	22,968	45,936					
Qv:											SUMA	286,9312916	0,2	0	1,2	344,3175499	W
	a	R	H	L	Δt	Qv											
Pr1	0,6	0,9	1,81	6	34,8	204,08112											
Vru	3,3	0,9	1,81	5,6	5	150,5196											
Vrs	0,4	0,9	1,81	5,6	34,8	126,983808											
					SUMA	481,584528	W									481,584528	W
															SUMA:	825,9020779	W

Tabela 10 Gubici

Proračun gubitaka toplote za SOBU3 (0.4):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K $\cdot\Delta t$	Osnovni gubitak toplote Q_{0i} :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak Q_v :
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
SZ1	J	39	3,89	3,2	12,448	1	3,6	8,848	0,143	34,8	4,9764	44,0311872					
SZ2	I	39	4,78	3,2	15,296	1	0	15,296	0,143	34,8	4,9764	76,1190144					
UZ1	Z	16,5	4,78	3,2	15,296	1	0	15,296	1,47	0	0	0					
UZ2	S	16,5	3,89	3,2	12,448	1	1,6	10,848	1,47	5	7,35	79,7328					
Tav	-	33	4,78	3,89	18,5942	1	0	18,5942	0,17	0	0	0					
Pod	-	32	4,78	3,89	18,5942	1	0	18,5942	0,19	13	2,47	45,927674					
Vrs	J	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	0,7	34,8	24,36	38,976					
Vru	-	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	5	11,5	18,4					
Pr1	S	-	2	1	2	1	0	2	0,66	34,8	22,968	45,936					
Qv:											SUMA	349,1226756	0,2	0	1,2	418,9472107	W
	a	R	H	L	Δt	Qv											
Pr1	0,6	0,9	1,81	6	34,8	204,08112											
Vru	3,3	0,9	1,81	5,6	5	150,5196											
Vrs	0,4	0,9	1,81	5,6	34,8	126,983808											
						SUMA	481,584528	W								481,584528	W
															SUMA:	900,5317387	W

Tabela 11 Gubici

Proračun gubitaka toplote za HODNIK (0.5):																		
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K $\cdot\Delta t$	Osnovni gubitak toplote Q_o :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak Q_v :	
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W	
UZ1	S	16,5	2,32	3,2	7,424	1	1,6	5,824	1,47	-5	-7,35	-42,8064						
UZ2	S	16,5	1,86	3,2	5,952	1	1,6	4,352	1,47	-7	10,29	-44,78208						
UZ3	I	29	1	3,2	3,2	1	1,6	1,6	0,82	0	0	0						
UZ4	J	16,5	3,14	3,2	10,048	1	1,6	8,448	1,47	-5	-7,35	-62,0928						
UZ5	J	16,5	1,01	3,2	3,232	1	1,6	1,632	1,47	-5	-7,35	-11,9952						
UZ6	Z	16,5	1	3,2	3,2	1	1,6	1,6	1,47	-5	-7,35	-11,76						
Tav	-	33	4,34	1	4,34	1	0	4,34	0,17	0	0	0						
Pod	-	32	4,34	1	4,34	1	0	4,34	0,19	8	1,52	6,5968						
Vru1	S	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	-7	-16,1	-25,76						
Vru2	I	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	0	0	0						
Vru3	J	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	-5	-11,5	-18,4						
Vru4	J	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	-5	-11,5	-18,4						
Vru5	Z	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	-5	-11,5	-18,4						
Qv:											SUMA	-247,79968	0	0	1	-247,79968	W	
	a	R	H	L	Δt		Qv											
Vru1	3,3	0,9	1,81	5,6	-7		-210,72744											
Vru2	3,3	0,9	1,81	5,6	0		0											
Vru3	3,3	0,9	1,81	5,6	-5		-150,5196											
Vru4	3,3	0,9	1,81	5,6	-5		-150,5196											
Vru5	3,3	0,9	1,81	5,6	-5		-150,5196											
						SUMA	-662,28624	W									-662,28624	W
															SUMA:		-910,08592	W

Tabela 12 Gubici

Proračun gubitaka toplote za STEPENIŠTE (0.6):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Povišina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K Δt	Osnovni gubitak toplote Q_{0i} :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak Q_v :
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
SZ1	S	39	2,4	3,2	7,68	1	0	7,68	0,143	29,8	4,2614	32,727552					
SZ1	I	39	3,65	3,2	11,68	1	0	11,68	0,143	29,8	4,2614	49,773152					
SZ3	J	39	1,61	3,2	5,152	1	2	3,152	0,143	29,8	4,2614	13,4319328					
UZ1	Z	29	2,65	3,2	8,48	1	0	8,48	0,82	-7	-5,74	-48,6752					
UZ2	Z	29	1	3,2	3,2	1	1,6	1,6	0,82	0	0	0					
UZ3	J	29	0,5	3,2	1,6	1	0	1,6	0,82	-5	-4,1	-6,56					
Tav		33	3,65	2,4	8,76	1	0	8,76	0,17	0	0	0					
Pod		32	3,65	2,4	8,76	1	0	8,76	0,19	8	1,52	13,3152					
Vru		-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	0	0	0					
Vrs		-	1	2	2	1	0	2	0,7	29,8	20,86	41,72					
Qv:											SUMA	95,7326368	0,2	0,05	1,25	119,665796	W
	a	R	H	L	Δt		Qv										
Vru	3,3	0,9	1,81	5,6	0		0										
Vrs	0,4	0,9	1,81	6	29,8		116,50608										
						SUMA	116,50608	W								116,50608	W
															SUMA:	236,171876	W

Tabela 13 Gubici

Sprat:

Proračun gubitaka toplote za KUPATILO (1.1):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K · Δt	Osnovni gubitak toplote Q_{0i} :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
SZ1	S	39	1,86	3,2	5,952	1	0,25	5,702	0,143	36,8	5,26	30,01					
UZ1		16,5	2,49	3,2	7,968	1	0	7,968	1,47	2	2,94	23,43					
UZ2		16,5	1,86	3,2	5,952	1	1,6	4,352	1,47	7	10,29	44,78					
UZ3		16,5	2,49	3,2	7,968	1	0	7,968	0,82	7	5,74	45,74					
Tav		33	2,49	1,86	4,6314	1	0	4,6314	0,17	30	5,10	23,62					
Pod		32	2,49	1,86	4,6314	1	0	4,6314	0,19	0	0,00	0,00					
Vr		-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	7	16,10	25,76					
Pr		-	0,5	0,5	0,25	1	0	0,25	0,66	36,8	24,29	6,07					
Qv:											SUMA	199,40	0,2	0,05	1,25	249,253331	W
	a	R	H	L	Δt		Qv										
prozor	0,6	0,9	1,81	2	36,8		71,93664										
vrata	3,3	0,9	1,81	5,6	7		210,72744										
						SUMA	282,66408	W								282,66408	W
															SUMA:	531,917411	W

Tabela 14 Gubici

Proračun gubitaka toplote za SOBU 4 (1.2):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	$k \cdot \Delta t$	Osnovni gubitak toplote Q_{oc} :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak Q_v :
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
SZ1	S	39	2,32	3,2	7,424	1	1,2	6,224	0,143	34,8	4,98	30,97					
SZ2	S	39	2,9	3,2	9,28	1	2,8	6,48	0,143	34,8	4,98	32,25					
SZ3	I	39	3,26	3,2	10,432	1	0	10,432	0,143	34,8	4,98	51,91					
UZ1	-	16,5	2,9	3,2	9,28	1	0	9,28	1,47	0	0,00	0,00					
UZ2	-	16,5	1	3,2	3,2	1	1,6	1,6	1,47	5	7,35	11,76					
UZ3	-	16,5	2,32	3,2	7,424	1	0	7,424	1,47	5	7,35	54,57					
UZ4	-	16,5	2,49	3,2	7,968	1	0	7,968	1,47	-2	-2,94	-23,43					
Tav	-	33	-	-	15,23	1	0	15,23	0,17	28	4,76	72,49					
Pod	-	32	-	-	15,23	1	0	15,23	0,19	0	0,00	0,00					
Vrs	S	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	0,7	34,8	24,36	38,98					
Vru	-	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	5	11,50	18,40					
Pr1	S	-	1,2	1	1,2	1	0	1,2	0,66	34,8	22,97	27,56					
Pr2	S	-	1,2	1	1,2	1	0	1,2	0,66	34,8	22,97	27,56					
Qv:											SUMA	343,03	0,2	0,05	1,25	428,785588	W
	a	R	H	L	Δt	Qv											
Pr1	0,6	0,9	1,81	4,4	34,8	149,659488											
Pr2	0,6	0,9	1,81	4,4	34,8	149,659488											
Vru	3,3	0,9	1,81	5,6	5	150,5196											
Vrs	0,4	0,9	1,81	5,6	34,8	126,983808											
						SUMA	576,822384	W								576,822384	W
															SUMA:	1005,607972	W

