

Koeficijent
provodjenja toplote
DIN 4701
SRPS EN 12831



Predmetni asistent:

Mina Solaković

Mejl adresa:

solakovic.mina@gmail.com

solakovicmina@uns.ac.rs

Kancelarija 009 F-blok

PROJEKTNI USLOVI

Da bi se započelo projektovanje instalacija za grejanje i klimatizaciju, potrebno je definisati projektne uslove za područje za koje se vrši proračun. Postoje dve vrste projektnih uslova i to su:

- **unutrašnji projektni uslovi:** t_p , φ_p
- **spoljašnji projektni uslovi:** t_{sp} , φ_{sp}

t_p [°C] - UNUTRAŠNJA PROJEKTNJA TEMPERATURA (TEMPERATURA KOJU TREBA ODRŽAVATI U PROSTORIJI, ZAVISI OD NAMENE PROSTORIJE (20°C DNEVNA SOBA, 22°C KUPATILO, 15°C HODNIK))

t_{sp} [°C] - SPOLJNA PROJEKTNJA TEMPERATURA (ZIMA -14,8°C, LETO +33°C)

t_{sp}^v [°C] - SPOLJNA PROJEKTNJA VENTILACIONA TEMPERATURA (OD 0 DO -5°C)

φ_p [%] - UNUTRAŠNJA PROJEKTNJA RELATIVNA VLAŽNOST VAZDUHA (U ZAVISNOSTI OD NAMENE PROSTORIJE 35% APOTEKE, 75% TKAČNICE, 85% MLEČNA INDUSTRIJA, STANDARDNO 50%)

φ_{sp} [%] - SPOLJNA PROJEKTNJA RELATIVNA VLAŽNOST VAZDUHA (LETI 32% ZIMI 90%)

Spoljna projektna temperatura

MESTO	θ_{ite}	MESTO	θ_{ite}
Banatski Karlovac	-13,2	Kopaonik	-20,1
Beograd	-12,1	Leskovac	-17,4
Bečej	-15,8	Loznica	-13,7
Valjevo	-14,4	Niš	-14,5
Vranje	-15,3	Novi Sad	-14,8
Vršac	-15,4	Peć	-18,1
Veliko Gradište	-14,1	Požega	-18,3
Dimitrovgrad	-15,8	Prizren	-18,4
Zaječar	-17,5	Priština	-19,8
Zlatibor	-16,0	Sjenica	-23,7
Zrenjanin	-14,8	Sombor	-15,1
Kikinda	-15,3	Sremska Mitrovica	-15,0
Kraljevo	-14,7	Surčin - Beograd	-13,0
Kruševac	-16,2	Crni Vrh	-18,5
Kragujevac	-15,0	Ćuprija	-15,2

PRETPOSTAVKE

Prilikom proračuna gubitaka toplote u zimskom periodu uvode se sledeće pretpostavke:

1. Stacionarni uslovi prenosa toplote – smatra se da spoljna projektna temperatura vlada dovoljno dugo da se uspostavi stacionarni režim toplote, temperatura vazduha u prostoriji je uniformna po celoj zapremini prostorije.
2. Jednodimenzionalni prenos toplote – smatra se da je toplotni fluks usmeren u pravcu maksimalnog gradijenta temperature, tj. njegov pravac je normalan na posmatranu pregradu.
3. Sve fizičke veličine su konstantne – smatra se da se osobine materijala pregrada ne menjaju u zavisnosti od temperature materijala, kao i da je materijal homogen, tako da u svakoj tački ima nepromenljivu vrednost fizičkih osobina.

Prolaz toplote je kombinacija dva osnovna mehanizma prenosa toplote:

prolaz = prelaz + provođenje + prelaz

Proračun gubitaka toplote

Pre nego što se pristupi proračunu potrebne količine toplote za grejanje objekta, potrebno je objekat upoznati. Za upoznavanje objekta je potrebno raspolagati sa sledećim:

1. **Situacioni plan** u kojem se vidi orijentacija objekta, pravac napada vetra, kao i položaj i visina susednih objekata.
2. **Crteži osnova etaža**, u kojima su unesene građevinske mere prostorija, a takođe i dimenzije prozora i vrata.
3. **Preseci**, iz kojih se vidi svetla visina prostorija, visine od poda do poda, etaža kao i visine prozora i vrata.
4. **Detalji konstrukcija zidova, podova i tavanice**. Ove nestandardne konstrukcije moraju biti ucrtane tako da je moguće izračunati koeficijent prolaza toplote.
5. **Detalji prozora**, iz kojih se vidi konstrukcija prozora (jednostruki, dvostruki), materijal ramova (drveni, sintetički, metalni), građevinske mere i dužine fuga.
6. **Detalji vrata**, iz koji se vide građevinske dimenzije vrata, materijal.
7. **Podaci o nameni prostorija**, iz koji se dobija slika o načinu korišćenja prostorija na osnovu kojih se usvajaju dodaci potrebni za proračun gubitaka toplote i iz kojih se vidi način eksploatacije grejnog postrojenja

Koeficijent prolaza toplote

Koeficijent prolaza toplote - U (W/m²K)

Prolaz (prolaženje) toplote je kombinacija dva osnovna mehanizma prenosa toplote:

prolaz = prelaz + provođenje + prelaz

Ukupan otpor prenosu toplote koji se javlja prilikom prolaza toplote sastoji se od:

$$R = R_u + R_k + R_s$$

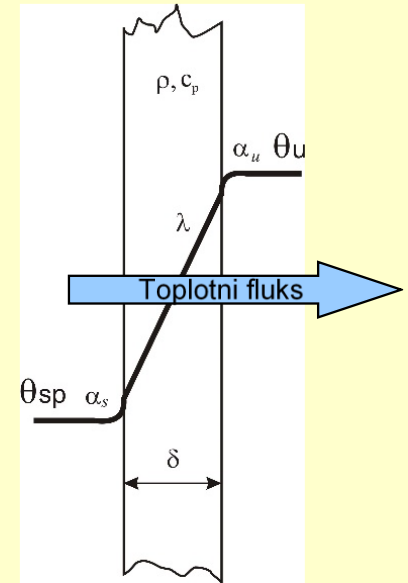
gde su:

R_u – otpor prelazu toplote sa unutrašnjeg vazduha na unutrašnju površinu spoljnog zida,

R_k – otpor provođenju toplote kroz zid i

R_s – otpor prelazu toplote sa spoljašnje površine zida na spoljni vazduh.

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_u} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}$$



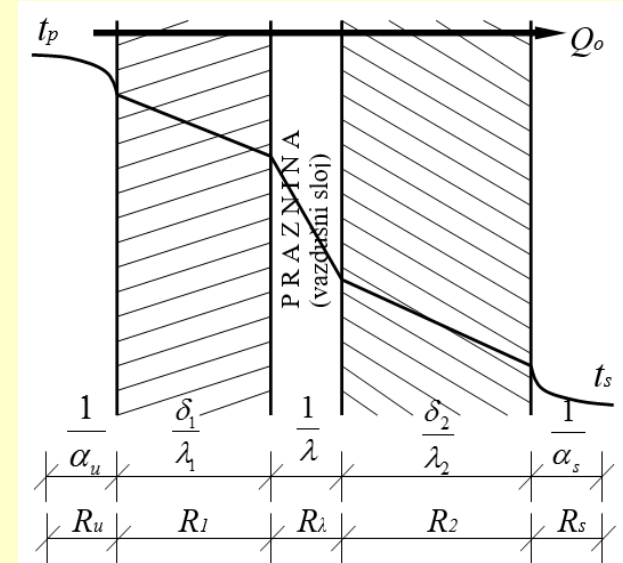
Koeficijent prolaza toplote

Koeficijent prolaza toplote za jednoslojnu pregradu:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}}$$

Koeficijent prolaza toplote za višeslojnu pregradu:

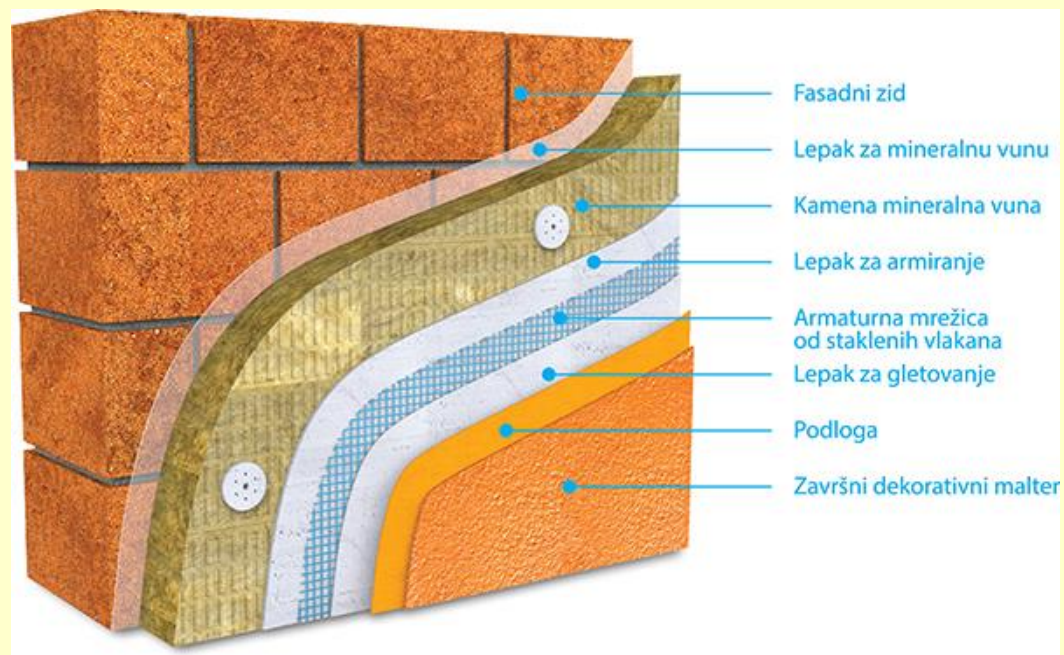
$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_s}}$$



Unutrašnji koeficijent prelaza toplote	Za zidove i unutrašnje prozore, kao i za podove i tavanice pri prelazu toplote odozdo naviše	8
	Za podove i tavanice pri prelazu toplote odozgo naniže	6
	Za spoljne prozore	12
Spoljni koeficijent prelaza toplote	Pri srednjoj brzini vetra	25
	Za slučaj dodatnih visećih fasada, kao i za ravan krov	11

Otpor prolazu toplote vazdušnih slojeva $1/\lambda$ ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)

Debljina vazdušnog sloja (cm)	1	2	3	4	5
Vertikalni slojevi	0,14	0,16	0,18	0,17	0,16
Horizontalni slojevi pri prolazu toplote odozdo naviše	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16
Horizontalni slojevi pri prolazu toplote odozgo naniže	0,15	0,18	0,21	0,21	0,21



Toplotni protok ka spoljnoj sredini, preko građevinskog elementa određenog tipa	Otpor prelazu toplote, $\text{m}^2\text{xK/W}$			Faktor korekcije temperature, F_{xi}
	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	
<i>Građevinski elementi koji se graniče sa spoljnim vazduhom</i>				
Spoljni zid				
neventilisani	0,13	0,04	0,17	1,0
ventilisani	0,13	0,13	0,26	1,0
Ravni krovovi:				
neventilisani	0,10	0,04	0,14	1,0
ventilisani	0,10	0,10	0,20	1,0
Međuspratna konstrukcija iznad otvorenog prolaza:				
neventilisani	0,17	0,04	0,21	1,0
ventilisani	0,17	0,17	0,34	1,0
Kosi krovovi:				
neventilisani	0,10	0,04	0,14	1,0
ventilisani	0,10	0,10	0,20	1,0
<i>Građevinski elementi koji se graniče sa negrejanim prostorima</i>				
Zid ka negrejanom prostoru	0,13	0,13	0,26	0,5
Međuspratna konstrukcija ka negrejanom krovnom prostoru	0,10	0,10	0,20	0,8
Međuspratna konstrukcija iznad negrejanog prostora	0,17	0,17	0,34	0,5
Zid ka negrejanom zimskoj bašti (stakleniku), sa spoljnim zastakljenjem zimske bašte:				
Jednostruko staklo, $U > 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{xK})$	0,13	0,13	0,26	0,7
Izolaciono staklo, $U \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{xK})$				0,6
Poboljšano staklo, $U \geq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{xK})$				0,5
<i>Građevinski elementi u kontaktu sa tlom</i>				
zid u tlu, ili delimično ukopan	0,13	0,0	0,13	0,6
pod na tlu	0,17	0,0	0,17	0,5
Međuspratna konstrukcija u tlu	0,10	0,0	0,10	0,6
<i>Građevinski elementi između dva grejana prostora različite temperature</i>				
Zid između zgrada, zid koji razdvaja prostore različitih korisnika, ili zid ka grejanom stepeništu	0,13	0,08	0,21	0,8
Međuspratna konstrukcija koja razdvaja prostor između različitih korisnika	0,10	0,08	0,18	0,8

Ventilisani spoljni zidovi

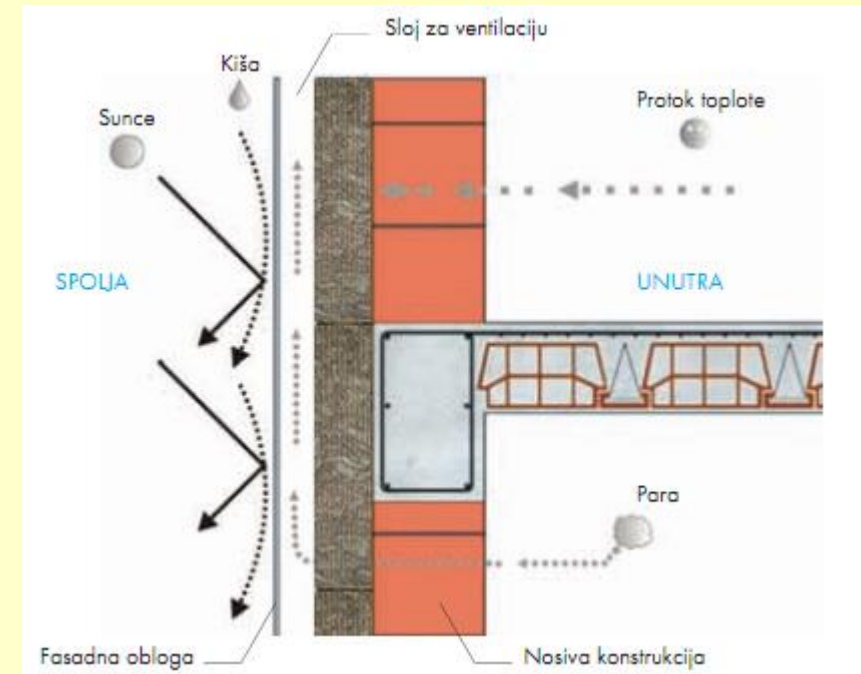
VENTILISANA FASADA

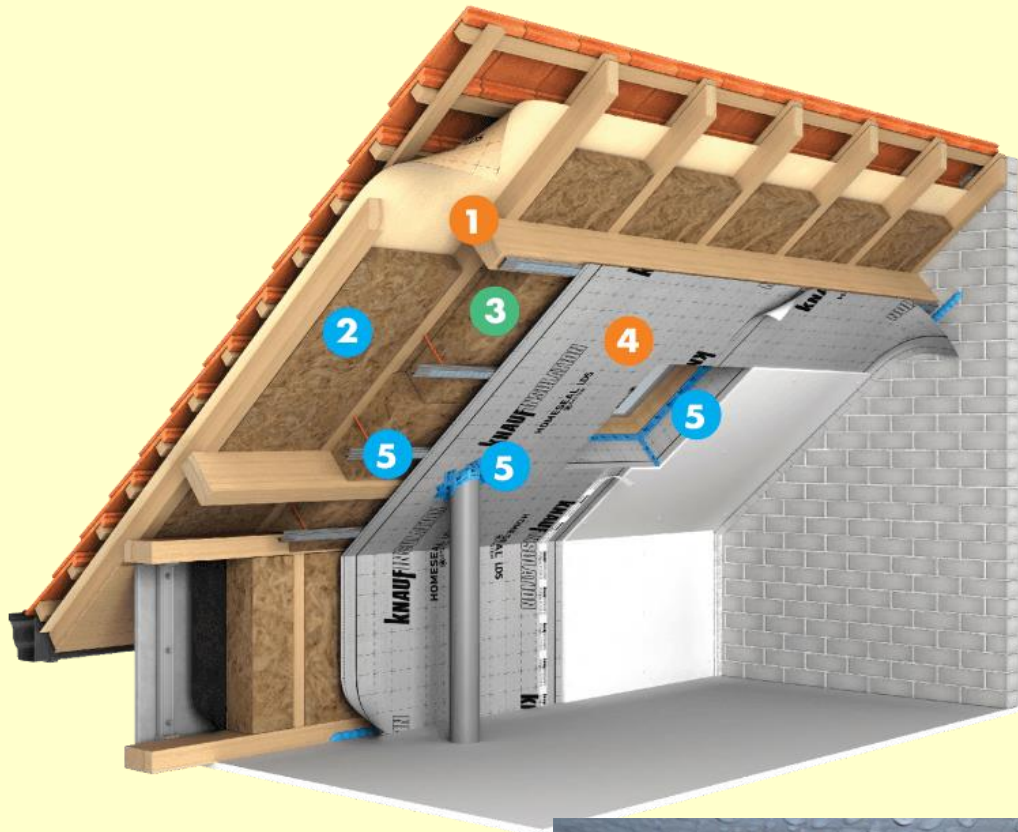
Ventilisana fasada je prvi izbor za poslovne objekte, hotele i druge ekskluzivne zgrade, zbog vrhunskih termičkih karakteristika, kvaliteta završne obloge, estetskog momenta i trajnosti celokupne fasadne konstrukcije.

ULOGA VENTILACIJE

Ključne uloge sloja za ventilaciju su:


- odvođenje difuzne vodene pare, koja se u zimskom periodu kreće od unutrašnjeg toplijeg prostora prema spoljašnjem prostoru
- eliminisanje eventualno nastalog kondenzata
- smanjenje zagrevanja osnovne mase zida leti, tj. bolja zaštita unutrašnjeg prostora od visokih letnjih temperatura.
- Da bi ovi zahtevi bili ispunjeni minimalna debljina sloja za ventilaciju treba da iznosi 2 cm i da je omogućeno neometano strujanje vazduha u tom sloju.
- Otvori za ventilaciju po visini zida, za ulaz i izlaz vazduha, treba da budu minimalne površine 50cm² po dužnom metru zida.
- Dužina provetravanja može biti jedna ili više spratnih visina ili samo visina parapeta (prema uputstvu proizvođača fasade). Preporučuje se posebna obrada otvora zbog sprečavanja prodora atmosferalija i ulaska insekata i štetočina u provetravani međuprostor.





1

Homeseal LDS 0.02
 Paropropusna-vodonepropusna folija:
 Koeficijent otpora difuziji vodene pare, $S_d = 0.02m$




2

NaturBoard FIT PLUS
 Kamena mineralna vuna:
 Koeficijent toplotne provodljivosti:
 $\lambda = 0,037 W/mK$



3

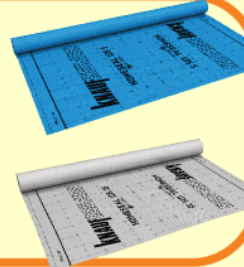
UNIFIT 035 Staklena mineralna vuna:
 Koeficijent toplotne provodljivosti:
 $\lambda = 0,035 W/mK$



4

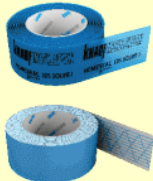
Homeseal LDS 5 - aktivna parna brana
 ili **Homeseal LDS 35** parna brana
 Koeficijent otpora difuziji vodene pare:

- Homeseal LDS 5 Silk, $S_d = 5m$
- Homeseal LDS 35, $S_d = 35m$



5

Homeseal LDS SOLIFIT-1 – lepljiva traka
Homeseal LDS SOLIFIT-2 – dvostrano lepljiva traka



Najveće dozvoljene vrednosti koeficijenta prolaza toplote, U_{max}

Opis elementa / sistema	Postojeća zgrada U_{max} [W/(m ² ·K)]	Nova zgrada U_{max} [W/(m ² ·K)]
Elementi i sistemi u kontaktu sa spoljnim vazduhom		
1. Spoljni zid	0,40	0,30
2. Zid na dilataciji (između zgrada)	0,50	0,35
3. Zidovi i međuspratne konstrukcije između grejanih prostorija različitih jedinica, različitih korisnika ili vlasnika	0,90	0,90
4. Ravan krov iznad grejanog prostora	0,20	0,15
5. Ravan krov iznad negrejanog prostora	0,40	0,30
6. Kosi krov iznad grejanog prostora	0,20	0,15
7. Kosi krov iznad negrejanog prostora	0,40	0,30
8. Međuspratna konstrukcija iznad otvorenog prolaza	0,30	0,20
9. Prozori, balkonska vrata grejanih prostorija i grejane zimske bašte	1,50	1,50
10. Stakleni krovovi, izuzimajući zimske bašte, svetlosne kupole	1,50	1,50
11. Spoljna vrata	1,60	1,60
12. Izlozi	1,80	1,80
13. Staklene prizme	1,60	1,60

Unutrašnje pregradne konstrukcije		
14. Zid prema grejanom stepeništu	0,90	0,90
15. Zid prema negrejanim prostorima	0,55	0,40
16. Međuspratna konstrukcija ispod negrejanog prostora	0,40	0,30
17. Međuspratna konstrukcija iznad negrejanog prostora	0,40	0,30
Konstrukcije u tlu (ukopane, ili delimično ukopane)		
18. Zid u tlu	0,50	0,35
19. Pod na tlu	0,40	0,30
20. Ukopana međuspratna konstrukcija	0,50	0,40
<p><i>Napomena 1:</i> Za elemente - sisteme panelnog (podnog, zidnog, plafonskog) grejanja moraju se primeniti odgovarajući standardi i tehnički uslovi propisani tim standardima.</p> <p><i>Napomena 2:</i> Vrednosti navedene za postojeću zgradu odnose se na najveće dopuštene vrednosti posle renoviranja, sanacija, rekonstrukcija.</p>		

Najveće dozvoljene vrednosti koeficijenta prolaza toplote, U_{max}

Vrednosti koeficijenta prolaza toplote prozora bez termoizolacionog stakla ("staklopaketi") usvajaju se sa vrednostima: $U_w = 3,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ (za prozore krilo na krilo); $U_w = 5,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ (za prozore sa jednostrukim staklom).

