

Ovaj standard utvrđen je Rešenjem direktora SZS br. 6/2-02-1/10 od 19. januara 1998. godine.

## PREDGOVOR

Ovaj standard je nastao revizijom standarda JUS U.J5.600 iz 1987. godine. Standard je pripremila Komisija za toplotnu tehniku u građevinarstvu.

## 1 PREDMET I PODRUČJE PRIMENE

Ovim standardom se utvrđuju tehnički uslovi za toplotnu tehniku u građevinarstvu, koji moraju da budu ispunjeni pri projektovanju, građenju i rekonstrukciji zgrada.

Ovim standardom ne utvrđuju se ventilacioni gubici.

Zahtevi ovog standarda odnose se na zgrade u kojima je predviđeno grejanje ili klimatizacija iznad 12 °C.

## 2 VEZA SA DRUGIM STANDARDIMA

Odredbe standarda na koje se ovaj standard poziva istovremeno važe i kao odredbe ovog standarda. Navedena izdanja su važila u vreme objavljivanja ovog standarda, a kada se on primenjuje, koriste se najnovija izdanja navedenih standarda.

- JUS U.J5.001:1981, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Termini i definicije*  
JUS U.J5.001/1:1987, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Termini i definicije – Izmene*  
JUS U.J5.023:1983, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Merenje difuzije vodene pare malim mernim posudama*  
JUS U.J5.024:1983, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Merenje difuzije vodene pare pomoću komora*  
JUS U.J5.060:1983, *Toplotna tehnika u visokogradnji – Laboratorijske metode ispitivanja prolaza toplote u građevinskim konstrukcijama zgrada*  
JUS U.J5.062:1983, *Toplotna tehnika u visokogradnji – Terenske metode merenja prolaza toplote u građevinskim konstrukcijama zgrada*  
JUS U.J5.082:1986, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Merenje specifičnih toplotnih gubitaka zgrada ili delova zgrada*  
JUS U.J5.100:1983, *Toplotna tehnika u visokogradnji – Vazдушna propustljivost stana*  
JUS U.J5.510:1987, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Metode proračuna koeficijenta prolaza toplote u zgradama*  
JUS U.J5.520:1997, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Proračun difuzije vodene pare u zgradama*  
JUS U.J5.530:1997, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Proračun faktora prigušenja i proračun kašnjenja oscilacija temperature kroz spoljašnje građevinske pregrade zgrada u letnjem razdoblju*  
JUS U.A2.020:1983, *Ispitivanje građevinskih materijala – Određivanje koeficijenta provodljivosti toplote metodom grejne ploče*  
JUS D.E8.193:1982, *Građevinska stolarija – Spoljni prozori i balkonska vrata – Zahtevi u pogledu propustljivosti vazduha i vode*  
JUS U.M8.300:1985, *Merenje kapilarnog upijanja vode i utvrđivanje koeficijenta kapilarnog upijanja vode građevinskih materijala*

Deskriptori: građevinarstvo, toplotna tehnika, izgradnja zgrada, kriterijumi, dozvoljene vrednosti, sadržaj projekta



### 3 KRITERIJUMI I DOZVOLJENE VREDNOSTI

#### 3.1 Faktor oblika objekta

##### 3.1.1 Najveći dozvoljeni specifični transmisioni toplotni gubici objekta

Najveći dozvoljeni specifični transmisioni toplotni gubici  $\phi_{VT}$  [W/m<sup>3</sup>] objekta propisuju se za sledeće kategorije:

- stambene zgrade,
- poslovne i upravne zgrade,
- škole i biblioteke,
- bolnice i domove za stara lica,
- dečije vrtiće i obdaništa,
- restorane, hotele, motele, interne domove i sl.,
- industrijske zgrade koje se s obzirom na namenu greju na 18 °C ili više,
- sve mešovite zgrade ako sadrže jednu od navedenih namena.

U slučaju dogradnje objekta primenjuju se isti kriterijumi za dograđeni deo objekta. Izračunavaju se kao:

$$\phi_{VT} = 7 + 14f_o \text{ [W/m}^3\text{]},$$

a za sledeće kategorije:

- industrijske zgrade koje se s obzirom na namenu greju ispod 18 °C,
- objekte za sport i okupljanje koji se najmanje tri meseca u godini greju iznad 15 °C,

$$\phi_{VT} = 8 + 14f_o \text{ [W/m}^3\text{]},$$

gde je:

$f_o$  – faktor oblika objekta, u m<sup>-1</sup>.

Zahtevi se ne odnose na plivačke bazene.

##### 3.1.2 Najveći dozvoljeni transmisioni toplotni gubici objekta

Najveći dozvoljeni transmisioni toplotni gubici  $\phi_V$  objekta iznose:

$$\phi_V = \phi_{VT} \cdot V \text{ [W]}$$

gde je:

$V$  – zapremina objekta, u m<sup>3</sup>.

#### 3.2 Analiza konstrukcije

##### 3.2.1 Dozvoljeni koeficijent prolaza toplote $k$ građevinskih konstrukcija

Analiza konstrukcija vrši se za pregrade prema stvarnim debljinama i sa karakteristikama materijala prema tabeli 6. Toplotna izolacija građevinske konstrukcije karakteriše se koeficijentom prolaza toplote  $k$  [W/(m<sup>2</sup>K)].

Koeficijent prolaza toplote  $k$  građevinske konstrukcije, izračunat prema standardu JUS U.J5.510, ili izmeren prema standardima JUS U.J5.060 i JUS U.J5.062, ne sme da bude veći od vrednosti  $k_{maks}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] utvrđenih u tabeli 1.

U tabeli 1 date su vrednosti  $k_{maks}$  za različite vrste građevinskih konstrukcija u različitim (I, II, III) građevinskim klimatskim zonama i za različite kategorije primene.



Tabela 1 sadrži proračunske vrednosti otpornosti prelaza toplote  $R_i$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ] (unutrašnje) i  $R_e$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ] (spoljašnje).

