

# Termoizolacioni materijali

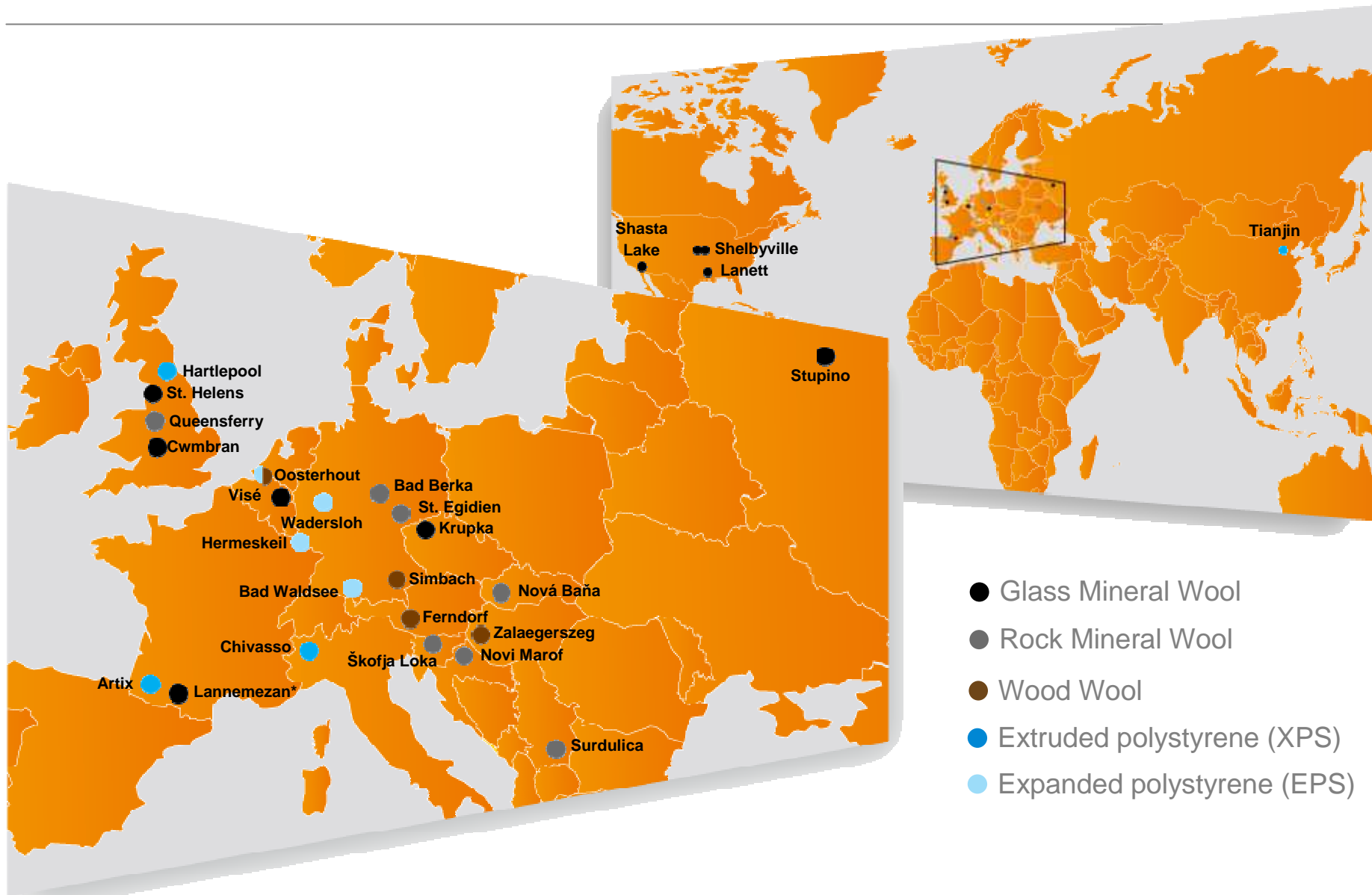
## Toplotna zaštita

## Primeri primene

Anđelina Kuzmanović, dig  
Menadžer tehničke podrške

21. mart 2011., Podgorica

# Knauf Insulation



# Knauf Insulation doo Beograd, Srbija

**1974**

Osnovan Vunizol, fabrika kamene mineralne vune u Surdulici, jug Srbije

**2005**

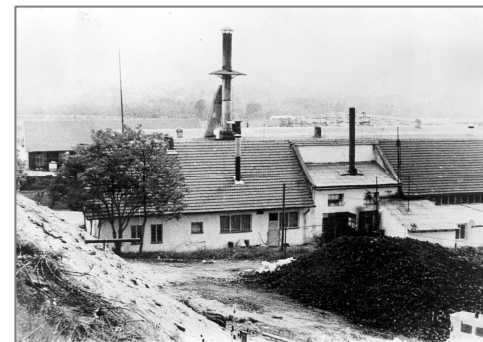
Sredinom 2005., Knauf Insulation kupuje Vunizol,

**2006**

Sredinom 2006, nova fabrika staklene mineralne vune u Krupki (Češka Republika) počinje proizvodnju

**2007**

U septembru 2007., rekonstruisana proizvodna linija za kamenu mineralnu vunu se otvara u Surdulici



- Termoizolacioni materijali

# Direktiva 89/106/EEC za građevinske proizvode (CPD)

## BITNI ZAHTEVI ZA OBJEKAT

Mehanička otpornost i stabilnost

**Zaštita u slučaju požara**

Higijena, zdravlje i životna sredina

Bezbednost pri upotrebi

**Zaštita od buke**

**Ekonomično korišćenje energije i čuvanje toplote**

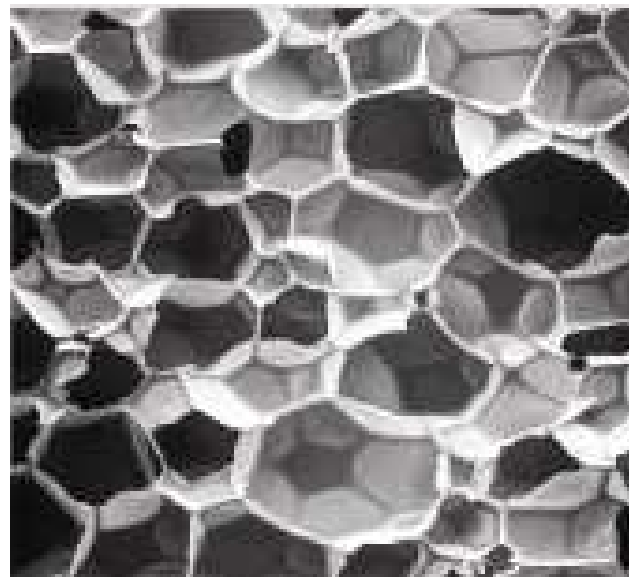
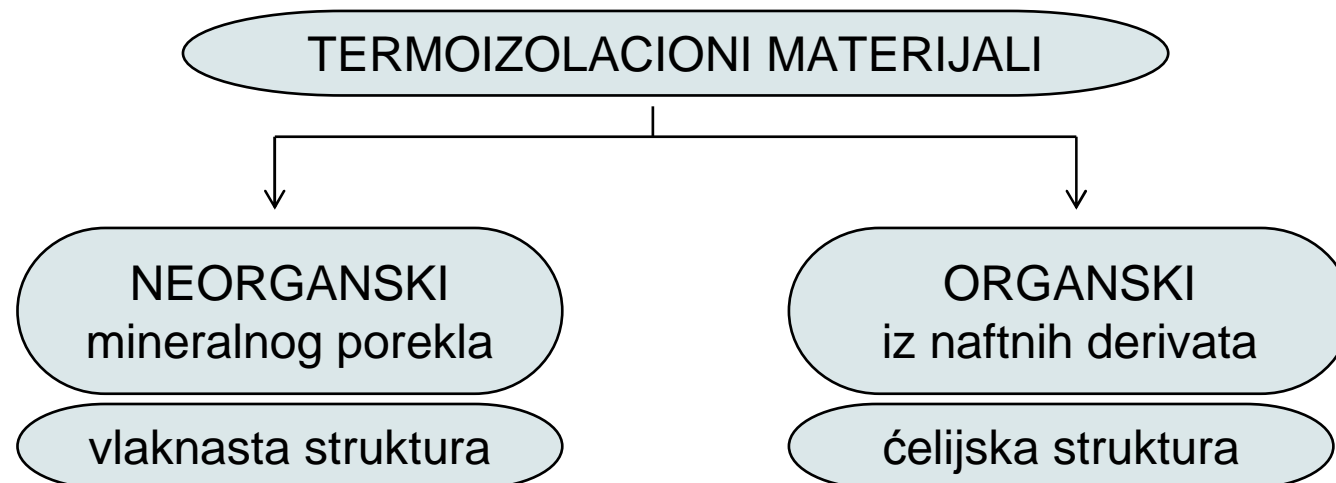
# Zakon o planiranju i izgradnji

- **Član 4**
  - Sertifikat o energetske svojstvima objekta čini sastavni deo tehničke dokumentacije koja se prilaže uz zahtev za izdavanje upotrebne dozvole objekata visokogradnje
  - Svaki objekat visokogradnje, u zavisnosti od vrste i namene, mora biti projektovan, izgrađen, korišćen i održavan tako da tokom korišćenja ima propisana energetska svojstva
  
- **Član 201**
  - Ministar propisuje bliže energetska svojstva i način izračunavanja toplotnih svojstava objekata visokogradnje, energetske zahteve za nove i postojeće objekte, kao i uslove, sadržinu i način izdavanja Sertifikata

|                                                          |                                                |       |                                                         |                                    |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
| фотографија зграде<br>(једна могућност)                  | ЗГРАДА                                         |       | <input type="checkbox"/> нова                           | <input type="checkbox"/> постојећа |
|                                                          | Врста зграде                                   |       | 1. Зграда са једним станом<br>2. Зграда са више станова |                                    |
|                                                          | Место (локација):                              |       |                                                         |                                    |
|                                                          | Власник (инвеститор):                          |       |                                                         |                                    |
|                                                          | Извођач:                                       |       |                                                         |                                    |
|                                                          | Година изградње:                               |       |                                                         |                                    |
|                                                          | Година реконструкције/<br>енергетске санације: |       |                                                         |                                    |
| Нето површина грејаног<br>дела зграде [m <sup>2</sup> ]: |                                                |       |                                                         |                                    |
| <b>Енергетски пасош за<br/>стамбене зграде</b>           | Q <sub>n,de</sub>                              | %     | Прорачун<br>45                                          |                                    |
|                                                          | A+                                             | ≤ 15  |                                                         |                                    |
|                                                          | A                                              | ≤ 25  |                                                         |                                    |
|                                                          | B                                              | ≤ 50  | <b>B</b>                                                |                                    |
|                                                          | C                                              | ≤ 100 |                                                         |                                    |
|                                                          | D                                              | ≤ 150 |                                                         |                                    |
|                                                          | E                                              | ≤ 200 |                                                         |                                    |
|                                                          | F                                              | ≤ 250 |                                                         |                                    |
|                                                          | G                                              | > 250 |                                                         |                                    |
|                                                          | Подаци о лицу које је издало енергетски пасош  |       |                                                         |                                    |
| Овлашћена организација:                                  |                                                |       |                                                         |                                    |
| Потпис именованог лица<br>и печат организације:          |                                                |       |                                                         |                                    |
|                                                          |                                                |       | М.П.                                                    |                                    |
| (потпис)                                                 |                                                |       |                                                         |                                    |
| Одговорни инжењер:                                       |                                                |       |                                                         |                                    |
| Потпис и печат<br>одговорног инжењера ЕЕ:                |                                                |       |                                                         |                                    |
|                                                          |                                                |       | М.П.                                                    |                                    |
| (потпис)                                                 |                                                |       |                                                         |                                    |
| Број пасоша:                                             |                                                |       |                                                         |                                    |
| Датум издавања/рок важења:                               |                                                |       |                                                         |                                    |