Tabela 3.4.1.4 - Toplotna svojstva transparentnih građevinskih elemenata - STAKLO

Tip stakla	U_g $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$	g
jednostruko, 6 mm	5,8	0,83
2-struko, prozirno, 6-8-6 mm	3,2	0,71
2-struko, prozirno, 4-12-4 mm	3,0	0,71
2-struko, prozirno, 6-12-6 mm	2,9	0,71
2-struko, prozirno, 6-16-6 mm	2,7	0,72
3-struko, prozirno, 6-12-6-12-6 mm	1,9	0,63
2-struko, niskoemisiono, 4-12-4 mm (vazduh)	1,6	0,63
2-struko, niskoemisiono, 4-16-4 mm (vazduh)	1,5	0,61
2-struko, niskoemisiono, 4-15-4 mm (Ar)	1,3	0,61
2-struko, niskoemisiono, 4-12-4 mm (Kr)	1,1	0,62
2-struko, niskoemisiono, 4-12-4 mm (Xe)	0,9	0,62
3-struko, niskoemisiono, 4-8-4-8-4 mm (Kr)	0,7	0,48
3-struko, niskoemisiono, 4-8-4-8-4 mm (Xe)	0,5	0,48
2-struko, reflektujuće, 6-15-6 mm (Ar)	1,3	0,25 - 0,48
2-struko, reflektujuće, 6-12-4 mm (Ar)	1,4	0,27 - 0,44

Tabela 3.4.1.5: Koeficijent prolaza toplote okvira - drveni okvir

debljina d , mm	U_f $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$	
	meko drvo ($500 \text{ kg}/\text{m}^3$, $\lambda = 0,13 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$)	tvrd drvo ($700 \text{ kg}/\text{m}^3$, $\lambda = 0,18 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$)
30	2,3	2,7
50	2,0	2,4
70	1,8	2,0
90	1,6	1,8
110	1,4	1,6

Tabela 3.4.1.6: Koeficijent prolaza toplote okvira - PVC-okvir

Materijal	Tip okvira - profil	U_f $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$
PVC-šuplji profili	2-komorni	2,2
	3-komorni	1,7 - 1,8
	5-komorni	1,3 - 1,5
	6-komorni	1,2 - 1,3

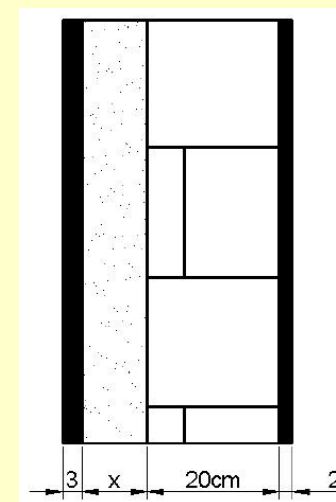
Tabela 3.4.1.7: Koeficijent prolaza toplote okvira - metalni okvir

Vrsta metalnog okvira	U_f $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$
čelični, sa termičkim prekidom	4,0
čelični, bez termičkog prekida	6,0
aluminijumski, sa termičkim prekidom	2,8 - 3,5
aluminijumski, poboljšani	1,4 - 1,5
specijalni sistemi profila za pasivne kuće	0,7 - 0,8

Zadatak 1

1. Izračunati uticaj promene debljine izolacionog sloja u fasadnom zidu na ukupni površinski koeficijent prolaženja toplote. Varirati sledeće debljine izolacije: 3, 5, 8, 10, 12, 15 i 20cm. Fasadni zid se sastoji iz sledećih slojeva:
- Cementni malter debljine ($\delta=3$ cm)
 - Izolacija (mineralna vuna)
 - Puna opeka debljine ($\delta=20$ cm)
 - Krečni malter debljine ($\delta=2$ cm)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,03}{0,032} + \frac{0,2}{0,64} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,68$$



Zadatak 1

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,05}{0,032} + \frac{0,2}{0,64} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,48$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,12}{0,032} + \frac{0,2}{0,64} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,23$$

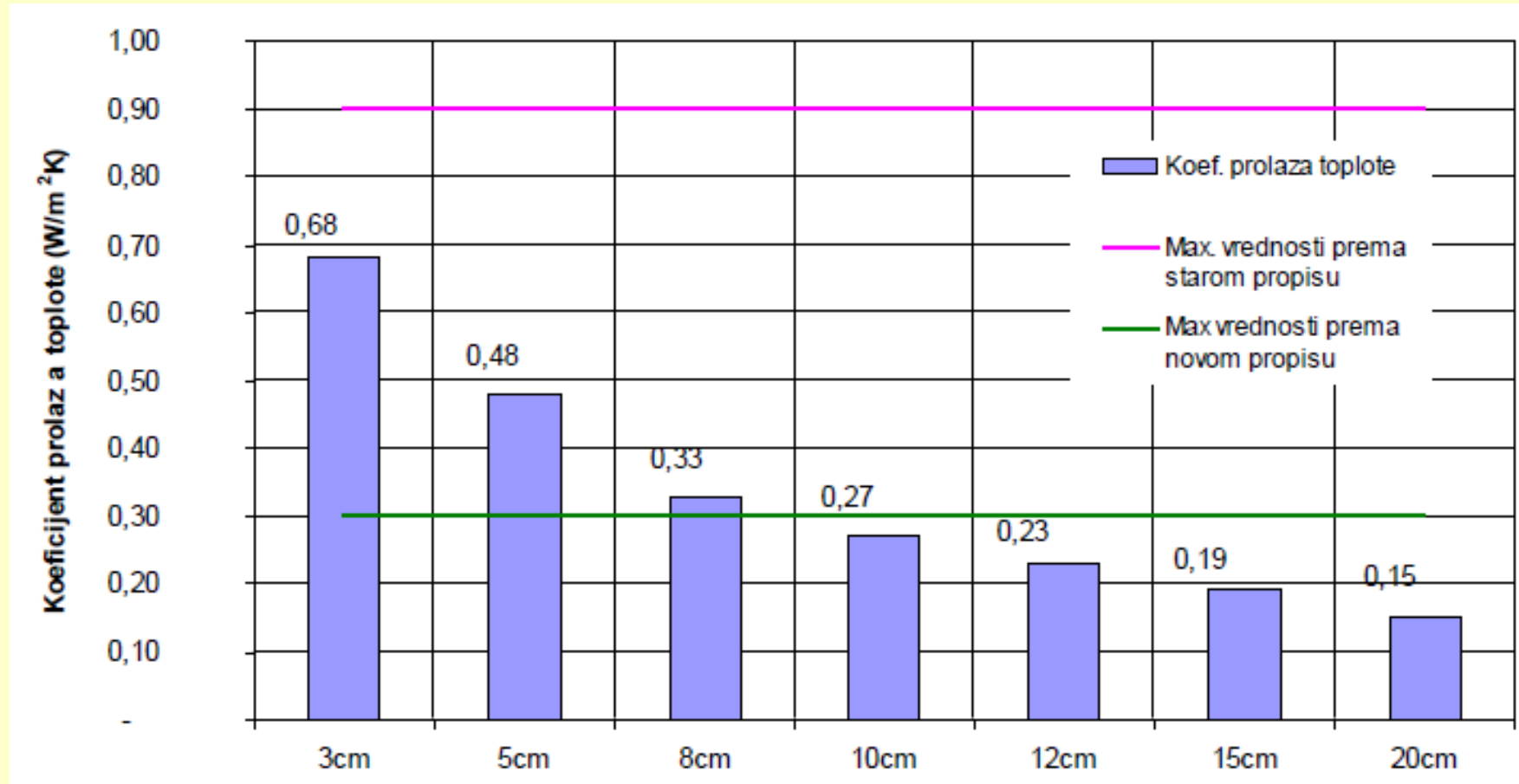
$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,08}{0,032} + \frac{0,2}{0,64} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,33$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,15}{0,032} + \frac{0,2}{0,64} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,19$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,1}{0,032} + \frac{0,2}{0,64} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,27$$

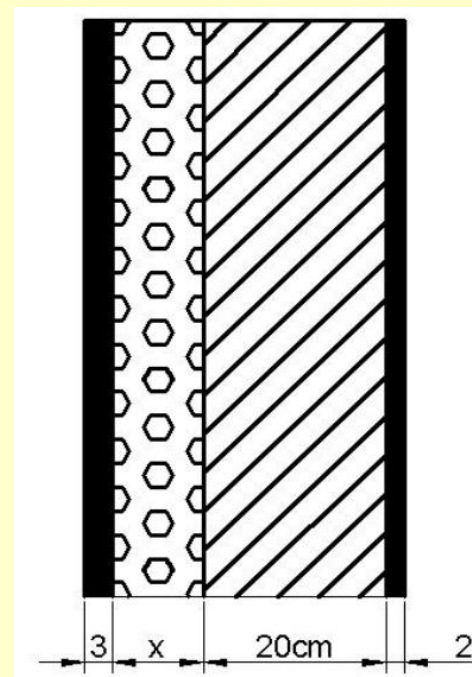
$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,2}{0,032} + \frac{0,2}{0,64} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,15$$

Zadatak 1



Zadatak 2

1. Izračunati uticaj promene debljine izolacionog sloja u fasadnom zidu na ukupni površinski koeficijent prolaženja toplote. Varirati sledeće debljine izolacije: 3, 5, 8, 10, 12, 15 i 20cm. Fasadni zid se sastoji iz sledećih slojeva:
 - a) Cementni malter debljine ($\delta=3$ cm)
 - b) Izolacija (polistiren)
 - c) Puna blokovi od lakog betona debljine ($\delta=20$ cm)
 - d) Krečni malter debljine ($\delta=2$ cm)



Zadatak 2

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,03}{0,041} + \frac{0,2}{0,8} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,8$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,2}{0,8} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,58$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,08}{0,041} + \frac{0,2}{0,8} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,41$$

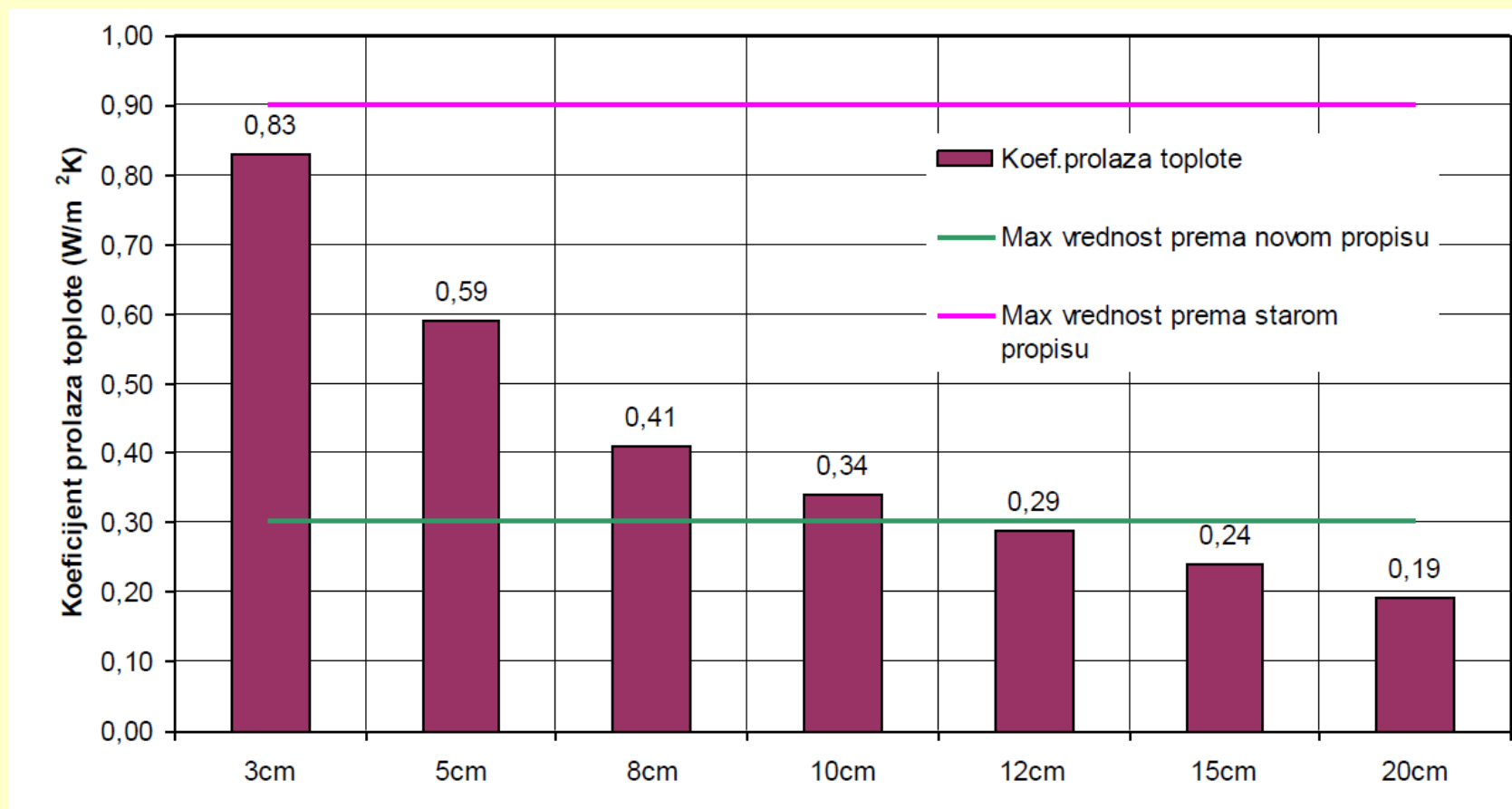
$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,1}{0,041} + \frac{0,2}{0,8} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,34$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,12}{0,041} + \frac{0,2}{0,8} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,29$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,15}{0,041} + \frac{0,2}{0,8} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,24$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \Sigma \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,03}{1,4} + \frac{0,3}{0,041} + \frac{0,2}{0,8} + \frac{0,02}{0,81}} = 0,19$$

Zadatak 2

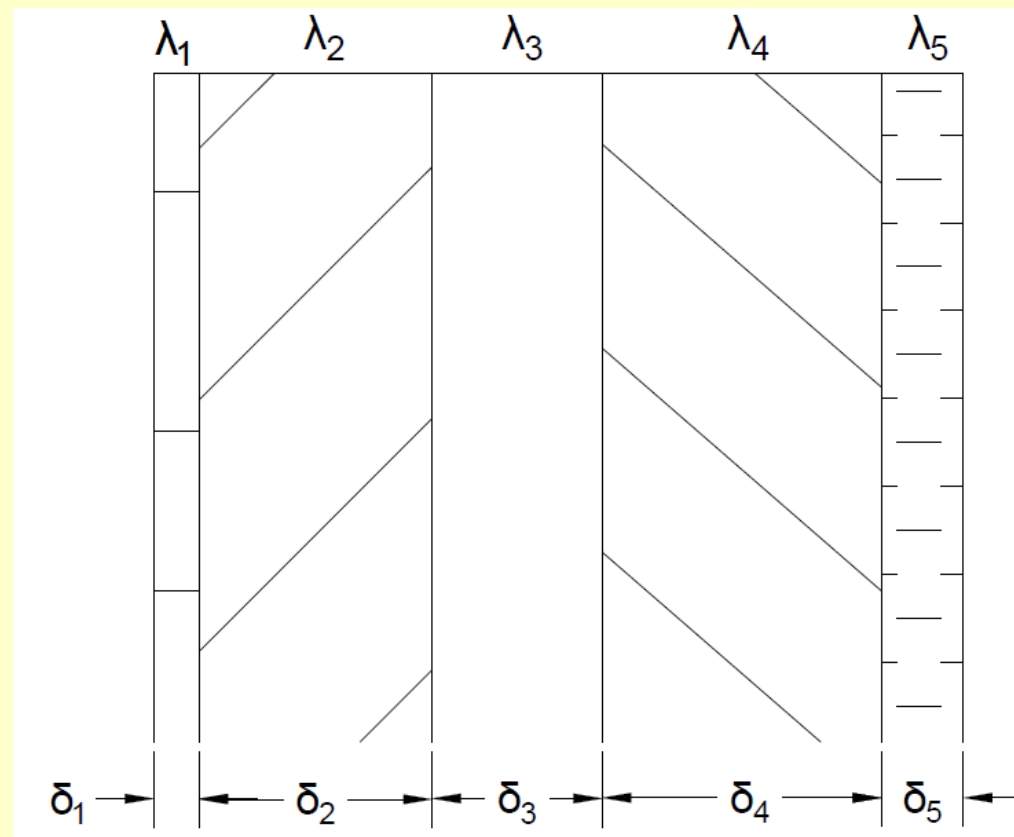


Zadatak 3

1. Izračunati koeficijent prolaza toplote kroz spoljni zid sledećeg sastava:

- Spoljni krečni malter ($\delta=2$ cm)
- Puna opeka gustine 1800 kg/m³ ($\delta=12$ cm)
- Vazdušni sloj ($\delta=5$ cm)
- Beton od kamenog agregata gustine 1800 kg/m³ ($\delta=8$ cm)
- Unutrašnji krečni malter ($\delta=1$ cm)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum \frac{\sigma}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} = \frac{1}{0,17 + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,12}{0,76} + 0,16 + \frac{0,08}{0,93} + \frac{0,01}{0,81}} = 1,64$$

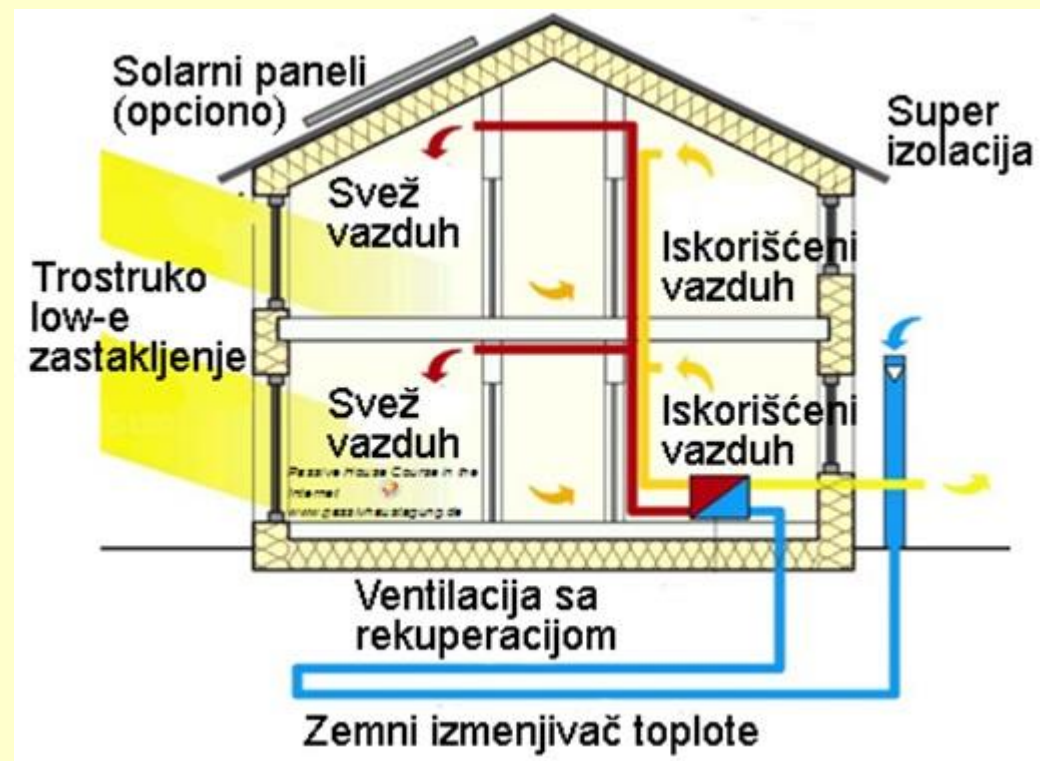


Pasivne kuće

Najčešće primenjivane U-vrednosti za pasivne kuće su reda $U=0,10$ do $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ i često uključuju izolaciju koja prelazi 40 do 50 cm debljine.