Tabela 1 – Najveći dozvoljeni koeficijenti prolaza toplote  $k_{\text{maks}}$  [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] građevinskih konstrukcija i toplotne otpornosti  $R_i$  i  $R_e$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]

Redni broj	Tip konstrukcije	Građevinske klimatske zone			$R_i$ i $R_e$
		I	II	III	
		$k_{maks}$ [W/(m²K)]			[m²K/W]
1	Konstrukcije koje se graniče sa spoljnim vazduhom				
1.1	Spoljni zid	1,10	0,90	0,80	0,13; 0,04
1.2	Zid na dilataciji (između zgrada)	1,20	1,00	0,50	0,13; 0,08
1.3	Ravan krov iznad grejane prostorije	0,50	0,45	0,40	0,10; 0,04
1.4	Ravan krov iznad negrejanog prostora	0,70	0,60	0,55	0,10; 0,04
1.5	Kosi krov iznad grejane prostorije	0,50	0,45	0,40	0,10; 0,04
1.6	Kosi krov iznad negrejanog prostora	0,70	0,60	0,55	0,10; 0,04
1.7	Meduspratna konstrukcija iznad otvorenog prolaza	0,50	0,45	0,40	0,17; 0,04
2	Unutrašnje pregradne konstrukcije				
2.1	Zid prema grejanom stepeništu	1,95	1,85	1,60	0,13; 0,13
2.2	Zid prema negrejanom stepeništu	1,00	0,80	0,70	0,13; 0,11
2.3	Meduspratna konstrukcija ispod negrejanog prostora	0,95	0,80	0,70	0,10; 0,08
2.4	Meduspratna konstrukcija iznad negrejanog prostora	0,75	0,60	0,50	0,17; 0,10
3	Konstrukcije u zoni panelnog (podnog, plafonskog, zidnog) grejanja				
3.1	Zona <sup>*)</sup> meduspratne konstrukcije ispod panelnog podnog grejanja	1,60	1,60	1,60	0; 0,17
3.2	Zona <sup>*)</sup> meduspratne konstrukcije iznad panelnog plafonskog grejanja				
3.3	Zona <sup>*)</sup> meduspratne konstrukcije između panelnog plafonskog grejanja i spoljne sredine	0,55	0,50	0,45	0; 0,04
3.4	Zona <sup>*)</sup> spoljnog zida iza panelnog zidnog grejanja	1,30	1,05	0,95	0; 0,04
4	Konstrukcije u tlu (ukopane konstrukcije)				
4.1	Zid u tlu	0,90	0,90	0,90	0,13; 0
4.2	Pod na tlu	0,90	0,90	0,90	0,17; 0
4.3	Meduspratna konstrukcija u tlu (ukoliko je iznad tlo)	0,95	0,95	0,95	0,10; 0
*) Odnosi se na deo ortogonalne projekcije grejnog elementa i po obodu ga premašuje za 0,5 m.					



## 3.2.1.1 Specifični uslovi i zahtevi

- 1) Vrednosti navedene u tabeli 1 odnose se na zgrade sa kontinualnim centralnim grejanjem. Za objekte sa regulisanim grejanjem, etažnim grejanjem i sl. primeniti 10 % niže vrednosti koeficijenta prolaza toplote  $k_{maks}$  [W/(m<sup>2</sup>K)].
- 2) Koeficijent prolaza toplote spoljašnjih prozora i balkonskih vrata u grejanim prostorijama ne sme da bude veći od 3,1 [W/(m<sup>2</sup>K)].
- 3) Kod zgrada u nizu, dokaz o ispunjavanju uslova za transmisioni toplotni gubitak izvesti za svaku zgradu posebno. Zidovi između dve zgrade (zid na dilataciji) ne uzimaju se u obzir kod proračuna vrednosti  $A/V$ . Ukoliko se posebno proračunavaju grejani delovi jedne zgrade (npr. dogradnje), na isti način se tretiraju i razdvojne površine starog i dograđenog dela.
- 4) Koeficijent prolaza toplote vrata prema negrejanom stepeništu ne sme da bude veći od 2,5 [W/(m<sup>2</sup>K)].

## 3.2.2 Dozvoljena unutrašnja površinska temperatura konstrukcije

Dozvoljena unutrašnja površinska temperatura konstrukcije na bilo kom mestu (i na mestima toplotnih mostova) mora da bude veća od temperature tačke rose  $t_r$  za date projektne uslove.

3.2.3 Dozvoljena vrednost faktora prigušenja oscilacije temperature  $v$  u letnjem periodu i kašnjenja oscilacije temperature  $\eta$ 

Najmanje dozvoljene vrednosti faktora prigušenja amplitude oscilacije temperature  $v$  za spoljašnje građevinske konstrukcije zgrada date su u tabeli 2, a kašnjenje oscilacije temperature  $\eta$  u tabeli 3.

**Tabela 2 – Dozvoljene vrednosti faktora prigušenja amplitude oscilacije temperature  $v$  za spoljašnje građevinske konstrukcije zgrada**

Redni broj	Građevinska konstrukcija	$v$ najmanje
1	Ravni krov	25
2	Sve spoljašnje građevinske konstrukcije osim onih orijentisanih prema severu	15
3	Spoljašnje građevinske konstrukcije orijentisane prema severu	10

**Tabela 3 – Kašnjenje oscilacije temperature  $\eta$**

Redni broj	Građevinska konstrukcija	$\eta$ najmanje časova
1	Ravni krovovi hladnjača	14
2	Svi ostali ravni krovovi	10
3	Sve spoljašnje građevinske konstrukcije orijentisane prema zapadu i jugozapadu	8
4	Sve spoljašnje građevinske konstrukcije orijentisane prema jugu i jugoistoku	7
5	Sve spoljašnje građevinske konstrukcije orijentisane prema istoku, severoistoku i severozapadu	6



Ako je faktor prigušenja oscilacije temperature  $v$  veći od 45, a  $v$  zidova veći od 35, ne postavljaju se zahtevi za  $\eta$ .