- На снази од 11.09.2009.
- Сл. Гласник РС бр. 72/09

## Podela termoizolacionih materijala



# Tehničke karakteristike

|                                                                                                                      | Kamena mineralna vuna                                                              | Staklena mineralna vuna                                                             | EPS                                                                                 | XPS                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                      |  |  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Koeficijent toplotne provodljivosti <math>\lambda</math> [W/(m·K)]</li> </ul> | 0,035 – 0,042                                                                      | 0,032 – 0,044                                                                       | 0,032 – 0,043                                                                       | 0,028 – 0,035                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Faktor otpora difuziji vodene pare <math>\mu</math> [-]</li> </ul>            | ~ 1                                                                                | ~ 1                                                                                 | 30 - 60                                                                             | 80 - 200                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Zvučna zaštita</li> </ul>                                                     | 😊                                                                                  | 😊                                                                                   | 😞                                                                                   | 😞                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Požarne karakteristike materijala (Euroclass)</li> </ul>                      | <b>negoriv klasa A1 (A1)</b>                                                       | negoriv klasa A1 (A1)                                                               | goriv klasa B1 (E (F))                                                              | goriv klasa B1 (E)                                                                  |



# Toplotna zaštita

---

- Toplotne karakteristike materijala
  - Koeficijent toplotne provodljivosti  $\lambda$  (W/mK):
    - definiše mogućnost provodjenja toplote materijala
    - niža vrednost, bolja karakteristika
  
- Prenos vodene pare
  - Paropropustljivost - otvorena poroznost materijala:
    - zahvaljujući vlaknastoj strukturi materijala, para slobodno prolazi kroz materijal čineći ga poželjnim za korišćenje u prostorijama sa povećanom vlažnošću
  - Faktor otpora difuziji vodene pare  $\mu$  (-):
    - mineralne vune  $\mu = 1.1 - 1.5$

# Standardi za vlaknaste termoizolacione materijale

- SRBIJA

Pravilnik o tehničkim i drugim zahtevima za termoizolacione materijale

- SRPS U.M9.015: Vlaknasti građevinski materijali – Materijali za toplotnu izolaciju
- Izveštaji o ispitivanju instituta IMS



- Zemlje EU

Construction Products Directive (CPD) 89/106/EEC

- EN 13162 \*: Proizvodi za toplotnu izolaciju zgrada – Industrijski proizvodi od mineralne vune (MW) – Specifikacija
- EC Certificate of Conformity



\* Standarda preveden 2007 (Izvor Institut za Standardizaciju): SRPS EN 13162

## Mineralne vune

- Kamena mineralna vuna

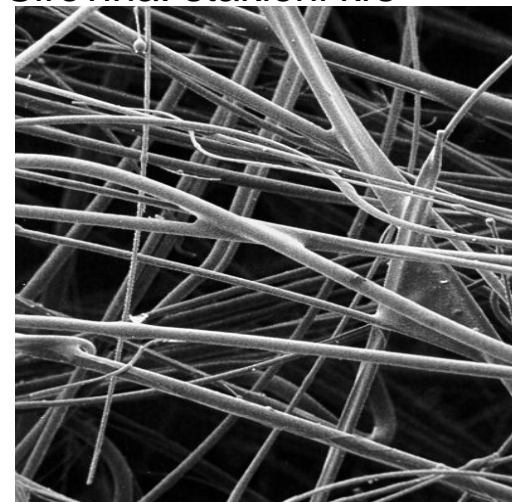
- Sirovina: kamen vulkanskog porekla



- kraća vlakna
- gustina: 30 – 175 kg/m<sup>3</sup>
- negoriv materijal; klasa A1
- **maksimalna radna temperatura 700°C**
- **visoka čvrstoća na pritisak**
- niža zatezna čvrstoća
- odličan apsorber zvučne energije

- Staklena mineralna vuna

- Sirovina: stakleni krš



- duža vlakna
- gustina: 11 – 45 kg/m<sup>3</sup>
- negoriv materijal; klasa A1
- maksimalna radna temperatura 230°C
- niska čvrstoća na pritisak
- visoka zatezna čvrstoća
- odličan apsorber zvučne energije



## Mineralna vuna nije štetna po zdravlje ljudi



International Agency for Research on Cancer

Centre International de Recherche sur le Cancer

- **Svetska zdravstvena organizacija i Agencija za istraživanje kancera (IARC)** kao njen deo, klasifikuju kamenu i staklenu vunu kao supstancu koja **nije kancerogena** za čoveka (Grupa 3)



EUROPEAN CERTIFICATION BOARD  
FOR MINERAL WOOL PRODUCTS

- **EUCB** – potvrda nezavisnog tela kojom se garantuje da proizvodi zadovoljavaju kriterijume za nekancerogene materijale



## Održivost - Održiva gradnja - EnEf

---

### **Održivi razvoj**

Skladan odnos ekologije i privrede kako bi se prirodno bogatstvo naše planete sačuvalo i za buduće naraštaje

### **Održivost & Knauf Insulation**

- Zgrade
- Proizvodi
- Kompanija

### **Održiva gradnja**

Efikasna upotreba građevinskih materijala, estetska i racionalna izgradnja objekata uz kontrolu iskorišćavanja prirodnih resursa

### **Energetska efikasnost**

Kontinuirani i širok opseg delatnosti kojima je krajnji cilj smanjenje potrošnje svih vrsta energije uz iste ili bolje uslove boravka u objektima

# Knauf Insulation proizvodi od mineralne vune sa ECOSE® Technology

- STAKLENA mineralna vuna Knauf Insulation  
Završeno ispitivanje proizvoda u IMS-u

Novo i  
još bolje

- Ugodnija za rad
- Manje se praši
- Prirodno smeđe boje
- Prihvatljivija za okoliš
- Neutralnog mirisa



Ušteda  
energije



Toplotna  
izolacija



Zvučna  
izolacija



Protivpožarna  
izolacija



Ekološka  
izolacija

# Mineralna vuna sa ECOSE® Technology donosi viši nivo održivosti ...



- **Vlakna vezana korišćenjem bio-tehnologije**
  - revolucionarna nova tehnologija veziva bez formaldehida zasnovana na brzo-obnovljivim materijalima umesto na hemikalijama na bazi nafte; ne sadrži formaldehid, fenole, akrile kao ni dodate veštečke boje ni izbeljivače
- **Povećava održivost zgrada**
  - superiorne ekološke karakteristike mineralne vune sa ET doprinose poboljšanju opšte održivosti zgrada u koje je ugrađena
- **Umanjuje dejstvo na životnu sredinu usled korišćenja manje energije u sopstvenoj proizvodnji**
  - energija potrebna za proizvodnju veziva je manja i do 70% u poređenju sa proizvodnjom tradicionalnog veziva što doprinosi daljem smanjivanju očekivanog GWP-a (Potencijala globalnog zagrevanja) za približno 4%
- **Poboljšava kvalitet vazduha unutar prostorija u poređenju sa tradicionalnom mineralnom vunom**
  - proizvodi od mineralne vune sa ET ispunjavaju najstrože industrijske standarde vezane za kvalitete vazduha u zatvorenom prostoru kao i buduće standarde koji se razmatraju





## Energetski efikasna gradnja

---

- Energetski i ekološki održiva gradnja:
  - Analiza lokacije, orijentacije i oblika objekta
  - **Toplotna zaštita spoljašnjih elemenata konstrukcije**
  - Primena obnovljivih izvora energije
  - Energetski efikasni termoenergetski sistemi
  
- Koristi od energetski efikasne gradnje:
  - Manja potrošnja energije uz iste ili poboljšane uslove stanovanja
  - Smanjena emisija štetnih gasova – doprinos zaštiti životne sredine
  - Duži životni vek objekta

# Unapređenje energetske efikasnosti

- **Odgovornost pojedinca**
  - Postojanje svesti o smanjenju potrošnje energije i energetske efikasnosti



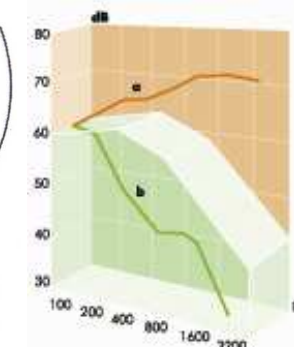
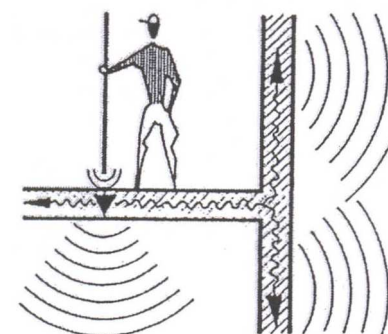
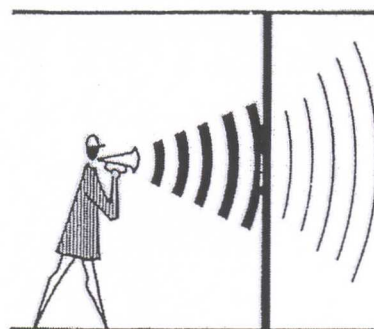
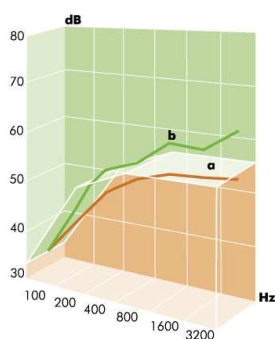
- **Odgovornost države**
  - Zakonodavni okvir
  - Regulatorne i podsticajne mere - Fond za EE ?