Pasivna kuća je kuća koja troši maksimalno $15 \text{ kWh/m}^2\text{god.}$ energije za grejanje. Takve kuće se zovu i jedno-litarske kuće. Prema proračunu proizilazi da bi takva kuća na grejanje trošila otprilike $1,5 \text{ l/m}^2\text{god.}$ lož ulja, $1,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{god.}$ prirodnog gasa ili $3 \text{ kg/m}^2\text{god.}$ drvenih peleta. Osnovne razlike između nisko-energetske i pasivne kuće su:

- Vrlo debela izolacija kuće
- Kontrolisana ventilacija sa mogućnošću dogrevanja
- Prozori sa troslojnim staklom punjenim argonom



DIN 4701

Upoznavanje sa DIN 4701 standardom

Potrebna količina toplote za grejanje jedne zgrade Q_H predstavlja karakteristiku zgrade i služi kao osnova za proračun postrojenja za grejanje. Izračunava se kao zbir tzv. transmisionih gubitaka Q_T i ventilacione Q_V količine toplote:

$$Q_H = Q_T + Q_V \text{ [W]}$$

DIN 4701

Transmisioni gubici toplote Q_0 nastaju u određenoj prostoriji prolazom (transmisijom) toplote kroz površine koje omeđuju i razdvajaju prostoriju od prostora koji imaju drugu vrednost temperature.

Pri proračunu polazi se od pretpostavke da se prostorija za koju se vrši proračun, nalazi u **stacionarnom stanju**, odnosno da su sve merodavne veličine ustaljene. Zato se za proračun gubitaka toplote koriste zakoni za prenos toplote u stacionarnim uslovima. Oni se određuju preko obrasca za jednodimenzionalan prolaz toplote, za svaku površinu posebno:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n k_i \cdot F_i \cdot (t_u - t_i) \quad [\text{W}] \quad (1.2)$$

Gde je:

- Q_0 - količina toplote koju prostorija transmisijom gubi kroz određenu površinu (zidovi, prozori, vrata, pod, tavanica) [W]
- k_i - koeficijent prolaza toplote kroz površinu "i" [W/m²K]
- F_i - površina (zida, prozora, vrata, poda, tavanice) kroz koju prolazi toplota [m²]
- t_u - unutrašnja projektna temperatura [°C]
- t_i - spoljna projektna temperatura ($t_i = t_s$) ako promatrana površina razdvaja prostoriju od spoljne sredine ili temperatura susedne prostorije, ako površina F razdvaja dve prostorije [°C]

DIN 4701

Prema ovom standardu, DIN 4701 iz 1959 godine, transmisioni gubici toplote se **obavezno koriguju** tzv. dodacima, kako bi se uzeli u obzir povećani zahtevi za toplotom i izvršile i druge dopune koje zavise od specifičnosti grejanog prostora. Zato se potrebna količina toplote za nadoknađivanje transmisionih gubitaka Q_T razlikuje od gubitaka izračunatih po obrascu:

$$Q_T = Q_0 (1 + Z_D + Z_S) \quad [W]$$

gde je:

- Z_D - dodatak na zagrevanje prostorija posle prekida u grejanju Z_U , kao i za neutralisanje uticaja hladnih spoljnih zidova (Z_a): $Z_D = Z_U + Z_a$.
- Z_S - dodatak – korekcija za uticaj orijentacije prostorije prema stranama sveta

KOEFICIJENT PROLAZA TOPLOTE – k

Koeficijent prolaza toplote treba da je poznat za svaki građevinski element kroz koji postoji razmena toplote. Računa se preko opšteg izraza:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_s}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

POVRŠINA KROZ KOJU PROLAZI TOPLOTA – F

Površina kroz koju se vrši razmena toplote, izračunava se na osnovu unutrašnjih mera dužine i širine prostorije. Za visinu zidova ne uzima se unutrašnja visina prostorije (odstojanje od poda do tavanice), već odstojanje od poda do sledećeg poda, tj. u visinu zida ulazi i debljina međuspratne konstrukcije.

UNUTRAŠNJA PROJEKTNJA TEMPERATURA - t_u

Temperature koje treba održavati u pojedinim prostorijama zavise od namene prostorije i treba ih usvajati prema donjim preporukama, ukoliko naručilac ne zahteva druge vrednosti:

TEMPERATURE NEGREJANIH PROSTORIJA - t_x

Za izračunavanje potrebne količine toplote potrebno je poznavati temperature u prostorijama koje nisu predviđene za grejanje (suteren, ostava, tavan i sl.). Za stacionirano toplotno stanje zgrade, ove temperature se mogu izračunati na osnovu toplotnog bilansa određene negrejane prostorije. Temperatura se izračunava po obrascu:

$$t_x = \frac{\sum(k \cdot F)_u \cdot t_u + \sum(k \cdot F)_s \cdot t_s}{\sum(k \cdot F)_u + \sum(k \cdot F)_s} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

gde je:

- $\sum(k \cdot F)_s$ - suma proizvoda $k \cdot F$ za površine koje negrejanu površinu odvajaju od spoljnog vazduha
- $\sum(k \cdot F)_u$ - suma proizvoda $k \cdot F$ za površine koje negrejanu površinu odvajaju od unutrašnji prostorija
- t_u - temperatura u susednoj prostoriji
- t_s - spoljašnja projektna temperatura
- temperatura negrejane prostorije

U svim slučajevima kada za proračun nije neophodno poznavati tačnu vrednost temperature negrejane prostorije, može se njena vrednost usvojiti na osnovu podataka iz tabele.

Tabela Temperature negrejanih prostorija i tla (°C)

Pri spoljnoj temperaturi u °C		-9	-12	-15	-18	-21	-24
Potkrovlje	Krov sa $k < 2,3$	0	-3	-6	-9	-12	-12
	Krov sa $k = 2,3 - 5,8$	-3	-6	-9	-12	-15	-15
	Krov sa $k > 5,8$	-6	-9	-12	-15	-18	-18
Susedne prostorije koje su pretežno okružene	Grejanim prostorijama	Oceniti s obzirom na temperaturu okolnih prostorija					
	Spoljnim vazduhom bez spoljnih vrata i podrumске prostorije	+9	+6	+6	+3	+3	0
	Spoljnim vazduhom sa spoljašnjim vratima, npr. prolazni hodnici, stepeništa	+3	0	0	-3	-3	-6
Tle	Ispod poda prostorije	+6			+3		
	Uz spoljni zid	0			-3		
Susedne zgrade	Sa centralnim grejanjem	+15					
	Sa pećima	+10					
Kotlarnice		+15 do +20					

DODATAK ZBOG PREKIDA U ZAGREVANJU – Z_u

U termičkom pogledu važna karakteristika prostorije je srednja vrednost koeficijenta prolaza toplote. Ova vrednost se izražava preko obrasca:

$$k_D = \frac{Q_0}{F \cdot (t_u - t_s)} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

gde je:

- Q_0 - gubitak toplote prostorije transmisijom [W]
- F - ukupna unutrašnja površina prostorije; zbir svih spoljnih zidova sa prozorima, svi unutrašnji zidovi sa vratima, pod i plafon, bez obzira a li kroz neku od ovih površina nema razmene toplote (celokupni omotač prostorije). I u ovom slučaju se kao visina zidova uzima odstojanje od poda do poda [m^2].
- $(t_u - t_s)$ - razlika između unutrašnje i spoljnje projektne temperature [$^{\circ}\text{C}$]

U zavisnosti od vrednosti k_D uzima se dodatak za prekid loženja, kako bi posle prekida u zagrevanju bilo moguće intenzivnijim dovodenjem toplote, preko povećanih grejnih tela, brže zagrejati prostoriju na željenu temperaturu.

Pored neprekidnog rada postrojenja, koje ne zahteva nikakve dodatke, razlikuju se sledeći slučajevi:

- 1) Neprekidan rad sa kratkotrajnim ograničavanjem zagrevanja noću
- 2) Prekid u zagrevanju od 9 - 12 časova dnevno
- 3) Prekid u zagrevanju od 12 - 16 časova dnevno

Za k_D (W/m²K)	<0,35	0,35 – 0,8	0,8 – 1,75	>1,75
neprekidan rad sa ograničenjem zagrevanja noću	0,07	0,07	0,07	0,07
prekid rada 9 – 12 časova dnevno	0,20	0,15	0,15	0,15
prekid rada 12 – 16 časova dnevno	0,30	0,25	0,20	0,15

DODATAK NA STRANU SVETA– Z_s

Ovaj dodatak je uveden zbog uticaja različitih intenziteta sunčevog zračenja na zidove prostorije, koji su orijentisani prema pojedinim stranama sveta. Vrednosti dodatka Z_s date su u tabeli. Za položaj jedne prostorije merodavna je orijentacija spoljnog zida, kod prostorija s jednim spoljnim zidom. Za prostorije sa dva spoljnja zida važna je orijentacija ugla prostorije, a ako ima tri ili četiri spoljnja zida, uzima se maksimalni dodatak.

Strana	J	JZ	Z	SZ	S	SI	I	JI
dodatak	-0,05	-0,05	0	+0,05	+0,05	+0,05	0	-0,05

Ventilacioni gubici toplote Q_v

Pod uticajem vetra, u prostoriju prodire vazduh usled nezaptivenosti prozora i vrata. Da bi se neutralisao uticaj hladnog vazduha koji prodire u prostoriju, treba predvideti količinu toplote koja je potrebna da ovaj vazduh zagreje na temperaturu prostorije.

Polazi se od količine vazduha koja dospeva u prostoriju zbog razlike pritisaka između spoljne okoline i prostorije. Ona zavisi kako od veličine procepa prozora i vrata, tako i od razlike pritisaka sa obe strane prostorije. Prema tome, na količinu vazduha koja dospeva u prostoriju ima uticaja veličina procepa na strani koja je pod udarom vetra, veličina procepa na zaklonjenoj strani, kao i zaptivenosti ovih procepa. A to su osobnosti prostorije koje se uzimaju u obzir preko karakteristike prostorije R , čije se vrednosti nalaze u opsegu 0,7 do 0,9. Drugi uticaj na količinu vazduha koji prodire u prostoriju je jačina vetra, koja zavisi od položaja zgrade (zaklonjen ili otvoren položaj) i vrste gradnje (pojedinačna gradnja ili u bloku). Ovaj uticaj se uzima u obzir preko karakteristike zgrade H .

Izračunavanje potrebne količine toplote za zagrevanje vazduha koji prodire pod dejstvom vetra, vrši se po obrascu:

$$Q_V = \sum(a \cdot l)_S \cdot R \cdot H \cdot (t_u - t_S) \cdot Z_E \quad [\text{W}]$$

gde je:

- a - propustljivost procepa [$\text{m}^3/\text{mhPa}^{2/3}$] označava količinu vazduha na čas koja prodire kroz procep dužine 1 m, pri razlici pritisaka od 1 Pa
- l - dužina procepa [m]
- R - karakteristika prostorije
- H - karakteristika zgrade ($\text{WhPa}^{2/3}/\text{m}^3\text{K}$)
- Z_E - dodatak za prozore koji se nalaze na uglu dva spoljna zida $Z_E = 1,2$. u svim drugim slučajevima $Z_E = 1$
- $\sum(a \cdot l)_S$ - predstavlja zbir proizvoda dužine svih procepa, koji se uzimaju u obzir i njihovih propustljivosti. U slučaju da se prozori nalaze u naspramnim zidovima, uzimaju se u obzir prozori sa većom propustljivošću. Ukoliko su prozori u dva susedna zida, onda se oba prozora obuhvataju proračunom; spoljna vrata se računaju kao i prozori

Propustljivost procepa a (m³/mhPa^{2/3})

Vrsta prozora	Tip prozora	a
Drveni i od veštačkih materijala	Jednostruki	0,7
	Spojeni dvostruki	0,6
	Jednostruki sa garantovanom zaptivenošću	0,4
Čelični i metalni	Jednostruki	0,3
	Spojeni dvostruki	0,3
	Jednostruki sa garantovanom zaptivenošću	0,3
Unutrašnja vrata	Nezaptivena	8,7
	zaptivena	3,3

Odnos dužine procepa prema površini prozora (vrata)

Vrsta prozora (vrata)	Visina prozora (vrata) (m)	w= 1/F
Prozori nezavisno od broja krila	0,50	7,2
	0,63	6,2
	0,75	5,3
	0,88	4,9
	1,00	4,5
	1,25	4,1
	1,50	3,7
	2,00	3,3
	2,50	3,0
Vrata i prozori u vratima dvokrilna jednokrilna	2,50	3,3
	2,10	2,6

KARAKTERISTIKA PROSTORIJE – R

Karakteristika R zavisi od propustljivosti prozora i vrata, za vazduh koji prodire u prostoriju (izraženo sa $\sum(a \cdot l)_s$) i propustljivosti prozora i vrata kroz čije procepe vazduh struji iz prostorije (izražen sa $\sum(a \cdot l)_u$). R se računa preko obrasca:

$$R = \frac{1}{\frac{\sum(a \cdot l)_s}{\sum(a \cdot l)_u} + 1}$$

Za većinu stambenih zgrada uobičajenog načina gradnje prozora, karakteristika R se u pojedinim prostorijama bitno ne razlikuje, pa se ona ne mora uvek računati. Međutim, s obzirom na tačnost proračuna potrebne količine toplote, karakteristika R se u većini slučajeva određuje u grubim granicama, pa se kod čitavog niza sličnih zgrada računa sa istim brojnim vrednostima R. Ove vrednosti se u normalnim slučajevima kreću između 1 i 0,8 ili u granicama od 0,8 do 0,6 pa se u tabeli daju srednje vrednosti 0,7 i 0,9.

Karakteristika prostorije – R

Prozori	Unutrašnja vrata	F_s/F_u	R
Drveni prozori i prozori od veštačkog materijala	nezaptivena	<3	0,9
	zaptivena	<1,5	
Čelični prozori i metalni prozori	nezaptivena	<6	0,7
	zaptivena	<2,5	
Drveni prozori i prozori od veštačkog materijala	nezaptivena	od 3 do 9	0,7
	zaptivena	od 1,5 do 3	
Čelični prozori i metalni prozori	nezaptivena	od 6 do 20	0,7
	zaptivena	od 2,5 do 6	

KARAKTERISTIKA ZGRADE – H

Izloženost prema vetru, vetrovitost predela u kome je zgrada kao i tip gradnje, obuhvaćeni su karakteristikom zgrade H.

Vrednosti karakteristike H daju se za dve veličine vetra, odnosno za normalno i vetrovito područje, kao i za zgradu u zaklonjenom, slobodnom ili izrazito slobodnom položaju. Zaklonjeni položaj imaju zgrade u centrima gradova koje susedne objekte izrazito ne nadvisuju. Slobodan položaj se usvaja za zgrade u naseljima i zgrade raspoređene po širem prostranstvu, kao i za sve visoke objekte u gradovima koji su primetno viši od okolnih građevina. Pojedinačne zgrade na obalama širokih reka, jezera i mora, posebno ako je obala bez vegetacije, kao i objekti na visoravnima, predstavljaju objekte izrazito slobodnog položaja.

U slučajevima kada je samo jedna fasada sa slobodnim položajem, onda se za prostorije koje pripadaju toj fasadi određuje karakteristika H prema slobodnom položaju. Ako su sve ili tri fasade u slobodnom položaju, tada se povećana vrednost H određuje za prostorije orijentisane prema severu, severo–istoku i istoku. Za ostale prostorije se smatra da su u zaklonjenom položaju.

Vrednosti karakteristike zgrade (tabela 1.11) određene su prema brzini vetra od 4 m/s za normalna područja i zaklonjen položaj, kao i za vetrovito područje i zaštićen položaj. Za objekte u normalnom području i sa izrazito slobodnim položajem, kao i za vetrovita područja i slobodan položaj, računato je sa brzinom vetra od 8 m/s. Zgrade u vetrovitom predelu sa izrazito slobodnim položajem, imaju karakteristike izračunate za brzinu vetra od 10 m/s.

Karakteristika zgrade H ($WhPa^{2/3}/m^3K$)

Predeo	Položaj zgrade	H	
		Blokovska gradnja	Pojedinačne zgrade
Normalni predeli	zaklonjen	1,28	1,81
	otvoren	2,18	3,09
	Izrazito otvoren	3,19	4,47
Vetroviti predeli	zaklonjen	2,18	3,09
	otvoren	3,19	4,47
	Izrazito otvoren	4,36	6,01

DODATAK NA VISINU PROSTORIJA – Z_h

Ukoliko su prostorije više od 4 m, zbog povećanih toplotnih gubitaka u gornjem delu prostorije, kao i zbog veće infiltracije vazduha, dodaje se sledeći dodatak:

$Z_h = 0,025$ - po svakom metru visine iznad 4 m

$Z_{hmax} = 0,20$ - maksimalni dodatak na visinu.

SPECIFIČNA POTREBNA KOLIČINA TOPLOTE – q

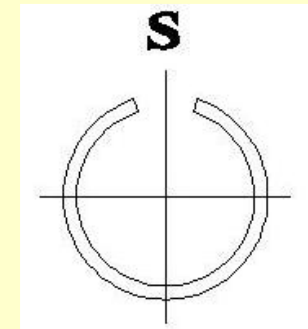
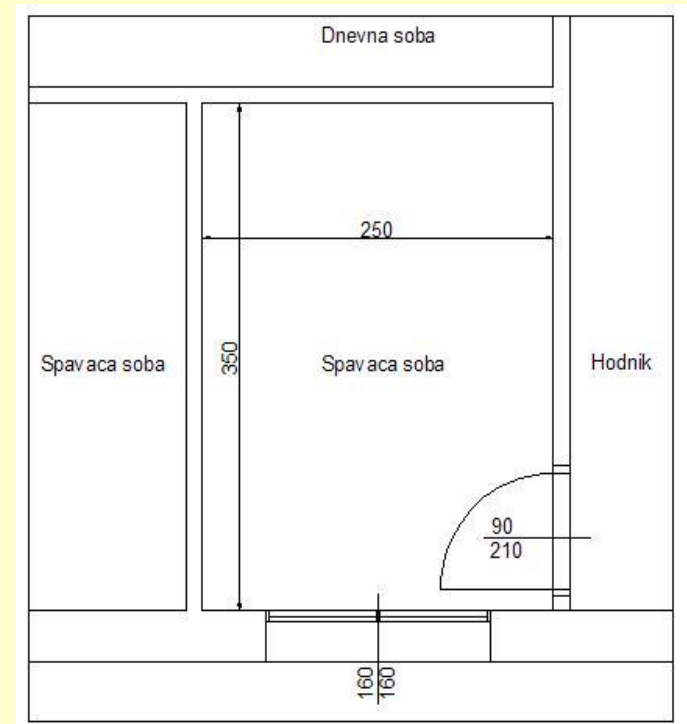
Ova vrednost dobija se kao količnik potrebne količine toplote i zapremine prostorije:

$$q = \frac{Q}{V}$$

Specifična potrebna količina toplote služi za kontrolu i ocenu toplotnih gubitaka. Normalno, njena vrednost iznosi 25 – 40 W/m³.

