

Ministarstvo ekonomije CG & GTZ

Obuka lica za vršenje energetskih pregleda i sertifikovanje zgrada

Mašinski fakultet i Arhitektonski fakultet UCG

Podgorica, 01.03.2011.

ARHITEKTONSKI PARAMETRI EEZ – TOPLOTNA IZOLACIJA ZGRADE,
TOPLOTNI BILANS, OBLICI PRENOŠENJA TOPLOTE
[Arhitektura_2a]

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

Arhitektonski fakultet u Podgorici

Toplotna izolacija zgrade

➤ **TOPLOTNA IZOLACIJA:** Principi rješavanja problema zasnovani na oblastima primijenjene fizike:

⇒ **GRAĐEVINSKA FIZIKA (FIZIKA ZGRADE)**

➤ **TRI OSNOVNA ZADATKA TOPLOTNE IZOLACIJE:**

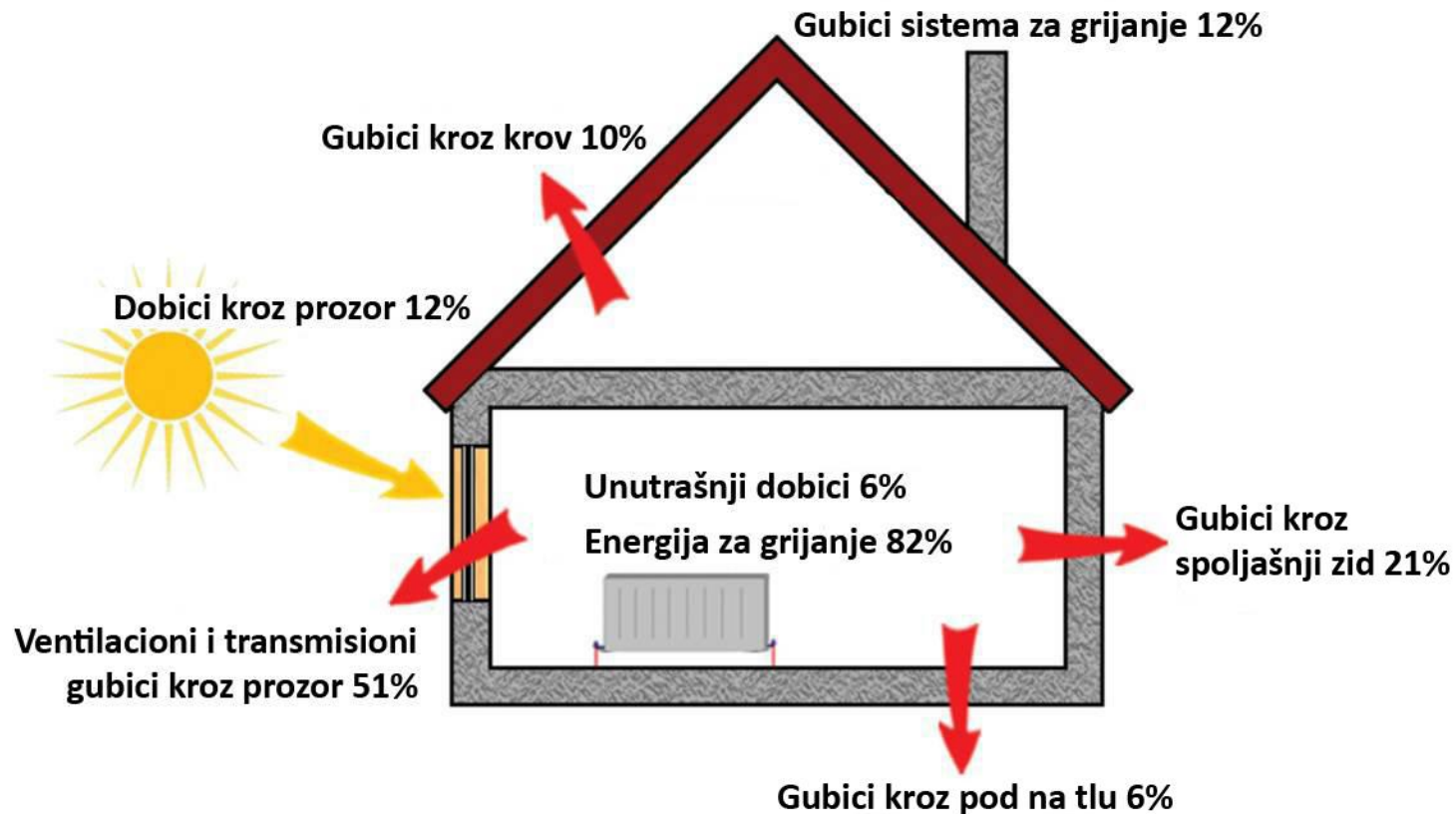
- **1** – da obezbijedi uslove zdravog boravka i toplotne ugodnosti (**aspekt toplotnog komfora**)
- **2** – da obezbijedi ispravno funkcionisanje konstrukcija – u prvom redu spoljašnjih konstrukcija zgrade (**aspekt trajnosti konstrukcija i objekta**)
- **3** – da obezbijedi uštedu energije – racionalnu potrošnju energije za grijanje i hlađenje prostora (**aspekt ekonomije, ali istovremeno i ekološke razvojne strategije**)