Za spoljašnje građevinske konstrukcije koje u sastavu imaju ventilisani vazdušni sloj ili imaju ekran (zaklon), prema JUS U.J5.510, sem za slučaj sasvim slabo ventilisane konstrukcije, ne postavljaju se zahtevi u pogledu faktora, prigušenja amplitude oscilacije temperature  $v$ , s tim da površinska masa konstrukcije bez spoljne obloge ne sme biti manja od  $100 \text{ kg/m}^2$ . Ako je površinska masa konstrukcije bez obloge manja od  $100 \text{ kg/m}^2$ , koeficijent prolaza toplote  $k$  mora biti manji od  $0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

Sve ostakljene površine (osim severne, severoistočne i severozapadne orijentacije, azimuta  $0-45$ , i  $315-360$ ) u boravišnim prostorijama moraju imati netransparentnu zaštitu od direktnog sunčevog zračenja u letnjem periodu.

Dozvoljena je zaštita protiv sunčevog zračenja i između stakala ako se uređaj za zasenčenje koristi u zimsko doba kao deo sistema za prirodno grejanje suncem.

### 3.2.4 Difuzija i kondenzacija

Kondenzacija u konstrukciji usled difuzije vodene pare po mestu nastanka može da bude na unutrašnjoj površini konstrukcije ili u njoj.

Ovim standardom nije dozvoljena površinska kondenzacija za date unutrašnje projektne uslove i uslove u spoljnoj sredini prema ovom standardu.

Kondenzacija u unutrašnjosti konstrukcije je dopuštena pod uslovom da je:

- vreme potrebno za njeno isušenje manje od dopuštenog vremena potrebnog za isušenje konstrukcije prema tabeli 4, i
- ukupna masena vlažnost manja od najveće dozvoljene masene vlažnosti za materijal u kome je nastala kondenzacija.

#### 3.2.4.1 Dozvoljeno vreme isušenja konstrukcije

Vreme potrebno za isušenje vlage nastale u konstrukciji kondenzacijom u zimskom periodu mora da bude manje od dozvoljenog vremena isušenja. Dozvoljeno vreme za isušenje konstrukcije dato je po klimatskim zonama u tabeli 4.

Tabela 4 – Dozvoljeno vreme isušenja konstrukcije (u danima) po građevinskim klimatskim zonama

Klimatska zona	I	II	III
Dozvoljeno vreme isušenja konstrukcije tokom letnjeg razdoblja	120	90	60

Za zgrade sa klimatizacijom ili sa većim oslobađanjem vodene pare dozvoljeno vreme isušenja određuje se na osnovu karakteristika procesa – internih mikroklimatskih uslova, ali ne sme da bude duže od vrednosti datih u tabeli 4.

Ukoliko postoji potreba, za pojedina mesta i lokalitete, proračunava se srednja dnevna temperatura i broj dana kada ona prelazi vrednost  $18^\circ\text{C}$ , pa se taj broj dana uzima kao broj dana isušenja. Ovaj broj dana ne može da bude veći od broja dana datih u tabeli 4 za odgovarajuću zonu. Srednja dnevna temperatura i broj dana kada ona prelazi vrednost  $18^\circ\text{C}$  izračunava se prema relevantnim klimatskim podacima za lokalne uslove.



## 3.2.4.2 Dozvoljene vrednosti zasićenosti vlagom

Ukupna masena vlažnost materijala u građevinskoj konstrukciji na kraju perioda kondenzacije izračunata kao:

$$X'_{uk} = X'_r + X'_{dif}$$

gde je:

$X'_{uk}$  [%] – ukupna masena vlažnost materijala,

$X'_r$  [%] – prosečna računaska masena vlažnost materijala prema tabeli 5,

$X'_{dif}$  [%] – masena vlažnost nastala kondenzacijom tokom zimskog perioda.

Vrednost  $X'_{uk}$  [%] mora da bude manja od najveće dozvoljene masene vlažnosti  $X'_{maks}$  [%], proračunate za sloj materijala u kome nastaje kondenzacija:

$$X'_{uk} < X'_{maks}$$

Masena vlažnost materijala nastala tokom kondenzacije (zimski period)  $X'_{dif}$  [%] izračunava se prema standardu JUS U.J5.520.

Najveća dozvoljena masena vlažnost  $X'_{maks}$  [%] proračunava se za sloj materijala u kome nastaje kondenzacija:

$$X'_{maks} = X'_r + X'_{dif,maks}$$

gde je:

$$X'_{dif,maks} [\%] = (q_{maks} \cdot 100) / (d_r \cdot \rho_0)$$

$d_r$  – računaska debljina sloja u kome nastaje kondenzacija, u m;

$\rho_0$  – zapreminska masa materijala u suvom stanju, koja se usvaja, prema tabeli 6, u  $\text{kg/m}^3$ .

Računska debljina  $d_r$  [m] sloja konstrukcije u kome se vodena para kondenzovala, za slučaj kondenzne površine, ima vrednosti:

- za sloj od gasbetona, penobetona ili betona s lakim agregatom  $d_r = 0,02$  m,
- za sloj od opeke  $d_r = 0,05$  m,
- za sloj od ostalih materijala uzima se da je  $d_r$  jednako debljini tog materijala, ali ne veće od 0,07 m.

Za slučaj kondenzne zone  $d_r$  je jednako širini te zone.

U gornjem izrazu  $q_{maks}$  [ $\text{kg/m}^2$ ] predstavlja maksimalnu dozvoljenu količinu kondenzovane vodene pare u konstrukciji na završetku difuzije vodene pare, koja ima sledeće vrednosti:

- a)  $q_{maks} = 1,0$  [ $\text{kg/m}^2$ ] za opšti slučaj;
- b)  $q_{maks} = 0,5$  [ $\text{kg/m}^2$ ] ukoliko kondenzacija nastaje na dodirnim površinama slojeva od kojih jedan sloj nema mogućnost preuzimanja vlage (slučaj kod dodirnih površina vlaknastih termoizolacionih materijala ili vazdušnih slojeva, sa jedne strane, i slojeva parne brane ili betonskih slojeva, sa druge strane);
- c)  $q_{maks}$  [ $\text{kg/m}^2$ ] =  $0,05 \cdot d_r \cdot \rho_0$  za drvene konstrukcije;
- d)  $q_{maks}$  [ $\text{kg/m}^2$ ] =  $0,03 \cdot d_r \cdot \rho_0$  za materijale na bazi drveta (lake građevinske ploče na bazi drvene vune i višeslojne lake građevinske ploče od penastih sintetičkih izolatora i drvene vune se izuzimaju).



