

Ministarstvo ekonomije CG & GIZ

Obuka lica za vršenje energetskih pregleda i sertifikovanje zgrada

Mašinski fakultet i Arhitektonski fakultet UCG

Podgorica, 08.03.2011.

ARHITEKTONSKI PARAMETRI EEZ – ASPEKTI TOPLOTNIH
MOSTOVA, ENERGETSKE KARAKTERISTIKE ZASTAKLJENJA
[Arhitektura_5]

Prof. dr Dušan Vuksanović, dipl.inž.arh.

Arhitektonski fakultet u Podgorici

Analiza/provjera na nivou objekta:

Toplotni gubici zgrada

- **Površinski toplotni gubici:**

gubici do kojih dolazi kroz elemente omotača – spoljne zidove, zastakljene površine, ravne ili kose krovove (nad kondicioniranim prostorom), tavanice prema negrijanim tavanima, podove na tlu, MK iznad negrijanih podruma, MK iznad otvorenih prolaza i MK (donja) kod djelova etaža nad prepustima MK.

$$\Phi_{tp} = k_p \cdot A \cdot \Delta t, \quad \Delta t = t_i - t_e$$

- **Linijski toplotni gubici:**

povećani toplotni gubici do kojih dolazi na pojedinim djelovima elemenata omotača – promjena materijala, promjena geometrije, u okviru sklopova zgrade (veze zidova, veze zidova i tavanica, veze zidova i krovova, veze zidova i podova na tlu,...) – zone specifičnih toplotnih gubitaka: **toplotni mostovi** (!)

$$\Phi_{tl} = k_l \cdot l \cdot \Delta t$$

(Formule za izračunavanje različitih slučajeva linijskih toplot. gubitaka date su u JUS U.J5.510)

- **Tačkasti toplotni gubici:**

gubici koji nastaju kod troslojnih konstrukcija na mjestima gde je termoizolacioni sloj probijen veznim elementima koji spajaju konstruktivni sloj sa oblogom

$$\Phi_{tt} = k_t \cdot n \cdot \Delta t, \quad n - \text{broj veza}$$

Analiza/provjera na nivou objekta:

Toplotni gubici zgrada (2)

- **Ventilacioni gubici:**

gubici koji nastaju zbog ventilacije zgrada koja se odvija u cilju obezbjeđenja čistog vazduha i/ili iz higijenskih razloga

→ U zavisnosti od načina na koji se ventilacija odvija – prirodna ili vještačka – i ventilacioni gubici mogu biti:

➤ **prirodni** - kroz prozore i vrata, ventilacione kanala, infiltracijom, kroz zazore

➤ **vještački** - kod prinudnih sistema ventilacije, pomoću regeneratora i rekuperatora

- **Mjere za obezbjeđenje vazdušnog komfora**

→ potrebe za vazdušnim komforom uslovljavaju da bude obezbjeđen dovoljan broj izmjena vazduha (na čas)

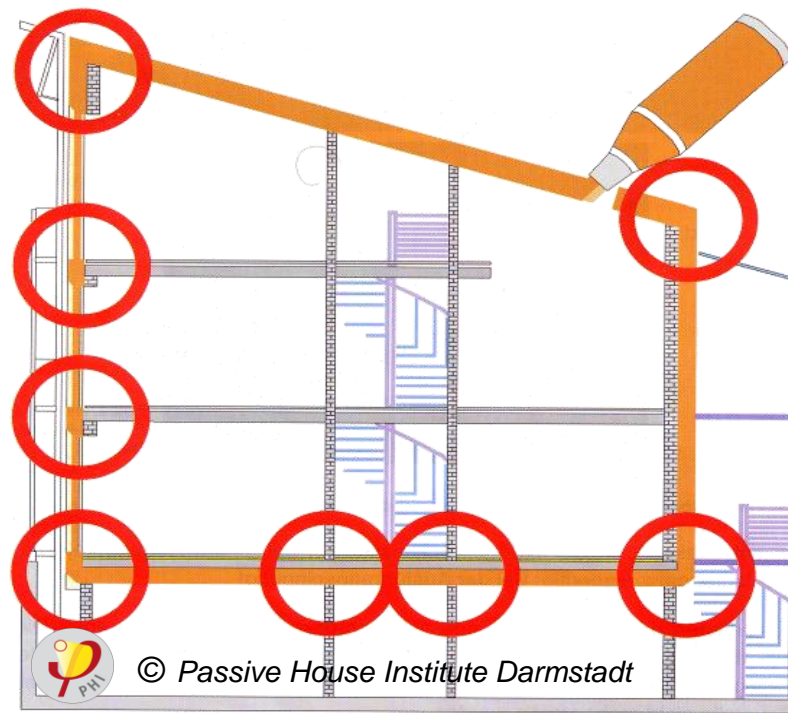
→ minimalni zahtjev za čistim vazduhom definisan je brojem izmjena vazduha na čas

- **Potreban broj izmjena vazduha:** uslovljen i aktivnostima koje se odvijaju u prostoriji, brojem ljudi itd.

