

ENERGETSKE KARAKTERISTIKE ZGRADA PREMA EN ISO 13790

PREDAVANJE 4

ULAZNI PODACI ZA PRORAČUN ENERGETSKIH KARAKTERISTIKA ZGRADA

Higrotermički parametri EN ISO 10456

Klimatski parametri EN ISO 15927- (1-6)

Higrotermički parametri

Podaci za proračun koji obuhvataju higrotermička svojstva materijala su definisani standardom **MEST EN ISO 10456**.

Za definisanje termičkih karakteristika materijala koriste se pojmovi:

Deklarisana termička vrijednost:

Očekivana vrijednost termičkog svojstva građevinskog materijala ili proizvoda

- Procjenjuje se iz izmjerenih podataka pri referentnim uslovima temperature i vlažnosti.
- Data je za određeni fraktil i nivo povjerenja.

Proračunska (projektana) termička vrijednost

Vrijednosti termičkih karakteristika građevinskog materijala ili proizvoda u specificiranim spoljašnjim ili unutrašnjim uslovima, koja može biti razmatrana kao tipična za dati materijal ili proizvod kada je inkorporiran kao građevinska komponenta.

Proračunske (projektne) termičke vrijednosti mogu da se dobijaju iz deklariranih vrijednosti, izmjerenih vrijednosti ili tabulisanih vrijednosti prema standardu MEST EN ISO 10456 (Tabele 3, 4 i 5 iz standarda).

Ukoliko se proračunske (projektne) vrijednosti dobijaju iz deklariranih ili izmjerenih vrijednosti potrebno je prethodno konvertovati date vrijednosti na proračunske (projektne) uslove.

Simbol	Opis veličine	Jedinica
c_p	Specifični toplotni kapacitet pri konstantnom pritisku	J/(kg·K)
f_u	Koeficijent konverzije vlažnosti, masa po masi ¹⁾	kg/kg
f_ψ	Koeficijent konverzije vlažnosti, zapremina po zapremini ²⁾	m ³ /m ³
s_d	Difuzija vodene pare – ekvivalentna debljina vazdušnog sloja	m
u	Sadržaj vlage, masa po masi	kg/kg
λ	Toplotna provodljivost	W/(m·K)
ρ	Gustina	kg/m ³
ψ	Sadržaj vlage, zapremina po zapremini	m ³ /m ³
μ	Otpor difuziji vodene pare	-

¹⁾Za konverziju termičkih svojstava

²⁾Masa isparljive vode podijeljena sa masom suvog materijala

Primjer proračuna deklarisanane vrijednosti

B.2 Declared value determined from 10 measured samples

A mineral wool manufacturer has conductivity measurements of 10 samples from mineral wool boards. The measurements were conducted at a mean temperature of 11 °C. The samples were conditioned at a temperature of 23 °C and relative humidity of 50 %.

The declared value is to be given for a temperature of 10 °C and a moisture content equal to the one the material has when in equilibrium with air at 23 °C and relative humidity of 50 %.

The measurements are as shown in Table B.1.

Table B.1 — Measured conductivities

Sample number <i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Measured conductivity λ W/(m·K)	0,033 1	0,034 3	0,034 6	0,033 8	0,033 6	0,034 1	0,033 4	0,034 2	0,033 5	0,033 9

The declared value is to be a 90 % fractile with 90 % confidence. The statistical formula used to find the limit for this one sided statistical tolerance interval, L_s , is as follows (see ISO 16269-6:2005, Annex A):

$$L_s = \bar{\lambda} + k_2 (n; p; 1 - \alpha) s \quad (\text{B.1})$$

where

$\bar{\lambda}$ is the mean value;

k_2 is the coefficient used to determine L_s when the standard deviation is estimated for one-sided tolerance interval;

n is the number of samples;

p is the fractile giving the minimum proportion of the population claimed to be lying in the statistical tolerance interval;

$1 - \alpha$ is the confidence level for the claim that the proportion of the population lying within the tolerance interval is greater than or equal to the specified level p ;

s is the sample standard deviation.

The mean value, λ , is calculated as

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum \lambda_i}{10} = 0,033\ 85 \quad (\text{B.2})$$

where

λ_i is the i th measured value.

In Annex C, the coefficient k_2 is 2,07 for $n = 10$.

The standard deviation, s , is calculated as

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{n - 1}} = 0,000\ 460 \quad (\text{B.3})$$

The limit value for the tolerance interval is then

$$L_s = 0,033\ 85 + 2,07 \times 0,000\ 460 = 0,034\ 80 \quad (\text{B.4})$$

This value is then converted to 10 °C using Equation (1):

$$\lambda_2 = \lambda_1 F_T \quad (\text{B.5})$$

The conversion factor is calculated from Equation (3):

$$F_T = e^{f_T(T_2 - T_1)} \quad (\text{B.6})$$

The conversion coefficient for mineral wool boards with a conductivity of 0,034 8 W/(m·K) is given in Table A.1 (using linear interpolation):

$$f_T = 0,004 5 \quad (\text{B.7})$$

The conversion factor then becomes

$$F_T = e^{0,004 5(10-11)} = 0,995 51 \quad (\text{B.8})$$

The converted value then becomes

$$\lambda_2 = 0,034 80 \times 0,995 51 = 0,034 64 \quad (\text{B.9})$$

The declared value is rounded to the nearest higher 0,001 W/(m·K), which means that

$$\lambda = 0,035 \text{ W/(m·K)} \quad (\text{B.10})$$

can be used as the declared value for this product.

Primjer proračuna projektne iz deklarisanane vrijednosti

An expanded polystyrene board will be used in an application where the moisture content is assumed to be $0,02 \text{ m}^3/\text{m}^3$. The declared value for this product, being a 90/90 value, is $0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Two different design values are required, one representing the same fractile as the declared one and another representing a mean value.

Fraktil 90%

The only conversion necessary is for the moisture content. This is calculated by Equation (5):

$$F_m = e^{f_\psi(\psi_2 - \psi_1)} \quad (\text{B.11})$$

The moisture conversion coefficient is given in Table 4:

$$f_\psi = 4,0 \quad (\text{B.12})$$

The moisture conversion factor, F_m , and the converted thermal conductivity, λ_2 , then become

$$F_m = e^{[4,0(0,02-0)]} = 1,083 \text{ 3} \quad (\text{B.13})$$

$$\lambda_2 = 0,036 \times 1,083 \text{ 3} = 0,038 \text{ 998 8} \quad (\text{B.14})$$

The design value is the nearest value rounded to $0,001 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$:

$$\lambda = 0,039 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (\text{B.15})$$

Srednja vrijednost

A mean value can be found by using Equation (C.1), as shown in Equation (B.16):

$$\bar{\lambda} = \lambda_{90} - \Delta\lambda \quad (\text{B.16})$$

The value of $\bar{\lambda}$ could be calculated if at least the number of measurements and the estimated standard deviation were known.

If this is not the case, the value of $\Delta\lambda$ may be found in standards or literature giving values for $\bar{\lambda}$ and λ_{90} .