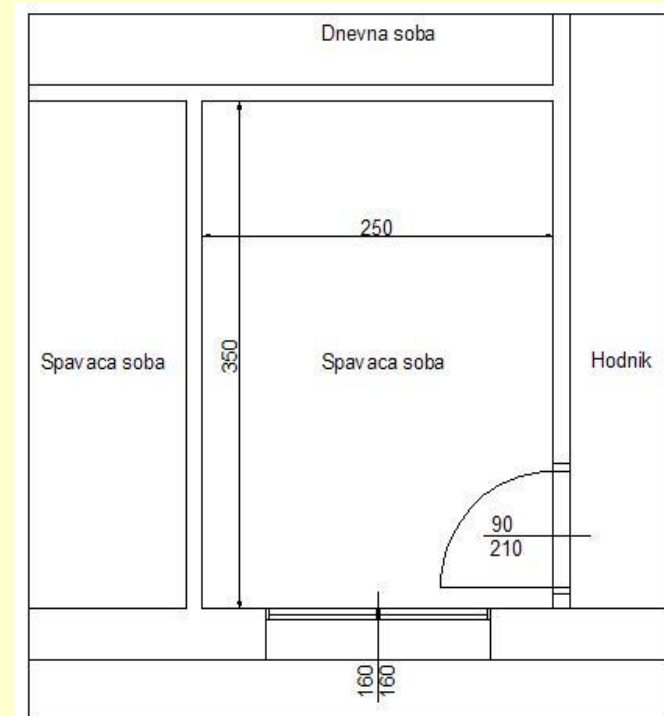
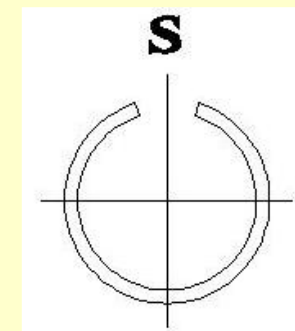
Primer 1

1) Za prostoriju prikazanu na i koeficijente prolaženja toplote za spoljni zid $U_{zs} = 0,85 \frac{W}{m^2K}$, $U_{ps} = 1,5 \frac{W}{m^2K}$ i $U_{pod} = 1,34 \frac{W}{m^2K}$, $U_{plafon} = 1,4 \frac{W}{m^2K}$, $U_{uz} = 1,56 \frac{W}{m^2K}$ pod izračunati gubitke toplote prema standardu DIN 4701 iz 1959.god. Smatrati da je prostorija okružena prostorijama koje se greju, sa tri strane, spoljnjim zidom koji je orijentisan prema jugu. Ispod poda prostorije je negrejani podrum (temperatura podruma je 6°C), dok se iznad prostorije nalazi grejana prostorija. Ukupna međuspratna visina prostorije iznosi 3 m, dok je visina prostorije od poda do tavanice 2,7m. Proračun raditi za spoljnu projektnu temperaturu -15°C , za područje Beograda. Prekid u zagrevanju prostorije iznosi 10h. Prozori su drveni jednostruki sa garantovanom zaptivenošću. Za karakteristiku prostorije uzeti vrednost $R = 0,9$. Pojedinačna zgrada se nalazi na izrazito otvorenom normlanom predelu.



Transmisioni gubici toplote											
Oznaka	Dužina a	Širina b	Bruto površina	Odbitak površine	Neto	Koeficijent prolaza toplote	Temperaturska razlika	Topolota bez paušalnih dodataka	Dodatak na prekid u zегrevanju	Dodatak na stranu sveta	Transmisioni gubici toplote
SZ1	2.5	3	7.5	2.56	4,94	0,85	35	147			
PSZ1	1.6	1.6	2.56	0	2,56	1,5	35	134			
UZ1	3,5	3	10,5	0	10,5	1,56	0	0			
UZ2	2,5	3	7,5	0	7,5	1,56	0	0			
UZ3	3,5	3	10,5	0	10,5	1,56	0	0			
Pod	3,5	2,5	8,75	0	8,75	1,34	14	164			
Plafon	3,5	2,5	8,75	0	8,75	1,4	0	0			
							Σ	446			

$$k_D = \frac{Q_0}{F \cdot (t_u - t_s)} = \frac{446}{53,5 \cdot 35} = 0,238 \frac{W}{m^2 K}$$



Za k_D (W/m ² K)	<0,35	0,35 – 0,8	0,8 – 1,75	>1,75
neprekidan rad sa ograničenjem zagrevanja noću	0,07	0,07	0,07	0,07
prekid rada 9 – 12 časova dnevno	0,20	0,15	0,15	0,15
prekid rada 12 – 16 časova dnevno	0,30	0,25	0,20	0,15

Dodatak na stranu sveta:

Na osnovu orjentisanosti prostorije odnosno spoljnjeg (jug) zida dodatak na stranu sveta iznosi:

Strana	J	JZ	Z	SZ	S	SI	I	Jl
dodatak	-0,05	-0,05	0	+0,05	+0,05	+0,05	0	-0,05

Ukupni transmisioni gubici iznose:

$$Q_T = Q_0 (1 + Z_D + Z_S) = 446 \cdot (1 + 0,2 + (-0,05)) = 513$$

Ventilacioni gubici:

Ventilacioni gubici usled infiltracije vazduha, računaju se prema:

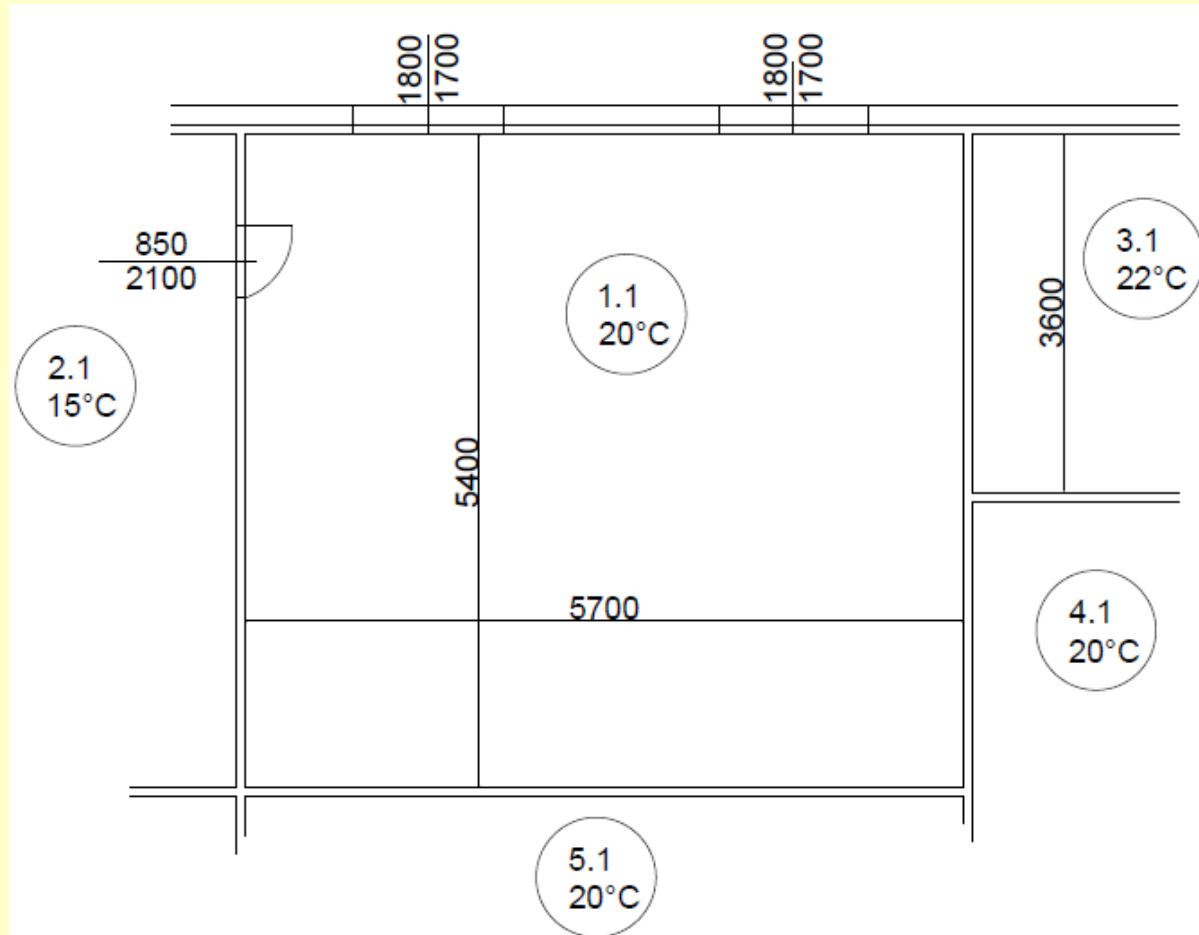
$$Q_V = \sum (a \cdot l)_S \cdot R \cdot H \cdot (t_u - t_s) \cdot Z_E = (2 \cdot 1,6 + 3 \cdot 1,6) \cdot 0,9 \cdot 4,47 \cdot 35 = 451$$

$$Q = Q_T + Q_V = 512 + 451 = 963$$

Primer 2

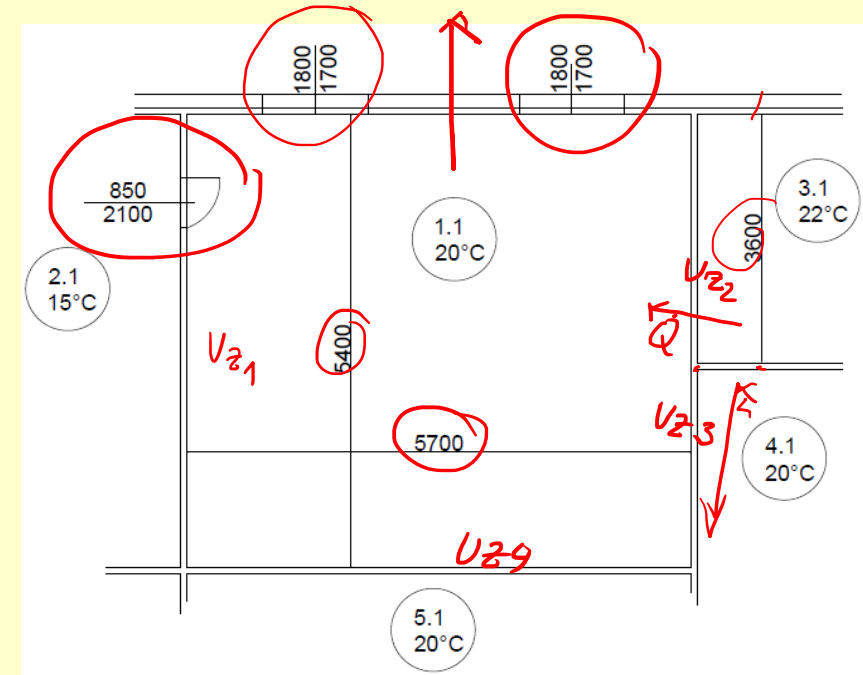
Odrediti toplotne gubitke prema DIN 4701 standardu, pri spoljnoj projektnoj temperaturi od $t_s = -15^\circ\text{C}$. Prostorija je okružena grejanim prostorijama. Za visinu prostorije uzeti 3,8 m. Temperatura iznad prostorije iznosi 10°C , a temperatura ispod 6°C . Prozori su drveni i dvostruki. Prekid u zagrevanju prostorije iznosi 10h. Za karakteristiku prostorije uzeti vrednost $R = 0,9$. Prostorija je okrenuta prema severu i ima otvoren položaj. Zgrada se nalazi u normalno vetrovitom predelu.

- $U_{zs} = 0,6 \frac{W}{m^2K}$,
- $U_{ps} = 1,5 \frac{W}{m^2K}$ i
- $U_{pod} = 1,3 \frac{W}{m^2K}$ pod ,
- $U_{plafon} = 1,5 \frac{W}{m^2K}$,
- $U_{uz} = 1,6 \frac{W}{m^2K}$



Transmisioni gubici toplote

Oznaka	Dužina a	Širina b	Bruto površina	Odbitak površine	Neto	Koeficijent prolaza toplote	Temperaturska razlika	Topolota bez paušalnih dodataka	Dodatak na prekid u zregrevanju	Dodatak na stranu sveta	Transmisioni gubici toplote
Sz ₁	5,7	3,8	21,6	6,2	15,4	0,6	35	324			
PSzA.1	1,8	1,7	3,1	—	3,1	1,5	-11-	163			
PSzA.2	1,8	1,7	3,1	—	3,1	1,5	-11-	163			
Uz ₁	5,4	3,8	20,5	1,8	18,7	1,6	20-15=5	150			
UVIUz1	0,85	2,1	1,8	—	1,8	1,5	5	19			
Uz2	3,6	3,8	13,7	—	13,7	1,6	-2	-44			
Uz3	1,8	3,8	6,84	—	6,84	1,6	0	0			
Uz4	5,7	3,8	21,6	—	21,6	1,6	0	0			
POD	5,4	5,7	30,8	—	30,8	0,9	20-6=14	389			
PL	-11-	-11-	-11-	—	-11-	1,5	20-10=10	462			
							Q ₀ Σ	1621			



20 - 22 = -2

Dodatak na prekid u zagrevanju:

$$k_D = \frac{Q_0}{F \cdot (t_u - t_s)} = \frac{1621}{146,1 \cdot 35} = 0,317 \frac{W}{m^2K}$$

Za k_D (W/m^2K)	<0,35	0,35 – 0,8	0,8 – 1,75	>1,75
neprekidan rad sa ograničenjem zagrevanja noću	0,07	0,07	0,07	0,07
prekid rada 9 – 12 časova dnevno	0,20	0,15	0,15	0,15
prekid rada 12 – 16 časova dnevno	0,30	0,25	0,20	0,15

Dodatak na stranu sveta:

Na osnovu orjentisanosti prostorije odnosno spoljnjeg (jug) zida dodatak na stranu sveta iznosi:

Strana	J	JZ	Z	SZ	S	SI	I	JI
dodatak	-0,05	-0,05	0	+0,05	+0,05	+0,05	0	-0,05

Ukupni transmisioni gubici iznose:

$$Q_T = Q_0(1 + Z_D + Z_S) = 1621 \cdot (1 + 0,2 + (-0,05)) = 1865 \quad \text{2027 W}$$

Za prozore:

$$Q_V = \sum (a \cdot l)_S \cdot R \cdot H \cdot (t_u - t_s) \cdot Z_E = \downarrow a \quad \cancel{1} \cdot (2 \cdot 1,8 + 3 \cdot 1,7) \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 3,09 \cdot 35 = 508 \cdot 2 = 1016$$

Za vrata

$$Q_V = \sum (a \cdot l)_S \cdot R \cdot H \cdot (t_u - t_s) \cdot Z_E = (2 \cdot 0,85 + 2 \cdot 2,1) \cdot 3,3 \cdot 0,9 \cdot 3,09 \cdot 5 = \cancel{508 \cdot 2} = 301$$

SRPS EN 12831

PROJEKTNI TOPLOTNI GUBICI PROSTORIJE

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \text{ [W]}$$

- $\Phi_{T,i}$ - projektni transmisioni gubici toplote prostorije [W]
- $\Phi_{V,i}$ - projektni ventilacioni gubici toplote prostorije [W]

SRPS EN 12831

PROJEKTNI TRANSMISIONI GUBICI

$$Q_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (t_u - t_s) \text{ [W]} \quad (3.2)$$

gde su:

- $H_{T,ie}$ - koeficijent transmisionog gubitka od grejanog prostora prema spoljašnjoj okolini [W/K]
- $H_{T,iue}$ - koeficijent transmisionog gubitka od grejanog prostora kroz negrejani prostor prema spoljašnjoj okolini [W/K]
- $H_{T,ig}$ - stacionarni koeficijent transmisionog gubitka od grejanog prostora prema tlu [W/K]
- $H_{T,ij}$ - koeficijent transmisionog gubitka od grejanog prostora prema susednom grejanom prostoru različite temperature [W/K]
- t_u - unutrašnja projektna temperatura grejanog prostora [°C]
- t_s - spoljna projektna temperatura [°C]

SRPS EN 12831

TRANSMISIONI GUBICI PREMA SPOLJAŠNJOJ OKOLINI – KOEFICIJENT GUBITKA $H_{T,ie}$

$$H_{T,ie} = \sum A_k U_k e_k + \sum \psi_l l_l e_l \text{ [W/K]} \quad (3.3)$$

gde su:

- A_k - površina ravni "k" (zid, prozor, vrata, plafon, pod) kroz koju prolazi toplota [m^2]
- e_k, e_l - korekcionni faktori izloženosti koji uzimaju u obzir klimatske uticaje kao što su vlažnost, temperatura, brzina vetra. Određuju se na nacionalnom nivou. Ako vrednosti nisu određene na nacionalnom nivou uzeti 1.
- U_k - koeficijent prolaza toplote elementa građevine "k" [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
- l_l - dužina linijskog toplotnog mosta između spoljašnje okoline i prostorije [m]
- ψ_l - linearni koeficijent prolaza toplote linearnog toplotnog mosta "l" [W/mK]

SRPS EN 12831

TRANSMISIONI GUBICI KROZ NEGREJANE PROSTORIJE – KOEFICIJENT GUBITKA $H_{T,iue}$

$$H_{T,iue} = \sum A_k U_k b_u + \sum \psi_l l_l b_u \text{ [W/K]}$$

gde je:

b_u - faktor smanjenja temperaturske razlike koji uzima u obzir temperaturu negrejanog prostora i spoljašnju projektanu temperaturu.

SRPS EN 12831

Faktor smanjenja temperaturske razlike se određuje na jedan od sledećih načina:

a) ako je temperatura negrejanog prostora poznata ili se računa onda:

$$b_u = \frac{t_u - t_x}{t_u - t_s} \quad [-] \quad (3.5)$$

Temperatura u negrejanim prostorima t_x , može se izračunati prema DIN 4107:

$$t_x = \frac{\sum(U \cdot F)_u \cdot t_u + \sum(U \cdot F)_s \cdot t_s}{\sum(U \cdot F)_u + \sum(U \cdot F)_s} \quad (3.6)$$

gde je:

- | | | |
|---------------------|---|---|
| $\sum(U \cdot F)_s$ | - | suma proizvoda kF za površine koje negrejanu površinu odvajaju od spoljnog vazduha |
| $\sum(U \cdot F)_u$ | - | suma proizvoda kF za površine koje negrejanu površinu odvajaju od unutrašnji prostorija |
| t_u | - | temperatura u susednoj prostoriji |
| t_s | - | spoljnja projektna temperatura |

SRPS EN 12831

b) ako je temperatura negrejanog prostora nepoznata onda prema preporučenim vrednostima:

Tabela 3.1. faktor smanjenja temperaturene razlike, b_u

Negrejani prostor	b_u
Prostorija	
Sa 1 spoljašnjim zidom	0,4
Sa najmanje 2 spoljašnja zida bez spoljašnjih vrata	0,5
Sa najmanje 2 spoljašnja zida i spoljašnjim vratima (npr. garaže, hodnici)	0,6
Sa 3 spoljašnja vrata (npr. Spoljašnje stepenište)	0,8
Podrum	
Bez prozora/ spoljašnjih vrata	0,5
Sa prozorima / spoljašnjim vratima	0,8
Potkrovlje	
Neizolovani krov velike propusnosti (npr. crep ili drugi nekontinuirani krov)	1,0
Drugi tipovi krova bez izolacije	0,9
Izolirani krov	0,7
Unutrašnji neventilisani prostori	
bez spoljašnjih zidova, broj izmena vazduha manji od $0,5 \text{ h}^{-1}$	0
Unutrašnji prostori sa prirodnom ventilacijom	
Površina otvora / zapremina prostorije $> 0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$	1,0
Podignuti pod	
Pod iznad nivoa tla	0,8

SRPS EN 12831

TRANSMISIONI GUBICI PREMA TLU – KOEFICIJENT GUBITKA $H_{T,ig}$

$$H_{T,ig} = f_{g1} f_{g2} \left(\sum A_k U_{equiv,k} \right) G_w \text{ [W/K]}$$

gde je:

f_{g1} - korekcionni faktor za uticaj godišnje oscilacije spoljne temperature predložena vrednost: 1.45

f_{g2} - faktor smanjenja temperaturske razlike koji uzima u obzir razliku između godišnje srednje spoljne i spoljne projektne temperature prema jednačini:

$$f_{g2} = \frac{t_u - t_{m,s}}{t_u - t_s}$$

$U_{equiv,k}$ - ekvivalentni koef. prolaza toplote iz tabela i dijagrama prema tipologiji poda (dubina ispod površine tla, koef. kpod, karakt. B'...) (W/m³K)

G_w - korekcionni faktor za uticaj podzemne vode, za udaljenost poda do vode ≤1m uzeti 1.15; inače 1.00

SRPS EN 12831

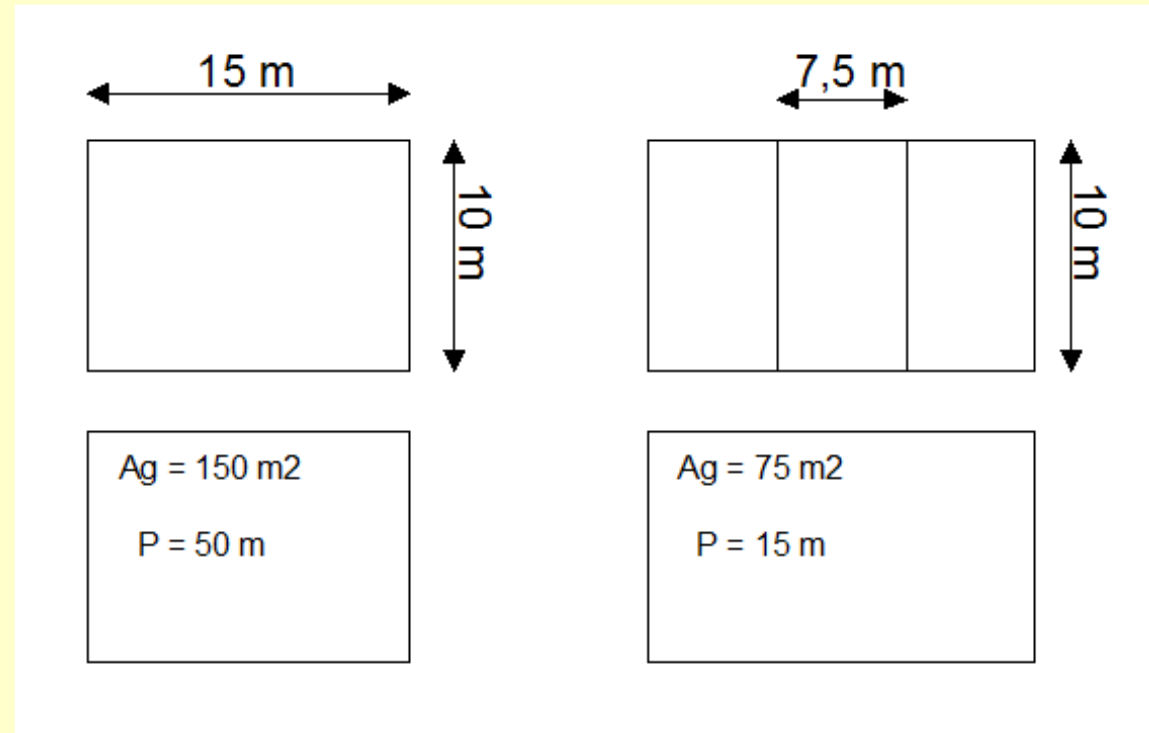
Karakteristični parametar, B' , se određuje prema jednačini:

$$B' = \frac{A_g}{0,5P} \text{ [m]}$$

gde je:

- A_g - površina poda [m²]
- P - ukupna dužina spoljnih zidova koji odvajaju grejani prostor od spoljne okoline [m]

SRPS EN 12831

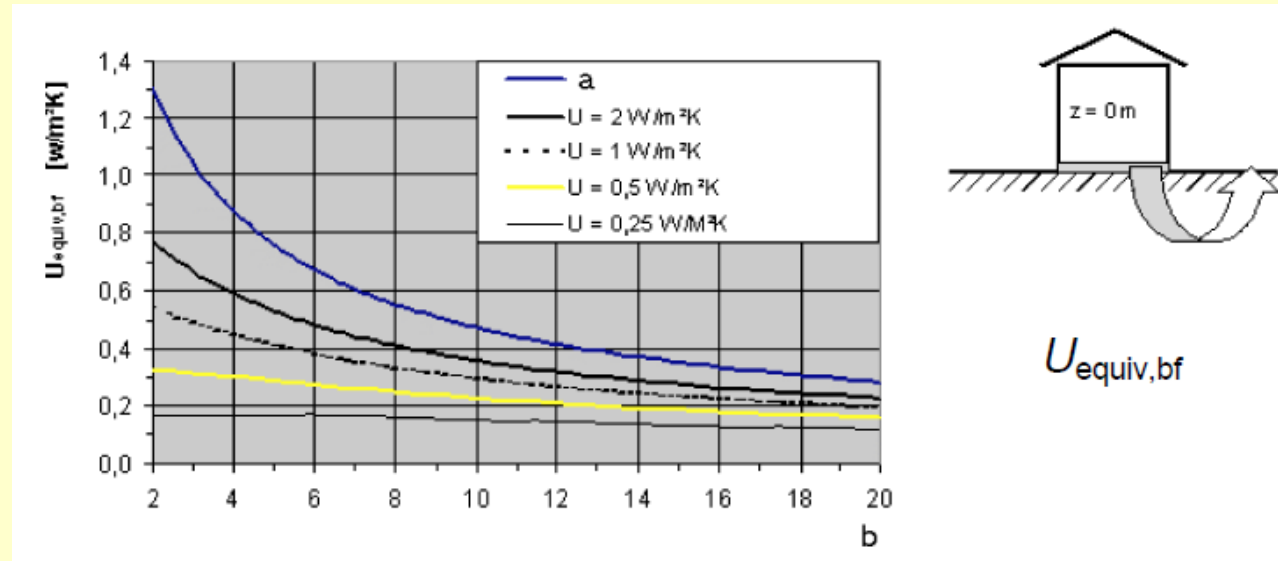


Slika 3.1. Određivanje parametra B'

Parametar B' , izračunati za svaku prostoriju posebno na jedan od tri sledeća načina:

- za sve prostorije bez spoljnih zidova koji odvajaju grejani prostor od spoljašnje okoline, koristiti B' izračunat za građevinu u celini
- za sve prostorije sa dobro izolovanim podom $k_p < 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, koristiti B' izračunat za građevinu u celini
- za sve ostale prostorije, izračunati B' za svaku prostoriju posebno

SRPS EN 12831



Slika 3.2. $U_{equiv,bf}$ - vrednost za podrumski pod

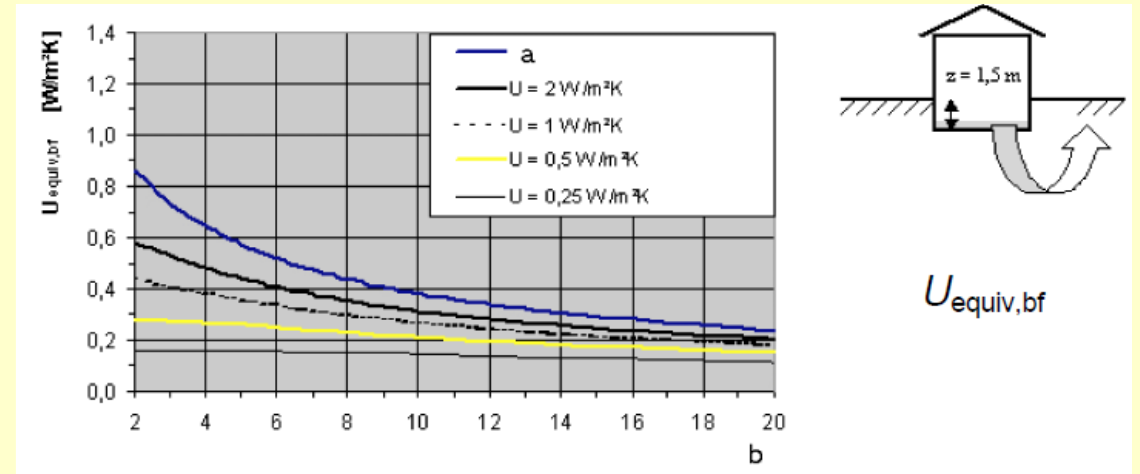
Tabela 3.2. $U_{equiv,bf}$ – vrednost za podrumski pod za pod u nivou tla, kao funkcija koeficijenta prolaza toplote poda i vrednosti B'

B' [m]	$U_{equiv,bf}$ (za $z = 0 m$) [W/m^2K]				
	Bez izolacije	$U_{floor} = 2,0 W/m^2K$	$U_{floor} = 1,0 W/m^2K$	$U_{floor} = 0,5 W/m^2K$	$U_{floor} = 0,25 W/m^2K$
2	1,30	0,77	0,55	0,33	0,17
4	0,88	0,59	0,45	0,30	0,17
6	0,68	0,48	0,38	0,27	0,17
8	0,55	0,41	0,33	0,25	0,16
10	0,47	0,36	0,30	0,23	0,15
12	0,41	0,32	0,27	0,21	0,14
14	0,37	0,29	0,24	0,19	0,14
16	0,33	0,26	0,22	0,18	0,13
18	0,31	0,24	0,21	0,17	0,12
20	0,28	0,22	0,19	0,16	0,12

SRPS EN 12831

Grejani podrum sa nivoom poda ispod nivoa tla

Za razliku od poda u nivou tla ovde se računaju ekvivalentni koeficijenti prolaza toplote za elemente pod $U_{equiv,bf}$, i za zidove $U_{equiv,bw}$. Kod podruma koji su delimično ispod nivoa tla, gubici toplote onih delova koji su iznad tla računaju se prema na uobičajeni način, a delovi koji su ispod visine tla prema sledećim dijagramima i tabelama.

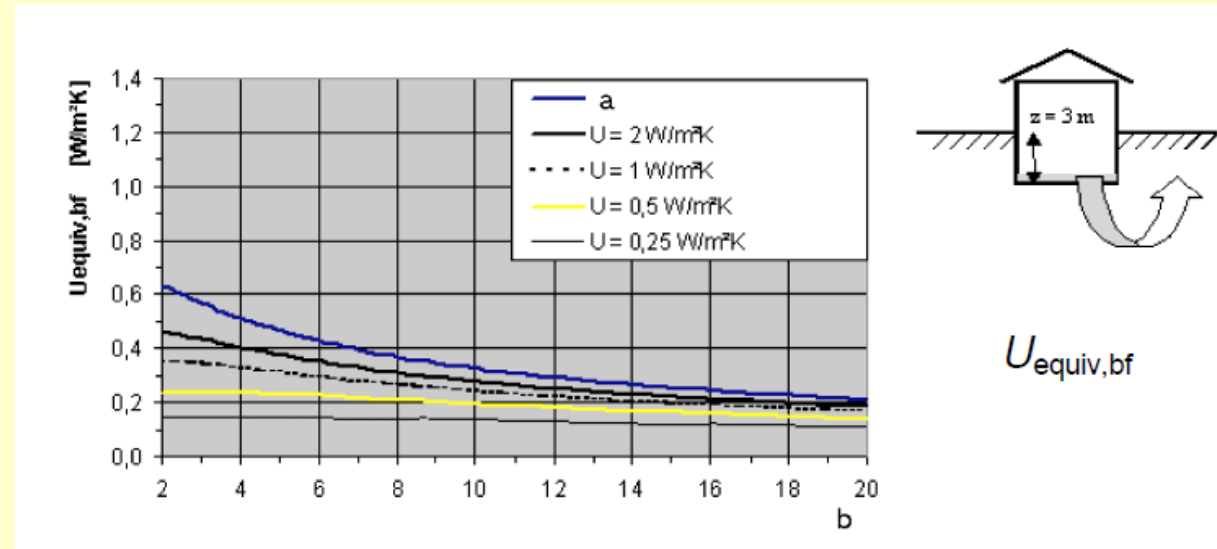


Slika 3.3 $U_{equiv,bf}$ - vrednost za podrumski pod 1,5 m ispod nivoa tla kao funkcija koeficijenta prolaza toplote poda i vrednosti B

Tabela 3.3. $U_{equiv,bf}$ - vrednost za podrumski pod 1,5 m ispod visine tla kao funkcija koeficijenta prolaza toplote poda i vrednosti B'

B' [m]	$U_{equiv,bf}$ (za $z = 1,5$ m) [W/m ² K]				
	Bez izolacije	$U_{floor} = 2,0$ W/m ² K	$U_{floor} = 1,0$ W/m ² K	$U_{floor} = 0,5$ W/m ² K	$U_{floor} = 0,25$ W/m ² K
2	0,86	0,58	0,44	0,28	0,16
4	0,64	0,48	0,38	0,26	0,16
6	0,52	0,40	0,33	0,25	0,15
8	0,44	0,35	0,29	0,23	0,15
10	0,38	0,31	0,26	0,21	0,14
12	0,34	0,28	0,24	0,19	0,14
14	0,30	0,25	0,22	0,18	0,13
16	0,28	0,23	0,20	0,17	0,12
18	0,25	0,22	0,19	0,16	0,12
20	0,24	0,20	0,18	0,15	0,11

SRPS EN 12831

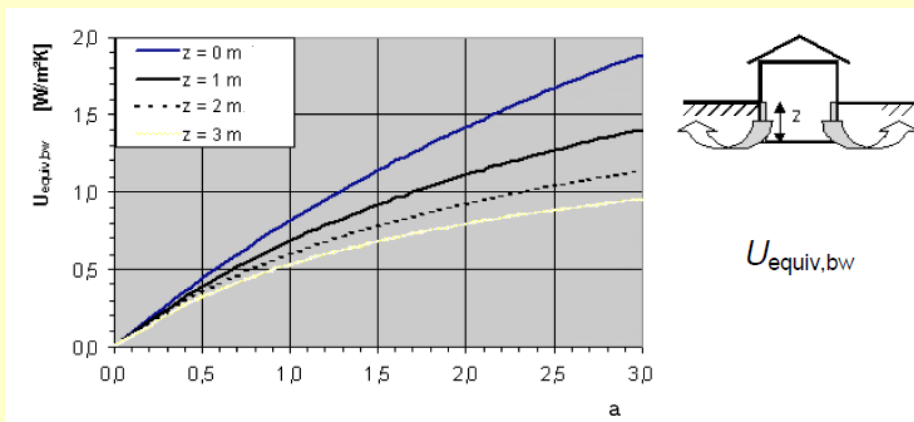


Slika 3.4 $U_{equiv,bf}$ - vrednost za podrumski pod 3 m ispod nivoa tla kao funkcija koeficijenta prolaza toplote poda i vrednosti B

Tabela 3.4. $U_{equiv,bf}$ - vrednost za podrumski pod 3 m ispod visine tla kao funkcija koeficijenta prolaza toplote poda i vrednosti B'

$B' [m]$	$U_{equiv,bf}$ (za $z = 3 m$) $[W/m^2K]$				
	Bez izolacije	$U_{floor} = 2,0 W/m^2K$	$U_{floor} = 1,0 W/m^2K$	$U_{floor} = 0,5 W/m^2K$	$U_{floor} = 0,25 W/m^2K$
2	0,63	0,46	0,35	0,24	0,14
4	0,51	0,40	0,33	0,24	0,14
6	0,43	0,35	0,29	0,22	0,14
8	0,37	0,31	0,26	0,21	0,14
10	0,32	0,27	0,24	0,19	0,13
12	0,29	0,25	0,22	0,18	0,13
14	0,26	0,23	0,20	0,17	0,12
16	0,24	0,21	0,19	0,16	0,12
18	0,22	0,20	0,18	0,15	0,11
20	0,21	0,18	0,16	0,14	0,11

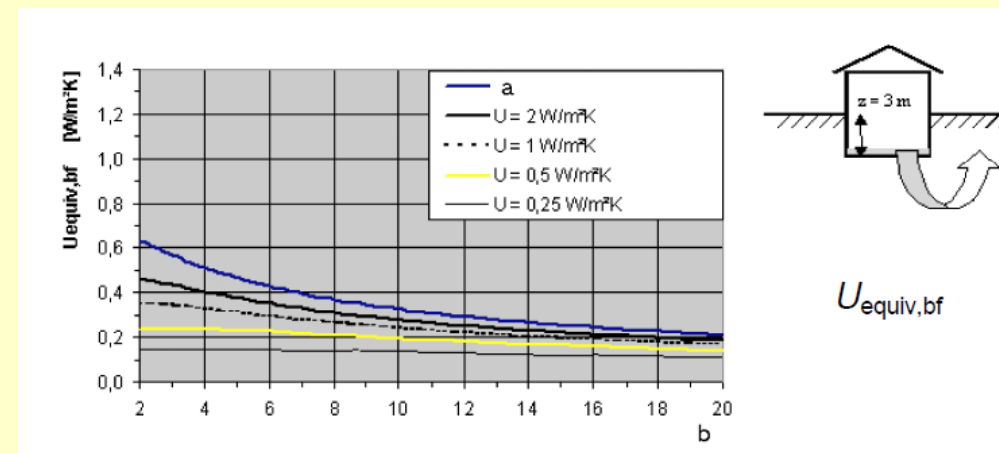
SRPS EN 12831



Slika 3.5. $U_{equiv,bw}$ - vrednost za zidove grejanog podruma, kao funkcija koeficijenta prolaza toplote zidovao i dubine z ispod nivoa tla

Tabela 3.5. $U_{equiv,bw}$ - vrednost za zidove grejanog podruma, kao funkcija koeficijenta prolaza toplote zidova i dubine z ispod razine tla

U_{wall} W/m ² K	$U_{equiv,bw}$ [W/m ² K]			
	$z = 0$ m	$z = 1$ m	$z = 2$ m	$z = 3$ m
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,44	0,39	0,35	0,32
0,75	0,63	0,54	0,48	0,43
1,00	0,81	0,68	0,59	0,53
1,25	0,98	0,81	0,69	0,61
1,50	1,14	0,92	0,78	0,68
1,75	1,28	1,02	0,85	0,74
2,00	1,42	1,11	0,92	0,79
2,25	1,55	1,19	0,98	0,84
2,50	1,67	1,27	1,04	0,88
2,75	1,78	1,34	1,09	0,92
3,00	1,89	1,41	1,13	0,96



Slika 3.4 $U_{equiv,bf}$ - vrednost za podrumski pod 3 m ispod nivoa tla kao funkcija koeficijenta prolaza toplote poda i vrednosti B'

Tabela 3.4. $U_{equiv,bf}$ - vrednost za podrumski pod 3 m ispod visine tla kao funkcija koeficijenta prolaza toplote poda i vrednosti B'

B' [m]	$U_{equiv,bf}$ (za $z = 3$ m) [W/m ² K]				
	Bez izolacije	$U_{floor} = 2,0$ W/m ² K	$U_{floor} = 1,0$ W/m ² K	$U_{floor} = 0,5$ W/m ² K	$U_{floor} = 0,25$ W/m ² K
2	0,63	0,46	0,35	0,24	0,14
4	0,51	0,40	0,33	0,24	0,14
6	0,43	0,35	0,29	0,22	0,14
8	0,37	0,31	0,26	0,21	0,14
10	0,32	0,27	0,24	0,19	0,13
12	0,29	0,25	0,22	0,18	0,13
14	0,26	0,23	0,20	0,17	0,12
16	0,24	0,21	0,19	0,16	0,12
18	0,22	0,20	0,18	0,15	0,11
20	0,21	0,18	0,16	0,14	0,11

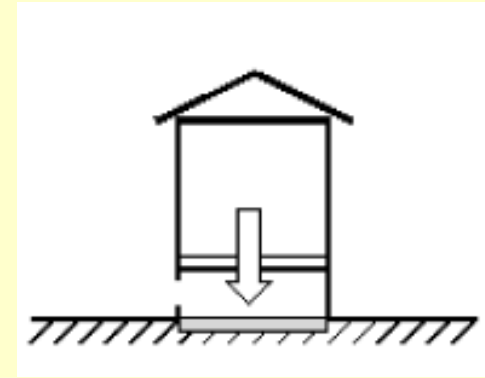
SRPS EN 12831

Negrejani podrum

Koeficijent transmisionih gubitaka za pod koji odvaja grejani prostor od negrejanog podruma računa se na uobičajeni način. Koeficijent U poda se računa na isti način kao za pod bez uticaja tla, pa se jednačina (3.7), kao i faktori f_{g1} , f_{g2} i G_w ne uzimaju u obzir.

Podignuti pod

Koeficijent transmisionih gubitaka za podignuti računa se na uobičajeni način. Koeficijent prolaza toplote U za podignuti pod računa se na isti način kao za pod bez uticaja tla, pa se jednačina (3.7), kao i faktori f_{g1} , f_{g2} i G_w ne uzimaju u obzir.