Toplotna izolacija zgrade

- Oblast uređuju standardi grupe:
JUS U. J5. – Toplotna tehnika u građevinarstvu
- Osnov razmatranja: zimsko razdoblje (!)
- **Analiza OBJEKTA (zgrade):**
 - **faktor oblika** (odnos površine i zapremine objekta)
 - **toplotni gubici:** transmisioni (linijski + specifični i ukupni)
- **Analiza KONSTRUKCIJA (pregrada):**
 - **toplotna izolacija**
 - **difuzija vodene pare**
 - **toplotna stabilnost spoljašnjih građ. konstrukcija u ljetnjem razdoblju**

Analiza/provjera na nivou objekta:

Toplotni (energetski) bilans zgrade: toplotni gubici (i dobici)



Energetski bilans kod porodične kuće (Izvor: "EIHP")

Analiza/provjera na nivou objekta:

Toplotni bilans – toplotni gubici zgrada

- Osim provjere termičkih karakteristika pojedinačnih konstrukcija, **toplotna zaštita zgrada** iziskuje i provjeru na nivou čitavog objekta, za šta se uzimaju u obzir **ukupni toplotni gubici**, koji mogu biti:

- **transmisioni** (Φ_t)

- **ventilacioni** (Φ_v)

▶ TRANSMISIONI TOPLOTNI GUBICI

- **Transmisioni toplotni gubici**: gubici koji nastaju kondukcijom kroz omotač objekta, kao posljedica razlike u temperaturi vazduha spolja-unutra, uključujući i gubitke koji se javljaju kod konstrukcija koje sadrže vazdušne slojeve (na mjestu kontakta konstrukcije sa vazduhom i kao posljedica konvekcije).

