



# Osnove građevinske fizike

Objašnjenja, formule, tablice, vrijednosti

## Uvod

U ovom priručniku s formulama tvrtke RÖFIX objašnjavaju se osnovni pojmovi građevinske fizike i tehničke evaluacije građevinskih materijala.

Ovaj sažetak bitnih parametara građevinskih materijala treba pomoći djelatnicima tvrtke RÖFIX u

- orijentaciji s nazivima normi, tekstovima javnih natječaja, parametrima proizvoda i evaluacijskim kriterijima koji su uobičajeni u građevini,
- razumijevanju osnova građevinske fizike,
- kompetentnom savjetovanju obrtnika,
- uspoređivanju građevinskih materijala,
- osiguravanju osnovnih tehničkih znanja.

Želimo Vam mnogo zabave u korištenju RÖFIX - malih osnova građevinske fizike i mnogo uspjeha u kompetentnom stručnom savjetovanju.

## Sadržaj

Veličine i jedinice.....	04
Preračunavanje jedinica/faktora.....	05
Predmeci za umanjivanje ili uvećavanje.....	07
Masa/sila/težina/tlak.....	08
Modulelastičnosti.....	09
Čvrstoća pri savijanju, tlačna čvrstoća i prijanjanje.....	10
Udarnačvrstoća.....	11
Reakcija na požar.....	12
Protupožarna zaštita (klase protupožarne otpornosti).....	14
Podaci o gustoći [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ].....	15
Agregatna stanja.....	16
Objašnjenja pojmova vezanih uz vlagu.....	17
Rosište.....	18
Tablicarosišta.....	19
Objašnjenje pojma kondenzacije.....	20
$\mu$ -vrijednost (faktor otpora paropropusnosti).....	21
$s_D$ -vrijednost (debljina zračnog sloja ekvivalentnog difuziji vodene pare.....	22
Koeficijent vodoupojnosti $c$ [ $\text{kg}/\text{m}^2\text{min}^{0.5}$ ].....	23
V-vrijednost [ $\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ].....	25
pH-vrijednost.....	26
Vrste prijenosa topline.....	27
Koeficijent toplinske vodljivosti [ $\text{W}/\text{mK}$ ].....	28
U-vrijednost (koeficijent prolaska topline) [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ].....	29
Otpor prolasku topline $R_{t,u}$ ( $\text{K}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ ).....	30
Specifični toplinski kapacitet $c$ [ $\text{J}/\text{kgK}$ ].....	31
Temperatura.....	32
Stvrdnjavanje građevinskog materijala - pojmovi.....	33
Kutne mjere.....	34
Normenklatura vanjskih boja RÖFIX.....	35
Normenklatura unutarnjih boja RÖFIX.....	36
Podloge, vijek uporabe i preporučeni premazi.....	37
Koeficijent refleksije/TSR-vrijednost.....	38
Udarna buka.....	39

## Veličine i jedinice

**Međunarodni sustav jedinica** ili **SI** sustav (od francuskog *Système international d'unités*) najrašireniji je sustav jedinica za fizičke veličine.

**Osnovne SI veličine/osnovne jedinice** (kojima se mogu opisati sve druge veličine i jedinice) i neke druge su:

Veličina	Jedinica	
Duljina (L)	Metar [m]	
Masa (m)	Kilogram [kg]	
Vrijeme (t)	Sekunda [s]	
Termodinamička temperatura (T)	Kelvin [K]	<i>tako er [°C]</i>
Električna struja (I)	Amper [A]	
Množina (količina) tvari (n)	mol [mol]	
Svjetlosna jakost (Iv)	kandela [cd]	
Snaga (P)	vat [W] = [J/s]	
Masena koncentracija (ρ)	[kg/m <sup>3</sup> ]	
Tlak, naprezanje (p)	paskal [Pa] = [N/m <sup>2</sup> ]	<i>1 bar = 105 Pa</i>
Ploština (A)	kvadratni metar [m <sup>2</sup> ]	
Obujam (V)	kubični metar [m <sup>3</sup> ]	
Sila (F)	njutn [N] = [kg·m/s <sup>2</sup> ]	
Energija, količina topline	džul [J] = [Nm]	<i>1 cal = ca. 4,1868 J</i>
Razina zvučnog tlaka (L <sub>p</sub> )	Decibel [dB]	

## Preračunavanje veličina/faktora

**Površina pravokutnika [m<sup>2</sup>]** = duljina [m] x širina [m]

**Volumen kvadra [m<sup>3</sup>]** = uljina [m] x širina [m] x visina [m]

**Površina kruga [m<sup>2</sup>]** = radijus<sup>2</sup> [m<sup>2</sup>] x π (radijus = promjer/2)

**Volumen valjka [m<sup>3</sup>]** = površina kruga [m<sup>2</sup>] x visina [m]

**Preračunavanje duljina:** Faktor 10, npr. 1 cm = 10 mm

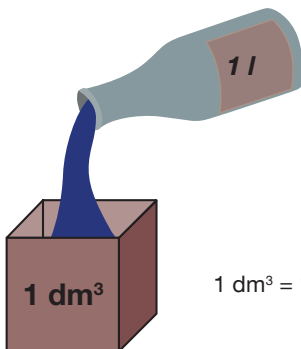
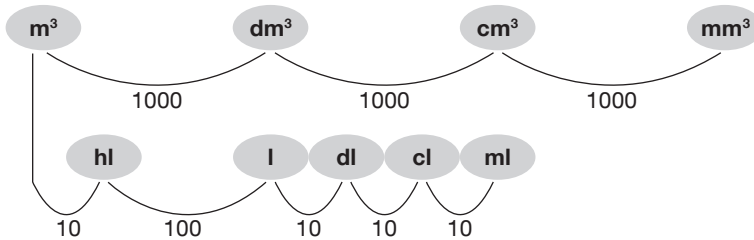
(Pozor: vrijedi do mm odn. km, ispod odn. iznad → faktor 1000 - pogledajte Predmeci za uvećavanje i umanjivanje)

**Preračunavanje površina:** Faktor 100, npr. 1cm<sup>2</sup> = 100 mm<sup>2</sup>

(Pozor: vrijedi do mm<sup>2</sup> odn. km<sup>2</sup>, ispod odn. iznad → faktor 1 mil)

**Preračunavanje volumena:** Faktor 1000, npr. 1cm<sup>3</sup> = 1000 mm<sup>3</sup>

(Pozor: vrijedi do mm<sup>3</sup> odn. km<sup>3</sup>, ispod odn. iznad → faktor 1 mlrd)



1 dm<sup>3</sup> = 1 L

pa je

1 m<sup>3</sup> = 1000 L

## Preračunavanje veličina/faktora

### **Način pisanja vrlo velikih i vrlo malih brojeva**

Na primjer:

$$200.000 \text{ m} = 2 \times 10^5 \text{ m}$$

Na primjer:

Umjesto da se piše 1.000.000 m često se piše  $10^6$  m.

Jednako se umjesto 0,000001 m često piše  $10^{-6}$  m.

Dies hat den Vorteil, dass man bei Rechnungen mit sehr unterschiedlich grossen Zahlen nicht die Einheiten wechseln muss.

Prednost toga je da kod računanja s brojevima različitih veličina ne treba mijenjati jedinice. Nasuprot tome stoji metoda s „predmecima za umanjivanje i uvećavanje (pogledajte sljedeću stranicu) gdje se jedinice umanjuju odn. uvećavaju pomoću predmetaka. Ta se metoda koristi kad se računa s vrlo velikim ili vrlo malim brojevima među kojima nema velike razlike u veličini. Na primjer se danas tvrdi diskovi uspoređuju u gigabajtima, a rjeđe u  $10^9$  bajta. Dva gigabajta su  $2 \times 10^9$  bajta.

$10^0 = 1$	$10^{-0} = 1$
$10^1 = 1 \times 10$	$10^{-1} = 0,1$
$10^2 = 10 \times 10$	$10^{-2} = 0,01$
$10^3 = 10 \times 10 \times 10$	$10^{-3} = 0,001$
$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10$	$10^{-4} = 0,0001$
$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$	$10^{-5} = 0,00001$
$10^6 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$	$10^{-6} = 0,000001$

## Predmeći za umanjivanje i uvećavanje

Budući da u različitim područjima širina neke veličine/jedinice može biti vrlo velik, dobro je umjesto vrlo dugačkih brojeva koristiti predmetke i manje brojeve.

