

Inženjerska komora Crne Gore

Proračun projektnog toplotnog opterećenja (grijanje)

Nenad Kažić

MEST EN 12831

1. Istorija **EN 12831**

DIN 4701, Godina 1959

24 Godine

DIN 4701, Godina 1983

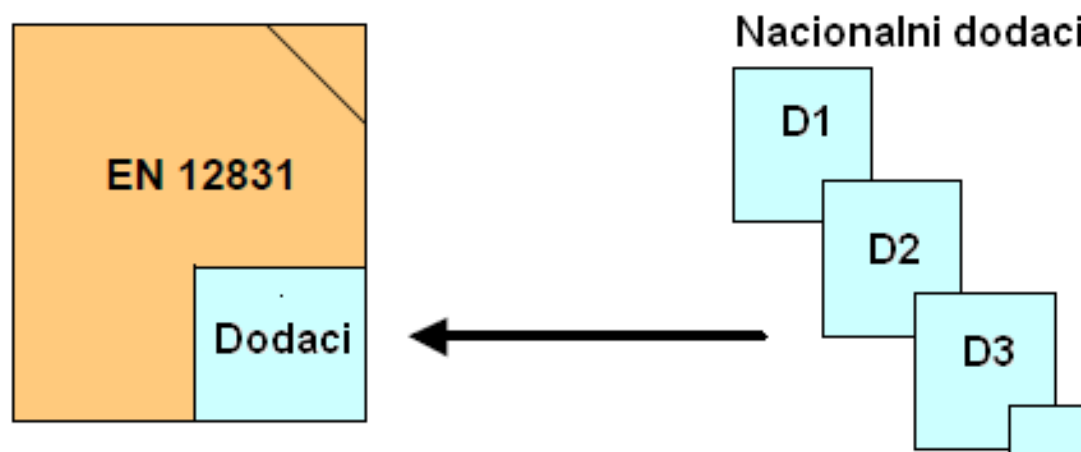
20 Godina

DIN EN 12831, Godina 2003

Osim potpuno drugačijeg korišćenja formula, EN 12831 se razlikuje metodološki u proračunu toplotnih gubitaka ventilacije od DIN 4701 (1983).



2. Struktura **MEST EN 12831**



D1 - Meteo podaci

D2 - Minimalni broj izmjena vazduha

D3 - Sobne temperature itd.

3. Pretpostavke i Metodologija pri izračunavanju po MEST EN 12831

3.1 Pretpostavke

- Temperature u objektu su uniformne
- Objekat je u stacionarnom stanju
- Visina prostorija ne prelazi 5 m
- Temperatura vazduha i “operativna” (efektivna) temperatura je približno ista
- Ostalo su specijalni slučajevi

3. Pretpostavke i Metodologija pri izračunavanju po **MEST (EN) 12831**

3.2 Metodologija A (za prostoriju)

- **Odrede se projektna i srednja godišnja temperatura spoljnog vazduha**
- **Odredi se status prostorija (grijane-negrijane) i projektna unutrašnja temperatura**
- **Specificiraju se geometrija-dimenzije i termičke karakteristike**
- **Izračunaju se transmisioni i ventilacioni gubici**
- **Odrede se ukupni toplotni gubici**
- **Izračunaju se dodaci zbog prekida u grijanju**
- **Izračuna se toplotno opterećenje prostorije kao suma gubitaka i dodataka od prekida u grijanju**

3. Pretpostavke i Metodologija pri izračunavanju po **MEST (EN) 12831**

3.2 Metodologija B (za zgradu)

- **Saberu se transmisioni gubici isključujući unutrašnju razmjenu**
- **Saberu se svi ventilacioni gubici isključujući unutrašnju razmjenu**
- **Saberu se tako odredjeni transmisioni i ventilacioni gubici**
- **Saberu se dodaci prostorija usled prekida u grijanju**
- **Projektno toplotno opterećenje zgrade se dobija sabiranjem gubitaka i dodataka usled prekida.**

4. Potrebni podaci

4.1 Meteo podaci

-projektna spoljna temperatura θ_e u C

- srednja temperatura spoljnjeg vazduha tokom godine θ_{me} u C

4.2 Unutrašnje projektne temperature

- projektne temperature prostorija θ_{in} u C

4.3 Podaci o objektu A i B

4. Potrebni podaci

4.1 Meteo podaci

- projektna spoljna temperatura θ_e u C

- srednja temperatura spoljnog vazduha tokom grejne godine θ_{me} u C

Spisak opština po klimatskim zonama sa srednjim godišnjim i projektnim temperaturama (grijanje)

I ZONA $\Theta_{me} = 15.5 \text{ C}$	II ZONA $\Theta_{me} = 11.5 \text{ C}$	III ZONA $\Theta_{me} = 8 \text{ C}$
Θ_{in}, C - Projektne temp.	Θ_{in}, C - Projektne temp.	Θ_{in}, C - Projektne temp.
-2 Bar	-12 Nikšić	-18 Andrijevića
-1 Budva	-13 Cetinje	-18 Berane
-12 Danilovgrad		-17 Bijelo Polje
-1 Herceg Novi		-20 Žabljak
-6 Kotor		-20 Kolašin
-5 Podgorica		-18 Mojkovac
-6 Tivat		-18 Plav
-4 Ulcinj		-18 Plužine
		-19 Pljevlja
		-18 Rožaje
		-18 Šavnik

4. Potrebni podaci

4.2 Unutrašnje projektne temperature

Projektne temperature prostorija (grijanje)

Vrsta/namjena prostorije	θ_{in}, C
Kancelarije, poslovne prostorije	20
Velike poslovne prostorije	20
Konferencijske sale	20
Amfiteatri	20
Kafići, restorani	20
Učionice	20
Dječji vrtići, jaslice	20
Trgovački centri	16
Stambene prostorije	20
Kupatila	24
Muzeji, galerije	16
Crkve	15

4. Potrebni podaci

4.3 Podaci o objektu

A

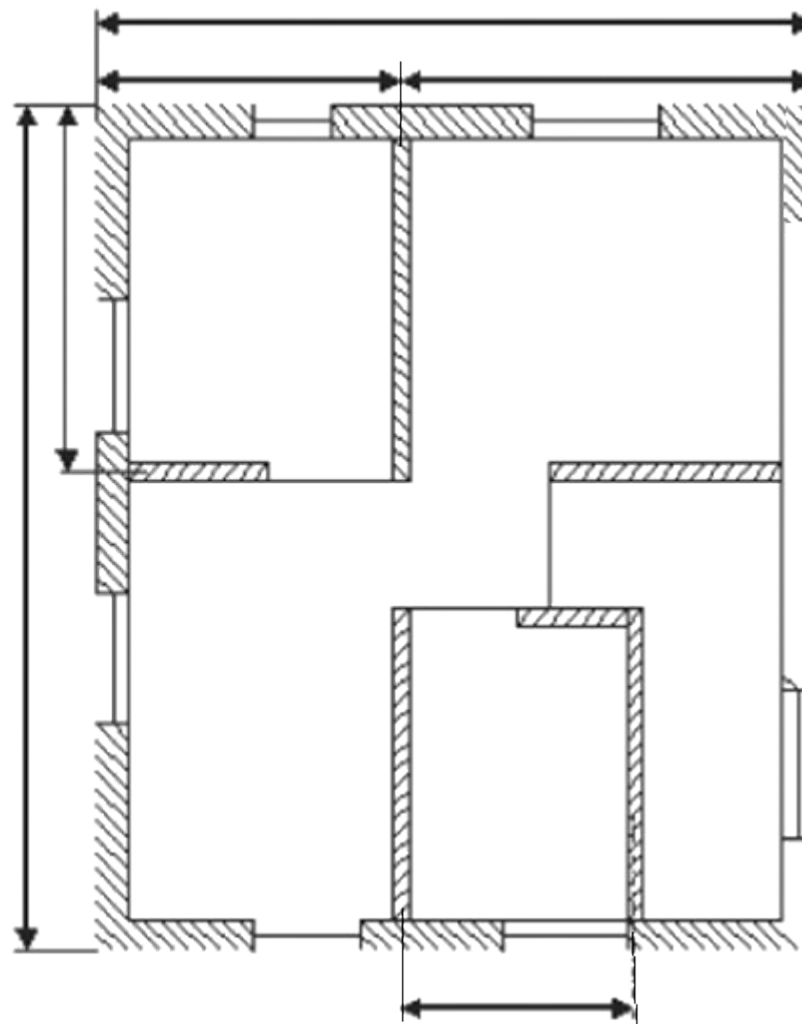
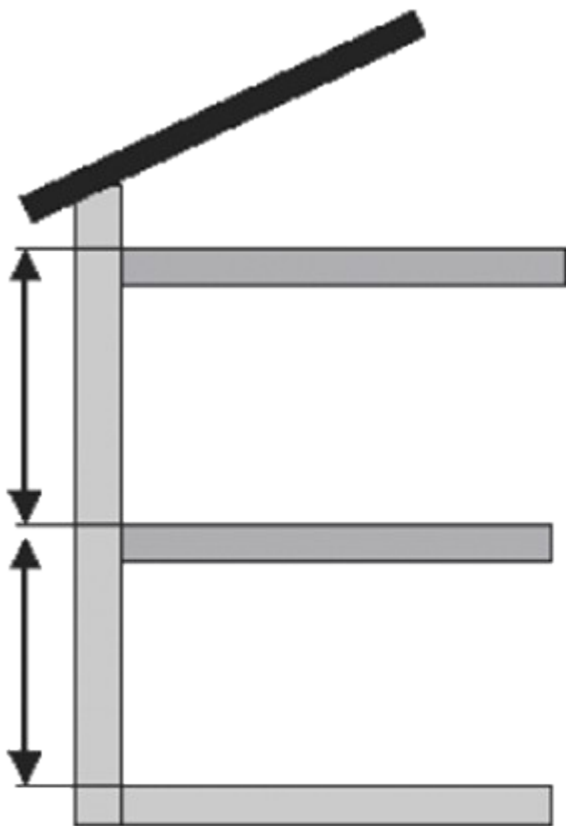
- zapremine svih prostorija V_i u m^3
- površina svih elemenata objekta A_k u m^2
- koeficijenti prolaza toplote svih elemenata U_k u W/m^2K
- koeficijenti gubitaka linijskih toplotnih mostova Ψ u W/mK
- dužina svih linijskih toplotnih mostova L u m

B

- minimalan broj izmjena spoljnjeg vazduha n_{min} u h^{-1}
- broj izmjena vazduha pri $\Delta p=50 Pa$ n_{50} u h^{-1}
- količina vazduha usled infiltracije V_{inf} u m^3/s
- količina prinudno dovedenog vazduha V_{su} u m^3/s
- količina prinudno odvedenog vazduha V_{ex} u m^3/s
- efikasnost rekuperacije toplote (izlaznog vazduha) η_v