Tabela 5 – Vrednosti za zapreminsku masu i masenu vlažnost pojedinih materijala

Materijali	Zapreminska masa [kg/m <sup>3</sup> ]	Masena vlažnost $X'$ , [%]
<b>1 Beton</b>		
1.1 Beton sa teškim agregatom	2 400 2 200 2 000 1 800	1,8 2,0 2,2 2,4
1.2 Beton sa lakim dodacima	1 600 1 400 1 200	9,4 10,7 12,5
1.3 Beton sa dodacima od opeke	800 – 1 700	3,5
1.4 Ekspandirani beton, penobeton i gasbeton	1 200 1 000 800 600 500 400	3,3 4,0 5,0 6,7 8,0 10,0
1.5 Drvobeton (durisol i sl.)	800 550	9,3 13,5
<b>2 Opeka</b>		
2.1 Puna opeka	1 400 – 2 000	1,5
2.2 Šuplja opeka	1 200 – 1 400	2,4
<b>3 Malteri</b>		
3.1 Lako-teški malter	900 – 1 500	8,0
3.2 Malter sa dodacima od ekspandirane gline	1 000 – 1 200	8,5
3.3 Malter sa dodacima od ekspandiranog perlita, termoizolacioni malteri	300 – 800	4,5
<b>4 Drvo i proizvodi od drveta</b>		
4.1 Drvo	500 – 800	15,0
4.2 Ploče o drvene vune i trske	200 – 550	14,0
4.3 Ploče od drveta (panel-ploče, šperploče, iverice)	–	10,0
<b>5 Neorganski materijali za ispune (ekspandirani perlit i sl.)</b>	–	5,0
<b>6 Termoizolacioni materijali</b>		
6.1 Mineralni vlaknasti materijali (staklena vuna, kamena vuna, vuna od šljake iz visokih peći)	15 – 200	15,0



Tabela 5 (završetak)

Materijali	Zapreminska masa [kg/m <sup>3</sup> ]	Masena vlažnost $X'$ , [%]
6.2 Biljni vlaknasti materijali (morska trava, drvo, treset, kokos- -vlakna i sl.)	–	15,0
6.3 Pluta	100 – 200	10,0
6.4 Penasti sintetički materijali		
6.4.1 Polistiren	10 – 50	5,0
6.4.2 Poliuretanska pena, rigidna	28 – 55	3,0
6.4.3 Fenolna ploča	20 – 50	3,0
6.4.4 Urea-formaldehidna pena	10 – 30	3,0

## 3.2.5 Dozvoljene vrednosti kapilarnog upijanja vode spoljnog završnog sloja građevinske konstrukcije

Ekvivalentna difuziona debljina zaštitno-dekorativnog nanosa spoljne građevinske konstrukcije mora da bude:

$$r = d \cdot \mu \leq 2 \text{ [m]}$$

gde je:

$d$  – debljina zaštitno-dekorativnog nanosa (premaza), u m;

$\mu$  – relativni koeficijent difuzije vlage zaštitno-dekorativnog nanosa (premaza).

Ekvivalentna difuziona debljina zaštitno-dekorativnog nanosa spoljne građevinske konstrukcije određuje se merenjem prema JUS U.J5.024 odnosno JUS U.J5.023.

Koeficijent kapilarnog upijanja vode zaštitno-dekorativnog nanosa spoljne građevinske konstrukcije, izmeren prema standardu JUS U.M8.300, mora da bude:

$$A \leq 2 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{h}^{1/2})$$

Zaštitno-dekorativni nanos spoljne građevinske konstrukcije mora da bude takav da je:

$$\mu \cdot d \cdot A = r \cdot A \leq l \text{ [kg/(m} \cdot \text{h}^{1/2})]$$

Zaštitno-dekorativni nanosi su:

- premazi,
- farbe,
- lakovi,
- slojevi plemenitih maltera debljine manje od 0,5 cm,



- druge vrste završne zaštite debljine manje od 0,5 cm:
- prskani kamen,
- veštački kamen.

Kriterijum se ne primenjuje kada sa spoljašnje strane postoji provetravani vazdušni sloj. Svojstva zaštitno-dekorativne obrade proveravaju se merenjem pre ugradnje. Merenja se obavljaju za svaku vrstu podloge i za svaku vrstu nanosa na po tri uzorka. Merenjem se potvrđuje proizvođačko uputstvo za nanošenje završnih slojeva.

Svi rezultati merenja moraju da budu jednaki ili bolji od zahtevanih vrednosti. Ukoliko ovo nije slučaj, menja se uputstvo i receptura za nanošenje završnih slojeva ili se predviđa drugi materijal za obradu sve dok se ne dobiju zadovoljavajući rezultati.

### 3.3 Srednja površinska temperatura i dozvoljeni gubici po prostorijama

#### 3.3.1 Dozvoljena prosečna površinska temperatura po prostorijama

Prosečna površinska temperatura prostorije izračunava se za sve karakteristične boravišne prostorije i radne prostorije. Prosečna površinska temperatura prostorije ne sme da bude manja za više od 2 K od projektne temperature prostorije prema tabeli 11.

Prosečna površinska temperatura računa se za iste uslove u unutrašnjem prostoru kao i pri proračunu analize konstrukcije. Za spoljnu temperaturu usvaja se vrednost minimalne spoljne temperature prema tabeli 9.

#### 3.3.2 Dozvoljeni gubici po prostorijama

Za potrebe građevinske fizike dozvoljeni gubici po prostorijama računaju se za karakteristične prostorije. Karakteristične prostorije se svrstavaju u dve kategorije:

- prostorije sa najvećim specifičnim gubicima,
- prostorije koje su po dispoziciji termički najugroženije (kao na primer prostorije na tlu, na poslednjim etažama, prostorije sa više spoljnih konstrukcija i sl.).

Za dozvoljene specifične gubitke objekta  $\phi_{VT}$  i stvarnu zapreminu prostorije  $V_1$ : dozvoljeni transmisioni gubici karakteristične prostorije izračunavaju se:  $\phi_v = 1,15 \phi_{VT} \cdot V_1$  [W]. Proračunski transmisioni toplotni gubitak za datu prostoriju mora da bude manji od dozvoljenog gubitka.

