

Ministarstvo ekonomije CG & GIZ

***Obuka lica za vršenje energetskih pregleda i sertifikovanje zgrada***

Mašinski fakultet i Arhitektonski fakultet UCG

Podgorica, 17.03.2011.

ARHITEKTONSKI PARAMETRI EEZ – **MJERE** EEZ – ARHITEKTONSKI DOMEN  
(INTERVENCIJE NA ELEMENTIMA OMOTAČA KOD POSTOJEĆIH ZGRADA)  
[Arhitektura\_6]

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

Arhitektonski fakultet u Podgorici

## Adaptacija i rekonstrukcija postojećih zgrada u cilju povećanja energetske efikasnosti – energetska sanacija/rehabilitacija zgrada

- **Sektor postojećih zgrada** predstavlja značajan potencijal za primjenu mjera EE zbog izražene neracionalnosti u potrošnji energije, velikih toplotnih gubitaka zbog loše toplotne zaštite i nerazvijene svijesti korisnika o potrebi za štednjom energije.
- Prije svakog zahvata u poboljšanje energetske efikasnosti potrebno je sprovesti **energetski pregled zgrade**, kako bi se utvrdilo stvarno stanje njenih energetskih karakteristika i predložile mjere povećanja EEZ.
- Prilikom rekonstrukcije treba razmotriti **mogućnosti korišćenja stimulativnih modela finansiranja** u oblasti EEZ.
- Energetskom obnovom starih zgrada, naročito onih građenih prije 1980. godine, **moguće je postići uštedu u potrošnji toplotne energije i preko 60%.**

# Adaptacija i rekonstrukcija postojećih zgrada u cilju povećanja energetske efikasnosti (2)

## Mjere za povećanje EEZ uz male troškove i brzi povraćaj sredstava - investicije (do 3 godine):

- zabrtviti prozore i balkonska vrata
- provjeriti i popraviti okove na prozorima i vratima
- izolovati niše za radijatore i kutije za roletne
- toplotno izolovati postojeći kosi krov ili tavanicu prema negrijanom tavanu
- redukovati gubitke toplote kroz prozore ugradnjom (spoljašnjih) roletni, grilja i sl.
- ugraditi termostatske ventile na radiatorima
- redovno servisirati i podešavati sistem grijanja i hlađenja
- ugraditi automatsku kontrolu i nadzor energetike kuće
- ugraditi štedlive sijalice u rasvjetna tijela
- zamijeniti postojeće potrošače energetski efikasnijima - energetske klase A.

# Adaptacija i rekonstrukcija postojećih zgrada u cilju povećanja energetske efikasnosti (3)

## **Mjere za povećanje energetske efikasnosti uz nešto veće troškove i duže razdoblje povraćaja investicije (više od 3 godine):**

- zamijeniti prozore i balkonska vrata kvalitetnijim prozorima u toplotno-izolacionom smislu (preporučeno  $U$  prozora 1,1 - 2,0 W/m<sup>2</sup>K)
- toplotno izolovati cjelokupni omotač zgrade: zidove, podove, krov, kao i površine prema negrijanim prostorima
- izgraditi vjetrobran na ulazu u kuću
- sanirati i obnoviti dimnjak
- izolovati cijevi za toplu vodu i bojler
- analizirati sistem grijanja i hlađenja u zgradi i po potrebi ga zamijeniti energetski efikasnijim sistemom, i dodatno ga kombinovati s obnovljivim izvorima energije.