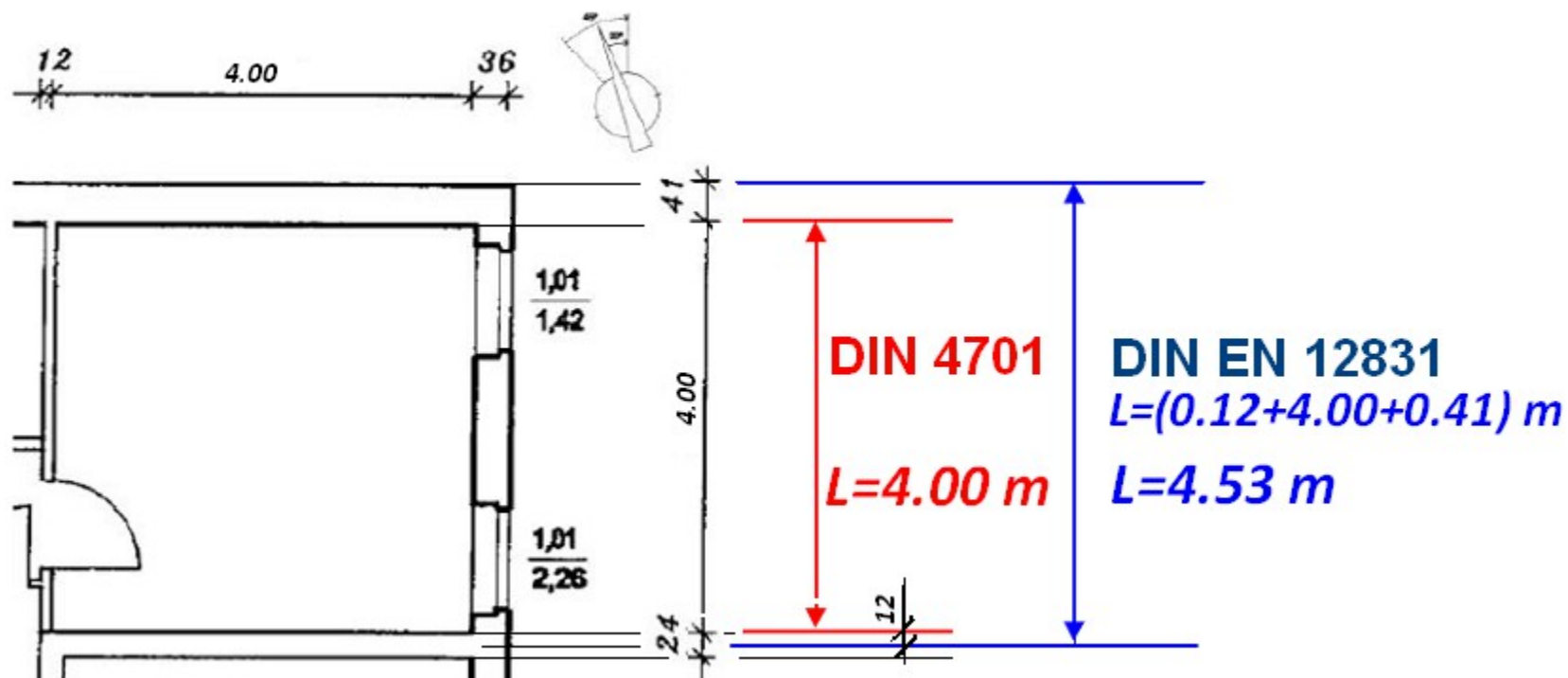
4. Potrebni podaci MEST EN 12831

A. GEOMETRIJA: površine, zapremine



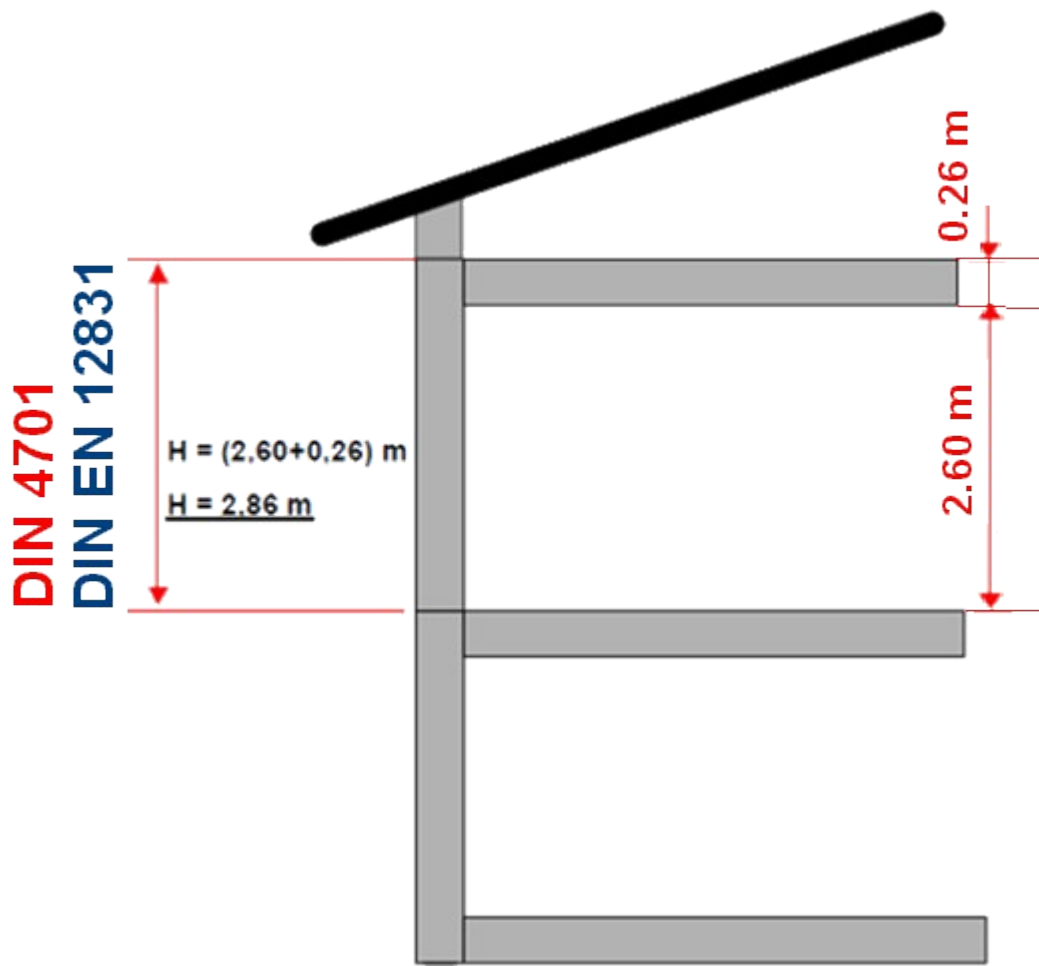
4. Potrebni podaci EN 12831

A. GEOMETRIJA: površine, zapremine



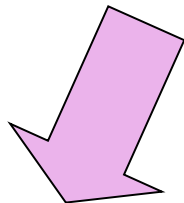
4. Potrebni podaci EN 12831

A. GEOMETRIJA: površine, zapremine

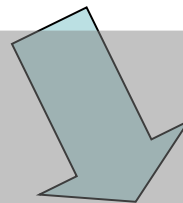


5. Projektno toplotno opterećenje prostorije (grejna snaga)

PRORAČUN



DETALJAN



POJEDNOSTAVLJEN

5. Projektno toplotno opterećenje prostorije (grejna snaga)

Topl_Opterećenje=
Topl_Gubici (transm.&vent.) +
Dodatak zbog prekida

$$\Phi_{HL_i} = (\Phi_{Ti} + \Phi_{vi}) + \Phi_{RH_i}, \text{ W}$$

Toplotno opterećenje-Grejna snaga (flux), Φ_{HL_i} u W, i -tog prostora u objektu, je zbir Transmissionih, Φ_{Ti} , Ventilacionih, Φ_{vi} , gubitaka u W i dodatka kojim se kompenzuju prekidi u radu Φ_{RH_i} u W.

5.1 Projektni toplotni gubici (grijanje)

Ukupni toplotni gubici (flux), Φ_{L_i} u W , i -tog prostora u objektu, sastoje se od Transmisionih, Φ_{Ti} i Ventilacionih, Φ_{Vi} u W :

Gubici=Transmisioni+Ventilacioni

$$\Phi_{L_i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{Vi}, \quad W$$

$$\Phi_{L_i} = (H_{Ti} + H_{Vi})(\theta_{in_i} - \theta_e), \quad W$$

H_{Ti} i H_{Vi} su koeficijenti transmisionih i ventilacionih gubitka objekta u W/K

5.1 Projektni toplotni gubici (grijanje)

Svi toplotni gubici (flux_evi), Φ , u W , formalno se svode na oblik sa razlikom temperatura $\Delta\theta_{in_e} = (\theta_{in} - \theta_e)$, bez obzira što je sa druge strane elementa možda neka druga temperatura θ_j , tj. razlika $\Delta\theta_{in_j} = (\theta_{in} - \theta_j)$.

To se formalno izvodi tako što se “prava” razlika temperatura $\Delta\theta_{in_j}$ pomnoži i podijeli sa $\Delta\theta_{in_e}$:

$$\Delta\theta_{in_j} = \Delta\theta_{in_j} * (\Delta\theta_{in_e} / \Delta\theta_{in_e})$$

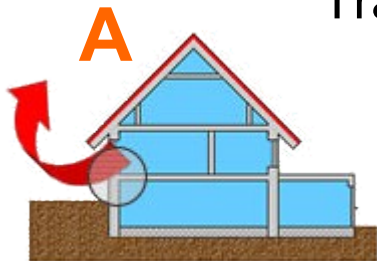
$$\Delta\theta_{in_j} = b * \Delta\theta_{in_j},$$

$$\text{gdje je } b \text{ (ili } f) = (\Delta\theta_{in_j} / \Delta\theta_{in_e})$$

koeficijent korekcije temperatura.

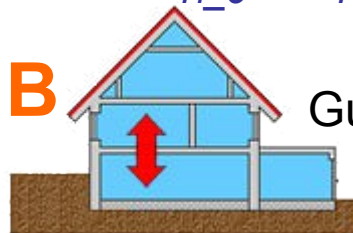
5.1a Projektni Transmisioni toplotni gubici

MEST EN 12831 razlikuje 4 različite situacije pri proračunu Transmisionih toplotnih gubitaka:



Direktni gubici prema spoljnjem vazduhu

$$\Phi_{Ti_e} = H_{Ti_e} (\theta_{in_i} - \theta_e)$$

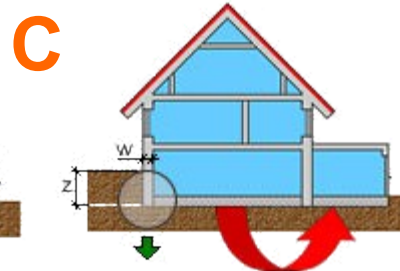
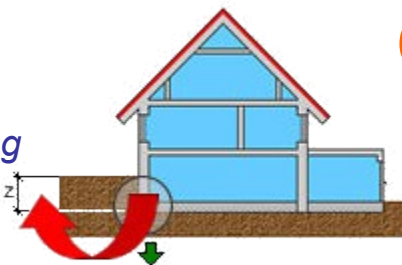


Gubici prema negrijanoj prostoriji Φ_{Ti_u}

$$\Phi_{Ti_u} = H_{Ti_{ue}} (\theta_{in_i} - \theta_e)$$

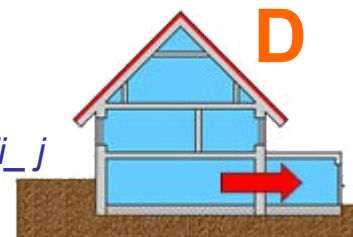
Gubici u dodiru sa tlom Φ_{Ti_g}

$$\Phi_{Ti_g} = H_{Ti_g} (\theta_{in_i} - \theta_e)$$



Gubici prema grijanoj prostoriji *j* (različite temperature) Φ_{Ti_j}

$$\Phi_{Ti_j} = H_{Ti_j} (\theta_{in_i} - \theta_e)$$



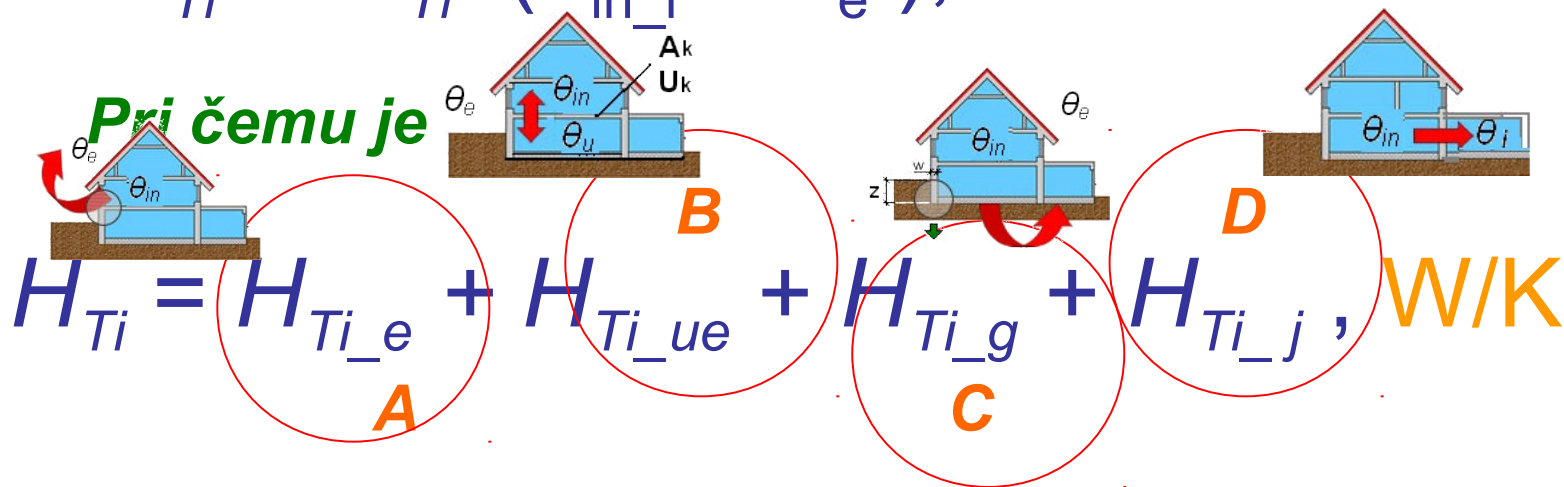
5.1a Projektni Transmisioni toplotni gubici

Koeficijent transmisionih gubitka objekta (H_{Ti} u W/K) predstavlja flux gubitaka pri temperaturskoj razlici

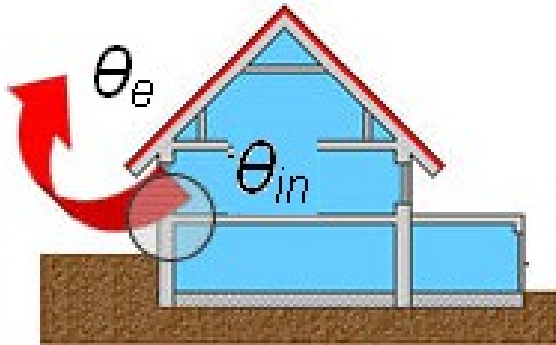
$$\Delta t_{in_e} = (\theta_{in_i} - \theta_e) = 1 \text{ C:}$$

$$\Phi_{Ti} = H_{Ti} (\theta_{in_i} - \theta_e), \text{ W}$$

$$H_{Ti} = \Phi_{Ti} / (\theta_{in_i} - \theta_e), \text{ W/K}$$



5.1a_A Direktni gubici prema spoljnjem vazduhu



$$\Phi_{Ti_e} = H_{Ti_e} (\theta_{in_i} - \theta_e), \text{ W}$$

$$H_{Ti_e} = \sum_k A_k U_k e_k + \sum_i L_i \Psi_i e_i, \text{ W/K}$$

A_k, m^2 – površina elementa

$U_k, W/m^2K$ – koeficijent prolaza toplote

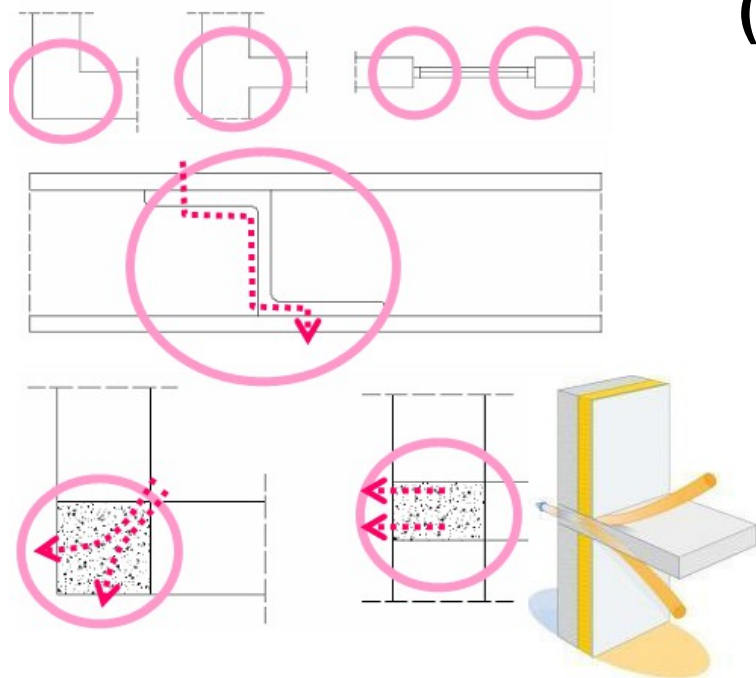
e_k, e_i – klimatski korekcionni faktori (~1 ako ih nema u nacionalnim propisima)