- Ukoliko prirodnom ventilacijom nije moguće obezbijediti dovoljan broj izmjena vazduha na čas, **pribjegava se primjeni vještačke (prinudne) ventilacije ili klimatizacije.**

Analiza/provjera na nivou objekta/pojedinačnih konstrukcija:

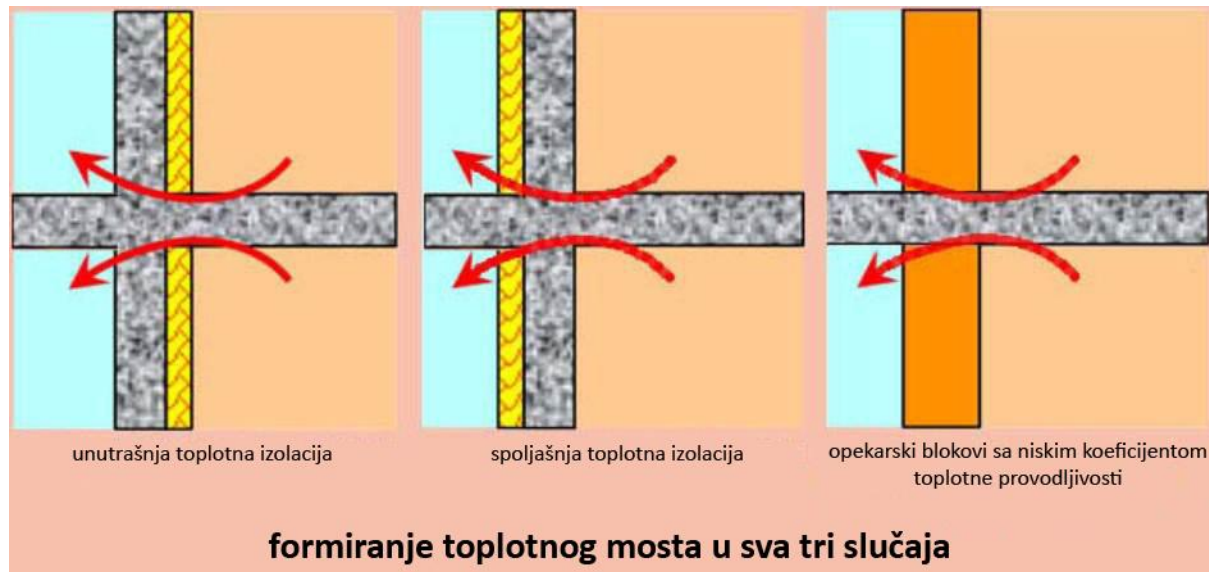
Linijski toplotni gubici: **toplotni mostovi – kritične “tačke”** (linije povezivanja konstrukcija)



Toplotni mostovi: povećani toplotni gubici do kojih dolazi na pojedinim djelovima konstrukcija – promjena materijala i/ili promjena geometrije – u okviru sklopova zgrade (veze zidova, veze zidova i tavanica, veze zidova i krovova, veze zidova i podova na tlu,...)

Analiza/provjera na nivou pojedinačnih konstrukcija

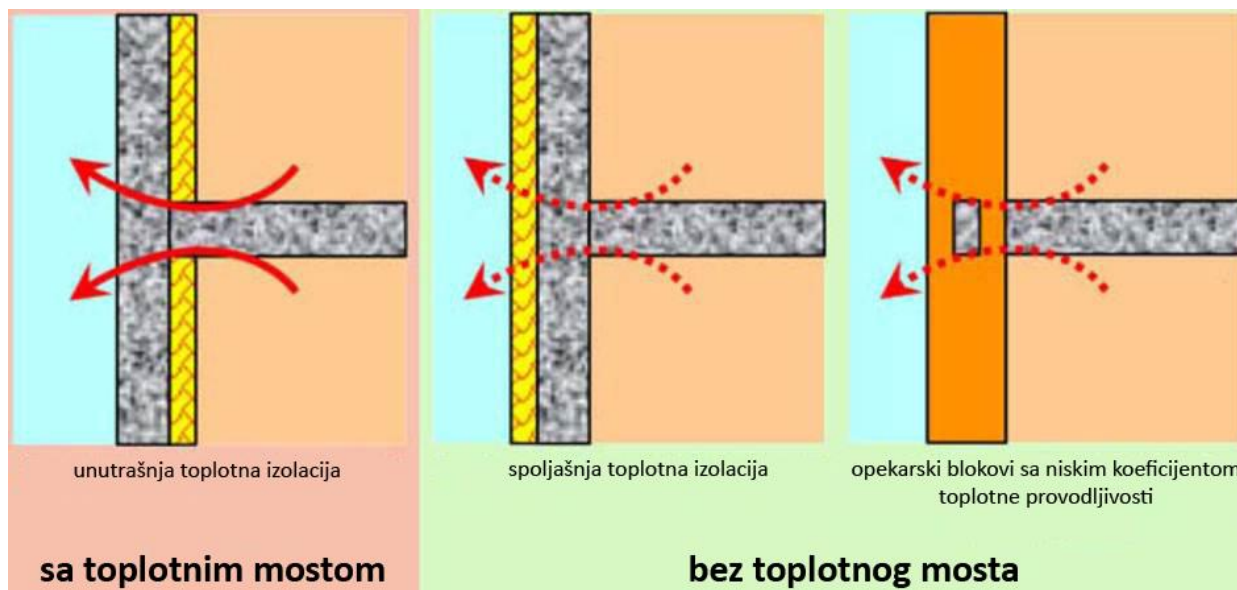
toplotni mostovi: problem balkonske ploče



- Toplotni most (TM) kreiran **od strane balkonske ploče** na svim tipovima zidnih sistema.