Na primjer uobičajeno je umjesto 1000000 m pisati 1000 km.

<b>Pikometar</b> (pm)	Bilijunti dio metra	( $10^{-12}$ m)
<b>Nanometar</b> (nm)	Milijarditi dio metra	( $10^{-9}$ m)
<b>Mikrometar</b> (µm)	Milijunti dio metra	( $10^{-6}$ m)
<b>Millimetar</b> (mm)	Tisućiti dio metra	( $10^{-3}$ m)
<b>Centimetar</b> (cm)	Stoti dio metra	( $10^{-2}$ m)
<b>Decimetar</b> (dm)	Deseti dio metra	( $10^{-1}$ m)
<b>Dekametar</b> (dam)	Deset metara	( $10^1$ m)
<b>Hektometar</b> (hm)	Sto metara	( $10^2$ m)
<b>Kilometar</b> (km)	Tisuću metara	( $10^3$ m)
<b>Megametar</b> (Mm)	Milijun metara	( $10^6$ m)
<b>Gigametar</b> (Gm)	Milijarda metara	( $10^9$ m)
<b>Terrametar</b> (Tm)	Bilijun metara	( $10^{12}$ m)

## Masa/sila/težina/tlak

<b>Masa je oblik odn. svojstvo materije i navodi se u kg</b>
<b>Sila = masa x ubrzanje i navodi se u njutnima</b>
<b>Težina (odn. težinska sila) je sila koju gravitacijsko polje (npr. ubrzanje zemlje) uzrokuje na tijelu</b>
<b>Sila (težina) ≠ masa !!! → njutn ≠ kg</b>
<b>Tlak = sila/površina i navodi se kao npr. njutn/mm<sup>2</sup> ili megapaskal</b>

Njutn je izvedena jedinica i može se izraziti osnovnim jedinicama kilogramom (kg), metrom (m) i sekundom (s). Kao približno pravilo uzima se: 1 kg na površini zemlje odgovara približno 10 N, ali te se jedinice temeljno razlikuju. Budući da srednje ubrzanje zemlje (g) na razini mora iznosi oko 9,81 m/s<sup>2</sup>, tijelo mase 1 kg tamo ima težinsku silu od 9,81 N. Za razliku od toga 1 njutn je težinska sila koja djeluje na tijelo mase 102 grama.

	1 N	△	100 g			
	10 N	△	1000 g	=	1 kg	
	100 N	△	10000 g	=	10 kg	
1 kN	=	1000 N	△	100000 g	=	100 kg
10 kN	=	10000 N	△	1000000 g	=	1000 kg
Primjer:						
RÖFIX ZS 30: DF ≥ 30 N/mm <sup>2</sup>	△	oko DF ≥ 3 kg/mm <sup>2</sup>				
	△	oko DF ≥ 300 kg/cm <sup>2</sup>				
	△	oko DF ≥ 30.000 kg/dm <sup>2</sup>				
	△	oko DF ≥ 3.000.000 kg/m <sup>2</sup>				



## Modul elastičnosti

**Elastičnost** je svojstvo materijala da prilikom djelovanja sile promijeni svoj oblik te se nakon djelovanja sile opet vrati u izvorni oblik.

Suprotno od toga je plastičnost: Ovdje se deformacija materijala zadržava i nakon djelovanja sile.

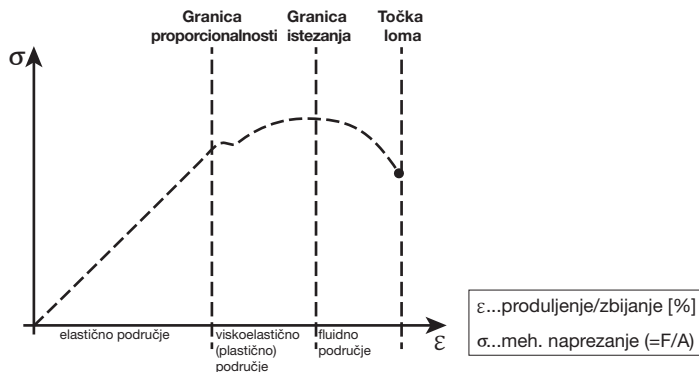
Modul elastičnosti (e-modul) navodi se u **N/mm<sup>2</sup>** i to je parametar materijala koji opisuje vezu između naprezanja i produljenja ( $E = \sigma/\epsilon$ ) prilikom deformacije čvrstog tijela (kod linearne elastičnosti).

Praktični primjer:

Kod konstrukcije s (visokom) izolacijom treba koristiti žbuke s niskim e-modulom. Teške žbuke s visokim e-modulom mogu dovesti do naprezanja, nastanka pukotina i pucanja!

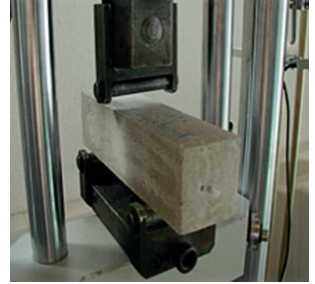
Der E-Modul steigt grundsätzlich mit steigender Druckfestigkeit eines Materials.

### Dijagram naprezanja i produljenja



## Vlačna čvrstoća pri savijanju, tlačna čvrstoća i vlačna čvrstoća prijanjanja

**Vlačna čvrstoća pri savijanju** [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ] služi za ocjenjivanje otpornosti materijala na naprezanje savijanjem (npr. važno kod plutajućih estriha).



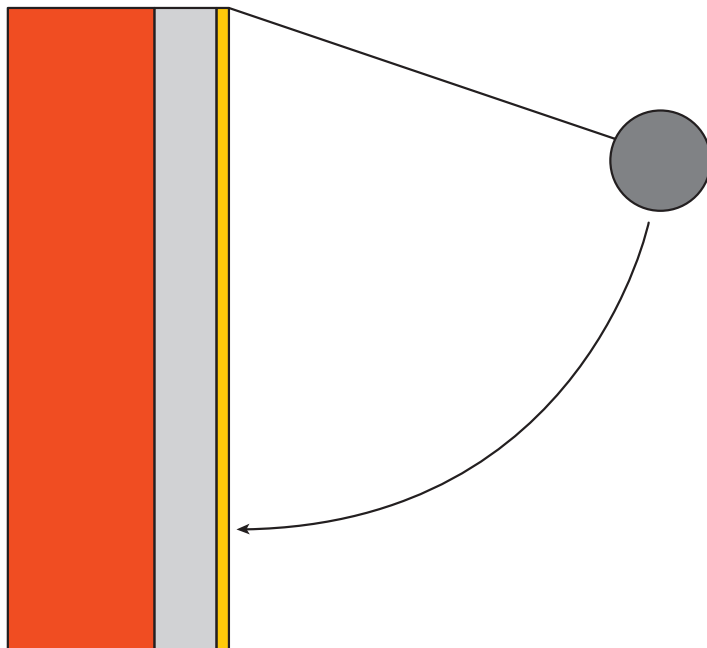
**Tlačna čvrstoća** [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ] služi za ocjenjivanje otpornosti materijala na tlačna opterećenja (npr. važno kod zidarskog morta).



**Vlačna čvrstoća prijanjanja** [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ] služi za ocjenjivanje prijanjanja materijala jednih za druge i/ili kvalitete površine materijala (npr. važno kod ljepila za pločice).



## Udarna čvrstoća (TIS)



Ocjena rezultata (prema ETAG 004) po oštećenjima nakon udara:

	Kategorija III	Kategorija II	Kategorija I
Pokušaj 5.1.3.3.1 Udar 10 džula	-	Žbuka nije probijena <sup>2)</sup>	Nema oštećenja <sup>1)</sup>
Pokušaj 5.1.3.3.1 Udar 3 džula	Žbuka nije probijena <sup>2)</sup>	Žbuka nije pukla	Nema oštećenja
Pokušaj 5.1.3.3.2 Perfotest	Nema proboja <sup>3)</sup> korištenjem pečata od 20 mm	Nema proboja <sup>3)</sup> korištenjem pečata od 12 mm	Nema proboja <sup>3)</sup> korištenjem pečata od 6 mm

Na javnim zgradama traži se kategorija I.