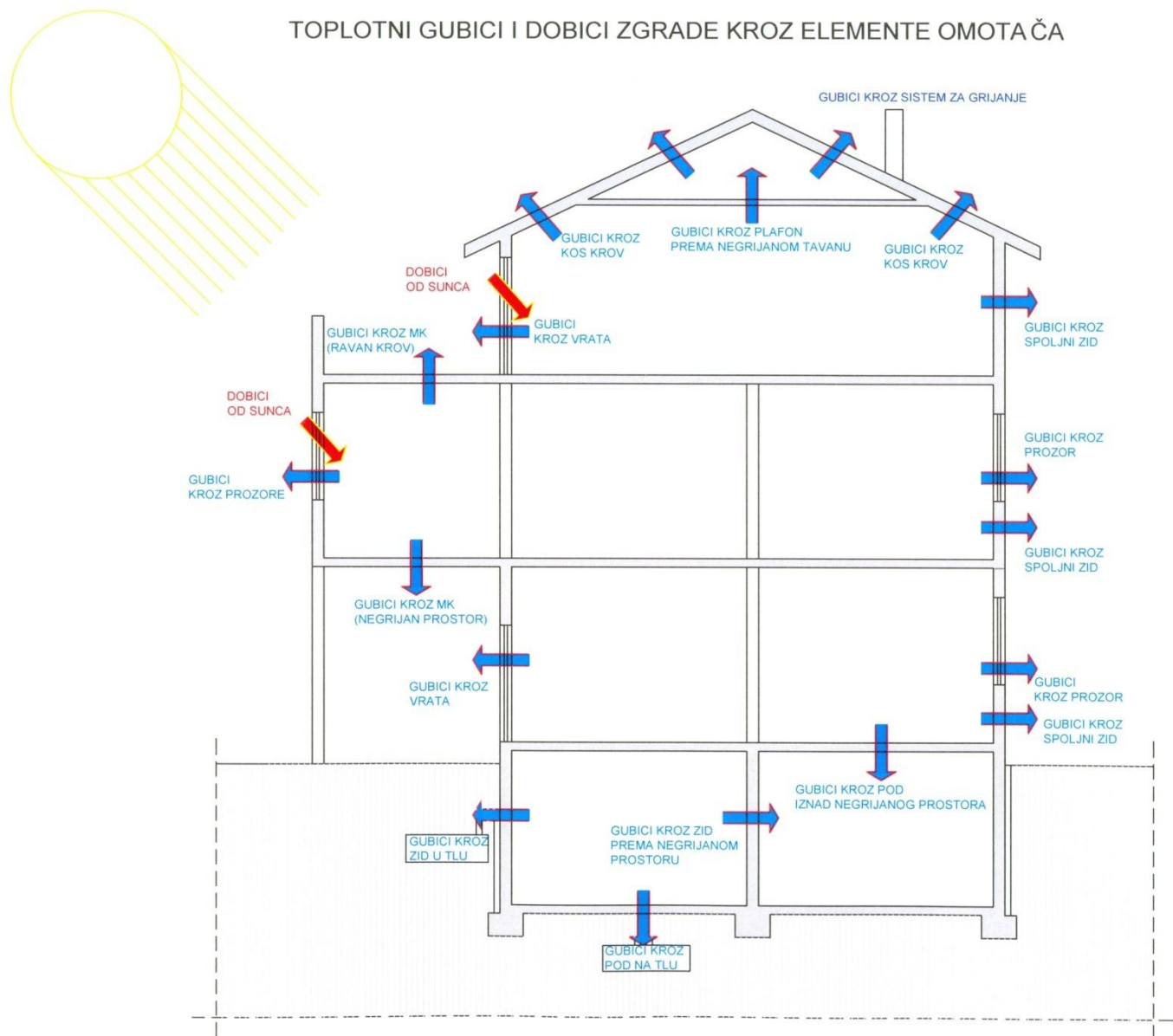
→ **transmisioni toplotni gubici**: **površinski** (Φ_{tp}), **linijski** (Φ_{tl}) i **tačkasti** (Φ_{tt})

- **Napomena:**

- **JUS standardima nisu** ustanovljene procedure za proračun solarnih toplotnih dobitaka (kroz staklene djelove omotača – prozore)

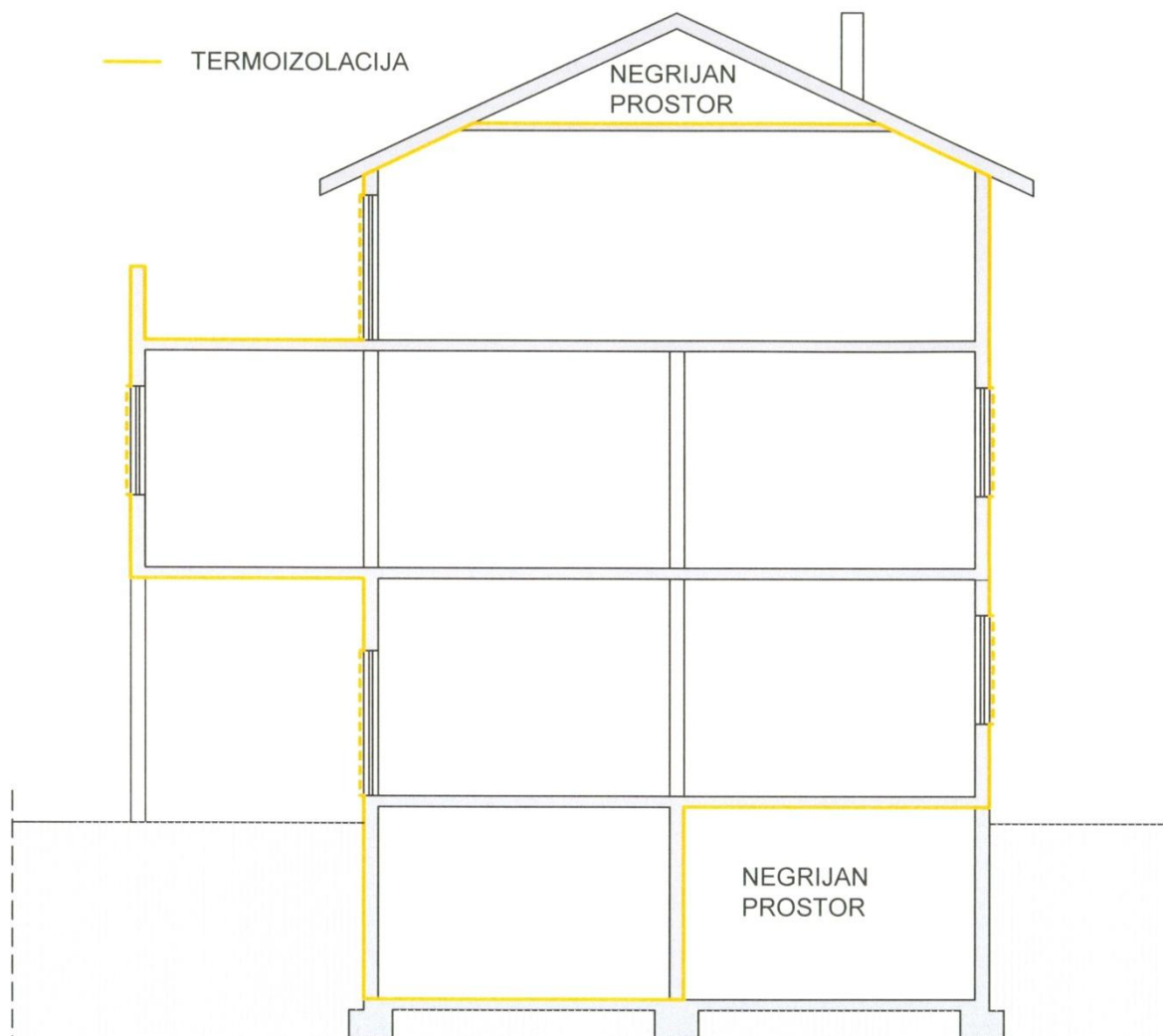
- **EN, ISO standardima su ustanovljene** procedure za proračun svih oblika toplotnih gubitaka, ali i toplotnih dobitaka (kako od insolacije, tako i od opreme i ljudi)

