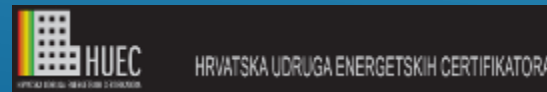


TOPLINSKI MOSTOVI IZRAČUN PO HRN EN ISO 14683

U organizaciji:





TEHNIČKI PROPIS O RACIONALNOJ UPORABI ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18) – dalje *skraćeno TP*

ČI. 4.

39. *Toplinski most* jest manje područje u ovojnici grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene proizvoda, debljine ili geometrije građevnog dijela;

Toplinski mostovi

ČI 33.

(1) Zgrada koja se grije na temperaturu višu od 12 °C i hladi na temperaturu nižu od 4 °C mora biti projektirana i izgrađena na način da utjecaj toplinskih mostova na godišnju potrebnu toplinu za grijanje i hlađenje bude što manji te da ne dolazi do pojave građevinskih šteta u vidu unutarnje ili vanjske površinske kondenzacije u projektnim uvjetima korištenja prostora zgrade.

Da bi se ispunio taj zahtjev, prilikom projektiranja treba primijeniti sve ekonomski prihvatljive mogućnosti u skladu s dostignutim stupnjem razvoja tehnike.



TP – TOPLINSKI MOSTOVI - nastavak

(2) Utjecaj toplinskih mostova kod proračuna godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i koeficijenta transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade proračunava se prema:



HRN EN ISO 13789:2008, HRN EN ISO 14683:2008, HRN EN ISO 10211:2008 i HRN EN ISO 13370:2008.

(3) Ako je potencijalni toplinski most projektiran u skladu s katalogom dobrih rješenja toplinskih mostova iz Priloga D ovoga propisa, tada se može umjesto proračuna iz stavka 2. ovoga članka utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem koeficijenta prolaska topline, U [$W/(m^2K)$], svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za $\Delta U_{TM} = 0,05$ $W/(m^2K)$, osim kod otvora i drugih prozirnih konstrukcija.

(4) Kod projektiranja novih zgrada, ako rješenje toplinskog mosta nije prikazano u katalogu iz stavka 3. ovoga članka tada se umjesto proračuna, utjecaj toplinskih mostova može uzeti u obzir s povećanjem koeficijenta prolaska topline, U [$W/(m^2K)$], svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za $\Delta U_{TM} = 0,10$ $W/(m^2K)$.

(5) Iznimno, odredbe stavka 2. ovoga članka ne primjenjuju se na građevne dijelove kod kojih je utjecaj toplinskih mostova već bio uzet u obzir u proračunu koeficijenta prolaska topline, U [$W/(m^2K)$].



TOPLINSKI MOSTOVI – ostali propisi i norme



HRN EN ISO 13789:2008 TOPLINSKE ZNAČAJKE ZGRADA - KOEFICIJENTI PRIJELAZA TOPLINE TRANSMISIJOM I VENTILACIJOM - METODA PRORAČUNA

HRN EN ISO 14683:2008 TOPLINSKI MOSTOVI U ZGRADARSTVU - LINEARNI KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE - POJEDNOSTAVNJENE METODE I ZADANE UTVRĐENE VRIJEDNOSTI

HRN EN ISO 10211:2008 TOPLINSKI MOSTOVI U ZGRADARSTVU - TOPLINSKI TOKOVI I POVRŠINSKE TEMPERATURE - DETALJNI PRORAČUNI (ISO 10211:2007; EN ISO 10211:2007)

HRN EN ISO 13370:2008 Toplinske značajke zgrada - Prijenos topline preko tla - Metode proračuna (ISO 13370:2007; EN ISO 13370:2007)

Metodologija (str. 128):

Zbog jednostavnosti izračuna, **paušalni dodatak za toplinske mostove** u iznosu od **$0,10\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$** se dopušta koristiti u svim zgradama **osim u zgradama energetske razreda A i A+ gdje je potrebno provesti jednostavni izračun toplinskih mostova (linijski i točkasti toplinski mostovi).**

Paušalni dodatak u iznosu od $0,05\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ se dopušta koristiti ukoliko su toplinski mostovi izrađeni u skladu s prijedlozima iz Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama.

Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prema HRN EN 13790, svibanj 2017 (str. 12):

Za proračun zgrada koje se karakteriziraju kao zgrade energetske razreda A i A+ potrebno je koristiti **detaljni proračun linijskih toplinskih mostova** prema jednadžbi (1.10) i Tablici 4.2. – ista tablica kao u normi HRN EN ISO 14683:2008.