## Protupožarna zaštita (reakcija na požar)

Reakcija na požar (EN 13501-1) opisuje je li neki građevinski materijal goriv ili nije odn. koliko je lako zapaljiv.

Pomoću tih kriterija uz ocjenu stvaranja dima, kapanja odn. otpadanja građevinski se materijali klasificiraju u klase A do F:

Dodatni zahtjev					
naziv	Nema stvaranja dima	nema kapanja/ otpadanja uzrokovanog	Razred građevinskog materijala EN 13501-1	Razred građevinskog materijala DIN 4102-1	Ispitna norma
nije gorivo bez udjela gorivih građevinskih materijala	x	x	A1	A1	EN ISO 1182, EN ISO 1716, EN ISO 9239
nije gorivo s udjelom gorivih građevinskih materijala	x	x	A2 - s1 d0	A2	EN ISO 1182, EN ISO 1716, EN ISO 9239
	x	x	B, C - s1 d0		
		x	A2, B, C - s2 d0		
		x	A2, B, C - s3 d0		
teško zapaljivo	x		A2, B, C - s1 d1	B1	EN ISO 9239-1
	x		A2, B, C - s1 d2		
			A2, B, C - s3 d2		
	x	x	D - s1 d0		
		x	D - s2 d0		
		x	D - s3 d0		
normalno zapaljivo	x		D - s1 d2		EN ISO 9239-1
			D - s2 d2	B2	
			D - s3 d2		
		x	E		EN ISO 11925-1
			E - d2		
lako zapaljivo			F	B3	nema ispitivanja

## Protupožarna zaštita (reakcija na požar)

U europskoj normi EN 13501-1 predviđene su sljedeće klase građevinskih materijala u pogledu stvaranja dima (kratica *s* za *smoke*) i za kapanje odn. otpadanje uzrokovano požarom (kratica *d* za *droplets*):

Kratica	Zahtjev
s1	nema stvaranja dima
s2	ograničeno stvaranje dima
s3	neograničeno stvaranje dima
d0	nema kapanja/otpadanja
d1	ograničeno kapanje/otpadanje
d2	jako kapanje/otpadanje

Ove oznake mogu se kao dodatne opcije dooati klasama građevinskih materijala. To je uobičajeno primjerice kod sintetičkih izolacijskih materijala kao npr. EPS, mineralna vuna ili PU.

## Protupožarna zaštita (klasa protupožarne otpornosti)

**Protupožarna otpornost/klasa protupožarne otpornosti** (regulirana u EN 13501-2) nekog građevinskog elementa označava vrijeme tijekom kojeg građevinski element u slučaju požara zadržava svoju funkciju.

Sva klasifikacijska vremena moraju se za svako od obilježja navesti u minutama pri čemu treba koristiti jedno od klasifikacijskih vremena: 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 ili 360.

Napomena: Ne vrijede sva klasifikacijska vremena za sve građevinske elemente (pogledajte EN 13501-2).

Za klasifikaciju građevinskih proizvoda treba koristiti sljedeća slova za označavanje:

- R – nosivost
- E – cjelovitost
- I – toplinska izolacija
- W – zračenje
- S – nepropusnost za dim
- M – otpornost na mehaničko opterećenje
- C – samozatvaranje
- G – otpornost na zapaljenje čađe
- K – protupožarno djelovanje

Primjer označavanja građevinskih materijala u praksi:

npr. A1 (kod RÖFIX 510) prema EN 13501-1

npr. REI 240 (kod RÖFIX 190) prema EN 13501-2; Ovdje mora postojati najmanje 240 min:

- Nosivost (R)
- Cjelovitost (E)
- Toplinska izolacija (I)

## Podaci o gustoći [kg/m<sup>3</sup>]

Gustoća ( $\rho$ , izgovara se ro) je masa tijela podijeljena s njegovim volumenom. Gustoća je određena materijalom tijela te ne ovisi o njegovom obliku i veličini.

Primjeri gustoća različitih materijala:

Materijal	Gustoća kg/m <sup>3</sup>
Vakuumske izolacijske ploča	0,004...0,006
Perliti	100
PU	0,021...0,035
Novi snijeg	60...200
Drvo	400...800
Voda	1000
Beton	2450
Aluminij	2710
Čelik/čelik za armiranje	7700
Bakar	8960
Zlato	19302

Kod građevinskih materijala se ovisno o stanju deklariraju različite vrste gustoće pri čemu se često fizički gledano koriste neispravni nazivi iz razgovornog jezika (kurziv u zgradama):

**Gustoća zasipa** [kg/m<sup>3</sup>] („litarna težina“ suha) a suhe građevinske materijale u prahu.

**Sirova gustoća svježeg morta** [kg/m<sup>3</sup>] („litarna težina“ mokra) svježe zamiješani, mokri građevinski materijali.

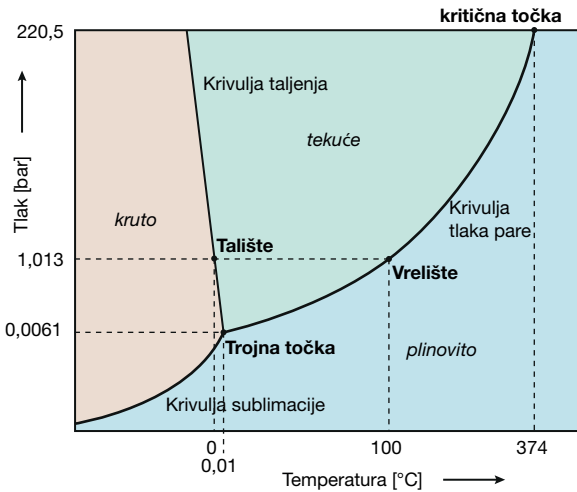
**Sirova gustoća** [kg/m<sup>3</sup>] („prostorna težina“) za stvrdnute na 20 °C, 65 % r.v.l., 28 d skladištene građevinske materijale..

**Suha sirova gustoća** [kg/m<sup>3</sup>]: Sirova gustoća + peč. Za građevinske materijale osušene do konstantne težine.

## Agregatna stanja

**Agregatnim stanjima** nazivamo kvalitativno različita osnovna stanja neke tvari koja se mogu međusobno mijenjati samo promjenama temperature ili tlaka. Postoje tri klasična agregatna stanja *kruto*, *tekuće* i *plinovito*, a osim toga u fizici postoje još i druga neklasična agregatna stanja kao np. plazma.

### Fazni dijagram vode





## Objašnjenja pojmova vezanih uz vlagu

### **Hidrofilan** (od grčkog „koji voli vodu“)

Građevinski materijali ili površine građevinskih materijala koje se lako mogu navlažiti vodom nazivamo hidrofilnima. Hidrofilni građevinski materijali s finim ili otvorenim porama zovemo i hidroskopskima budući da upijanje vode na unutarnjim površinama dovodi do mjerljivog sadržaja vode.

### **Hidrofoban** (od grčkog „koji se boji vode“)

Građevinski materijali ili površine građevinskih materijala koji se vrlo teško mogu navlažiti vodom nazivamo hidrofobnima. Hidrofoban znači da odbija vodu. Pod pojmom hidrofobizacije (obrada za odbijanje vode) podrazumijeva se obrada građevinskog materijala ili površine građevinskog materijala materijalom za impregnaciju.

### **Higroskopski** (od grčkog „vlažan“ „gledati“)

Higroskopskima nazivamo građevinske materijale koji imaju svojstvo upijanja vlage iz okoline u obliku vodene pare ili vlage u zraku.

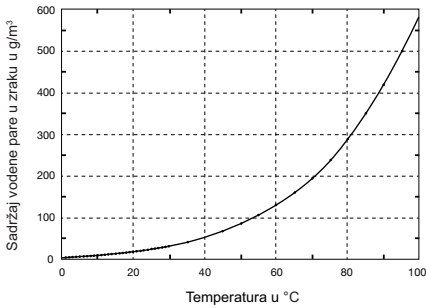
### **Hidroaktivan**

U građevinarstvu hidroaktivnima se nazivaju građevinski materijali odn. konstrukcije kao što su WDV sustavi (spregnuti sustav toplinske izolacije) ako imaju uravnoteženu bilancu vode.