In this example, the value 0,002 for $\Delta\lambda$ is used, so that

$$\bar{\lambda} = 0,036 - 0,002 = 0,034 \quad (\text{B.17})$$

This value is then corrected using the same conversion factor as calculated in B.3.2:

$$\lambda_2 = 0,034 \times 1,083\ 3 = 0,036\ 832\ 2 \quad (\text{B.18})$$

The design value is the nearest value rounded to 0,001 W/(m·K):

$$\lambda = 0,037\ \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (\text{B.19})$$

Proračunske (projektne) termičke vrijednosti mogu da se usvajaju iz Tabele 1 - Metodologija proračuna energetske karakteristika zgrada.

U Tabelama 3, 4 i 5 MEST EN ISO 10456 date su tipične proračunske vrijednosti koje se mogu primijeniti pri proračunu transfera toplote i vlage (vodene pare) ukoliko ne postoje specificirane informacije o proizvodu. Ukoliko postoje proizvođačke specifikacije treba im dati prednost u odnosu na vrijednosti iz tabele.

U Tabeli 3 date su proračunske vrijednosti za toplotnu provodljivost, specifični toplotni kapacitet i koeficijent otpora difuziji vodene pare. Tabela 4 daje proračunske vrijednosti za specifični toplotni kapacitet i informaciju o sadržaju vlage, koeficijentu konverzije vlažnosti i faktoru otpora difuziji vodene pare za izolacione materijale i materijale za zidanje. Sadržaj vlage za materijale i proizvode je dat za uravnoteženu vlažnost pri temperaturi vazduha 23 °C i relativnoj vlažnosti 50% i 80%. Tabela 5 daje ekvivalent otpora difuziji vodene pare za tanke slojeve.

U nastavku su prikazana zaglavlja Tabela 3 i 4 sa ilustrativnim primjerima proračunskih vrijednosti za nekoliko materijala i Tabela 5 u cjelini.

Table 3 – Design thermal values for materials in general building applications

Material group or application	Density ρ kg/m ³	Design thermal conductivity λ W/(m·K)	Specific heat capacity c_p J/(kg·K)	Water vapour resistance factor μ	
				dry	wet
Asphalt	2 100	0,70	1 000	50 000	50 000
Bitumen					
Pure	1 050	0,17	1 000	50 000	50 000
Felt / sheet	1 100	0,23	1 000	50 000	50 000
Concrete^a					
Medium density	1 800	1,15	1 000	100	60
	2 000	1,35	1 000	100	60
	2 200	1,65	1 000	120	70
High density	2 400	2,00	1 000	130	80
Reinforced (with 1 % of steel)	2 300	2,3	1 000	130	80
Reinforced (with 2 % of steel)	2 400	2,5	1 000	130	80
Floor coverings					
Rubber	1 200	0,17	1 400	10 000	10 000
Plastic	1 700	0,25	1 400	10 000	10 000
Underlay, cellular rubber or plastic	270	0,10	1 400	10 000	10 000
Underlay, felt	120	0,05	1 300	20	15
Underlay, wool	200	0,06	1 300	20	15
Underlay, cork	<200	0,05	1 500	20	10
Tiles, cork	>400	0,065	1 500	40	20
Carpet / textile flooring	200	0,06	1 300	5	5
Linoleum	1 200	0,17	1 400	1 000	800

Table 4 – Moisture properties and specific heat capacity of thermal insulation materials and masonry materials

Material	Density ρ kg/m ³	Moisture content at 23 °C, 50 % RH ^a		Moisture content at 23 °C, 80 % RH ^a		Moisture conversion coefficient ^b				Water vapour resistance factor μ		Specific heat capacity c_p J/(kg·K)
		U kg/kg	ψ m ³ /m ³	U kg/kg	ψ m ³ /m ³	Moisture content u kg/kg	f_u	Moisture content ψ m ³ /m ³	f_ψ	dry	wet	
Expanded polystyrene	10 – 50		0		0			< 0,10	4	60	60	1450
Extruded polystyrene foam	20 – 65		0		0			< 0,10	2,5	150	150	1450
Polyurethane foam, rigid	28 – 55		0		0			< 0,15	6	60	60	1400
Mineral wool	10 – 200		0		0			< 0,15	4 ^c	1	1	1030
Phenolic foam	20 – 50		0		0			< 0,15	5	50	50	1400
Cellular glass	100 – 150	0		0		0	0			∞	∞	1000
Perlite board	140 – 240	0,02		0,03		0 to 0,03	0,8			5	5	900
Expanded cork	90 – 140		0,008		0,011			< 0,10	6	10	5	1560
Wood wool board	250 – 450		0,03		0,05			< 0,10	1,8	5	3	1470
Wood fibreboard	40 – 250	0,1		0,16				< 0,05	1,4	5	3	2000

Table 5 – Water vapour diffusion-equivalent air layer thickness

Product/material	Water vapour diffusion-equivalent air layer thickness s_d m
Polyethylene 0,15 mm	50
Polyethylene 0,25 mm	100
Polyester film 0,2 mm	50
PVC foil	30
Aluminium foil 0,05 mm	1 500
PE-foil (stapled) 0,15 mm	8
Bituminous paper 0,1 mm	2
Aluminium paper 0,4 mm	10
Breather membrane	0,2
Paint - emulsion	0,1
Paint - gloss	3
Vinyl wallpaper	2
<p>NOTE 1 The water vapour diffusion-equivalent air layer thickness of a product is the thickness of a motionless air layer with the same water vapour resistance as the product. It is an expression of resistance to diffusion of water vapour.</p> <p>NOTE 2 The thickness of the products in Table 5 is not normally measured and they can be regarded as very thin products with a water vapour resistance. The table quotes nominal thickness values as an aid to the identification of the product.</p>	

Klimatski parametri

“Environmental loads” (opterećenja okruženja) je termin koji se vrlo često koristi u savremenoj evropskoj regulativi, a predstavlja vrijednosti klimatskih parametara koje se koriste za proračun toplotnih performansi zgrada.

Klimatski elementi koji čine opterećenje okruženja su dati u tabeli

Vanjski (spoljašnji)		Unutrašnji	
Temperatura vazduha	θ_e	Temperatura vazduha	θ_i
		Temperatura zračenja	θ_R
Relativna vlažnost	φ_e	Relativna vlažnost	φ_i
Pritisak pare	p_e	Pritisak pare	p_i
Sunčevo zračenje	E_s		
Podhlađivanje	q_{rL}		
Vjetar	v_w	Strujanje vazduha	v
Kiša i snijeg	g_r		
Vazdušni pritisak	$P_{a,e}$	Vazdušni pritisak	$P_{a,i}$

Klimatski faktori - predstavljaju skup parametara koji je uslovljen geografskom lokacijom – južnom i sjevernom geografskom širinom, blizinom mora i nadmorskom visinom.

Mikroklimatski faktori:

Efekat urbanog toplotnog ostrva - temperatura vazduha u gradskom centru je veća nego van grada

Zagađenost vazduha čini solarnu radijaciju manje intenzivnom i snižava relativnu vlažnost.