Ako površina prozora prelazi 1/7 neto-površine osnove prostorije, onda se na njima mora predvideti pomična dodatna toplotna zaštita (toplotni zastor, roletne, kapci i sl.). Dodatna zaštita na prostorijama sa velikim prozorima nije obavezna ako su zadovoljeni uslovi o dozvoljenoj srednjoj površinskoj temperaturi. Za potrebe projektovanja grejanja, ventilacije i klimatizacije gubici po prostorijama razlikuju se za ove prostorije.

## 4 KARAKTERISTIKE MATERIJALA I PROJEKTNİ USLOVI

### 4.1.1 Karakteristike građevinskih materijala za potrebe toplotne zaštite

Karakteristike građevinskih materijala iz toplotne tehnike (gustina, specifična toplota, koeficijent toplotne provodnosti, faktor otpora difuziji vodene pare i koeficijent toplotnog izduženja) date su u tabeli 6.



Tabela 6 – Toplotnotehničke karakteristike materijala

Materijal	Gustina $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifična toplota $c$ [J/(kg · K)]	Koeficijent toplotne provodnosti $\lambda$ W/(m · K)	Faktor otpora difuziji vodene pare $\mu$ –	Koeficijent toplotnog izduženja $\alpha_1$ mm/m/100 °C
I. Z I D O V I					
1. Puna opeka (šupljikavost 0 do 15 %)	1 800	920	0,76	12	0,5
	1 600	920	0,64	9	0,5
	1 400	920	0,58	7	0,5
	1 200	920	0,47	5	0,5
2. Sačasta i šuplja opeka (gustoća opeke uključujući šupljine)	1 400	920	0,61	6	0,5
	1 200	920	0,52	4	0,5
3. Porozna opeka	800	920	0,33	2,5	0,5
4. Klinker opeka, puna	1 900	880	1,05	35	0,4
Klinker opeka sa šupljinom	1 700	880	0,79	30	0,4
5. Blokovi od elektrofil tarskog pepela	1 500	920	0,58	5	
	1 300	920	0,47	4	
6. Silikatna puna opeka	2 000	920	1,10	20	0,8
	1 800	920	0,99	16	0,8
	1 600	920	0,79	13	0,8
7. Silikatna šuplja opeka (gustoća opeke uključujući šupljine)	1 400	920	0,70	7	0,8
	1 200	920	0,56	4	0,8
8. Porolit	1 200	920	0,52	4	0,5
9. Termoblokovi od šljake (gustoća bloka uključujući šupljine)	1 600	920	0,64	4	
	1 400	920	0,58	4	
	1 200	920	0,52	4	
10. Blokovi od gas-betona i penobetona	800	1 050	0,35	7	
	600	1 050	0,27	5	
11. Puni blokovi od lakog betona	1 000	840	0,47	4	0,7
	1 200	840	0,52	5	0,7
	1 400	840	0,64	7	0,7
	1 600	840	0,80	9	0,7
12. Betonski blokovi sa šupljinom u 2 reda od laganog betona (gustoća blokova bez šupljina)	1 000	1 050	0,44	2	0,7
	1 200	1 050	0,49	3	0,7
	1 400	1 050	0,56	4	0,7
13. Isto kao pod 12 samo sa 3 reda šupljina (gustoća blokova bez šupljina)	1 400	1 050	0,49	5	0,7
	1 600	1 050	0,56	6	0,7
14. Zid od prirodnog kamena	2 000	920	1,16	22	0,8
15. Betonske blokete sa šupljinama u 3 reda (gustoća blokete uključujući šupljine)	1 600	960	0,74	10	
II. M A L T E R I					
16. Krečni malter	1 600	1 050	0,81	10	0,8
17. Produžni krečni malter	1 700	1 050	0,85	15	1,0
	1 800	1 050	0,87	20	1,1
	1 900	1 050	0,99	25	1,1
18. Cementni malter	2 100	1 050	1,40	30	1,1 do 1,2
Cementni estrih	2 200	1 050	1,40	30	1,0
19. Plemeniti fasadni malter	1 850	1 050	0,70	15	1,1
20. Cementni malter + lateks (sintetički dodaci)	1 900	1 050	0,70	30	1,2
21. Gipsani i krečno-gipsani malter	1 500	920	0,70	9	2,5
Laki gipsani malter	1 000	920	0,47	4	1,5
22. Perlitni malter	500	1 050	0,13	4	
Toplotno-izolacioni malter	600	920	0,19	6	1,5
Gipsani malter na trsci	1 000	920	0,47	3	2,5
Gipsani malter na rabić mreži	1 200	920	0,58	4	2,5



Tabela 6 (nastavak)