Slika 3.6. podignuti pod

GUBICI TOPLOTE PREMA SUSEDNIM PROSTORIJAMA GREJANIM NA RAZLIČITU TEMPERATURU—
KOEFIČIJENT TRANSMISIONIH GUBITAKA $H_{T,ij}$

$$H_{T,ij} = \sum A_k U_k f_{ij} \text{ [W/K]}$$

gde je:

f_{ij} - faktor smanjenja temperaturske razlike koji uzima u obzir razliku između temperature susednog prostora i spoljnje projektne temperature:

$$f_{ij} = \frac{t_u - t_{us}}{t_u - t_s} \text{ [-]}$$

SRPS EN 12831

Unutrašnja projektna temperatura grejanih prostorija – osetna temperatura

Namena prostorije	t_u [°C]
1. Stambene zgrade	
Dnevna, spavaća soba, kuhinja, zahod	20
Kupatilo	24
Hodnici i pomoćne grejane prostorije	15
Stepeništa	10
1. Administrativne zgrade	
Sve prostorije osim sporednih i zahoda	20
Sporedne prostorije, zahod	15
2. Prodavnice	
Prodajne prostorije, manje prodavaonice	20
Prodaja prehrambenih proizvoda, opšta skladišta	18
Skladišta suhomesnatih proizvoda	15
Skladišta sira	12
Sporedne prostorije i stepeništa	15

1. Hoteli	
Hotelske sobe, dvorane, sobe za sastanke	20
Ostale prostorije	15
2. Školske zgrade	
Učionice, biblioteka, višenamenske prostorije, hodnici, gimnastička dvorana	20
Kuhinja	18
Ostale prostorije	15
3. Bolnice, ambulante	
Operaciona dvorana, sobe za novorođenčad	25
Ostale prostorije	22
4. Pozorišta, koncertne dvorane	20
Najmanje	15
Pri radu uz sedenje	20
5. Vojne kasarne	20
6. Bazeni	
Bazenski prostor (najmanje 2 °C iznad temp. vode)	28
Tuševi	24
Garderobe	22
7. Muzeji, galerije, aerodromi	20
8. Železničke stanice – prostorije za prijem i ispraćaj, prodaja karata	15
9. Prostorije sa zahtevom za sprečavanjem mogućnosti smrzavanja	5

SRPS EN 12831

VENTILACIONI TOPLOTNI GUBICI

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (t_u - t_s) \text{ [W]}$$

gde je:

- $H_{V,i}$ - koeficijent ventilacionih toplotnih gubitaka [W/K]
- t_u - unutarnja projektna temperatura grejanog prostora [°C]
- t_s - spoljna projektna temperatura [°C]

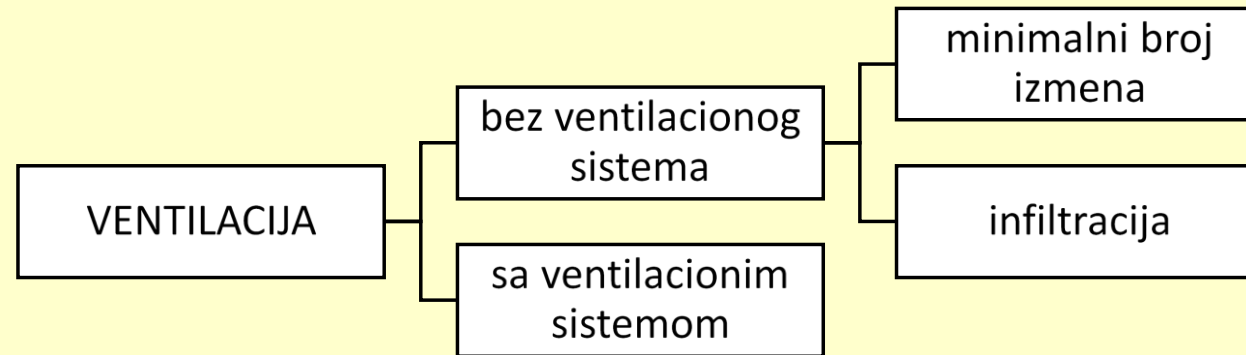
$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p \text{ [W/K]}$$

gde je:

- V_i - protok vazduha u grejani prostor [m^3/s] \sim
- ρ - Gustina vazduha pri t_u [kg/m^3]
- c_p - specifični toplotni kapacitet vazduha pri t_u [kJ/kgK]

SRPS EN 12831

Određivanje protoka vazduha V_i :



Bez ventilacionog sistema:

$$V_i = \max (V_{inf,i} , V_{min,i})$$

gde su:

- $V_{inf,i}$ - maksimalni protok vazduha u prostoriju usled infiltracije kroz zazore
- $V_{min,i}$ - Minimalni higijenski protok vazduha

SRPS EN 12831

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_i \text{ [m}^3\text{/h]}$$

gde su:

- V_i - zapremina prostorije [m³]
- n_{min} - minimalni broj izmena vazduha (nacionalni dodatak) [h⁻¹]

Tabela 3.7. minimalni broj izmena n_{min} :

Tip prostorije	n_{min} [h ⁻¹]
Prostor za boravak (default)	0,5
Kuhinja ili kupatilo sa prozorom	1,5
Kancelarijski prostor	1,0
Soba za sastanke, učionica	2,0

Infiltracija kroz zazor:

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \text{ [m}^3\text{/h]}$$

gde su:

- n_{50} - broj izmena vazduha u prostoriji (h⁻¹) pri razlici pritiska 50 Pa
- e_i - koeficijent zaštićenosti, uzima u obzir uticaj vetra, odnosno zaštićenost zgrade i broj otvora prema okolini
- ε_i - Korekcionni faktor za visinu, uzima u obzir različit odnos tlakova sa visine iznad zemlje

Tabela 3.8. Broj izmena vazduha, n_{50}

Građevina	n_{50} [h ⁻¹]		
	Stupanj zabrtvljenosti		
	visok (dobro zabrtvljeni prozori i vrata)	srednji (dvostruki prozori, normalno zabrtvljeni)	nizak (jednostruki prozori bez brtvi)
Porodična kuća	<4		>10
Ostali tipovi zgrada	<2	2 - 5	>5

SRPS EN 12831

Tabela 3.9. koeficijent zaštićenosti e_i

Klasa zaštićenost	e_i		
	Grejani prostor bez spoljašnjih otvora	Grejani prostor s jednim spoljašnjim otvorom	Grejani prostor s više od jednog spoljašnjeg otvora
Bez zaštite (građevine na vetrovitom području, visoke zgrade u gradovima)	0	0,03	0,05
Srednja zaštita (građevine okružene drvećem i drugim zgradama)	0	0,02	0,03
Visoka zaštita (građevine srednje visine u centru grada, građevine u šumi)	0	0,01	0,02

Tabela 3.10. korekcijski faktor za visinu ε_i

Visina grejanog prostora iznad tla (sredina visine prostorije do razine tla)	ε_i
0 – 10 m	1,0
>10 – 30 m	1,2
> 30 m	1,5

SRPS EN 12831

Sa ventilacionim sistemom:

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} \cdot f_{V,i} + V_{meh,inf,i} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

gde su:

- $V_{inf,i}$ - protok vazduha u prostoriju usled infiltracije kroz zatore [m³/h]
- $V_{su,i}$ - Količina vazduha dovođena mehaničkim sistemom ventilacije [m³/h]
- $V_{meh,inf,i}$ - Višak odvedenog vazduha iz prostorije [m³/h]
- $f_{V,i}$ - Faktor smanjenja temperaturne razlike

$$f_{ij} = \frac{t_u - t_{su,i}}{t_u - t_s} \text{ [-]}$$

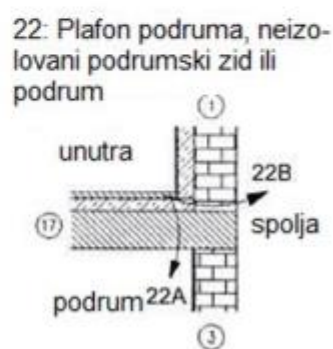
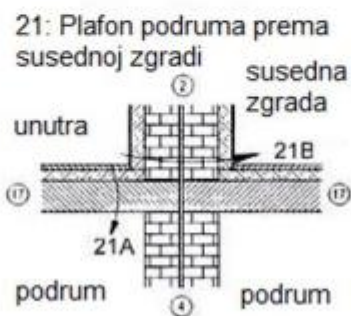
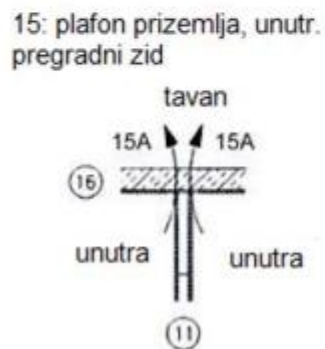
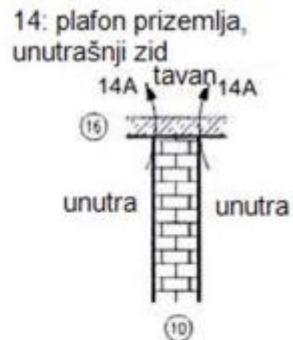
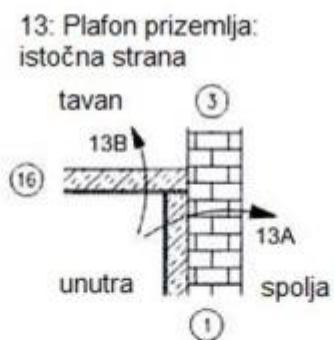
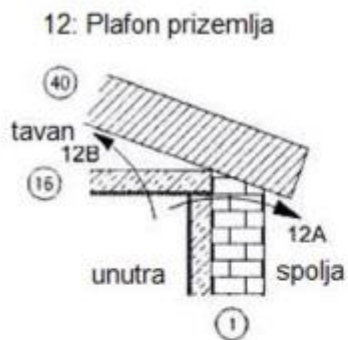
gde je $t_{su,i}$ temeperatura dovodnog vazduha (može biti viša od temperature u prostoriji) [°C]

Višak odvedenog vazduha može se odrediti prema:

za celu zgradu: $V_{meh,inf,i} = \max (V_{ex} - V_{su}, 0) \text{ [m}^3\text{/h]}$

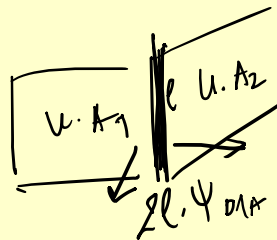
za prostoriju: $V_{meh,inf} = V_{meh,inf} \cdot \left(\frac{V}{\Sigma V}\right) \text{ [m}^3\text{/h]}$

SRPS EN 12831

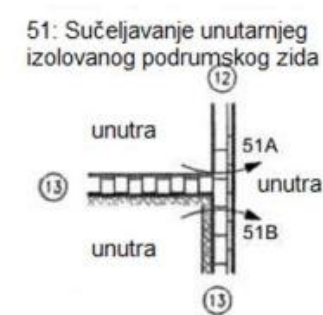
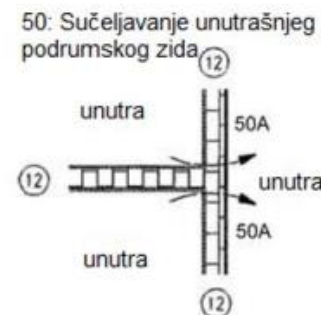
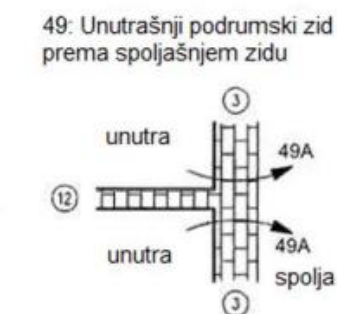
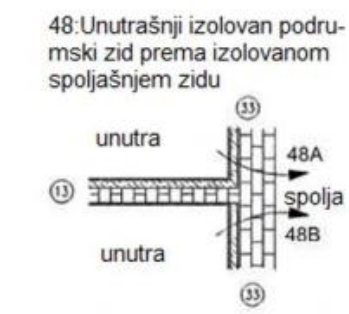
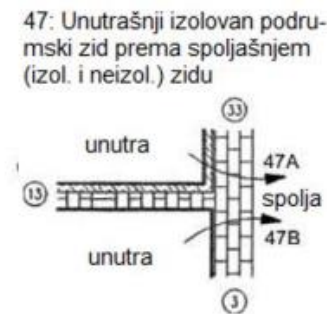
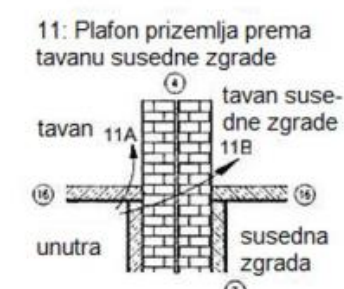
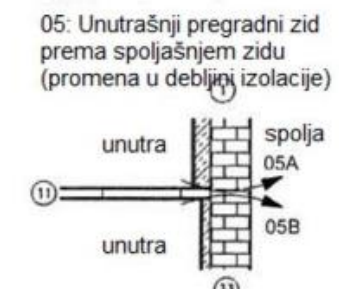
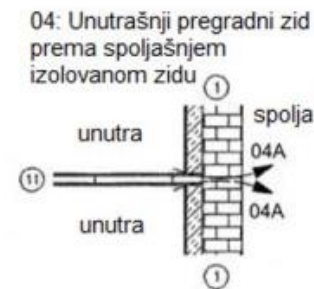
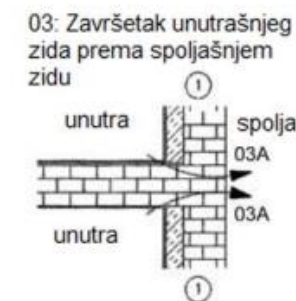
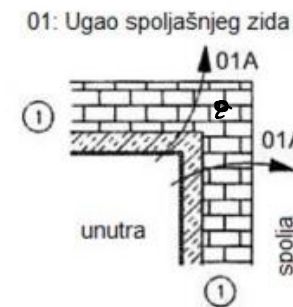


Šifra	Opis	ψ_i W/mK
01A	Ugao spoljašnjeg zida	0,010
02A	Ugao spoljašnjeg zida susedne zgrade, od unutra prema spolja	0,010
02B	Ugao spoljašnjeg zida susedne zgrade, od unutra prema susednoj zgradi	0,010
03A	Završetak unutrašnjeg zida prema spoljašnjem izolovanom zidu	0,195
04A	Završetak unutrašnjeg pregradnog zida prema spoljašnjem izolovanom zidu, prema spolja	0,125
05A	Završetak unutrašnjeg pregradnog zida prema spoljašnjem izolovanom zidu, ka spolja kroz maksimalnu izolaciju	0,125
05B	Završetak unutrašnjeg pregradnog zida prema spoljašnjem izolovanom zidu, ka spolja kroz minimalnu izolaciju	0,125
11A	Plafon prizemlja prema tavanu na susednoj zgradi	0,330
11B	Plafon prizemlja prema tavanu susedne zgrade	0,330
12A	Plafon prizemlja, od unutra prema spoljašnjem vazduhu	0,330
12B	Plafon prizemlja, od unutra prema tavanu	0,330
13A	Plafon prizemlja na istočnoj fasadi, od unutra prema spoljašnjem vazduhu	0,330
13B	Plafon prizemlja na istočnoj fasadi, od unutra prema tavanu	0,330
14A	Plafon prizemlja prema tavanu, unutrašnji zid	0,010
15A	Plafon prizemlja prema tavanu, unutrašnji pregradni zid, prema tavanu	0,010
21A	Plafon podruma prema podrumu na susednoj zgradi	0,325
21B	Plafon podruma prema susednoj zgradi	0,325
22A	Plafon podruma, neizolovani podrumski zid ili podrum, od unutra prema podrumu ili podrumskoj prostoriji	0,325
22B	Plafon podruma, neizolovani podrumski zid ili podrum, od unutra ka spolja	0,325
23A	Plafon podruma, izolovan podrumski zid, od unutra prema podrumskoj prostoriji	0,325
23B	Plafon podruma, izolovan podrumski zid, od unutra ka spolja	0,325

SRPS EN 12831

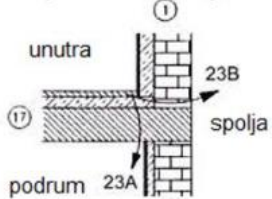


24A	Unutrašnji zid koji prolazi kroz plafon podruma, od unutra prema podrumskoj prostoriji ili podrumu, direktno	0,240
25A	Unutrašnji pregradni zid na plafonu podruma, na podrumskom zidu, od unutra prema podrumu, direktno	0,240
28A	Unutrašnji pregradni zid prema stepeništu (na podrumskom zidu), od unutra prema stepeništu	0,040
28C	Unutrašnji pregradni zid prema stepeništu (na podrumskom zidu), od podrumске prostorije prema stepeništu	0,170
29A	Unutrašnji pregradni zid prema stepeništu (na izolovanom podrumskom zidu), od unutra prema stepeništu	0,040
29C	Unutrašnji pregradni zid prema stepeništu (na izolovanom podrumskom zidu), od podruma prema stepeništu	0,095
30A	Unutrašnji pregradni zid prema stepeništu (na plafonu podruma), od unutra prema stepeništu	0,040
31A	Unutrašnji pregradni zid na plafonu podruma, od unutra prema podrumu	0,040
34A	Ugao pregradnog zida	0,035
35B	Sučeljavanje pregradnog zida, most kroz ravni zid	0,030
41A	Ugao spoljnjeg podrumskog zida, na podrumu, od podrumске prostorije ka spolja	0,035
41B	Ugao spoljnjeg podrumskog zida, na podrumu, od podrumске prostorije prema podrumu	0,035
42A	Ugao izolovanog spoljnjeg podrumskog zida, od podruma ka spolja	0,010
43A	Ugao spoljnjeg podrumskog zida, od podruma ka spolja	0,035

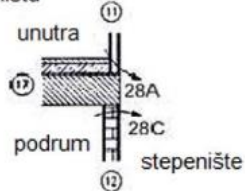


SRPS EN 12831

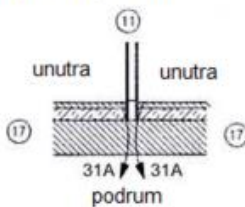
23: Plafon podruma, izolovani podrumski zid ili podrum



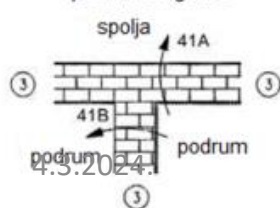
28: Unutrašnji pregradni zid (na podrumskom zidu) prema stepeništu



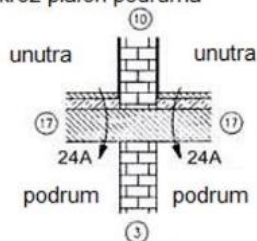
31: Unutrašnji pregradni zid na plafonu podruma



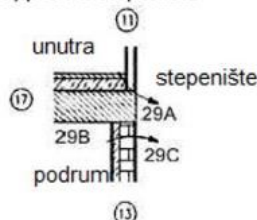
41: Ugao spoljnjeg podrumskog zida



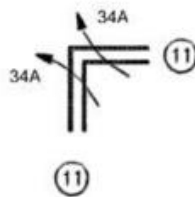
24: unutrašnji zid koji prolazi kroz plafon podruma



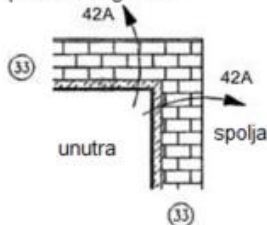
29: Unutrašnji pregradni zid (na izolovanom podrumskom zidu) prema stepeništu



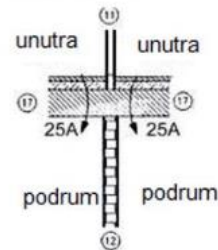
34: Ugao pregradnog zida



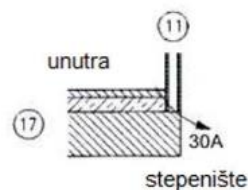
42: Ugao izolovanog spoljnjeg podrumskog zida



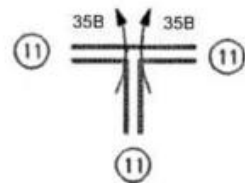
25: Unutrašnji pregradni zid na plafonu podruma



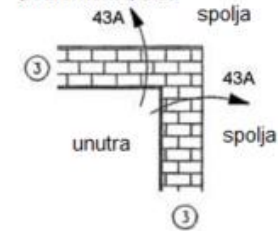
30: Unutrašnji pregradni zid prema stepeništu



35: Sučeljavanje pregradnog zida



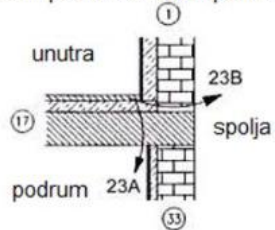
43: Ugao spoljnjeg podrumskog zida



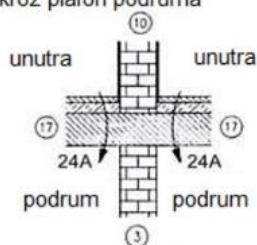
47A	Unutrašnji izolovan podrumski zid koji završava na spoljašnjem zidu (izolovanom i neizolovanom), od unutra prema vani kroz izolaciju	0,010
47B	Unutrašnji izolovan podrumski zid koji završava na spoljašnjem zidu (izolovanom i neizolovanom), od unutra ka spolja kroz neizolovan deo	0,030
48A	Unutrašnji izolovan podrumski zid koji završava na izolovanom spoljašnjem zidu, od unutra ka spolja kroz izolaciju	0,010
48B	Unutrašnji izolovan podrumski zid koji završava na izolovanom spoljašnjem zidu, od unutra ka spolja kroz neizolovan deo	0,130
49A	Unutrašnji podrumski zid koji završava na spoljašnjem zidu, od unutra ka spolja	0,030
50A	Sučeljavanje unutrašnjeg podrumskog zida, kroz ravni zid	0,030
51A	Sučeljavanje unutarnjeg izolovanog podrumskog zida, kroz ravan neizolovan	0,030
51B	Sučeljavanje unutarnjeg izolovanog podrumskog zida, kroz ravan izolovan	0,010
61A	Donji deo ulaznih vrata	0,130
61B	Gornji deo ulaznih vrata	0,120
61C	Bočni deo ulaznih vrata	0,120
62A	Donji deo prozora	0,120
62B	Gornji deo prozora	0,120
62C	Bočni deo prozora	0,120
63A	Donji deo prozorskih vrata	0,130
63B	Gornji deo prozorskih vrata	0,120
63C	Bočni deo prozorskih vrata	0,120
64A	Donji deo garažnih vrata	0,130
64B	Gornji deo garažnih vrata	0,120
64C	Bočni deo garažnih vrata	0,120
65A	Donji deo unutrašnjih vrata	0,130
65B	Gornji deo unutrašnjih vrata	0,120
65C	Bočni deo unutrašnjih vrata	0,120
66	Bočni deo vrata na unutarnjem zidu	0,540

SRPS EN 12831

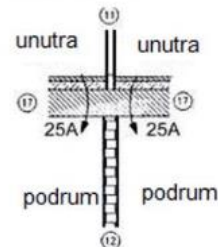
23: Plafon podruma, izolovani podrumski zid ili podrum



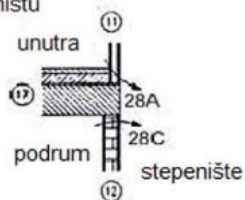
24: unutrašnji zid koji prolazi kroz plafon podruma