TOPLINSKI MOSTOVI – osnovni pojmovi

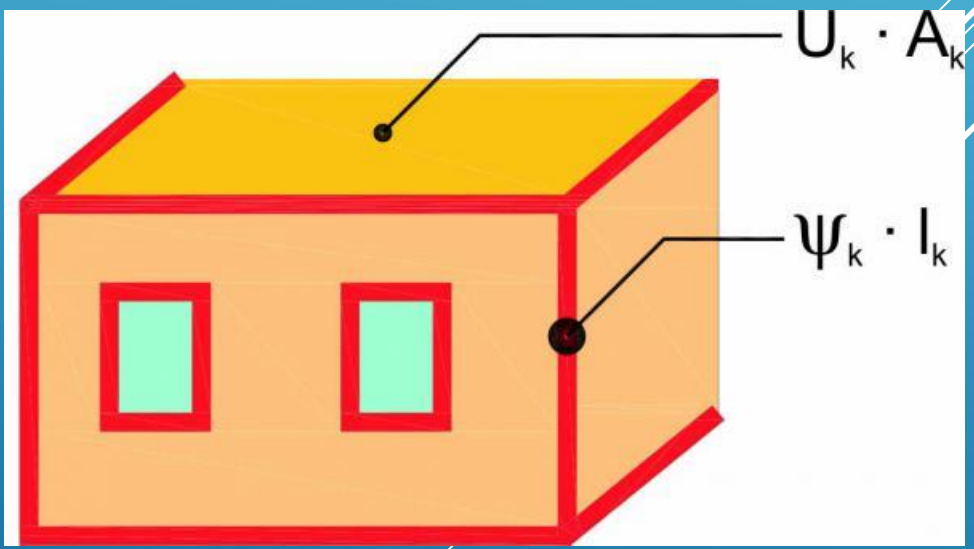
Suma umnožaka površina građevinskih elemenata i koeficijenata prolaska topline tih građevinskih elemenata

$$H_D = \sum_k A_k U_k + \sum_l \psi_l l_l + \sum_j \chi_j \quad \text{HRN EN 13789 (2)} \quad (1.10)$$

TOČKASTI TOPLINSKI MOSTOVI
suma koeficijenta prolaska topline točkastih toplinskih mostova

Koeficijent transmisijske izmjene topline od grijanog prostora prema vanjskom okolišu

LINIJSKI TOPLINSKI MOSTOVI:
Suma umnožaka duljinskih koeficijenata prolaska topline i dužine toplinskog mosta



Prema normi HRN EN ISO14683 TOČKASTI TOPLINSKI MOSTOVI se mogu zanemariti, pogotovo oni koji su rezultat presjeka linijskih toplinskih mostova.
Ako postoji utjecaj pričvrsnica termoizolacije, proračunava se preko ispravka koeficijenta topline (modul „građevni dijelovi” u programu).
Ako postoje drugi značajni toplinski mostovi, proračunavaju se prema HRN EN ISO 10211.

TOPLINSKI MOSTOVI – osnovni pojmovi, nastavak

Osim linijskih toplinskih mostova iz formule za izračun H_D , imamo i:

Umnožak površine građevinskog elementa na tlu i koeficijenta prolaska topline tog građevinskog elementa

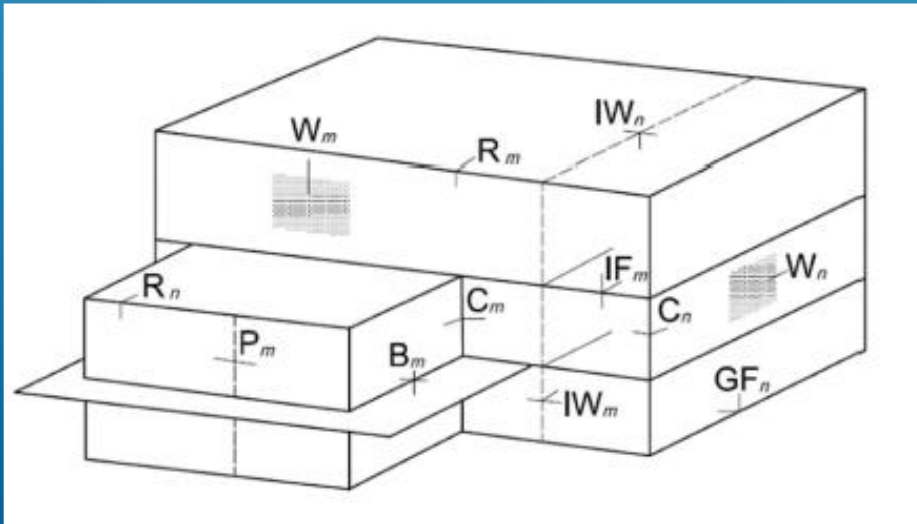
$$H_g = A_g \cdot U + P \cdot \psi_g \quad [\text{W/K}]$$