Materijal	Gustina $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifična toplota $c$ [J/(kg · K)]	Koeficijent toplotne provodnosti $\lambda$ W/(m · K)	Faktor otpora difuziji vodene pare $\mu$ —	Koeficijent toplotnog izduženja $\alpha_1$ mm/m/100 °C	
III. PRIRODNI KAMEN I ZEMLJA						
23. Granit — gnajs	2 600 do 2 800	920	3,5	65	0,8 do 1,2	
24. Gusti vapnenci, dolomiti i mramori	2 650 do 2 850	920	2,3 do 3,5	65	0,4 do 0,8	
25. Peščar, amorfni krečnjak	2 600	920	1,7	50	0,4 do 0,6	
26. Pesak i sitni šljunak	1 500 do 2 000	840	1,2 do 1,7	15		
27. Obradiva zemlja, humus	1 500 do 2 000	840	1,5 do 2,6	50		
IV. MATERIJAL ZA ISPUNU						
28. Pesak, suvi	1 800	840	0,58	1,4		
29. Šljunak, suvi	1 700	840	0,81	1,5		
30. Drobljena opeka	800	920	0,41	1,3		
31. Drobljena pluta	50	840	0,04	1,1		
32. Perlit, nasut	100	840	0,05	1,3		
33. Keramzit, nasut	400	840	0,22	1,3		
34. Strugotina	250	2 090	0,09	1,2		
35. Mineralna ili staklena vuna	50	840	0,41	1		
36. Koherentno tlo (vlažno)	1 700	840	2,1			
V. BETONI						
37. Betoni od kamenog agregata	2 500	960	2,33	90	1,5	
	2 400	960	2,04	60	1,2	
	2 200	960	1,51	30	1,0	
	2 000	960	1,16	22	1,0	
	1 800	960	0,93	15	1,0	
38. Keramzit-betoni	1 400	1 000	0,58	10	0,7	
	1 200	1 000	0,47	6	0,7	
	1 000	1 000	0,38	4	0,7	
	800	1 000	0,29	3	0,7	
39. Pareni gas-betoni i penobetoni	800	1 050	0,29	7	0,8	
	600	1 050	0,23	5	0,8	
	500	1 050	0,19	3	0,8	
	400	1 050	0,14	2	0,8	
40. Beton od opeke	1 600	920	0,76	6	0,6	
	1 400	920	0,58	4	0,6	
	1 200	920	0,47	3	0,6	
41. Beton od šljake	1 600	960	0,76	5	1,0	
	1 400	960	0,58	4	1,0	
	1 200	960	0,47	3	1,0	
VI. MATERIJALI OBLOGA						
42. Azbest-cementne ploče — nepresovane — presovane, otvrdnute parom — presovane, otvrdnute na vazduhu — porozne, otvrdnute parom	1 800 2 100 2 100 850	960 960 960 960	0,35 0,41 0,41 0,21	20 50 20 5	0,6 0,6 0,6 0,85	
	43. Gips-kartonske ploče — do 15 mm — do 18 mm	900 900	840 840	0,21 0,23	12 8	1,25 1,25
		44. Pune gips-ploče	1 400 1 200 1 000	840 840 840	0,70 0,58 0,47	12 8,5 6
	45. Ploče od gipsa sa ispunom, šupljinama ili porama		800 600	840 840	0,35 0,29	4 3



Tabela 6 (nastavak)

Materijal	Gustina $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifična toplota $c$ [J/(kg · K)]	Koeficijent toplotne provodnosti $\lambda$ W/(m · K)	Faktor otpora difuziji vodene pare $\mu$ —	Koeficijent toplotnog izduženja $\alpha_1$ mm/m/100 °C
46. Klinker-pločice	1 900	920	1,05	100	0,5
47. Pločice od opeke	1 800	920	0,79	20	0,4
48. Fasadne ploče — glazirane	1 800	920	0,92	300	0,6
49. Keramičke pločice					
— zidne — glazirane	1 700	920	0,87	200	0,9
— podne — neglazirane	2 300	920	1,28	200	
50. Keramički mozaik					
50 mm X 50 mm — 16 % fuge	1 900	880	0,99	140	0,8
20 mm X 20 mm — 21 % fuge				100	
12 mm X 12 mm — 26 % fuge				90	
51. Stakleni mozaik					
20 mm X 20 mm — 20 % šupljina	2 300	840	0,70	150	1,0
52. Linoleum	1 200	1 880	0,19	500	
53. Gume	1 000	1 470	0,16	10 000	
54. Prefabrikovani betonski elementi					
	2 500	960	2,33	90	1,2
	2 400	960	2,04	70	1,2
55. Laki betonski elementi	1 200	920	0,47	10	0,7
56. Ploče gustih vapnenaca, dolomita i mramora	2 650 do 2 850	880	2,33	65	0,8
Ploče od peščara	2 600	880	2,33	50	0,8
57. Prozorsko staklo	2 500	840	0,81	10 000	0,4
58. Armirano staklo	2 600	840	0,44	100 000	0,4
59. Šuplji stakleni blokovi	1 100	840	0,44	4 000	0,5
60. Drvo					
— hrastovina	700 do 800	2 090 do 2 510	0,21	40 do 60	2,5
— smrekovina, borovina	500 do 600	2 090	0,14	70	2,5
61. Panel-ploče, vodootporne					
— teške za oblaganje spolja	600	2 090	0,12	60	1,0
— lakše za oblaganje spolja	620	2 090	0,13	60	1,0
— lakše za oblaganje iznutra	400	2 090	0,08	30	1,0
62. Šperploče — vodootporne					
— za oblaganje spolja	660	2 090		100	1,0
— za oblaganje iznutra	550	2 090	0,14	60	1,0
63. Iverice					
— tvrde	1 000	1 880	0,12	17	1,0
— mekane	400	2 090	0,058	6	1,0
	300	2 090	0,052	3	1,0
	200	2 090	0,047	2	1,0
64. Iverice, presovane	600	2 090	0,099	60	
65. Ploče od drvene vune (izolit, heraklit i sl.)					
— debljine 15 mm	550	2 010	0,140	11	3,0
— debljine 25 mm	500	1 670	0,099	8	3,0
— debljine 35 mm	450	1 670	0,093	6	3,0
— debljine 50 mm	400	1 670	0,081	5	3,0
66. Tapete od papira					
— perive	600	1 340	0,15	5	13,9
— plastične	700	1 340	0,15	10	3,0
	700	1 250	0,20	3 000	3,0
VII. BITUMEN I ASFALT					
67. Bitumen	1 100	1 050	0,17	1 200	2,0
68. Asfalt	2 100	1 050	0,70	2 500	2,0
Asfalt, 20 mm	1 900	1 050	0,70	2 000	2,0
69. Bitumenska lepenka	1 100	1 460	0,19	2 000	2,0



Tabela 6 (nastavak)