Analiza/provjera na nivou pojedinačnih konstrukcija

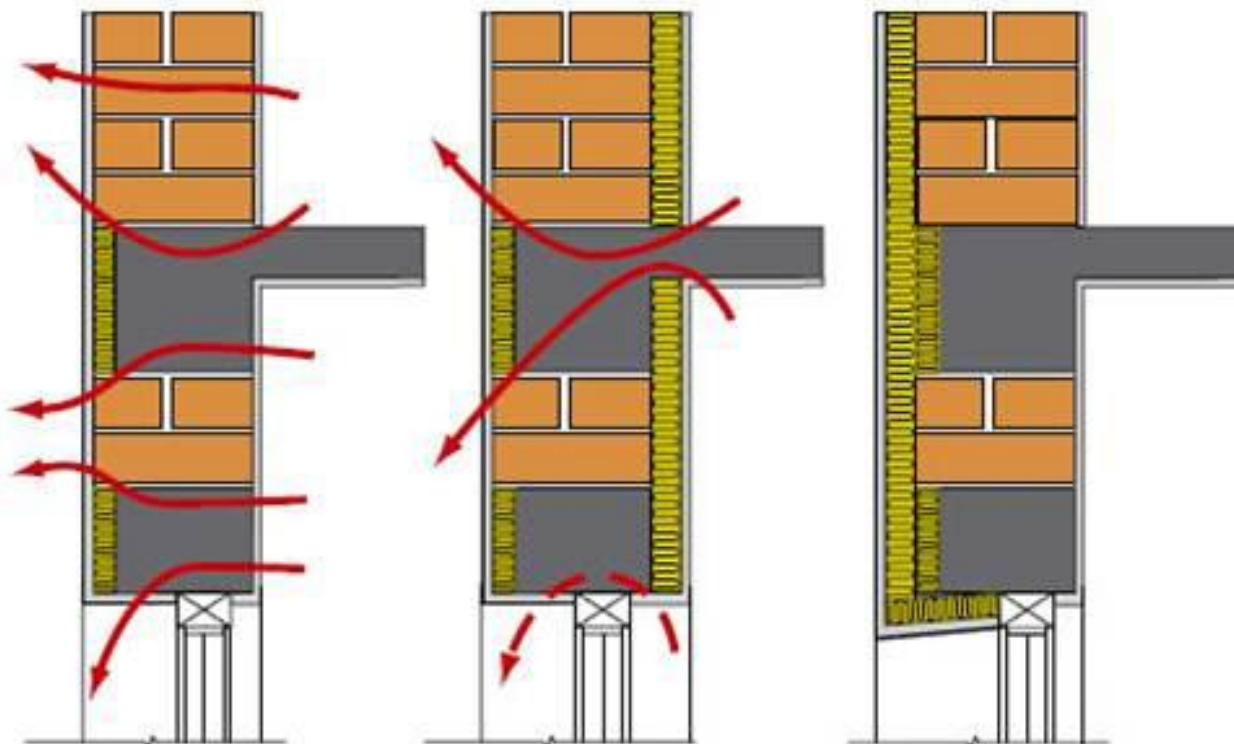
toplotni mostovi: unutrašnja TI i spoljašnja TI



- Toplotni most (TM) kreiran na spoju između međuspratne konstrukcije (MK) i zida u slučaju **unutrašnje TI**;
- ✓ u slučaju **spoljašnje TI**, ili u slučaju primjene širokog opekarskog bloka, ne dolazi do kreiranja toplotnog mosta.

Linijski toplotni gubici

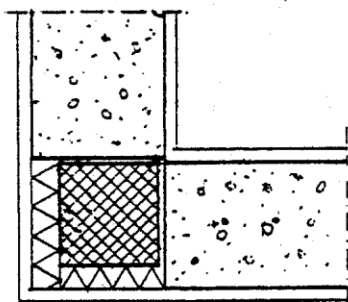
Toplotni mostovi: principi rješavanja/ublažavanja



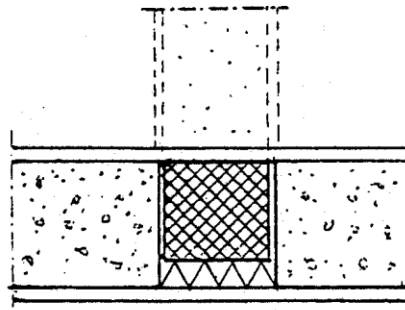
toplotni mostovi - greške pri izvođenju izolacije spoljašnjih zidova i očigledna prednost izolacije na spoljašnjoj strani

Linijski toplotni gubici

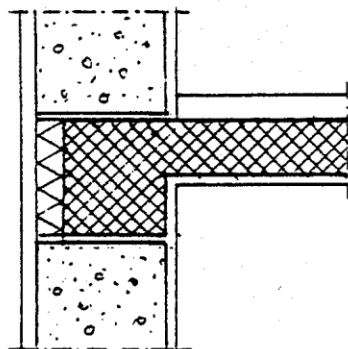
Toplotni mostovi: principi rješavanja/ublažavanja