Reljef (ekspozicija prema suncu) i **biljni pokrivač**.

Kvantifikacija parametara spoljašnjih uticaja vrši se na osnovu referentnih vrijednosti i referentnih godina.

Standardizovane veličine treba da se baziraju na godišnjim i dnevnim ciklusima i dnevnim vrijednostima

Spoljašnji klimatski faktori variraju periodično u glavnim ciklusima:

- **Smjena godišnjih doba:** zima, proljeće, ljeto i jesen u umjerenim regionima, kao i vlažna i sušna razdoblja u ekvatorijalnom području.
- **Godišnji ciklus** je određen zemljinom eliptičnom orbitom oko sunca.
- **Sekvence visokog i niskog vazdušnog pritiska.** U umjerenoj i hladnoj klimi, visoki pritisak donosi toplo vrijeme ljeti i hladno vrijeme zimi. Nizak pritisak ljeti umjesto zahlađenja daje vlažno vrijeme, dok zimi daje svježije i vlažno vrijeme.
- **Smjena dana i noći.** Dnevni ciklus je posljedica zemljine samorotacije.

Temperatura vazduha

- **Temperatura vazduha** znatno utiče na opterećenje grijanja i hlađenja i potrebnu energiju za grijanje i hlađenje na godišnjem nivou.
- **Opterećenje** daje fiksne vrijednosti za investiciju grijanja, hlađenja i klimatizacije, dok je utrošak energije dio godišnjih troškova.
- Mjerenja temperature se vrše na otvorenom terenu u meteorološkim kućicama (zaklonima), 1.5 m iznad površine zemlje.
- **Preciznost**, određena od strane Svjetske meteorološke organizacije (WMO – World Meteorological Organization) je $\leq \pm 0.5$ °C.

U XX vijeku – standardizovane veličine za 30-godišnji period – srednja temperatura između dnevnog minimuma i maksimuma.

Danas se mjerenja vrše na svakih 10 minuta i osrednjene dnevne vrijednosti računaju uključujući svih 144 rezultata mjerenja.

