

**PRIMERJAVA MED DOLOČANJEM TOPLOTNE PREHODNOSTI
IN TOPLOTNEGA TOKA MED PROGRAMOM TEDI TER
ANALITIČNIM IZRAČUNOM**

Vesna Dukić

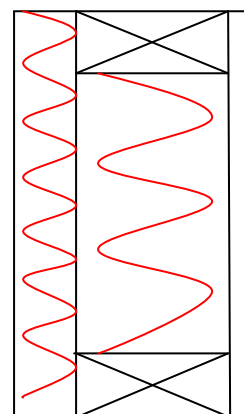
IZRAČUNI TOPLOTNE PREHODNOSTI ZUNANJE STENE S PROGRAMOM TEDI

1. OSNOVNI PODATKI

Program je bil izdan s strani Katedre za stavbe in konstrukcijske elemente. Deluje na principu vnašanja konstrukcijskih sklopov pri katerih sestavne materiale izbiraš iz knjižice materialov. Program poda tudi podatke o uporabljenem materialu, prikazane v drugi tabeli.

Konstrukcijski sklop predstavlja zunanjo leseno montažno steno z vmesno izolacijo ter dodatno izolacijo na zunanji strani. Temperatura na notranji strani stene je **20°C**, na zunanji strani pa **-10°C**.

Material	Debelina (m)
Fasadni dekorativni omet	0,0030
Fasadna malta, armirana mreža	0,0015
Ekstrudiran polistiren	0,1000
Lepilo	
Cementno – iverna plošča	0,0160
Lesen okvir	0,08/0,14
Steklena volna	0,1400
Cementno – iverna plošča	0,0120
Parna zapora PE folija	0,0002
Mavčno kartonasta plošča	0,0095



Št. plasti	Šifra	Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	C (J/kgK)	λ (W/mK)	μ (-)
1	20.0	Plemenita fasadna malta	0.0030	1850	1050	0.700	15.0
2	124.1	Fragmat EPS 50	0,1000	12	1260	0,043	20
3	66.1	Iverke - trde	0,0160	1000	1880	0,120	17
4	63.1	Les - hrast	0,0140	700	2090	0,210	40
5	141.2	Steklena volna	0,140	23	840	0,034	1
6	66.1	Iverke - trde	0,0120	1000	1880	0,120	17
7	75.1	Polietilenska folija	0,002	1000	1250	0,190	80000
8	46.1	Mavčno kartonaste plošče – do 15mm	0,0950	900	840	0,210	12

2. IZRAČUNI S PROGRAMOM TEDI

Izračun toplotne prehodnosti

V program vnesemo podatke o klimatskih pogojih, za katere želimo konstrukcijski sklop preveriti. Iz tega program določi notranjo ter zunanjo temperaturo zraku, lahko pa jo tudi sami podamo. Iz teh dveh vrednosti program nato določi projektno temperaturo, na podlagi katere opravi izračune.

Definiramo tip konstrukcijskega sklopa ter izberemo ustrezne materiale, ki konstrukcijski sklop sestavljajo.

Št. plasti	Šifra	Material	Debelina (m)	ρ (kg/m ³)	C (J/kg K)	λ (W/m K)	μ (-)	IHI
1	20.0	plemenita fasadna malta	0,0030	1850	1050	0,700	15,0	
2	124.1	FRAGMAT EPS 50	0,1000	12	1260	0,043	20,0	
3	66.1	iverke - trde	0,0160	1000	1880	0,120	17,0	
4	63.1	les - hrast	0,0140	700	2090	0,210	40,0	
5	141.2	steklena volna	0,1400	23	840	0,034	1,0	
6	66.1	iverke - trde	0,0120	1000	1880	0,120	17,0	
7	81.0	polietilenske folije	0,0020	1000	1250	0,190	80000,0	
8	46.1	mavčno kartonaste plošče - do 15 mm	0,0950	900	840	0,210	12,0	

Oštevilčenje plasti poteka iz notranje (toplejše) proti zunanji (hladnejši) mejni površini

Program nato sam določi vse potrebne izračune ter poda rezultate.

$U_{\text{izračunani}} = 0,136 \text{ (W/m}^2\text{K)} < U_{\text{max}} = 0,280 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ **KS ODGOVARJA**

Temperatura zunaj (°C)	<input type="text" value="-10"/>	Relativna vlažnost zunaj (%)	<input type="text" value="90"/>
Temperatura notri (°C)	<input type="text" value="20,0"/>	Relativna vlažnost notri (%)	<input type="text" value="65"/>
<input type="button" value="Temperatura zunaj iz klimatskih podatkov"/>		<input type="text" value="Računska temperatura zunaj (°C)"/>	<input type="text" value="-5"/>

Toplotna prehodnost zunanje stene znaša **0,136 W/m²K**.

Izračun toplotnega toka na podlagi rezultatov iz programa TEDI

Upoštevam toplotno prehodnost zunanje stena in projektno temperaturo, ki jo določi program TEDI. Projektna temperatura znaša **-5°C**.

Najprej določim toplotno odpornost konstrukcijskega sklopa.

$$R = \frac{1}{US} = \frac{1}{0,136 \frac{W}{m^2K} * 20m^2} = 0,368 \frac{K}{W}$$

Nato določim še toplotni tok z upoštevanjem projektne zunanje temperature. Notranja temperatura je **20°C**, zunanja pa torej **-5°C**. Temperaturna razlika je tako **25 K**.

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{25 \text{ K}}{0,368 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = 67,94 \text{ W}$$

Toplotni tok, ki ga dobim z upoštevanjem podatkov, ki jih uporablja program, znaša **67,94 W**.