HRN EN 13370

Koeficijent transmisije izmjene topline od grijanog prostora prema tlu

LINIJSKI TOPLINSKI MOST:

Umnožak dužine izloženog opsega poda i duljinskog koeficijenta prolaska topline za spoj zida i poda



POLOŽAJI LINIJSKIH TOPLINSKIH MOSTOVA:

GF - spoj vanjskog zida i poda na tlu (Ground Floor)

R - spoj vanjskog zida i krova (Roof)

IW - spoj vanjskog zida / krova i poda na tlu (Internal Wall)

IF - spoj vanjskog zida i međukatne konstrukcije (Internal Floor)

C - međusobni spoj vanjskih zidova - kut (Corner)

B - balkoni /istaci/ (Balcony)

P - stupovi u vanjskom zidu (Pillar)

W - spoj prozora / vrata s vanjskim zidom (Window)

LINIJSKI TOPLINSKI MOSTOVI – odabir metode proračuna

METODE NA RASPOLAGANJU:

METODE **BEZ IZRAČUNA** ψ i ℓ (P):

- korištenje zadanih vrijednosti, odnosno paušalnih dodataka (0,1 ili 0,05) na U

TOČNOST METODE: ± 0 do 50%

METODE **S IZRAČUNOM** ψ i ℓ (P):

- numerički izračun po HRN EN ISO 10211 - **TOČNOST METODE: $\pm 5\%$**
- ručne metode (kalkulator, jednostavni software za izračun ψ) - **TOČNOST METODE: $\pm 20\%$**

METODE **BEZ IZRAČUNA** ψ , TREBA RAČUNATI ℓ (P):

- korištenje pretpostavljenih vrijednosti, linearnog koeficijenta prolaska topline ψ iz tablice u HRN EN ISO 14683, odnosno u Algoritmu

TOČNOST METODE: $\pm 20\%$

LINIJSKI TOPLINSKI MOSTOVI – proračun korištenjem ψ iz norme

PREDUVJETI ZA KORIŠTENJE PRETPOSTAVLJENIH VRIJEDNOSTI LINEARNOG KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE ψ :

1. Provjera primjenjivosti detalja iz norme na konkretnu situaciju, odnosno usporedba konkretnih podataka za zgradu s parametrima korištenim za izračun vrijednosti ψ u normi:

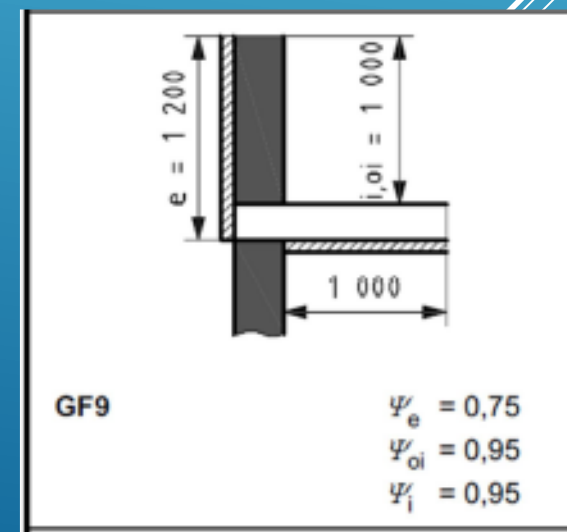
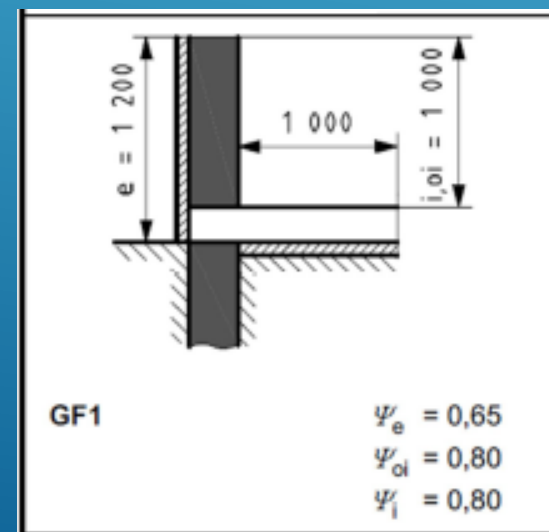
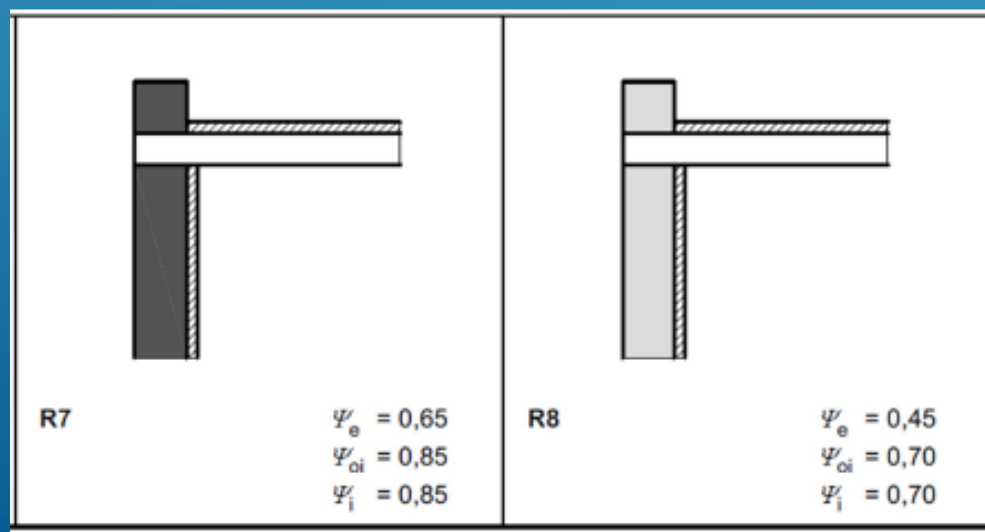
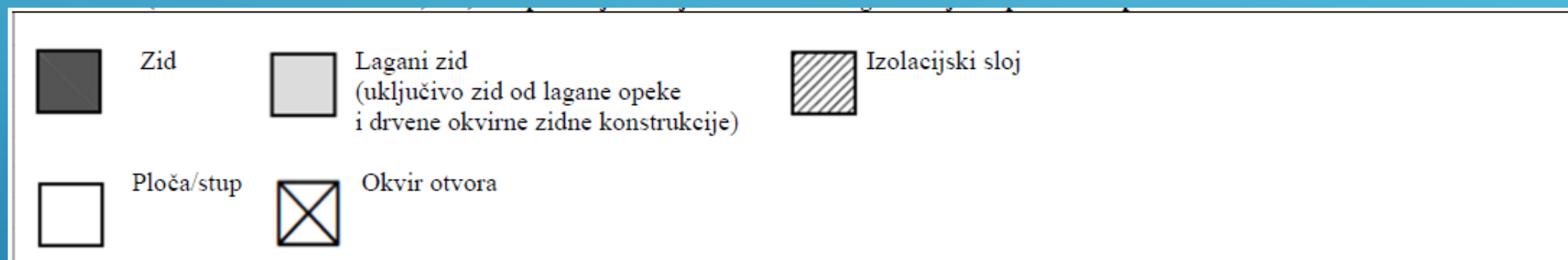
Za sve detalje:		$R_{Si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{Se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
Za vanjske zidove:		$d = 300 \text{ mm}$
Za unutarnje zidove:		$d = 200 \text{ mm}$
Za zidove s toplinskom izolacijom:	- koeficijent prolaska topline - toplinski otpor t-i sloja	$U = 0,343 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $R = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Za lagane zidove:		$U = 0,375 \text{ W/m}^2\text{K}$
Za podove na tlu:	- podna ploča - toplinska provodljivost tla - toplinski otpor t-i sloja	$d = 200 \text{ mm}$ $\lambda = 2,0 \text{ W/(mK)}$ $R = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Za međukatne konstrukcije:		$d = 200 \text{ mm}$ $\lambda = 2,0 \text{ W/(mK)}$
Za krovove:	- koeficijent prolaska topline - toplinski otpor t-i sloja	$U = 0,365 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $R = 2,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$
Za okvire u otvorima:		$d = 60 \text{ mm}$
Za stupove:		$d = 300 \text{ mm}$ $\lambda = 2,0 \text{ W/(mK)}$

Parametri su odabrani tako da vrijednosti ψ budu blizu maksimuma za koji je vjerojatno da će se pojaviti u stvarnosti, što znači da uz primjenu vrijednosti ψ iz norme efekt toplinskih mostova neće biti podcjenjen.