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača kod postojećih zgrada

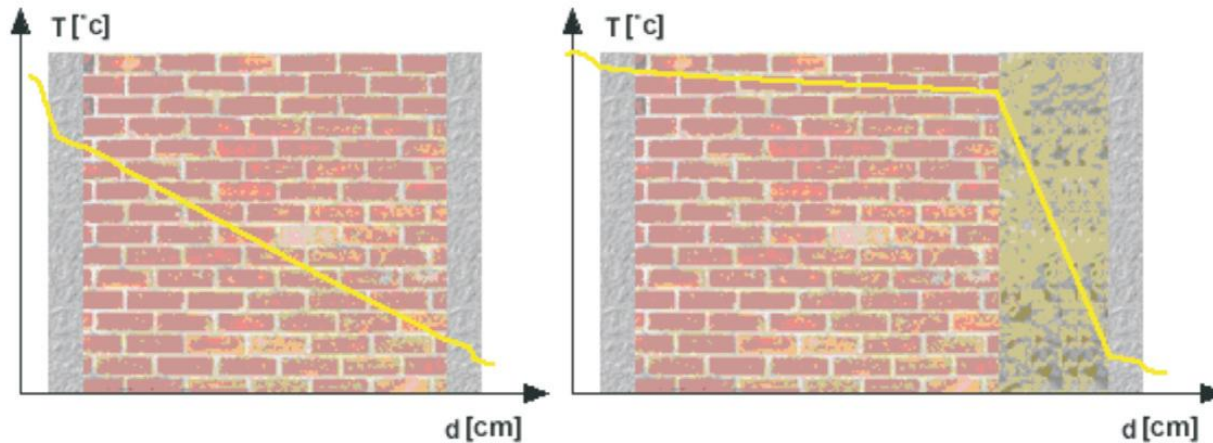
### • Fasada •

- Toplotnu izolaciju (TI) fasade, po pravilu, treba izvoditi dodavanjem novog toplotno-izolacionog sloja **sa spoljašnje strane**.
- Izvedba toplotne izolacije **sa unutrašnje strane**, nepovoljna je sa aspekta građevinske fizike, a često je i skuplja zbog potreba dodatnog rješavanja problema difuzije vodene pare, strožijih zahtjeva u pogledu zaštite od požara, gubitka korisnog prostora i dr. Izrada TI sa unutrašnje strane zida je fizikalno lošija, jer značajno mijenja toplotni tok u zidu i osnovni noseći sloj zida postaje hladniji.
- **Kod izvedbe TI sa spoljašnje strane zida** moguća su **dva rješenja završnog sloja**:
  - **Prvo rješenje** karakteriše izvedba spoljašnjeg zaštitnog sloja lijepljenjem po cijeloj površini na TI sloj – **kontaktna fasada**.
  - **Kod drugog rješenja** zaštitni sloj je u obliku pojedinačnih elemenata, učvršćenih na odgovarajuću potkonstrukciju, tako da između zaštitne obloge i TI ostaje sloj vazduha koji je ventilisan – **ventilisana fasada**.

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača kod postojećih zgrada

### • Fasada (2)•



→ U slučaju neizolovanog zida od šuplje opeke debljine 19 cm

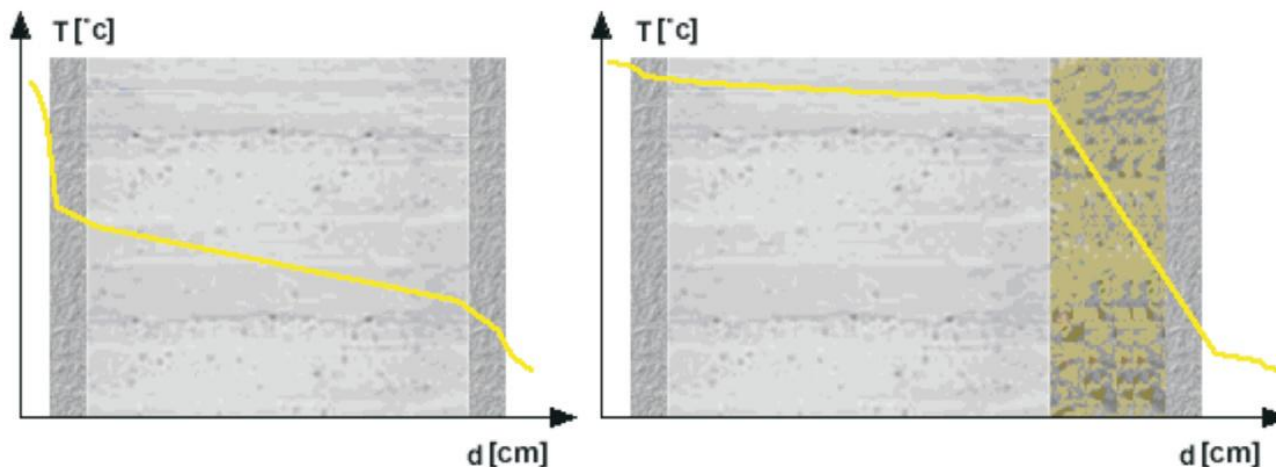
$U = 1,67 \text{ W/m}^2\text{K}$  – toplotni gubici  $\approx 134 \text{ kWh/m}^2$  zida