Tabela 15 Gubici

Proračun gubitaka toplote za SOBU5 (1.3):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K· Δt	Osnovni gubitak toplote Q_{0i} :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak Q_v :
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
SZ1	I	39	4,78	3,2	15,296	1	0	15,296	0,143	34,8	4,98	76,12					
SZ2	J	39	4,09	3,2	13,088	1	3,6	9,488	0,143	34,8	4,98	47,22					
UZ1	-	16,5	4,78	3,2	15,296	1	0	15,296	1,47	0	0,00	0,00					
UZ2	-	16,5	2,9	3,2	9,28	1	1,6	7,68	1,47	0	0,00	0,00					
UZ3	-	16,5	1,01	3,2	3,232	1	1,6	1,632	1,47	7	10,29	16,79					
Tav		33	4,78	4,09	19,5502	1	0	19,5502	0,17	28	4,76	93,06					
Pod		32	4,78	4,09	19,5502	1	0	19,5502	0,19	0	0,00	0,00					
Vrs	J	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	0,7	34,8	24,36	38,98					
Vru	-	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	7	16,10	25,76					
Pr1	S	-	2	1	2	1	0	2	0,66	34,8	22,97	45,94					
Qv:											SUMA	343,86	0,2	0	1,2	412,6311955	W
	a	R	H	L	Δt	Qv											
Pr1	0,6	0,9	1,81	6	34,8	204,08112											
Vru	3,3	0,9	1,81	5,6	7	210,72744											
Vrs	0,4	0,9	1,81	5,6	34,8	126,983808											
					SUMA	541,792368	W									541,792368	W
															SUMA:	954,4235635	W

Tabela 16 Gubici

Proračun gubitaka toplote za SOBU6 (1.4):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K· Δt	Osnovni gubitak toplote Q_{0i} :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak Q_v :
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
SZ1	J	39	3,89	3,2	12,448	1	3,6	8,848	0,143	34,8	4,98	44,03					
SZ2	I	39	4,78	3,2	15,296	1	0	15,296	0,143	34,8	4,98	76,12					
UZ1	-	16,5	4,78	3,2	15,296	1	0	15,296	1,47	0	0,00	0,00					
UZ2	-	16,5	3,89	3,2	12,448	1	1,6	10,848	1,47	7	10,29	111,63					
Tav	-	33	4,78	3,89	18,5942	1	0	18,5942	0,17	28	4,76	88,51					
Pod	-	32	4,78	3,89	18,5942	1	0	18,5942	0,19	0	0,00	0,00					
Vrs	J	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	0,7	34,8	24,36	38,98					
Vru	-	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	7	16,10	25,76					
Pr1	S	-	2	1	2	1	0	2	0,66	34,8	22,97	45,94					
Qv:											SUMA	430,96	0,2	0	1,2	517,1478163	W
	a	R	H	L	Δt	Qv											
Pr1	0,6	0,9	1,81	6	34,8	204,08112											
Vru	3,3	0,9	1,81	5,6	7	210,72744											
Vrs	0,4	0,9	1,81	5,6	34,8	126,983808											
					SUMA	541,792368	W									541,792368	W
															SUMA:	1058,940184	W

Tabela 17 Gubici

Proračun gubitaka toplote za HODNIK (1.5):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt :	K· Δt :	Osnovni gubitak toplote Q _o :	Prekid u radu: Zo:	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Qt:	Ventilacioni gubitak Qv:
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
UZ1	S	16,5	2,32	3,2	7,424	1	1,6	5,824	1,47	-5	-7,35	-42,81					
UZ2	S	16,5	1,86	3,2	5,952	1	1,6	4,352	1,47	-7	-10,29	-44,78					
UZ3	I	29	1	3,2	3,2	1	1,6	1,6	0,82	0	0,00	0,00					
UZ4	J	16,5	3,14	3,2	10,048	1	1,6	8,448	1,47	-5	-7,35	-62,09					
UZ5	J	16,5	1,01	3,2	3,232	1	1,6	1,632	1,47	-5	-7,35	-12,00					
UZ6	Z	16,5	1	3,2	3,2	1	1,6	1,6	1,47	-5	-7,35	-11,76					
Tav	-	33	4,34	1	4,34	1	0	4,34	0,17	28	4,76	20,66					
Pod	-	32	4,34	1	4,34	1	0	4,34	0,19	0	0,00	0,00					
Vru1	S	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	-7	-16,10	-25,76					
Vru2	I	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	0	0,00	0,00					
Vru3	J	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	-5	-11,50	-18,40					
Vru4	J	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	-5	-11,50	-18,40					
Vru5	Z	-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	-5	-11,50	-18,40					
Qv:											SUMA	-233,74	0,2	0	1,2	-280,485696	W
	a	R	H	L	Δt	Qv											
Vru1	3,3	0,9	1,81	5,6	-7	-210,72744											
Vru2	3,3	0,9	1,81	5,6	0	0											
Vru3	3,3	0,9	1,81	5,6	-5	-150,5196											
Vru4	3,3	0,9	1,81	5,6	-5	-150,5196											
Vru5	3,3	0,9	1,81	5,6	-5	-150,5196											
						SUMA	-662,28624	W								-662,28624	W
															SUMA:	-942,771936	W

Tabela 18 Gubici

Proračun gubitaka toplote za STEPENIŠTE (1.6):																	
Oznaka:	Strana Sveta:	Debljina zida:	Dužina:	Visina-širina:	Površina:	Broj:	Odbija se:	Uzeto u račun:	Koef. Prolaza toplote U:	Temperaturna razlika Δt	K· Δt	Osnovni gubitak toplote Q_{e} :	Prekid u radu: Zo	Stranu sveta:	Faktor dodatke Z:	Transmisioni gubitak Q_t :	Ventilacioni gubitak Q_v :
-	-	cm	m	m	m ²	-	m ²	m ²	W/mK	K	W/m	W	%	%	1+%	W	W
SZ1	S	39	2,4	3,2	7,68	1	0	7,68	0,143	29,8	4,26	32,73					
SZ1	I	39	3,65	3,2	11,68	1	0	11,68	0,143	29,8	4,26	49,77					
SZ3	J	39	1,61	3,2	5,152	1	0	5,152	0,143	29,8	4,26	21,95					
UZ1		29	2,65	3,2	8,48	1	0	8,48	0,82	-7	-5,74	-48,68					
UZ2		29	1	3,2	3,2	1	1,6	1,6	0,82	0	0,00	0,00					
UZ3		29	0,5	3,2	1,6	1	0	1,6	0,82	-5	-4,10	-6,56					
Tav		33	3,65	2,4	8,76	1	0	8,76	0,17	23	3,91	34,25					
Pod		32	3,65	2,4	8,76	1	0	8,76	0,19	0	0,00	0,00					
Vr		-	0,8	2	1,6	1	0	1,6	2,3	7	16,10	25,76					
Qv:											SUMA	109,2318368	0,2	0,05	1,25	136,539796	W
	a	R	H	L	Δt	Qv											
vrata	3,3	0,9	1,81	5,6	0	0											
					SUMA	0	W									0	W
															SUMA:	136,539796	W