Toplotni gubici i dobici kroz elemente omotača: analiza toplotnih tokova na presjeku zgrade



Principi primjene toplotne izolacije: analiza presjeka zgrade

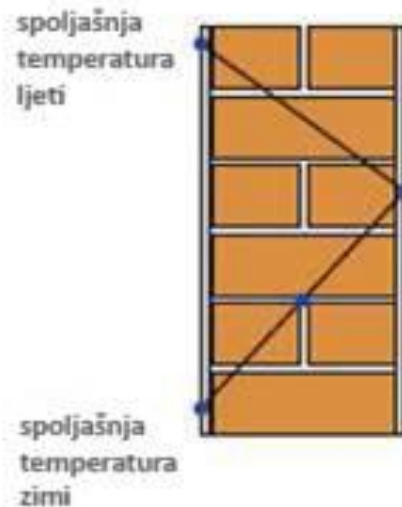
KRITERIJUM ZA PRIMJENU TERMOIZOLACIJE - ELEMENTI OMOTAČA



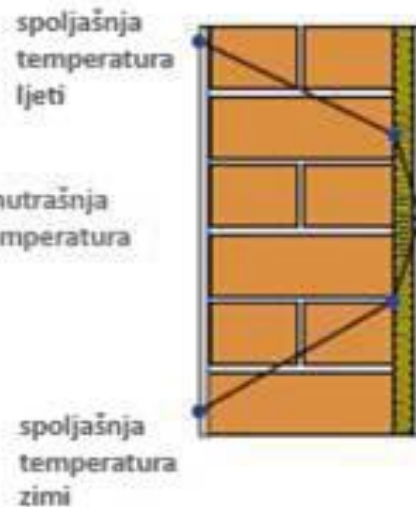
Analiza/provjera na nivou pojedinačnih konstrukcija:

Prolaz toplote kroz čvrste pregrade (zid)

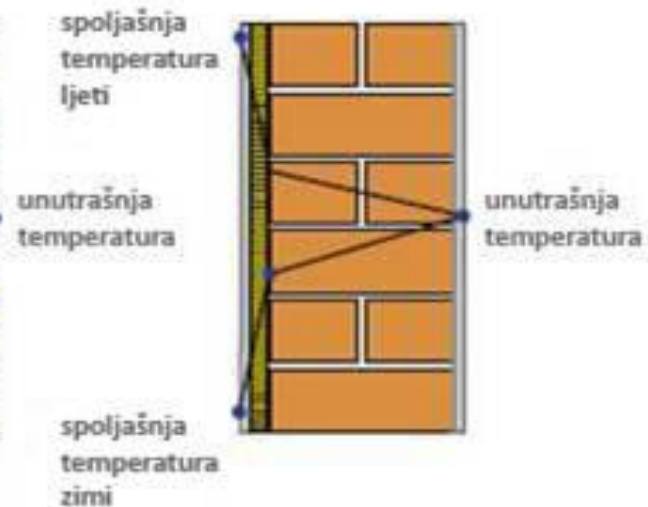
(Proces prenošenja toplote iskazuje promjena **temperature** po slojevima)