Mjerenje temperature vazduha

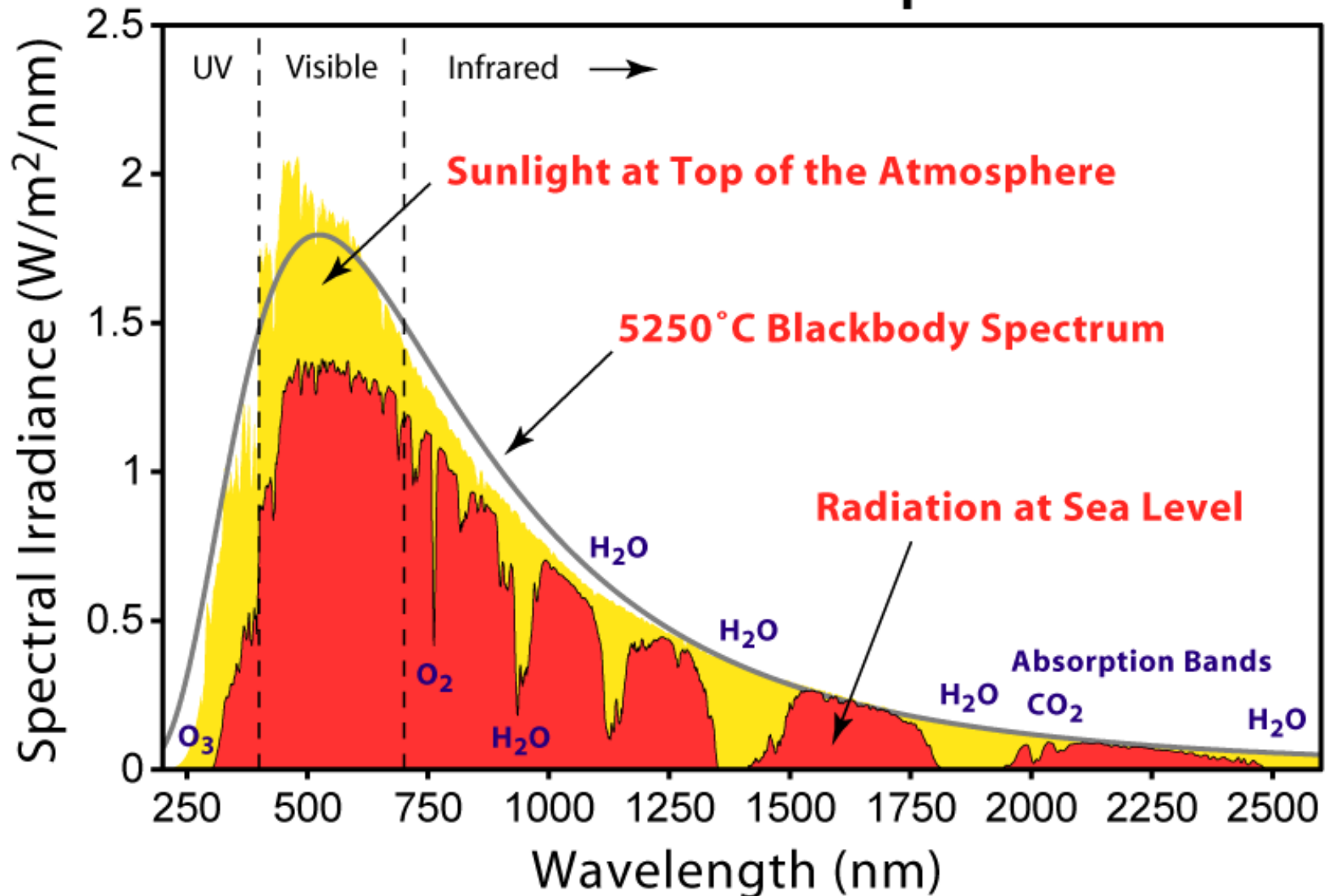


Metereološka kućica - zaklon

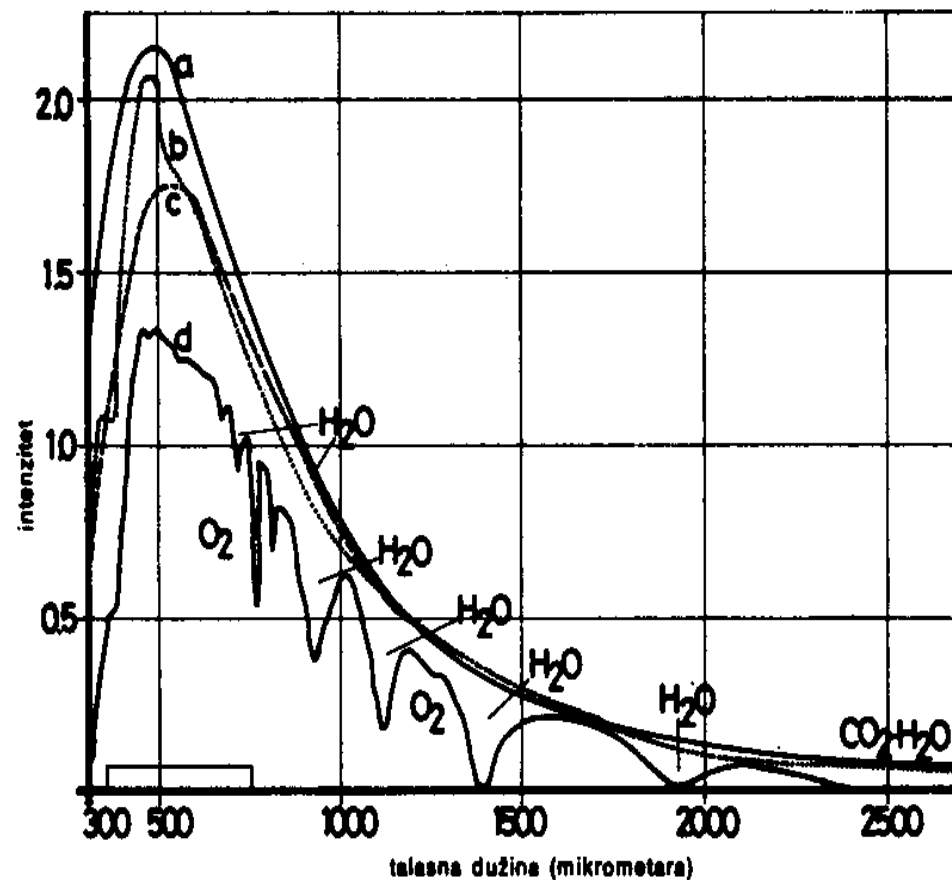
Sunčevo zračenje

- **Sunčevo zračenje** predstavlja slobodan dobitak toplote koja doprinosi smanjenju količine energije potrebne za grijanje i povećanju količine energije potrebne za hlađenje. **Preveliki dobitak** sunčeve toplote može dovesti do **pregrijavanja**.
- Sunce predstavlja crno tijelo čija je temperatura 5762 K i nalazi se na rastojanju 150 000 000 km od Zemlje.
- **Sunčevo zračenje se razmatra kao da je emitovano sa ravnog tijela, čiji su zraci međusobno paralelni.**
- Iznad atmosfere sunčev spektar izgleda kao na slici sa srednjim izračavanjem **$E_{ST}=1332 \text{ W/m}^2$ – solarna konstanta.**
- **Solarna konstanta** - količina Sunčevog zračenja koju bi primila Zemlja po kvadratnom metru kad ne bi postojala atmosfera.

Solar Radiation Spectrum

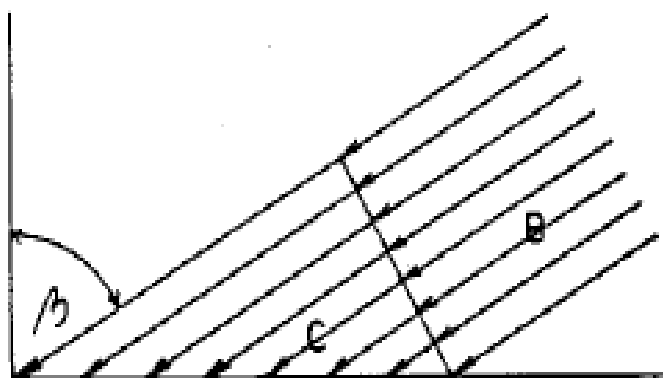


- **Sunčevo zračenje**
 - elektromagnetni talasi
- Talasne dužine
 - od 0.25 – 4.75 μm .
- U zavisnosti od talasne dužine:
 - Ultravioletno zračenje – nevidljivi dio spektra 1% energije
 - Svjetlosni dio spektra – vidljivi dio 39% energije
 - Infracrveno zračenje – toplotni dio spektra 60% energije



Sl. 1 Spektralni sastav sunčevog zračenja;
 a — zračenje crnog tela na $T=6000\text{ K}$; b — zračenje izvan atmosfere; c — zračenje crnog tela na $T=5630\text{ K}$; d — zračenje posle prolaska kroz atmosferu

- **Jačina dozračene energije** Sunca zavisi od **upadnog ugla** sunčevih zraka, kao i **dužine putanje** zraka kroz atmosferu.
- **Duža putanja** kroz atmosferu znači **manji intenzitet** zračenja.



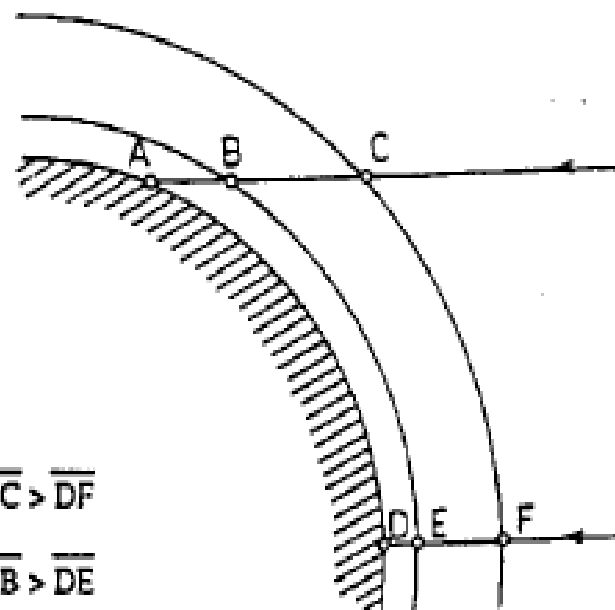
$$\cos \beta = \frac{B}{A}$$

inten. C < inten. B

$$P_c > P_b$$

$$G_c = G_b \times \cos \beta$$

Slika 1.4 Promena intenziteta zračenja sa promenom upadnog ugla zraka (zračenje je najveće na površini koja je upravna na pravac zračenja)