L_i, m - dužina linijskih toplotnih mostova

$\Psi, W/mK$ - koeficijent linijskih toplotnih gubitaka

5.1a_A TOPLOTNI MOSTOVI (Thermal Bridge) -TB

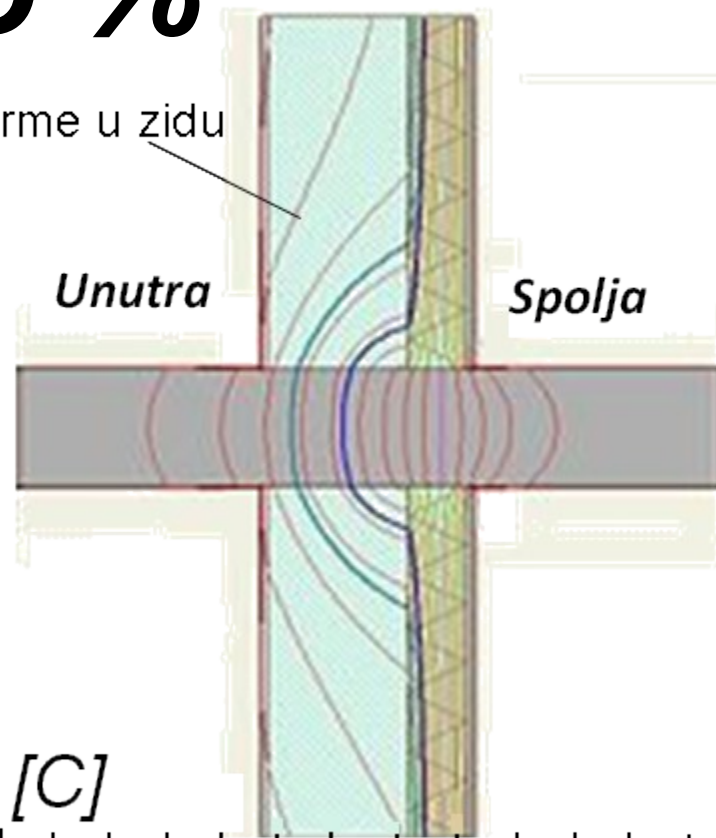
10-15 %



Izoterme u zidu

Unutra

Spolja

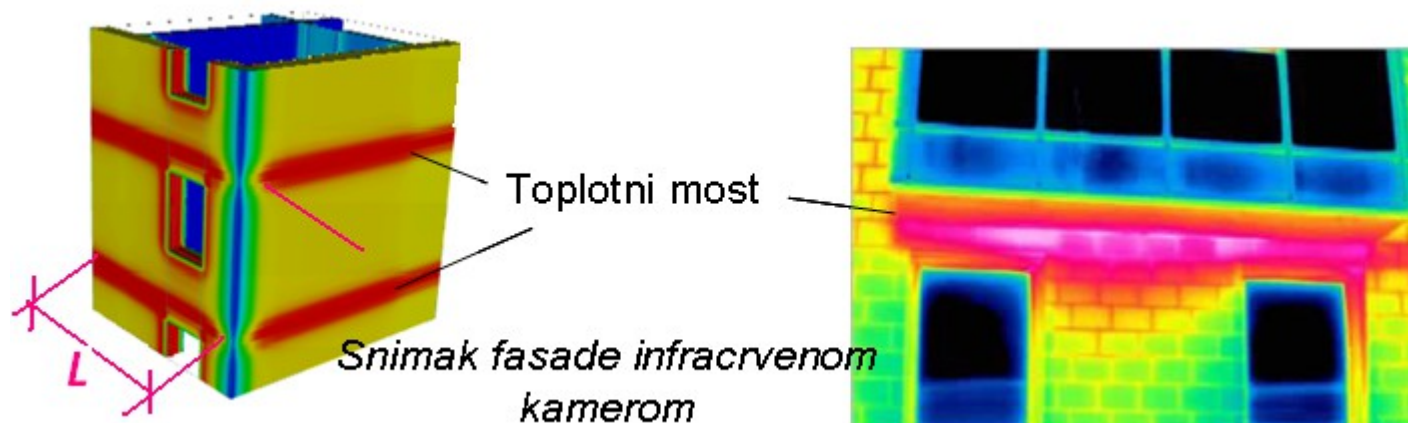


Toplotni mostovi predstavljaju “PREČICE”
pri prostiranju toplote. Dakle dodatne
gubitke (10-15 %) i potencijalnu opasnost
od KONDENZACIJE pare u/na zidu.

$t [C]$

5.1a_A TOPLITNI MOSTOVI (TB)

Koeficijent Linijskih Toplotnih Gubitaka ψ [W/mK]



Koeficijent transmisionih toplotnih gubitaka od TB

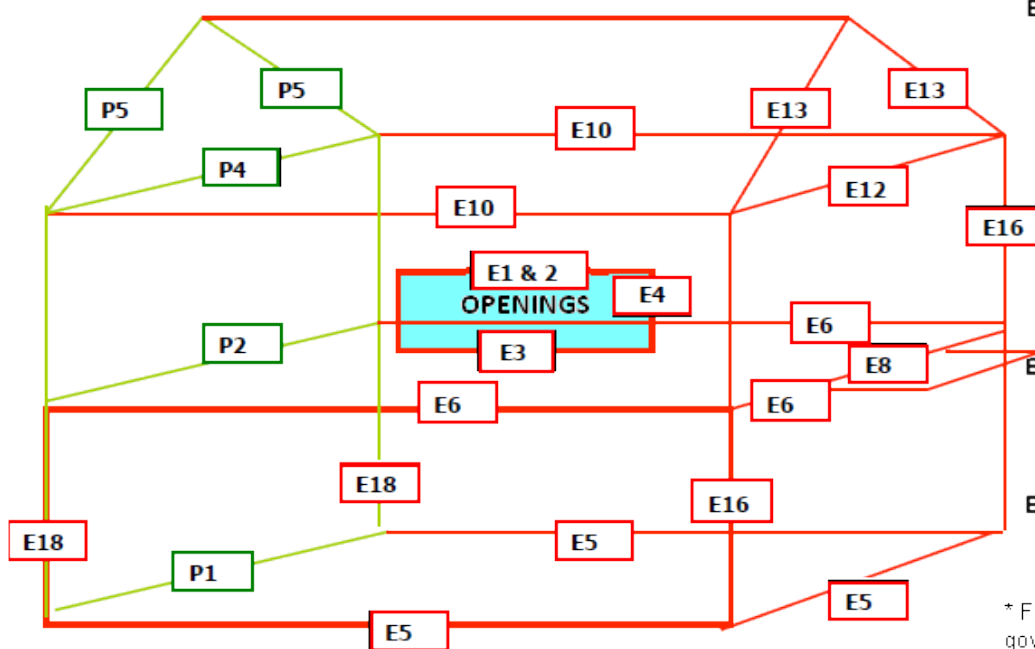
$$H_{TB} [W / K] = \left(\sum L_k \psi_k \right)$$

5.1a_A TOPLITNI MOSTOVI (TB)

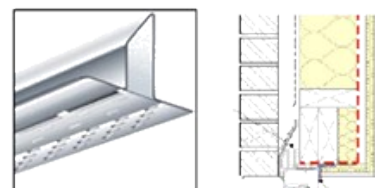
“Detaljna” metoda određivanja uticaja TB

Primjer: SAP (Standard Assessment Procedure_UK)

ψ_{acr}^* ψ_{def}^*
W/mK

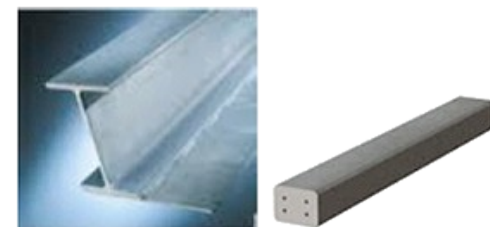


E1 Steel Lintel with Perforated steel base plate



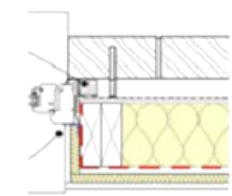
0.5 1.00

E2 All other lintels including other steel lintels



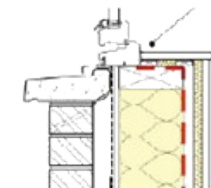
0.3 1.00

E3 Sill



0.04 0.08

E4 Jamb



0.05 0.10

* For all detailing conforms with Accredited Construction Details or another government-approved source involving independent assessment of the construction method, use values from the 'accredited' column. Values in the 'default' column can be used for those details for which a linear thermal transmittance is not available.

5.1a_A TOPLITNI MOSTOVI (TB)

SAP Code Thermal Bridges

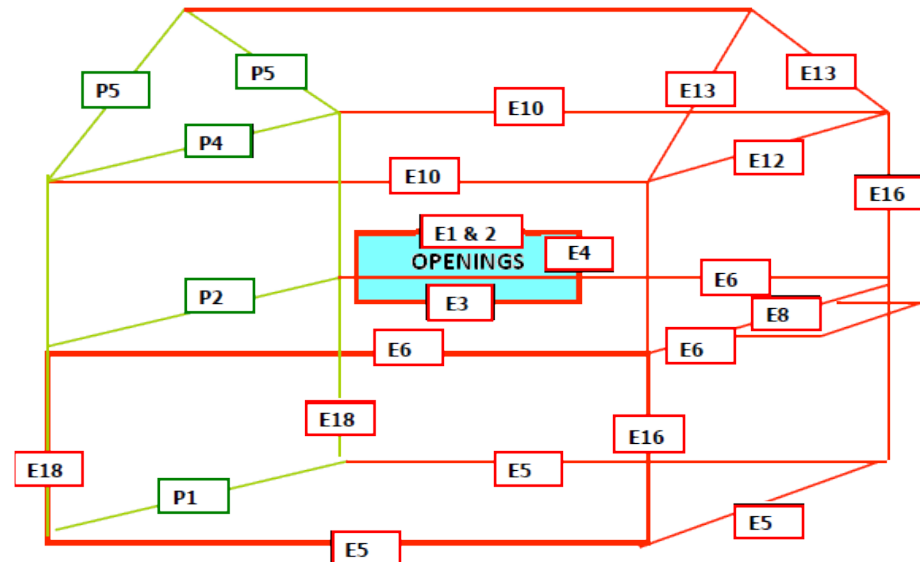
Accredited ψ^* (W/m·K) Default ψ^* (W/m·K)

Junctions with an external wall

E1 Steel lintel with perforated steel base plate	0.50	1.00
E2 Other lintels (including other steel lintels)	0.30	1.00
E3 Sill	0.04	0.08
E4 Jamb	0.05	0.10
E5 Ground floor (also exposed upper floor and floor above garage or unheated space)	0.16	0.32
E6 Intermediate floor within a dwelling	0.07	0.14
E7 Intermediate floor between dwellings (in blocks of flats) (also floor above heated space)	0.07	0.14
E8 Balcony within a dwelling	0.00	0.00
E9 Balcony between dwellings	0.02	0.04
E10 Eaves (insulation at ceiling level)	0.06	0.12
E11 Eaves (insulation at rafter level)	0.04	0.08
E12 Gable (insulation at ceiling level)	0.24	0.48
E13 Gable (insulation at rafter level)	0.04	0.08
E14 Flat roof	0.04	0.08
E15 Flat roof with parapet	0.28	0.56
E16 Corner (normal) (also walls to garage, unheated corridor, unheated stairwell or other unheated space)	0.09	0.18
E17 Corner - inverted (internal area greater than external area)	-0.09	0.00
E18 Party wall between dwellings (also wall to heated corridor, heated stairwell or other heated space)	0.06	0.12

Junctions with a party wall

P1 Ground floor	0.08	0.16
P2 Intermediate floor within a dwelling	0.00	0.04
P3 Intermediate floor between dwell. (in blocks of flats)	0.00	0.04
P4 Roof (insulation at ceiling level)	0.12	0.24
P5 Roof (insulation at rafter level)	0.02	0.04



* For all detailing conforms with Accredited Construction Details or another government-approved source involving independent assessment of the construction method, use values from the 'accredited' column.

Values in the 'default' column can be used for those details for which a linear thermal transmittance is not available.

5.1a_A TOPLOTNI MOSTOVI (TB)

“Pojednostavljena” metoda određivanja uticaja TB

Uvodi se korekcija (ΔU_{TB}) koeficijenta prolaza toplote (U_k) svakog elementa “k”

Korigovana vrijednost = Standardna + Korekcija_{TB}

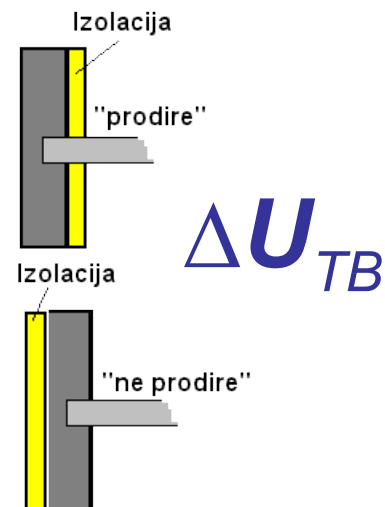
$$U_{k_c} = U_k + \Delta U_{TB}, \quad W/m^2K$$

5.1a_A TOPLOTNI MOSTOVI (Thermal Bridge)

“Pojednostavljena” metoda određivanja uticaja TB

Korekcija ΔU_{TB} vertikalnih elemenata

Broj “prodirućih” podova (kroz izolaciju)	Broj “prodirućih” zidova	Korekcija ΔU_{TB} vertikalnih elemenata W/m ² K	
		Zapremina prostora ≤100 m ³	Zapremina prostora >100 m ³
0	0	0.05	0
	1	0.10	0
	2	0.15	0.05
1	0	0.20	0.10
	1	0.25	0.15
	2	0.30	0.20
2	0	0.25	0.20
	1	0.30	0.25
	2	0.35	0.30



Korekcija ΔU_{TB} horizontalnih elemenata

Elementi zgrade			Korekcija ΔU_{TB} horizontalnih elemenata W/m ² K
"Laki" pod (drvo, metal, itd)			0
"Teški" pod (beton, itd)	Broj strana u kontaktu sa spoljnom okolinom	1	0.05
		2	0.10
		3	0.15
		4	0.20

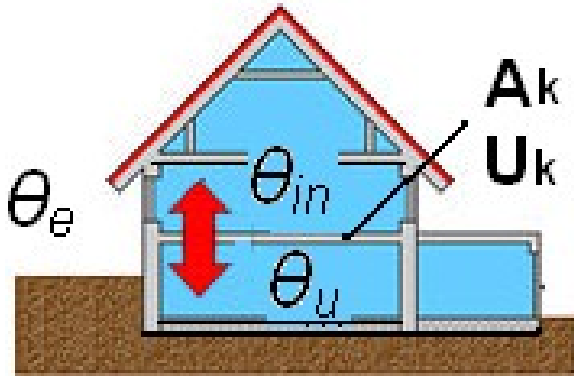
Korekcija ΔU_{TB} za otvore

Površina elementa zgrade	Korekcija ΔU_{TB} za otvor W/m ² K
0 – 2 m ²	0.50
>2 – 4 m ²	0.40
>4 – 9 m ²	0.30
>9 – 20 m ²	0.20
>20 m ²	0.10

ΔU_{TB}

ΔU_{TB}

5.1a_B Gubici prema negrijanoj prostoriji



$$\Phi_{Ti_u} = H_{Ti_{ue}} (\theta_{in_i} - \theta_e), \text{ W}$$

$$H_{Ti_{ue}} = \sum_k A_k U_k b_{uk} + \sum_i L_i \Psi_i b_{uj}, \text{ W/K}$$

A_k , U_k je površina, odnosno koeficijent prolaza toplote graničnih elemenata između i-te i negrijane prostorije
 b_u je koeficijent (korekcija) koji uzima u obzir razliku temperatura između negrijane prostorije i spoljašnjeg vazduha

5.1a_B Gubici prema negrijanoj prostoriji

Koliko je b_u ?