protok temperature
u zidu bez toplotne
izolacije



protok temperature
u zidu sa unutrašnjom
toplotnom izolacijom



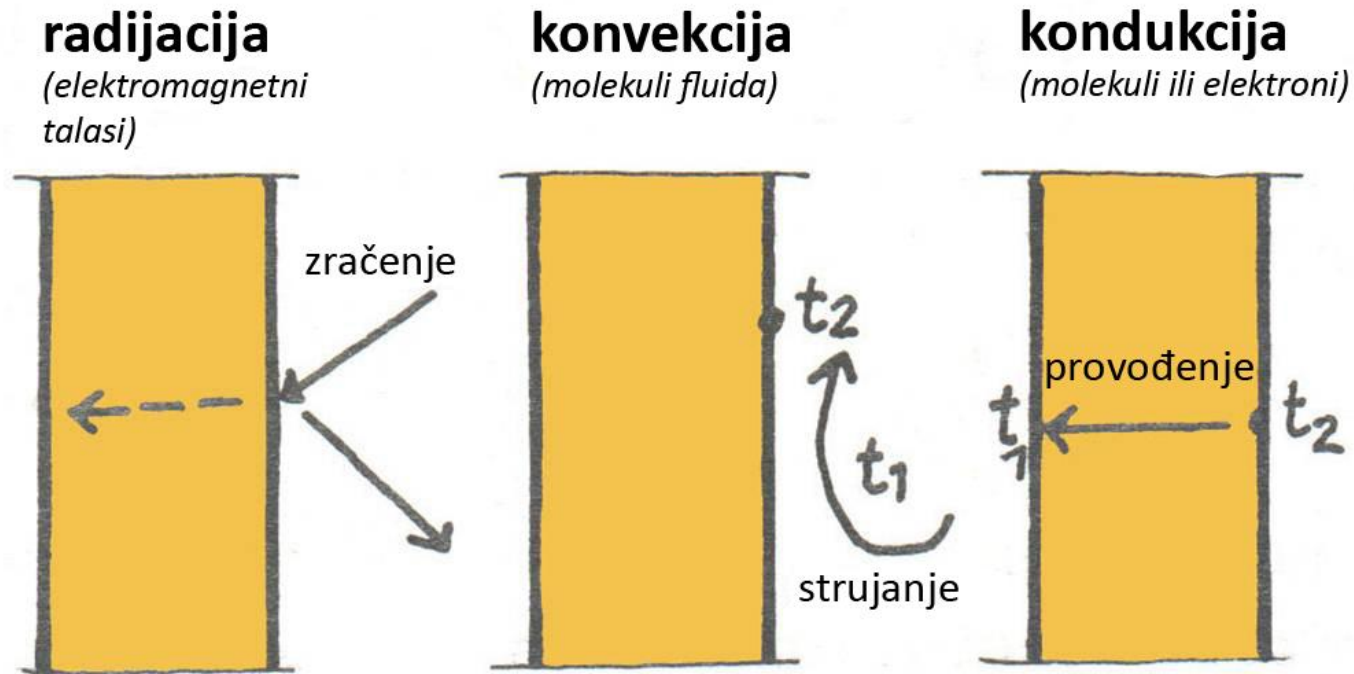
protok temperature
u zidu sa spoljašnjom
toplotnom izolacijom

Toplotna izolacija zgrade: predmet standarda

⇒ ANALIZA KONSTRUKCIJA (PREGRADA):