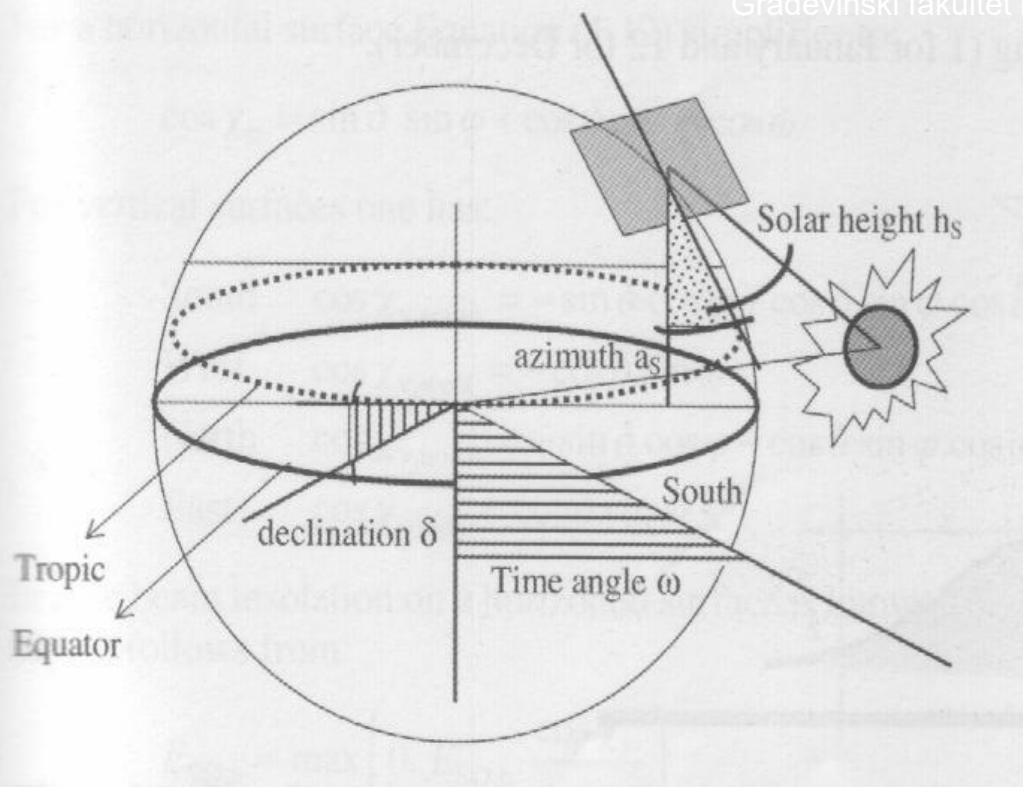


$$\overline{AC} > \overline{DF}$$

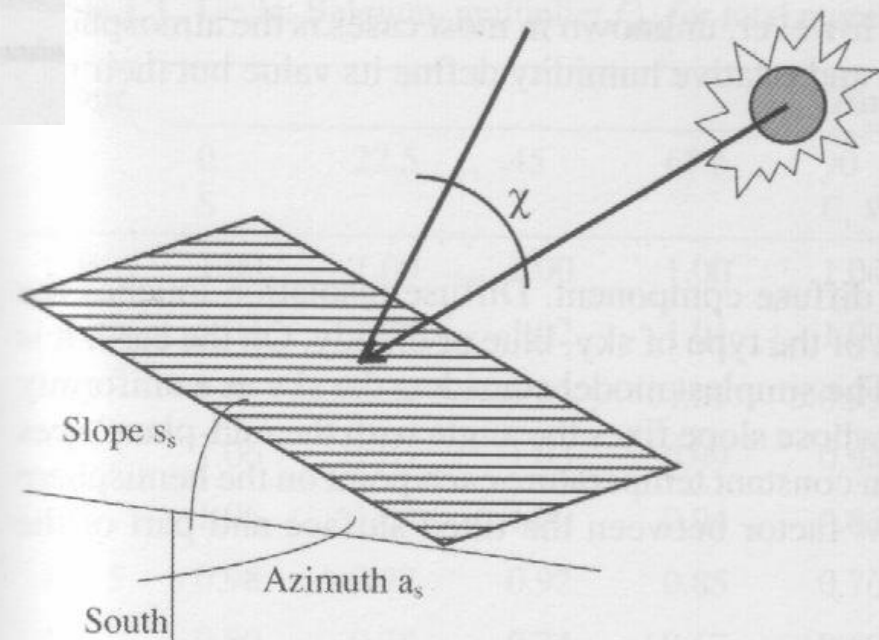
$$\overline{AB} > \overline{DE}$$

Slika 1.5 Promena intenziteta Sunčevog zračenja na Zemljinoj površini usled promene ugla visine Sunca i promene dužine putanje zraka kroz atmosferski sloj

- **Intenzitet zračenja zavisi od položaja Sunca.**
- **Položaj Sunca definiše se preko četiri veličine - ugla:**
 - **azimut (a_s)** - ugao između projekcije zraka Sunca i projekcije meridijana na horizontalnu ravan (pokazuje položaj Sunca mjereno od tačke posmatranja na istok – pozitivan, ili zapad – negativan).
 - **visina sunca (h_s)** - ugao između zraka Sunca i njegove projekcije na horizontalnu ravan.
 - **vremenski ugao (ω)** - koji varira od 180° u 0 a.m. preko 0° u podne do -180° u 12 p.m.; jedan čas odgovara vremenu od 15 minuta, tako da za 24 časa ovaj ugao iznosi 360° .
 - **deklinacija (δ)** - ugao između najviše pozicije Sunca i ravni ekvatora.
- **Azimut i visina sunca definišu položaj Sunca u odnosu na posmatranu lokaciju na Zemlji,**
- **Vremenski ugao i deklinacija definišu položaj Sunca u odnosu na ekvator.**
- **Za kvantifikovanje globalnog zračenja potrebno je pretpostaviti realan uticaj oblačnosti, zagađenja vazduha i relativne vlažnosti**



***Uglovi koji služe za
definisane intenziteta
Sunčevog zračenja***



Globalno zračenje - ukupno zračenje koje dopijeva do Zemljine površine.

Globalno zračenje se transformiše u **direktno i difuzno zračenje**.

Direktno zračenje je dominantno pri vedrom nebu.

Difuzno zračenje - rezultat rasipanja solarnog snopa ($\approx 10\%$ od ukupnog zračenja). **Udio difuznog zračenja** zavisi od oblačnosti i prisustva drugih čestica u vazduhu.

Pri potpunoj oblačnosti ukupno zračenje se pretvara u difuzno.

Reflektovano zračenje nastaje tako što svaka površina na Zemlji reflektuje dio direktnog zračenja.

Iznos reflektovanog zračenja zavisi od reflektivnosti kratkih talasa. Za proračun reflektovanog zračenja se koristi osrednjena vrijednost reflektivnosti kratkih talasa a_s , (albedo) koja iznosi 0.2.

- **Ukupno zračenje se dobija sumiranjem direktnog, difuznog i reflektovanog zračenja.**

Table 1.5. Total monthly insolation horizontally for several locations in Europe (MJ/(m² · month)).

Location	Month											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Den Bilt (NL)	72	132	249	381	522	555	509	458	316	193	86	56
Eskdalemuir (UK)	55	112	209	345	458	490	445	370	244	143	70	39
Kew (UK)	67	115	244	355	496	516	501	434	311	182	88	54
Lulea (S)	6	52	182	358	528	612	589	418	211	80	14	1
Oslo (N)	44	110	268	441	616	689	624	490	391	153	57	27
Potsdam (D)	104	137	238	332	498	557	562	412	267	174	88	70
Roma (I)	182	247	404	521	670	700	750	654	498	343	205	166
Torino (I)	171	212	343	474	538	573	621	579	422	281	181	148
Bratislava (Sk)	94	159	300	464	597	635	624	544	389	233	101	72
Copenhagen (Dk)	54	114	244	407	579	622	576	479	308	159	67	38

Ukupna mjesečna dozračena energija u MJ na horizontalnu površinu od 1 m²

Način proračuna i prikaza klimatskih parametara koji se koriste za proračun energetske karakteristike zgrada su definisani grupom standarda EN ISO 15927 koju čini šest pojedinačnih standarda sa oznakama EN ISO 15927-1 do EN ISO 15927-6.

