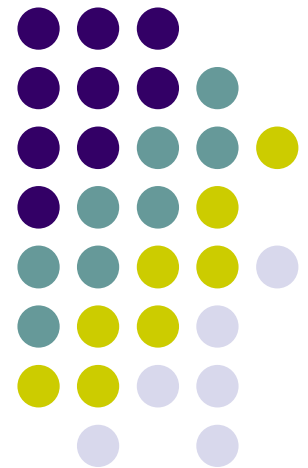
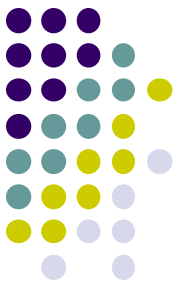


# Простирање топлоте

---

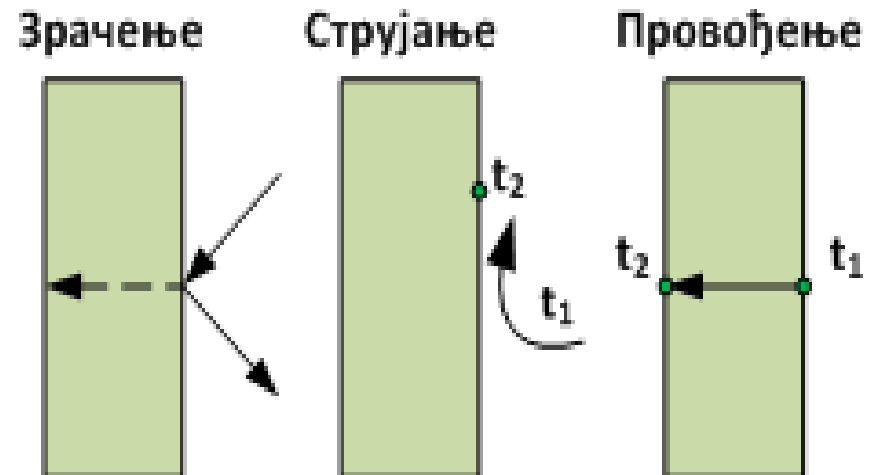


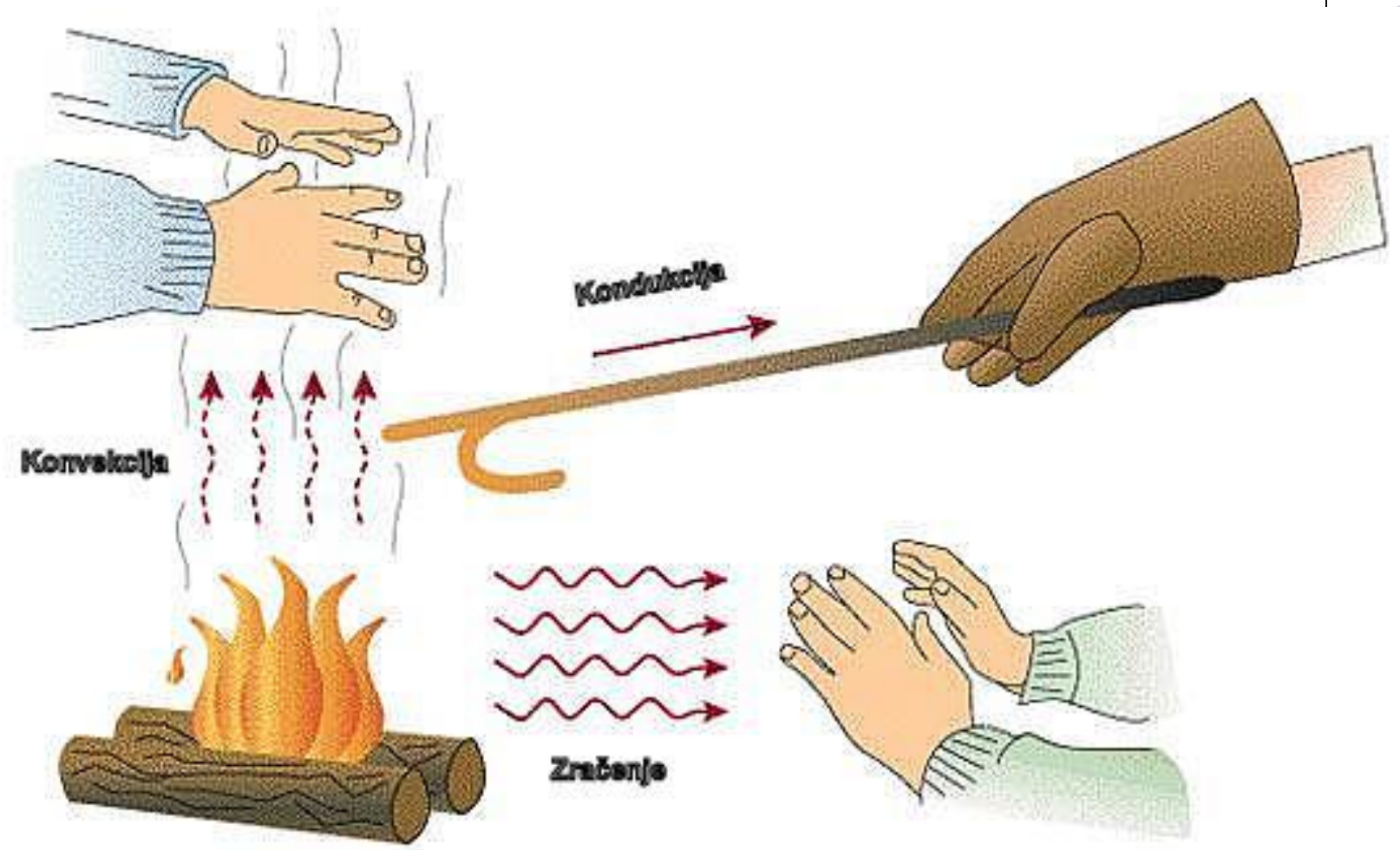
# Простирање топлоте



- Према другом закону термодинамике, топлота се креће од топлијег тела ка хладнијем телу, односно од више према нижој температури.
- На тај начин је одређен смер простирања топлоте.
- Преношење топлоте се може одвијати на 3 начина:

- Зрачењем (радијацијом)
- Струјањем (конвекцијом)
- Провођењем (кондукцијом)





# Преношење топлоте зрачењем (радијацијом)



- **Извор зрачења:** Сунце или било које тело чија је температура виша од температуре околине.