- Zvučna zaštita & Zaštita od požara

## Zvučna zaštita – definicije pojmova

- **Zvuk:**
  - sve ono što čulo sluha registruje – subjektivna definicija
  - svaki fizički poremećaj u elastičnoj sredini – objektivna definicija
- **Buka**
  - svaki neželjeni zvuk
- **Zvučna izolacija**
  - svojstvo neke konstrukcije da u određenoj meri spreči prenošenje zvučne energije
  - u funkciji frekvencije; za građevinsku akustiku od interesa frekventno područje od 100Hz do 3150Hz
- **Zvučna energija može nastati:**
  - u vazduhu – VAZDUŠNI ZVUK
  - u čvrstim telima – STRUKTURALNI ZVUK

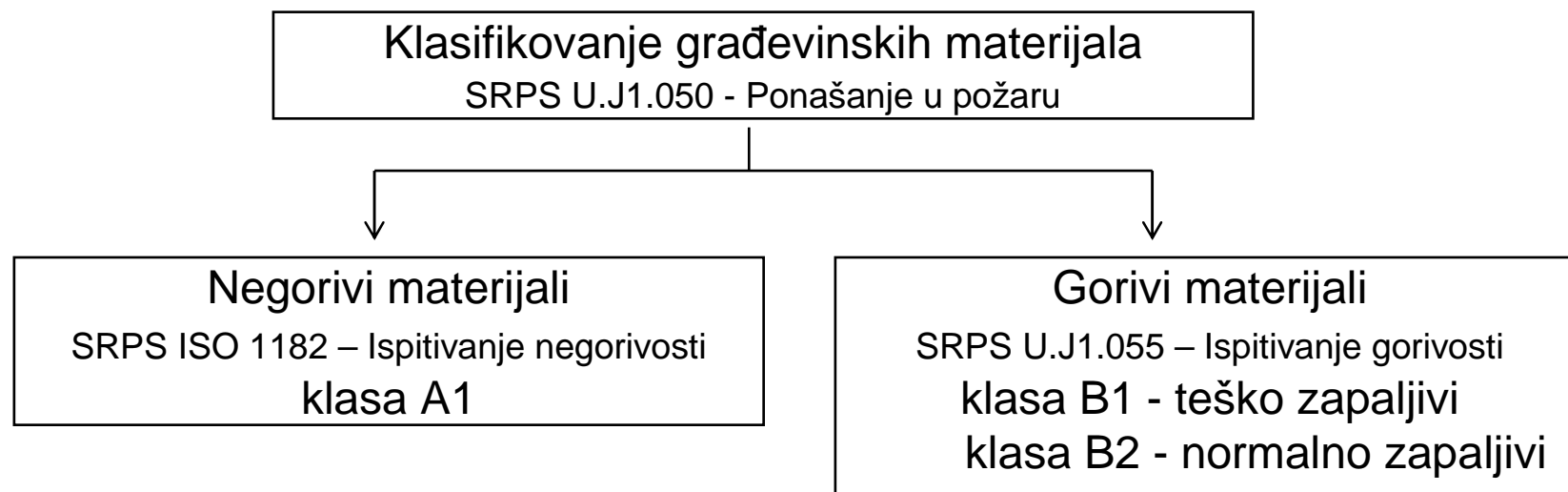


## Zaštita od požara – definicije pojmova

- Opšti pojmovi
  - Požar:  
proces nekontrolisanog sagorevanja kojim se ugrožavaju život i zdravlje ljudi, materijalnih dobra i životne sredine
  - Zaštita od požara:  
skup mera i radnji za planiranje, finansiranje, organizovanje, sprovođenje i kontrolu mera i radnji zaštite od požara, za sprečavanje izbijanja i širenja požara, otkrivanja i gašenja požara, spasavanje ljudi i imovine, zaštitu životne sredine, utvrđivanje i otklanjanje uzroka požara
- Pojmovi koji se odnose na materijale
  - Gorivost:  
osobina materijala da izložen standardnom porastu temperature, u standardnom predviđenom prostoru, izazove pojave na osnovu kojih se vrši njegova klasifikacija
- Pojmovi koji se odnose na konstrukcije
  - Otpornost konstrukcija prema požaru:  
definisana je vremenom u kome konstrukcija ne izgubi ni jednu od standardom određenih namenjenih funkcija, dok je podvrgnuta standardnom razvoju požara

## Standardi – požarna ispitivanja materijala

- SRP Standardi – važeći



- EU Standardi

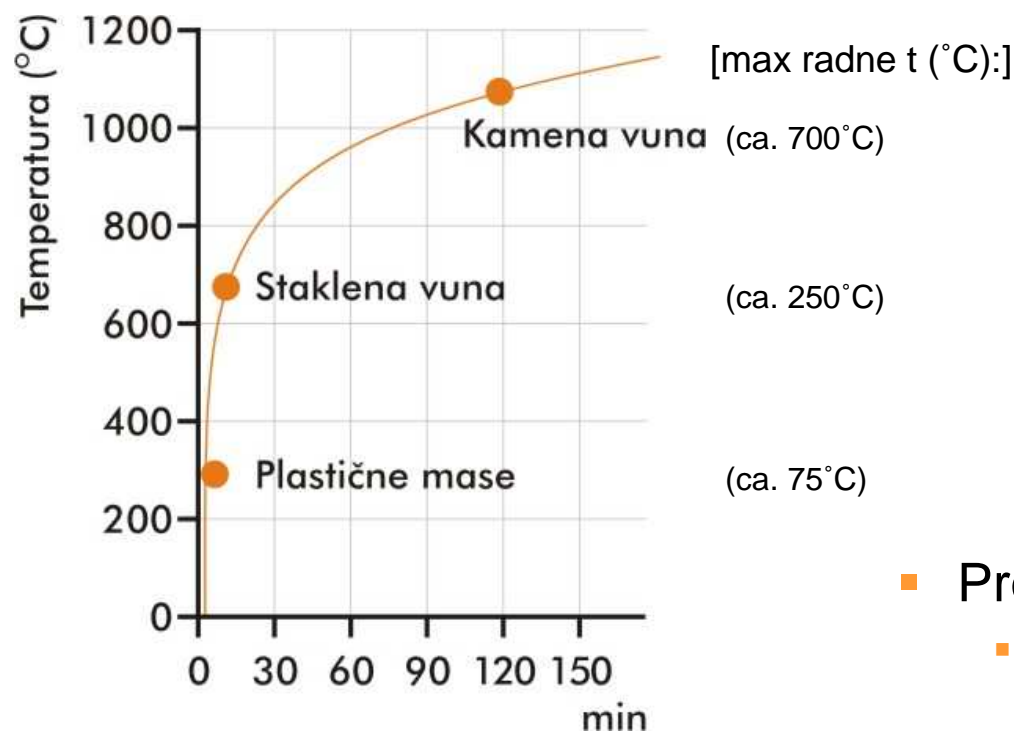
- EN 13 501-1: (SRPS nacrt april 2010.)

Klasifikacija građevinskih materijala obzirom na reakciju na požara

- Reakcija na požar: reagovanje materijala u smislu doprinosa razvoju požara kome je izložen usled sopstvenog razlaganja, pod određenim uslovima

## Požarne karakteristike materijala

**Kriva razvoja standardnog požara (SRPS ISO 834) i tačke topljenja termoizolacionih materijala**



- Proizvodi razvrstani u klasu A1:
  - ne doprinose ni jednoj fazi požara, uključujući i potpuno razvijeni požar
  - nije potrebna dodatna klasifikacija vezano za stvaranje dima i kapljica

# EN 13501-1

## Zahtevi za homogene građevinske proizvode <sup>a</sup>

| Klasa | EN ISO 11925-2 (s)    | EN 13823    |     |                          | EN ISO 1716 |      | EN ISO 1182 |        |                    |  |  |
|-------|-----------------------|-------------|-----|--------------------------|-------------|------|-------------|--------|--------------------|--|--|
|       |                       | FIGRA (W/s) | LFS | THR <sub>600s</sub> (MJ) | PCS (MJ/kg) |      | ΔT (°C)     | Δm (%) | t <sub>f</sub> (s) |  |  |
| A1    |                       |             |     |                          | 2,0         | i    | ≤ 30        | ≤ 50   | ≤ 0                |  |  |
| A2    | 30<br>(60 s, <150 mm) | ≤ 120       | da  | ≤ 7,5                    | 3,0         | iii  | ≤ 50        | ≤ 50   | ≤ 20               |  |  |
| B     |                       |             |     |                          |             |      |             |        |                    |  |  |
| C     |                       |             |     |                          | ≤ 250       | ≤ 15 |             |        |                    |  |  |
| D     |                       |             |     |                          | ≤ 750       |      |             |        |                    |  |  |
| E     | 15<br>(20 s, <150 mm) |             |     |                          |             |      |             |        |                    |  |  |
| F     | Bez zahteva           |             |     |                          |             |      |             |        |                    |  |  |

<sup>a</sup> važi i za nehomogene građevinske proizvode klasa E, D, C i B

FIGRA – Stepen oslobađanja toplote  
 LFS – nema bočnog širenja plamena do ivice uzorka  
 PCS - Bruto-toplota sagorevanja (goriona vrednost)  
 THR<sub>600s</sub> – ukupno oslobođena toplota u toku 600 s

ΔT – Porast temperature  
 Δm – Gubitak težine  
 t<sub>f</sub> – Trajanje konzistentnog (trajećeg) zapaljenja



# EN 13501-1: klasifikacija

| Evro-klasa                                                                                  | Bezbedosni cilj ka kome se stremi                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1                                                                                          | I u uslovima potpunog požara ne doprinosi požaru                                                                                        |
| A2                                                                                          | I u uslovima potpunog požara doprinos požaru je zanemarljiv; u fazi razvoja požara nema širenja požara iz područja primarnog požara     |
| B                                                                                           | U fazi razvoja požara nema širenja požara iz područja primarnog požara i veoma mali doprinos požaru                                     |
| C                                                                                           | Pod uslovima nekog požara u fazi razvoja veoma ograničeno širenje požara i ograničeno oslobađanje energije i ograničena zapaljivost     |
| D                                                                                           | Pod uslovima nekog požara u fazi razvoja veoma ograničeno širenje požara i prihvatljivo oslobađanje energije i prihvatljiva zapaljivost |
| E                                                                                           | Kod veoma malog požara (plamen potpalnog drveta) prihvatljivo ponašanje pri požaru (zapaljivost, širenje plamena)                       |
| F                                                                                           | Nema zahteva po pitanju ponašanja pri požaru                                                                                            |
| <p><b>Napomena: Trenutno u Nemačkoj za negoriv materijal važi jedino A1 i A2-s1,d0!</b></p> |                                                                                                                                         |

## EN 13501-1: dodatni zahtevi

| EN 13501-1: Stvaranje dima |                                              |                          |
|----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| Klasa                      | SMOGRA<br>(m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )  | TSP<br>(m <sup>2</sup> ) |
| s1                         | ≤ 30                                         | ≤ 50                     |
| s2                         | ≤ 180                                        | 200                      |
| s3                         | Nije ispitano odnosno s1 i s2 nisu ispunjeni |                          |

Građevinski proizvodi klasa A2, B, C i D dobijaju uz s1, s2 ili s3 i dodatnu klasifikaciju stvaranja (razvoja) dima

## EN 13501-1: dodatni zahtevi

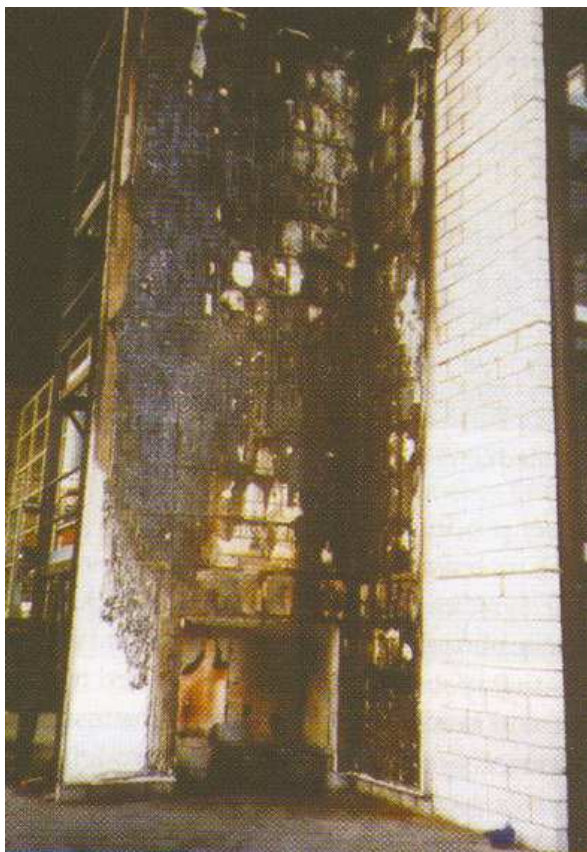
### EN 13501-1: otpadanje gorućih delova i/ili otkapanje

| Klasa     | Ispitivanje prema EN 13823                                                                                    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>d0</b> | Bez otpadanja gorućih delova / otkapanja u toku 600s                                                          |
| <b>d1</b> | Bez nastavljanja otpadanja gorućih delova / otkapanja za duže od 10s u toku 600 s                             |
| <b>d2</b> | Nije ispitano odnosno d0 i d1 nisu ispunjeni ili filter papir se pri ispitivanju prema EN ISO 11925-2 zapalio |