Part 1: Monthly means of single meteorological elements;

Part 2: Data for design cooling loads and risk of overheating;

Part 3: Calculation of a driving rain index for vertical surfaces from hourly wind and rain data;

Part 4: Data for assessing the annual energy for heating and cooling;

Part 5: Winter external design air temperatures and related wind data;

Part 6: Accumulated temperature differences for assessing energy use in space heating.

Standard EN ISO 15927 definiše proceduru za proračun i prikaz srednjih mjesečnih vrijednosti klimatskih parametara potrebnih za procjenu nekih aspekata higrotermičkih karakteristika zgrada.

Numeričke vrijednosti treba da budu dobijene od hidrometeorološke službe u relevantnoj zemlji.

Način proračuna i prikaz klimatskih parametara koji se koriste za proračun energetske karakteristika zgrada su definisani grupom standarda EN ISO 15927 koju čini šest pojedinačnih standarda sa oznakama EN ISO 15927-1 do EN ISO 15927-6.

Nazivi ovih standarda su:

Hygrothermal performance of buildings - Calculation and presentation of climatic data

Part 1: Monthly means of single meteorological elements (ISO 15927-1:2003)

Part 2: Hourly data for design cooling load (ISO 15927-2:2009)

Part 3: Calculation of a driving rain index for vertical surfaces from hourly wind and rain data (ISO 15927-3:2009)

Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling (ISO 15927-4:2005)

Part 5: Data for design heat load for space heating (ISO 15927-5:2004)

Part 6: Accumulated temperature differences (degree-days) (ISO 15927-6:2007)

Standard EN ISO 15927-1 obuhvata sljedeće pojedinačne klimatske varijable:

- **Temperaturu vazduha;**
- **Atmosfersku vlažnost;**
- **Brzinu vjetra;**
- **Padavine;**
- **Sunčevo zračenje;**
- **Dugotalasno zračenje.**

Meteorološka instrumentalizacija i metode osmatranja nijesu obuhvaćene ovim standardom, već su specificirane od strane Svjetske meteorološke organizacije (WMO).

Srednje mjesečne temperature vazduha se definišu iz časovno mjerenih podataka, kao i iz podataka mjerenih u tročasovnim ili šestočasovnim intervalima. Predviđeno je i određivanje srednje mjesečne temperature vazduha iz maksimalne i minimalne vrijednosti dnevnih temperatura.

Vrijednosti pritiska zasićenja se izračunavaju iz temperatura vazduha za časovne podatke.

Parcijalni pritisci pare i relativna vlažnost vazduha se određuju, takođe, iz časovnih podataka, koristeći izmjerene i proračunate veličine.

Za potrebe proračuna energetske karakteristika zgrada obavezno je formiranje nacionalne baze klimatskih podataka.

U tom cilju treba da bude definisano sljedeće:

- Metodologija za nacionalnu bazu klimatskih podataka koja se koristi za proračun energetske efikasnosti zgrada.
- Alat za nacionalnu bazu podataka za klimatske podatke
- Odgovarajuća nacionalna/regionalna tijela i procedure za prikupljanje i održavanje baze podataka

Metodologija:

Forma ulaznih podataka; specifikacija klimatskih parametara koji će biti uključeni , njihov interval (časovni, nedjeljni, mjesečni, ..., projektni, ...)

Alat:

Excel alati prema propisanoj metodologiji

Numeričke vrijednosti za nacionalnu bazu klimatskih podataka treba da budu dobijene od hidrometeorološke službe u relevantnoj zemlji.

Baza klimatskih podataka

1. Proračunske (projektne) vrijednosti:

- Zimske i ljetnje projektne spoljašnje temperature vazduha;
- Zimske i ljetnje projektne spoljašnje vlažnosti vazduha (tačka rose).

2. Podaci za proračun grijanja/hlađenja:

- Srednja mjesečna spoljašnja temperature vazduha;
- Amplituda mjesečne spoljašnje temperature vazduha (proračunata);
- Globalno mjesečno sunčevo zračenje u četiri pravca, plus horizontalno (W/m^2);
- Početak i kraj sezone grijanja (indikativan);
- Trajanje sezone grijanja/hlađenja (indikativno);
- Broj stepen-dana grijanja/hlađenja (proračunat – za optimizaciju koštanja)

3. Podaci za proračun vlaženja i isušenja:

- Reprezentativni dan za svaki mjesec sezone hlađenja;
- Časovni podaci za spoljašnju temperaturu vazduha i relativnu vlažnost

4. Dodatni podaci za proračun hlađenja:

- Početak i kraj sezone hlađenja (indikativan);
- Trajanje sezone hlađenja (indikativno)

Časovna mjerenja → referentna klimatska godina (EN ISO 13790 Annex F; F.2.2)

Časovni podaci za referentnu klimatsku godinu treba da budu izabrani iz podataka novijeg datuma u skladu sa procedurom opisanom u EN ISO 15927-4.

Ovi podaci obuhvataju satne vrijednosti za sljedeće veličine (obavezno):

- Temperatura vazduha
- Direktno normalno sunčevo zračenje i difuzno sunčevo zračenje na horizontalnu površinu
- Relativna vlažnost, apsolutna vlažnost, pritisak vodene pare i temperatura tačke rose
- Brzina vjetra na visini 10 m iznad tla.

Dodatni podaci koji se zahtijevaju: su geografska širina, geografska dužina i nadmorska visina stanice i dan u nedjelji prvog dana u godini (1. januar).

**Referentna klimatska godina → srednji mjesečni klimatski podaci
EN ISO 13790 Annex F; F.2.2.1 i F.2.2**

Ukoliko ne postoje raspoloživi klimatski podaci, ili ih nema dovoljno, referentna klimatska godina može biti definisana uz pomoć programa METEONORM (stohastički model).

Srednji mjesečni i godišnji klimatski podaci – primjer prikaza

ZONE DATA

Name of climatic zone

Zone 1 Normative reference

Altitude

145

m above sea level

Longitude (λ)

15,000

decimal degrees E

Latitude (ϕ)

45,000

decumal degrees N

Barometric pressure

99600

[Pa]

Design external temperature

-10

32

[°C]

Design external relative humidity

81

70

[%]

Heating season

		Heating	Cooling	
From	To	Days	Hours	
20 Oct.	10 Apr.	172	4128	
20 May	01 Sept.	104	2496	

Cooling season

MEAN MONTHLY DATA

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	YEAR	
External temperature (dry bulb)	1,6	3,7	8,6	12,8	19,0	21,8	23,1	23,4	17,1	12,9	7,2	2,0	12,9	<i>[°C]</i>
Global solar irradiation														
North	20	33	40	49	71	78	78	61	45	30	17	14	45	<i>[W/m²]</i>
East	31	56	74	101	140	135	139	130	95	54	33	22	85	<i>[W/m²]</i>
South	68	113	117	111	114	108	115	131	132	107	75	53	104	<i>[W/m²]</i>
West	33	61	74	96	125	136	145	126	97	64	37	25	86	<i>[W/m²]</i>
Horizontal	41	82	119	164	219	233	240	211	151	91	50	31	138	<i>[W/m²]</i>
External relative humidity	78	69	60	60	58	61	60	61	71	77	80	82	68	<i>[%]</i>
Wind speed at 10 m height	1,4	1,6	2,0	1,8	1,7	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,5	<i>[m/s]</i>

Metodologija proračuna energetske karakteristika zgrada (CG Pravilnik o minimalnim zahtjevima energetske efikasnosti zgrada) sadrži tabele sa proračunskim klimatskim parametrima.