- **Начин преношења:** Топлота извора зрачења преноси се тако што се унутрашња топлотна енергија трансформише у енергију електромагнетског зрачења, пропорционално температури тела.
- Ово зрачење се назива **инфрацрвено зрачење**.
- Када електромагнетни талас стигне до чврстог тела понаша се као светлосни талас: делимично се апсорбује, а делимично рефлектује - одбија).

# Преношење топлоте зрачењем (радијацијом)



$$Q_{\text{зрачења}} = Q_{\text{reflektovano}} + Q_{\text{apsorbovano}}$$

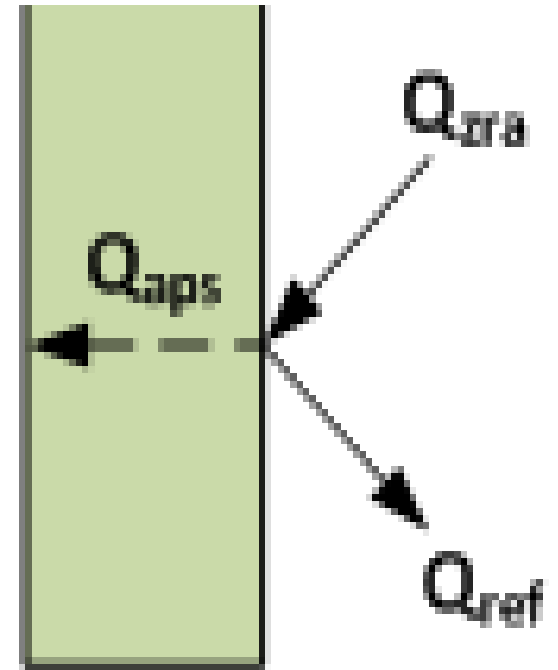
- Однос одбијене и упијене топлоте зависи:
  - од природе зрачења (таласне дужине) и
  - од природе површине материјала.
- При томе значајну улогу има боја подлоге:
  - тамна боја - загревање објеката,
  - бела боја - смањење загревања код равних кровова.