Tabela 19 Gubici

SPECIFIČNI GUBITAK TOPLOTE PO m²:

Prostorija koju grejemo:	Toplotni gubici (Q _{g,x} [W]):		Površina prostorije (m ²):	Specifična potrošnja toplote (q _x [W/m ²):
PRIZEMLJE:				
Kupatilo(0.1)	Q _{g0.1} =	519	4,7	110,43
Kuhinja(0.2)	Q _{g0.2} =	385	15,2	25,33
Soba 2(0.3)	Q _{g0.3} =	826	19,55	42,25
Soba 3(0.4)	Q _{g0.4} =	901	18,6	48,44
Stepenište(0.6)	Q _{g0.6} =	236	8,76	26,94
SPRAT:				
Kupatilo(1.1)	Q _{g0.1} =	532	4,7	113,19
Soba 4(1.2)	Q _{g0.2} =	1006	15,2	66,18
Soba 5(1.3)	Q _{g0.3} =	954	19,55	48,79
Soba 6(1.4)	Q _{g0.4} =	1059	18,6	56,94
Stepenište(1.6)	Q _{g0.6} =	136,54	8,76	15,58

Tabela 20 Gubici sumirani i specifični gubici

Specifični toplotni gubitak za ceo objekat je:

$$q_{spec} = \frac{Q}{A} = \frac{7130,94}{134} = 53,2 \frac{W}{m^2}$$

Opis sistema podnog grejanja

Decenijama se na podno grejanje gledalo kao na nešto štetno, kao na vid zagrevanja koji nije toliko zdrav i koji bi trebalo izbegavati. Istina je možda sasvim drugačija. Sa pravim informisanjem i pravilnim postavljanjem podno grejanje zapravo važi za jedno od najzdravijih vidova grejanja, i kao takvo postaje sve poželjnije.

Za razliku od drugih izvora energije, podno grejanje nije centralno niti koncentrisano, već zauzima čitavu površinu prostorije. Cevi grejanja nalaze se ispod čitave površine poda i time se prostorija ravnomerno zagreva, što naravno podrazumeva ravnomernu raspodelu toplote, što je ujedno i zdravije. Takođe, hladan vazduh je taj koji je teži i time pada dole, što je još jedna od prednosti zašto je dobro kada se prostorija zagreva odozdo.

Voda ili neki drugi tečni prenosnik toplote prolazi kroz cevi položene u podu. Tečnost u cevima zrači toplotu u (cementni) estrih koji okružuje cevi, koji potom prenosi toplotu u prostor. Podno grejanje je efikasan i ekonomičan način zagrevanja prostora. Podno grejanje spada u grupu nisko temperaturnih grejanja, a temperature poda zavise od namene prostorije i one se kreću između 21 i 29 stepeni Celzijusa.

Podno grejanje se oslanja na principe infracrvenog zračenja i konvekcije. Velika termalna masa, kao što je betonska ploča, se zagreva i onda zrači svoju toplinu obližnjim ljudima i objektima - oblasti najbliže podu najviše osećaju efekte zagrevanja.

U daljem je dat proračun podnog grejanja i sistema solarne tople potrošne vode za porodičnu kuću od 200 m². Podno grejanje je primenjeno u svim prostorijama na prizemlju i spratu, da bi se nadoknadili toplotni gubici od 7,130 kW. Ovaj vrednost toplotnih gubitaka je dobijeno unapređenjem omotača postojeće zgrade, koja je građena od Thermo Blok materijala. Ovaj materijal obezbeđuje koeficijente prolaza od $U=0,15\text{W/m}^2\text{K}$. U kombinaciji sa kvalitetnim prozorima i vratama ($U=0,66\text{ W/m}^2\text{K}$ i $U=0,7\text{ W/m}^2\text{K}$) su postignute veoma dobre karakteristike objekta i ukupna instalisana snaga sistema podnog grejanja je:

$$Q_{pg}=7,043\text{ kW}$$

Definisane projektne temperature prostorija su sledeća:

- $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (svaka grejana prostorija sem kupatila)
- $t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (kupatilo)
- $t=5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (podrum)

Osnovni sistem za grejanje je bio dvocevno, visoko temperaturno, radijatorsko grejanje koji se koristio u režimu 90/70. Kao izvor energije koristilo se Bosch Gaz 3000W ZS 18-2 DH KE konvencionalni gasni kotao sa stepenom efikasnosti od 79%.

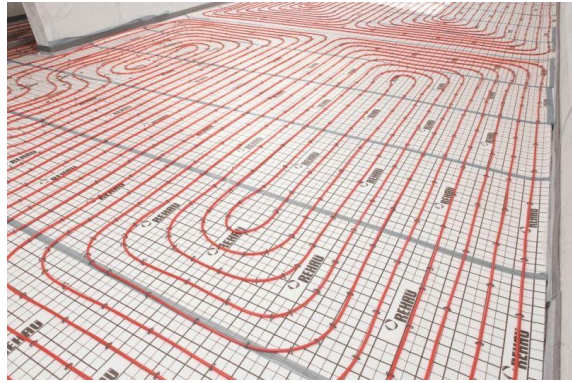
Pri revitalizaciji zgrade projektovano je nisko temperaturno podno grejanje, čiji izvor energije je toplotna pumpa Stiebel Eltron od 5 kW, koja radi u režimu 45/40 °C. Ova toplotna pumpa je pri obezbeđenim uslovima:

- Protok vode (izvora toplote): 1,41 m³/h
- Temperatura vode iz napojnog bunara: 14 °C
- Temperatura povratne vode u upojni bunar: 11 °C

U spregnutom režimu sa gasnim kondenzacionim kotlom (koji će biti detaljnije objašnjen vezano sa sistemom TPV) pokrivaju gubitke tokom cele grejne sezone. Takođe je obezbeđeno da toplotna pumpa u većem delu grejne sezone radi pod punim opterećenjem, što povoljno utiče na sezonsku efikasnost sistema.

Pri instalaciji sistema podnog grejanja korišćene su tehnologije i proizvodi firme Rehau, kao što su cevi Rautherm S 17 x 2,0, koje su povezane na razdelnike i sabirnike, po dva za obe etaže.

Proračunom su ustanovljene pozicije regulacionih ventila na razdelnicima, za hidrauličku uravnoteženost sistem. Položaj ovih ventila je moguće i naknadno promeniti pri finom balansiranju sistema.



Izveštaj iz proračuna sistema podnog grejanja

Toplotni bilans

S1 Sprat 1										
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	Qi(dvo) (W)	Qi(jed) (W)	Qi(pod) (W)	Qi(zid) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	(%)
P1	Kupatilo 0.1	22	519	0	0	447	0	447	72	86
P2	Kuhinja 0.2	20	962	0	0	963	0	963	-1	100
P5	Soba 0.3	20	826	0	0	826	0	826	0	100
P6	Soba 0.4	20	900	0	0	902	0	902	-2	100
P7	Stepenište 0.6	15	236	0	0	236	0	236	0	100
Ukupno: Sprat 1			3443	0	0	3374	0	3374	69	
S2 Sprat 2										
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	Qi(dvo) (W)	Qi(jed) (W)	Qi(pod) (W)	Qi(zid) (W)	Qinst (W)	Qost (W)	(%)
P1	Kupatilo 1.1	22	532	0	0	533	0	533	-1	100
P3	Soba 1.2	20	1005	0	0	1002	0	1002	3	99
P4	Soba 1.3	20	954	0	0	956	0	956	-2	100
P5	Soba 1.4	20	1059	0	0	1042	0	1042	17	98
P6	Stepenište 1.6	15	136	0	0	136	0	136	0	100
Ukupno: Sprat 2			3686	0	0	3669	0	3669	17	
Ukupno:			7129	0	0	7043	0	7043	86	

Tabela 21 Toplotni bilans podnog grejanja

Podno grejanje

G1-Nova instalacija grejanja \ Ulaz na Sprat 1 (1.1)