LINIJSKI TOPLINSKI MOSTOVI – proračun korištenjem ψ iz norme

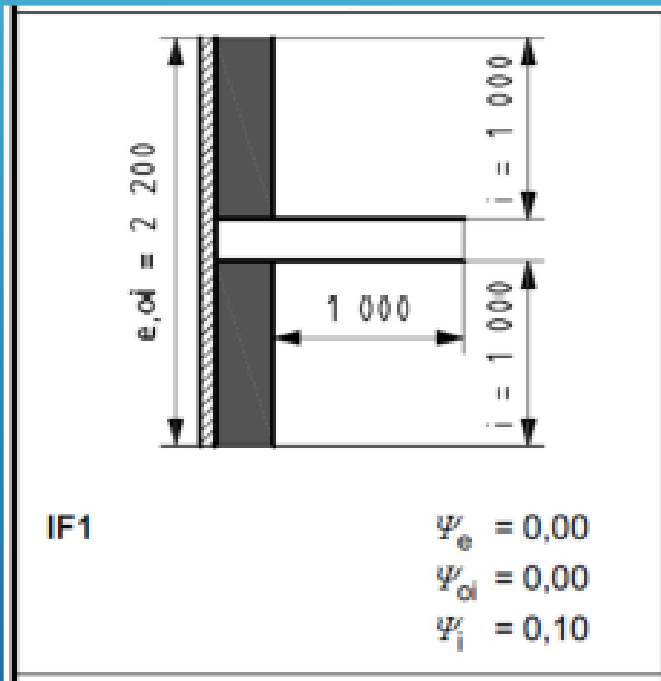
PREDUVJETI ZA KORIŠTENJE PRETPOSTAVLJENIH VRIJEDNOSTI LINEARNOG KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE ψ :

2. Znati legendu, kako bi znali koji detalj primjeniti:



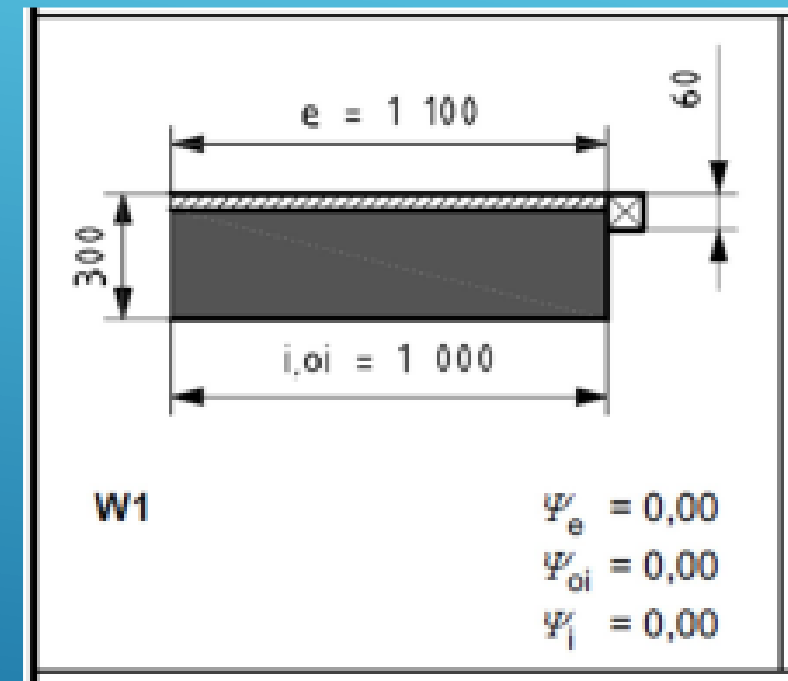


Za detalje iz norme (pogotovo one dobre koji će se vjerojatno naći u nZeb zgradama) vrijednosti $\psi = 0$.
Zato provjerite imate li takve detalje da ne trošite vrijeme na zbrajanje tih duljina.