# Преношење топлоте зрачењем (радијацијом)



- Количине одбијене и упијене топлотне енергије дефинишу се коефицијентима:

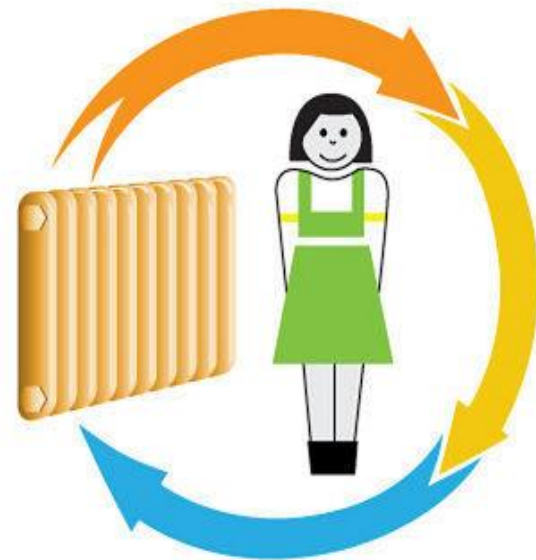
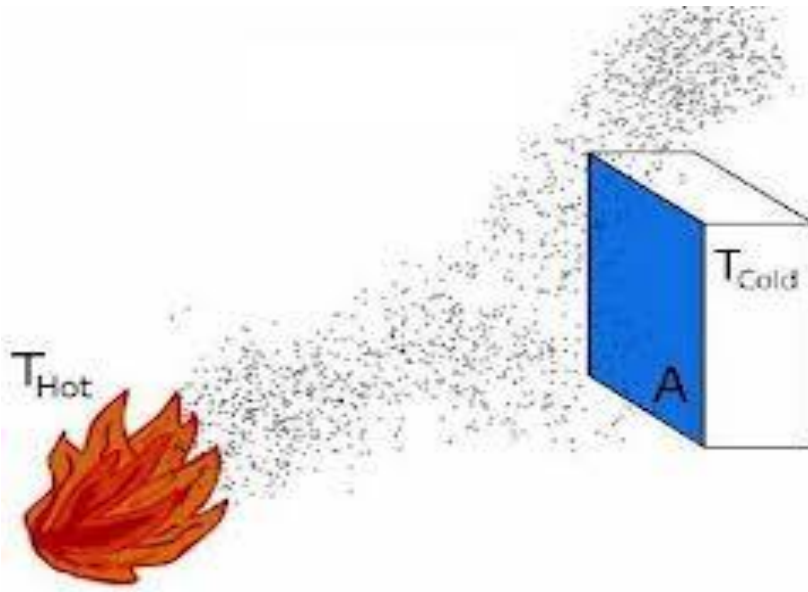
- рефлексије  $\alpha_R = 100 \cdot Q_{ref} / Q_{zra}$
- апсорбције  $\alpha_A = 100 \cdot Q_{aps} / Q_{zra}$



# Преношење топлоте струјањем (конвекцијом)



- Овај начин преношења топлоте је карактеристичан за флуиде (гасове и течности).
- **Начин преношења:** Остварује се кретањем молекула, при чему молекули предају своју топлотну енергију другим молекулима.



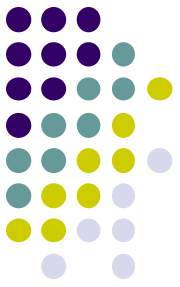
# Преношење топлоте струјањем (конвекцијом)



- Уколико је неки флуид у контакту са чврстим телом и постоји разлика у температури површине чврстог тела и флуида, доћи ће до преношења топлотне енергије са материје која има **ВИШУ** температуру на ону са **НИЖОМ** температуром.
- При томе, топлотна енергија треба да савлада **ОТПОР КОЈИ ПРЕЛАЗ ТОПЛОТЕ** пружа контактна површина између две средине.
- Величина којом се карактерише прелаз топлоте са чврстог на флуидни медијум и обратно, назива се **КОЕФИЦИЈЕНТ ПРЕЛАЗА ТОПЛОТЕ**.