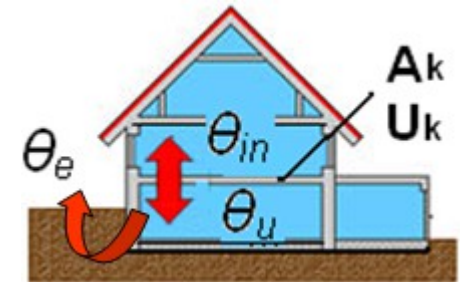
a. Definicija preko temperatura

Transmisioni gubici prema negrijanoj prostoriji se mogu shvatiti kao gubici ka okolini. Drugim riječima negrijana prostorijani se posmatra kao dodatni otpor prostiranju toplote ka okolini:

$$\Phi_{Ti_u} = H_{Ti_{ue}} (\theta_{in_i} - \theta_e)$$

gdje je

$$H_{Ti_{ue}} = (\sum_k A_k U_k + \sum_i L_i \Psi_i) b_u, \text{ W/K}$$



“efektivni” koeficijent transmisionih gubitaka.

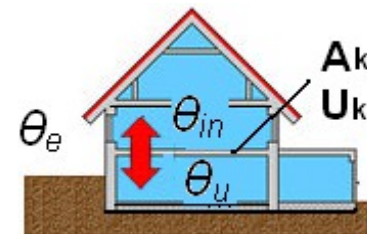
5.1a_B Gubici prema negrijanoj prostoriji

Koliko je b_u ?

a. Definicija preko temperatura

Po definiciji flux između i-te i negrijane prostorije je:

$$\Phi_{Ti_u} = (\sum_k A_k U_k + \sum_i L_i \Psi_i) (\theta_{in_i} - \theta_u)$$

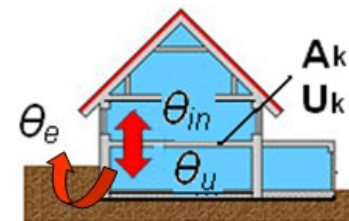


Nakon što pomnožimo i podijelimo desnu stranu sa (kako smo već pokazali) $(\theta_{in_i} - \theta_e)$, nakon sredjivanja dobijamo flux u obliku

$$\Phi_{Ti_u} = (\sum_k A_k U_k + \sum_i L_i \Psi_i) b_u (\theta_{in_i} - \theta_e), \text{ W/K}$$

gdje je:

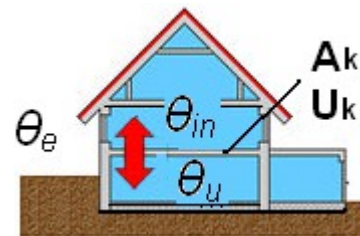
$$b_u = (\theta_{in_i} - \theta_u) / (\theta_{in_i} - \theta_e)$$



5.1a_B Gubici prema negrijanoj prostoriji *Koliko je b_u ?*

a. Definicija preko temperatura

Kako izračunati temperaturu negrijane prostorije θ_u ?



Odgovor

Postavi se energetski bilans (stacionarno stanje) za negrijanu prostoriju koja je u interakciji sa okolinom i grijanim susjednim djelovima objekta. U ovaj bilans je uključena i razmijenjena količina vazduha.

$$\sum_k (AU + L\Psi + \rho V^*)_{uk} (\theta_u - \theta_k) = 0$$

$$\theta_u = [\sum_k (AU + L\Psi + \rho V^*)_{uk} \theta_k] / \sum_k (AU + L\Psi + \rho V^*)_{uk}$$

gdje je

A , m^2 , U , W/m^2K – površina i koeficijent prolaza toplote k-tog elementa

L , m , Ψ , W/K – dužina i koeficijent gubitaka linijskih topl. mostova k-tog elementa

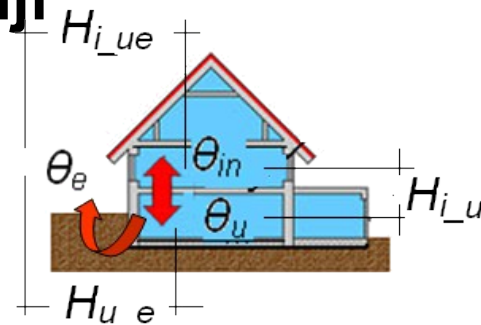
ρ , kg/m^3 , V^* , m^3/s – gustina i zapreminski protok vazduha kroz k-ti element

θ_k , C , θ_u , C – temperatura prostora susjednog k-tom elementu i negrijane prostorije

5.1a_B Gubici prema negrijanoj prostoriji *Koliko je b_u ?*

b. Definicija preko koeficijenata gubitaka

Gubici (Transm+Vent) prema okolini kroz negrijanu prostoriju mogu se formalno napisati kao:



$$\Phi_{i_ue} = H_{i_ue} (\theta_{in_i} - \theta_e) = (\theta_{in_i} - \theta_e) / (1/H_{i_ue}),$$

pri čemu je $1/H_{i_ue}$ ukupni toplotni otpor (“i-ta prostorija-okolina”).

Sa druge strane ti gubici su

$$\Phi_{i_u} = H_{i_u} (\theta_{in_i} - \theta_u) = (\theta_{in_i} - \theta_u) / (1/H_{i_u}),$$

gdje je $1/H_{i_u}$ toplotni otpor “i-ta prostorija-negrijana prostorija”.

Ako izjednačimo flukseve, $\Phi_{i_ue} = \Phi_{i_u}$ iz jednakosti desnih strana slijedi

$$(\theta_{in_i} - \theta_u) / (\theta_{in_i} - \theta_e) = (1/H_{i_u}) / (1/H_{i_ue})$$

Odnosno

$$b_u = (1/H_{i_u}) / (1/H_{i_ue})$$

5.1a_B Gubici prema negrijanoj prostoriji *Koliko je b_u ?*

b. Definicija preko koeficijenata gubitaka

Ukupni toplotni otpor ($1/H_{i_ue}$) (“i-ta prostorije-okolinna”), jednak zbiru toplotnog otpora “i-ta prostorija-negrijana prostorija” ($1/H_{i_u}$) i toplotnog otpora “negrijana prostorija-okolina” ($1/H_{u_e}$), tj:

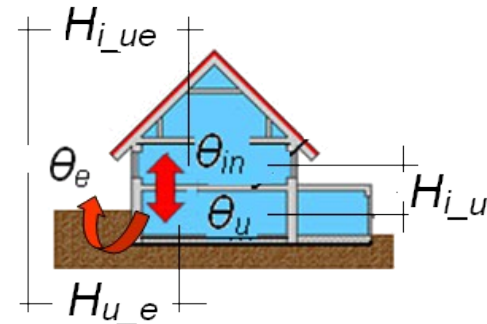
$$1/H_{i_ue} = 1/H_{i_u} + 1/H_{u_e}$$

Ako to zamijenimo u prethodni izraz za korekcionni faktor

$$b_u = (1/H_{i_u}) / (1/H_{i_ue}),$$

nakon zamjene i sredjivanja dobijamo

$$b_u = H_{u_e} / (H_{i_u} + H_{u_e})$$

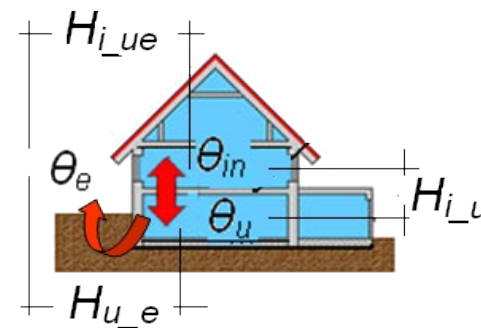


5.1a_B Gubici prema negrijanoj prostoriji

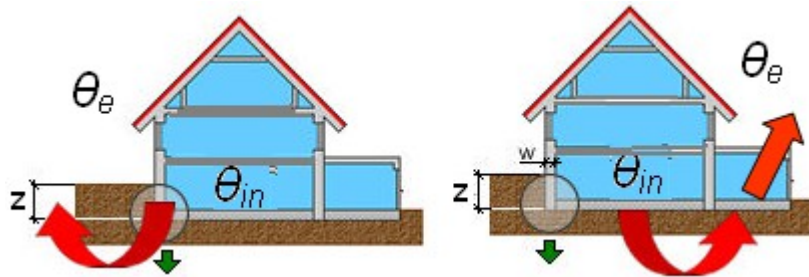
Koliko je b_u ?

c. Tabelarno date iskustvene vrijednosti

	b_u		b_u
Negrijani prostor		Uutrašnji neventilisani prostori	
Prostorija		(bez spoljnjih zidova, broj izmjena vazduha manji od 0.5 h ⁻¹)	0
sa 1 spoljnjim zidom	0.4	Unutrašnji prostori sa prirodnom ventilacijom	
sa najmanje 2 spoljnja zida bez spoljnjih vrata	0.5	(površina otvora/volumen prostorije >0.005 m ² /m ³)	1.0
sa najmanje 2 spoljnja zida i spoljnjim vratima (npr. garaze, hodnici)	0.6	Podignuti pod	
sa 3 spoljnja zida (npr. spoljnje stepenic)	0.8	(pod iznad nivoa tla)	0.8
Suteren/Podrum			
- bez prozora/spoljnjih vrata	0.5		
- sa prozorima/spoljnjim vratima	0.8		
Potkrovlje			
- neizolovani krov velike propusnosti (npr. crijep ili drugi nekontinuirani pokrov)	1.0		
- drugi tipovi krova bez izolacije	0.9		
- izolovan krov	0.7		



5.1a_C Gubici u dodiru sa tlom



$$\Phi_{Ti_g} = H_{Ti_g} (\theta_{in_i} - \theta_e)$$

$$H_{Ti_g} = f_{g1} f_{g2} (\sum_k A_k U_{ekv_k}) G_w$$

$f_{g1} \sim 1.45$ korekcija usled godišnjih kolebanja spoljne temperature

$f_{g2} = (\theta_{in_i} - \theta_{me}) / (\theta_{in_i} - \theta_e)$ korekcija zbog faznog pomaka spoljne temperature u odnosu na projektnu tokom godine

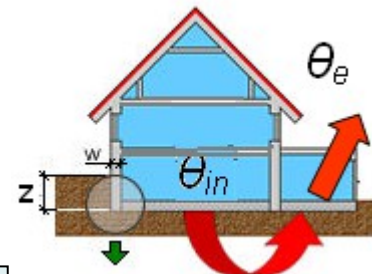
A_k, m^2 površina elemenata zgrade u kontaktu sa zemljom

$U_{ekv_k}, W/m^2K$ ekvivalentni koeficijent prolaza toplote
“prostorija-zemlja-vazduh” (odredjuje se iz tabela-dijagrama)

$G_w = 1.15$ podzemna voda na rastojanju od poda $< 1m$

$G_w = 1$ podzemna voda na rastojanju od poda $> 1m$

5.1a_C Gubici u dodiru sa tlom



Odredjivanje U_{ekv} , W/m^2K

$U_{ekv} = f(\text{geometrija, dubina, topl. karakteristike})$

B'

Z

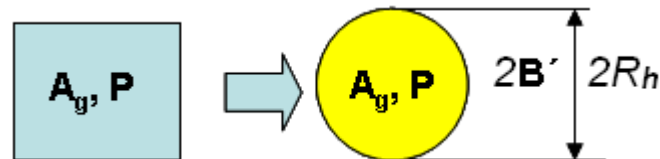
U_{f_w} (pod_zid)

$$U_{ekv} = f(B', Z, U_{f_w})$$

B' , m , predstavlja karakterističnu dimenziju (nešto kao “hidraulični poluprečnik” površine kontakta).