Građevinski proizvodi klasa A2, B, C i D dobijaju uz d0, d1 i d2 i dodatnu klasifikaciju otpadanja gorućih delova

## Preporuke prilikom projektovanja

- Spoljašnji zidovi – kontaktne fasade
  - Rezultati laboratorijskog testa gorenja



- Toplotna zaštita

# Šta je toplotna zaštita?

---

## Definicija

- Materijal ili kombinacija materijala koja usporava protok toplote
- Toplotna izolacija predstavlja prepreku protoku toplote iz područja visoke temperature u područje niske temperature
- Generalno, protok toplote je iz unutrašnje u spoljašnju sredinu

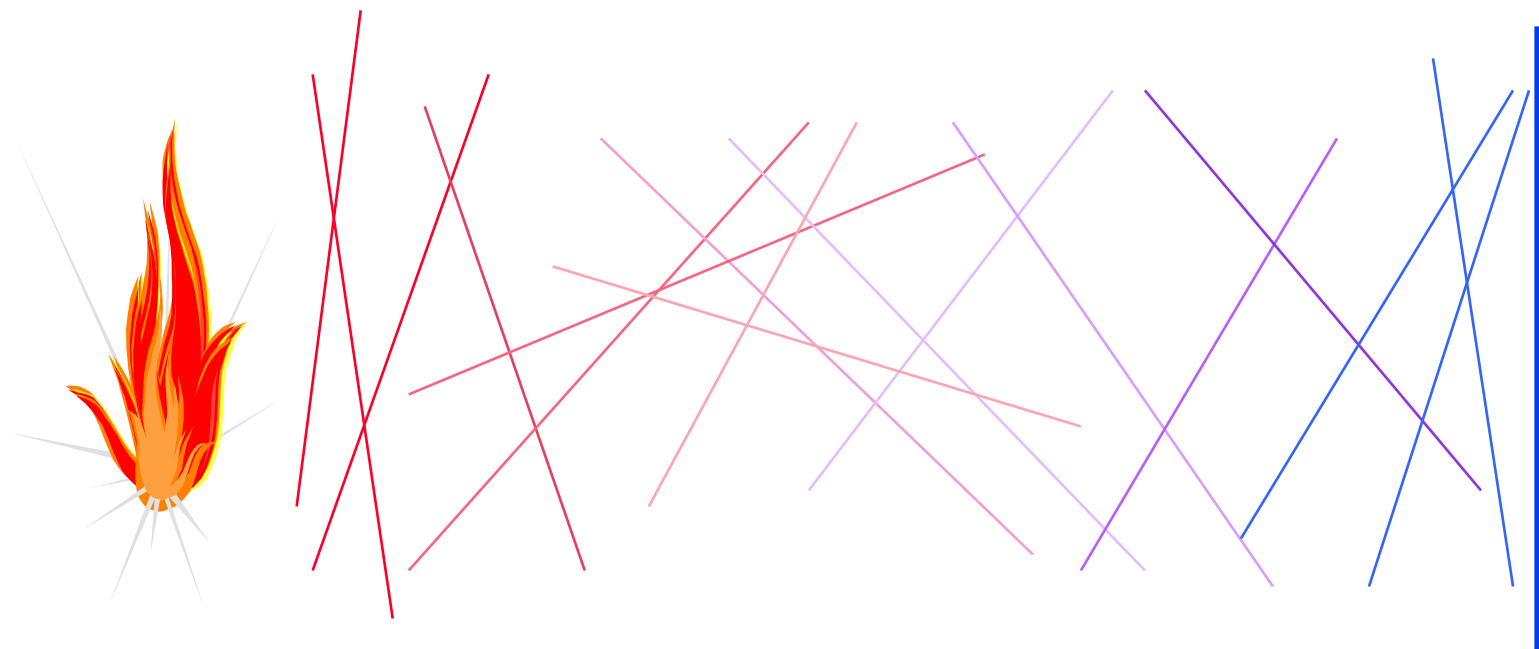
# Toplotna zaštita

---

## Mehanizmi prostiranja toplote

- Kondukcija - provođenje
- Konvekcija - strujanje
- Radijacija - zračenje

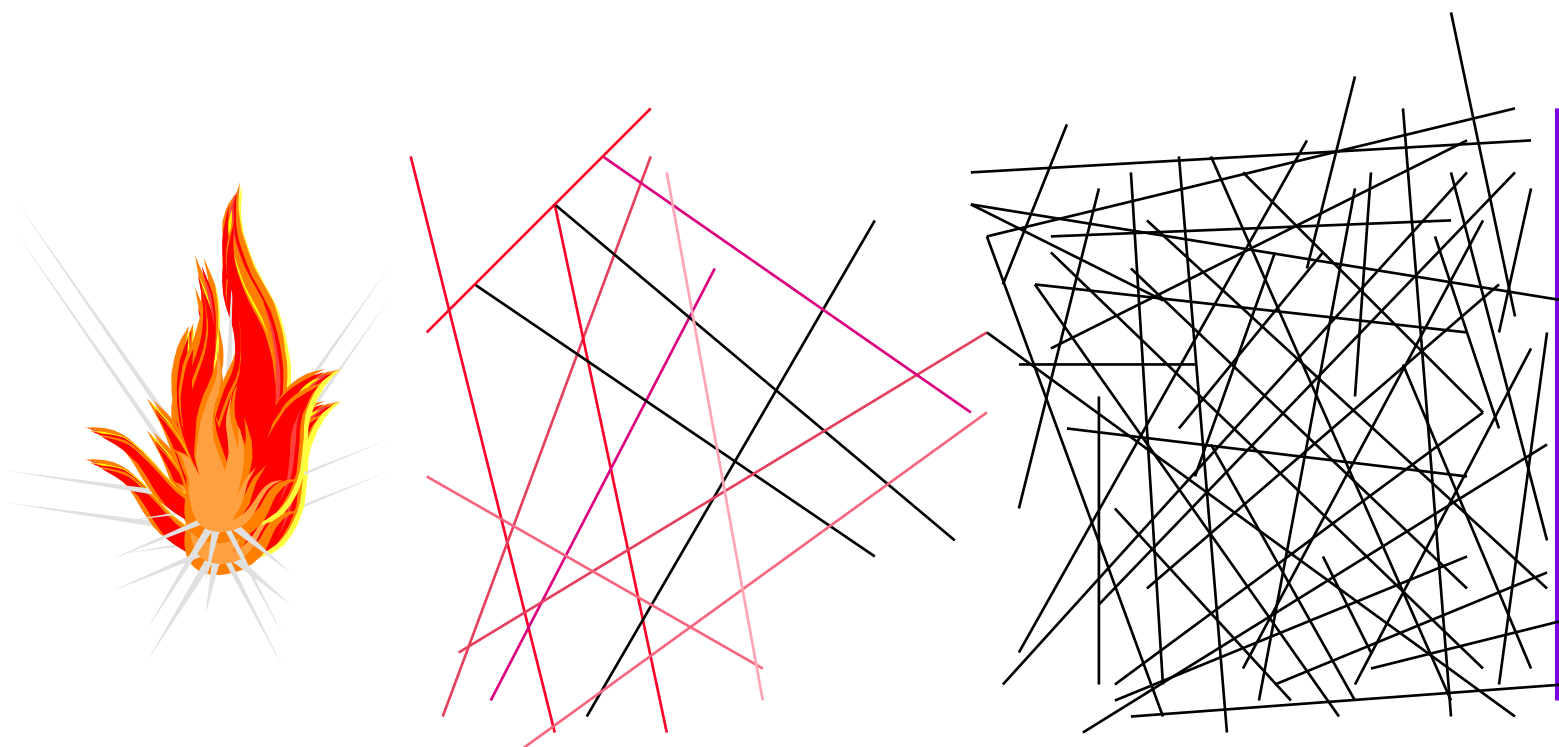
## Toplotna zaštita - kondukcija



- Diskontinualni put – vrlo malo čvrstog materijala
- Poroznost u jedinici zapremine u granicama od 92 - 97%



## Toplotna zaštita - konvekcija



- Više vlakana stvara manje vazdušne ćelije
- Manje vazdušne ćelije ometaju kretanje vazduha

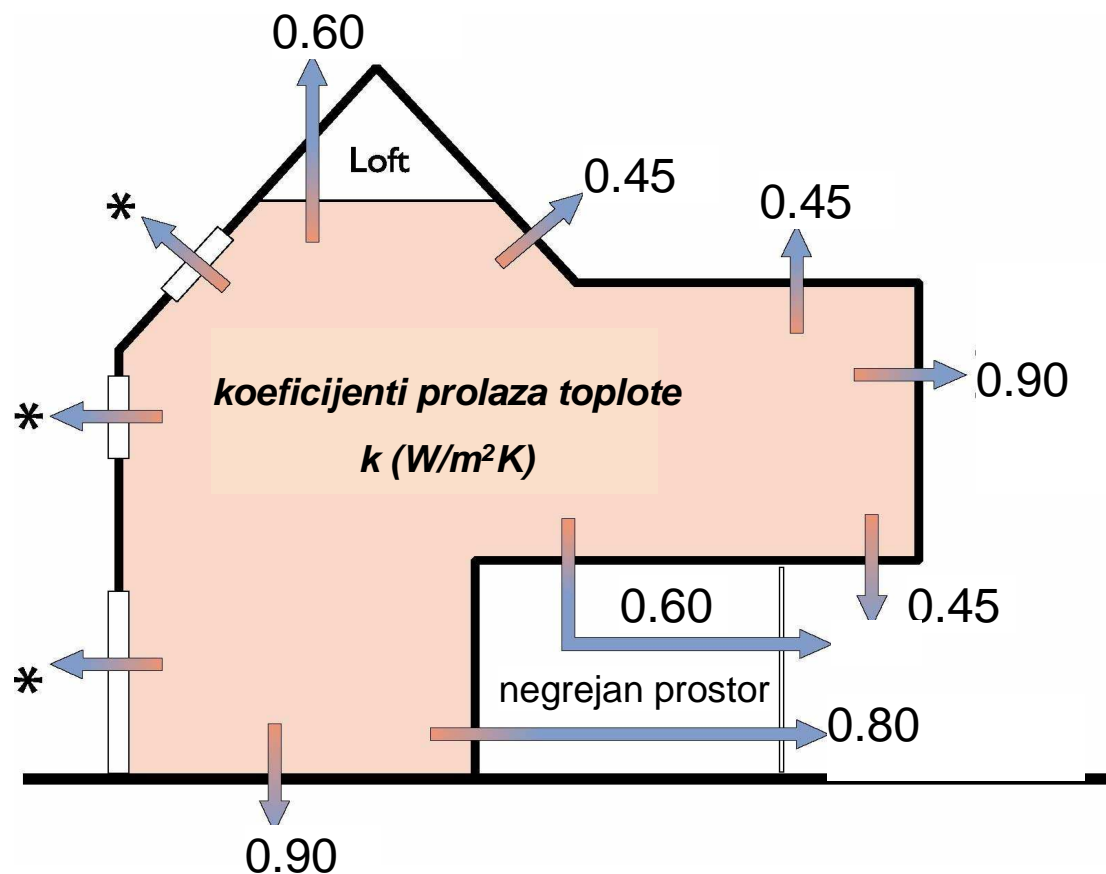
## Toplotna zaštita - radijacija



- Vlákna sprečavaju direktan prolaz kroz izolaciju
- Više vlakana – manje prodiranja