# Преношење топлоте струјањем (конвекцијом)



- Топлотна изолација било које преграде дефинише се **коефицијентом пролаза топлоте**  $U(k)$  ( $W/m^2K$ ) при чему је:  
 $R$  = отпор пролазу топлоте кроз преграду са једним међупростором.



# Преношење топлоте струјањем (конвекцијом)



- Дефиниција:

**Коефицијент прелаза топлоте је количина топлоте која се у јединици времена (1 sec) размени између јединичне површине чврстог тела и флуида при температурној разлици од  $10\text{C}$  (K).**

Означава се са  $h$ .

- У грађевинским конструкцијама се разликују:

$h_i$  - за унутрашњу страну објекта и

$h_e$  - за спољашњу страну објекта.

# Преношење топлоте провођењем (кондукцијом)



- **Топлота се преноси провођењем или кондукцијом кроз чврста тела.**
- **Овај процес у суштини представља размену кинетичке енергије и може се одвијати на два начина:**

**Са молекула на молекул, осциловањем око равнотежног положаја (*карактеристичан за термоизолационе материјале*) и**

**Преко слободних електрона који се сударају са атомима и јонима и предају им своју топлотну енергију (*карактеристичан је за метале*).**

# Преношење топлоте провођењем (кондукцијом)



## Kondukcija

Kondukcija je prenos toplote kroz čvrsta tela.



## Konvekcija

Konvekcija je prenos toplote strujanjem vode ili vazduha.

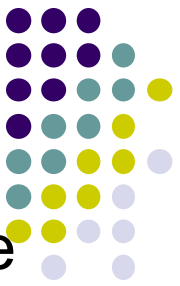


## Radijacija

Radijacija je prenos toplote preko elektromagnetnog zračenja.



# Изотермске површине



- У неком телу (средини) могуће је издвојити слојеве једнаки температура. Површине које граниче те слојеве називају се **ИЗОТЕРМСКЕ ПОВРШИНЕ**.

## Правила:

- Температура на изот. површинама је константна и мења се само у правцу пресека кроз површине.
- Две изотремске површине се не могу сећи, јер је физички немогуће да у истој тачки простора постоје истовремено две различите температуре.
- Највећа промена температура је у правцу нормале на изотермске површине.