→ U slučaju zida od šuplje opeke 19 cm **sa toplotnom izolacijom 10 cm** od kamene vune  $U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$  – toplotni gubici  $\approx 26 \text{ kWh/m}^2$  zida

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača kod postojećih zgrada

### • Fasada (3) •



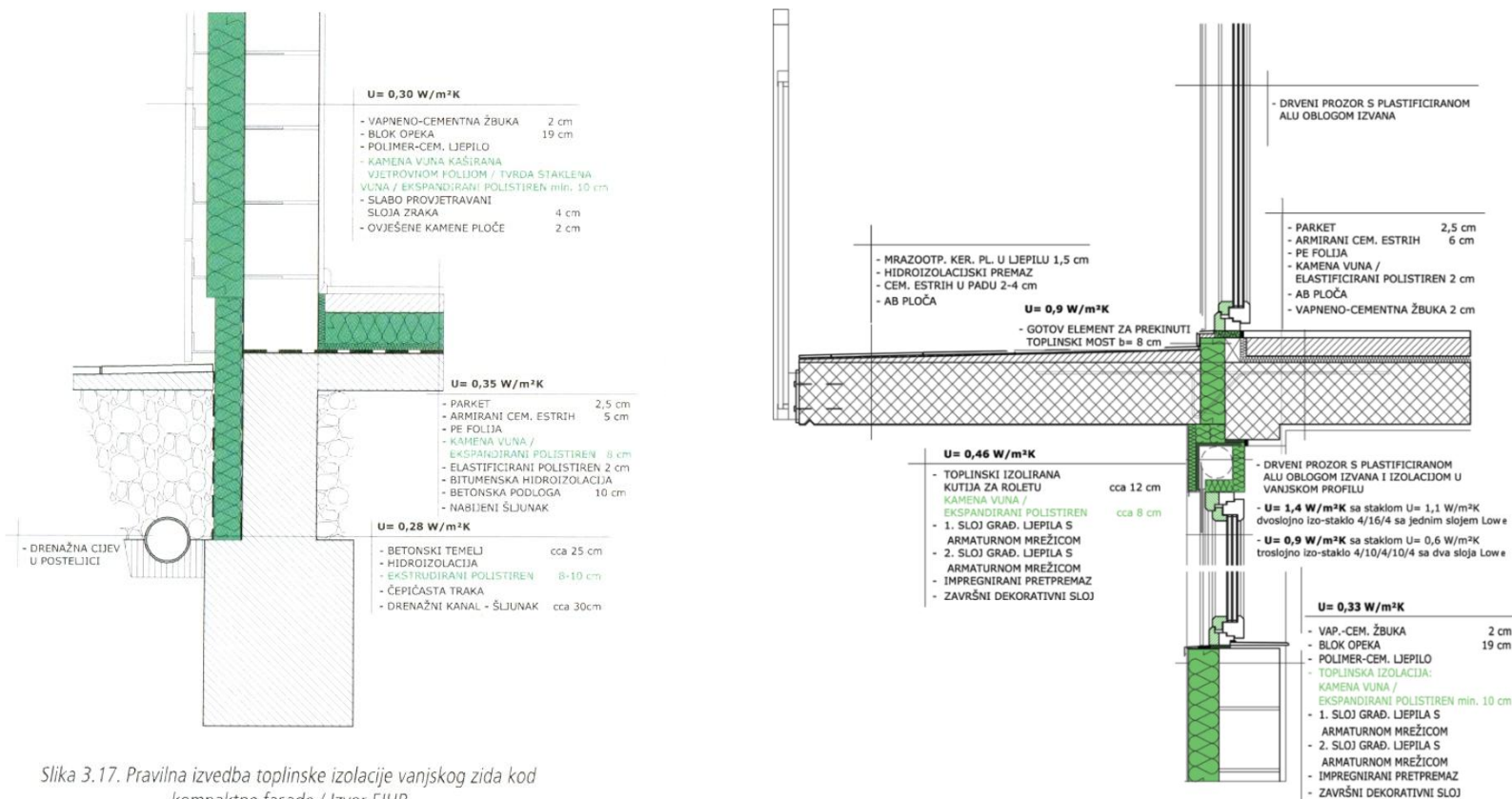
→ U slučaju neizolovanog AB zida debljine 20 cm  
 $U = 3,20 \text{ W/m}^2\text{K}$  – toplotni gubici  $\approx 256 \text{ kWh/m}^2$  zida