Po definiciji

Površina/Obim = A_g / P



$$A_g / P = B'^2 * \pi / 2B' \pi$$

$$B' = \text{Površina} / 0.5 \text{ Obima} = A_g / 0.5 P$$

5.1a_C Gubici u dodiru sa tlom

Odredjivanje U_{ekv} , W/m^2K

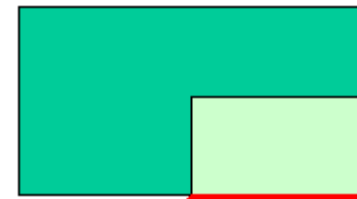
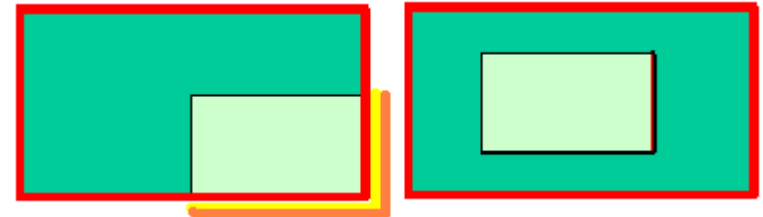
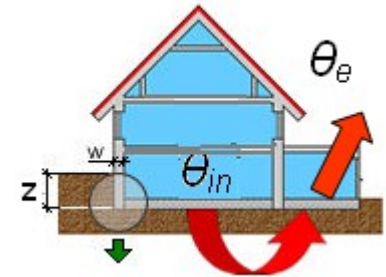
$$B' = A_g / 0.5 P$$

B' na bazi cijelog objekta se koristi ako:

a. prostorija nema spoljnih zidova

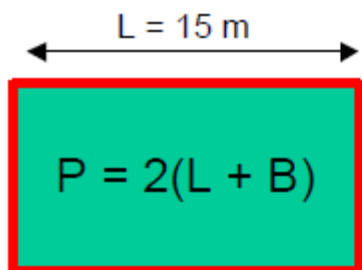
b. je pod prostorije dobro izolovan $U_f < 0.5 W/m^2K$

U ostalim slučajevima B' se računa na bazi prostorije



5.1a_C Gubici u dodiru sa tlom

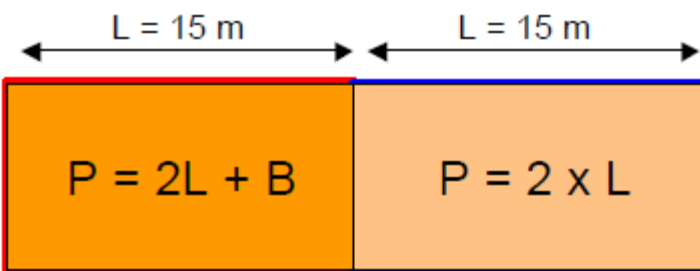
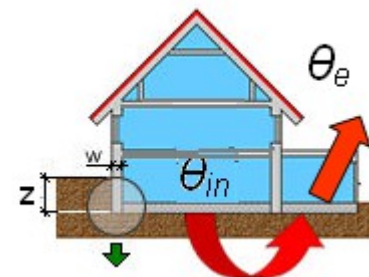
Odredjivanje U_{ekv} , W/m^2K $B' = A_g / 0.5 P$



$B = 8 \text{ m}$

$P = 2(15+8) = 46 \text{ m}$

$A_g = L \cdot B = 15 \cdot 8 = 120 \text{ m}^2$



$P = 2 \cdot 15 + 8$

$P = 38 \text{ m}$

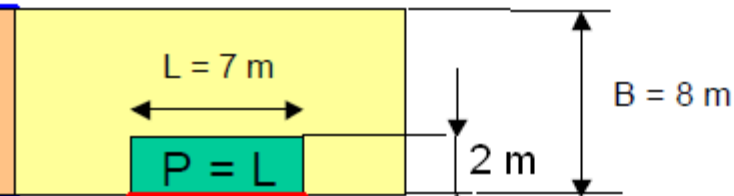
$A_g = L \cdot B = 15 \cdot 8$

$A_g = 120 \text{ m}^2$

$P = 2 \cdot 15$

$P = 30 \text{ m}$

$A_g = L \cdot B = 120 \text{ m}^2$



ako je $U_f > 0.5 \text{ Wm}^2 \text{ K}$

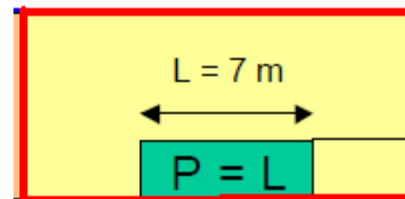
$P = 7 \text{ m}$

$A_g = 7 \cdot 2 = 14 \text{ m}^2$

ako je $U_f < 0.5 \text{ Wm}^2 \text{ K}$

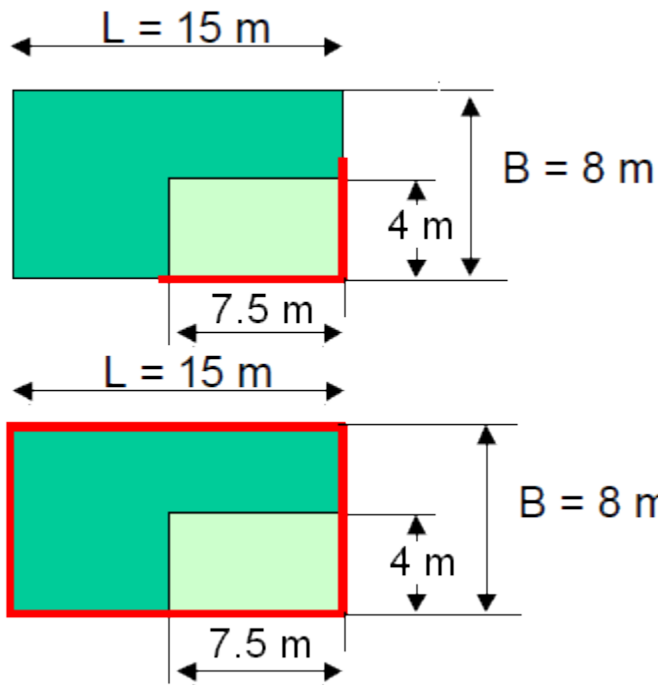
$P = 38 \text{ m}$

$A_g = L \cdot B = 120 \text{ m}^2$



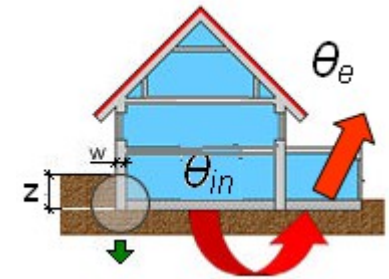
5.1a_C Gubici u dodiru sa tlom

Odredjivanje U_{ekv} , W/m^2K $B' = A_g / 0.5 P$



- $U_f = \underline{0.58 W/m^2K}$
- $P = (4+7.5) \text{ m} = 11.5 \text{ m}$
- $B' = (7.5*4) \text{ m}^2 / 0.5 * 11.5 \text{ m} = \underline{5.2 \text{ m}}$

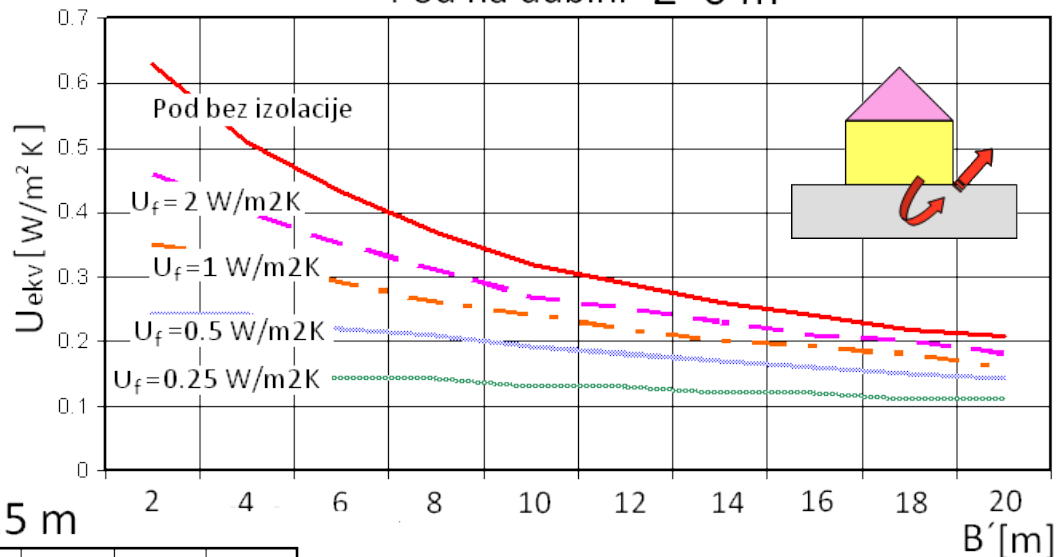
- $U_f = \underline{0.43 W/m^2K}$
- $P = 2*(15+8) \text{ m} = 46 \text{ m}$
- $B' = (7.5*4) \text{ m}^2 / 0.5 * 46 \text{ m} = \underline{1.3 \text{ m}}$



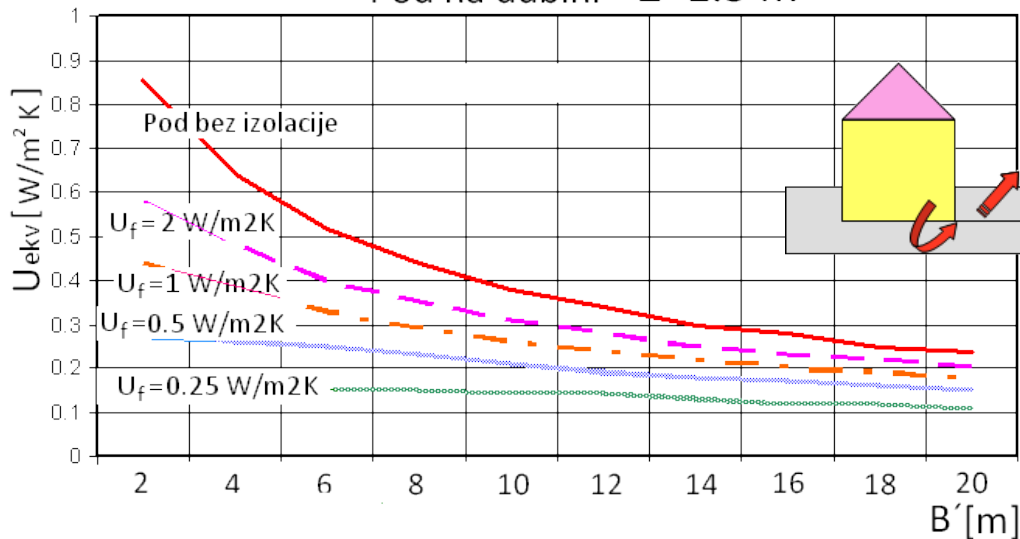
5.1a_C Gubici u dodiru sa tlom

Odredjivanje U_{ekv} , W/m^2K

Pod na dubini $Z=0$ m



Pod na dubini $Z=1.5$ m

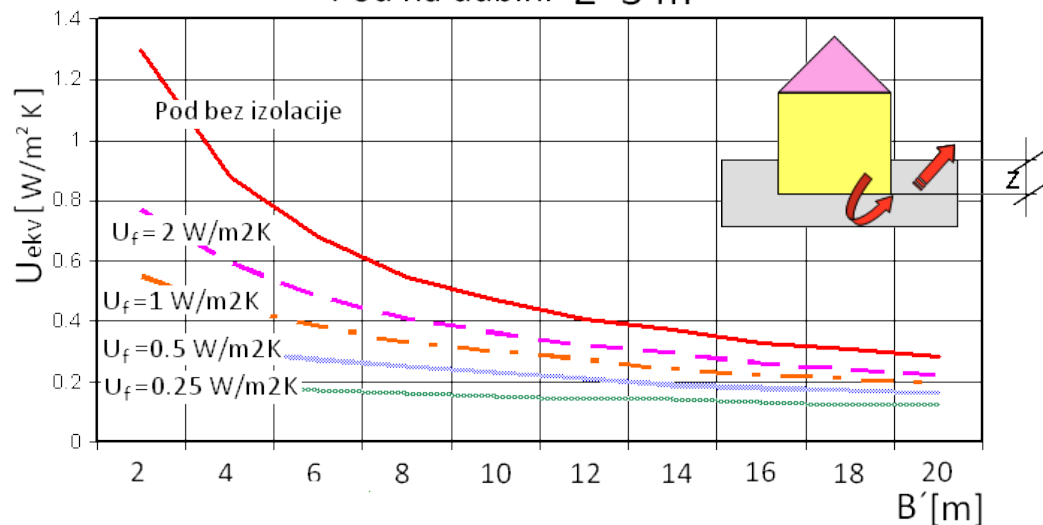


$$B' = A_g / 0.5 P$$

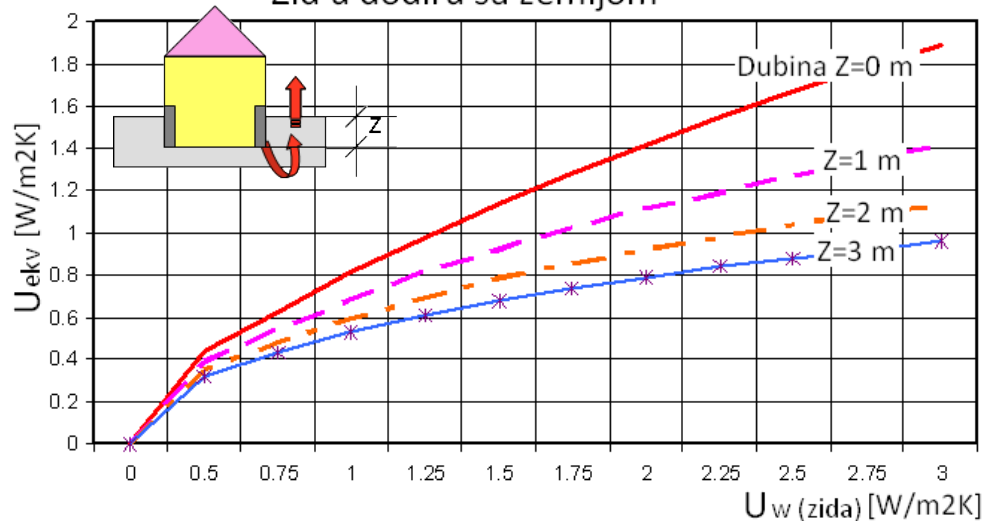
5.1a_C Gubici u dodiru sa tlom

Odredjivanje U_{ekv} , W/m^2K

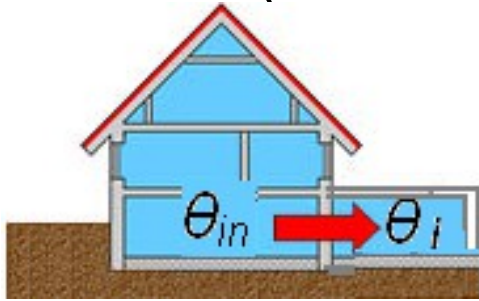
Pod na dubini Z=3 m



Zid u dodiru sa zemljom



5.1a_D Gubici prema grijanoj prostoriji (različite temperature)



θ_j - temperatura susjednog prostora "j"

$$\Phi_{Ti_j} = \sum_k A_k U_k (\theta_{in_i} - \theta_j)$$

Ako pomnožimo i podijelimo desnu stranu sa $(\theta_{in_i} - \theta_e)$,
nakon sredjivanja dobijamo

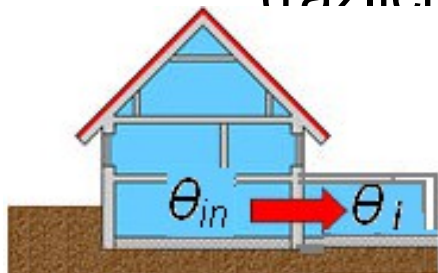
$$\Phi_{Ti_j} = H_{Ti_j} (\theta_{in_i} - \theta_e)$$

$$H_{Ti_j} = \sum_k f_{ij} A_k U_k, \text{ W/K}$$

$$f_{ij} = (\theta_{in_i} - \theta_j) / (\theta_{in_i} - \theta_e)$$

korekcija zbog različitih temp. razlika

5.1a_D Gubici prema grijanoj prostoriji (različite temperature)



θ_j - temperatura susjednog prostora "j"

$$f_{ij} = (\theta_{in_i} - \theta_j) / (\theta_{in_i} - \theta_e)$$

korekcija zbog različitih temp. razlika

Projektne temperature prostorija (grijanje)