# Начини преношења топлоте



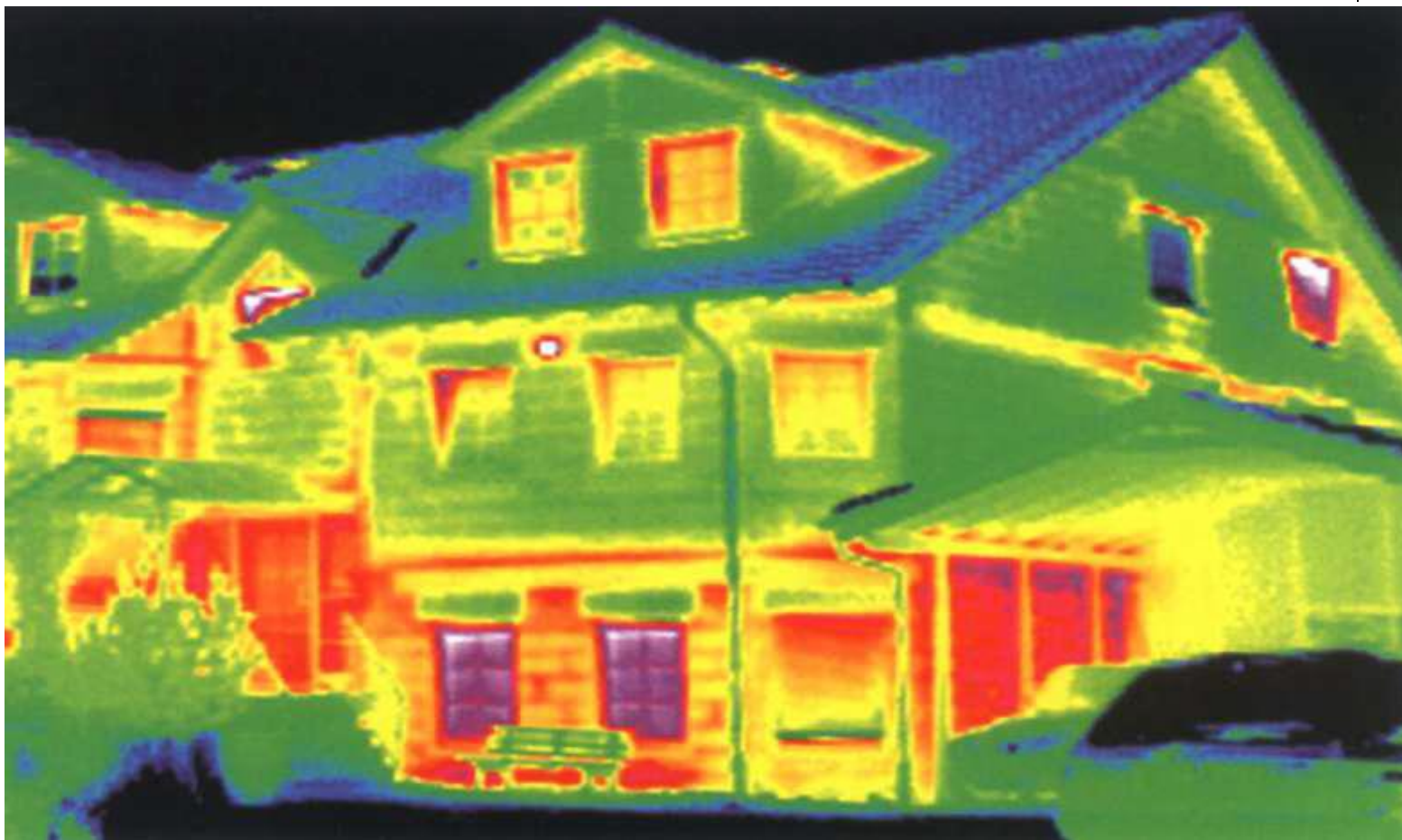
- Питање кондукције (провођења) и конвекције (струјања) топлоте изискује објашњење одређених појмова:
  - топлотни флуks  $F$  ( $\Phi$ ) – количина топлоте у јединици времена, односно, брзина преношења топлотне енергије

$$F = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \left[ \frac{J}{s} \right] = W$$

- густина топлотног флуksа /специфични топлотни флуks  $q$ ( $\Phi A$ ) - топлотни флуks по јединици површине, односно, топлотна енергија која у јединици времена прође кроз јединичну површину

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

# Проток топлотне енергије кроз конструкцију



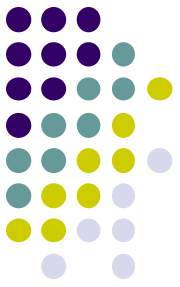
# Проток топлотне енергије кроз конструкцију



- у начелу, контрола протока топлотне енергије кроз неку конструкцију се заснива на 3 карактеристична механизма деловања:
  - **рефлексија топлоте (карактеристика метала, односно, материјала код којих преовлађује зрачење као начин преношења топлоте – принцип се везано за правилно постављање металних фолија у склопу конструкција)**
  - **отпор пролазу топлоте (принцип деловања термоизолационих материјала)**
  - **складиштење (акумулирање) топлоте (карактеристика масивних конструкција) – значајно за адекватну топлотну стабилност конструкције**



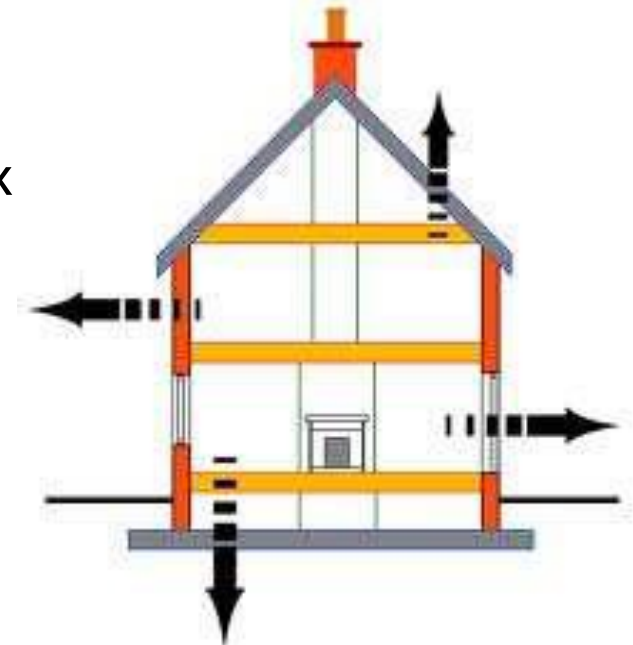
# Проток топлотне енергије кроз конструкцију