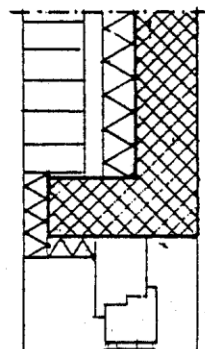
SUSTICANJE NA UGLU



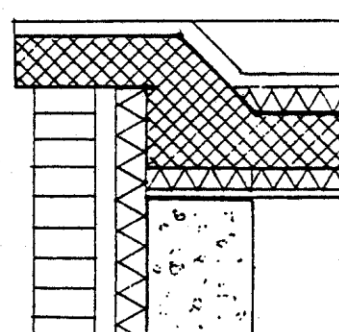
STUB U ZIDU ILI BET. ZID



SUSTICANJE NA SERKLAŽU



KOD NADPROZORNIKA

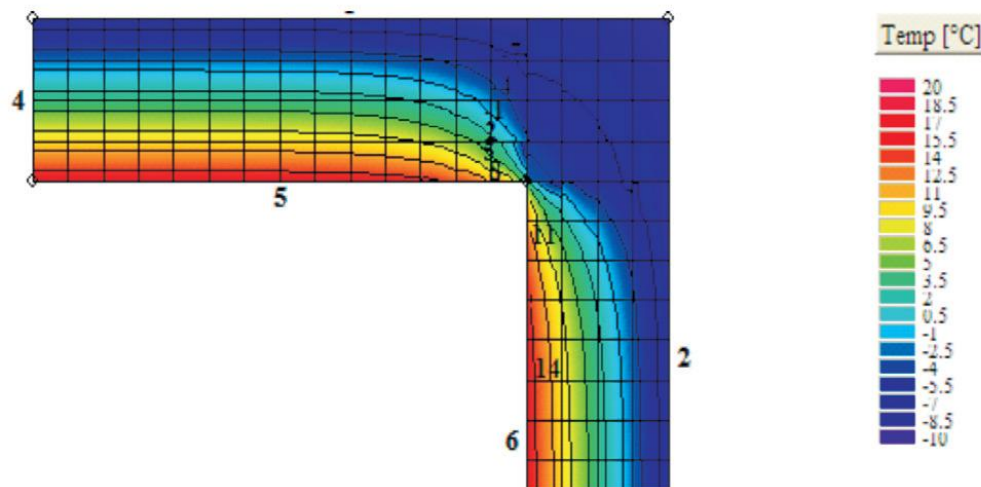


KOD KROVA

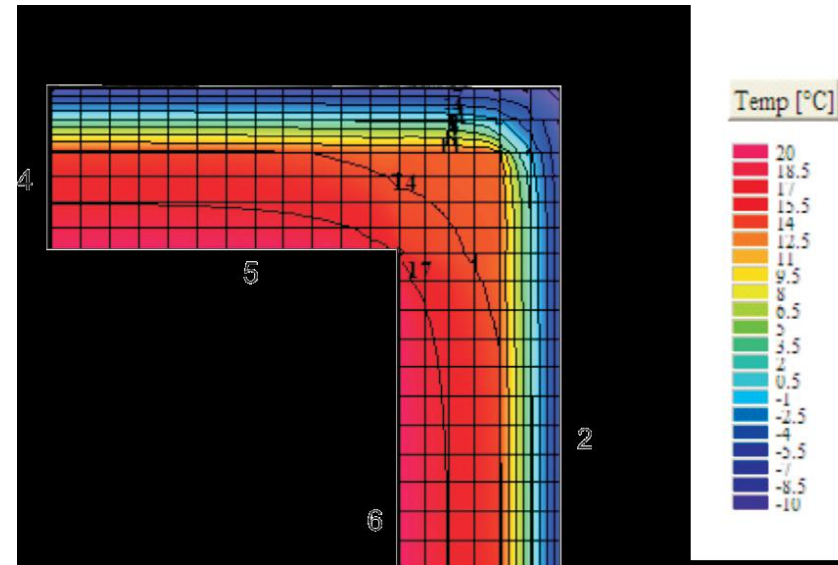
Linijski toplotni gubici

Toplotni mostovi: termografija

Ugao zgrade (sučeljavanje zidova) kao tipičan slučaj toplotnog mosta:
raspored i zoniranje izoterma



a – bez toplotne izolacije

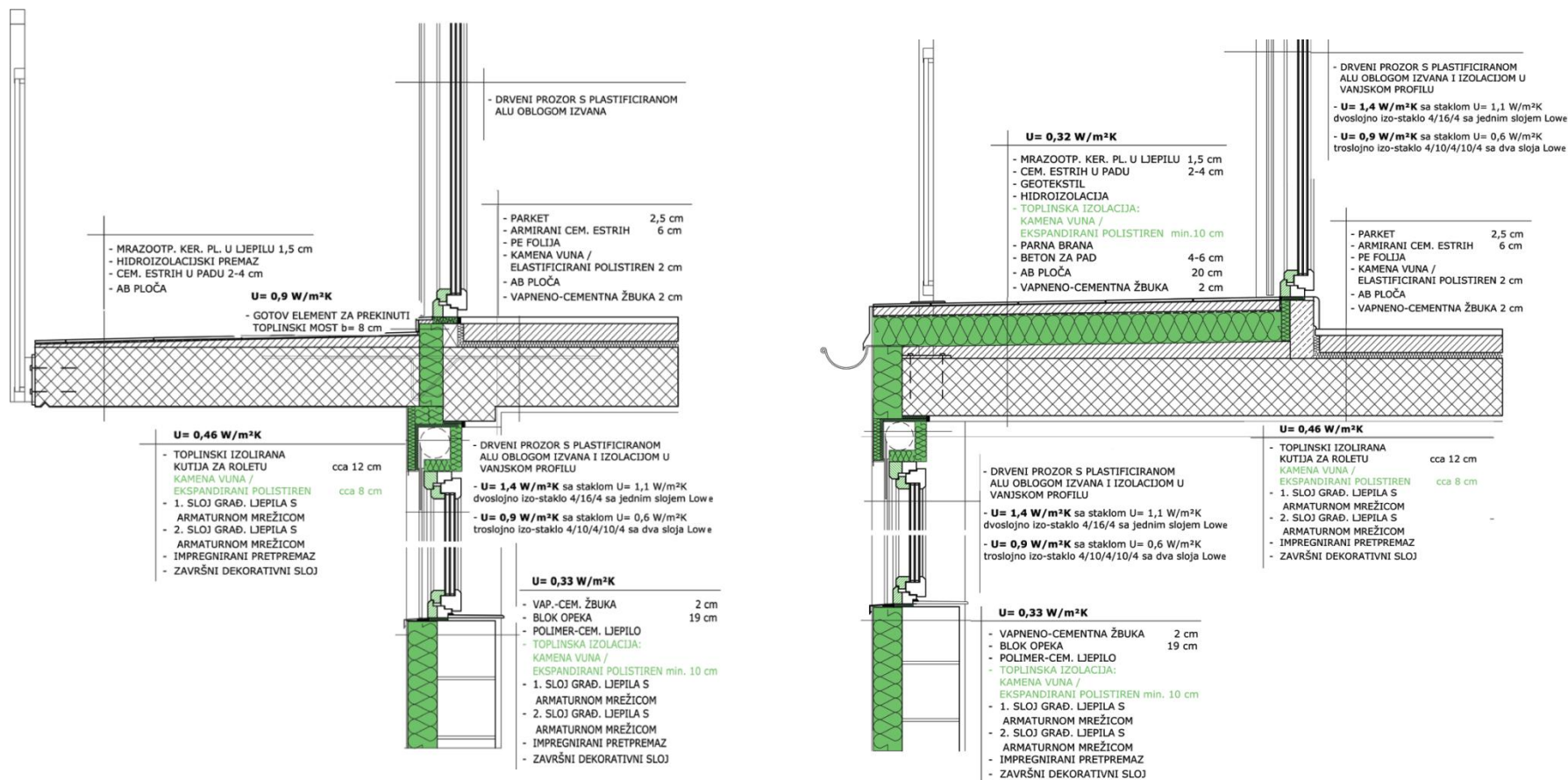


b – sa primjenom toplot.izolacije (spolja)

