

# **ELABORAT GRADBENE FIZIKE ZA PODROČJE UČINKOVITE RABE ENERGIJE V STAVBAH**

izdelan za stavbo

**DIC - sanacija podstrehe 2019**

**Številka projekta: 178-2-2019**

Izračun je narejen v skladu s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah in s Tehnično smernico za graditev TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije.

**Stavba je skladna z zahtevami Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah.**

Projektivno podjetje: md2 d.o.o., delavnica bivanja

Odgovorni vodja projekta: Drago Štefanec, ID projektanta: 1132-A

Elaborat izdelal: Drago Štefanec, ID projektanta: 1132-A

Ljubljana, 12.11.2019

# TEHNIČNI OPIS

## Lokacija, vrsta in namen stavbe

Naselje, ulica, kraj:	<b>LJUBLJANA, Poljanska 26, Ljubljana</b>
Katastrska občina:	<b>POLJANSKO PREDMESTJE</b>
Parcelna številka:	<b>373/27</b>
Koordinate lokacije stavbe:	<b>X (N) = 100831    Y (E) = 463820</b>
Vrsta stavbe:	<b>11300 Stanovanjske stavbe za posebne namene</b>
Namembnost stavbe:	<b>stanovanjska stavba</b>
Etažnost stavbe:	<b>1</b>
Investitor:	<b>Dijaški dom Ivana Cankarja Poljanska 26 Ljubljana</b>

## Geometrijske karakteristike stavbe

Površina toplotnega ovoja stavbe A:	<b>1.135,76 m<sup>2</sup></b>
Kondicionirana prostornina stavbe V <sub>g</sub> :	<b>2.205,00 m<sup>3</sup></b>
Neto ogrevana prostornina stavbe V:	<b>1.682,10 m<sup>3</sup></b>
Oblikovni faktor f <sub>o</sub> :	<b>0,515 m<sup>-1</sup></b>
Razmerje med površino oken in površino toplotnega ovoja stavbe z:	<b>0,062</b>
Uporabna površina stavbe A <sub>k</sub> :	<b>535,50 m<sup>2</sup></b>
Vrsta zidu:	<b>Srednjetežka gradnja ( ≥ 600 kg/m<sup>3</sup> )</b>
Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov:	<b>EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683</b>
Metoda izračuna toplotne kapacitete stavbe:	<b>na poenostavljen način</b>

Projekt je izdelan za rekonstrukcijo stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v manj kot 25 odstotkov toplotnega ovoja stavbe oziroma njenega posameznega dela oziroma za investicijska in druga vzdrževalna dela.

## Klimatski podatki

Začetek kurilne sezone (dan)	Konec kurilne sezone (dan)	Temper.primanjkljaj (K dni)	Proj. temperatura (°C)	Energija sončnega obsevanja (kWh/m <sup>2</sup> )
270	135	3300	-13	1121

### Povprečne mesečne temperature in vlažnosti zraka:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Leto
T	-1,0	1,0	6,0	10,0	15,0	18,0	20,0	19,0	15,0	10,0	4,0	1,0	9,6
p	82,0	77,0	72,0	71,0	73,0	72,0	75,0	76,0	80,0	82,0	84,0	85,0	77,4

Povprečna mesečna temperatura zunanje zraka najhladnejšega meseca  $T_{z,m,min}$ : **-1,0 °C**

Povprečna mesečna temperatura zunanje zraka najtoplejšega meseca  $T_{z,m,max}$ : **20,0 °C**