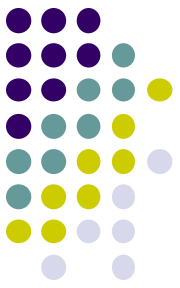
- **за архитектонске објекте од значаја питање:**
  - преношења топлоте са неког флуида (течност или гас) на чврсто тело
  - објекат и обрнуто услед разлике у температурама (**прелаз-конвекција**), као и преношења топлоте кроз саму конструкцију (**пролаз-кондукција**)

одређује се на основу **отпора R:**

1. прелазу топлоте са конструкције на ваздух
2. пролазу топлоте кроз конструкције



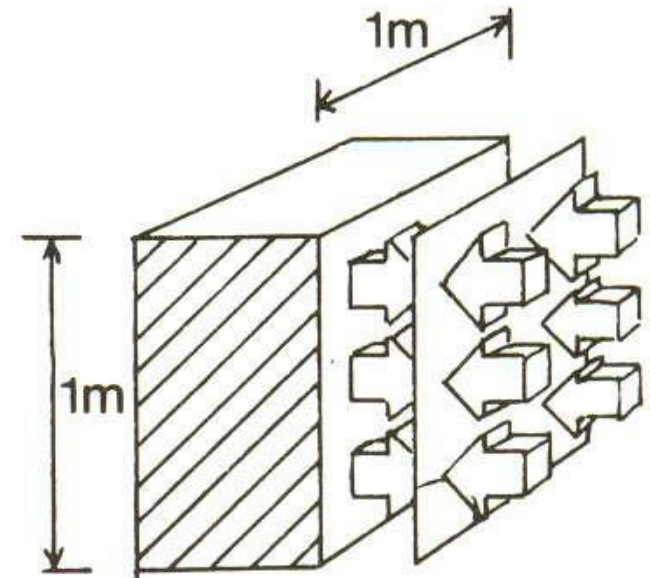
# Прелаз топлоте



Параметри дефинисани стандардом:

коефицијент прелаза топлоте  $h$  ( $\alpha$ ) (са унутрашње и са спољашње стране конструкције)

$$h = \frac{\Delta Q}{\Delta T \cdot A \cdot \Delta t} = \frac{q}{\Delta t} \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$



# Прелаз топлоте



Параметри дефинисани стандардом:

- отпор граничне површине

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

- отпор прелазу топлоте, унутрашњи  $R_{si}$
- отпор прелазу топлоте, спољашњи  $R_{se}$

# Укупни отпор пролазу топлоте

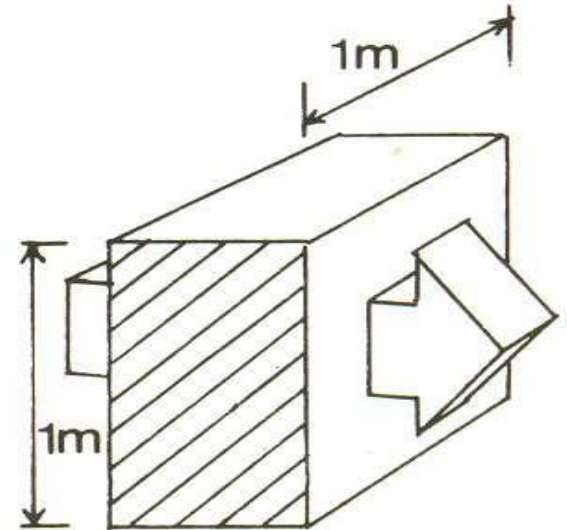


- укупни отпор пролазу топлоте:

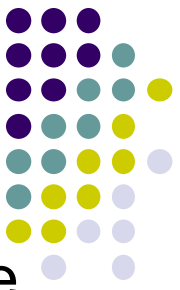
$$R_u = R_{si} + R + R_{se}$$

- коефицијент пролаза топлоте  $U$  (k):  
(предмет стандарда)

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$



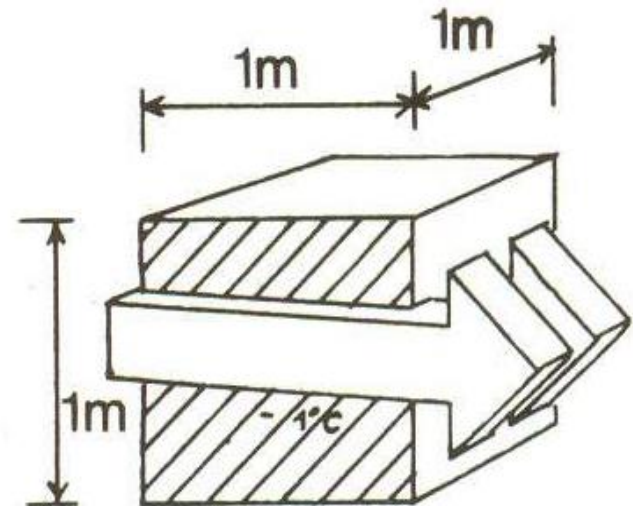
# Провођење топлоте



Способност материјала да кроз своју масу пренесе топлоту као последицу разлике у температури између његових двеју површина представља његову **проводљивост или проводност –  $\lambda$**

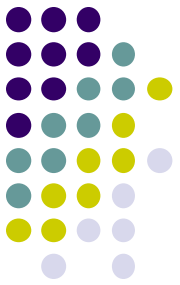
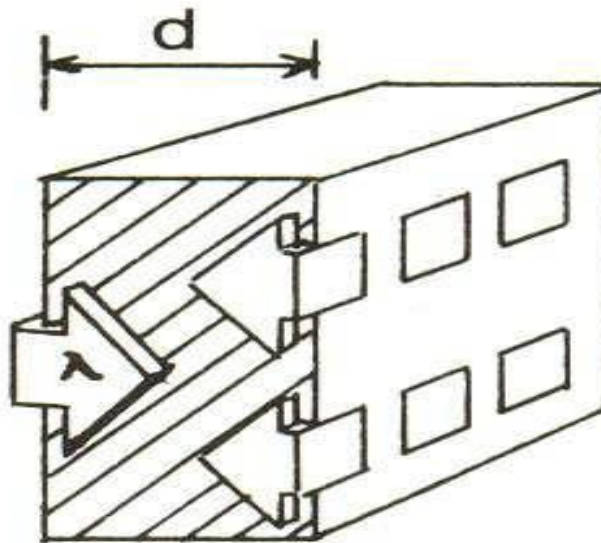
- **коэффициент топлотне проводљивости –  $\lambda$**  јесте својство самог материјала

$$\lambda = \frac{q \cdot d}{\Delta T} = \left[ \frac{W}{m \cdot K} \right]$$



# Провођење топлоте

- *коэффициент топлотне пропустљивости  $\lambda$*  – својство конструкције (грађ. елемента)





# Провођење топлоте

4 основна типа конструкција:

- хомогена конструкција
- хетерогена конструкција из више хомогених слојева
- конструкција једноставне хетерогености
- конструкција сложене хетерогености