Linijski toplotni gubici

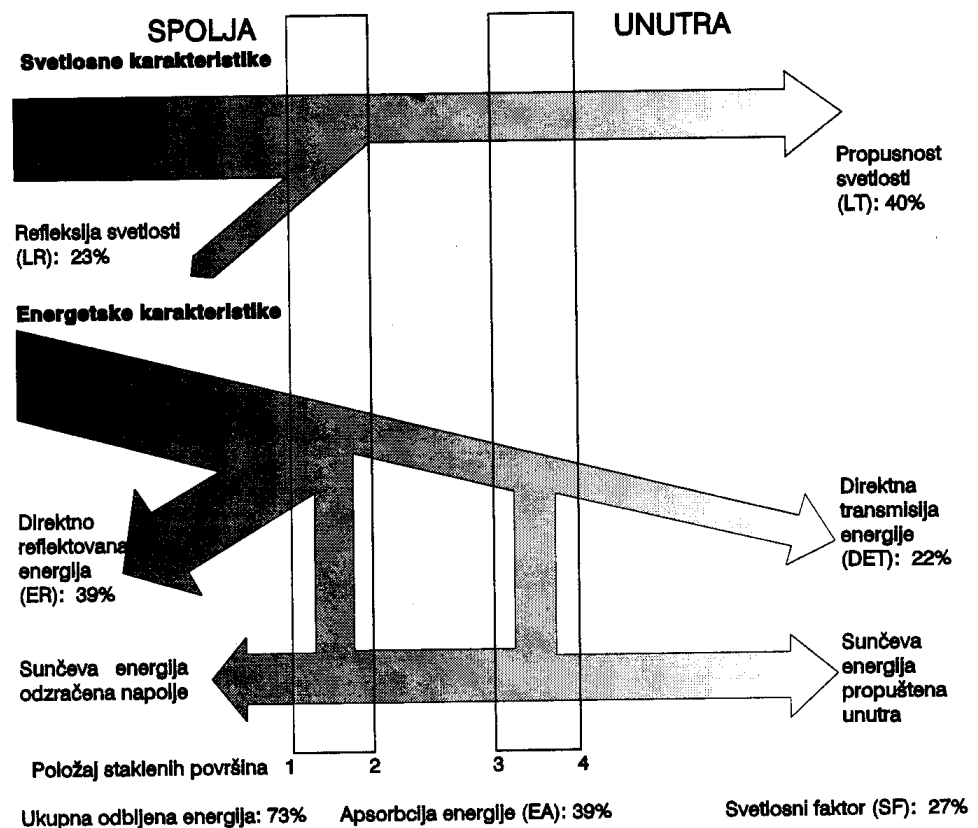
Toplotni mostovi: arhitektonski detalji

Varijante rješavanja toplotnog mosta u slučaju balkonske ploče – prepuštene iz MK



Staklo – uloga i način djelovanja u konceptima pasivnog korišćenja sunčeve energije

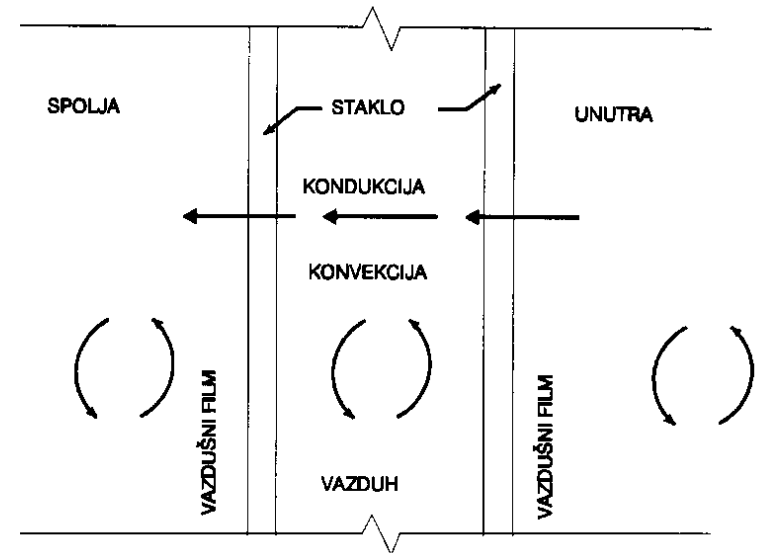
- **Ponašanje stakla: svjetlosna i energetska komponenta sunčev. zračenja**
- Kada svjetlost padne na površinu stakla, jedan dio biva odmah reflektovan, drugi apsorbovan, a ostatak prolazi kroz staklo.
- Ukupan toplotni dobitak od sunčevog zračenja sastoji se od prenete i ponovo izračene komponente.
- **apsorpcija** kod ravnog providnog stakla: 1,6 - 2,5% (zavisno od debljine stakla)
- **refleksija** na svakoj površini: 4% (vrijednost refleksije raste sa upadnim uglom)
- **propustljivost** ravnog stakla za vidljivu svjetlost: maksimalno 91 - 92% od ukupne količine svjetlosti.