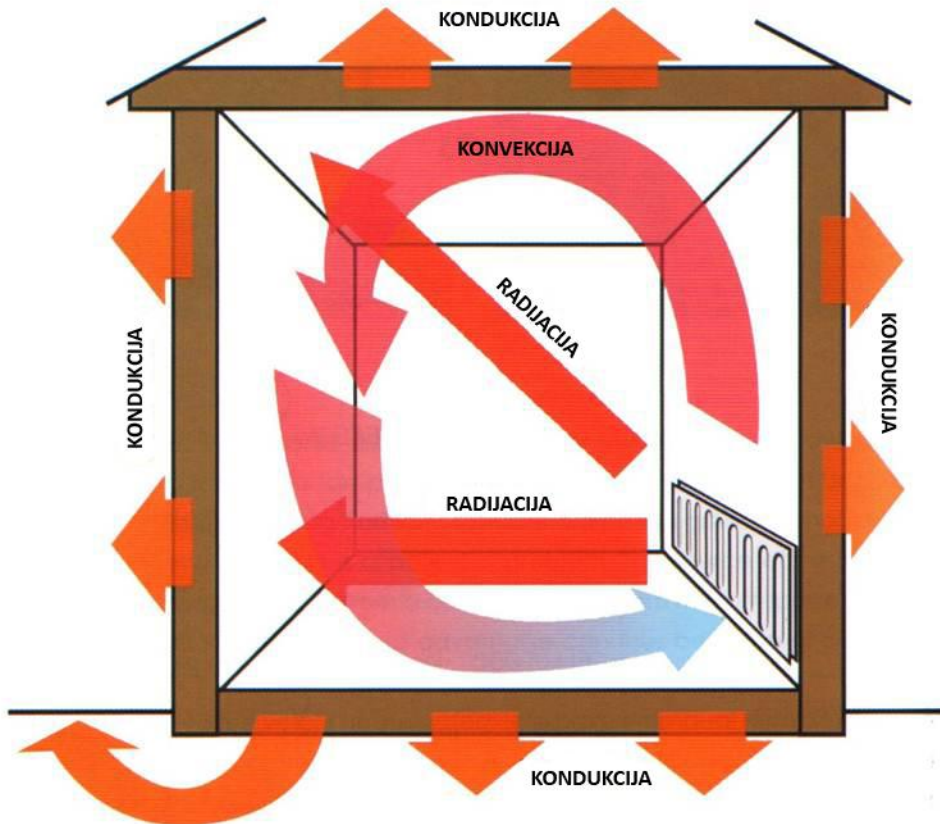
- **toplotna izolacija** građevinske konstrukcije – pregrade
 - karakteriše je koeficijent prolaza toplote “**k**” **odnosno** “**U**”
 - metode proračuna definiše JUS U. J5. **510** :1998 (:1987)
 - **difuzija vodene pare** kroz građ. konstrukcije u zgradama
 - metode proračuna definiše JUS U. J5. **520** :1997
 - **toplotna stabilnost** spoljašnjih građ. konstrukcija u ljetnjem razdoblju
 - metode proračuna definiše JUS U. J5. **530** :1997
- ⇒ **OCJENA** analiziranih / izračunatih **karakteristika – objekta i konstrukcija** – vrši se prema metodama i kriterijumima koje definiše:
- **Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada: JUS U. J5. 600**

Osnovi nauke o toploti: oblici prenošenja toplote

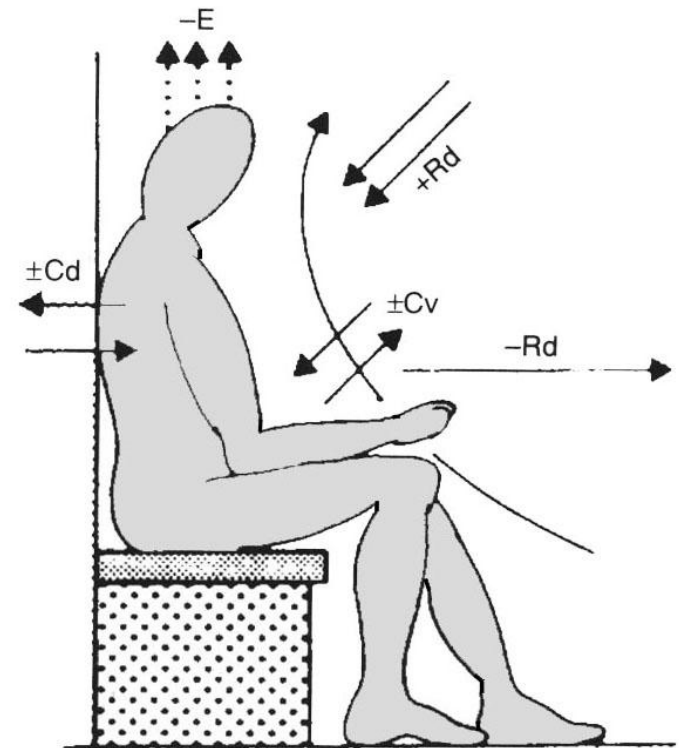


Oblici prenošenja toplote

Oblici prenošenja toplote u zgradi:
kondukcija, konvekcija, radijacija



Oblici razmjene toplote tijela sa
okolinom – uspostavljanje toplotnog
komfora (fiziološki aspekti)