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 03

Temperatura polazne vode	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode	33,2	(°C)
Broj priključaka	3	
Uk. površina petlji	17,1	(m ²)
Uk. dužina cevi	264,5	(m)
Instalisana snaga	1646	(W)
Uk. dovedena snaga	1940	(W)
Uk. zapremina medija	35,11	(l)
Uk. protok	141,40	(kg/h)
	3,77	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	R _l aB (m ² K/W)	A (m ²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m ²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
---	-----	--------	-----------	---	------------------------	-----------	------------	--------------------------	------------	----------	-----------	--------------	------------	-------------	------------	-------------	---------------

Sprat 1 \ P1 Kupatilo 0.1

PP - 21	B	Keramičke pločice	20	0,025	4,6	100	30,7	96,6	7,6	46,3	5,0	447	541	61,2	0,1	1,5	0,50
---------	---	-------------------	----	-------	-----	-----	------	------	-----	------	-----	-----	-----	------	-----	-----	------

Sprat 1 \ P2 Kuhinja 0.2

PP - 42	B	Keramičke pločice	13	0,012	10,0	50	28,7	96,3	16,8	200,0	0,0	963	1147	58,7	0,1	3,3	2,50
PP - 21X4	Y	Keramičke pločice	13	0,012	0,2	100			7,6	2,0							

Sprat 1 \ P7 Stepenište 0.6

PP - B 63	B	Keramičke pločice	13	0,012	2,0	150	25,5	118,1	10,1	13,2	0,0	236	252	21,5	0,0	0,1	0,25
PP - Y 21X6	Y	Keramičke pločice	13	0,012	0,3	100			7,6	3,0							

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 02

Temperatura polazne vode	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode	37,2	(°C)
Broj priključaka	2	
Uk. površina petlji	30,8	(m ²)
Uk. dužina cevi	101,7	(m)
Instalisana snaga	1728	(W)
Uk. dovedena snaga	2200	(W)
Uk. zapremina medija	13,49	(l)
Uk. protok	241,40	(kg/h)
	8,78	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m ² K/W)	A (m ²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m ²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
Sprat 1 \ P5 Soba 0.3																	
PP - 29	B	Parket (hrast)	8	0,038	15,0	300	25,2	55,1	9,0	49,5	1,0	826	1055	100,8	0,2	3,5	0,50
Sprat 1 \ P6 Soba 0.4																	
PP - 30	B	Parket (hrast)	8	0,038	15,5	300	25,5	58,2	7,0	51,2	0,0	902	1145	140,6	0,3	6,2	2,50
PP - 29X1	Y	Parket (hrast)	8	0,038	0,3	300			9,0	1,0							

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 03

Temperatura polazne vode	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,3	(°C)
Broj priključaka	3	
Uk. površina petlji	21,9	(m ²)
Uk. dužina cevi	253,5	(m)
Instalisana snaga	1671	(W)
Uk. dovedena snaga	1838	(W)
Uk. zapremina medija	33,65	(l)
Uk. protok	115,00	(kg/h)
	2,64	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m ² K/W)	A (m ²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m ²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
Sprat 2 \ P1 Kupatilo 1.1																	
PP - 58	B	Keramičke pločice	13	0,012	4,6	50	32,2	115,1	9,2	92,6	3,0	533	583	54,5	0,1	1,4	0,50
Sprat 2 \ P3 Soba 1.2																	
PP - 54	B	Parquet (hrast)	8	0,038	15,1	100	26,2	66,2	18,2	151,3	0,0	1002	1112	52,5	0,1	2,3	2,50
PP - 58X1	Y	Parquet (hrast)	8	0,038	0,1	50			9,2	2,0							
Sprat 2 \ P6 Stepenište 1.6																	
PP - 66	B	Keramičke pločice	13	0,012	2,0	300	21,4	68,2	15,4	6,6	0,0	136	143	8,0	0,0	0,0	0,25
PP - 58X2	Y	Keramičke pločice	13	0,012	0,1	50			9,2	1,0							

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 02

Temperatura polazne vode	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode	38,2	(°C)
Broj priključaka	2	
Uk. površina petlji	34,6	(m ²)
Uk. dužina cevi	114,1	(m)
Instalisana snaga	1998	(W)
Uk. dovedena snaga	2216	(W)
Uk. zapremina medija	15,15	(l)
Uk. protok	279,30	(kg/h)
	10,72	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m ² K/W)	A (m ²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m ²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
Sprat 2 \ P4 Soba 1.3																	
PP - 56	B	Parket (hrast)	8	0,038	16,0	300	25,6	59,7	6,0	52,8	1,0	956	1060	151,9	0,3	7,5	2,50
Sprat 2 \ P5 Soba 1.4																	
PP - 64	B	Parket (hrast)	8	0,038	18,3	300	25,4	57,0	7,8	60,3	0,0	1042	1156	127,4	0,3	6,2	2,00
PP - 56X1	Y	Parket (hrast)	8	0,038	0,3	300			6,0	1,0							

Tabela 22 Detaljne karakteristike podnog grejanja po prostorijama

Podno grejanje po razdelnicima

G1-Nova instalacija grejanja \ Ulaz na Sprat 1 (1.1)

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 03

Temperatura polazne vode:	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode:	33,2	(°C)
Broj priključaka:	3	
Ukupna površina petlji:	17,1	(m ²)
Dužina cevi:	264,5	(m)
Instalisana snaga	1646	(W)
Uk. dovedena snaga	1940	(W)
Maseni protok:	2,37	(l/min)
Maksimalni pad pritiska sistema	37,7	(mbar)

P	I (m)	Id (m)	Maseni protok: (l/min)	Δt (°C)	Δp (mbar)	Poz. vent.	w (m/s)
Sprat 1 \ P1 Kupatilo 0.1							
PP	46,3	5,0	1,03	7,6	15,0	0,50	0,13
-							
21							
Sprat 1 \ P2 Kuhinja 0.2							
PP	200,0	0,0	0,99	16,8	33,0	2,50	0,12
-							
42							
Sprat 1 \ P7 Stepenište 0.6							
PP	13,2	0,0	0,36	10,1	1,0	0,25	0,05
-							
63							

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 02

Temperatura polazne vode:	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode:	37,2	(°C)
Broj priključaka:	2	
Ukupna površina petlji:	30,8	(m ²)
Dužina cevi:	101,7	(m)
Instalisana snaga	1728	(W)
Uk. dovedena snaga	2200	(W)
Maseni protok:	4,06	(l/min)
Maksimalni pad pritiska sistema	87,8	(mbar)

P	I (m)	Id (m)	Maseni protok: (l/min)	Δt (°C)	Δp (mbar)	Poz. vent.	w (m/s)
Sprat 1 \ P5 Soba 0.3							
PP	49,5	1,0	1,69	9,0	35,0	0,50	0,21
-							
29							
Sprat 1 \ P6 Soba 0.4							
PP	51,2	0,0	2,36	7,0	62,0	2,50	0,30
-							
30							

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 03

Temperatura polazne vode:	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode:	31,3	(°C)
Broj priključaka:	3	
Ukupna površina petlji:	21,9	(m ²)
Dužina cevi:	253,5	(m)
Instalisana snaga	1671	(W)
Uk. dovedena snaga	1838	(W)
Maseni protok:	1,93	(l/min)
Maksimalni pad pritiska sistema	26,4	(mbar)

P	l (m)	ld (m)	Maseni protok: (l/min)	Δt (°C)	Δp (mbar)	Poz. vent.	w (m/s)
Sprat 2 \ P1 Kupatilo 1.1							
PP	92,6	3,0	0,91	9,2	14,0	0,50	0,11
-							
58							
Sprat 2 \ P3 Soba 1.2							
PP	151,3	0,0	0,88	18,2	23,0	2,50	0,11
-							
54							
Sprat 2 \ P6 Stepenište 1.6							
PP	6,6	0,0	0,13	15,4	0,0	0,25	0,02
-							
66							