$\psi_e = 0$ za:

- R10
- IF 1
- IW 1
- IW 4
- IW 6
- GF 16 (uzdignuti pod)
- W 1
- W 11
- W 15



LINIJSKI TOPLINSKI MOSTOVI – proračun korištenjem ψ iz norme

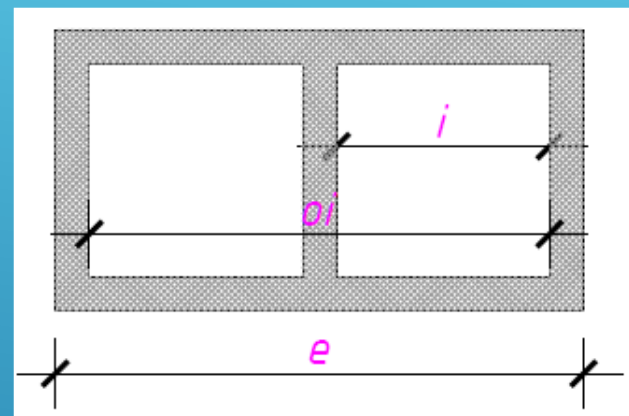
PREDUVJETI ZA KORIŠTENJE PRETPOSTAVLJENIH VRIJEDNOSTI LINEARNOG KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE ψ :

3. Dosljednost sustava mjerenja:

e - vanjski (external)

i - unutarnji (internal)

oi - ukupni unutarnji (overall internal)



Algoritam po HRN EN 13790 (2017.) u definiciji A (oplošje grijanog dijela zgrade) traži da se pri izračunu tog parametra upotrebljavaju vanjske dimenzije. Norma HRN EN ISO 13789:2008 samo **PREPORUČA** upotrebu vrijednosti ψ_e , ali i **ZAHTJEVA** dosljednost, odnosno **upotrebu jednog načina mjerenja u cijelom proračunu.**

Zato i kod unosa dužina linijskih toplinskih mostova treba zadržati isti princip, što znači unositi vanjsku dužinu linijskih mostova i odabirati vrijednost ψ_e .

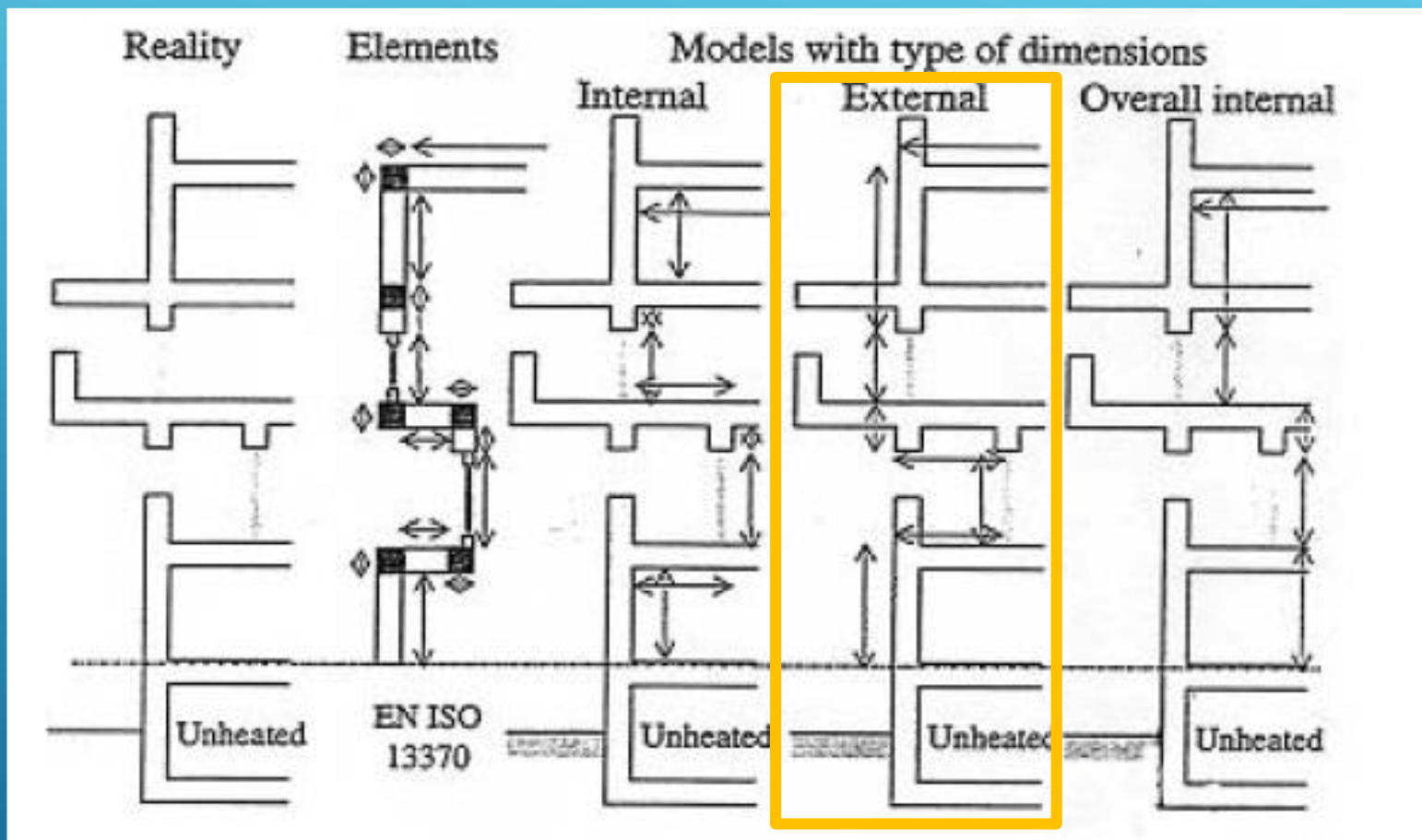
LINIJSKI TOPLINSKI MOSTOVI – proračun korištenjem ψ iz norme