Staklo – uloga i način djelovanja u konceptima pasivnog korišćenja sunčeve energije

•Termičke karakteristike stakla•

- **Termičke karakteristike stakla:**
 - **koeficijent toplotne provodljivosti:**
 $\lambda = 0,81 \text{ W/mK}$ – relativno dobar provodnik toplote (loš toplotni izolator)
 - **termopostojanost** – veća pri naglom zagrijavanju nego pri naglom hlađenju



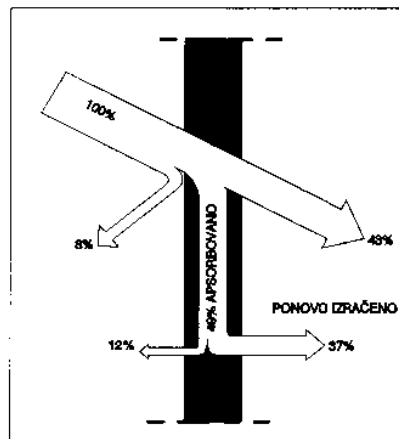
Slika III-12. Tok toplote kod dvostrukog stakla, spoljna temperatura je niža od unutrašnje (radijacija nije prikazana)

Staklo – uloga i način djelovanja u konceptima pasivnog korišćenja sunčeve energije

• Vrste stakla •

• Toplotno-apsorbirajuće staklo

Tehnološki princip: dodavanjem metalnih oksida u rastopljenju staklenu masu dobijaju se stakla različitih boja –
rizici u pogledu kvaliteta viđenja u
unutrašnjem prostoru.



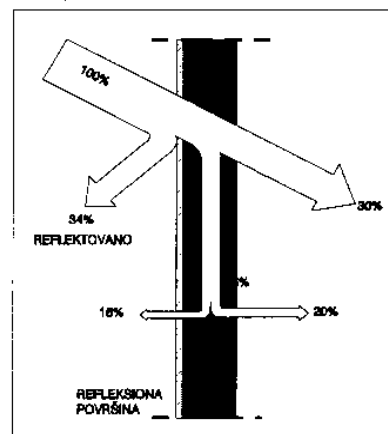
Toplotno apsorbujuće staklo

Velika količina Sunčevog zračenja se apsorbuje u staklu i ponovo izračuje u prostor. Ukupni toplotni dobitak je dosta veliki i iznosi oko 80 % upadnog zračenja.

• Reflektujuća stakla

Tehnološki princip: na površini stakla formira se reflektivni film metala ili metalnog oksida (coating) koji znatno povećava stepen refleksije.

(Kod providnog stakla oko 90% zračenja predstavlja toplotni dobitak)



Reflektujuće staklo

Ovim staklom se vrlo efikasno sprečava prodor Sunčevog zračenja u unutrašnji prostor bez promene kvaliteta viđenja boje predmeta. Ukupni toplotni dobitak zavisi od stepena refleksije.

Staklo – uloga i način djelovanja u konceptima pasivnog korišćenja sunčeve energije

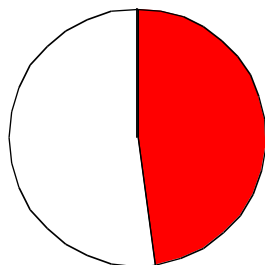
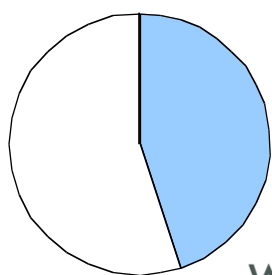
- Vrste stakla (2) •

Toplotno-apsorbujuće staklo

Tinted Glass

45% Visible Light

43% Infrared



Windows
on Design

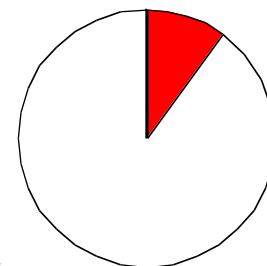
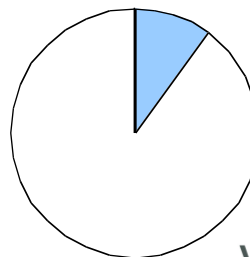
Aspekt projektantske odluke: Arhitekta je odabrao da umanju providnost prema spolja – **zatamnjenje (trajno)**.

Reflektujuće staklo

Reflective Glass

10% Visible Light

10% Infrared

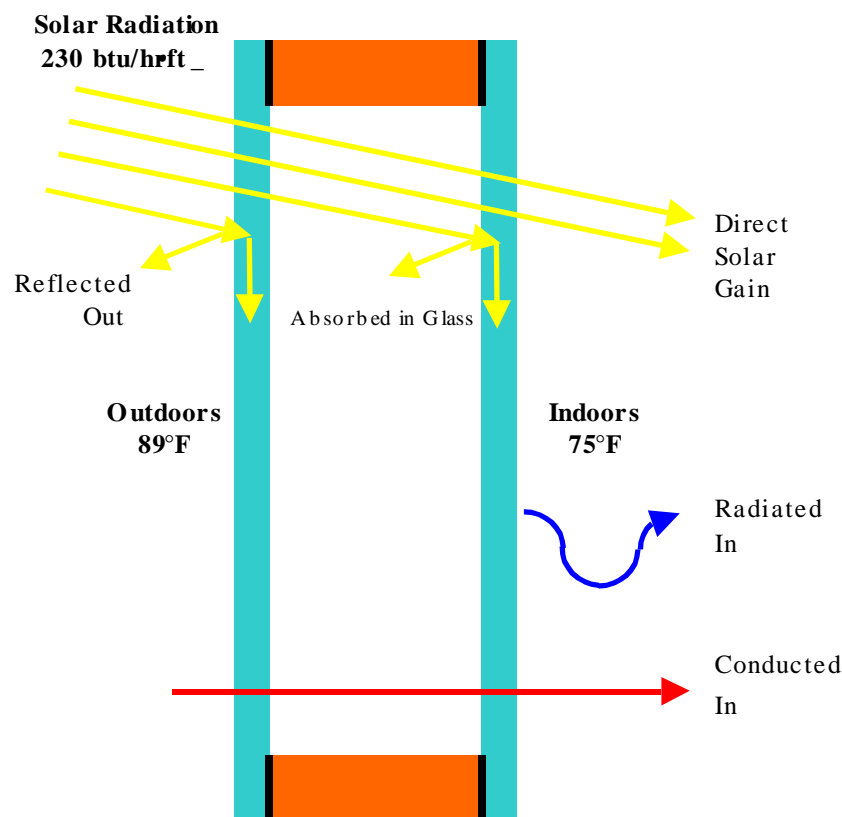


Windows
on Design

Aspekt projektantske odluke: Problem reflektovanog sunčevog zračenja (kao uticaj na okolinu) Arhitekta ostavlja nekom drugom da rješava.