Globalno sončno sevanje (Wh/m <sup>2</sup> )																		
nak	mes	orientacija								mes	orientacija							
		S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ		S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
0		917	917	917	917	917	917	917	917		1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731	1.731
15		577	646	825	1.032	1.156	1.108	920	700		1.188	1.282	1.563	1.872	2.076	2.019	1.738	1.394
30		428	486	754	1.111	1.350	1.255	911	535		692	940	1.414	1.962	2.333	2.225	1.704	1.082
45	I	385	407	686	1.145	1.480	1.347	882	441	II	614	734	1.276	1.965	2.477	2.327	1.639	873
60		343	354	623	1.126	1.535	1.374	838	379		546	611	1.128	1.877	2.494	2.311	1.537	742
75		299	310	544	1.059	1.509	1.331	763	331		478	516	962	1.717	2.379	2.183	1.384	634
90		257	264	466	943	1.401	1.220	673	281		410	436	803	1.474	2.134	1.941	1.206	540
0		2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759	2.759		4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049
15		2.163	2.260	2.559	2.876	3.043	2.970	2.689	2.352		3.474	3.560	3.806	4.040	4.149	4.075	3.853	3.593
30		1.499	1.782	2.350	2.891	3.199	3.068	2.568	1.923		2.789	2.997	3.500	3.917	4.094	3.976	3.576	3.054
45	III	951	1.413	2.126	2.808	3.208	3.044	2.396	1.561	IV	2.027	2.459	3.153	3.668	3.879	3.743	3.241	2.522
60		846	1.162	1.879	2.600	3.063	2.879	2.172	1.297		1.415	2.022	2.777	3.290	3.500	3.374	2.869	2.089
75		740	973	1.618	2.307	2.768	2.599	1.909	1.089		1.210	1.668	2.375	2.826	2.973	2.904	2.468	1.738
90		634	805	1.344	1.912	2.334	2.196	1.611	898		1.027	1.364	1.948	2.282	2.329	2.351	2.041	1.427
0		4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894	4.894		5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274	5.274
15		4.383	4.463	4.651	4.816	4.866	4.799	4.626	4.444		4.818	4.841	4.955	5.078	5.138	5.123	5.019	4.888
30		3.705	3.874	4.290	4.583	4.648	4.548	4.238	3.838		4.184	4.233	4.515	4.735	4.812	4.812	4.626	4.322
45	V	2.893	3.219	3.863	4.202	4.246	4.149	3.787	3.165	VI	3.399	3.523	4.008	4.258	4.319	4.352	4.142	3.640
60		1.993	2.626	3.378	3.685	3.664	3.617	3.293	2.574		2.505	2.858	3.466	3.666	3.654	3.763	3.606	2.979
75		1.462	2.120	2.852	3.066	2.946	2.992	2.777	2.093		1.764	2.313	2.897	2.993	2.881	3.081	3.036	2.431
90		1.200	1.698	2.301	2.386	2.129	2.320	2.250	1.693		1.417	1.841	2.322	2.288	2.026	2.363	2.451	1.948
0		5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469	5.469		4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739	4.739
15		4.952	4.985	5.151	5.326	5.412	5.385	5.237	5.052		4.130	4.206	4.460	4.722	4.840	4.782	4.546	4.271
30		4.227	4.303	4.693	5.010	5.126	5.100	4.829	4.428		3.356	3.537	4.089	4.545	4.742	4.647	4.230	3.651
45	VII	3.336	3.525	4.171	4.535	4.637	4.633	4.323	3.674	VIII	2.463	2.853	3.654	4.209	4.432	4.338	3.824	2.988
60		2.326	2.812	3.594	3.919	3.940	4.009	3.755	2.973		1.543	2.285	3.177	3.720	3.917	3.860	3.361	2.427
75		1.592	2.228	2.981	3.197	3.103	3.274	3.154	2.411		1.236	1.841	2.672	3.123	3.224	3.258	2.859	1.986
90		1.270	1.738	2.359	2.425	2.154	2.493	2.541	1.928		1.040	1.471	2.149	2.448	2.413	2.570	2.330	1.606
0		3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354	3.354		1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911
15		2.745	2.835	3.122	3.424	3.580	3.505	3.236	2.916		1.458	1.541	1.769	2.006	2.128	2.056	1.837	1.589
30		2.047	2.276	2.835	3.375	3.661	3.527	3.030	2.412		981	1.200	1.610	2.038	2.267	2.133	1.731	1.271
45	IX	1.298	1.797	2.531	3.212	3.581	3.413	2.762	1.940	X	789	962	1.444	1.995	2.311	2.128	1.596	1.022
60		1.051	1.444	2.201	2.918	3.337	3.151	2.446	1.585		702	809	1.269	1.871	2.252	2.033	1.431	848
75		918	1.179	1.863	2.535	2.938	2.769	2.108	1.309		615	693	1.085	1.681	2.086	1.856	1.240	717
90		787	974	1.514	2.058	2.400	2.276	1.743	1.080		526	585	907	1.420	1.821	1.595	1.040	599
0		983	983	983	983	983	983	983	983		698	698	698	698	698	698	698	698
15		712	779	920	1.062	1.125	1.066	927	784		464	521	648	785	850	799	669	533
30		540	617	853	1.112	1.232	1.120	867	623		377	410	605	848	974	875	640	417
45	XI	487	523	781	1.122	1.290	1.133	799	523	XII	340	354	559	878	1.057	918	602	354
60		432	457	708	1.088	1.294	1.103	725	454		302	312	512	872	1.091	922	557	309
75		378	397	620	1.013	1.239	1.029	634	393		264	273	455	828	1.072	883	499	270
90		324	340	532	896	1.126	913	542	336		226	232	394	748	997	804	433	230

## Seznam konstrukcij

Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom,  $U_{\max} = 0,280 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Poševna stena,  $U = 0,134 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe),  $U_{\max} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Streha,  $U = 0,144 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz kovin,  $U_{\max} = 1,600 \text{ W/m}^2\text{K}$