ODREĐIVANJE DIMENZIJA HRN EN ISO 13789:2008 :

e - vanjski (external)

i - unutarnji (internal)

oi - ukupni unutarnji (overall internal)



LINIJSKI TOPLINSKI MOSTOVI – proračun korištenjem ψ iz norme

OBITELJSKA KUĆA PRIMJER

Pomoć ?

Toplinski mostovi

Odabrani toplinski most: Korisnički unos

Objašnjenje: Korisnički unos

Korisnički linijski mostovi

Dodaj +

Kategorija toplinskog mosta	Tip toplinskog mosta	Ψ [W/mK]	Duljina [m]	Ukupna korekcija [W/K]	
Krovovi	R11	0.05	59.80	2.99	
Prozori i vrata	W15	0.00	20.00	0.00	

Izmijeni toplinski most

Tip toplinskog mosta: C1

Dimenzija: $\Psi_e = -0.05$

Ψ [W/mK]: -0.05

Duljina [m]: 5

$\Psi_e = -0.05$
 $\Psi_{oi} = 0.15$
 $\Psi_i = 0.15$

USPOREDBA REZULTATA PRORAČUNA S PAUŠALNIM DODATKOM ZA TOPLINSKE MOSTOVE I PRORAČUNA S IZRAČUNOM LINIJSKIH TOPLINSKIH MOSTOVA

PAUŠALNI DODATAK 0,05:

H _{Tr,avg} = HD + H _{g,avg}	
HD - Koeficijent transmisije izmjene topline prema vanjskom okolišu	134.31 [W/K]
H _{g,avg} - Uprosječeni koeficijent transmisije izmjene topline prema tlu	86.78 [W/K]
H_{Tr}	221,10 [W/K]

Δ≈10%

INFORMATIVNO:

Uz paušalni dodatak 0,02 H_{Tr} je veći od izračuna za ≈ 3,5%.

Uz paušalni dodatak 0,01 H_{Tr} je veći od izračuna za ≈ 1,4%.

razred C

Q'' _{H,nd} [kWh/m ² a]	51.27
--	--------------

Δ≈4 %

IZRAČUN LINIJSKIH TOPLINSKIH MOSTOVA:

H _{Tr,avg} = HD + H _{g,avg}	
HD - Koeficijent transmisije izmjene topline prema vanjskom okolišu	112.78 [W/K]
H _{g,avg} - Uprosječeni koeficijent transmisije izmjene topline prema tlu	86,78 [W/K]
H_{Tr}	199.56 [W/K]