Materijal	Gustina $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifična toplota $c$ [J/(kg · K)]	Koeficijent toplotne provodnosti $\lambda$ W/(m · K)	Faktor otpora difuziji vodene pare $\mu$ -	Koeficijent toplotnog izduženja $\alpha_1$ mm/m/100 °C
VIII. PODNE OBLOGE					
70. PVC homogen	1 400	960	0,23	10 000	6,0
PVC na filcu	800	960	0,12	3 000	6,0
71. Vinil-azbestne ploče	950	960	0,16	1 000	3,0
72. Tepih					
– napet-tafting	250	1 230	0,070	1,5	
– lepljeni tafting	270	1 230	0,081	10	
– iglasti file, lepljen	300	1 460	0,090	10	
73. Daske za pod	520	1 670	0,140	15	5,0
74. Parket	700	1 670	0,21	15	5,0
75. Tvrdе drvno-vlaknaste ploče	900	1 670	0,19	70	5,0
76. Polietilenske folije	1 000	1 250	0,19	80 000	20,0
77. PVC-folija, mekana	1 200	960	0,19	42 000	7,0
78. Bitumenska traka sa uloškom od alumi- nijumske folije debljine					
0,1 mm	900	1 460	0,19	100 000	2,9
0,2 mm	950	1 460	0,19	150 000	2,0
79. Bitumenska zavariva traka debljine 5 mm sa aluminijumskom folijom od 0,2 mm	1 000	1 460	0,19	140 000	2,0
IX. KROVNI POKRIVNI MATERIJALI I TRAKE					
80. Krovna lepenka	1 100	1 460	0,19	2 000	2,0
81. Višestruki bitumenski premaz armiran u jednom sloju – 10 mm	1 100	1 460	0,17	10 000	2,0
82. Višeslojna bitumenska hidroizolacija debljine od 13 do 16 mm	1 100	1 460	0,19	14 000	2,0
Višeslojna bitumenska hidroizolacija na perforiranoj lepenici	1 200	1 460	0,19	14 000	2,0
83. PVC krovna traka, mekana	1 200	960	0,19	20 000	7,0
84. PIB (poliizobutilen) traka	1 600	960	0,26	300 000	8,0
85. CR (hloropren-kaučuk) traka	1 300	1 000	0,23	100 000	17,0
86. CSM (hlorsulfidna polietilen) traka	1 500	1 000	0,30	80 000	8,0
87. EPDM (etilen-propilen-kaučuk) traka	1 200	1 040	0,30	100 000	13,0
88. Crep	1 900	880	0,99	40	0,5
89. Ploče od škrljaka	2 800	820	2,90	120	0,8
90. Azbest-cementne ploče	1 800	960	0,35	50	1,2
X. METALI					
91. Čelik	7 800	460	58,5		1,2
– liveno gvožđe	7 200	500	46,5	600 000	1,0
92. Aluminijumska folija				600 000	
0,10				700 000	2,4
0,15	2 700	940	203	800 000	
0,20					
93. Bakarna folija				700 000	1,7
0,10	9 000	380	380	800 000	
0,15					
94. Olovo	11 500	130	35		2,9
95. Cink	7 100	390	110		2,9
XI. TERMOIZOLATORI					
96. Mineralna i staklena vuna	30 do 200	840	0,041	1	0,05
97. Staklena pena	145	840	0,056	10 000	0,8



Tabela 6 (završetak)

Materijal	Gustina $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Specifična toplota $c$ [J/(kg · K)]	Koeficijent toplotne provodnosti $\lambda$ W/(m · K)	Faktor otpora difuziji vodene pare $\mu$ –	Koeficijent toplotnog izduženja $\alpha_1$ mm/m/100 °C
98. Pluta, ekspanzivna, impregnirana	120	1 670	0,041	10	5 do 10
	160	1 670	0,044	22	5 do 10
99. Ploče od prošivene trske	800	1 260	0,046	2	
100. Ploče od presovane slame (stramit)	350	1 470	0,098	3	
101. Prskani azbest	400	1 670	0,12	38	
	600	1 670	0,13	40	
102. Drvobeton	550	1 465	0,14	5	1,4
	800	1 465	0,24	10	
103. Ploče od sintetičkih materijala višesloj- nog poliestera	1 400	1 590	0,19	50 000	1,5
	1 500	1 090	0,23	50 000	
104. Ploče od akrilne smole	1 180	1 000	0,19	8 000	1,00
105. PVMD i PVC-ploče	1 400	960	0,21	16 000	4,00
106. Polistirenske ploče (u blokovima)	15	1 260	0,041	25	6
	20	1 260	0,041	35	6
	25	1 260	0,041	40	6
	30	1 260	0,041	45	6
107. Polistiren izveden u posebnom kalupu	20	1 260	0,041	40	6
	25	1 260	0,041	50	6
	30	1 260	0,041	60	6
108. Fenolne ploče rezane iz blokova	40	1 260	0,041	35	3
	60	1 260	0,041	40	3
109. Poliuretanske ploče izrezane iz blokova	30	1 380	0,035	40	10 do 12
	40	1 380	0,035	50	10 do 12
110. PVC-ploče	50	1 260	0,041	200	2,5
111. Urea-ploče	15	1 260	0,040	3	3

#### 4.1.2 Otpornost toplotnom protoku vazdušnih slojeva

##### 4.1.2.1 Zatvoreni (neventilisani) vazdušni slojevi

Računske vrednosti otpornosti toplotnom protoku  $R_a$  zatvorenog vazdušnog sloja date su u tabeli 7. Ove vrednosti obuhvataju uticaj prenosa toplote konvekcijom i radijacijom.

Vrednosti se odnose na vazdušni sloj koji ispunjava sledeće uslove:

- okružen je dvema međusobno paralelnim površinama;
- u pravcu toplotnog protoka ima debljinu manju od 1/10 dela ostale dve dimenzije vazdušnog sloja, ali ne veću od 0,30 m;
- nema izmena vazduha sa okolnom sredinom (unutrašnji i spoljni vazduh).

U neventilisanom (zatvorenom) vazdušnom sloju nema protoka vazduha. Vrednosti  $R_a$  navedene za kategoriju horizontalnog toplotnog protoka odnose se i na toplotni protok koji sa horizontalom zatvara ugao od  $\pm 30^\circ$ .

Vazdušni sloj koji nema termoizolacioni sloj prema spolnjem omotaču građevinske konstrukcije ali sadrži male otvore prema spoljnoj sredini takode se smatra neventilisanim vazdušnim slojem ukoliko ti otvori ne prelaze:

- 500 mm<sup>2</sup> po m visine za vertikalne vazdušne slojeve;
- 500 mm<sup>2</sup> po m<sup>2</sup> za horizontalne vazdušne slojeve.



U tabeli 8 faktor  $e$  je dat izrazom:

$$e = (1/e_1 + 1/e_2)^{-1}$$

gde su  $e_1$  i  $e_2$  faktori emisivnosti (isijavanja) naspramnih površina zatvorenog vazdušnog sloja, koje u eksploatacionom stanju zatvaraju sloj vazduha.