## Toplotna zaštita

- Koeficijent prolaza toplote  $k$  ( $W/m^2 \cdot K$ )
  - količina toplote koja u jedinici vremena prođe kroz građevinsku konstrukciju, upravno na jediničnu površinu, po jedinici temperaturske razlike na graničnim površinama konstrukcije u stacionarnom stanju



- SRPS U.J5.600:** Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada (1998.god)
- SRPS U.J5.510:** Metode proračuna koeficijenta prolaza toplote u zgradama (1987.god)
- SRPS U.J5.520:** Proračun difuzije vodene pare u zgradama (1997.god.)
- SRPS U.J5.530:** Proračun faktora prigušenjs i proračun kašnjenja oscilacija temperature kroz spoljašnje građevinske pregrade zgrada u letnjem razdoblju (1997.god)

# Koeficijent prolaza toplote

Primer spoljašnjeg zida:  $k < 0.9$  (W/m<sup>2</sup>K)

KONSTANTE ZANEM KONSTRUKTIVNO

$$k_{zida} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_{UM}}{\lambda_{UM}} + \frac{d_{cigla}}{\lambda_{cigla}} + \frac{d_{SM}}{\lambda_{SM}} + \frac{1}{\alpha_e}$$

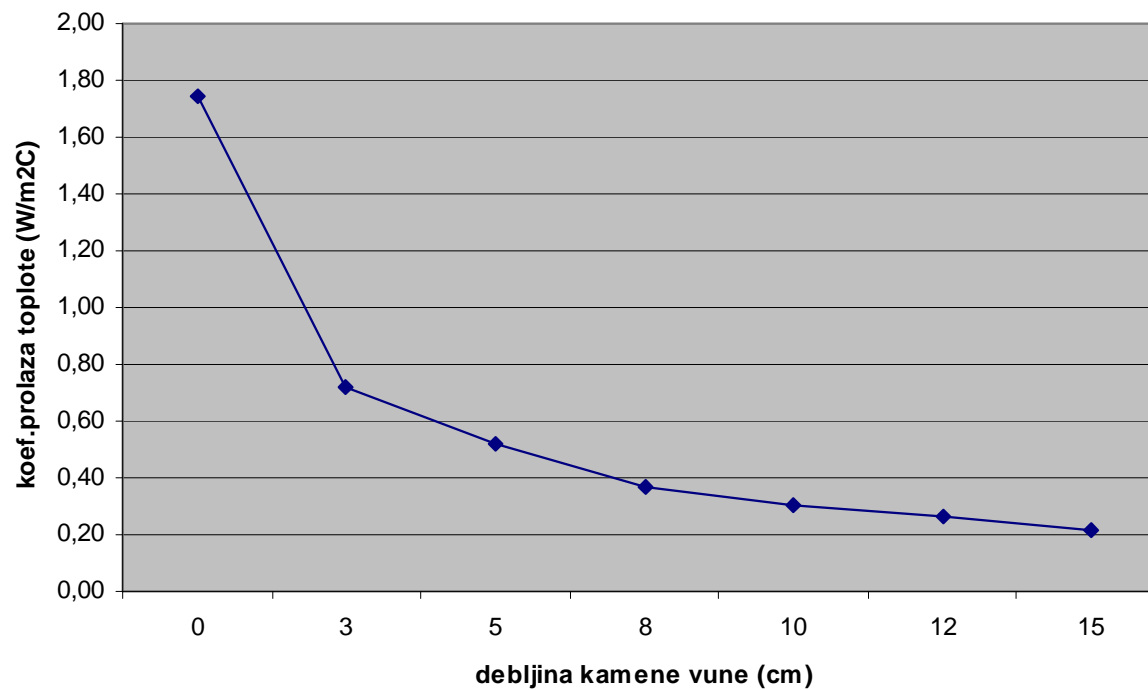
POVEĆATI DEBLJINU IZOL. SLOJA

NA KOJI NAČIN POBOLJŠATI TOPLOTNU  
 IZOLACIONU SPOSOBNOST ZIDA tj.

SMANJITI k-vrednost ???

## Koeficijent prolaza toplote

- Uslovljenost promene vrednosti koef. prolaza toplote  $k$  ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) debljinom kamene vune u FTIS
  - osnovni zid giter blok 19cm



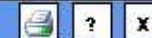
## Proračun termičke zaštite

### **KNAUF**TERM

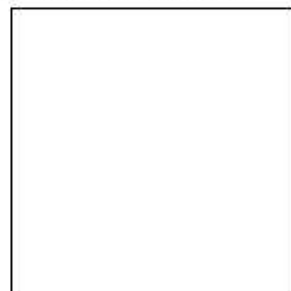
|                                      |   |          |
|--------------------------------------|---|----------|
| ■ Tehnički opis konstrukcije         | → | PROJEKAT |
| ■ Analiza konstrukcije               | → | SKLOPOVI |
| ■ Analiza linijskih gubitaka         | → | VEZE     |
| ■ Proračun gubitaka po sklopovima    | → | BILANS   |
| ■ Proračun faktora oblika objekta    | → | OMOTAČ   |
| ■ Proračun stvarnih gubitaka objekta |   |          |



## Knauf Term Projekat



## Opšti podaci o projektu



Naziv objekta: Poslovna zgrada Knauf Insulation

Ulica i broj: NN bez broja

Mesto: Beograd

Država: Srbija

Referentno mesto: Beograd



Nadmorska visina (m):

132

Ti (C°):

20

Izmeni Ti u celom projektu

Projektna temperatura (C°):

-18

Namena:

Ekstremna temperatura (C°):

-20,5

Način grejanja:

Kontinuirano - centralno

Klimatska Zona:

2

Faktor grejanja:

1

Investitor:

Knauf Insulation

Projektant:

Projektni biro:

Knauf Insulation

Proračunao:

Tehnički opis

Datum:

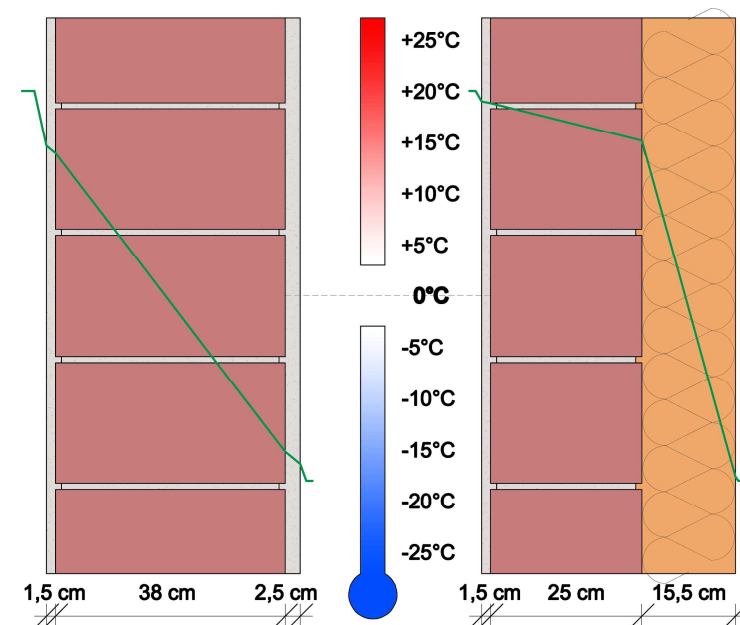
1. april 2008

## Preporuke prilikom projektovanja

- Principi projektovanja spoljašnjih građevinskih konstrukcija
  - unutrašnji sloj građevinske konstrukcije – toplotna akumulativnost
  - termoizolacioni sloj – optimalna toplotna zaštita
  - spoljašnji sloj – zaštita od meteoroloških činilaca

- Generalno:
 

*otpor prolazu toplote*  $R = 1/k$  ( $m^2 \cdot K/W$ ) svih slojeva treba da raste idući od unutra ka spolja, a da istovremeno *otpори difuziji vodene pare*  $r = \mu \cdot d$  (m) opadaju od unutra prema spolja





## Mere energetske efikasnosti

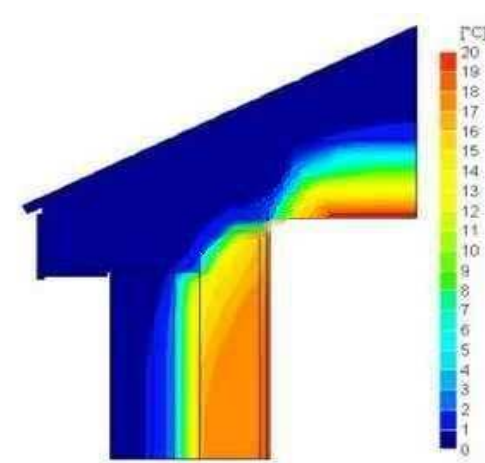
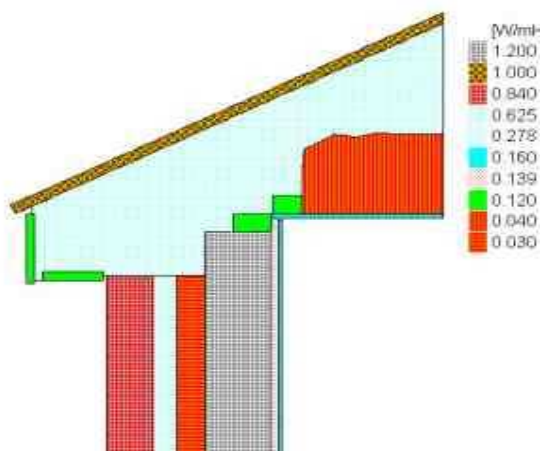
- Analiza postojećeg stanja
  - npr. termovizijsko snimanje objekta