→ U slučaju AB zida **sa toplotnom izolacijom 10 cm** kamene vune  
 $U = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$  – toplotni gubici  $\approx 28 \text{ kWh/m}^2$  zida

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača kod postojećih zgrada

### Fasada – detalji rješavanja toplotnih mostova



Slika 3.17. Pravilna izvedba toplotne izolacije vanjskog zida kod kompaktne fasade / Izvor EIHP



## Mjere EEZ – Arhitektonski domen

### Intervencije na elementima omotača kod postojećih zgrada

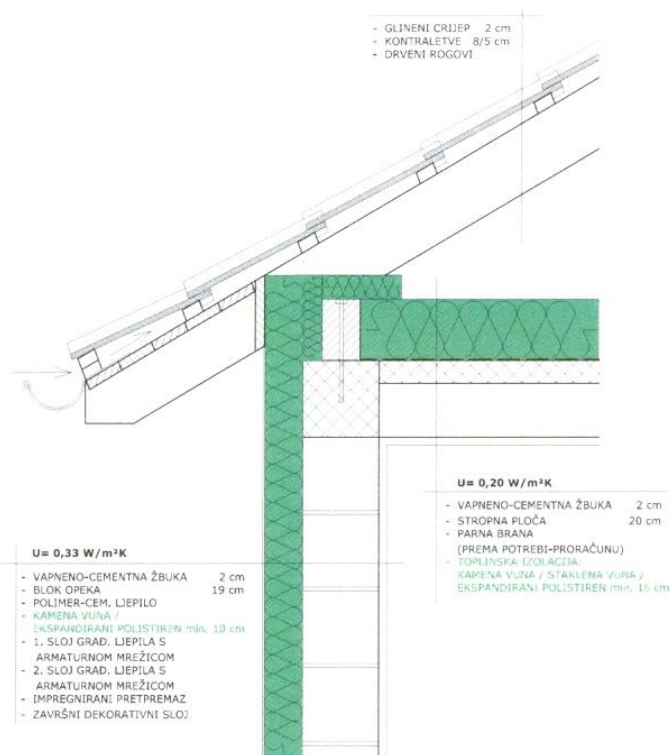
#### • Kosi krov •

- **U slučajevima kada se prostor ispod kosog krova koristi za stanovanje**, često se pojavljuju veliki toplotni gubici zimi, ali i još veći problem pregrijavanja ljeti. Ako krov nije toplotno izolovan, kroz njega može proći i 30% toplote.
- **Naknadna toplotna izolacija krova** je jednostavna i ekonomski vrlo isplativa, jer je povratno razdoblje investicije od 1 do 5 godina. Za toplotnu izolaciju kosih krovova treba koristiti nezapaljive i paropropusne toplotno-izolacione materijale, kao što je npr. kamena vuna. Detalj spoja toplotne izolacije spoljnog zida i krova treba riješiti bez toplotnih mostova.
- **Ako se prostor ispod kosog krova ne grije**, tj. nije namijenjen za stanovanje, toplotnu izolaciju treba postaviti na tavanicu zadnje etaže prema negrijanom tavanu.

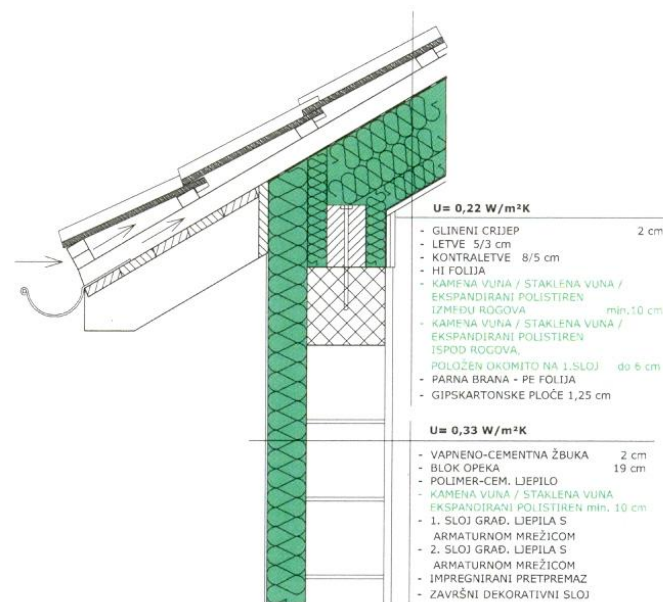
# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača kod postojećih zgrada