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 02

Temperatura polazne vode:	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode:	38,2	(°C)
Broj priključaka:	2	
Ukupna površina petlji:	34,6	(m ²)
Dužina cevi:	114,1	(m)
Instalisana snaga	1998	(W)
Uk. dovedena snaga	2216	(W)
Maseni protok:	4,69	(l/min)
Maksimalni pad pritiska sistema	107,2	(mbar)

P	l (m)	ld (m)	Maseni protok: (l/min)	Δt (°C)	Δp (mbar)	Poz. vent.	w (m/s)
Sprat 2 \ P4 Soba 1.3							
PP	52,8	1,0	2,55	6,0	75,0	2,50	0,32
-							
56							
Sprat 2 \ P5 Soba 1.4							
PP	60,3	0,0	2,14	7,8	62,0	2,00	0,27
-							
64							

Tabela 23 Podno grejanje po razdelnicima:

Cevi za podno grejanje

G1-Nova instalacija grejanja \ Ulaz na Sprat 1 (1.1)

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 03

Prostorija	Cev	DN	Dužina cevi (m)
Sprat 1 \ P1 Kupatilo 0.1	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	51,3
Sprat 1 \ P2 Kuhinja 0.2	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	200,0
Sprat 1 \ P7 Stepenište 0.6	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	13,2

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 02

Prostorija	Cev	DN	Dužina cevi (m)
Sprat 1 \ P5 Soba 0.3	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	50,5
Sprat 1 \ P6 Soba 0.4	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	51,2

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 03

Prostorija	Cev	DN	Dužina cevi (m)
Sprat 2 \ P1 Kupatilo 1.1	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	95,6
Sprat 2 \ P3 Soba 1.2	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	151,3
Sprat 2 \ P6 Stepenište 1.6	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	6,6

REHAU-Razdelnik sa meračem protoka HKV-D 02

Prostorija	Cev	DN	Dužina cevi (m)
Sprat 2 \ P4 Soba 1.3	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	53,8
Sprat 2 \ P5 Soba 1.4	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	12	60,3

Prostorija	Cev	Dužina petlje (m)	Ukupna dužina cevi (m)	Dužina ostataka (m)
P2 (1-B) Kuhinja 0.2	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	200,00	200,00	-80,00

P3 (1-B) Soba 1.2	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	151,30	151,30	-31,30
P1 (1-B) Kupatilo 1.1	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	95,60	115,40	4,60
P7 (1-B) Stepenište 0.6		13,20		
P6 (1-B) Stepenište 1.6		6,60		
P5 (1-B) Soba 1.4	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	60,35	114,15	5,85
P4 (1-B) Soba 1.3		53,80		
P1 (1-B) Kupatilo 0.1	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	51,30	102,45	17,55
P6 (1-B) Soba 0.4		51,15		
P5 (1-B) Soba 0.3	REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m	50,50	50,50	69,50

Ukupna količina cevi za narudžbu

Cev

kom.

REHAU-RAUTHERM S 17 x 2,0 kotur 120 m

6

Tabela 24 Cevi za podno grejanje

Opis sistema solarne pripreme tople potrošne vode

Srbija spada među regionima u Evropi koje su izloženi dosta velikoj iradijaciji od 1339,553 kWh/m² (u Nemačkoj u proseku manje od 1200 kWh/m²), što govori da je potencijal za razvoj solarne infrastrukture značajna. Iz ovog razlog se došlo do zaključka da će se solarni sistem (prvenstveno) za pripremanje tople potrošne vode bude implementiran i u ovoj porodičnoj kući. Instalacija solarnih panela ima više zadataka:

1. Prvenstveno da obezbedi toplu potrošnu vodu za domaćinstvo
2. Da pripomogne toplotnoj pumpi pri grejanju
3. Da obezbedi grejanje bazena u dvoristu



Za apsorpciju sunčeve energije izabrani su paneli firme ALTECH – Eurotherm FK 6240N, zbog efikasnosti konverzije od 78,2%. Panele su ravnog tipa, dimenzija: 1,18x0,91 m za izmirenja potrebe za toplom potrošnom vodom za 4 člana porodice (320 l/dan) potrebno je bilo montirati 6 panela ukupne površine 14,2 m². Paneli su montirani na krovu u južnom pravcu (180°) sa nagibom od 30°, koju dozvoljava orijentacija i krovna konstrukcija sam zgrade. U panelima i takođe u primarnom krugu cirkuliše propilen glikol, iz razloga što se jedan deo cevi nalazi spolja i mora da bude zaštićen od smrzavanja u zimskom periodu.

Nakon što se propilen glikol zagreva u kolektorima, on struji na jedan razdelnik. U zavisnosti od podešavanja može da struji do cevastog izmenjivača u rezervoaru za toplu vodu, do izmenjivača za zagrevanje vode u bazenu (o bazenu u nastavku detaljnije), ili na oba izmenjivača u isto vreme. Ni u najvrelijim letnjim danima, temperatura primarne tečnosti u kolektorima ne bi trebalo da prelazi 90°C.

Dovedena toplota iz kolektora zagreva vodu u skladišnom rezervoaru do 55 °C. Dostizanje ove temperature je značajna da bi se izbeglo pojavu bakterije legionele koja se razvija na temperaturama do 50 °C. Skladišni rezervoar je dimenzionisan da pored projektovane prosečne dnevne potrošnje od 320 l, obezbedi i rezervu za 2,5 dana u slučaju kvara na sistemu ili pogoršavanja vremenskih uslova, tj. Zaoblačenja. Za ove potrebe je izabran rezervoar Junkers – Storacell P750 kapaciteta 750 litara, sa priključcima za odvod tople i dovod hladne vode i sa spiralnim izmenjivačem toplote.

U slučaju da vremenski uslovi ne dozvoljavaju da sva potrebna energija dobije iz sunca za zagrevanje vode do 55 °C, postoji i pomoćni sistem za obezbeđivanje maksimalnog komfora i tokom oblačnih dana. Kao pomoćni sistem, izabran je veoma efikasni, kondenzacioni gasni kotao Wolf – TGB 11, snage 10,2 kW, koji je takođe priključen na rezervoar. Uključuje ga automatika, koja dobije signal od termometra iz rezervoara kada zadata temperatura vode opadne.

Dalje, zagrejana voda kreće u cevovodu ka jednom izmenjivaču toplote preko kojeg se zagreva voda iz vodovoda i isporučuje se korisnicima u kući. U ovom sekundarnom krugu vode nalazi se cirkulaciona pumpa, koja ima zadatak intenzivno dovesti toplotu iz rezervoara na izmenjivač. Zavisno od protoka koju zahtevaju korisnici na slavinama, protok tečnosti u sekundarnom krugu takođe treba da se menja. Za automatizovanje ove operacije zaslužen je senzor temperatura na izlazu iz izmenjivača toplote ka korisniku koji registruje temperature vode, koja napušta izmenjivač i ako zbog povećanje protoka opadne temperature ispod željene vrednosti, temperaturski senzor daje signal pumpi da je potrebno dovesti veću količinu vode iz rezervoara.

Analizirani sistem ima mogućnost i da učestvuje u grejanju kuće, kada toplotna pumpa nije dovoljna za pokrivanje gubitaka. Iz rezervoara postoji poseban odvod tečnosti i ka podnom grejanju. Snaga toplotne pumpe je 5kW, a gubici su 7,13 kW. Iz ovoga proizilazi da u hladnijim periodima potrebno nadoknaditi nešto više od 2kW toplote. Pošto u ovim hladnijim periodima solarni sistem ne raspolaže sa dovoljno upadnog sunčevog zračenja, nadoknađivanje ovih gubitaka je zadatak gasnog kondenzacionog kotla. Kotao znači u najhladnijim danima zadužen za pokrivanje vršnog opterećenja sistema grejanja i za snabdevanje korisnike toplom potrošnom vodom.