Vrsta/namjena prostorije	θ_{in} , °C
Kancelarije, poslovne prostorije	20
Velike poslovne prostorije	20
Konferencijske sale	20
Amfiteatri	20
Kafići, restorani	20
Učionice	20
Dječji vrtići, jaslice	20
Trgovački centri	16
Stambene prostorije	20
Kupatila	24
Muzeji, galerije	16
Crkve	15

Temperature susjednog grijanog prostora

Transfer toplote od i-te prostorije ka:	Temperatura susjednog prostora θ_{adj_space}
Susjedni prostor je dio iste cjeline-zgrade	θ_{adj_space} je specificirana (npr. kupatilo i sl.)
Susjedni prostor je dio druge cjeline zgrade (npr stan)	$(\theta_{in_i} + \theta_{me})/2$
Susjedni prostor (grijan ili negrijan) pripada drugoj odvojenoj zgradi	θ_{me}

5.1b Projektni Ventilacioni toplotni gubici Φ_{V_i}

$$\Phi_{V_i} = H_{vi} (\theta_{in_i} - \theta_e), \text{ W}$$

$$H_{vi} = \rho c_p V_i^* \text{ W/K}$$

H_{vi} , W/K koeficijent ventilacionih gubitka objekta u

$\rho = 1.2$, kg/m^3 gustina vazduha

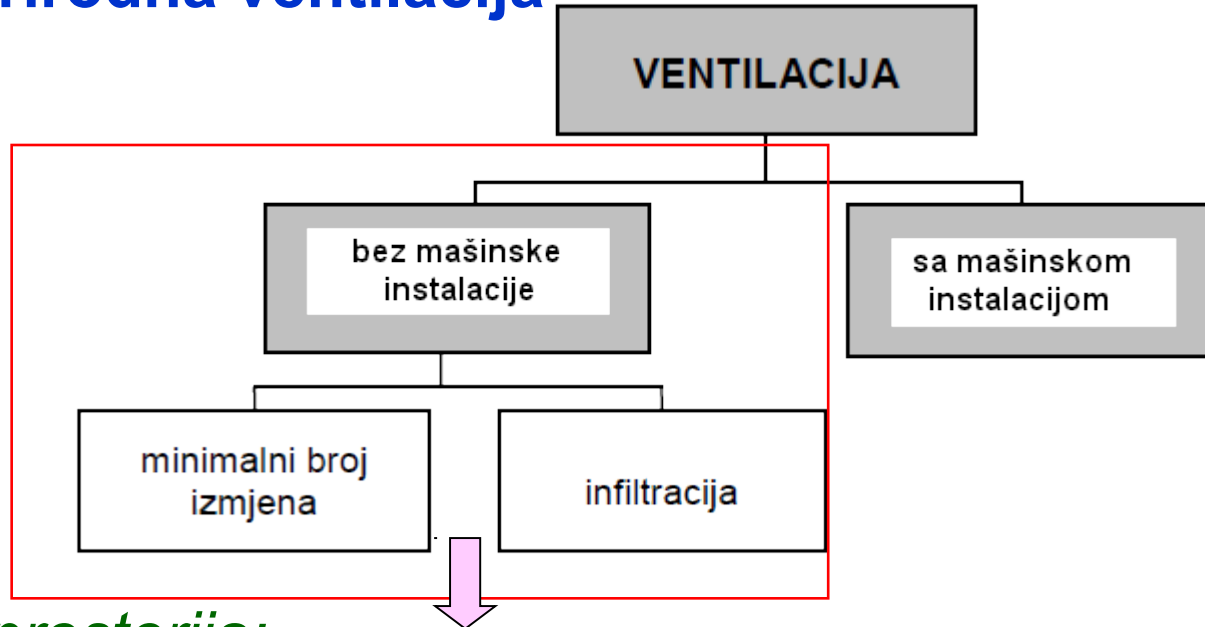
$c_p = 1.05$, kJ/kgK specifična toplota vazduha

V_i^* m^3/s zapreminski protok vazduha u "i"-toj prostoriji

Napomena: svi zapreminski protoci vazduha se označavaju sa V, osim za slučaj "i"- te prostorije čija se zapremina označava sa V_i , m^3 , dok se za protok vazduha u toj prostoriji koristi oznaka V sa zvezdicom (V_i^* , m^3/s ili V_i^* , m^3/h).

5.1b Projektni Ventilacioni toplotni gubici

Prirodna ventilacija



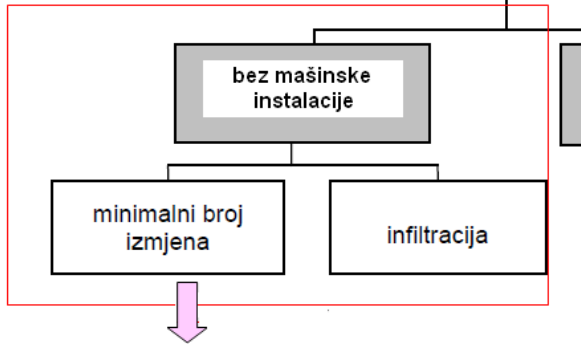
“i”_ta prostorija:

$$V_i^* = \max (V_{inf_i} , V_{min_i}), m^3/h$$

V_{inf_i} *infiltracija u i_toj prostoriji*

V_{min_i} *minimalni higijenski protok vazduha*

5.1b Projektni Ventilacioni toplotni gubici



Prirodna ventilacija

$$V_i^* = \max (V_{inf_i} , V_{min_i}) \text{ m}^3/\text{h}$$

Minimalni broj izmjena

$$V_{min_i} = n_{min_i} V_i$$

“i”_ta prostorija:

V_{inf_i} minimalni higijenski protok vazduha, m^3/h

V_i zapremina i_te prostorije, m^3

n_{min_i} minimalni broj izmjena, h^{-1}

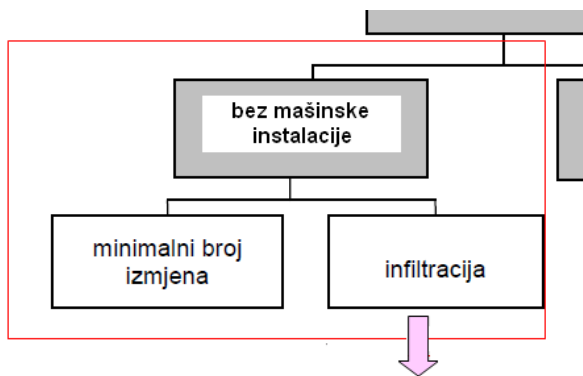
Minimalni higijenski broj izmjena vazduha
u “i”_toj prostoriji

Tip prostorije	$n_{min_i} \text{ [h}^{-1}\text{]}$
Prostor za boravak (default)	0.5
Kuhinje i kupatila sa prozorom	1.5
Kancelarije	1.0
Soba za sastanke, učionice	2.0

5.1b Projektni Ventilacioni toplotni gubici

Prirodna ventilacija

Najgori slučaj kada sav vazduh ulazi na jednoj strani zgrade



Infiltracija

$$V_{inf_i} = 2 n_{50} V_i e_i \varepsilon_i, m^3/h$$

V_{min_j} minimalni higijenski protok vazduha, m^3/h

V_i zapremina prostorije, m^3

n_{50} broj izmjena za cijelu zgradu pri $\Delta p = 50 Pa$, h^{-1}

e_i faktor zaklonjenosti objekta

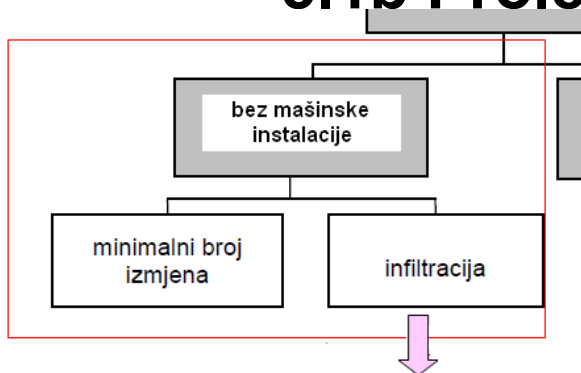
ε_i faktor uticaja visine (na razliku pritisaka)

"i" ta prostorija:

Broj izmjena vazduha, n_{50} za cijelu zgradu

Tip objekta	$n_{50} [h^{-1}]$		
	Stepen zaptivenosti		
	visok (veoma kvalitetno zaptivanje)	srednji (dvostruki prozori, normalna zaptivenost)	nizak (jednostruki prozori bez zaptivki)
Porodična kuća	< 4	4 - 10	> 10
Ostali tipovi zgrada	< 2	2 - 5	> 5

5.1b Projektni Ventilacioni toplotni gubici



Prirodna ventilacija

Infiltracija "i"-ta prostorija.

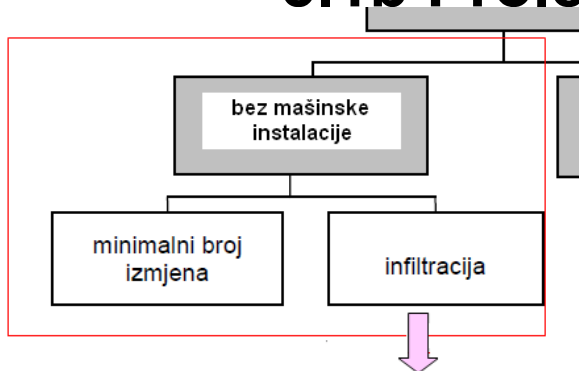
$$V_{inf_i} = 2 n_{50} V_i e_i \varepsilon_i, m^3/h$$

Koeficijent zaklonjenosti e_i

Klasa zaklonjenosti	e_i		
	Broj spoljnjih otvora u grijanom prostoru		
	0	1	>1
Bez zaštite (građevine na vjetrovitom 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

V_{min_j} minimalni higijenski protok vazduha, m^3/h
 V_i zapremina prostorije, m^3
 n_{50} broj izmjena za cijelu zgradu pri $\Delta p=50 Pa$, h^{-1}
 e_i faktor zaklonjenosti objekta
 ε_i faktor uticaja visine na razliku pritiska

5.1b Projektni Ventilacioni toplotni gubici



Prirodna ventilacija

Infiltracija "i" ta prostorija.

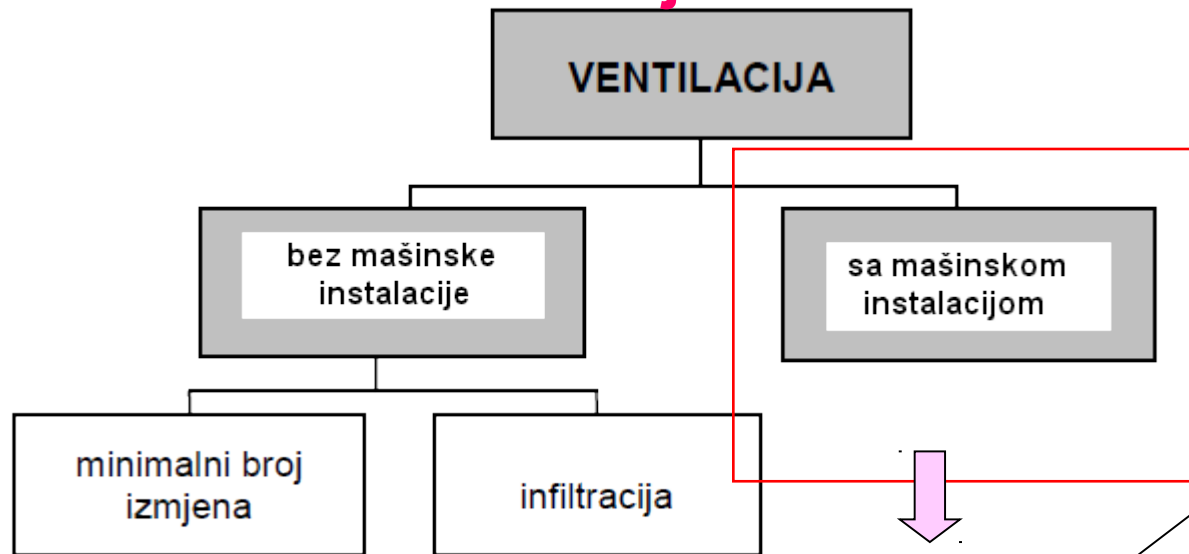
$$V_{inf_i} = 2 n_{50} V_i e_i \varepsilon_i, m^3/h$$

Korekcionni faktor visine , ε_i

Visina grijanog prostora iznad tla (sredina visine prostorije do nivoa tla)	ε_i
0 – 10 m	1.0
> 10 – 30 m	1.2
> 30 m	1.5

V_{min_j} minimalni higijenski protok vazduha, m^3/h
 V_i zapremina prostorije, m^3
 n_{50} broj izmjena za cijelu zgradu pri $\Delta p=50 Pa$, h^{-1}
 e_i faktor zaklonjenosti objekta
 ε_i faktor uticaja visine na razliku pritisaka

5.1b Projektni Ventilacioni toplotni gubici Mašinska ventilacija



Ovdje se određuje količina vazduha da bi se odredili energetski gubici a ne dimenzionisao ventilator.

“i”_ta prostorija: $V_i^* = V_{inf_i} + V_{su_i} f_{V_i} + V_{mech_inf_i}$, m^3/h

V_{inf_i} količina vazduha od infiltracijije

V_{su_i} količina vazduha dovedena mašinskom instalacijom

$V_{mech_inf_i}$ višak instalacijom odvedenog vazduha

$f_{V_i} = (\theta_{in} - \theta_{su})_i / (\theta_{in_i} - \theta_e)$ faktor uticaja temperature ubacivanog vazduha

5.1b Projektni Ventilacioni toplotni gubici

Mašinska ventilacija

$$V_i^* = V_{inf_i} + V_{su_i} f_{V_i} + V_{mech_inf_i}, \text{ m}^3/\text{h}$$

V_{inf_i} količina vazduha od infiltracije

V_{su_i} količina vazduha dovedena mašinskom instalacijom

$V_{mech_inf_i}$ "višak" instalacijom odvedenog vazduha

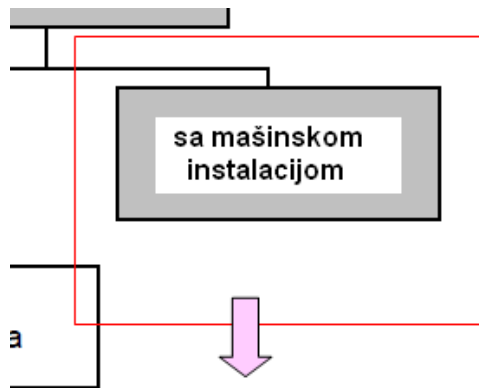
$f_{V_i} = (\theta_{in} - \theta_{su})_i / (\theta_{in_i} - \theta_e)$ faktor uticaja temperature

ubacivanog vazduha

Ako se instalacijom odvede (V_{ex}) više vazduha nego što se dovodi (V_{su}), u objektu će se javiti podpritisak usled čega će kroz omotač zgrade ulaziti spoljni vazduh-"višak" (V_{mech_inf}). U slučaju da nije određen na neki drugi način, "višak" za i -tu prostoriju se određuje približno na osnovu "viška" za cijeli objekat:

cijeli objekat $V_{mech_inf} = \max(V_{ex} - V_{su}, 0)$

"višak" za i -tu prostoriju $V_{mech_inf_i} \approx V_{mech_inf} (V_i / \sum V_k)$



5.2 Dodatak zbog prekida u grijanju, Φ_{RH} , W

Zbog hladjenja objekta tokom prekida, potrebno je objektu dovesti dodatnu grejnu snagu-flux predgrijavanja Φ_{RH} , W . Njena veličina zavisi od:

- toplotnog kapaciteta objekta (akumulacija)
- vremena predgrijavanja
- pada temperature tokom prekida
- karakteristika regulacionog sistema.