- OKNO AL OKVIR S PREKINJENIM TOPLOTNIM MOSTOM,  $U=2,5$ , ZASTEKLITEV  $U=0,70$ ,  $U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Strešna okna, steklene strehe,  $U_{\max} = 1,400 \text{ W/m}^2\text{K}$

- OKNO PVC OKVIR, PETKOMORNI,  $U=1,3$ , ZASTEKLITEV  $U=0,70$ ,  $U = 0,880 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Svetlobniki, svetlobne kupole (do skupno 5% površine strehe),  $U_{\max} = 2,400 \text{ W/m}^2\text{K}$

- OKNO AL OKVIR S PREKINJENIM TOPLOTNIM MOSTOM,  $U=2,5$ , ZASTEKLITEV  $U=0,70$ ,  $U = 1,110 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Notranje konstrukcije brez zahtev  $U_{\max}$

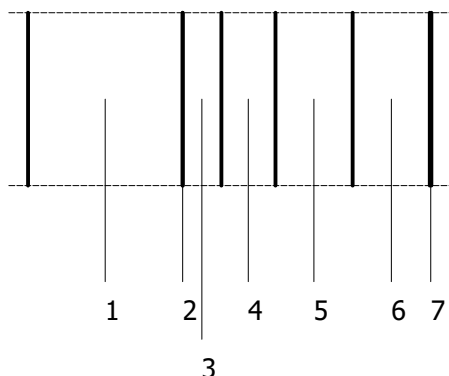
Preverba toplotne izolativnosti plašča podstrešne etaže

## IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Poševna stena

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.



- 1 BETON 2500
- 2 PARNA ZAPORA
- 3 URSA FDP 2
- 4 BETON 2500
- 5 URSA FDP 2
- 6 URSA FDP 2
- 7 PVC STREŠNI TRAKOVI, MEHKI

sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m <sup>2</sup> K/W
1	BETON 2500	20,000	2.500	960	2,330	90	0,086
2	PARNA ZAPORA	0,017	1.330	960	0,190	588.235	0,001
3	URSA FDP 2	5,000	24	1.030	0,035	1	1,429
4	BETON 2500	7,000	2.500	960	2,330	90	0,030
5	URSA FDP 2	10,000	24	1.030	0,035	1	2,857
6	URSA FDP 2	10,000	24	1.030	0,035	1	2,857
7	PVC STREŠNI TRAKOVI, MEHKI	0,200	1.200	960	0,190	20.000	0,011

### Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d_i/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,130 + 7,270 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{7,440 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,134 + 0,000 = \mathbf{0,134 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$U_{max} = \mathbf{0,280 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

### Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	$\Theta_e$ °C	$\varphi_e$	$p_e$ Pa	$\Delta p$ Pa	$p_i$ Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	$\Theta_I$ °C	$\phi_{Rsi}$
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	10,0	71,00	871	420	1.333	1.667	14,7	20	0,465
Maj	15,0	73,00	1.244	260	1.530	1.913	16,8	20	0,361
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,966} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7206}$$

konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije

### Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji pride do kondenzacije vodne pare.

## Izračun kondenzacije in akumulacije vodne pare

Mesec	Ravnina 1		$g_c$ kg/m <sup>2</sup>	$M_a$ kg/m <sup>2</sup>
	$g_c$ kg/m <sup>2</sup>	$M_a$ kg/m <sup>2</sup>		
November	0,002	0,002	0,000	0,000
December	0,003	0,004	0,000	0,000
Januar	0,003	0,008	0,000	0,000
Februar	0,002	0,009	0,000	0,000
Marec	-0,001	0,009	0,000	0,000
April	-0,003	0,006	0,000	0,000
Maj	-0,007	0,000	0,000	0,000
Junij	0,000	0,000	0,000	0,000
Julij	0,000	0,000	0,000	0,000
Avgust	0,000	0,000	0,000	0,000
September	0,000	0,000	0,000	0,000
Oktober	0,000	0,000	0,000	0,000