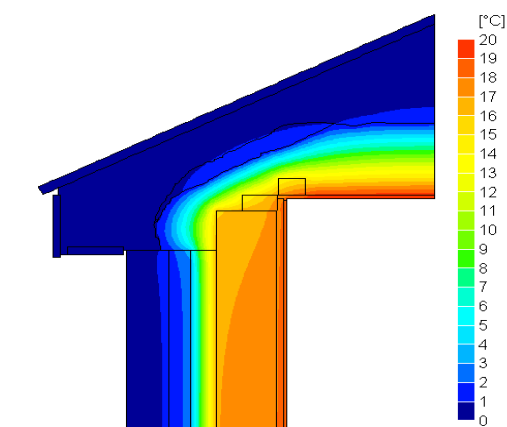
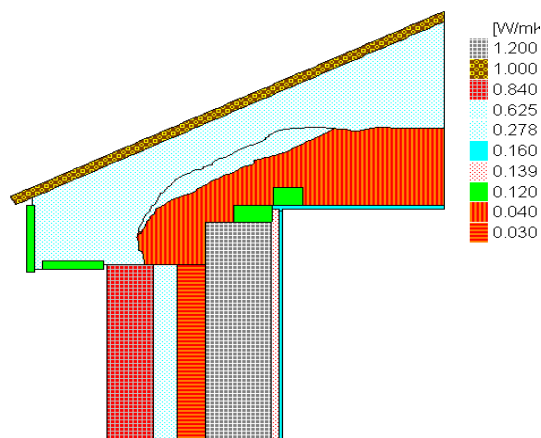
- Krovovi i potkrovlja

## Preporuke prilikom projektovanja

- Nema kontinuiteta izolacije zida i krova



- Kontinuitet u izolaciji zida i krova

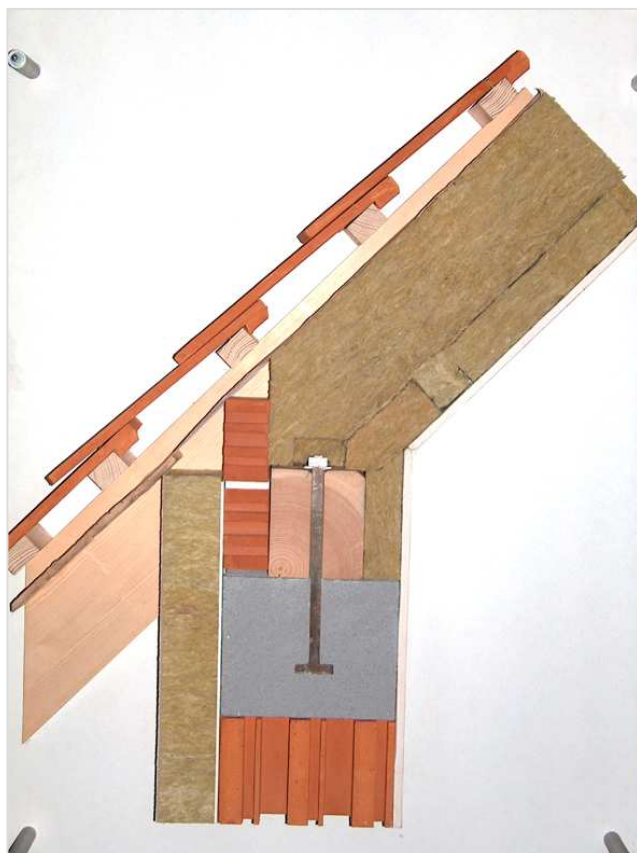


## Preporuke prilikom projektovanja



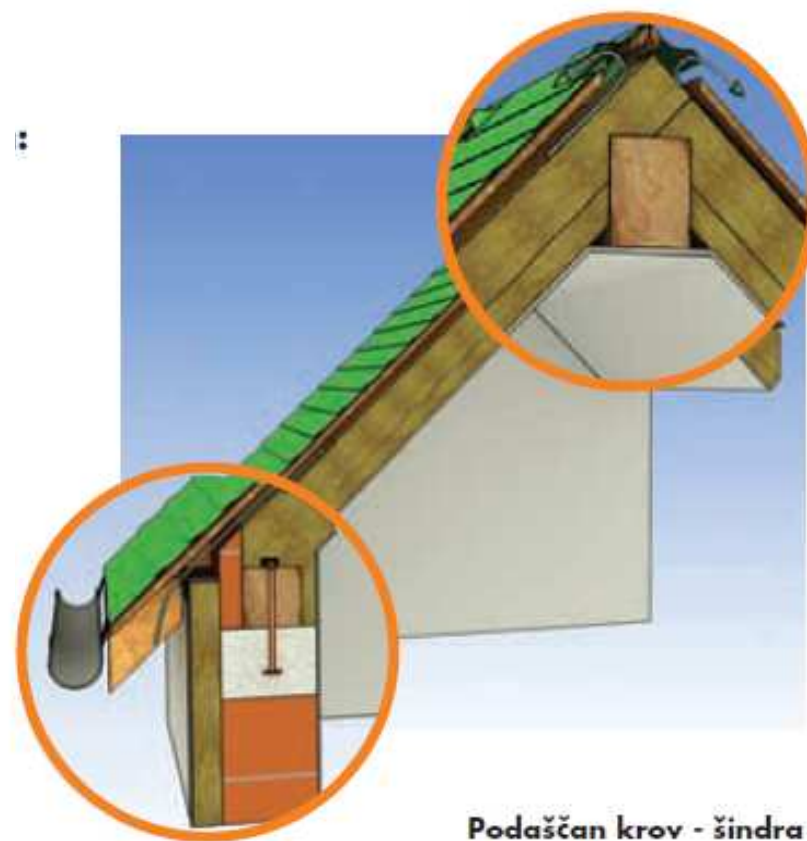
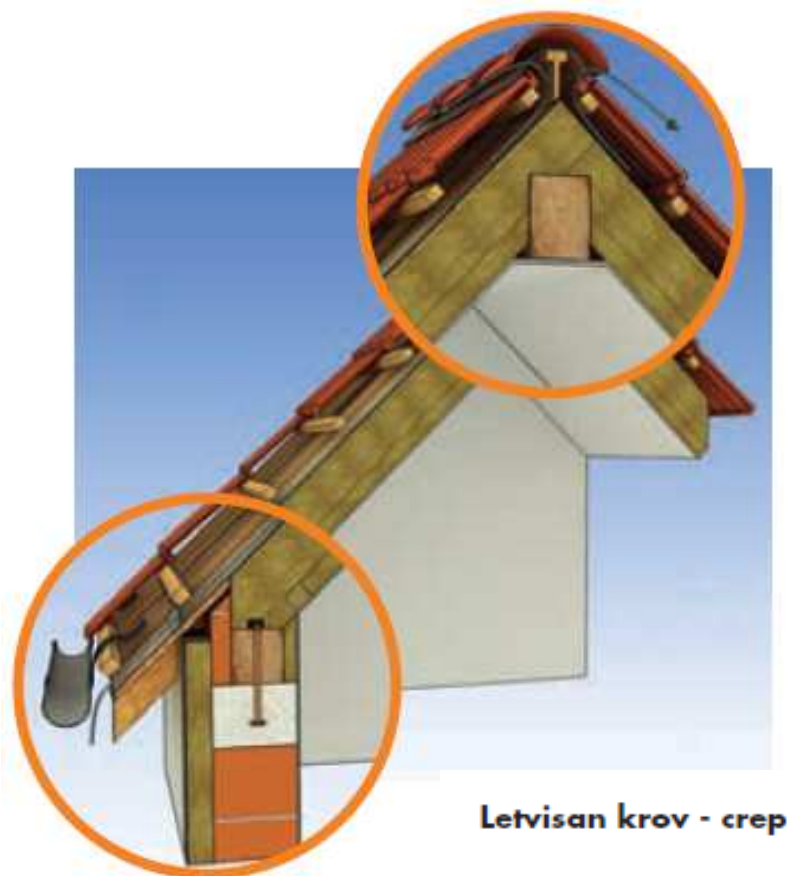
## Kosa krovna konstrukcija

- Sloj vazduha za provetranje iznad izolacionog materijala
  - indirektno – letvisana krovna konstrukcija
  - direktno – podaščana krovna konstrukcija



## Kosa krovna konstrukcija

- Sloj vazduha za provetravanje iznad izolacionog materijala
  - ulaz svežeg vazduha u liniji strehe
  - ispuštanje zagrejanog / vlažnog vazduha u liniji slemena



## Mere energetske efikasnosti

- Izolacija kosog krova
  - eliminacija toplotnih mostova - rogova

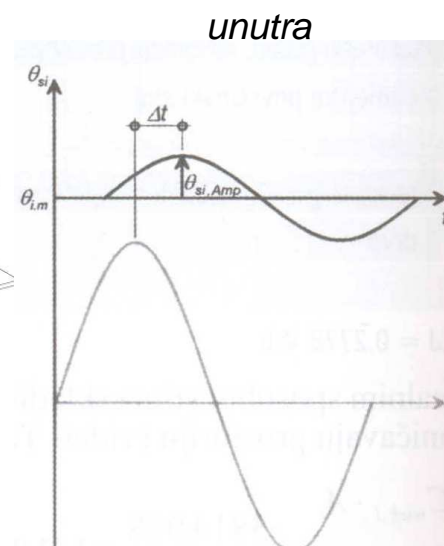
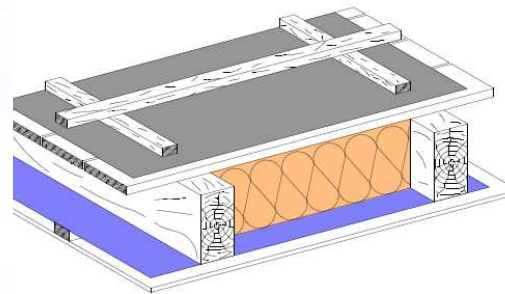
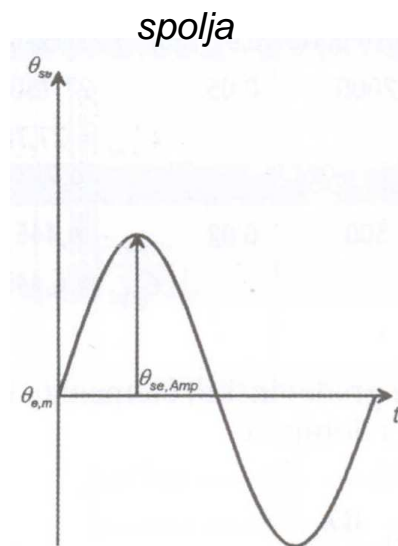


- $k = 0,298\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  – bez uticaja toplotnih mostova za  $d=12\text{cm}$  – HOMOGENI SLOJ
- $k = 0,385\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  – sa uticajem toplotnih mostova za  $d=12\text{cm}$  – HETEROGENI SLOJ

## Kada je bolje koristiti KMV?

### Zaštita od toplote u letnjem periodu – lake građevinske konstrukcije

- Toplotna stabilnost  
svojstvo pregrade da u što dužem vremenskom periodu održi konstantnu temperaturu svoje unutrašnje površine
- Visoka sposobnost akumulacije toplote = visoka letnja toplotna zaštita



- gustina materijala  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>)
- specifična toplota materijala  $c$  (J/kgK)
- toplotna provodljivosti  $\lambda$  (W/mK)

*Faktor prigušenja amplitude oscilacije temperature i kašnjenje oscilacije temperature pri prolazu temperaturskog talasa kroz krovnu konstrukciju*