✓ Φ_{RH}

-regulacioni sistem isključuje prekide u kritičnim hladnim danima

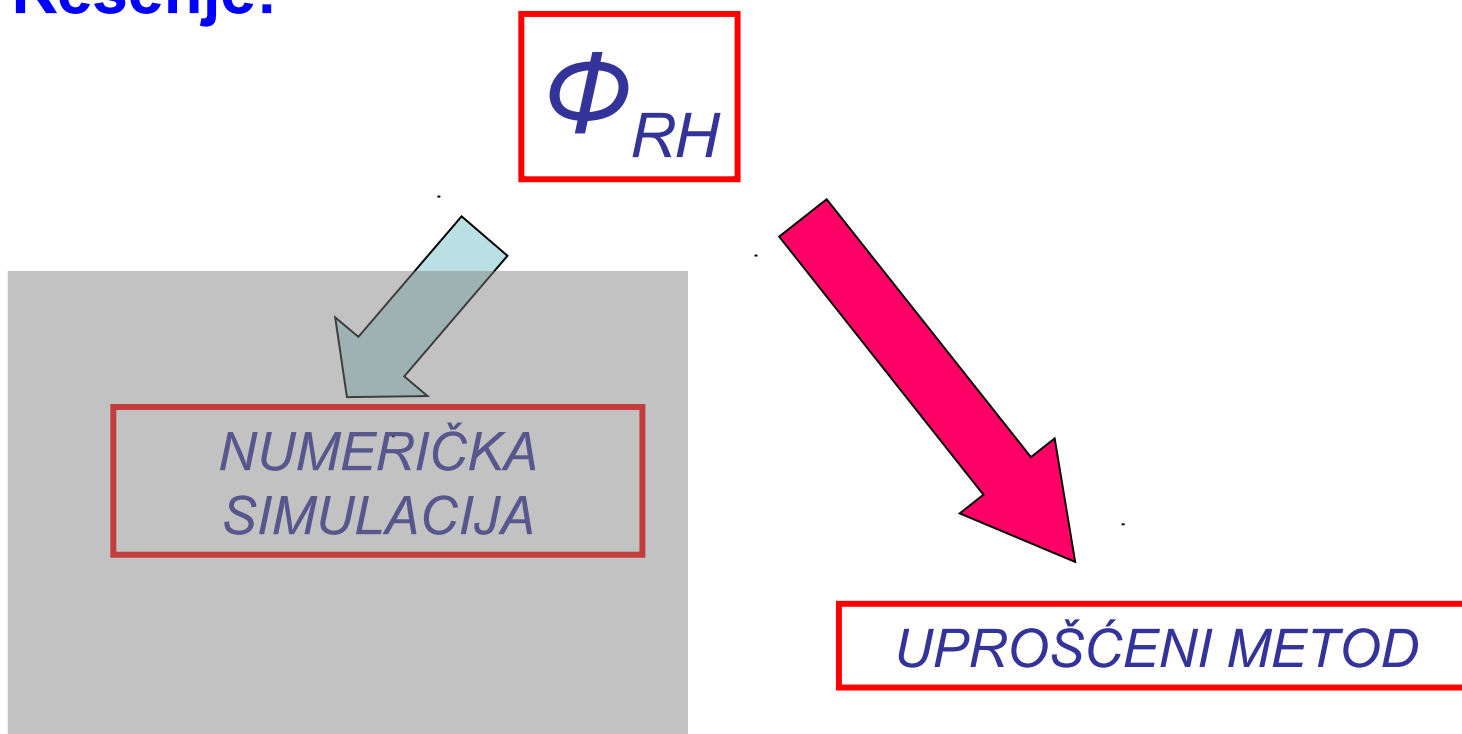
✗ Φ_{RH}

- reduciraju se ventilacioni gubici tokom prekida

5.2 Dodatak zbog prekida u grijanju, Φ_{RH} , W

Nestacionarni režim je u principu složen problem.

Rešenje:



5.2 Dodatak zbog prekida u grijanju, Φ_{RH_i} , W Uprošćeni metod-prilaz

$$\Phi_{RH_i} = A_i f_{RH}$$

Ograničenja

Stambeni objekti

- Vrijeme prekida $\leq 8 h$
- Konstrukcija objekta nije "laka"

Nestambeni objekti

- Vrijeme prekida $\leq 48 h$
- Vrijeme zaposjednutosti $> 8 h$
- Unutrašnja temperatura je $20 C - 22 C$

5.2 Dodatak zbog prekida u grijanju, Φ_{RH_i} , W

Uprošćeni metod-prilaz se svodi na dodatak po $1m^2$ poda

$$\Phi_{RH_i} = A_i f_{RH}, W$$

Korekcionni faktor, f_{RH} za nestambene zgrade (noćni prekid max. 12 h)

Vrijeme zagrijavanja, h	f_{RH} W/m ²								
	Pretpostavljeni pad temperature za vrijeme prekida								
	2 K			3 K			4 K		
	masa zgrade			masa zgrade			masa zgrade		
	mala	srednja	velika	mala	srednja	velika	mala	srednja	velika
1	18	23	25	27	30	27	36	27	31
2	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16

5.2 Dodatak zbog prekida u grijanju, Φ_{RH_i} , W

Uprošćeni metod-prilaz

$$\Phi_{RH_i} = A_i f_{RH}$$

Korekcionni faktor, f_{RH} za stambene zgrade (noćni prekid max. 8 h)

Vrijeme zagrijavanja, h	f_{RH} W/m ²		
	Pretpostavljeni pad temperature za vrijeme prekida		
	1 K	2 K	3 K
	masa zgrade velika	masa zgrade velika	masa zgrade velika
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

5.3 Projektno toplotno opterećenje zgrade, Φ_{HL} , W

$$\Phi_{HL} = \sum^b (\Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH})_i, \quad W$$

$\sum^b \Phi_{T_i}$ - suma tranmisionih gubitaka isključujući transfer između elemenata unutar zgrade

$\sum^b \Phi_{V_i}$ - suma ventilacionih gubitaka isključujući transfer između dijelova unutar zgrade

$\sum^b \Phi_{RH_i}$ - suma dodatka toplote usled prekida

Index “b” – building (zgrada)

5.3 Projektno toplotno opterećenje zgrade, Φ_{HL} , W

$$\Phi_{HL} = \sum^b (\Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH})_i, \quad W$$

$\sum^b \Phi_{V_i}$ - suma ventilacionih gubitaka isključujući transfer između dijelova unutar zgrade

Količina vazduha u proračunu grejne snage za cijelu zgradu je

a. bez mašinske instalacije

$$\sum V_i^* = \max(0.5 \sum V_{inf_i}, V_{min_i})$$

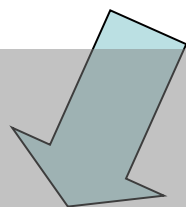
b. sa mašinskom instalacijom

$$\sum V_i^* = 0.5 \sum V_{inf_i} + (1 - \eta_V) \sum V_{su_i} + \sum V_{mech_inf_i}$$

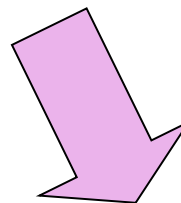
*Količina vazduha od infiltracije se uzima da je polovina sume po prostorijama, zato što je za dimenzionisanje ventilacije po prostorijama za sve uzet najgori slučaj.

6. Projektno toplotno opterećenje prostorije (grejna snaga)

PRORAČUN



DETALJAN



POJEDNOSTAVLJEN

6. Projektno toplotno opterećenje prostorije – Pojednostavljeni postupak

Pojednostavljenja se odnose na proračun Transmisionih
i Ventilacionih gubitaka:

Gubici=Transmisioni+Ventilacioni

$$\Phi_{Li} = (\Phi_{Ti} + \Phi_{vi}) f_{\Delta\theta i}, \text{ W}$$

$f_{\Delta\theta}$ -korekcija zbog dodatnih gubitaka kada je i-ta prostorija
na većoj temperaturi od susjedne grijane (npr. kupatilo)

$f_{\Delta\theta}=1$ - temperatura u prostoriji je “normalna”

$f_{\Delta\theta}=1.6$ - temperatura u prostoriji je povećana

6. Projektno toplotno opterećenje prostorije – Pojednostavljeni postupak

$$\Phi_{T_i} = \sum_k f_k A_k U_k (\theta_{in_i} - \theta_e), W$$

f_k

- korekcija za slučaj da je susjedna temperatura različita od temperature spoljnjeg vazduha

Korekcionni faktor temperaturske razlike f_k (pojednostavljeni proračun topl. optereć.)

Toplotni gubici	f_k	Opis
direktno ka spoljnjem vazduhu	1.00	- toplotni mostovi izolovani
	1.40	- toplotni mostovi nisu izolovani
kroz negrijani prostor	1.00	- prozori i vrata
	0.80	- toplotni mostovi izolovani
kroz zemlju	1.12	- toplotni mostovi nisu izolovani
	0.30	- toplotni mostovi izolovani
kroz krovni prostor	0.42	- toplotni mostovi nisu izolovani
	0.90	- toplotni mostovi izolovani
uzdignuti pod	1.26	- toplotni mostovi nisu izolovani
	0.90	- toplotni mostovi izolovani
ka susjednoj zgradi	1.26	- toplotni mostovi nisu izolovani
	0.50	- toplotni mostovi izolovani
ka susjednoj cjelini zgrade	0.70	- toplotni mostovi nisu izolovani
	0.30	- toplotni mostovi izolovani
	0.42	- toplotni mostovi nisu izolovani

TOPLOTNI MOSTOVI (TB) - Katalog

TOPLOTNI MOSTOVI (TB) – Katalog prema EN 10211-1

Napomena:

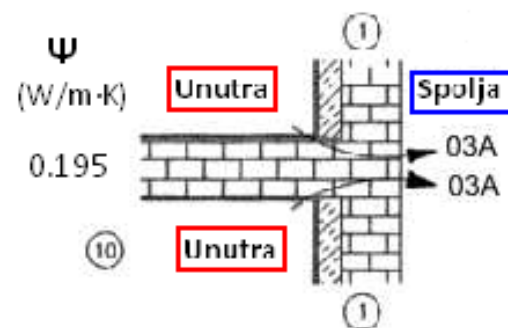
Vrijednosti date u tabelama koje slijede su uradjene prema "globalnim" vrijednostima datim u EN 10211-1.

Pri tome, "globalne" vrijednosti se date ukupan efekat toplotnog mosta, dok su u tabeli koja slijedi one podijeljene na već prema tome kako toplotni most ukršta različite djelove.

Primjer

03A Završetak unutrašnjeg zida prema spolnjem izolovanom zidu

	ψ (W/m·K)
"Globalna" vrijednost EN 10211-1	0.390
Vrijednost u katalogu	$0.395/2=0.195$

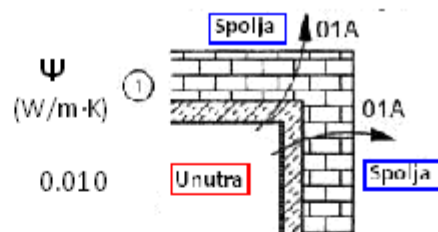


TOPLOTNI MOSTOVI (TB) - Katalog

MEST (EN)

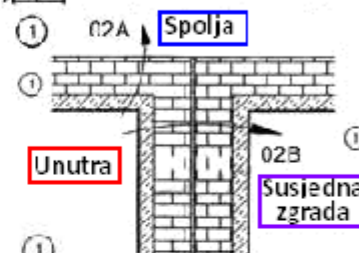
ZIDOVI-PODOVI

01A Ugao spoljnog zida



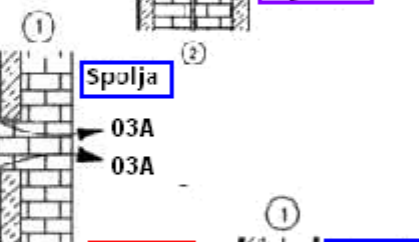
0.010

02A Ugao spoljnog zida susjedne zgrade, od unutra prema spolja



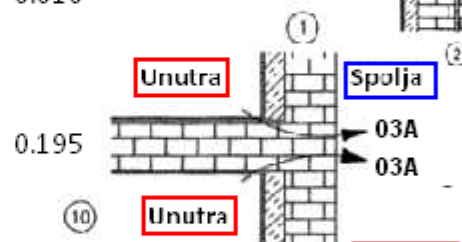
0.010

02B Ugao spoljnog zida susjedne zgrade, od unutra prema susjednoj zgradi



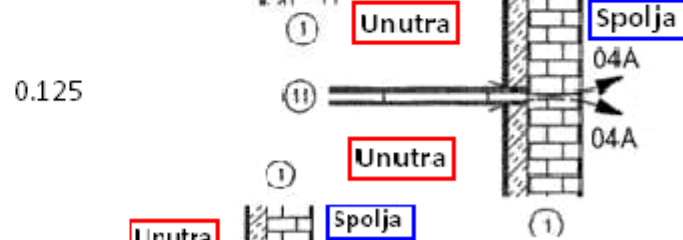
0.010

03A Završetak unutrašnjeg zida prema spolnjem izolovanom zidu



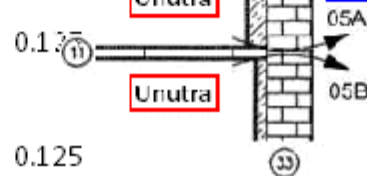
0.195

04A Završetak unutrašnjeg pregradnog zida prema spolnjem izolovanom zidu, prema spolja