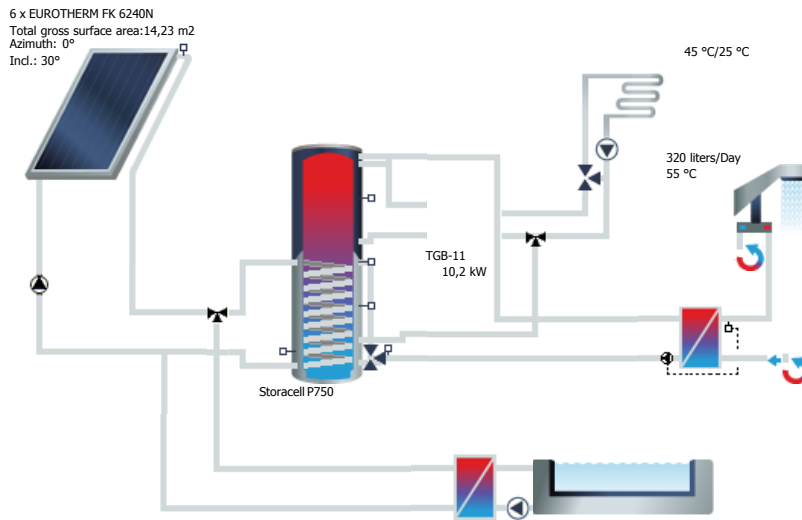
Dodatna prednost ugradnje gasnog kotla kao sigurnosne tačke celog sistema je to da u prilikama da solarni sistem nije u funkciji (servisiranje, kvar, havarija) komfor korisnika nije ugrožen. Takođe, kada toplotna pumpa

u kvaru, ili su problemi sa izdašnošću bunara (kao toplotnog izvora), gasni kotao je u mogućnosti da pokrije sveukupne potrebe grejanja i tople potrošne vode.

Ako se opredeli za ugradnju sistem solarne TPV (topla potrošna voda), veoma koristan stvar je imati bazena u dvorištu, koja može da služi kao skoro beskonačan ponor toploti. U najvrelijim letnjim danima kada temperatura u kolektorima na dozvoljenom maksimumu, a i temperatura u rezervoaru takođe dostigla svoj projektovani maksimum, moramo nekako zaštititi kolektore od pregrevanja. Kroz trokrakog ventila u primarnom krugu tečnosti (propilen glikol) zagrejana tečnost koja više ne može da odaje svoju toplotu u rezervoaru, može da se preusmeri do izmenjivača koja zagreva bazensku vodu. U ovom projektu se računa sa bazenom od 30m², koja mora da se održava iznad 22°C u periodu od 15.05. do 15.09. Ovaj vremenski period tačno pokrije najvrelije letnje dane kada postoji mogućnost za pregrevanje kolektora.

Izveštaj iz proračuna solarne pripreme tople potrošne vode

Variant 1



Results of annual simulation

Installed collector power:		9,96 kW
Installed solar surface area (gross):		14,23 m2
Irradiation on to collector surface (active):	19,66 MWh	1.508,45 kWh/m2
Energy delivered by collectors:	9,23 MWh	708,14 kWh/m2
Energy delivered by collector loop:	8,13 MWh	623,64 kWh/m2
DHW heating energy supply:		5,79 MWh
Space-heating energy supply:		2.735,36 kWh
Solar contribution:		4,51 MWh
Energy swimming pool solar system:		3,66 MWh
Energy from auxiliary heating:		6,1 MWh
Natural gas (H) savings:		1.362,3 m3
CO2 emissions avoided:		2.880,70 kg
Total solar fraction:		42,5 %
Average swimming pool temp:		24,37 °C
Pool temperature above 22 °C:		81,8 % of operating hours
System efficiency:		41,3 %

-
-
Variant 1

Site data

Climate file

Location:	Belgrade
Climate data record:	BELGRADE/SURCIN
Total annual global irradiation:	1339,553 kWh/m2
Latitude:	44,81 °
Longitude:	-20,28 °

Domestic hot water

Average daily consumption:	320 l
Desired temperature:	55 °C
Consumption profile:	Detached house (morning max)
Cold water temperature:	February: 9 °C August: 16 °C
Circulation:	Yes

Space-heating

Standard building peak heating load:	3 kW
Standard external temperature:	-13,14 °C
Design temperatures :	45 °C/25 °C

Outdoor pool

Pool area:	30 m2
Auxiliary heating:	No

-
-
Variant 1

System

Collector loop

Manufacturer:		ALTECH - Gesellschaft für alternative Energietechnik mbH
Type:		EUROTHERM FK 6240N
Number:		6,00
Total gross surface area:		14,23 m2
Total active solar surface area:		13,03 m2
Tilt angle:		30 °
Collector Orientation:		180 °
Azimuth:		0 °

Buffer tank (P)

Manufacturer:		Junkers
Type:		Storacell P750
Volume:		750 l

Auxiliary heating

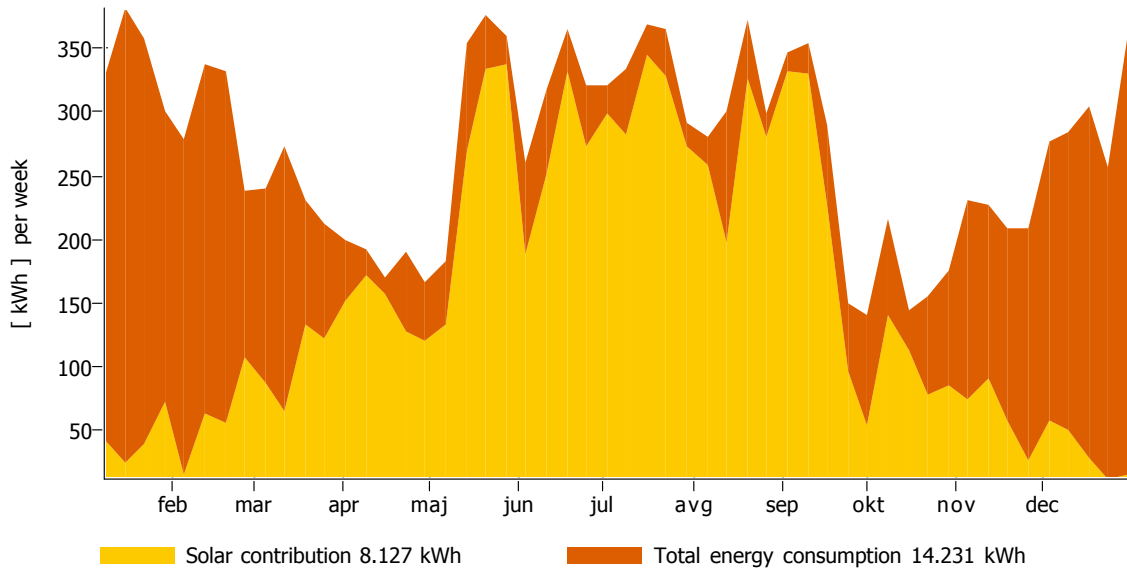
Manufacturer:		Wolf GmbH
Type:		TGB-11
Nominal output:		10,2 kW