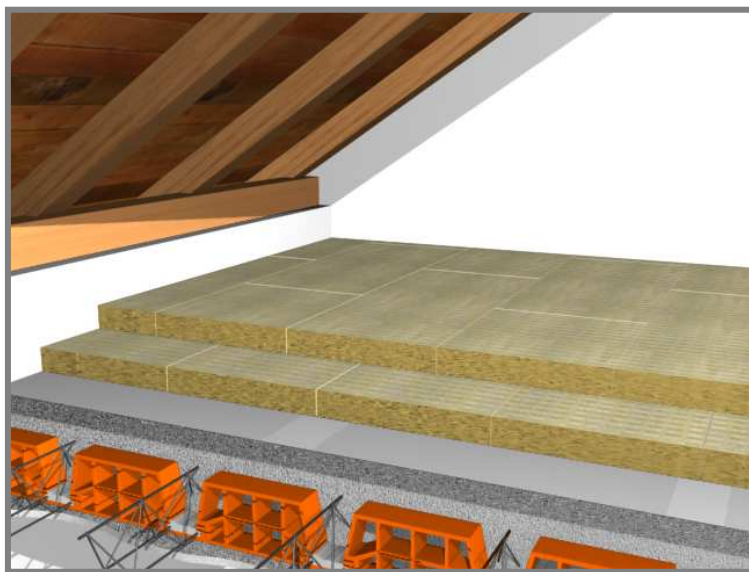


## Preporučene debljine ...

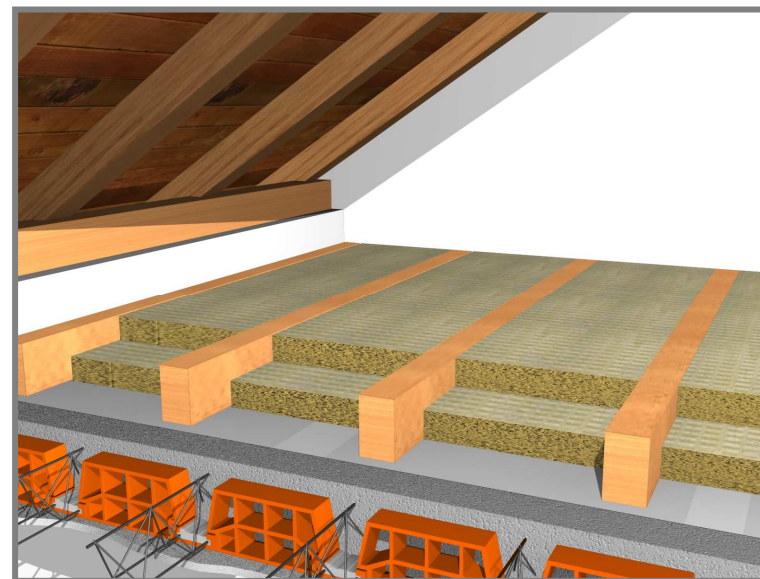


## Mere energetske efikasnosti

- Izolacija tavanaskog prostora



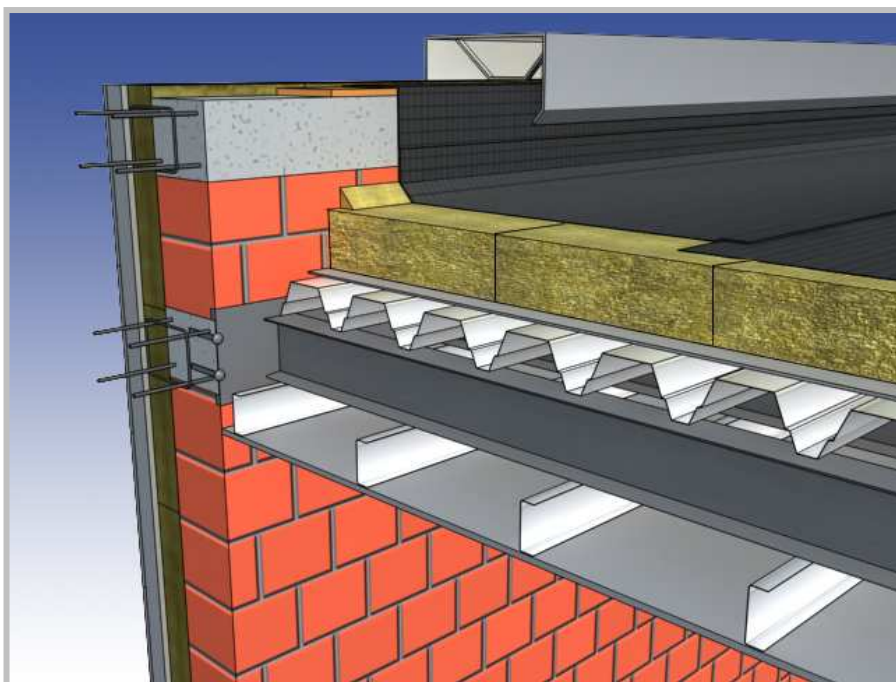
- tavan se ne koristi



- tavan se povremeno koristi

# Ravni krovovi

- Ravni krovovi
  - neprohodni



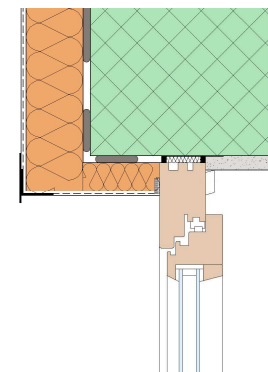
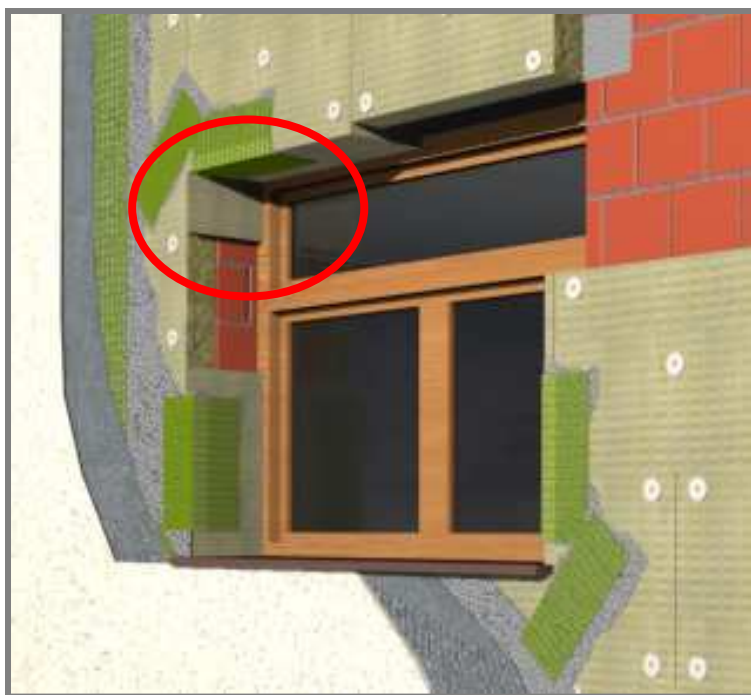
- prohodni



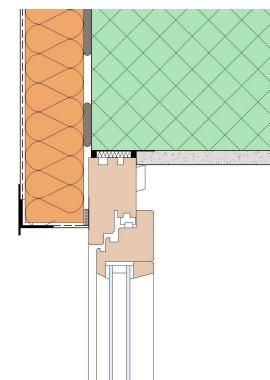
- Spoljašnji zidovi

## Kontaktna fasada - ETICS

- Potrebno je voditi računa o svim detaljima

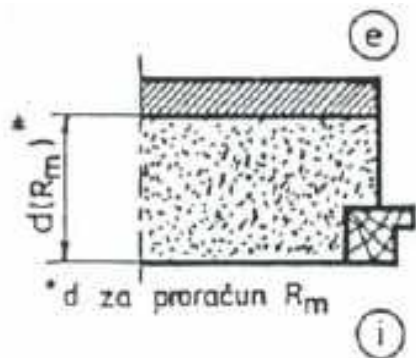


*ili*

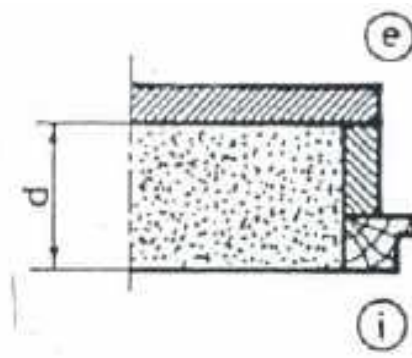


## Preporuke prilikom projektovanja

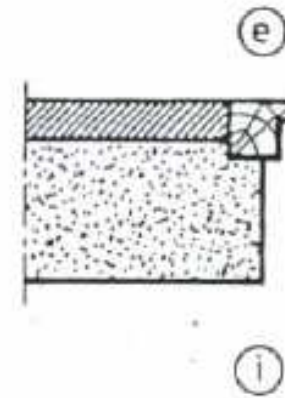
- Koeficijent prolaza toplote veza
  - veza između građevinske konstrukcije i stolarije