Definisane su 3 klimatske zone - I, II i III.

Mjesto	Zona I - Podgorica											
Grejna sezona	Start:	15	Oct	Stop:	15	Apr	Projektna spoljna temperatura				-6	°C
Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
	Srednja temperatura u C											
	5.5	6.5	10	13.8	19.8	24.5	26.7	26.5	20.7	16	10.8	6.5
Orijentacija	Solarno zračenje na površine u W/m ²											
N	24	32	44	58	75	86	84	64	51	37	26	21
E	52	70	98	123	156	169	178	165	127	92	67	40
S	137	133	152	143	130	120	132	157	179	169	171	126
W	56	66	96	133	150	165	179	158	132	92	71	55
Horizont	76	102	156	210	267	293	305	272	206	139	95	65
Rel.Vlaž. %	72	68	65	66	63	60	52	52	62	68	75	74
Dn.Amplit. [°C]	5.8	7.6	7.5	5.6	6.8	4.4	4.8	7.9	7.2	6	6.4	4.3
ApsVlaž [gr/kg]	4	4.1	5.3	6.5	9.5	12	11.5	11.5	9.75	7.75	6.5	4.5

Mjesto	Zona II - Niksic											
Grejna sezona	Start:	29	Sep	Stop:	2	Maj	Projektna spoljna temperatura				-12	°C
Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
	Srednja temperatura u C											
	1.8	2.2	6.1	10.3	15.8	19.5	21.1	20.9	15.9	12.1	7.4	2.7
Orientacija	Solarno zračenje na površine u W/m2											
N	28	37	44	59	74	82	81	68	48	36	23	23
E	56	81	92	127	137	148	162	148	108	77	54	43
S	143	159	148	129	113	103	115	139	142	144	128	121
W	60	81	95	107	132	142	148	144	106	82	57	52
Horizont	74	106	148	194	228	246	259	241	172	122	76	62
Rel.Vlažn %	72	70	67	67	67	67	57	59	66	71	75	73
Dn. Amplit [°C]	6.4	8.9	8.6	5.4	6.4	3.8	5	7.7	7	5.8	6.8	4.4
ApsVlaž [ar/ka]	3	3.1	4.1	5.5	7.6	9.6	9.2	9.1	7.3	6.7	4.8	3.5

Mjesto	Zona III _ Pljevlja											
Grejna sezona	Start:	10	Sep	Stop:	2	Maj	Projektna spoljna temperatura				-15	°C
Mjesec	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
	Srednja temperatura u C											
	-2.1	-1.6	2.5	7.4	13	16.4	17.9	17.7	12.6	8.8	4	-1.5
Orientacija	Solarno zračenje na površine u W/m2											
N	31	44	55	57	68	78	78	60	47	34	24	25
E	57	83	98	109	127	138	148	137	101	69	53	44
S	131	160	141	117	105	99	111	129	132	128	116	126
W	58	90	100	114	128	130	137	129	99	77	53	55
Horizont	68	104	141	182	215	228	240	222	161	112	70	59
Rel.Vlaž %	83	78	73	70	71	74	72	72	76	78	81	85
Dn Amplit [°C]	12.6	12.4	7.9	5.4	6	3.3	5	6.3	6.4	6.9	9.7	7.8
ApsVlaž [gr/kg]	3.5	2.5	3.3	4.4	5.7	8.8	9.5	9.4	7.1	6	4	2.8

Godišnje reference vlažnosti

- Primjer numeričkih vrijednosti spoljašnje temperature, pritiska pare i Sunčevog zračenja na horizontalnu površinu za četiri evropska grada.

Table 1.13. Durability reference years for interstitial condensation for four European cities.

Month	Uccle			Rome			Copenhagen			Luleå		
	θ_e °C	p_e Pa	$E_{ST,h}$ W/m ²	θ_e °C	p_e Pa	$E_{ST,h}$ W/m ²	θ_e °C	p_e Pa	$E_{ST,h}$ W/m ²	θ_e °C	p_e Pa	$E_{ST,h}$ W/m ²
J	2.7	675	24.0	8.0	747	73.3	-0.1	569	18.2	-12.6	190	2.4
F	1.7	587	50.4	10.1	877	205.3	-0.4	507	53.1	-13.2	183	22.9
M	5.9	724	99.0	10.2	811	257.8	-0.3	476	83.4	-5.2	357	54.8
A	8.5	932	115.5	13.2	997	289.2	7.4	817	159.6	-2.4	415	109.8
M	12.6	1123	180.0	18.3	1323	243.6	12.0	1080	227.5	3.6	538	179.6
J	15.5	1374	215.0	22.3	1733	257.0	14.7	1355	229.4	10.8	894	234.4
J	14.9	1423	148.2	24.5	1976	271.1	15.3	1474	186.3	15.4	1365	203.9
A	16.2	1492	172.8	22.3	1747	224.0	15.1	1435	178.3	12.3	1144	122.6
S	13.5	1300	120.6	19.4	1524	187.8	12.6	1275	125.4	7.7	883	71.2
O	11.1	1097	102.1	17.1	1446	125.5	7.7	961	54.9	-2.4	430	28.4
N	4.0	716	40.1	11.5	1029	74.9	5.0	793	26.6	-4.1	401	4.3
D	4.8	783	15.6	9.6	907	51.2	1.1	614	15.9	-17.1	123	0.5