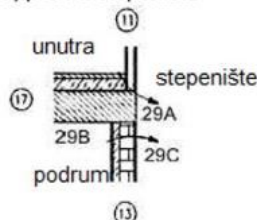
25: Unutrašnji pregradni zid na plafonu podruma



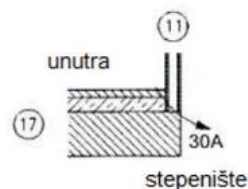
28: Unutrašnji pregradni zid (na podrumskom zidu) prema stepeništu



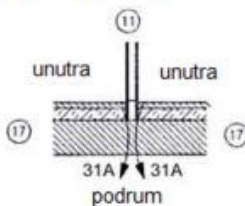
29: Unutrašnji pregradni zid (na izolovanom podrumskom zidu) prema stepeništu



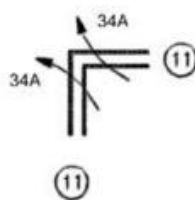
30: Unutrašnji pregradni zid prema stepeništu



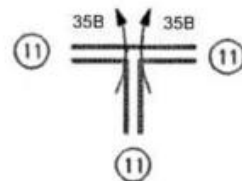
31: Unutrašnji pregradni zid na plafonu podruma



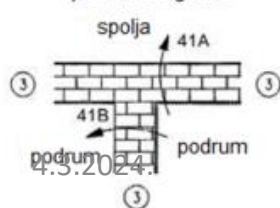
34: Ugao pregradnog zida



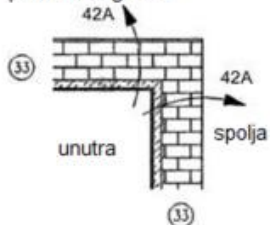
35: Sučeljavanje pregradnog zida



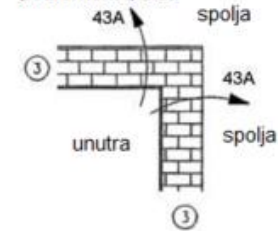
41: Ugao spoljnog podrumskog zida



42: Ugao izolovanog spoljnog podrumskog zida



43: Ugao spoljnog podrumskog zida



47A	Unutrašnji izolovan podrumski zid koji završava na spoljašnjem zidu (izolovanom i neizolovanom), od unutra prema vani kroz izolaciju	0,010
47B	Unutrašnji izolovan podrumski zid koji završava na spoljašnjem zidu (izolovanom i neizolovanom), od unutra ka spolja kroz neizolovan deo	0,030
48A	Unutrašnji izolovan podrumski zid koji završava na izolovanom spoljašnjem zidu, od unutra ka spolja kroz izolaciju	0,010
48B	Unutrašnji izolovan podrumski zid koji završava na izolovanom spoljašnjem zidu, od unutra ka spolja kroz neizolovan deo	0,130
49A	Unutrašnji podrumski zid koji završava na spoljašnjem zidu, od unutra ka spolja	0,030
50A	Sučeljavanje unutrašnjeg podrumskog zida, kroz ravni zid	0,030
51A	Sučeljavanje unutarnjeg izolovanog podrumskog zida, kroz ravan neizolovan	0,030
51B	Sučeljavanje unutarnjeg izolovanog podrumskog zida, kroz ravan izolovan	0,010
61A	Donji deo ulaznih vrata	0,130
61B	Gornji deo ulaznih vrata	0,120
61C	Bočni deo ulaznih vrata	0,120
62A	Donji deo prozora	0,120
62B	Gornji deo prozora	0,120
62C	Bočni deo prozora	0,120
63A	Donji deo prozorskih vrata	0,130
63B	Gornji deo prozorskih vrata	0,120
63C	Bočni deo prozorskih vrata	0,120
64A	Donji deo garažnih vrata	0,130
64B	Gornji deo garažnih vrata	0,120
64C	Bočni deo garažnih vrata	0,120
65A	Donji deo unutrašnjih vrata	0,130
65B	Gornji deo unutrašnjih vrata	0,120
65C	Bočni deo unutrašnjih vrata	0,120
66	Bočni deo vrata na unutarnjem zidu	0,540

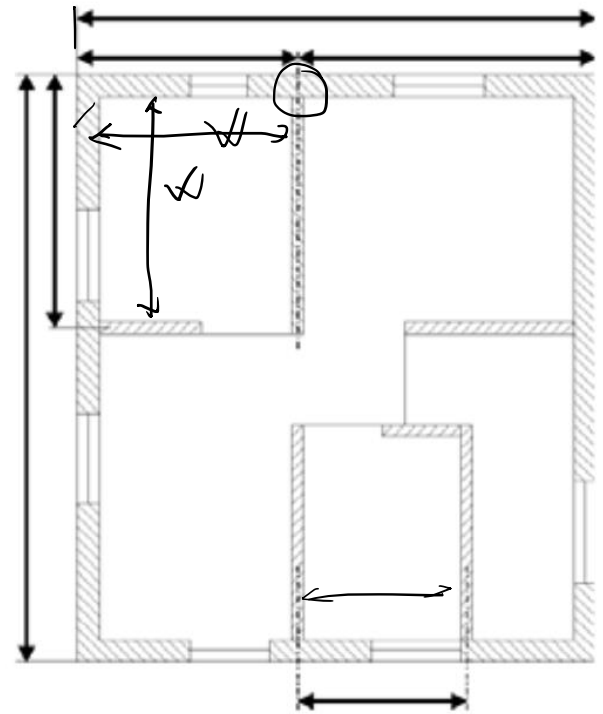
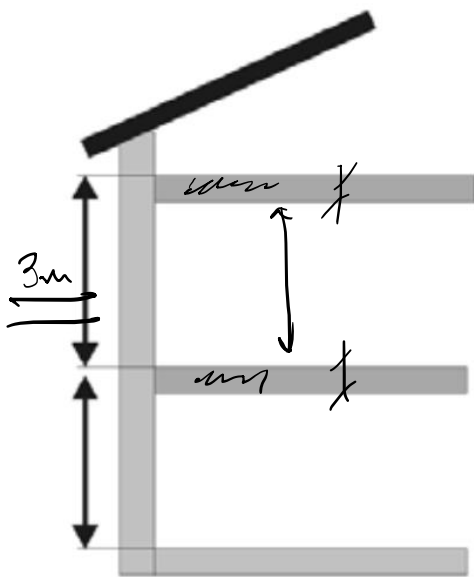
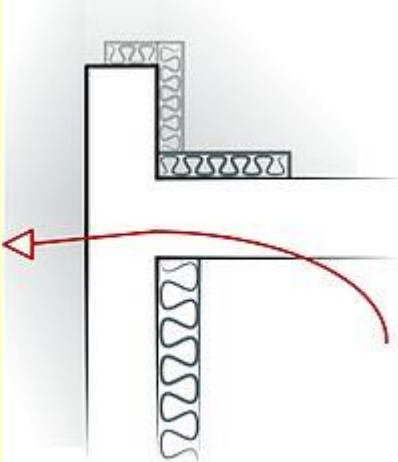
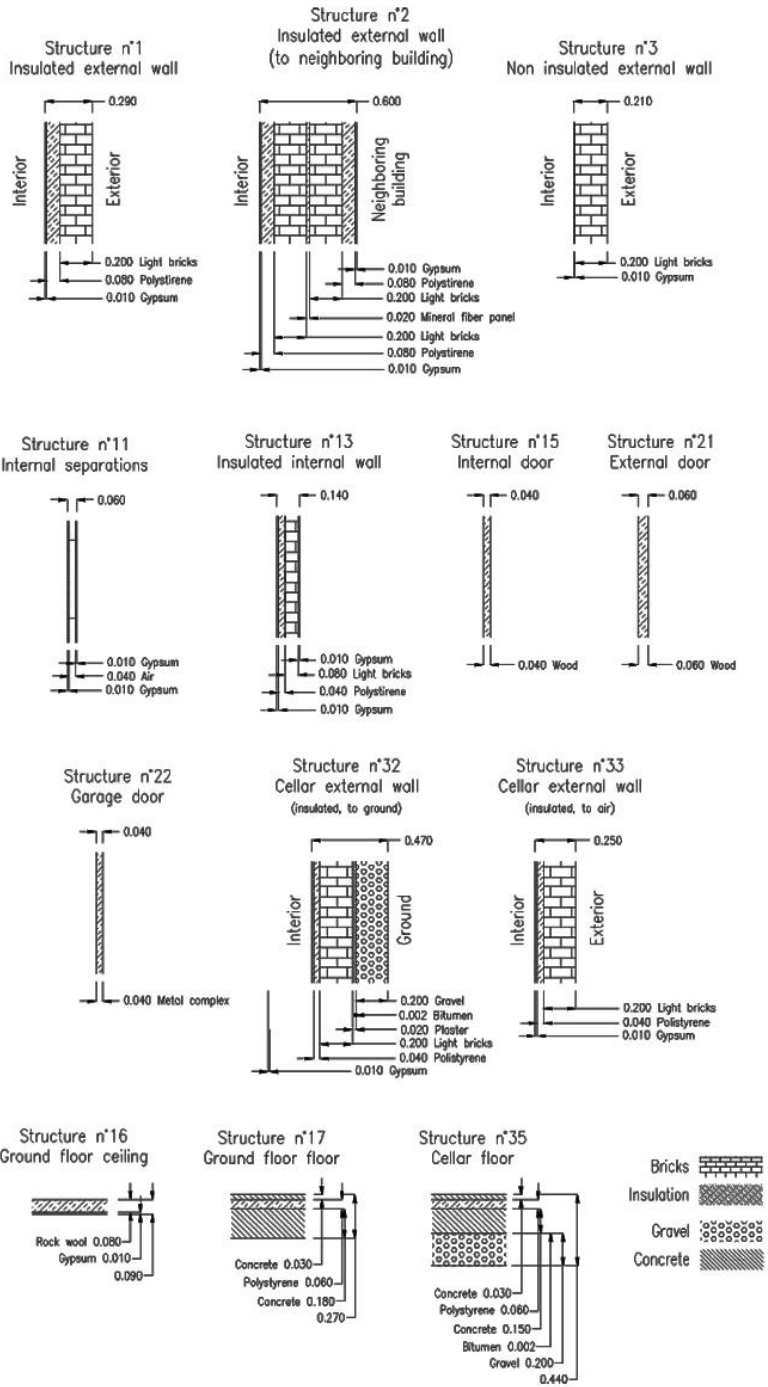
PRIMER PRIMENE STANDARDA

Codes Element	Material	Description	d	λ	R	U_k
			m	W/m·K	m ² ·K/W	W/m ² ·K
15	Internal door					
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13	
	51	Wood	0,040	0,150	0,27	
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13	
Total thickness and U_k			0,040		0,53	1,899
16	Ground floor ceiling					
	63	Internal surface resistance (heat flow upwards)			0,1	
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03	
	23	Rock wool	0,080	0,042	1,90	
	63	Internal surface resistance (heat flow upwards)			0,10	
Total thickness and U_k			0,090		2,13	0,469
17	Ground floor floor					
	66	Internal surface resistance (heat flow downwards)			0,17	
	2	Concrete	0,030	1,750	0,02	
	24	Extruded polystyrene	0,060	0,037	1,62	
	2	Concrete	0,180	1,750	0,10	
Total thickness and U_k			0,270		2,08	0,480
20	Windows					
	Total thickness and U_k			-		-
21	External door					
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13	
	51	Wood	0,060	0,150	0,40	
	62	External surface resistance (horizontal heat flow)			0,04	
Total thickness and U_k			0,060		0,57	1,754
32	Cellar external wall (insulated, to ground)					
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13	
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03	
	21	Polystyrene	0,040	0,043	0,93	
	1	Light bricks	0,200	0,800	0,25	
	13	Cement plastering	0,020	1,150	0,02	
	32	Bitumen	0,002	0,230	0,01	
	31	Gravel	0,200	0,700	0,29	
Total thickness and U_k			0,472		1,65	0,606
33	Cellar external wall (insulated, to air)					
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13	
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03	
	21	Polystyrene	0,040	0,043	0,93	
	1	Light bricks	0,200	0,800	0,25	
Total thickness and U_k			0,250		1,38	0,725
35	Cellar floor (insulated, to ground)					
	66	Internal surface resistance (heat flow downwards)			0,17	
	2	Concrete	0,030	1,750	0,02	
	24	Extruded polystyrene	0,060	0,037	1,62	
	2	Concrete	0,150	1,750	0,09	

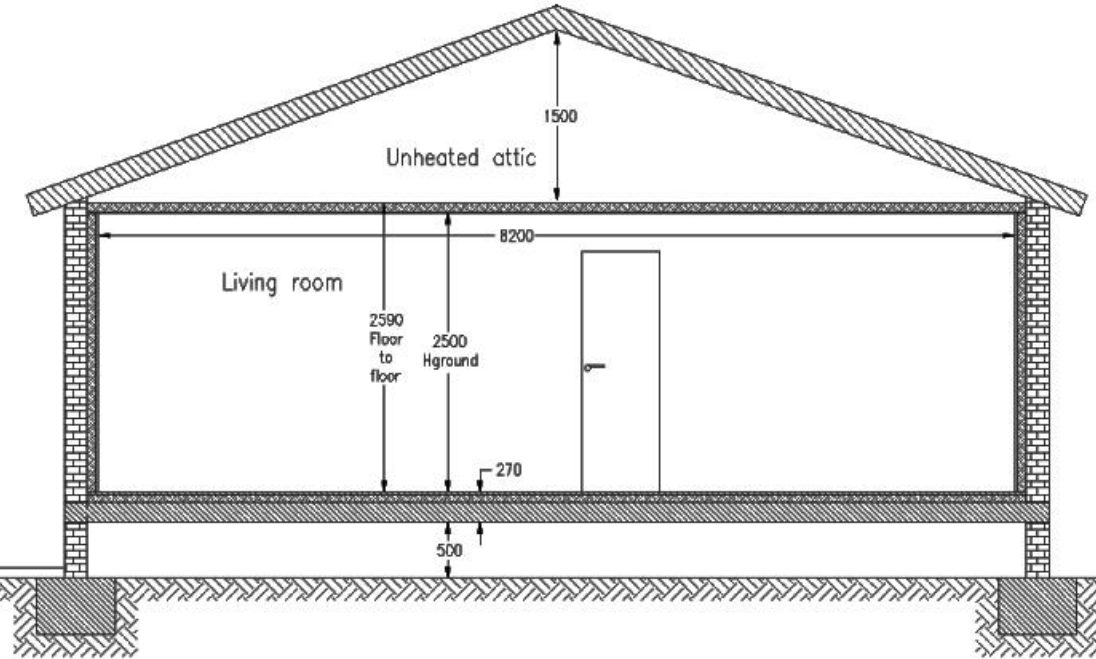
Codes Element	Material	Description	d	λ	R	U_k	
			m	W/m·K	m ² ·K/W	W/m ² ·K	
Building element code	Building element name						
	Code	Internal laminar layer name			R_{si}		
	Code	Material name			d_1	λ_1	$R_1=d_1/\lambda_1$

	Code	Material name			d_n	λ_n	$R_n=d_n/\lambda_n$
	Code	External laminar layer name			R_{se}		
Total thickness and U_k			Σd_i		ΣR_i	$1/\Sigma R_i$	
1	Insulated external wall						
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13		
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03		
	21	Polystyrene	0,080	0,043	1,86		
	1	Light bricks	0,200	0,800	0,25		
	62	External surface resistance (horizontal heat flow)			0,04		
Total thickness and U_k			0,290		2,31	0,433	
2	Insulated external wall (to neighbouring building)						
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13		
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03		
	21	Polystyrene	0,080	0,043	1,86		
	1	Light bricks	0,200	0,800	0,25		
	25	Mineral fiber panel DIN 18 165			0,020	0,041	0,49
	1	Light bricks	0,200	0,800	0,25		
	21	Polystyrene	0,080	0,043	1,86		
11	Gypsum	0,010	0,350	0,03			
61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13			
Total thickness and U_k			0,600		5,03	0,199	
3	Non-insulated external wall						
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13		
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03		
	1	Light bricks	0,200	0,800	0,25		
	62	External surface resistance (horizontal heat flow)			0,04		
Total thickness and U_k			0,210		0,45	2,229	
11	Internal separations						
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13		
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03		
	41	Unventilated air layer s=40 mm			0,18		
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03		
61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13			
Total thickness and U_k			0,020		0,50	2,011	
13	Internal separations						
	61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13		
	11	Gypsum	0,010	0,350	0,03		
	21	Polystyrene	0,040	0,043	0,93		
	1	Light bricks	0,080	0,800	0,10		
11	Gypsum	0,010	0,350	0,03			
61	Internal surface resistance (horizontal heat flow)			0,13			
Total thickness and U_k			0,140		1,35	0,742	