Staklo - toplotni dobici od sunca

SHGC = Solar Heat Gain



Za **pasivno solarno grijanje** traži se visoka vrijednost koeficijenta toplotnog dobitka od sunca (**SHGC**)

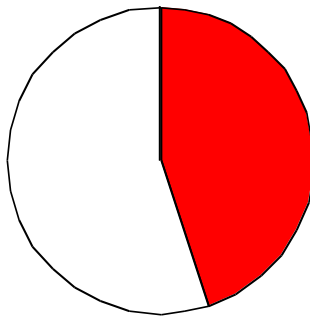
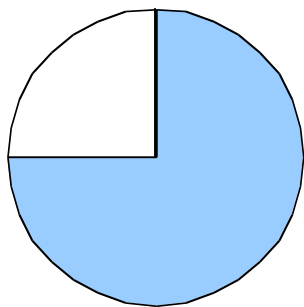
Staklo niske emisije – karakteristike kontrole sunčevog zračenja

Visoki toplotni dobici – staklo niske emisije ↓

High Solar Gain Low-E

75% Visible Light

45% Infrared

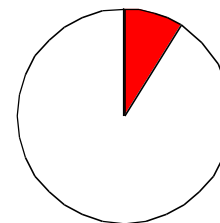
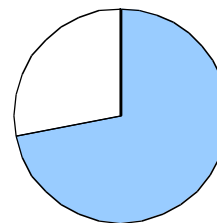


Windows
on
Design

Solar Control Low-E

72% Visible Light

8% Infrared

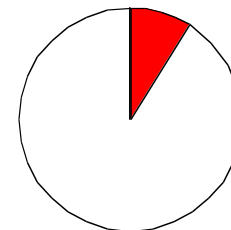
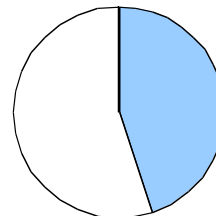


Windows
on
Design

Tinted Solar Control Low-E

40% Visible Light

5% Infrared

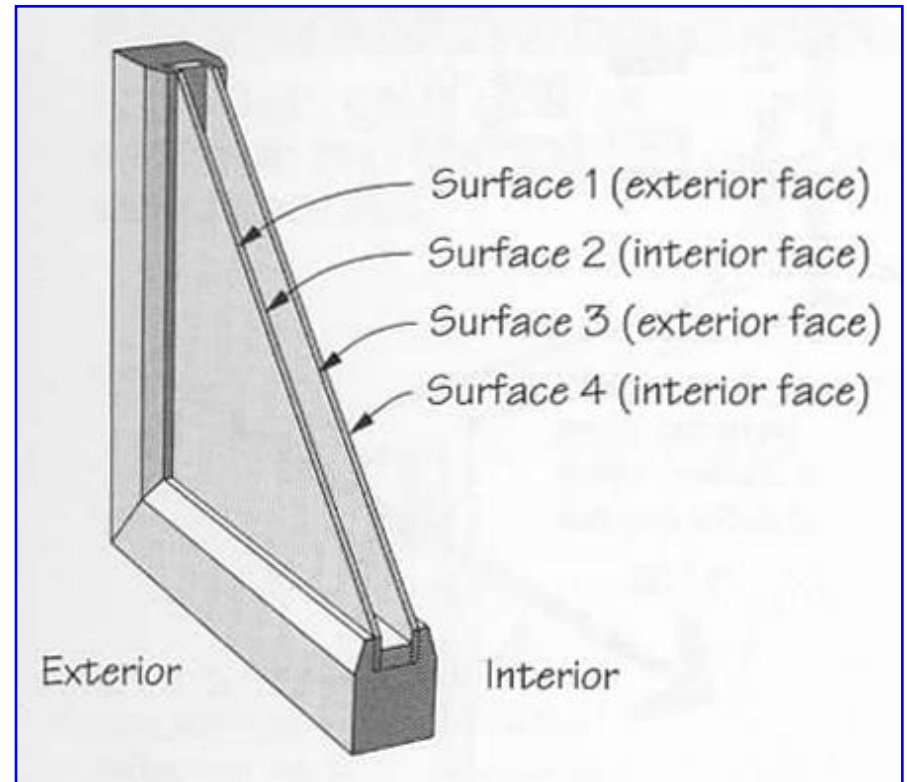


Windows
on
Design

Kontrola sunčevog zračenja – staklo niske emisije →

Low- ε prevlaka (coating) i solarni toplotni dobici: Na koju površinu stakla je smjestiti?

- **Low- ε prevlake** se postavljaju na različite površine u cilju postizanja različitih efekata. Položaj prevlake (navlake) ne utiče na koeficijent prolaza toplote (U).
- **Coating na spoljašnjoj strani unutrašnjeg stakla (surface 3)** je najefikasniji u pogledu maksimalnih solarnih dobitaka.
- **Coating na unutrašnjoj strani spoljašnjeg stakla (surface 2)** je najefikasniji u pogledu minimalnih solarnih dobitaka.



