

**Wienerberger**

## Toplinski mostovi


---


**Predavač:**  
Bojan Milovanović,  
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet




1

**Wienerberger**

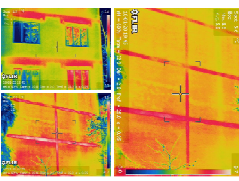
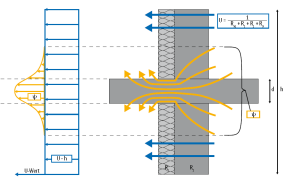




2

**Wienerberger** Definiranje toplinskih mostova

Prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15) toplinski su mostovi definirani kao:

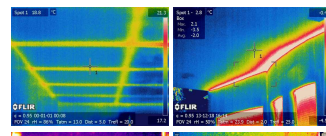
- „manja područja u omotaču grijanog dijela zgrade kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela“.

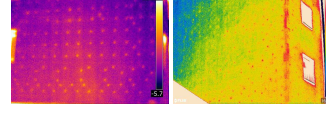

3


**Wienerberger** Prema obliku TM razlikuju se:

**Linijski TM**



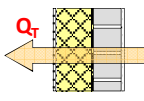
**Točkasti TM**




4

**Wienerberger** Toplinska ovojnica

Kvantifikacija gubitaka topline kroz toplinsku ovojnicu → **TRANSMISIJSKI GUBICI**



$$Q_T = A * U * b_T * G_T$$

A = Oplošje toplinske ovojnice  
U = U-vrijednost (koef.prolaska topline)  
b<sub>T</sub> = Faktor korekcije temperature  
G<sub>T</sub> = Broj stupanj sati grijanja


$$H_T = \sum b_i A_i U_i + \sum b_j \Psi_j + \sum b_k X_k$$

Oplošje toplinske ovojnice

Linijski toplinski mostovi

Točkasti toplinski mostovi

- Neprozirni elementi → **Zidovi, Krov, Pod**
- Transparentni elementi → **Prozori**


5

**Wienerberger** Vanjska toplinska izolacija – Vanjski zidovi

Kritični detalji





**Imati na umu KONTINUITET toplinske ovojnice!**

**Mnoštvo potencijalnih TOPLINSKIH MOSTOVA koje treba ispravno riješiti!**


6

**Wienerberger Izolacija**

Za gradnju je moguće odabrati različite tipologije i tehnologije dostupne na tržištu

Drvo (drveni okvir, CLT, TJI/FJI, ...)  
+ topl. izolac.

Pjeno i plinobeton  
+ topl. izolac.

Čelična konstrukcija  
+ topl. izolac.

Zidana konstrukcija  
+ ETICS

Izolirana oplata za beton

Photo: P. Kolar / Wienerberger

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

**Wienerberger**

ELEMENTI OD OPEKARSKI TERMO BLOKOVA

$\lambda = 0,077 \text{ (W/mK)}$

POSEBNI PROIZVODI ZA OMEĐENO ZIDE

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

**Wienerberger**

Utjecaj sljibnica (klasičnog morta za zidanje) na U-vrijednost cjelokupnog zida

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

**Wienerberger** Kod projektiranja i građenja zgrada vrijedi načelo:

**TOPLINSKI MOSTOVI SE MORAJU IZBJEĆI, ODNOSNO NJIHOVO DJELOVANJE TREBA ŠTO VIŠE OSLABITI**

Koristiti sve ekonomski prihvatljive tehničke i tehnološke mogućnosti!

○ **ZAŠTO?**

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

**Wienerberger** Primjer: - utjecaj TM na potrošnju energije

Kuća u Varaždinu

- $A_{\text{p}} = 182,40 \text{ m}^2$
- $A_{\text{e}} = 407,45 \text{ m}^2$
- $V_{\text{e}} = 570 \text{ m}^3$

Paušalni dodatak

- $\Delta U_{\text{TM}} = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $\Delta U_{\text{TM}} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $\Delta U_{\text{TM}} = 0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $\Delta U_{\text{TM}} = 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

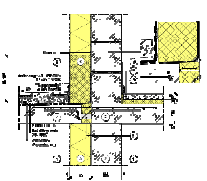
**Wienerberger** Primjer: - utjecaj TM na potrošnju energije

Usporedba promjene  $Q^{\text{h}}, \text{nd}$

Usporedba promjene  $Q^{\text{c}}, \text{nd}$

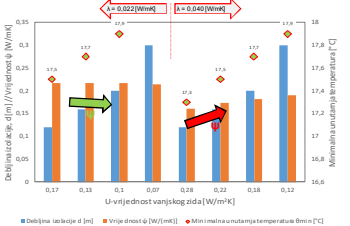
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet

### Wienerberger Primjer: - ovisnost debljine TI na $\psi$



Toplinska provodljivost izolacije  $\lambda$

- 0,022 [W/mK] (PIR)
- 0,040 [W/mK] (MW)



Uvjet jednolitosti vanjskog zida [W/m²K]

Minimalna vanjska temperatura,  $t_{\text{ext}}$  [°C]

Minimalna unutarnja temperatura,  $t_{\text{int}}$  [°C]

13

### Wienerberger Razlozi građevnih šteta uslijed orošavanja na TM kod zgrada suvremene izvedbe

**Zgrade bez primjene TI, - nepovoljni utjecaji TM nisu jako izraženi**

- niža RH zraka u prostoriji (veći  $n_{50}$ )
- plošna temperatura je približno jednaka u cijeloj prostoriji,
- pa se kondenzat pravilno raspoređivao, upijao u podlogu i isušivao bez posebno štetnih posljedica.

**Zgrade s iakom, kontinuiranom TI - utjecaj TM je jače izražen**

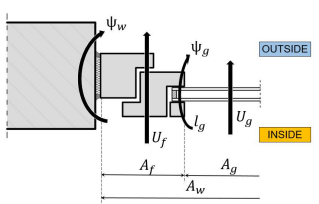
- Viša RH zraka u prostoriji (ako nema mehaničke ventilacije; manji  $n_{50}$ )
- jer je veći dio unutarnje površine zagrijan na temperature više od rosišta,
- osim u lokalnim (i malim) područjima TM gdje se ukupna količina vodene pare iz prostorije kondenzira.



14

### Wienerberger Gubici topline kroz prozore

#### Koeffcijent prolaska topline prozora

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \psi_g}{A_g + A_f}$$


15

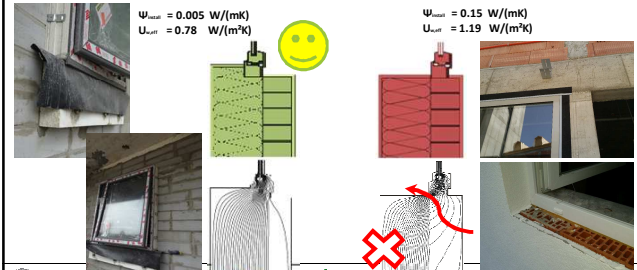
### Wienerberger Prozori - Ugradnja prozora

**Preporučena ugradnja**

$\psi_{\text{izol.}} = 0.005 \text{ W/(mK)}$   
 $U_{\text{izol.}} = 0.78 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

**Ekstremno loša ugradnja**

$\psi_{\text{izol.}} = 0.15 \text{ W/(mK)}$   
 $U_{\text{izol.}} = 1.19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



16

### Wienerberger Rub stakla

**MALENA KOMPONENTA, VELIKI UTJECAJ!**

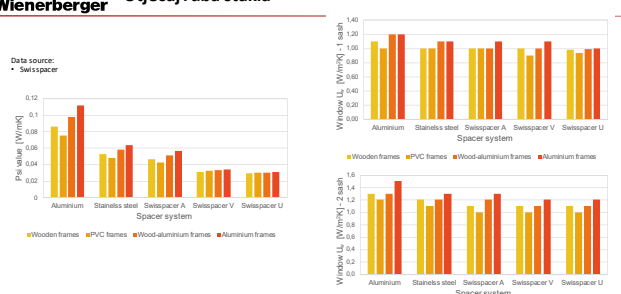
- Važna za razmatranje
- Smanjuju gubitke energije po opsegu (rubu) dvostrukog (trostrukog ili četverostrukog) stakla,
- Smanjuje  $U_w$  – vrijednost prozora i fasada.




17

### Wienerberger Utjecaj ruba stakla

Data source: • Swisspacer




18

**Wienerberger** Karakteriziranje (opisivanje) TM s obzirom na dodatne toplinske gubitke

Metode određivanja vrijednosti koeficijenta prolaska topline TM:

- Katalozi / atlasi TM ( $\pm 20\%$ )
- Numeričke metode ( $\pm 5\%$ )
- "Ručni" proračun ( $\pm 20\%$ )
- Pretpostavljene vrijednosti (0% do +50%)

Ovisno o zahtjevanoj točnosti proračuna prijenosa topline...