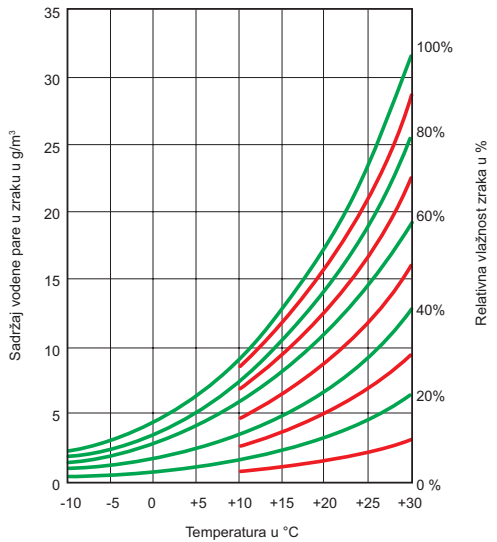
## Rosište

**Rosište** i temperatura rosišta je temperatura na koju se pri nepromijenjenom tlaku vlažan zrak treba ohladiti da bi se vodena para mogla izdvojiti kao rosa ili magla. Na rosištu relativna vlažnost zraka iznosi 100 %. Zrak je tada zasićen vodenom parom. Što više vodene pare ima u zraku, to je viša njegova temperatura rosišta. Rosište tako može poslužiti za određivanje apsolutne vlažnosti zraka. Za temperaturu rosišta često se koristi grčko slovo  $\tau$  kao oznaka u formulama.

Zasićena količina vodene pare u zraku



Sadržaj vodene pare u zraku naspram temperaturi



## Tablica rosišta

	Temperatura zraka (°C)	Temperature rosišta u °C pri relativnoj vlažnosti zraka od <sup>1)</sup>															
		20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
	2						-7,7	-6,6	-5,4	-4,4	-3,2	-2,5	-1,8	-1,0	-0,3	0,5	1,2
	4						-6,1	-4,9	-3,7	-2,6	-1,8	-0,9	0,1	0,8	1,6	2,4	3,2
	6						-4,5	-3,1	-2,1	-1,1	-0,1	0,9	1,9	2,7	3,6	4,5	5,4
	8						-2,7	-1,6	-0,4	0,7	1,8	2,8	3,8	4,8	5,7	6,5	7,3
uobičajene temperature obrade	10			-6,0	-4,2	-2,6	-1,3	0,0	1,3	2,5	3,7	4,8	5,8	6,8	7,7	8,5	9,3
	12			-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,8	3,2	4,5	5,6	6,7	7,8	8,7	9,6	10,5	11,3
	14			-2,9	-1,0	0,6	2,2	3,7	5,1	6,4	7,6	8,7	9,7	10,7	11,6	12,6	13,4
	15			-2,2	-0,3	1,5	3,1	4,7	6,1	7,4	8,5	9,6	10,7	11,7	12,6	13,5	14,4
	16			-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,3	9,5	10,6	11,7	12,7	13,6	14,6	15,5
	17			-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,6	14,5	15,4	16,2
	18			0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,4	13,5	14,6	15,4	16,3	17,3
	19			1,1	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,4	18,2
	20			1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,5	16,5	17,4	18,4	19,2
	21			2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,4	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
	22			3,7	5,9	7,8	9,5	11,2	12,5	13,9	15,2	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
	23			4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,0	17,3	18,4	19,4	20,4	21,3	22,2
24			5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,3	15,7	17,0	18,2	19,2	20,3	21,4	22,3	23,2	
	25	0,5	3,6	6,2	8,5	10,5	12,2	13,8	15,4	16,7	18,0	19,1	20,2	21,4	22,3	23,3	24,2
	26	1,3	4,5	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,7	18,9	20,1	21,3	22,3	23,3	24,3	25,2
	28	3,0	6,1	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,4	20,9	22,0	23,2	24,2	25,3	26,2	27,2
	30	4,6	7,8	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	23,7	23,9	25,1	26,1	27,2	28,2	29,1
	32	6,2	9,5	12,2	14,6	16,7	18,6	20,3	21,9	23,3	24,7	25,8	27,0	28,2	29,2	30,2	31,2
	34	8,7	12,0	14,8	17,2	19,4	20,4	22,2	23,7	25,2	26,5	27,8	28,9	30,1	31,2	32,1	33,1
	36	12,8	16,2	19,1	21,6	23,8	22,2	24,1	25,5	27,0	28,4	29,7	30,9	32,0	33,1	34,2	35,1

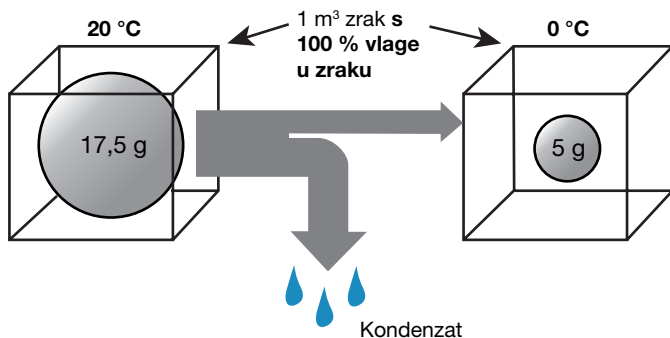
<sup>1)</sup> zaokružene vrijednosti

Tablica rosišta navodi kod kojih površinskih temperatura nastaje kondenzat - ovisno o temperaturi zraka i relativnoj vlažnosti zraka.

Primjer: pri 20 °C temperature zraka i 70 % relativne vlažnosti zraka rosište je pri temperaturi objekta od 14,4 °C. Ako površinski termometar pokazuje vrijednost manju od 17,4 °C (14,4 °C + 3 °C sigurnosni faktor), ne treba više obavljati nikakve premaze.

## Objašnjenje pojma kondenzacije

**Kondenzacija** je prijelaz neke tvari iz plinovite u tekuću fazu. Suprotno je isparavanje.



U prostoriji temperature 20 °C i veličine 1 m<sup>3</sup> zrak može upiti 14,5 g vodene pare i tada će biti zasićen.

Ako se prostorija sada ohladi - primjerice na približno 0 °C, zrak će moći upiti još samo 5 g vode. Preostalih 12,5 g vode pretvorit će se u kondenziranu vodu.

### Praktičan primjer ljetnog kondenzata:

Ako prilikom prozračivanja ljeti struji topli (topli zrak može upiti puno vodene pare), a zbog vremenskih uvjeta istovremeno i vlažni zrak u podrum s hladnim podom od estriha, na površini estriha će doći do kondenzacije jer će hladni sloj zraka koji dotiče površinu estriha moći "pohraniti" još znatno manje vodene pare. Voda koja se više ne „može pohraniti“ pretvorit će se u kondenzat.

$\mu$ -vrijednost (faktor otpora difuziji vodene pare)

**Otpor difuziji vodene pare** izražava koliko neki građevinski materijal sprečava difuziju vodene pare, a mjeri se faktorom otpora difuziji vodene pare (veličina bez dimenzija!).

$\mu$ -vrijednost navodi za koji je faktor dotični materijal gušći u odnosu na vodenu paru od jednako debelog mirnog sloja zraka.

Što je veća  $\mu$ -vrijednost, to je građevinski materijal otporniji.

Nekoliko primjera:

Materijal	Gustoća kg/m <sup>3</sup>	$\mu$	
		suho	vlažno
Zrak	1,23	1	1
Gips	600–1500	10	4
Gipskartonske ploče	900	10	4
Beton, srednja sirova gustoća	1800	100	60
Beton, velika sirova gustoća	2400	130	80
Staklo, metali	-	$\infty$	$\infty$

Difuzija: je potpuno pomiješanost dvaju ili više (plinovitih ili tekućih) tvari. Postupak se odvija bez vanjskog upliva, već potpuno samostalno kretanjem molekula.

$s_d$ -vrijednost (debljina zračnog sloja ekvivalentnog difuziji vodene pare)

**sd vrijednost** opisuje debljinu zračnog sloja u metrima koji ima isti otpor difuziji vodene pare kao i građevinski materijal debljine  $d$  s faktorom otpora difuziji vodene pare  $\mu$ .

$$s_d = \mu \cdot d \quad d \dots \text{Debljina građevinskog materijala [m]}$$

$s_d$ -vrijednosti povezanih građevinskih elementa se zbrajaju. Nema konstante materijala (ovisno o debljini!).