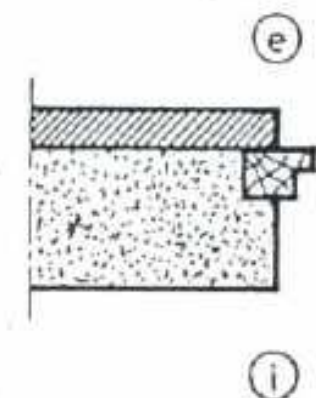
$$k_L = \frac{0,6d}{0,06 + R_m}$$



$$k_L = 0,6k \cdot d$$

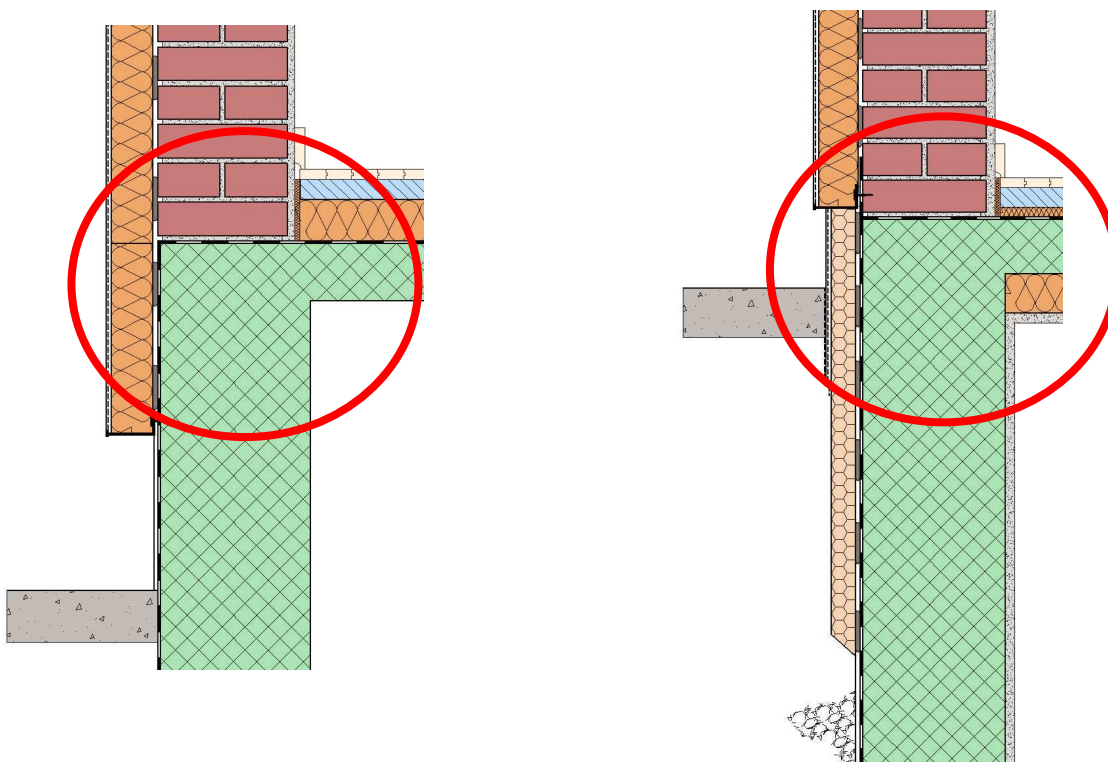


$$k_L = 0$$

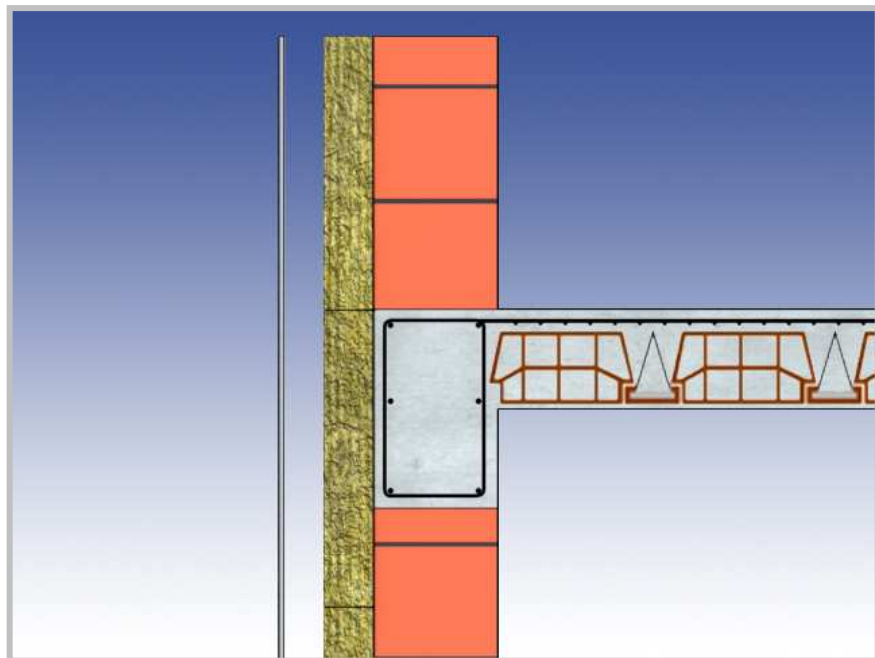


## Mere energetske efikasnosti

- Izolacija spoljašnjih zidova i međuspratne konstrukcije
  - potrebno je voditi računa o svim detaljima



## Ventilisana fasada

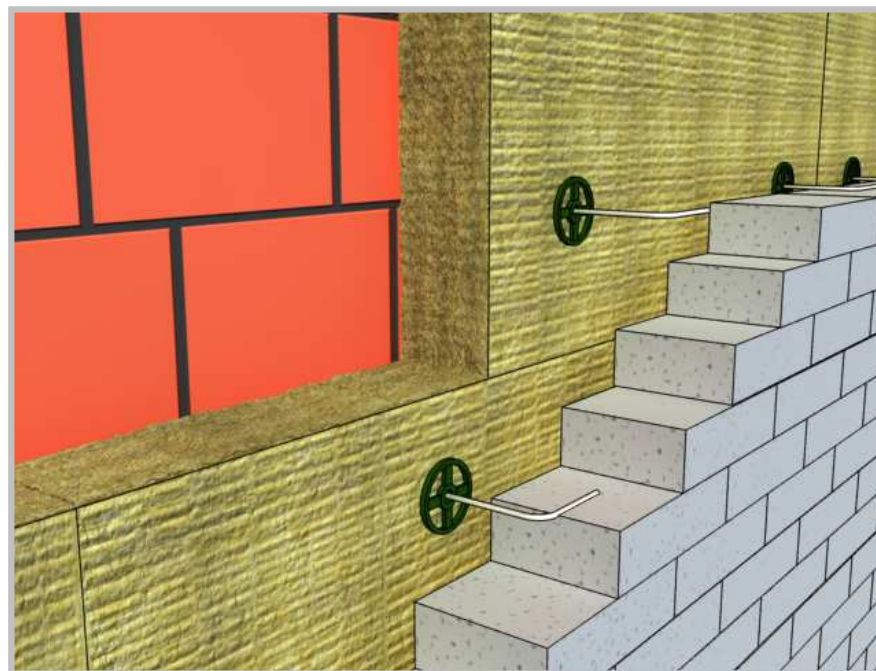
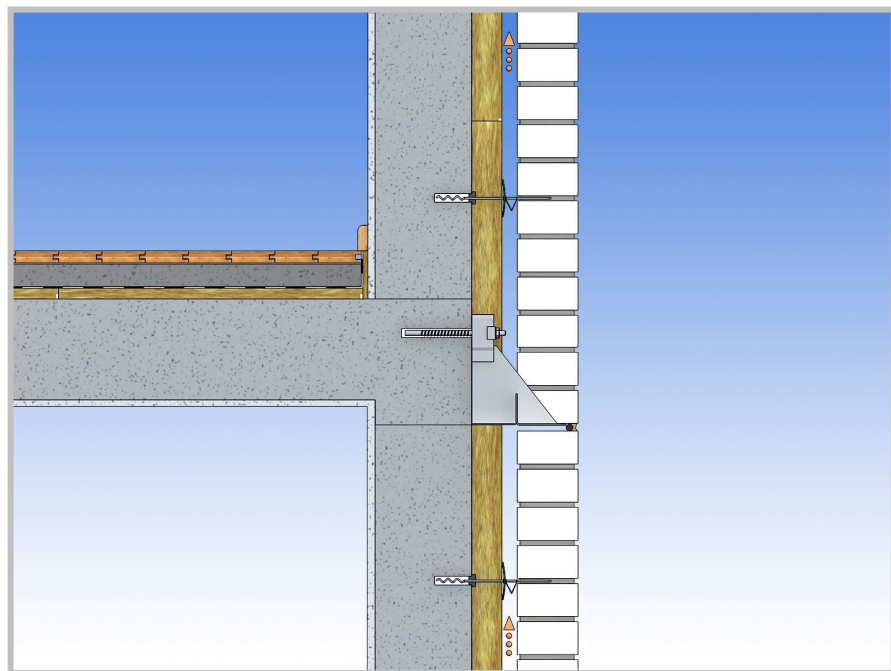


- *sasvim slabo ventilisane* – računa se sa vazдушnim slojem u mirovanju
- *slabo ventilisane* – pretpostavlja se da su preseki nizova ulaznih i izlaznih otvora jednaki ili približno jednaki i da rastojanje između ova dva niza otvora ne prelazi spratnu visinu
- *dobro ventilisane* – spoljašnji deo pregrade (slojevi iza ventilisanog) se ne uzima u obzir



## Sendvič zid

- Sa slojem za provetranje
- Bez sloja za provetranje – parna brana (PE folija) na toplijoj strani izolacije

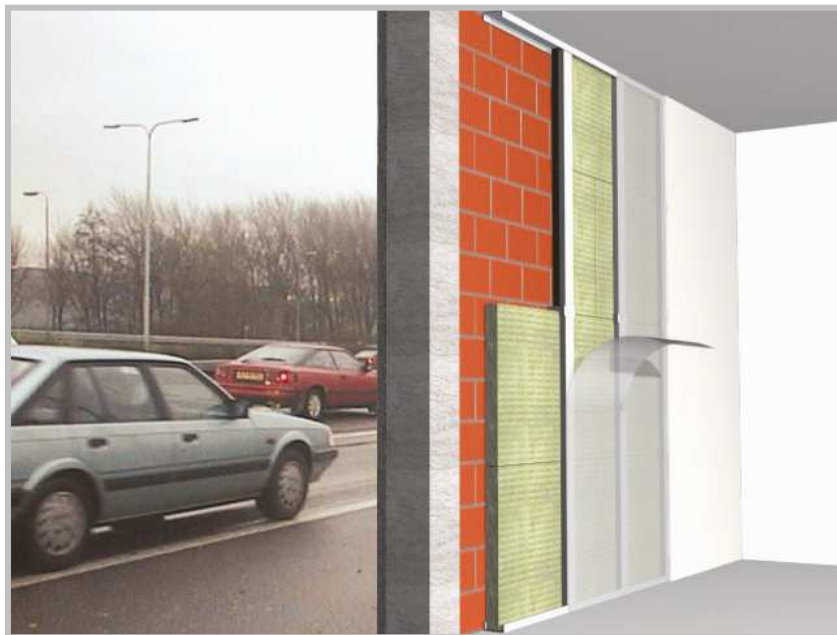


## Preporuke prilikom projektovanja



## Izolacija sa unutrašnje strane

- Zidna obloga sa ispunom od mineralne vune
- Obavezna parna brana sa toplije strane izolacije



### Kada unutrašnja izolacija?

- Fasadu je potrebno očuvati - zaštite spomenika
- Nikakvo ili malo rastojanje između objekata
- Izolacija prisutna samo u pojedinim stanovima
- Menjanje namene korišćenja podrumskih prostorija
- Zgrade / prostorije koje se koriste samo privremeno

## Izolacija sa unutrašnje strane



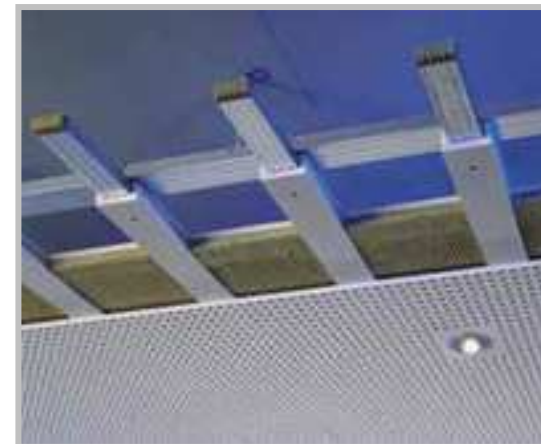
Mane unutrašnje izolacije:

- Spoljašni zid je ukupno hladniji (instalacije za vodu i grejanje u području smrzavanja)
- Toplotni mostovi (spojevi zida sa plafonom / podom / unutrašnjim zidovima)
- Ograničena mogućnost pričvršćivanja na spoljašne zidove

- Međuspratna konstrukcija iznad negrejanog prostora

## Preporuke prilikom projektovanja

- Spušteni plafon sa ispunom od mineralne vune
- Ploče kamene mineralne vune kaširane staklenim voalom mehanički pričvršćene
- Kontaktna fasada sa kamenom mineralnom vunom



## Preporuke prilikom projektovanja

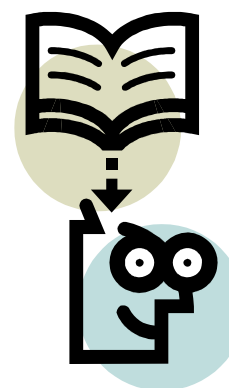
- Ploče od drvene vune sa jezgrom od kamene mineralne vune mehanički pričvršćene



# Knauf Insulation d.o.o. Beograd

Zahvaljujemo na Vašoj pažnji!

**PITANJA**



[www.knaufinsulation.rs](http://www.knaufinsulation.rs)