### Kosi krov – detalji TI i rješenja toplotnih mostova



Slika 3.19. Pravilna izvedba toplinske izolacije stropa prema negrijanom tavanu i spoja sa zidnom izolacijom / Izvor EIHP



Slika 3.18. Pravilna izvedba toplinske izolacije kosog krova i spoja sa zidnom izolacijom kod lagane krovne konstrukcije / Izvor EIHP

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača kod postojećih zgrada

### Kosi krov i ravni krov

- **Toplotna izolacija kod kosog krova**

- **Preporučena debljina toplotne izolacije** zavisi od klimatske zone.
- **Izolaciju treba postaviti u dva sloja:** jedan sloj između rogova, a drugi sloj ispod rogova (prema kondicioniranom prostoru), kako bi se ublažili/eliminirali toplotni mostovi. Unutrašnja obloga najčešće se rješava gips-kartonskim pločama ili oblogama od drveta (lamperija).

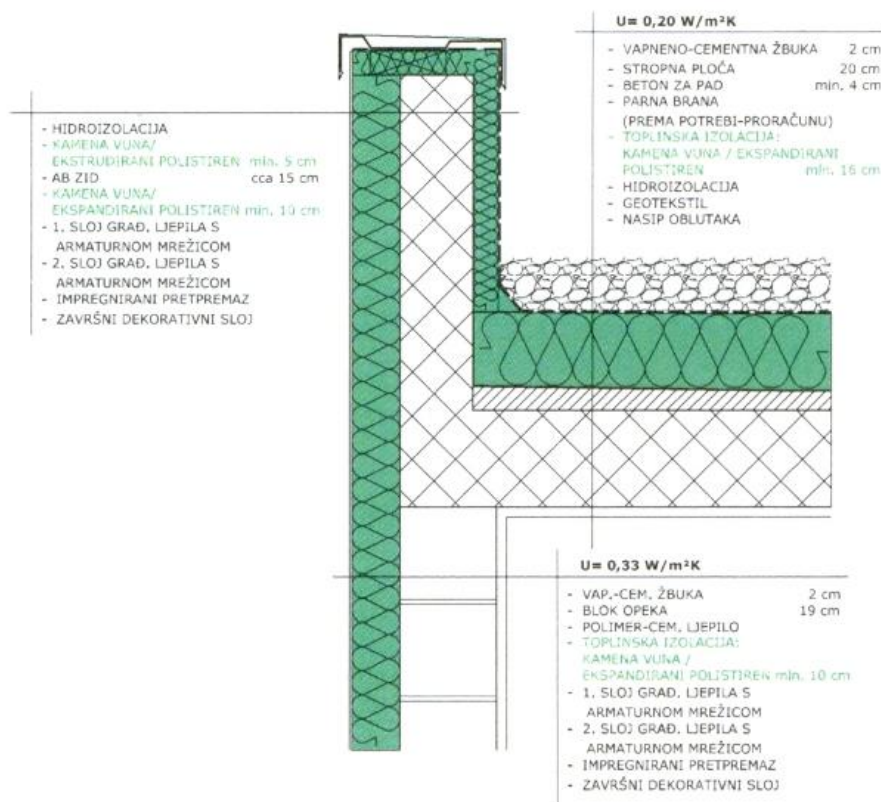
- **Toplotna izolacija kod ravnog krova**

- **Ravni krovovi** su najviše izloženi atmosferskim uticajima od svih spoljašnjih konstrukcija zgrade. Zato je važno kvalitetno ih izolovati i toplotnom i hidroizolacijom, pri čemu veliki značaj ima i pravilno rješavanje odvodnjavanja (geometrija slivnih ravni).
- Ravni krov može biti riješen kao prohodni, neprohodni ili tzv. zeleni krov. Pomenuta rješenja prepoznatljiva su po završnoj obradi krova (betonske ploče, granulirani šljunak, zatravnjeni supstrat).