Primjer: RÖFIX 510 s  $\mu =$  oko 20 i 2 cm debljine

$$\rightarrow s_d = 20 \cdot 0,02 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

2 cm RÖFIX 510 imaju otpor difuziji pare jednako kao i 40 cm zraka.

Što je vrijednost manja, to je manji otpor i to je građevinski materijal otvoreniji za difuziju.

Klasifikacija (DIN 4108-3) građevinskih materijala:

$s_d$ -vrijednost	Stupanj gustoće
$\leq 0,5 \text{ m}$	otvoren za difuziju (sloj provodi paru)
0,5 m–1500 m	sprečava difuziju (parna kočnica)
$\geq 1500 \text{ m}$	nepropusna za difuziju (blokira brana)

Koeficijent upijanja vode  $c$  [ $\text{kg}/\text{m}^2\text{min}^{0,5}$ ]

**Koeficijent upijanja vode** (kratko  $c$  vrijednost, ali često i  $w$  vrijednost) navodi koliko vode neki materijal upija u određenom vremenu.

Odgovarajući materijal se određenom površinom uranja u vodu. Materijal se u određenim vremenskim razmacima važe i svaki put se dobiva masa upijene vode ovisno o vremenu. Iz toga proizlazi koeficijent upijanja vode.

Što je viša vrijednost  $c$ , to se brže upija voda.

Norma	Materijal	Uvjeti testiranja	Jedinica
EN ISO 15148	Građevinski i izolacijski materijali	5, 20 min., 1, 2, 4, 8 und 24 h	$\text{kg}/\text{m}^2\sqrt{\text{h}}$
DIN EN 772-11	Opeka	1 min.	$\text{kg}/\text{m}^2\text{min}$
	Betonski kamen	10 min.	$\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$
	Porobeton	10, 30 i 90 min.	$\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$
	Prirodni kamen	redoviti vremenski intervali do 24 ili 72 h	$\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$
DIN EN 1015-18	Žbuka	10, 90 min.	$\text{kg}/\text{m}^2\sqrt{\text{min}}$
	Žbuka za sanaciju	24 h	$\text{kg}/\text{m}^2$

Primjer primjene:

Žbuke se klasificiraju prema EN 998-1 - što pak zahtijeva ispitivanje  $c$  vrijednosti prema EN 1015-18 - u različite **W klase** (Pozor:  $\neq$  W vrijednost i  $\neq$  w vrijednost):

W0: nije definirano npr. RÖFIX 510  
 W1:  $c < 0,4 \text{ kg}/\text{m}^2\text{min}^{0,5}$  npr. RÖFIX 866  
 W2:  $c < 0,2 \text{ kg}/\text{m}^2\text{min}^{0,5}$  npr. RÖFIX 620

Može se izračunati stvarno kapilarno upijanje vode po vremenu, **W vrijednost** (Pozor: veliko „W“): W vrijednost:

W vrijednost:  $W = c \cdot t^{0,5}$  [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]

Koeficijent upijanja vode  $c$  [ $\text{kg}/\text{m}^2\text{min}^{0,5}$ ]

**POZOR OPASNOST OD ZAMJENE** – ljeđeće vrijednosti su različiti podaci:

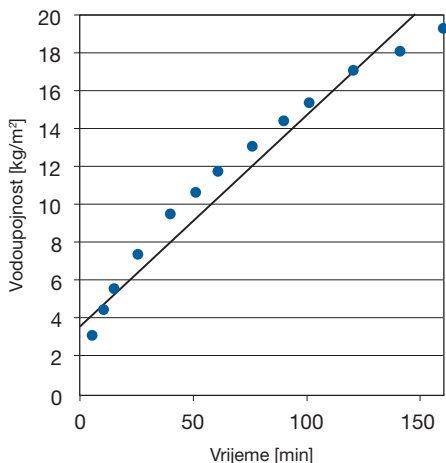
- **c vrijednost** (ili **w vrijednost**): Koeficijent upijanja vode (svojstvo materijala)
- **W klasa** prema EN 998-1: Podjela prema  $c$  vrijednosti
- **W vrijednost**: Stvarna masa upijene vode po vremenu
- **W grupa opterećenja vlagom** (pogledajte ÖP VAR VI, tab. 2A, str. 34)

Napomena:  $\text{Vrijeme}^{0,5} = \sqrt{\text{vrijeme}}$

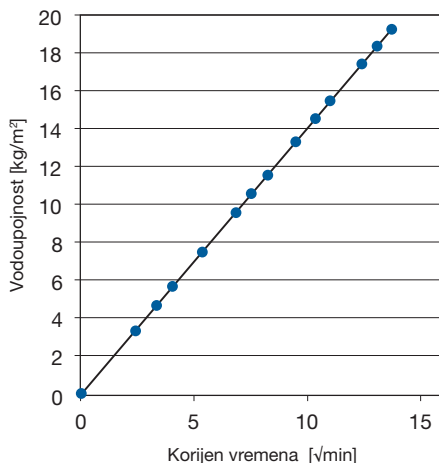
**Zašto korijen vremena odn. vrijeme na 0,5?**

Objašnjenje:

**Upijanje vode po vremenu**



**Upijanje vode po korijenu vremena**



Upijanje vode kapilarnog materijala ne odvija se linearno. U početku se upija više vode u vremenu nego kasnije kada materijal ide u smjeu zasićenja. Upijanje vode se smanjuje s kvadratom. Ako umjesto vremena u dijagram unesemo korijen vremena, dobit ćemo pravac iz čijeg uspona se može utvrditi koeficijent upijanja vode.



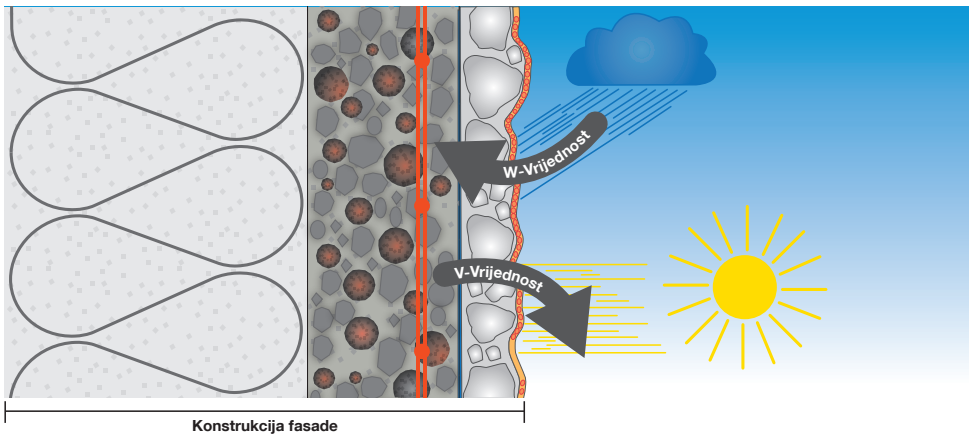
## V-vrijednost [g/m<sup>2</sup>d]

**V vrijednost** navodi koliko grama vode po m<sup>2</sup> i u danu na fasadi prijeđe iz tekućeg u plinovito stanje.

Ona ovisi o sd vrijednosti i temperaturi.

Ako usporedimo V vrijednost s W vrijednošću, može se procijeniti je li fasada u prosjeku suha. Pozor: Jedinice V i W vrijednosti moraju se poklapati!

Shematski prikaz:



## pH-vrijednost

**pH vrijednost** (lat. potentia hydrogenii) na hrvatskom „snaga vodika“ je mjera za kiselost ili lužnatost (= alkalnost) vodene otopine.