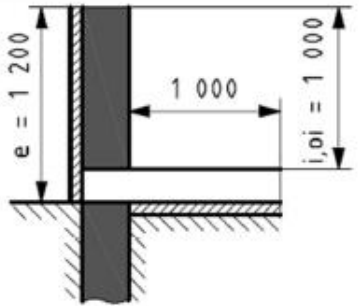
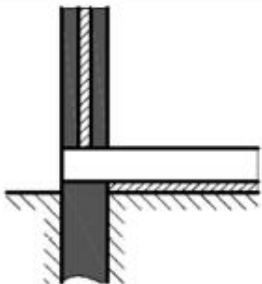
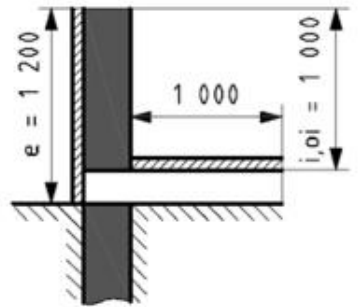
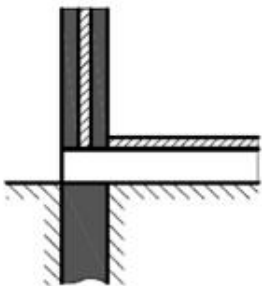
Kategorija toplinskog mosta	Tip toplinskog mosta	Ψ _e [W/mK]	Duljina [m]	Ukupna korekcija [W/K]
Krovovi	R11	0.05	59.80	2.99
Kutovi (unutrašnji)	C5	0.05	25.31	1.27
Kutovi (vanjski)	C1	-0.05	47.70	-2.39
Ukupno				1.87

razred B

Q'' _{H,nd} [kWh/m ² a]	49,6
--	-------------

I JOŠ OVO...

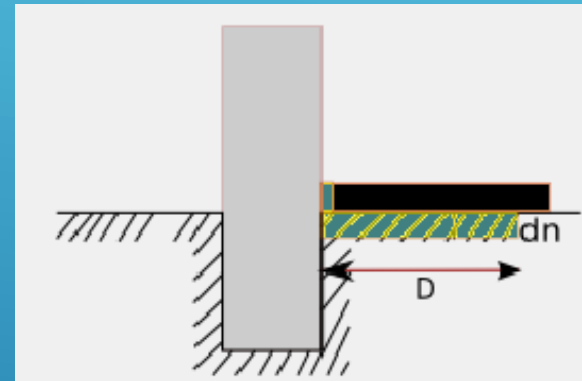
Detalji spojeva zida i poda na tlu iz kataloga toplinskih maostova norme HRN EN ISO 14683, odnosno Algoritma – koriste se za odabir ψ

 <p>GF1</p> $\begin{aligned}\psi_e &= 0,65 \\ \psi_{oi} &= 0,80 \\ \psi_i &= 0,80\end{aligned}$	 <p>GF2</p> $\begin{aligned}\psi_e &= 0,60 \\ \psi_{oi} &= 0,75 \\ \psi_i &= 0,75\end{aligned}$
 <p>GF5</p> $\begin{aligned}\psi_e &= 0,60 \\ \psi_{oi} &= 0,75 \\ \psi_i &= 0,75\end{aligned}$	 <p>GF6</p> $\begin{aligned}\psi_e &= 0,45 \\ \psi_{oi} &= 0,60 \\ \psi_i &= 0,60\end{aligned}$

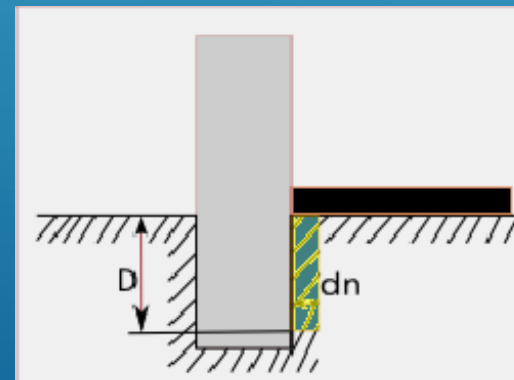


U dodatku norme HRN EN ISO 13370 dan je način za izračun toplinskih gubitaka kroz tlo kad postoji rubna termoizolacija.

Rubnom izolacijom smatra se ona čija je širina, odnosno dubina (oznaka D na skicama) mala u odnosu na dimenzije zgrade.



Detalj spoja zida i poda na tlu s rubnom horizontalnom izolacijom



Detalj spoja zida i poda na tlu s rubnom vertikalnom izolacijom