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača od postojećih zgrada

### Ravni krov – primjena TI (detalj atike)



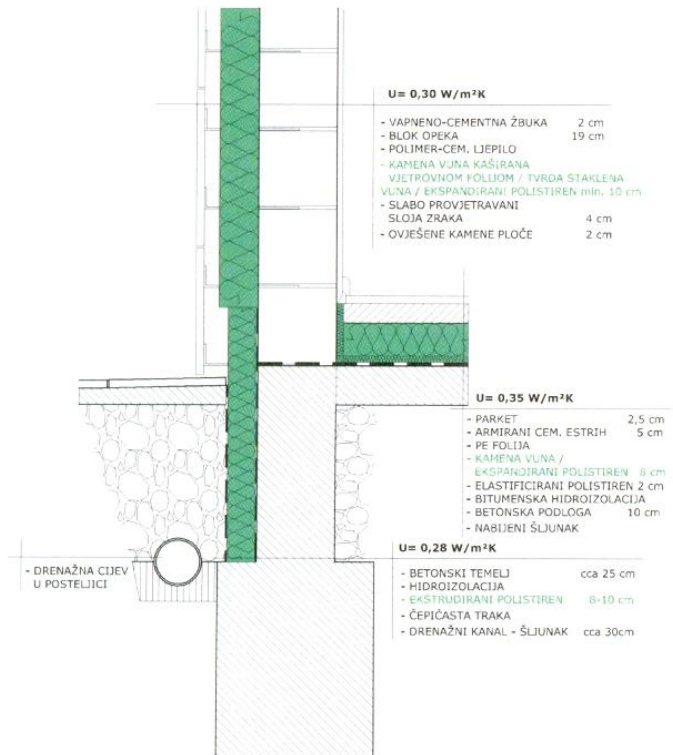
Slika 3.20. Pravilna izvedba toplinske izolacije ravnog krova i spoja sa zidnom izolacijom / Izvor EIHP

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača od postojećih zgrada

### Pod na tlu – primjena TI (detalj povezivanja sa fasadom)

- **Toplotni gubici prema terenu** (kroz konstrukciju poda na tlu): do 10% ukupnih toplotnih gubitaka. Naknadna TI kod postojećih zgrada uglavnom je ekonomski neisplativa, zbog većih građevinskih zahvata koji je prate.
- **Ekonomski vrlo isplative mjere – primjene TI su:**
  - ✓ toplotna izolacija međuspratne konstrukcije **prema negrijanom tavanu**, i
  - ✓ toplotna izolacija podne konstrukcije **prema negrijanom podrumu**, i
  - ✓ toplotna izolacija međuspratne konstrukcije **iznad otvorenih prolaza**.



Slika 3.17. Pravilna izvedba toplinske izolacije vanjskog zida kod kompaktne fasade / Izvor EIHP

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača od postojećih zgrada

### • Prozor •

- **Prozor** je najdinamičniji dio omotača zgrade koji istovremeno djeluje kao prijemnik koji propušta sunčevu energiju u prostor, i kao zaštita od spoljašnjih uticaja i toplotnih gubitaka. Gubici kroz prozore obuhvataju transmisijske gubitke, kao i gubitke ventilacijom, tj. provjetravanjem.
- Ako se saberu transmisijski toplotni gubici kroz prozore i gubici usljed provjetravanja, **ukupni toplotni gubici kroz prozore predstavljaju više od 50%** toplotnih gubitaka zgrade.
- Prema Pravilnicima o EEZ u CG (u pripremi), koeficijent prolaza toplote za prozore i balkonska vrata može iznositi maksimalno  $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Na starim zgradama koeficijent  $U$  prozora kreće oko  $3,00\text{--}3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$  i više (gubici toplote kroz takav prozor iznose prosječno  $240\text{--}280 \text{ kWh/m}^2$  godišnje)
- **Na savremenim niskoenergetskim i pasivnim kućama** taj se koeficijent kreće  $0,80\text{--}1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Preporuka za vrijednost koeficijenta  $U$  za prozore kod savremene energetske efikasne zgrade je  $U < 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača od postojećih zgrada

### • Prozor (2)•

- Kod ukupnih toplotnih gubitaka prozora **uzimaju se u obzir i staklo i prozorski okviri.**
- **Prozorski okviri (profili)**, nezavisno od vrste materijala od kojeg se izrađuju, moraju obezbijediti: dobro brtvljenje, prekid toplotnog mosta (u profilu), jednostavno otvaranje i nizak koeficijent prolaza toplote. **Stakla** se izrađuju kao izolaciona, dvoslojna ili troslojna, sa međuprostorima punjenim različitim gasovima i uz primjenu navlaka niske emisije (Low e) koje poboljšavaju energetske karakteristike.



# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača od postojećih zgrada

### • Prozor (3) •

- Na **vrijednost koeficijenta U stakla** utiču sljedeći činioci:

#### → Dimenzije i broj međuprostora

Koeficijent U smanjuje se većim brojem međuprostora i većom širinom tih međuprostora. Dakle niža vrijednost koeficijenta U može se postići upotrebom dvoslojnih ili troslojnih izo stakala - npr.: 4+10+4+10+4 (3 stakla debljine 4 mm na razmacima od 10 mm).

#### → Punjenje međuprostora gasovima

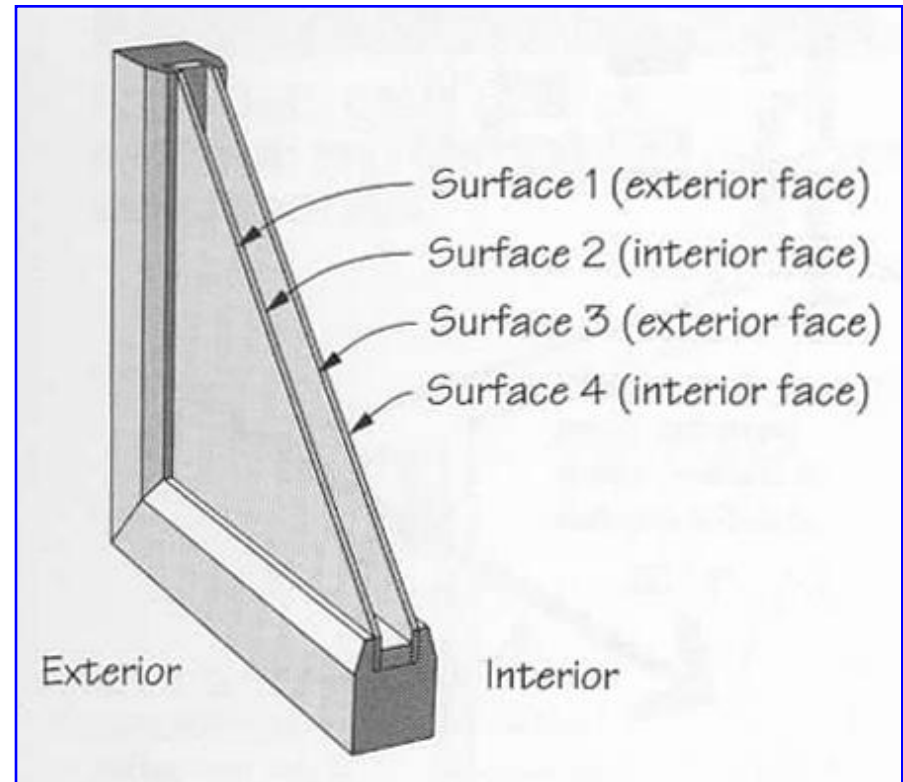
Punjenje međuprostora izo stakla nekim od gasova (argon, krypton i sl.), koeficijent U može se značajno smanjiti.



## Mjere EEZ – Arhitektonski domen

### Prozor – primjena stakla niske emisije (low- $\epsilon$ prevlaka - "coating ")

- **Odabir i primjena stakla**
- Debljina stakla vrlo malo utiče na koeficijent U, ali ga zato **upotreba stakla niske emisije (low-e staklo)** značajno smanjuje. Low-e stakla imaju navlaku od metalnog filma na površini prema međuprostoru koji propušta kratko-talasna zračenja (sunčeva svjetlost), a reflektuje dugo-talasna (toplotna) zračenja.
- **Low- $\epsilon$  prevlake** se postavljaju na različite površine u cilju postizanja različitih efekata. Položaj prevlake (navlake) ne utiče na koeficijent prolaza toplote (U).



# Mjere EEZ – Arhitektonski domen

## Intervencije na elementima omotača od postojećih zgrada

### Prozor – karakteristični detalji