Primjer	pH-vrijednost
Baterijska kiselina	< 0
Želučana kiselina (prazni želudac)	1,0–1,5
Limunov sok	2,4
Kola	2,0–3,0
Ocat	2,5
Voćni sok ili višnja	2,7
Sok od naranče ili jabuke	3,5
Vino	4
Kiselomlijeko	4,5
Pivo	4,5–5,0
Kiselakiša	< 5,0
Kava	5
Čaj	5,5
Površina ljudske kože	5,5
Kiša (prirodna padalina)	5,6
Mineralna voda	6
Mlijeko	6,5
Voda (ovisno o tvrdoći)	6,0–8,5
Ljudska slina	6,5–7,4
Čista voda	7
Krv	7,4
Morska voda	7,5–8,4
Sok gušterače (crijevni sok)	8,3
Sapun	9,0–10,0
Amonijak za kućanstvo	11,5
Sredstvo za izbjeljivanje	12,5
Beton	12,6
Natronska lužina	13,5–14

pH-vrijednost < 7  
kiselost

pH-vrijednost = 7  
neutralno

pH-vrijednost > 7  
alkalno/lužnato

## Vrste prijenosa topline

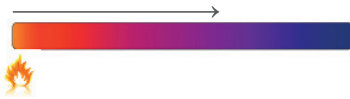
**Prijenos topline** je prijenos toplinske energije uslijed temperaturne razlike preko najmanje jedne termodinamičke granice sustava.

Ta se prenesena energija naziva toplinom i radi se o procesnoj veličini. Prijenos topline odvija se u smjeru hladnijih područja. S time je povezano i izjednačenje topline preko granica sustava.

Moguće vrste su:

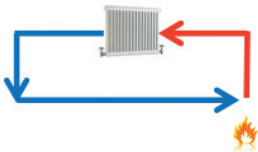
### Provođenje topline

(npr. načelo podnog grijanja)



### Konvekcija topline

(npr. načelo grijanja s radiatorima i konvektorima)



### Zračenje topline

(npr. načelo infracrvenog grijanja)



## Koeficijent toplinske vodljivosti $\lambda$ [W/mK]

**Koeficijent toplinske vodljivosti  $\lambda$  (lambda vrijednost)** navodi sposobnost nekog tijela da prenese toplinu provođenjem topline.

Što je  $\lambda$  vrijednost veća, to je jače provođenje topline.

Primjeri za namjerno nisku toplinsku vodljivost:

- EPS u žbukama/EPS pločama
- Tava s drvenom ručkom

$\lambda$  je svojstvo tvari i neovisna je o debljini materijala.

Klasificira npr. žbuke prema EN 998:

- T1:  $\lambda < 0,1$  W/mK
- T2:  $\lambda < 0,2$  W/mK

$\lambda_{10, \text{dry}}$	npr. kod žbuka (EN 1745)
$\lambda_D$	npr. kod WDVS (ploče s CE oznakom)
$\lambda_R$	Računska vrijednost (novi naziv „Obračunska vrijednost“)

Brojčane vrijednosti:

Materijal	Toplinska vodljivost $\lambda$ u W/(m.K)
Vakuumske izolacijske ploča	0,004...0,006
Aerogel	0,013...0,020
PU	0,021...0,035
Drvo	0,09.....0,19
Opeka	0,5...1,4
Beton	2,1
Čelik/čelik za armiranje	48...58
Aluminij	236
Bakar	401

## U-vrijednost (koeficijent prolaska topline) [W/m<sup>2</sup>K]

**Koeficijent prolaska topline**, nazvan i U vrijednost (u građevinskoj fizici ranije k vrijednost) je mjera za toplinski tok iz jednog medija (plin ili druga tekućina) kroz kruto tijelo (primjerice zid) u drugi medij zbog temperaturne razlike između medija.

U vrijednost navodi koliko topline neki građevinski element određene debljine gubi na 1 m<sup>2</sup> u vremenu uz temperaturnu razliku od 1°.

Promatraju se cijeli građevinski elementi koji se sastoje od pojedinih građevinskih materijala.

Što je niža U vrijednost, to je bolja toplinska izolacija građevinskog elementa.

Primjer U-SIA izračuna:

### RÖFIX Lambda White 180mm, EFH Winkler

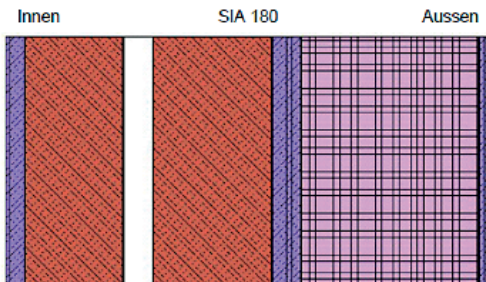
Nutzung: Mauer  
Gegen aussen

Wärmekapazität  
[kJ/m<sup>2</sup>K]

Cm 10cm (24h): 103  
Cm 3cm (2h): 34,2

Referenz: Custom

Geometrie  
Dicke [mm]: 482



U-Wert

Statisch

0,1461 [W/m<sup>2</sup>K]

Phasenverschiebung

10,16 [h] 0h  
24h

13,84 [h] -12h  
+12h

Rse: 0.04 [m<sup>2</sup>K/W]

Wetter: Gillingen (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 440 m

#### Querschnitt 1

Materialname:	Dicke [cm]	Sd [m]	λ [W/mK]	μ [-]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [wh/kgK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Rsi							0,130	
1 SIA 381/1 : Innenputz	0,15	0,012	0,7	8	1400	0,250	0,002	
2 SIA 381/1 : Innenputz	1,5	0,12	0,7	8	1400	0,250	0,021	
3 SIA 381/1 : Backstein BN 25	10	0,5	0,35	5	1100	0,250	0,286	
4 CEN : Luftschicht	3	0,01	0,172	1	1,23	0,278	0,175	
5 SIA 381/1 : Backstein BN 25	12	0,8	0,35	5	1100	0,250	0,343	
6 SIA 381/1 : Aussenputz	1,5	0,375	0,87	25	1800	0,306	0,017	
7 Project : RÖFIX SISI-Putz Vital	0,3	0,10	0,7	60	1800	0,306	0,004	
8 Project : RÖFIX Unistar Light	1	0,25	0,87	25	1800	0,306	0,011	
9 Custom : RÖFIX LAMBDA WHITE 180	18	5,4	0,031	30	15	0,390	5,806	
10 Project : RÖFIX Unistar Light	0,5	0,125	0,87	25	1800	0,306	0,006	
11 Project : RÖFIX SISI-Putz Vital	0,2	0,12	0,7	60	1800	0,306	0,003	
12 Project : RÖFIX PE 519 SISI Fassadenfarbe	0,002	0,0012	0,1	60	1500	0,306	0	
Rse							0,040	
dUq= 0 [W/m <sup>2</sup> K], dUf= 0 [W/m <sup>2</sup> K]							dR	0
							RT	6,845

## Toplinski otpor $R_T$ u $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$

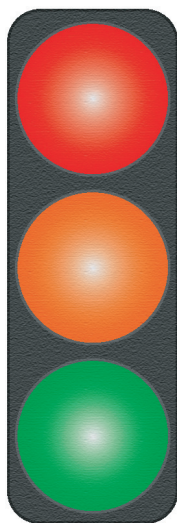
Recipročna vrijednost koeficijentu prolaska topline je **toplinski otpor**  $R_T$  u  $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$ .

- Što je veći koeficijent prolaska topline, to je lošija toplinska izolacija materijala.
- Što je veći toplinski otpor, to je bolja toplinska izolacija

Kod ocjenjivanja granica za primjenu za

- unutarnje toplinske izolacije koje toleriraju kondenzat (otvoreni za difuziju)
- unutarnje toplinske izolacije koje ograničavaju kondenzat (ograničavaju difuziju)

vrijedi:  **$\Delta R < 1,0 (\text{m}^2\text{K})/\text{W}$**



0,08 m : 0,06 W/m K = **1,33  $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$**

(0,06 m : 0,06 W/m K = **1,00  $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$** )

(0,05 m : 0,06 W/m K = **0,83  $(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$** )

(Debljina izolacije podijeljena s koeficijentom toplinske vodljivosti =  $\Delta R$  vrijednost)

## Specifični toplinski kapacitet $c$ [kJ/kgK]

**Specifični toplinski kapacitet** (engl. *specific heat capacity*; materijala označava njegov toplinski kapacitet u odnosu na masu, tj. izraženo svakodnevnim jezikom: količinu energije koja je potrebna da bi se 1 kg nekog materijala zagrijao za 1 K.