Osnovi nauke o toploti

Oblici prenošenja toplote: **kondukcija** (provođenje)

- Pitanja **kondukcije** (provođenja) i **konvekcije** (strujanja) toplote iziskuju definisanje određenih pojmova:

➤ **Toplotni fluks** – količina toplote u jedinici vremena, odnosno, brzina prenošenja toplotne energije

$$\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta \tau} = \left[\frac{\text{J}}{\text{s}} \right] = \text{W}$$

➤ **Gustina toplotnog fluksa** – toplotni fluks po jedinici površine, odnosno, toplotna energija koja u jedinici vremena prođe kroz jediničnu površinu

$$\Phi_A = \frac{\Delta Q}{\Delta \tau \cdot A} = \left[\frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \right] = \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$

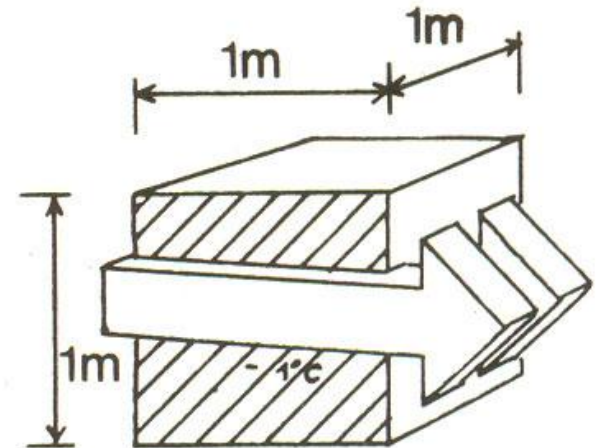
Oblici prenošenja toplote: **kondukcija** (provođenje)

Koeficijent toplotne provodljivosti

Provođenje toplote

Sposobnost materijala da kroz svoju masu prenese toplotu kao posljedicu razlike u temperaturi između njegovih dviju površina predstavlja njegovu **toplotnu provodljivost** ili **provodnost** λ

$$\lambda = \frac{\Phi_A \cdot d}{\Delta t} = \left[\frac{W}{m \cdot ^\circ K} \right]$$



Def.: Količina toplote koja u sekundi prođe kroz sloj materijala debljine 1m, upravno na površinu od 1m² ako razlika u temperaturi njegovih graničnih površina u stacionarnom stanju iznosi 1°K

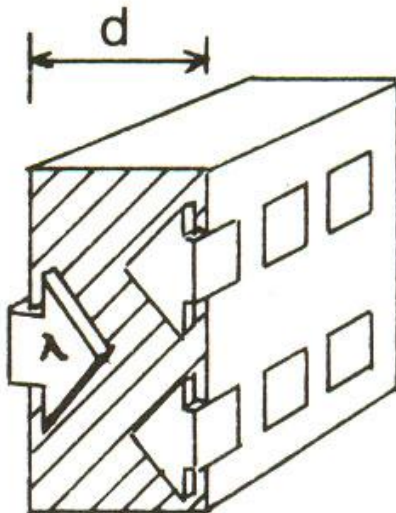
- **Koeficijent toplotne provodljivosti** λ je **svojstvo određenog materijala.**

Oblici prenošenja toplote: **kondukcija** (provođenje)

Koeficijent toplotne propustljivosti

Provođenje toplote

- *Koeficijent toplotne propustljivosti λ – svojstvo konstrukcije (građ.elemenata)*



Def.: Količina toplote koja se propusti u jednoj sekundi kroz neku građevinsku konstrukciju, upravno na njenu jediničnu površinu, ukoliko je razlika temperature u stacionarnom stanju između njenih graničnih površina 1°K.