Legend

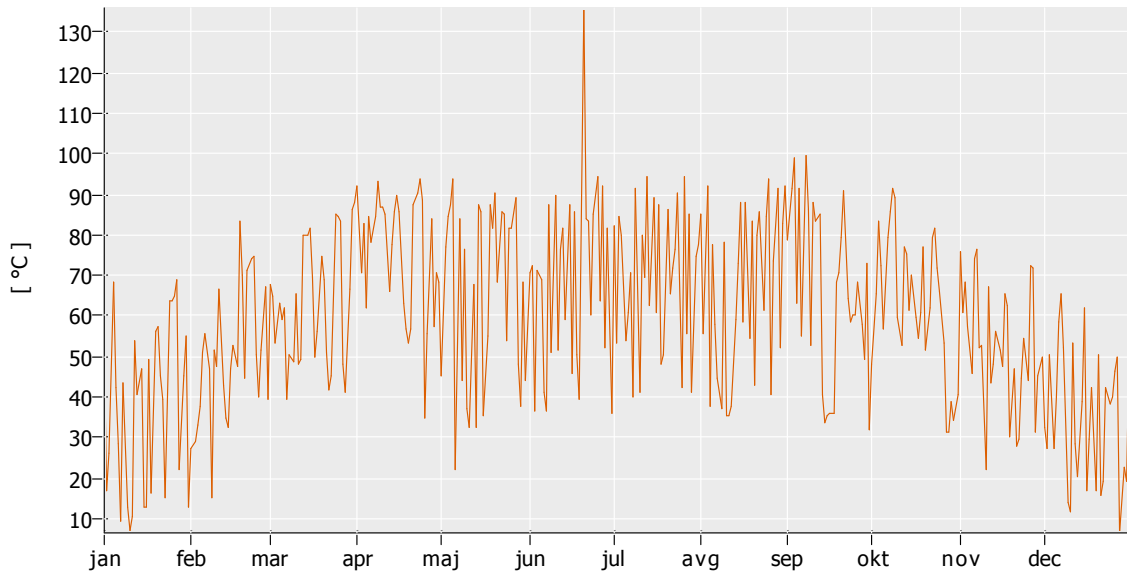
With test report
Solar Keymark



Solar energy consumption as percentage of total consumption

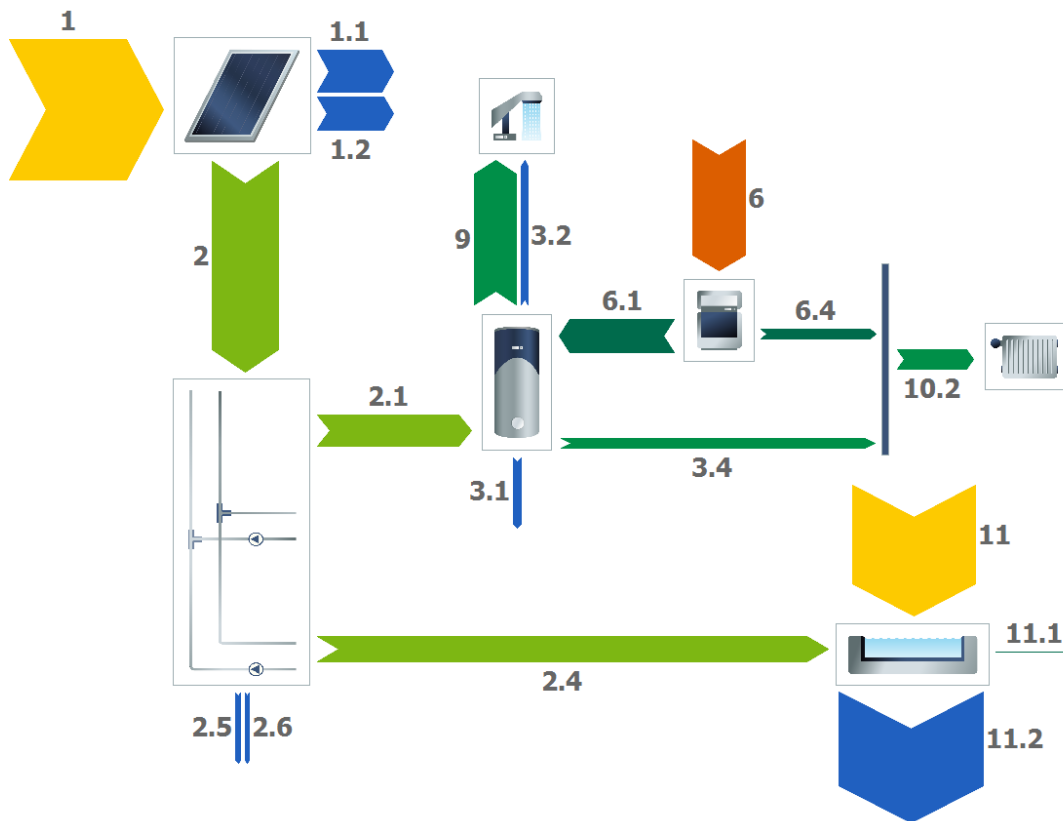


Daily maximum collector temperature



These calculations were carried out by T*SOL Pro 5.5 (R8) - the simulation program for solar thermal heating systems. The results are determined by a mathematical model calculation with variable time steps of up to 6 minutes. Actual yields can deviate from these values due to fluctuations in climate, consumption and other factors. The system schematic diagram above does not represent and cannot replace a full technical drawing of the solar system.

Energy balance schematic



Legend

1	Irradiation on to collector surface (active)	19.658 kWh
1.1	Optical collector losses	5.814 kWh
1.2	Thermal collector losses	4.616 kWh
2	Energy from collector array	9.229 kWh
2.1	Solar energy to storage tank	4.465 kWh
2.4	Solar energy to swimming pool	3.663 kWh
2.5	Internal piping losses	622 kWh
2.6	External piping losses	479 kWh
3.1	Tank losses	1.054 kWh
3.2	Circulation losses	981 kWh
3.4	Tank to space-heating	1.308 kWh
6	Final energy	7.455 kWh
6.1	Supplementary energy to tank	4.677 kWh
6.4	Supplementary energy to space-heating	1.427 kWh

-

-

Variant 1

9	DHW energy from tank	5.790 kWh
10.2	Heat to LT heating	2.735 kWh
11	Swimming pool irradiation	17.134 kWh
11.1	Supplementary energy to swimming pool (from final energy)	0 kWh
11.2	Swimming pool losses	20.144 kWh

Finansijska analiza projekta u RETScreen-u

Instalacija podnog grejanja i toplotne pumpe je značajna investicija, naročito u budžetu jedne porodice. U softverskom paketu RETScreen, koji služi za finansijsku analizu energetske projekata, izvršen je pregled investicije ugradnju toplotne pumpe i podnog grejanja. Pri izboru načina finansiranja, postoje povoljni krediti, kao što je kredit Credit Agricole banke za energetska unapređanja, do 10000 € bez kamate.

Heating project	Unit	
Base case heating system		
Heated floor area for building	m ²	134
Fuel type		Natural gas - m ³
Seasonal efficiency	%	65%
Heating load calculation		
Heating load for building	W/m ²	65,0
Domestic hot water heating base demand	%	20%
Total heating	MWh	20
Total peak heating load	kW	8,7
Fuel consumption - annual	m ³	2.941
Fuel rate	€/m ³	0,310
Fuel cost		€912
Proposed case energy efficiency measures		
End-use energy efficiency measures	%	20%
Net peak heating load	kW	7,0
Net heating	MWh	16

Tabela 25 Polazni podaci za sistem grejanja

Možemo uočiti da se ovde vrši definisanje starog visoko temperaturnog sistema grejanja i objekta pre revitalizacije. Gde su troškovi grejanja na prirodni gas za jednu godinu su bili 912€. Sa revitalizacijom zgrade, postignuti su gubici od:

$$q = 53,2 \frac{W}{m^2}$$

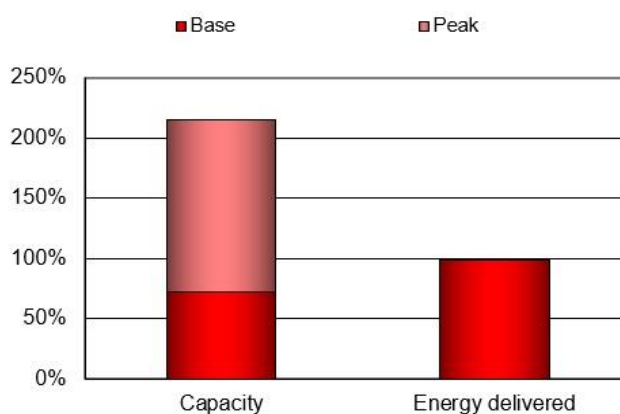
Izabrana toplotna pumpa ima sledeće karakteristike:

Proposed case heating system			
System selection	Base load system		
Base load heating system			
Technology	Heat pump		
Fuel selection method	Single fuel		
Fuel type	Electricity		
Fuel rate	€/MWh	65,000	
Heat pump			
Capacity	kW	5,0	71,8%
Heating delivered	MWh	16	98,2%
Manufacturer	Stiebel Eltron		
Model	WPF 5		
Seasonal efficiency	%	324%	
Fuel required	GJ/h	0,0	

Proposed case system characteristics	Unit	Estimate	%
Heating			
Base load heating system			
Technology		Heat pump	
Capacity	kW	5,0	71,8%
Heating delivered	MWh	16	98,2%
Peak load heating system			
Technology		Boiler	
Fuel type		Natural gas - m ³	
Fuel rate	€/m ³	0,310	
Suggested capacity	kW	2,0	
Capacity	kW	10	143,5%
Heating delivered	MWh	0,3	1,8%

Tabela 2,26 Karakteristike novog sistema

Toplotna pumpa je u stanju da pokrije 71,8% gubitaka, a za pokrivanje gubitaka u periodima vršne potrošnje, služi gasni kotao od 10 kW. Na sledećem dijagramu se vidi kako se raspoređuje opterećenje između osnovnog i vršnog sistema grejanja. Pošto gasni kotao nije skup, logično je bilo dimenzionisati ga tako da u slučaju kvara na toplotnoj pumpi može da pokrije sve gubitke. Pored toga ima drugu svrhu u ukupnom energetskom sistemu kuće takođe služi i za nadoknađenje potreba sistem solarne TPV.



Grafikon 1 Raspored opterećenja između osnovnog i vršnog sistema

Dalje su navedeni pojedini troškovi instalacije toplotne pumpe i bušenje bunara za toplotnu pumpu

Initial costs (credits)					Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Relative costs
Engineering	cost	1	€ 2.000	€ 2.000					
Subtotal:				€ 2.000					29,0%
Heating system									
Base load - Heat pump	kW	5,0	€ 250	€ 1.250					
Peak load - Boiler	kW	10,0	€ 60	€ 600					
Energy efficiency measures	project	1	€ 1.000	€ 1.000					
Bušenje bunara		1	€ 1.700	€ 1.700					
Subtotal:				€ 4.550					65,9%
Balance of system & miscellaneous									
Transportation	project	1	€ 350	€ 350					
Subtotal:				€ 350					5,1%
Total initial costs				€ 6.900					100,0%

Annual costs (credits)					Unit	Quantity	Unit cost	Amount	
O&M									
User-defined	cost	1	€ 200	€ 200					
Subtotal:				€ 200					
Fuel cost - proposed case									
Natural gas	m ³	32	€ 0,310	€ 10					
Electricity	MWh	5	€ 65,000	€ 314					
Subtotal:				€ 324					

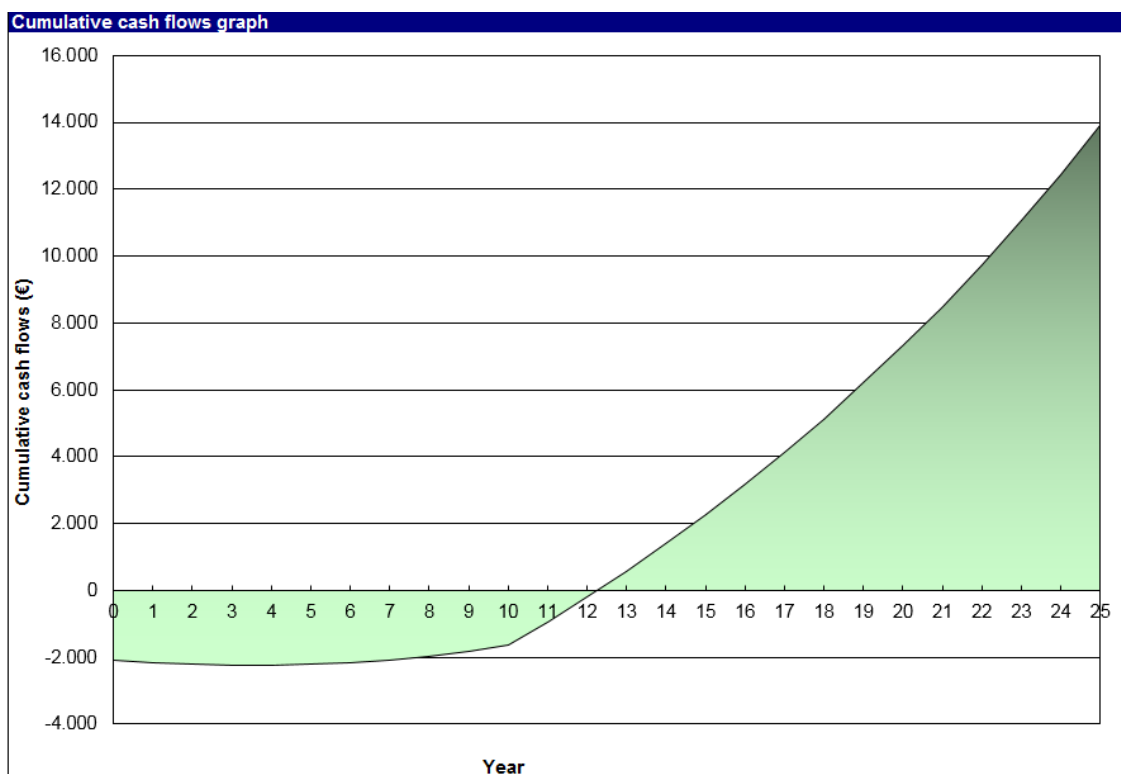
Annual savings					Unit	Quantity	Unit cost	Amount	
Fuel cost - base case									
Natural gas	m ³	2.941	€ 0,310	€ 912					
Subtotal:				€ 912					

Tabela 27 Troškovi

Možemo uočiti kako povoljan uticaj ima odlična kreditna konstrukcija bez kamate na period otplate investicije. Uzimanjem u obzir veličinu sredstava, koje je obezbedila banka za projekat.

Financial parameters			
General			
Fuel cost escalation rate	%		5,0%
Inflation rate	%		4,0%
Discount rate	%		17,5%
Project life	yr		25
Finance			
Incentives and grants	€		0
Debt ratio	%		70,0%
Debt	€		5.285
Equity	€		2.265
Debt interest rate	%		0,00%
Debt term	yr		10
Debt payments	€/yr		529

Tabela 5 Finansije



Grafikon 2 Kumulativni tok novca

Zaključci

Posle sumiranja svih stavki ovog projekta i razmatrajući finansijsku konstrukciju nabavke i instalacije energetskeg sistema porodične kuće, može se zaključiti nekoliko osnovnih činjenica:

- Ako težimo ka održivoj sredini i očuvanju naše okoline, kombinacija ovih inovativnih tehnologija i sistema je idealan izbor. Implementiranje toplotne pumpe i solarnih panela u kući sa dobrom izolacijom, možemo smatrati osnovnim stubovima jedne pasivne kuće. Tako možemo dostići smanjenje emisiju gasova sa efektom staklene bašte u okolinu za čak 5,4 tCO₂ godišnje.
- Sadržane strane, pri današnjim uslovima u našoj zemlji, investiranje u energetske efikasnosti gubi u značaju. Cene energenata su dosta niske, kao što je navedeno u radu. U Nemačkoj je cena električne energije za domaćinstva 0,29 €/kWh, a kod nas 6,5 €/kWh. Visoke cene energenata motiviše ljude da investiraju u energetska unapređenja kao što su i solarno pripremanje tople potrošne vode, izolacija zgrada i toplotne pumpe.

Pošto se životni vek ovih postrojenja u radu konstatovano na 25 godina, možemo računati da će se u budućnosti itekako povećavati cene energenata što će dati opravdanje našoj investiciji i doneti značajne uštede domaćinstvu i korak dalje ka očuvanju okoline i životne sredine.