3. ANALITIČNI IZRAČUN TOPLOTNE PREHODNOSTI IN TOPLOTNEGA TOKA

Izračun toplotne prehodnosti

Izberem najprej plasti, ki jih lahko upoštevam v izračunu.

Št. plasti	Material	Debelina (m)	λ (W/mK)
1	Fasadna malta	0.0030	0.700
2	Stiropor	0,1000	0,043
3	Vezana plošča	(x2) 0,0160	0,120
4	Les	0,0140	0,210
5	Steklena volna	0,140	0,034
6	Polietilenska folija	0,002	0,190
7	Mavčno kartonaste plošče	0,0950	0,210

Izračun toplotne prehodnosti brez upoštevanja mejne plasti zraku

Najprej določim toplotno odpornost posameznih plasti konstrukcijskega sklopa. Pri tem upoštevam, da znaša površina zunanje stene 20 m^2 ter zanemarim mejno plast zraku na zunanji strani.

$$R = \sum_{i=1}^7 \frac{L_i}{\lambda_i S}$$

$$R = \frac{1}{20 \text{ m}^2} \left(\frac{0,003}{0,700} + \frac{0,100}{0,043} + \frac{2 * 0,016}{0,120} + \frac{0,014}{0,210} + \frac{0,140}{0,034} + \frac{0,002}{0,190} + \frac{0,095}{0,210} \right) \frac{\text{m}}{\text{W/mK}}$$

$$R = 0,362 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

Analitično določim toplotno prehodnost zunanje stene, pri kateri ni upoštevana zunanja mejna plast zraku.

$$U = \frac{1}{RS} = \frac{1}{0,362 \text{ (K/W)} * 20 \text{ m}^2} = 0,138 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$$

Izračun toplotne prehodnosti z upoštevanjem mejne plasti zraku

$$R = R_{stene} + R_{mejna\ plast}$$

$$R_{mejna\ plast} = \frac{1}{hS} = \frac{1}{5\text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) * 20\text{m}^2} = 0,01 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$R = 0,362 \frac{\text{K}}{\text{W}} + 0,01 \frac{\text{K}}{\text{W}} = \mathbf{0,372 \frac{\text{K}}{\text{W}}}$$

Toplotna prehodnost zunanje stene z upoštevanjem mejne plasti tako znaša:

$$U = \frac{1}{RS} = \frac{1}{0,372\text{ (K/W)} * 20\text{m}^2} = \mathbf{0,134 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}}$$

Vidimo, da je toplotna prehodnost, ki jo določi program TEDI je ravno povprečje toplotnih prehodnosti izračunanih po analitičnem postopku. Program torej upošteva vmesno vrednost, ki jo dobimo z upoštevanjem ali brez upoštevanja mejne plasti zraku na zunanji strani. S tem je rezultat programa TEDI na varni strani.

Izračun toplotnega toka z upoštevanjem mejne plasti

Analitično določim toplotni tok, ki prehaja skozi steno s temperaturno razliko **30 K**. Pri tem upoštevam toplotno upornost z upoštevanjem mejne plasti zraku.

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{30\text{ K}}{0,372 \frac{\text{K}}{\text{W}}} = \mathbf{80,65\text{ W}}$$

4. ZAKLJUČEK

	Analitični izračun		Izračun s programom TEDI
Toplotna prehodnost	Upoštevanje mejne plasti	Brez upoštevanja mejna plasti	
U (W/m²K)	0,134	0,138	0,136

Program določa vmesno toplotno prehodnost, kot jo dobimo pri analitičnem izračunu. Torej niti ne upošteva mejno plast zraku niti jo upošteva. S tem smo, kot že omenjeno, na varni strani, saj določa večjo toplotno prehodnost kot bi sicer bila. Napaka ni velika, torej je program primeren za izračun toplotnih prehodnosti.

	Analitični izračun	Izračun s programom TEDI
Toplotni tok	Upoštevanje mejne plasti	
P (K/W)	80,65	67,94

Problem se pojavi pri določanju toplotnega toka. Sam program toplotnega toka ne določa, zato sem ga analitično določila na podlagi podatkov, ki jih uporablja program. Razlike so zelo očitne. Vrednosti toplotnega toka se razlikujejo za približno 20%. Rezultati prikazujejo, da je toplotni tok z analitičnim izračunom večji, torej s podatki, ki jih uporablja program za izračun toplotnega toka nismo na varni strani, saj je dejanski prehod toplotnega toka večji, in tako konstrukcijski sklop ne bi ustrezal. Do napake je prišlo, ker, kljub temu, da sem vnesla zunanjo temperaturo -10°C, je program izbral višjo projektno temperaturo, in sicer -5°C, s čimer pa nismo več na varni strani in rezultat ni skladen z vhodnimi podatki. Napaka predstavlja pomanjkljivost programa, zato je potrebno biti pri izračunih kritičen.

Sam program je torej primeren za določanje ustreznosti konstrukcijskega sklopa in določanje toplotne prehodnosti, ni pa priporočljiva uporaba podatkov, ki jih upošteva program za nadaljnje izračune.

Program je zelo preprost za uporabo, s tem pa nastopijo tudi nekatere pomanjkljivosti. Vsebuje knjižico materialov, ki je več ali manj sestavljena iz materialov določenega podjetja, pri čemer ne moreš sam določati lastnosti materiala., torej lahko le izbereš iz ponujenih materialov, ki imajo svoje lastnosti že predpisane. Ena izmed glavnih pomanjkljivosti je tudi ta, da program nima možnosti izbire skeletne konstrukcije, zato je potrebno pri takih tipih konstrukcijah dodatno definirati zračne plasti, s katerimi lahko zajamemo plasti zraka, ki pri skeletnih konstrukcijah delujejo kot toplotna izolacija.