Providni djelovi omotača – staklene površine

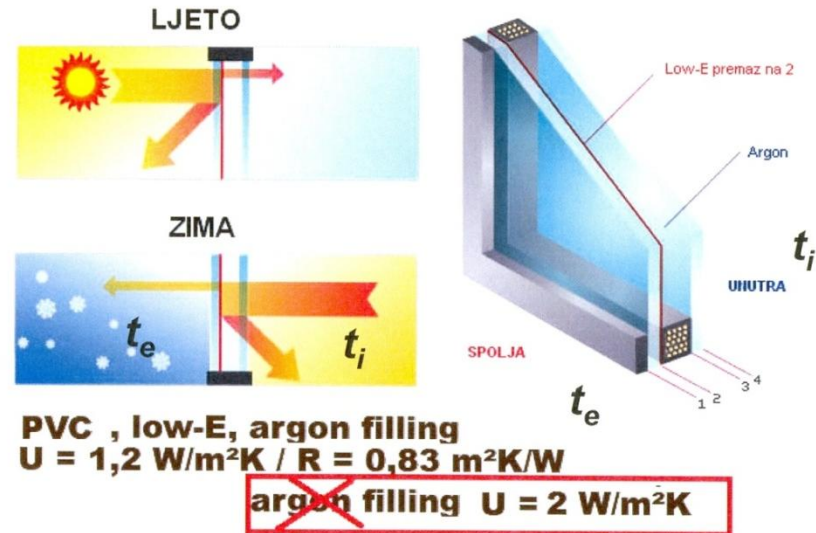
• Stakla niske emisije

– **Smanjivanje toplotnih gubitaka.** Prevlaka omogućava prolaz sunčevog zračenja u prostor, a kada je na unutrašnjoj strani, ili na spoljnoj strani unutrašnjeg stakla, sprječava prolaz infracrvenog toplotnog zračenja iz prostorije – efekat pasivnog zagrijavanja. (hladne klime)

– **Smanjivanje toplotnih dobitaka.** Kada je prevlaka na spoljašnjoj strani – staklo omogućava dobro viđenje, a sprječava pregrijavanje prostora (tople klime).

➤ **Fotohromatska stakla** mijenjaju automatski svoje karakteristike u skladu sa promjenama osvjetljaja u okolini

PROZORI



GUBICI

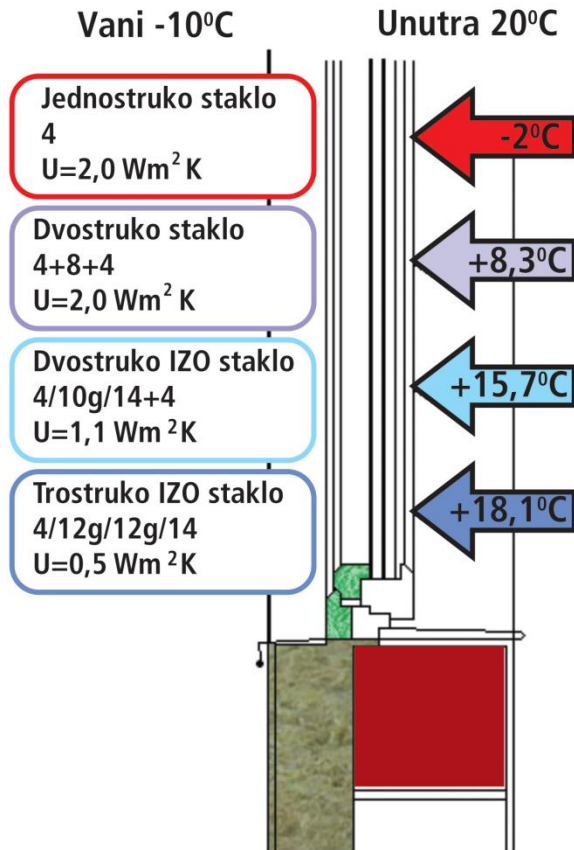
$$\dot{Q}_{tr_w} [W] = A_w U (t_i - t_e)$$

DOBICI

$$\dot{Q}_{Sol} [W] = A_w g_{tot} I_{Sol}$$

Providni djelovi omotača – staklene površine

1-struko, 2-struko i 3-struko zastakljenje, izolacija kutije za roletne



Energetske kategorije kuća – kriterijumi EEZ

– Nisko-energetska kuća

Za razliku od klasične gradnje, niskoenergetska kuća za zagrijavanje koristi svega **40 kWh/m² godišnje**, što se može izraziti ekvivalentom od 2,7 litra lož ulja po m² god., pa se **naziva i “trolitarskom kućom”**. Niskoenergetska potrošnja energije može se postići i u obnovi već postojeće gradnje, a moguće je ostvariti i u arhitekturi graditeljskog nasljeđa.

– Pasivna kuća

Pasivna kuća, koju je “patentirao” njemački fizičar Wolfgang Feist (Pasiv Haus Institut) ide korak dalje i troši svega **15 kWh/m² godišnje**. To je tzv. **“jednolitarska kuća”**, jer se njena potrošnja energije za grijanje izražava ekvivalentom od svega 1 litra lož ulja po m² godišnje.

– Energetski-nulta kuća

Razvijena je i tzv. energetski-nulta kuća, u kojoj se postiže potpuna energetska pokrivenost potreba, a u slučaju kada se njen energetski bilans iskazuje samo u domenu energetskih dobitaka, postaje kuća – energana .

Kategorije kuća prema kriterijumima EE

Energija potrebna za grijanje (godišnje)

- **Niskoenergetska kuća** **< 40 kWh/m²**
- **Pasivna kuća** **< 15 kWh/m²**
- **Energetski-nulta kuća** **0 kWh/m²**

- Prosječna potrošnja energije za grijanje na godišnjem nivou – **kod termički neizolovanih zgrada**: 200 – 250 kWh/m² (zavisno od klimatske zone...)

"Pasivna kuća"

"Pasivna kuća" je kuća/zgrada u kojoj je termički komfor (ISO 7730), pored visokog nivoa toplotne zaštite, zagarantovan i sistemom ventilacije u okviru kojeg se svježi vazduh zagrijava, odnosno hladi, prije uvođenja u prostor. Kod ovakvog principa ventilacije nije potrebno dodatno provjetravanje.