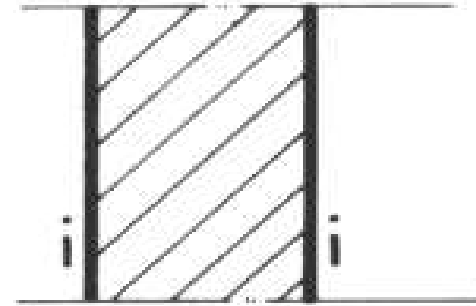
# Провођење топлоте



## Хомогене

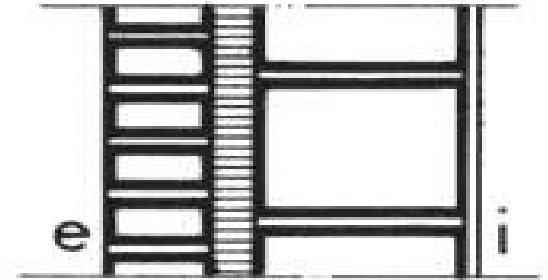
*(једнослојне конструкције)*

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



**Хетерогене из више хомогених слојева**  <sup>$\lambda =$</sup>  *(вишеслојне конструкције)*

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





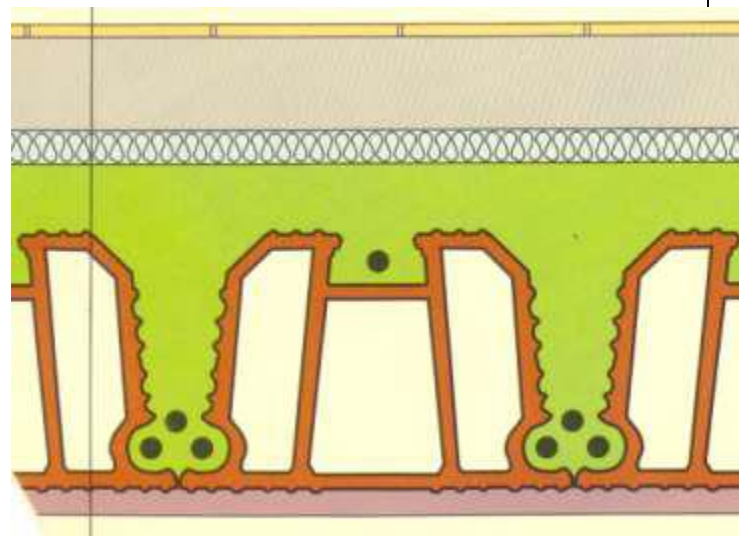
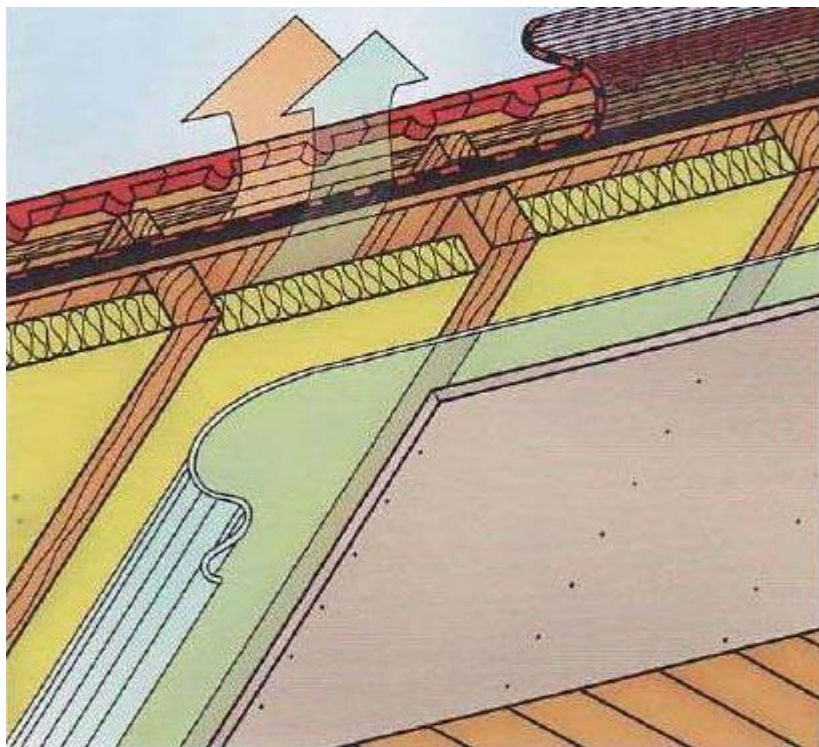
# Провођење топлоте



- отпор проласку топлоте који пружа конструкција :

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

# Провођење топлоте



$$U = \frac{\Sigma A_i \cdot U_i}{\Sigma A} = \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

$$U = \frac{U_1 \cdot A_1 + U_2 \cdot A_2 + \dots + U_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

**Хвала на пажњи!!!**