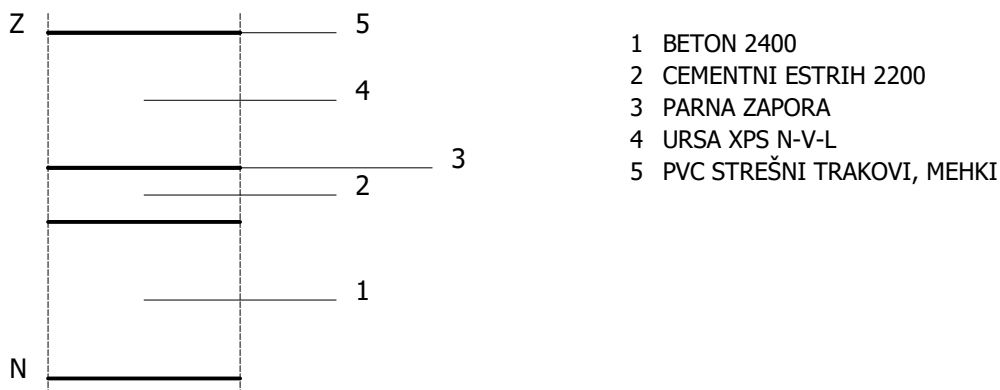
Skupna količina kondenzata je manjša od 1,0 kg/m<sup>2</sup>. Notranja kondenzacija v konstrukciji je v dovoljenih mejah.

## IZRAČUN GRADBENIH KONSTRUKCIJ STAVBE

Konstrukcija: Streha

Notranja temperatura: 20 °C

Vrsta konstrukcije: strop v sestavi ravne ali poševne strehe (ravne ali poševne strehe).



sloj	material	debelina cm	gostota kg/m	spec.topl. J/kgK	topl.pr. W/mK	dif.odpor	topl.odpor. m <sup>2</sup> K/W
1	BETON 2400	29,000	2.400	960	2,040	60	0,142
2	CEMENTNI ESTRIH 2200	10,000	2.200	1.050	1,400	30	0,071
3	PARNA ZAPORA	0,017	1.330	960	0,190	588.235	0,001
4	URSA XPS N-V-L	25,000	40	1.500	0,038	200	6,579
5	PVC STREŠNI TRAKOVI, MEHKI	0,020	1.200	960	0,190	20.000	0,001

### Izračun toplotne prehodnosti

$$R_T = R_{si} + \sum d/\lambda_i + R_{se} + R_u = 0,100 + 6,794 + 0,040 + 0,000 = \mathbf{6,934 \text{ m}^2\text{K/W}}$$

$$U_c = U + \Delta U = 0,144 + 0,000 = \mathbf{0,144 \text{ W/m}^2\text{K}} \quad U_{max} = \mathbf{0,200 \text{ W/m}^2\text{K}}, \quad \text{toplotna prehodnost je ustrezna}$$

### Izračun kondenzacije na površini

Kriterij: preprečevanje plesni

Način izračuna: uporaba razreda vlažnosti

Razred vlažnosti: pisarne, stanovanja z normalno uporabo in prezračevanjem

Mesec	$\Theta_e$ °C	$\varphi_e$	$p_e$ Pa	$\Delta p$ Pa	$p_i$ Pa	$p_{sat}(\Theta_{si})$ Pa	$\Theta_{si,min}$ °C	$\Theta_I$ °C	$\phi_{Rsi}$
Januar	-1,0	82,00	461	640	1.165	1.456	12,6	20	0,647
Februar	1,0	77,00	505	708	1.284	1.605	14,1	20	0,688
Marec	6,0	72,00	673	548	1.276	1.595	14,0	20	0,569
April	10,0	71,00	871	420	1.333	1.667	14,7	20	0,465
Maj	15,0	73,00	1.244	260	1.530	1.913	16,8	20	0,361
Junij	18,0	72,00	1.485	164	1.666	2.082	18,1	20	0,074
Julij	20,0	75,00	1.753	100	1.863	2.328	19,9	20	-
Avgust	19,0	76,00	1.669	132	1.814	2.268	19,5	20	0,516
September	15,0	80,00	1.364	260	1.650	2.062	18,0	20	0,599
Oktober	10,0	82,00	1.006	420	1.468	1.835	16,2	20	0,616
November	4,0	84,00	683	612	1.356	1.695	14,9	20	0,682
December	1,0	85,00	558	708	1.337	1.671	14,7	20	0,721

$$f_{Rsi} = \mathbf{0,964} > R_{Rsi,max} = \mathbf{0,7206} \quad \text{konstrukcija ustreza glede površinske kondenzacije}$$

### Izračun difuzije vodne pare

V konstrukciji ne pride do kondenzacije vodne pare.

## PROZORNE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija	$F_{fr}$	U W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> W/m <sup>2</sup> K	Ustreza
OKNO AL OKVIR S PREKINJENIM TOPLOTNIM MOSTOM, U=2,5, ZASTEKLITEV U=0,70	0,30	1,10	1,60	DA
OKNO PVC OKVIR, PETKOMORNI, U=1,3, ZASTEKLITEV U=0,70	0,30	0,88	1,40	DA
OKNO AL OKVIR S PREKINJENIM TOPLOTNIM MOSTOM, U=2,5, ZASTEKLITEV U=0,70	0,27	1,11	2,40	DA