Primjeri građevinskih materijala:

- Beton: 0,88 kJ/kgK
- Gips: 1,09 kJ/kgK
- Voda: 4,20 kJ/kgK

Često se kod građevinskih materijala specifični toplinski kapacitet postavlja približno  $c = 1$  kJ/kgK ili prema austrijskom IBO katalogu građevinskih dijelova kod mineralnih građevinskih materijala  $c = 1,1$  kJ/kgK.

## Temperatura

**Temperatura** je fizička veličina koja prije svega igra važnu ulogu u termodinamici i opisuje toplinsko stanje sustava.

Njena jedinica prema SI sustavu je kelvin (K). U Njemačkoj, Austriji i Švicarskoj dopuštena je i jedinica celzij (°C).

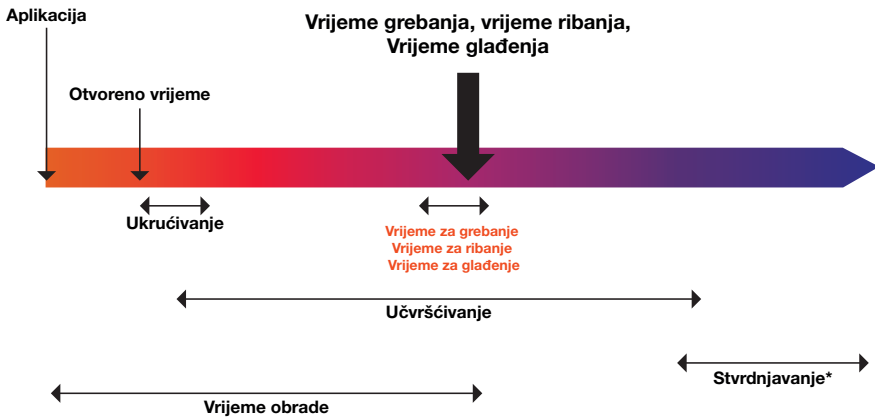
Tablica za preračunavanje kelvin – celzij – farenhajt		
Kelvin	Celzij	Fahrenheit
0 K	-273 °C	-459,4 °F
100 K	-173 °C	-279,4 °F
150 K	-123 °C	-189,4 °F
200 K	-73 °C	-99,4 °F
233 K	-40 °C	-40 °F
273 K	0 °C	32 °F
278 K	5 °C	41 °F
283 K	10 °C	50 °F
288 K	15 °C	59 °F
293 K	20 °C	68 °F
298 K	25 °C	77 °F
303 K	30 °C	86 °F
310 K	37 °C	98,6 °F
323 K	50 °C	122 °F
348 K	75 °C	167 °F
373 K	100 °C	212 °F
423 K	150 °C	302 °F
523 K	250 °C	482 °F
773 K	500 °C	932 °F
102 K	750 °C	1382 °F
1273 K	1000 °C	1832 °F

Temperatura u °Celsiusa	Opis/Primjer
14.800.000	Središte Sunca
7.000	Središte Zemlje
1.000	Ložište (kaljeve) peći
800	Plamen šibice
400	Peć za pizzu
100	Vrelište vode (razina mora)
0	Talište vode



## Stvrđnjavanje građevinskog materijala - pojmovi

Sljedeća grafika treba dati kronološki pregled procesa i pripadajućih pojmova za neki građevinskog materijala (na primjeru žbuke) kod takozvanog stvrđnjavanja kao nadpojma:



\* Vrijeme stvrđnjavanja važno za RÖFIX proizvode završeno je nakon cca. jednog mjeseca (proizvodi od gipsa ranije).  
Procesi stvrđnjavanja u stvarnosti traju puno dulje.

Ti procesi ovise o:

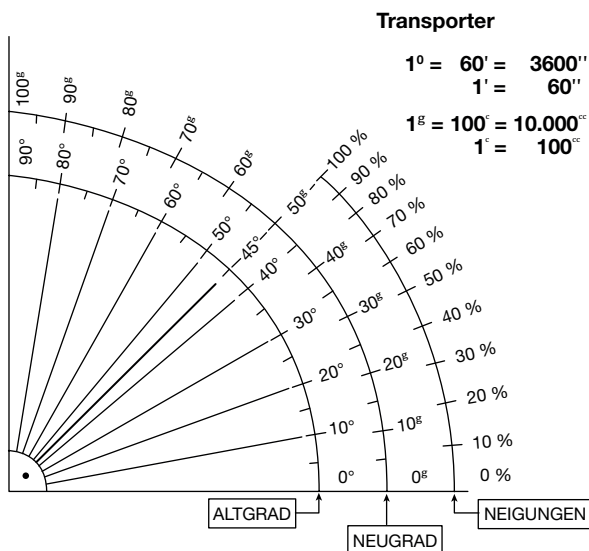
- Temperaturi prostorije, vode i površine
- Vlažnosti zraka
- Podlozi
- Debljini sloja građevinskog materijala
- Vjetru i sunčevom zračenju

U načelu vrijedi:

Što je viša temperatura, to je brži proces stvrđnjavanja. Iznimka su građevinski materijali vezani gipsom jer se ovdje iznad cca. 30 °C - zbog pojačanog izdvajanja kristalne vode iz gipsa kao protureakcije - može uočiti usporavanje procesa vezivanja.

## Kutne mjere

**Kutna mjera** služi za navođenje širine ravnog kuta u matematici i kao fizička veličina. Ovisno o području primjene koriste se različite mjere i njihove jedinice.



Stupanj	Postotak	Stupanj	Postotak	Stupanj	Postotak
1	1,8	16	28,7	31	60,0
2	3,4	17	30,5	32	62,4
3	5,2	18	32,5	33	64,9
4	7,0	19	34,4	34	67,4
5	8,8	20	36,4	35	70,0
6	10,5	21	38,4	36	72,6
7	12,3	22	40,4	37	75,4
8	14,1	23	42,4	38	78,9
9	15,8	24	44,5	39	80,9
10	17,6	25	46,6	40	83,9
11	19,4	26	48,7	41	86,0
12	21,2	27	50,9	42	90,0
13	23,0	28	53,1	43	93,0
14	24,9	29	55,4	44	96,5
15	26,8	30	57,7	45	100,0

## Nomenklatura RÖFIX vanjskih boja

Ovo su objašnjenja kratica za RÖFIX građevinske boje:

		Vrsta primjene
PC	Paint/Combination	Kombinirani proizvodi
PF	Paint/Filler	Fuge i mase za glađenje
PP	Paint/Preperation	Priprema podloge
PI	Paint/Interior	Unutarnje boje
PE	Paint/Exterior	Vanjske boje

				Vezivo
PE	2			Silikatne boje
PE	3			Boje na bazi umjetne smole
PE	4			Boje na bazi silikatne smole
PE	5			SISI boje
PE	6			Vapnene/cementne boje
PE	7			Vapnene/cementne boje
PE	8			Vapnene boje
PE	9			Specijalne boje

				moгу se tonirati
PE		0		ne mogu se tonirati
PE		1		mogu se neograničeno tonirati
PE		2		mogu se ograničeno tonirati

				opći atributi
PE			0	Standardna kvaliteta
PE			1	dobar odnos cijene i kvalitete
PE			2	Objekt
PE			3	još nije dodijeljeno
PE			4	Punila
PE			5	Eko
PE			6	Vlakna
PE			7	još nije dodijeljeno
PE			8	još nije dodijeljeno
PE			9	visoka kvaliteta

## Nomenklatura RÖFIX unutarnjih boja

Ovo su objašnjenja kratica za RÖFIX građevinske boje:

			Vezivne baze		
PI	2		Silikatne boje		
PI	3		Boje na bazi umjetne smole		
PI	4		Boje na bazi silikatne smole		
PI	5		SISI boje		
PI	6		Vapnene/cementne boje		
PI	7		Vapnene/cementne boje		
PI	8		Vapnene boje		
PI	8		Specijalne boje		

### Omjer kontrasta (pokrivna moć)

Ovdje se utvrđuje prosječna potrošnja boje na normiranoj površini. Površina je podijeljena u crna i bijela polja.