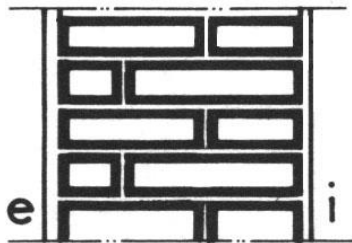
Oblici prenošenja toplote: **kondukcija** (provođenje)

Koeficijent **toplotne propustljivosti**

- **Koeficijent toplotne propustljivosti Λ – svojstvo konstrukcije**

Homogene

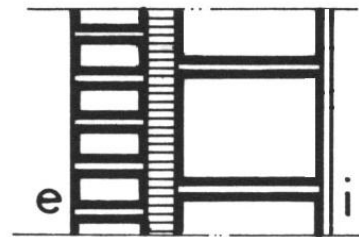
(*jednoslojne* konstrukcije)



$$\Lambda = \frac{\lambda}{d} = \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \right]$$

Konstrukcije sa više homogenih slojeva

(*višeslojne* konstrukcije)



$$\sum_{i=1}^n \Lambda_i = \frac{\lambda_1}{d_1} + \frac{\lambda_2}{d_2} + \dots + \frac{\lambda_n}{d_n} = \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \right]$$

Oblici prenošenja toplote: **konvekcija** (prelaz toplote)

Koeficijent **prelaza toplote**

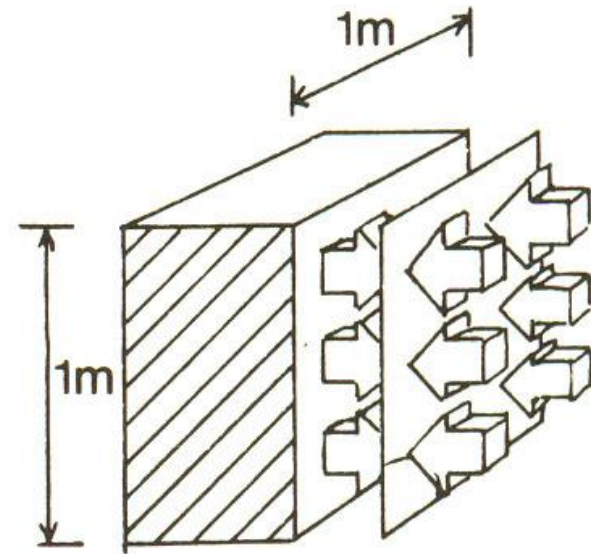
Prelaz toplote

Parametri definisani standardom

- *Koeficijent prelaza toplote:*

- ✓ sa **unutrašnje** strane konstrukcije
- ✓ sa **spoljašnje** strane konstrukcije

$$\alpha = \frac{\Delta Q}{\Delta \tau \cdot A \cdot \Delta t} = \frac{\Phi_A}{\Delta t} = \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \right]$$



Def.: Količina toplote koja u jednoj sekundi pređe sa čvrstog tijela na fluid ili obratno, upravno na jediničnu površinu, ukoliko je razlika u njihovoj temperaturi 1°K.

Oblici prenošenja toplote: **konvekcija** (prelaz toplote)

Koeficijent prelaza toplote

Prelaz toplote

Parametri definisani standardom :

- Otpor **granične površine**:

$$R = \frac{1}{\alpha} = \left[\frac{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}}{\text{W}} \right]$$

- Otpor koji (sama) **konstrukcija** pruža prolazu toplote:

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\Lambda_i} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} = \left[\frac{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K}}{\text{W}} \right]$$

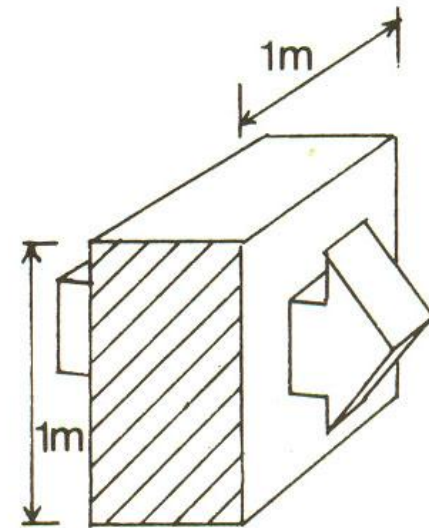
Prolaz toplote: Otpor prolazu toplote “R” i
Koeficijent prolaza toplote “k” (“U”)

- **Ukupni otpor prolazu toplote:**
(predmet standarda)

$$R_k = R_i + R + R_e$$

- **Koeficijent prolaza toplote:**
(predmet standarda)

$$k(U) = \frac{1}{R_i + R + R_e} = \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K} \right]$$



Def.: Količina toplote koja u jedinici vremena (sekundi) prođe kroz građevinsku konstrukciju, upravno na jediničnu površinu, pod uslovom da je razlika u temperaturi vazduha sa različitih strana konstrukcije 1°K.