0.125

05A Završetak unutrašnjeg pregradnog zida prema spolnjem izolovanom zidu, prema spolja kroz maksimalnu izolaciju



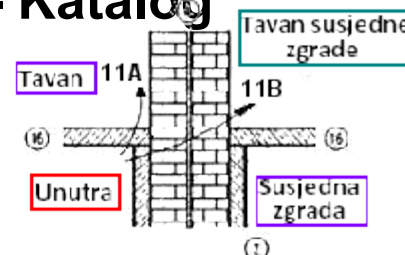
0.125

05B Završetak unutrašnjeg pregradnog zida prema spolnjem izolovanom zidu, prema spolja kroz minimalnu izolaciju

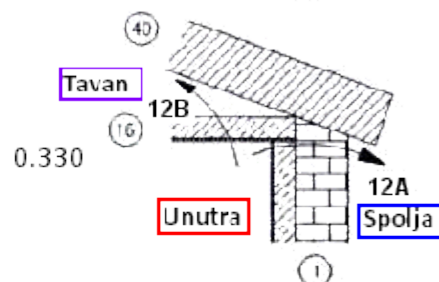
0.125

TOPLOTNI MOSTOVI (TB) - Katalog

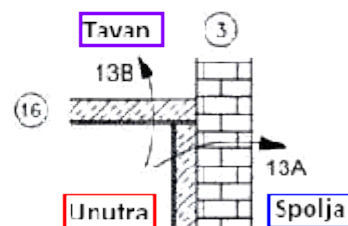
- 11A Plafon prizemlja prema tavanu na susjednoj zgradi 0.330
 11B Plafon prizemlja prema tavanu susjedne zgrade 0.330



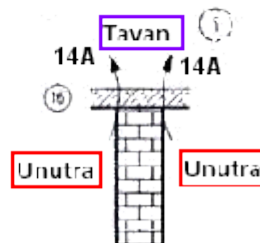
- 12A Plafon prizemlja, od unutra prema spoljnjem vazduhu 0.330
 12B Plafon prizemlja, od unutra prema tavanu 0.330



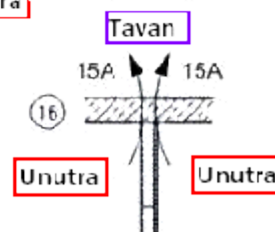
- 13A Plafon prizemlja na istocnoj fasadi, od unutra prema spoljnjem vazduhu 0.330
 13B Plafon prizemlja na istocnoj fasadi, od unutra prema tavanu 0.330



- 14A Plafon prizemlja prema tavanu, unutrašnji zid 0.010

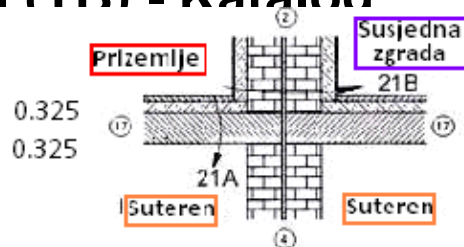


- 15A Plafon prizemlja prema tavanu, unutrašnji pregradni zid, prema tavanu 0.010

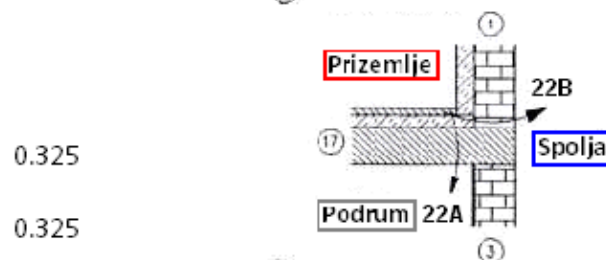


TOPI OTNI MOSTOVI (TR) - Katalog

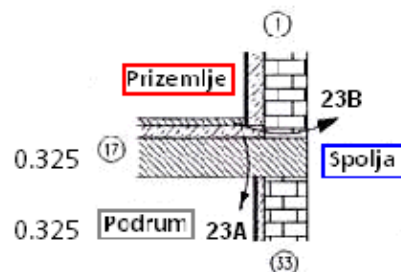
- 21A Plafon podruma prema podrumu na susjednoj zgradi
 21B Plafon podruma prema susjednoj zgradi



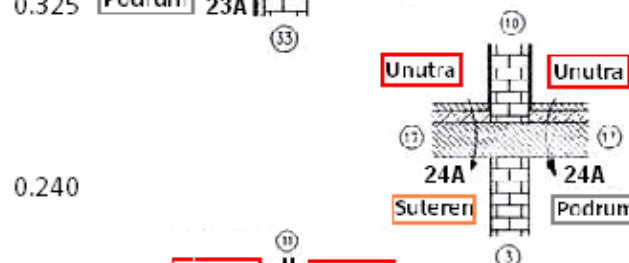
- 22A Plafon podruma, neizolovani podrumski zid ili podrum, od unutra prema podrumu ili podrumskoj prostoriji
 22B Plafon podruma, neizolovani podrumski zid ili podrum, od unutra prema spolja



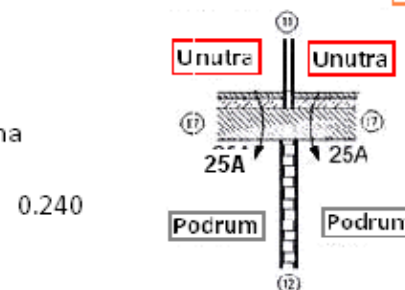
- 23A Plafon podruma, izolovani podrumski zid, od unutra prema podrumskoj prostoriji
 23B Plafon podruma, izolovani podrumski zid, od unutra prema spolja



- 24A Unutrašnji zid koji prolazi kroz plafon podruma, od unutra prema podrumskoj prostoriji ili podrumu, direktno



- 25A Unutrašnji pregradni zid na plafonu podruma, na podrumskom zidu, od unutra prema podrumu, direktno



TOPLOTNI MOSTOVI (TB) - Katalog

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

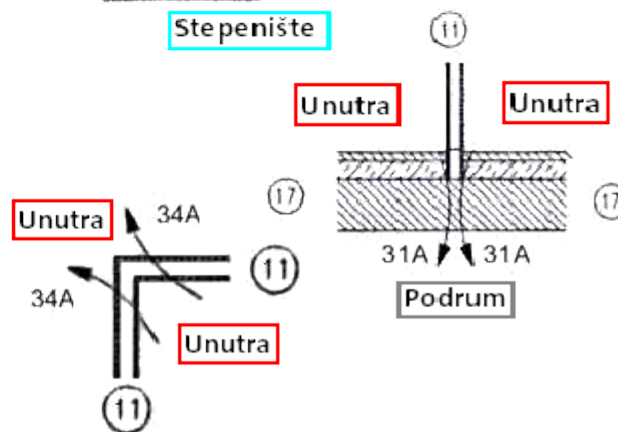
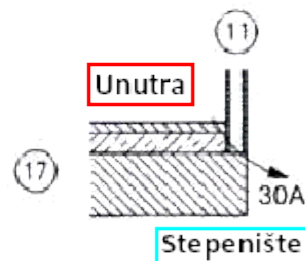
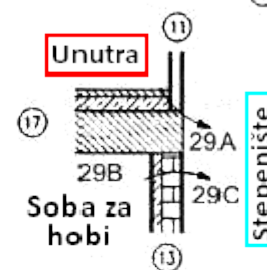
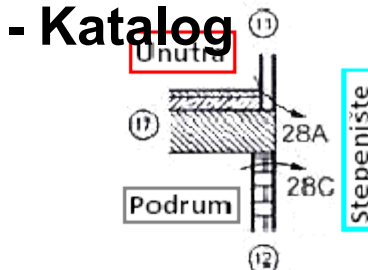
0.040

31A Unutrašnji pregradni zid na plafonu podruma,
od unutra prema podrumu

0.040

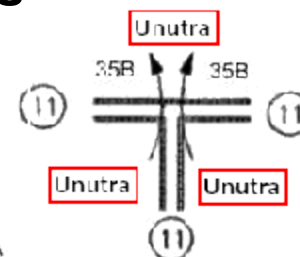
34A Ugao pregradnog zida

0.035



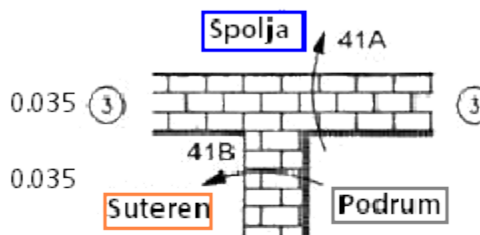
TOPLOTNI MOSTOVI (TB) - Katalog

35B Ukrštanje pregradnog zida, most kroz ravni zid 0.030

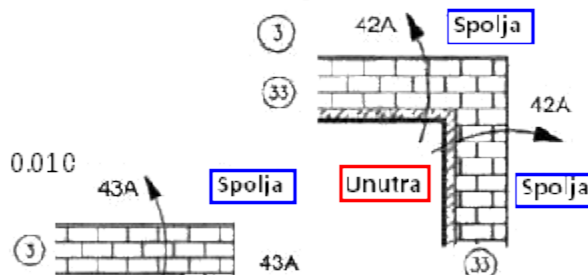


41A Ugao spoljnjeg podrumskog zida, na podrumu, od podrumске prostorije prema spolja 0.035

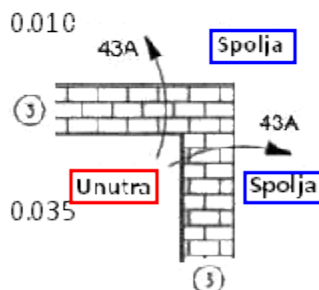
41B Ugao spoljnjeg podrumskog zida, na podrumu, od podrumске preostorije prema podrumu 0.035



42A Ugao izolovanog spoljnjeg podrumskog zida, od podruma prema spolja 0.010

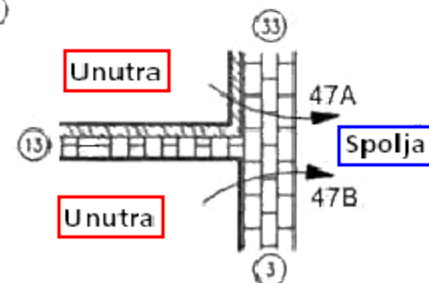


43A Ugao spoljnjeg podrumskog zida, od podruma prema spolja 0.035



47A Unutrašnji izolovani podrumski zid koji završava na spoljnjem zidu (izolovanom i neizolovanom), od unutra prema spolja kroz izolaciju 0.010

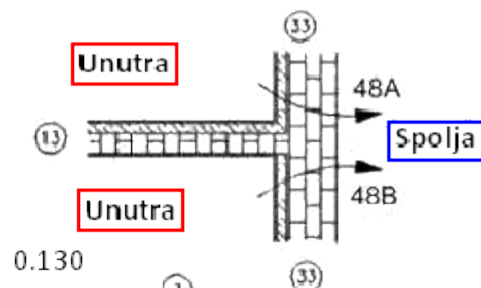
47B Unutrašnji izolovani podrumski zid koji završava na spoljnjem zidu (izolovanom i neizolovanom), od unutra prema spolja kroz neizolovani dio 0.030



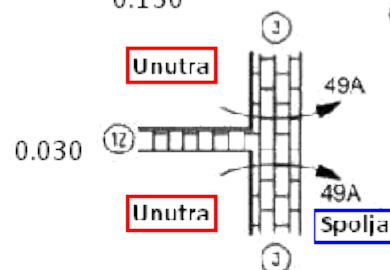
TOPLOTNI MOSTOVI (TB) - Katalog

48A Unutrašnji izolovani podrumski zid koji završava na izolovanom spoljnjem zidu, od unutra prema spolja kroz izolaciju 0.010

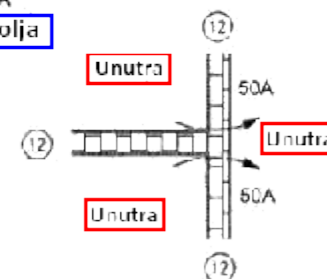
48B Unutrašnji izolovani podrumski zid koji završava na izolovanom spoljnjem zidu, od unutra prema spolja kroz neizolovani dio



49A Unutrašnji podrumski zid koji završava na spoljnjem zidu, od unutra prema spolja 0.030

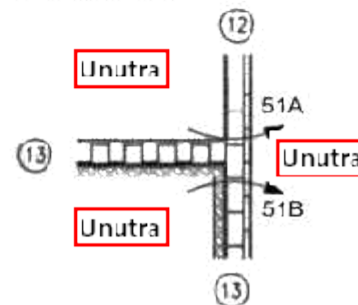


50A Ukrštanje unutrašnjeg podrumskog zida, kroz ravan zid 0.030



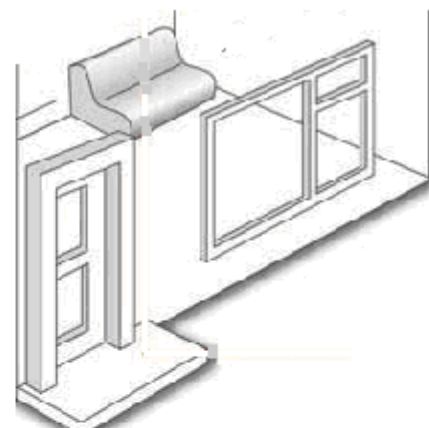
51A Ukrštanje unutrašnjeg izolovanog podrumskog zida, kroz ravan neizolovan zid 0.030

51B Ukrštanje unutrašnjeg izolovanog podrumskog zida, kroz ravan izolovan zid 0.010



TOPLOTNI MOSTOVI (TB) - Katalog

		ψ (W/m ² ·K)
PROZORI-VRATA		
61A	Donji dio ulaznih vrata (prag)	0.130
61B	Gornji dio ulaznih vrata (nadvratnik)	0.120
61C	Bočni dio ulaznih vrata	0.120
62A	Donji dio prozora	0.120
62B	Gornji dio prozora	0.120
62C	Bočni dio prozora	0.120
63A	Donji dio prozorskih vrata	0.130
63B	Gornji dio prozorskih vrata	0.120
63C	Bočni dio prozorskih vrata	0.120
64A	Donji dio garažnih vrata	0.130
64B	Gornji dio garažnih vrata	0.120
64C	Bočni dio garažnih vrata	0.120
65A	Donji dio unutrašnjih vrata	0.130
65B	Gornji dio unutrašnjih vrata	0.120
65C	Bočni dio unutrašnjih vrata	0.120
66	Bočni dio vrata na unutrašnjem zidu	0.540



KRAJ