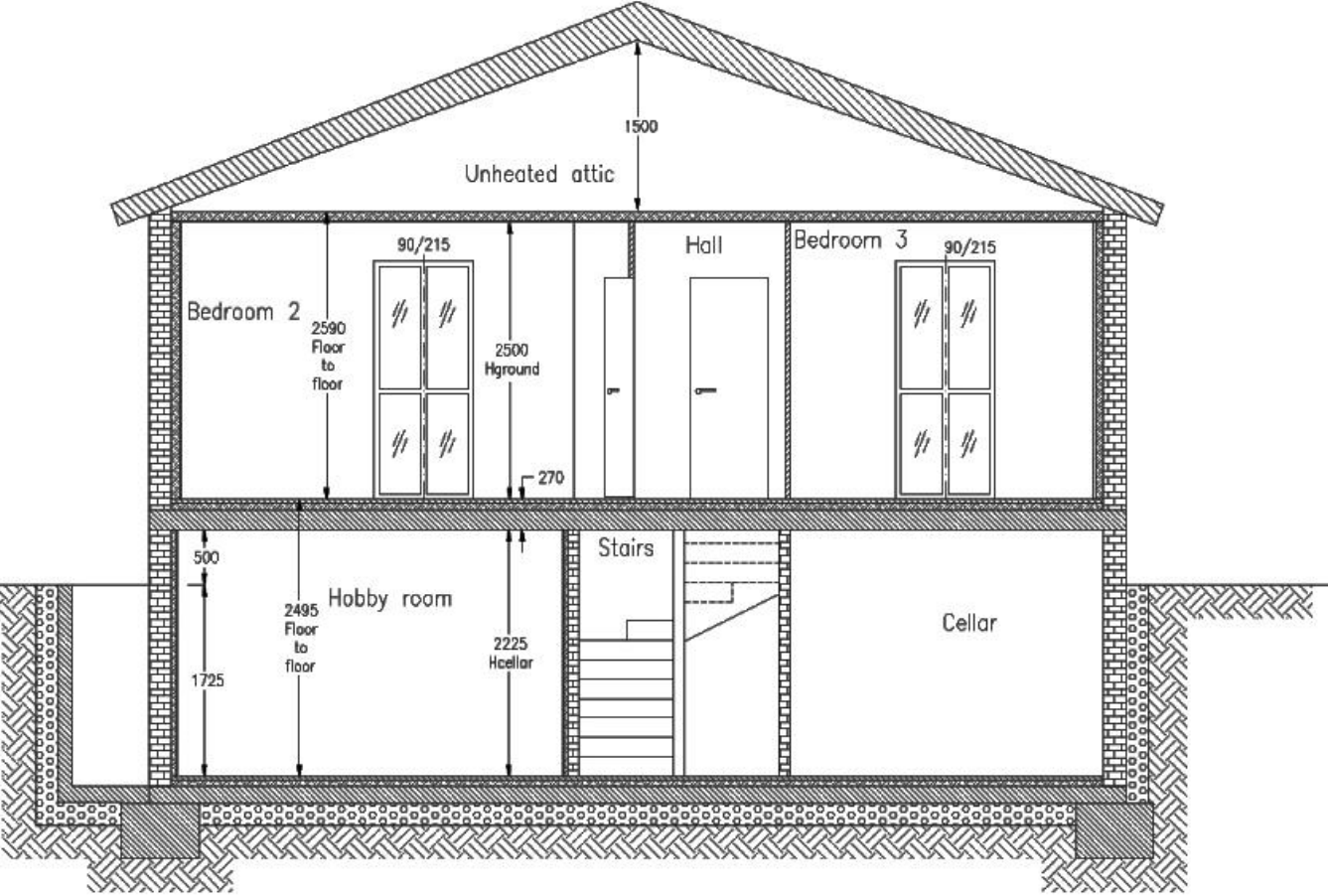
PRIMER PRIMENE STANDARDA



PRIMER PRIMENE STANDARDA



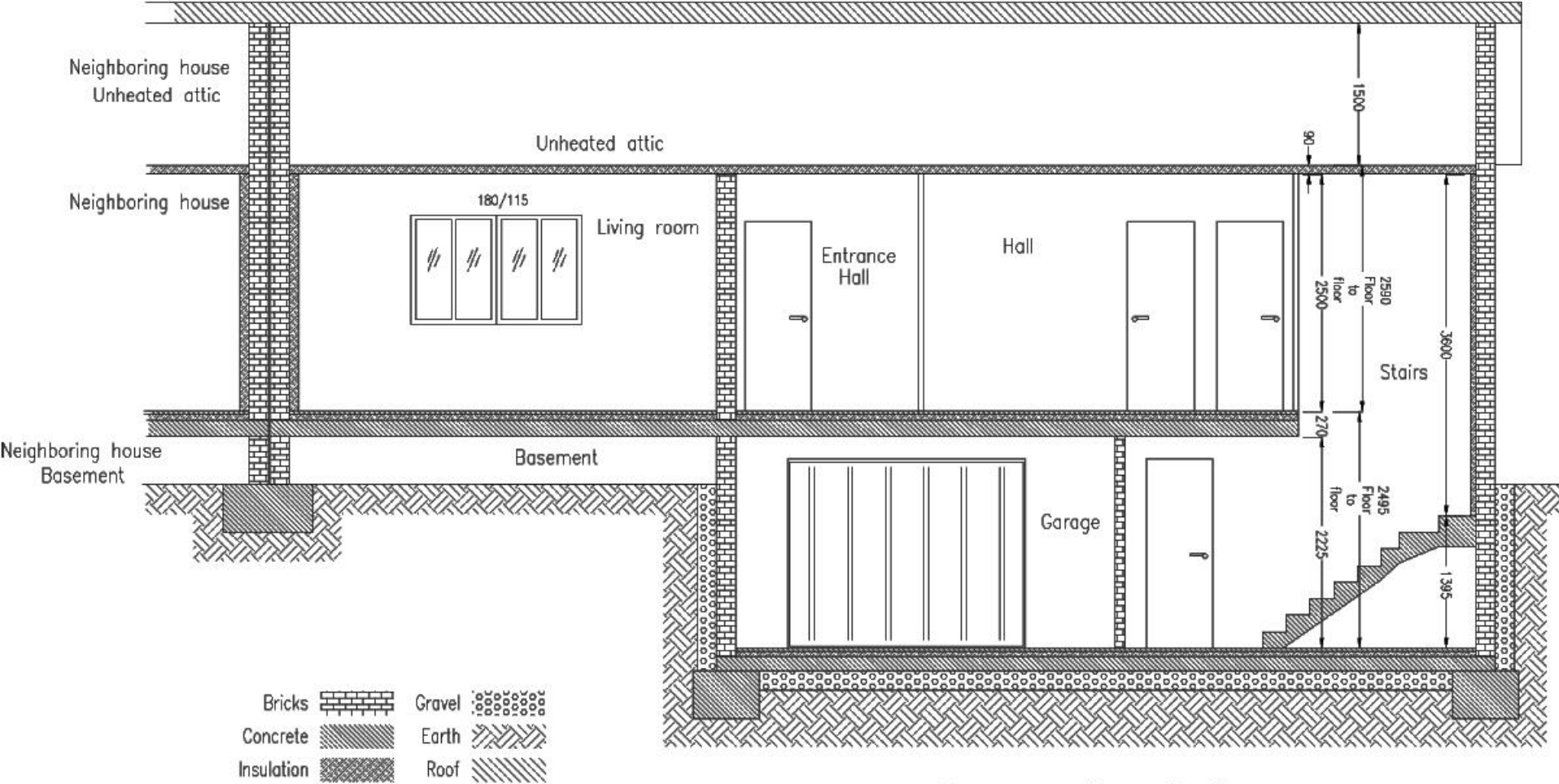
Cross section B-B



Cross section A-A

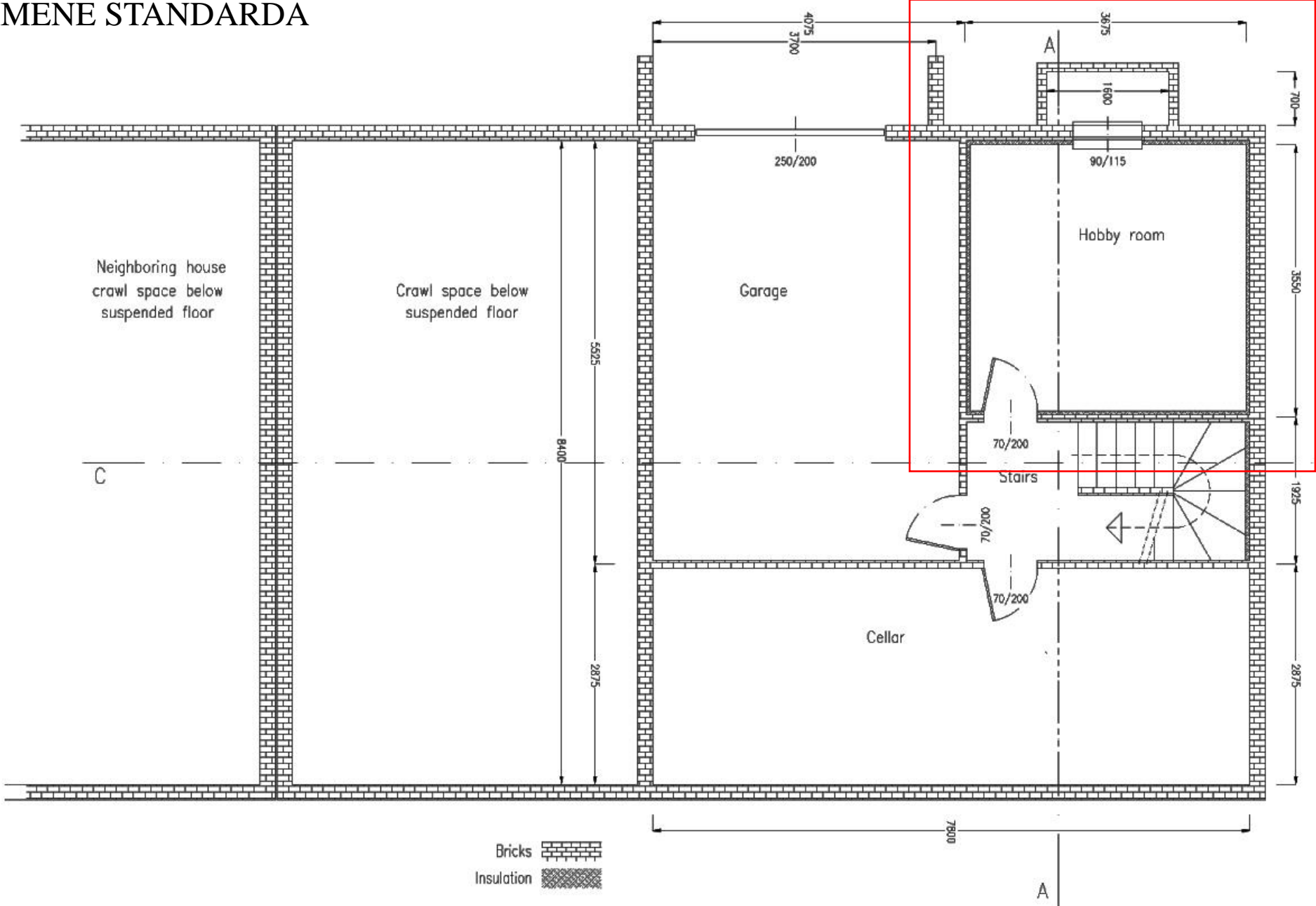
Bricks		Gravel	
Concrete		Earth	
Insulation		Roof	

PRIMER PRIMENE STANDARDA

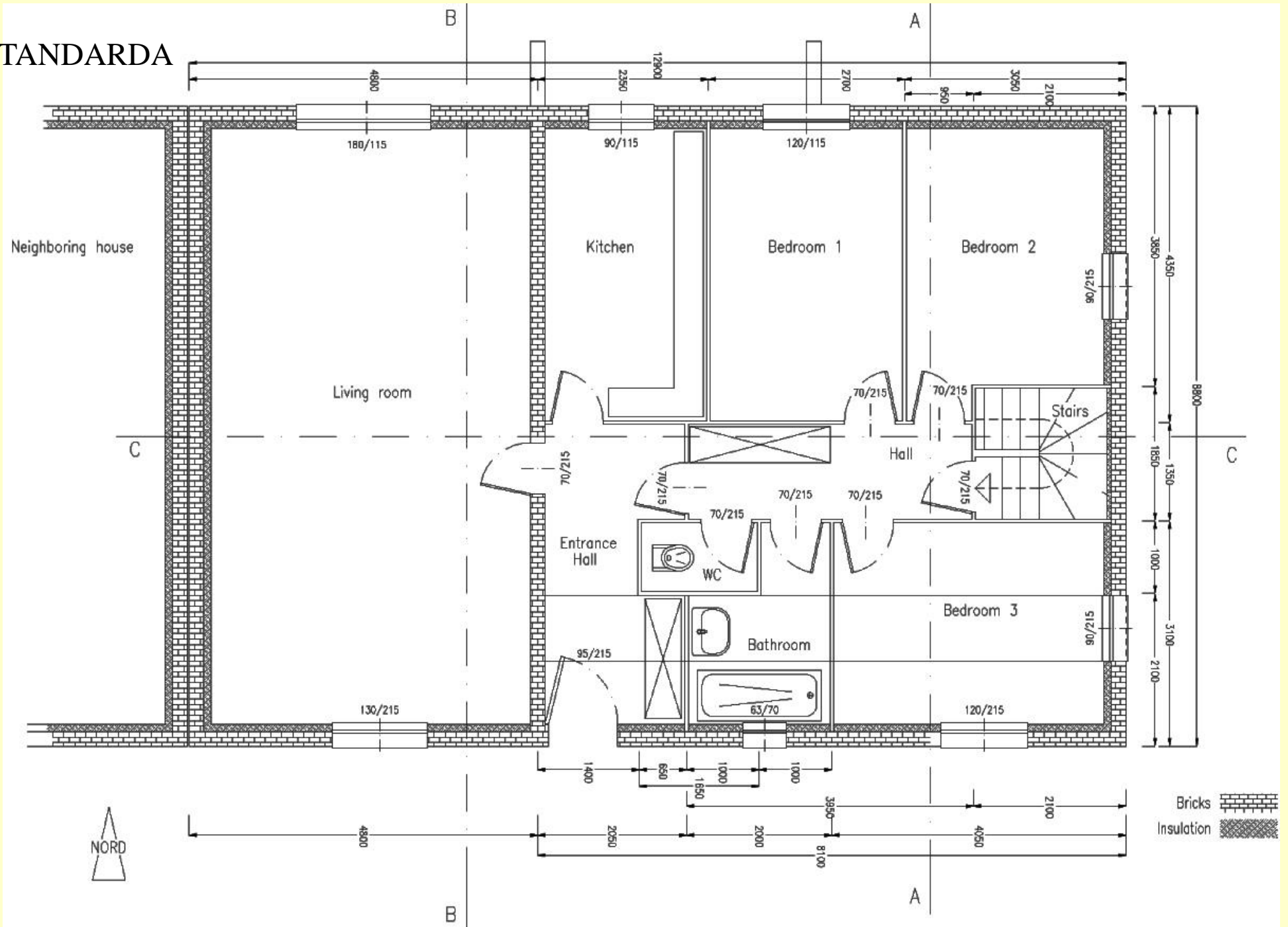


Cross section C-C

PRIMER PRIMENE STANDARDA



PRIMER PRIMENE STANDARDA



Назив просторије: ХОБИ ПРОСТОРИЈА

ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ ПРЕМА СПОЉАШЊОЈ СРЕДИНИ – $H_{T,ig}$

Елемент	A_k [m ²]	U_k [W/m ² K]	e_k	$A_k U_k e_k$ [W/K]
Спољни зид подрума (изолован, према ваздуху)	3,56	0,725	1	2,58
Прозори	1,04	2,1	1	2,17
Спољни зид подрума (изолован, према ваздуху)	1,78	0,725	1	1,29
$\sum A_k U_k e_k$ [W/K]				6,04
Топлотни мостови	Ψ_k [W/mK]	l_k [m]	e_k	$\Psi_k l_k e_k$
47A завршетак ун. према спољном зиду	0,01	0,5	1	0,005
42A угао спољашњег зида	0,01	1	1	0,01
48A доњи део увазних врата	0,01	0,5	1	0,005
62A доњи део прозора	0,12	0,9	1	0,108
62B горњи део прозора	0,12	0,9	1	0,108
62C бочни део прозора	0,12	2,3	1	0,276
$\sum \Psi_k l_k e_k$ [W/K]				0,512
укупан коеф. трансмисионог губитка ie	$H_{T,ie} = \sum A_k U_k e_k + \sum \Psi_k l_k e_k$			6,557

ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ КРОЗ НЕГРЕЈАНЕ ПРОСТОРИЈЕ – $H_{T,iue}$

Градивни елементи	A_k [m ²]	U_k [W/m ² K]	b_u	$\sum A_k U_k b_u$
унутрашњи зид 1	6,78	0,742	0.40	2,01
унутрашња врата 1	1,4	1,899	0.40	1,06
унутрашњи зид 2	7,90	0,742	0.80	4,69
$\sum A_k U_k b_u$ [W/K]				7,77
Топлотни мостови	Ψ_k [W/mK]	l_k [m]	b_u	
51B пресек зида подрума и изолованог зида	0,01	2,23	0.80	0,02
29C подрум према степеништу	0,095	01,77	0.40	0,07
$\sum \Psi_k l_k b_u$ [W/K]				0,085
укупан коеф. трансмисионог губитка iue	$H_{T,iue} = \sum A_k U_k b_u + \sum \Psi_k l_k b_u$			7,850

ГУБИЦИ ПРЕМА СУСЕДНИМ ГРЕЈАНИМ ПРОСТОРИЈАМА НА РАЗЛИЧИТИМ ТЕМП. – $H_{T,ij}$

Градивни елементи	A_k [m ²]	U_k [W/m ² K]	f_{ij}	$\sum A_k U_k f_{ij}$
-	-	-	-	0
укупан коеф. трансмисионог губитка ij			$H_{T,iue} = \sum A_k U_k f_{ij}$	0

ТРАНСМИСИОНИ ГУБИЦИ КА ТЛУ – $H_{T,ig}$

Прорачун В	A_g [m ²]	P [m]	$B=2*A_g/P$ [m]	
	13,05	7,225	3,6	
Градивни елементи	U_k [W/m ² K]	$U_{ekv,iv,k}$ [W/m ² K]	A_k [m ²]	$A_k * U_{ekv,iv,k}$ [m ²]
Спољни зид подрума, према земљи	0,606	0,4	12,513	5,01
	0,457	0,25	13,046	3,26
укупно еквивалентно	$\sum A_k * U_{ekv,iv,k}$			8,27
корекциони фактори	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
	1,450	0,267	1	0,387
укупан збир коефицијената транс. губитака ig	$H_{T,ig} = \sum A_k * U_{ekv,iv,k} * f_{g1} * f_{g2} * G_w$			3,197

укупан збир коефицијената транс. губитака

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$$

17.60

УКУПНИ ТРАНСМИСИОНИ ТОПЛОТНИ ГУБИЦИ ЗА ПРОСТОРИЈУ 0.1

$H_{T,i}$	t_u [°C]	t_{sp} [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]
17.60	20	-10	528

528

Просторија: ХОБИ ПРОСТОРИЈА				
Унутрашња запремина просторије		V_i	m^3	29,0
Спољна пројектна температура		θ_e	$^{\circ}C$	-10
Унутрашња пројектна температура		$\theta_{in,t}$	$^{\circ}C$	20
Минималне хигијенске потребе	Минимално потребан број измена ваздуха	$n_{m, in}$	h^{-1}	0,5
	Минимални хигијенски проток ваздуха	$V_{m, in}$	m^3/h	14,5
Инфилтрациони проток ваздуха	Измена ваздуха на 50 Pa	n_{50}	h^{-1}	6
	Коефицијент заклоњености	e_i	-	0,02
	Висински корекциони фактор	ϵ	-	1,0
	Инфилтрациони проток ваздуха $V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$	$V_{in,f}$	m^3/h	7,0
Прорачун вентилационих губитака топлоте	Одабрана вредност из прорачуна $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$	V_i	m^3/h	14,5
	Коефицијент вентилационих губитака $H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p$	$H_{V,i}$	W/K	4,9
	Температурска разлика		$^{\circ}C$	30
	Вентилациони губитак топлоте $H_{V,i} = H_{V,i} \cdot (t_u - t_s)$	$H_{V,i}$	W	148

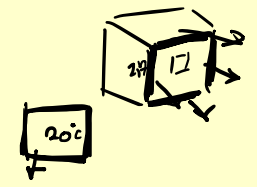
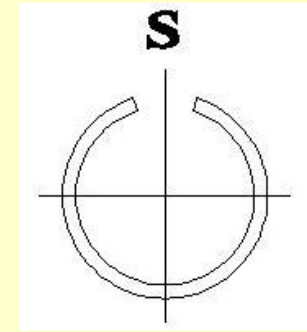
Climatic data			
Description	Symbol	Unit	Value
Design external temperature	θ_e	$^{\circ}C$	-10,0
Annual mean external temperature	$\theta_{m,e}$	$^{\circ}C$	12
Exposure coefficients e_k and e_l			
Orientation			Value
			p.u.
All			1,00
Data on heated rooms			
Room name	Design temperature	Room area	Internal volume
	$\theta_{int,i}$	A_i	V_i
	$^{\circ}C$	m^2	m^3
Hobby room	20	13,0	29,0
Living room	20	36,9	92,3
Kitchen	20	9,5	23,8
Bedroom 1	20	10,9	27,3
Bedroom 2	20	10,2	25,6
Bedroom 3	20	10,5	26,3
Bathroom	24	4,6	11,5
Entrance hall	20	7,9	19,6
Hall	20	5,3	13,3
WC	20	1,7	4,1
Total		110,6	272,9
Data on unheated rooms			
Room name	b-value		Temperature
	b_u		θ_u
	p.u.		$^{\circ}C$
Neighbouring house	-		12
Garage	0,8		-4
Stairs	0,4		8
Cellar	0,5		5
Unheated attic	0,9		-7
Ground floor suspended floor	0,8		-4
Neighbouring house ground floor suspended floor	0,8		-4

Projekat:		Datum:												
br.:		Naziv prostorije:												
Projektna unutrašnja temp.:	θ_{int}	20	°C	Projektna sp. temperatura:	θ_e	-	15	°C						
Dužina prostorije	l_R	3,5	m	Faktor temperaturske redukcije										
Širina prostorije	b_R	2,5	m	(normalno 1,0)	$f_{\Delta\theta,i}$	=	1							
Površina prostorije	A_R	8,75	m ²											
Visina prostorije	h_G	3	m	Minimalan broj izmena:	n_{min}	0,5	h ⁻¹							
Debljina međuspratne konst.	d	0,5	m											
Visina etaže	h_R	2,7	m											
Zapremina prostorije	V_R	23,63	m ³	faktor uzgrevanja	f_{RH}	=	/	W/m ²						

KOEFICIJENT TRANSMISIONIH GUBITAKA TOPLOTE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					3 x 4 x 5		6 - 7							13x14
Oznaka	Strana sveta	Količina	Dužina	Visina/Širina	Bruto površina	Odbitak površine	Neto površina	Koeficijent prolaza toplote	Linearni koeficijent toplotnog mosta	Faktor smanjenja temp. razlike bu	Faktor smanjenja temp. razlike fij	Koeficijent transmisionog gubitka	Temperaturska razlika	Transmisioni gubici toplote
-	-	n	b	h/l	A	A _{odbitak}	A'	U	ψ	bu	fij	H _T	$\Delta(\theta_{int}-\theta_e)$	Φ_T
-	-	-	m	m	m ₁	-	m ₁	W/m ₁ K	W/m ₁ K	W/m ₁ K	-	W/K	K	W
H _T														
SP	J	1	2,5	3	7,5	2,4	4,9	0,25	0,195	5,4	1,05	11,5	35	422
SP	J	1	1,6	1,6	2,6	-	2,6	1,5	0,120	6,4	0,22			
H _T														
U23	1	3,5	3	10,5	1,2	8,6	1,56							
U12	1	0,5	2,1	1,2	1,2	2,5	0,120	6	0,42	3,34	35	117		
POD	1	3,5	2,6	8,8	-	8,8	1,34	0,225	2,5	0,81				
								0,240	15,5	3,72				
									bu = 0,14					

UKUPNI TRANSMISIONI GUBICI TOPLOTE										$H_T = 15$	$\Phi_T = 619$
minimalni br. izmena $[V_{min} = V_R \cdot n_{min} [0,5]]$										11,81	k ³ /h
$V_{inf} = 2 \cdot 23,63 \cdot 3 \cdot 0,02 \cdot 1 = 2,84$											
Ventilacioni gubitak toplote HV = (Konst. · V _{min}) i $\Phi_V = [(HV \cdot \Delta(\theta_{int}-\theta_e))]$										0,34	11,81
Neto spec. toplotno opterećenje										96	W/m ²
DODATNA SNAGA ZBOG PREKIDA GREJANJA										8,95	m ² x
UKUPNI GUBICI TOPLOTE											$\Phi_{HL} = 800$



0,34
23 B
12 B
62 ABC

65 ABC
23 A