			Razred X, bei Y m <sup>2</sup> /Liter	Vrijednost	Opis
PI		8	Razred 1, pri 8 m <sup>2</sup> /litra	>99,5 %	visokopokrivna
PI		7	Razred 1, pri 7 m <sup>2</sup> /litra	>99,5 %	visokopokrivna
PI		6	Razred 1, pri 6 m <sup>2</sup> /litra	>99,5 %	visokopokrivna
PI		5	noch nicht zugeteilt		
PI		4	Razred 2, pri 9 m <sup>2</sup> /litra	>98,0 %	dobropokrivna
PI		3	Razred 2, pri 8 m <sup>2</sup> /litra	>98,0 %	dobropokrivna
PI		2	Razred 2, pri 7 m <sup>2</sup> /litra	>98,0 %	dobropokrivna
PI		1	Razred 2, pri 6 m <sup>2</sup> /litra	>98,0 %	dobropokrivna

### Otpornost na mokro otiranje (klasa otiranja)

Ovdje se ocjenjuje koliko je premaz otporan na višestruko čišćenje.

Klase koje se koriste u DIN 53778 otpornost na ribanje i pranje zamijenjene su za DIN EN 13300 i podijeljene u 5 novih klasa.

			DIN EN 13300		DIN 53778
			Mokro habanje	Zamaha	stari naziv
PI		1	< 5 µm	200	-
PI		2	> 5 µm bis 20 µm	200	otporan na ribanje
PI		3	> 20 µm bis 70 µm	200	otporan na pranje
PI		4	< 70 µm	40	-
PI		5	> 70 µm	40	-

1000 µm = 1 mm

100 µm = 0,1 mm

10 µm = 0,01 mm

## Podloge, vijek uporabe i preporučeni premazi

Prema zahtjevima podloge i raznovrsnim proizvodima danas raspoložive fasadne i unutrašnje premaze, strukturne premaze. Ova matrica predstavlja najčešće vanjske i unutrašnje podloge. Ona Vam treba pomoći da odaberete pravi proizvod u često zbunjujuće velikoj ponudi. Prilikom korištenja preporučenih proizvoda treba se posavjetovati s važećim sigurnosno-tehničkim listovima.

Podloge/proizvodi	PE 819	PI 262	PE 229	PE 225	PI 381	PI 372	PI 373	PI 323	PE 319	PI 472	PE 429	PE 419	PE 416	PE 519	PE 519
	SESCO	Ökosil Plus	SOL Silikat	RENO 1K	Rapid Plus	Super Plus	Rapid Color	Vital Color	OUT SIDE	Insilaan	SILOSAN	ETICS	ETICS MICRO	PREMIUM	PREMIUM DARK
Vezivo	Vapno	Silikat			Disperzija				Silikonska smola				SiSi		
Vapnene završne žbuke															
380	0 d		14 d	14 d											
310	0 d	14 d	14 d	14 d											
360		14 d	14 d	14 d	10 d	10 d	10 d			10 d	10 d	10 d	10 d		
397	0 d		21 d	21 d											
765	0 d		21 d	21 d											
CalceClima® Fino	0 d	14 d	14 d	14 d											
Maltafina	0 d	21 d	10 d	21 d											
Vapnene glet mase															
350	0 d	21 d	21 d	21 d											
Vapneno-cementne završne žbuke															
700		10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d
715		10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d
750		10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d
775		10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d	10 d
340/341		14 d	14 d	14 d											
Vapneno cementne mase za izravnavanje															
Renofinish		14 d	14 d	14 d						10 d	10 d	10 d	10 d	5 d	5 d
Renostar		14 d	14 d	14 d						10 d	10 d	10 d	10 d	5 d	5 d
Silikatne završne žbuke															
Silikatne žbuke		5 d	5 d	5 d										5 d	5 d
Mineralne unutarnje žbuke		5 d	5 d	5 d										5 d	5 d
Žbuka na bazi silikonske smole															
Žbuka na bazi umjetnih smola										5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d
SiSi-žbuka® VITAL														5 d	5 d
Anticofino®										5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d
Žbuka na bazi umjetnih smola															
Žbuka na bazi umjetnih smola					5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d
Strukturna žbuka Innen					5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d
Gipsane bijele žbuke															
246					5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d		
Gipsane glet mase															
170 Plane TOP					5 d	5 d	5 d	5 d	5 d	5 d					
Beton								56 d						56 d	56 d
Pjeskoviti kamen (KN)								28 d						28 d	28 d

Podaci se odnose na dobre vremenske uvjete (pri > 15°/<60 % rel. vl.).

Predobrabe se ravnaju prema sigurnosno-tehničkim listovima.

2. premaz u pravilu se obavlja sljedeći dan.

## HBW - koeficijent refleksije

### HBW - koeficijent refleksije

Koeficijent refleksije je mjera za vizualnu refleksiju određenog tona boje. Ona navodi koliko je određena boja za ljudsko oko udaljena od čiste crne (0) ili čiste bijele (100).

### TSR vrijednost

TSR vrijednost uzima u obzir cijeli spektar solarnog zračenja. Pri tome vrijedi: Veliki TSR koeficijent ukazuje na visoku refleksiju, a niski na visoku apsorpciju unesene energije sunčeve svjetlosti. Time visoka TSR vrijednost dovodi do niže površinske temperature na vanjskim premazima. TSR vrijednosti u RÖFIX paleti boja odnose se samo na podloge s bijelim RÖFIX Putzgrund PREMIUM, bijelim RÖFIX SiSi-Putz®, koji solarno zračenje reflektiraju već iz podloge, i s toniranom RÖFIX PE 519 PREMIUM DARK fasadnom bojom. Ako se gornja žbuka oboji tamnom bojom i ako je i podloga tamna, TSR-vrijednosti najčešće kod konstantnih koeficijenta refleksije ispadaju niže. Zato prilikom primjene tamnih boja na fasadi kao kod HBW od < 25% treba primijeniti smjernicu RÖFIX SycoTec®.

### U načelu vrijedi:

- Što je tamniji ton boje, to je veća solarna apsorpcija.
- Što su intenzivniji atmosferski utjecaji, to je veća tenzija.
- Što je veća TSR vrijednost, to je učinkovitija solarna refleksija.



## Udarna buka

Fizički gledano buka je mehanička deformacija koja se u obliku vala kreće u nekom mediju (npr. zraku). Buka za širenje treba medij.

*Napomena: Svjetlo ne treba medij jer se radi o elektromagnetskom valu.*

Brzina zvuka (zrak, 20 °C): 343 m/s

Frekvencije koje ljudi mogu čuti: 16 Hz - 20 kHz

**Udarna buka** (treba ju razlikovati od prostorne buke!) je buka koja nastaje kretanjem na podu ili radom kućanskih uređaja. Ta buka se kroz prijenos buke koju stvara tijelo osjeća u prostoriji koja se nalazi pokraj, ispod ili iznad.

### Smanjenje udarne buke $\Delta L_w$ [dB]:

$$\Delta L_w = L_{n,w,eq} - L_{n,w}$$

s  $L_{n,w,eq}$ : ocijenjena ekvivalentna standardna razina udarne buke [dB]  
 $L_{n,w}$ : ocijenjeno standardno smanjenje udarne buke [dB]

Kod standardnog smanjenja udarne buke uzima se u obzir osjetljivost ljudskog uha (visoke frekvencije imaju negativan učinak).

U pravilu se kod konstrukcije poda (podna ploča – izolacijski sloj – estrih) radi o sustavu „masa-opruga-masa“. Za smanjenje udarne buke mjerodavan je  $\Delta L_w$  izolacijskog sloja.

$\Delta L_w$  pak ovisi o **dinamičkoj krutosti s** [MN/m<sup>3</sup>].

### Sažetak:

Što je manja dinamička krutost s´ izolacijskog materijala (tj. što je popustljiviji izolacijski materijal → dobre opružne karakteristike), a što je veća površinska masa [m<sup>2</sup>] ploče estriha, to je veće postignuto smanjenje udarne buke  $\Delta L_w$ .

**roefix.com**

**Hrvatska**

RÖFIX d.o.o.

HR-10294 Pojatno

Tel. +385 (0)1 3340-300

Fax +385 (0)1 3340-330

office.pojatno@roefix.com

RÖFIX d.o.o.

HR-10290 Zaprešić

Tel. +385 (0)1 3310-523

Fax +385 (0)1 3310-574

RÖFIX d.o.o.

HR -22321 Siverić

Tel. +385 (0)22 885300

Fax +385 (0)22 778318

office.siveric@roefix.com

**RÖFIX**<sup>®</sup>

**Graditi po sistemu**