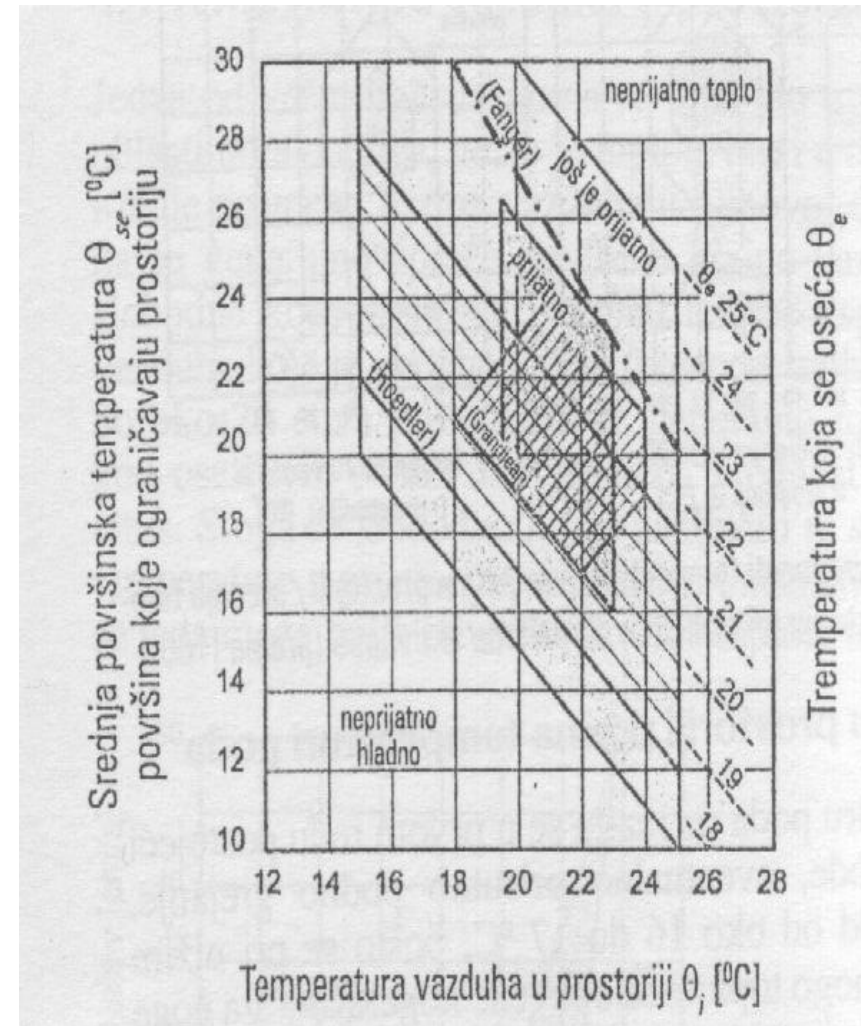
Unutrašnji klimatski uslovi

- **Toplotni komfor** zahtijeva da temperatura vazduha bude ugodna za stanare.
- **Relativna vlažnost vazduha** i pritisak pare takođe treba da budu usaglašeni.
- **Temperatura vazduha**
 - je od odlučujućeg značaja kada se razmatra toplotni komfor.
 - ima veliki značaj kao parametar uticaja na neto i bruto energiju potrebnu za grijanje i hlađenje.
 - utiče na odgovor zgrade na vlagu.
- U tabeli 1.17 su date **radne temperature** za unutrašnjost prostorija kako predviđaju njemački (DIN) i evropski (EN) propisi.

Table 1.17. Operative temperatures needed according to DIN 4701 and EN 12831.

Building Type	Room	Temperature	
		DIN 4701	EN 12831
Dwelling	Daytime rooms	20	20
	Bathroom	24	24
	Bedroom	20	
Hospital	Nursery	22	20
	Surgery	25	
	Premature births	25	
Office building	Single office	20	20
	Landscape office		20
	Conference room		20
	Auditorium		20
	Cafeteria, restaurant		20
	Hall	20	
	Corridors, rest rooms	15	
Indoor swimming pool	Natatorium	28	
	Showers	24	
	Cabins	22	
Schools	Classroom		20
Department store			20
Church			15
Museum, gallery			16

- **Toplotni komfor** zavisi od temperature unutrašnjih površina i temperature unutrašnjeg vazduha prostorije.
- Prosječna temperatura unutrašnjih površina omotača predstavlja **temperaturu zračenja**.
- Ugodan toplotni komfor u prostoriji – da razlika temperature unutrašnjeg vazduha i temperature zračenja ne bude veća od 2 °C.
- **Područja ugodnosti** prikazana su dijagramom na slici u zavisnosti od temperature vazduha u prostoriji i srednje temperature površina koje ograničavaju prostoriju



Pravilnik o minimalnim zahtjevima energetske efikasnosti zgrada

Uslov unutrašnjeg komfora

- da omotač zgrade ispunjava minimalne zahtjeve u pogledu prolaza toplote.

Propisane su maksimalne vrijednosti koeficijenta prolaza toplote U .

Tabela 1: Najveće dozvoljene vrijednosti koeficijenta prolaza toplote, U [$W/(m^2 \cdot K)$], građevinskih konstrukcija novih zgrada i postojećih zgrada nakon rekonstrukcije

	Građevinska konstrukcija	U [$W/(m^2 \cdot K)$]			
		$\Theta_i \geq 18^\circ C$		$12^\circ C < \Theta_i < 18^\circ C$	
		I i II klimatska zona ¹⁾	III klimatska zona ¹⁾	I i II klimatska zona ¹⁾	III klimatska zona ¹⁾
1.	Spoljnji zidovi, zidovi prema garaži, tavanu	0.60	0.45	0.75	0.75
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, providni elementi fasade	2.0	2.0	3.00	3.00
3.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, tavanice prema tavanu	0.40	0.30	0.50	0.40
4.	Tavanice iznad spoljnjeg vazduha, tavanice iznad garaže	0.40	0.30	0.50	0.40
5.	Zidovi i tavanice prema negrijanim prostorijama, negrijanom stepeništu temperature više od $0^\circ C$, prostorijama koje se povremeno koriste i prostoru druge namjene (stambeni-nestambeni)	0.65	0.50	2.00	2.00
6.	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	$0.50^{2)}$	$0.50^{2)}$	$0.80^{2)}$	$0.65^{2)}$
7.	Spoljna vrata, vrata prema negrijanom stepeništu, vrata sa neprozirnim krilom	2.90	2.90	2.90	2.90
8.	Zidovi kutije za roletne	0.80	0.80	0.80	0.80
9.	Tavanice i zidovi - između stanova, - između grijanih radnih prostorija različitih korisnika	1.40	1.40	1.40	1.40

1) Klimatske zone su utvrđene u Prilogu 1 (Tabele 17 i 18),

2) Kod podova na tlu zahtjev važi do dubine poda prostorije 5 m od spoljašnjeg zida, zida prema tlu ili negrijanog prostora.

Podaci o zgradi

Za potrebe proračuna energetske karakteristika zgrade potrebno je definisati ulazne podatke koji se odnose na samu zgradu i to:

A_k – površina pojedinih građevinskih djelova zgrade (vanjski zidovi, zidovi između stanova, zidovi prema garaži/tavanu, zidovi prema negrijanom stepeništu, zidovi prema tlu, plafoni između stanova, plafoni prema tavanu, ploče iznad vanjskog prostora, plafoni iznad negrijanog podruma, podovi na tlu, podovi sa podnim grijanjem prema tlu, kosi krovovi iznad grijanih prostora, ravni krovovi iznad grijanih prostora)

A_f - neto podna površina grijanog dijela zgrade

A_K – korisna površina zgrade

A – ukupna površina građevinskih djelova zgrade koji razdvajaju grijani dio zgrade od vanjskog prostora, tla ili negrijanih djelova, određena za slučaj vanjskih dimenzija.

V_e – bruto zapremina grijanog dijela zgrade obuhvaćena površinom A

V – neto zapremina zgrade u kojoj se nalazi vazduh, određena unutrašnjim dimenzijama

f – udio površine prozora