19

**Wienerberger** Katalozi detalja

Izvadak iz kataloga detalja prema EN DIN 4108

- Preduvjet je da se koriste isti materijali i debljine

d <sub>1</sub> = 12 cm, d <sub>2</sub> = 18 cm, d <sub>3</sub> = 24 cm					d <sub>1</sub> = 12 cm, d <sub>2</sub> = 18 cm, d <sub>3</sub> = 24 cm								
[cm]	$\psi$	$\psi_{s,ext}$	$\psi_{s,int}$	$\psi_{s,mid}$	[cm]	$\psi$	$\psi_{s,ext}$	$\psi_{s,int}$	$\psi_{s,mid}$				
4	0,204	15,7	0,275	15,9	0,276	15,9	4	0,132	17,1	-0,029	17,3	-0,029	17,4
6	0,201	15,8	0,315	15,9	0,321	16,0	6	0,040	17,4	-0,036	17,6	-0,039	17,8
8	0,224	15,9	0,339	15,9	0,349	16,0	8	0,044	17,5	-0,029	17,6	-0,029	18,0
10	0,238	15,9	0,355	15,9	0,361	16,1	10	0,045	17,7	-0,040	17,8	-0,029	18,2
12	0,247	15,9	0,368	15,9	0,381	16,1	12	0,047	17,8	-0,040	18,0	-0,029	18,3
14	0,253	15,9	0,373	16,0	0,390	16,1	14	0,048	17,9	-0,041	18,1	-0,029	18,4
16	0,256	15,9	0,377	16,0	0,396	16,1	16	0,049	18,0	-0,042	18,2	-0,029	18,4
18	0,259	15,9	0,381	16,0	0,401	16,1	18	0,050	18,0	-0,042	18,2	-0,029	18,5
20	0,260	15,9	0,383	16,0	0,405	16,1	20	0,052	18,1	-0,043	18,3	-0,029	18,5
24	0,261	15,9	0,387	16,0	0,411	16,1	24	0,055	18,1	-0,045	18,3	-0,029	18,6

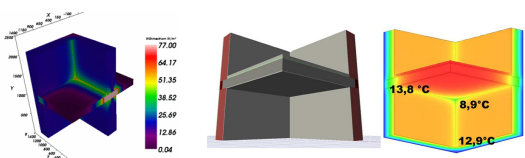



20

**Wienerberger** Numeričke metode proračuna TM

Proračuni se temelje na 2 matematičke metode:

- metoda konačnih elemenata (FEM), važi za sve materijale,
- metoda konačnih razika (FDM), važi samo za izotropne materijale.
- obrada je redovito pomoću računalnih programa
  - HEAT 3D, Psi-Therm 3D, AnTherm 3D, BK1, Mold...


21

**Wienerberger** Primjer numeričkog proračuna

Slučaj 3

Slučaj 4

Slučaj	$\psi$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$\psi_{s,ext}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$\psi_{s,int}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$\theta_{s,mid}$ [°C]
3	-0,0233	0,0434	18,40	
4	0,1228	0,2004	15,73	



22

**Wienerberger**

Kako smanjiti utjecaj toplinskih mostova?





23

**Wienerberger** Načini i sredstva za smanjenje utjecaja TM

Obavijanjem slojem toplinske izolacije svih ploha betonskih istaka koje probijaju glavnu toplinsku branu,

- tj. izvedbom sekundarne toplinske brane, tzv. „sustav pakiranja“;




24

**Wienerberger** Načini i sredstva za smanjenje utjecaja TM – u ETICS-u



Montažni element od tvrde poliuretanske pjene i gjenasto oblikovanim metalnim pločama

Elementi za montažu vanjskih rasvjetnih tijela

Montažna pločica od polipropilena  
Montažni cilindar od vrlo čvrstog EPS-a

Vijčani spoj s prekidom TM




25

**Wienerberger** Prekidi konstrukcije – različiti proizvodi, raznovrsna namjena


ugrađeni na predgotovljene, montažne, kontrolne balkone


- Za pričvršćenje čeličnih elemenata, u betonu ili čeliku

• Za potpuno toplinsko odvajanje atike

• Za ugradnju u prvi red opeke iznad temelja ili podruma





26

**Wienerberger** Zaključak

Potrebno je identificirati relevantne toplinske mostove

- o u fazi projektiranja ZGOE rješavati detalje
  - o detaljno proračunavati TM numeričkim metodama
- o Kod postojećih zgrada
  - o TM se može identificirati vizualnim pregledima zgrade i analizom posljedica unutarnjih orošavanja.
    - temelji se na poznavanju tipova zgrada s obzirom na period njihove izgradnje i graditeljskog, inženjerskog iskustva.
  - o Veći dio TM morat će se identificirati
    - IC termografijom,
    - uvidom u projekte, ili
    - barem djelomično raznim metodama





27

**Wienerberger**

HVALA NA PAŽNJI!

Bojan Milovanović  
bmilovanovic@grad.hr



28