Podaci iz tabele 3 ne odnose se na prozore i druge staklene površine. Za ove vrste građevinskih konstrukcija merodavni su rezultati ispitivanja.

#### 4.1.2.3 Ventilisani vazdušni slojevi

Metoda dimenzionisanja i proračuna slabo ventilisanih vazdušnih slojeva i dobro ventilisanih vazdušnih slojeva sadržana je u standardu JUS U.J5.510.

Ventilisani sloj vazduha i deo konstrukcije između ventilisanog sloja vazduha i prostora sa kojim je ventilisani sloj spojen (npr. ventilisana fasada, ventilisani ravni i kosi krovovi) ne moraju se uzeti u obzir pri proračunu koeficijenta prolaza toplote  $k$  [W/(m<sup>2</sup>K)] posmatrane konstrukcije. U cilju tačnijeg proračuna, potrebno je uvažiti metode proračuna prema JUS U.J5.510.

#### 4.1.2.4 Otpornost toplotnom protoku negrejanih prostora

Metoda proračuna otpornosti toplotnom protoku krovnih prostora (tavanskih prostora) i ostalih negrejanih prostora sadržana je u JUS U.J5.510.

### 4.2 Građevinske klimatske zone i spoljašnje projektne temperature

#### 4.2.1 Građevinske klimatske zone

Teritorija SR Jugoslavije deli se u tri građevinske klimatske zone, određene na karti klimatskih zona koja je sastavni deo ovog standarda (karta br. 1).

#### 4.2.2 Spoljašnje projektne temperature u zimskim uslovima

Spoljašnje projektne temperature za zimski period  $t_e$  [°C] za proračun toplotnih gubitaka i srednjih površinskih temperatura, date su na karti broj 2 i u tabeli 9.

Tabela 9 – Spoljašnje projektne temperature za zimski period  $t_e$  [°C]

Republika i mesto	Nadmorska visina m	Izmerena ekstremna temperatura °C	Računska temperatura °C
SRBIJA			
Bela Crkva	90	-26,4	-18
Beograd	132	-20,5	-18 V
Bor	380	-18,5	-18
Čačak	240	-27,6	-18
Dimitrovgrad	446	-25,6	-18
Kikinda	81	-27,4	-18
Knjaževac	280	-21,5	-18
Kosovska Mitrovica	510	-13,5	-18
Kragujevac	190	-26,1	-18



Tabela 9 (nastavak)

Republika i mesto	Nadmorska visina m	Izmerena ekstremna temperatura °C	Računska temperatura °C
Kruševac	160	-28,0	-18
Leskovac	240	-29,5	-18
Loznica	221	-24,0	-18
Negotin	42	-15,0	-18
Niš	202	-21,6	-18
Novi Pazar	545	-26,2	-21
Novi Sad	840	-24,0	-18
Palić – Subotica	102	-26,7	-18 V
Peć	498	-21,8	-15
Priština	573	-25,2	-18
Prizren	402	-22,4	-15
Prokuplje	265	-24,5	-18
Smederevo	90	-26,4	-18
Sokobanja	300	-24,5	-21
Sremska Mitrovica	81	-25,6	-18
Svetožarevo	115	-26,2	-18
Šabac	80	-28,5	-18
Topola	250	-19,2	-15
Užice	440	-23,8	-18
Požega	311	-29,2	-24
Valjevo	176	-26,0	-21
Vlasina	1 190	-31,2	-24
Vranje	459	-19,9	-18
Vrnjačka Banja	235	-24,0	-18
Vršac	84	-31,3	-21 V
Zaječar	137	-27,7	-18
Zemun	88	-23,4	-18
Zlatibor	1 029	-23,1	-18 V
Zrenjanin	82	-29,7	-18 V
CRNA GORA			
Bar	2	-7,0	-6
Budva	2	-6,3	-3
Cetinje	655	-20,5	-18
Danilovgrad	85	-11,4	-12
Herceg-Novi	40	-5,6	-3



Tabela 9 (završetak)

Republika i mesto	Nadmorska visina m	Izmerena ekstremna temperatura °C	Računska temperatura °C
Ivangrad	670	-22,0	-18
Kolašin	950	-29,4	-21
Nikšić	647	-20,0	-12
Pljevlja	786	-29,4	-24
Podgorica	52	-9,7	-6
Tivat	4	-5,3	-6 V
Ulcinj	97	-8,3	-6
Virpazar	14	-10,0	-6

LEGENDA: 1) V = vetrovito područje.  
Podaci za sva ostala mesta vide se na karti br. 2.

Spoljašnja temperatura i vlažnost za analizu procesa difuzije usvajaju se prema tabeli 10 odnosno prema relevantnim podacima za realne klimatske uslove.

Tabela 10 – Temperatura  $t_e$  [°C] i relativna vlažnost  $\varphi_e$  [%] spoljašnjeg vazduha, kao i broj dana vlaženja za potrebe analize procesa difuzije vodene pare u zimskom razdoblju

Građevinska klimatska zona	I	II	III
Spoljašnja temperatura	5	-5	-10
Spoljašnja relativna vlažnost	90	90	90
Broj dana vlaženja	60	60	60

#### 4.2.3 Proračunsko vreme, temperatura i relativna vlažnost spoljne sredine za proces isušivanja konstrukcije

Proračun isušivanja konstrukcije u letnjem razdoblju vrši se prema sledećim podacima:

$$t_1 = t_e = 18 \text{ °C}$$

$$\varphi_1 = \varphi_e = 65 \%$$

Ukoliko je broj dana sa spoljašnjom temperaturom većom od 18 °C manji od broja dana po zonama u tabeli 4, tada je neophodno uvažiti realne klimatske podatke.

Ukoliko je srednja spoljašnja temperatura u zadatom mestu ili lokalitetu manja od temperature klimatske zone, neophodno je uvažiti realne klimatske uslove.

Za zgrade sa klimatizacijom ili sa procesom sa većim oslobađanjem toplote proračun isušivanja konstrukcije radi se za stvarnu unutrašnju temperaturu i vlažnost u zgradi.

#### 4.3 Temperature i relativne vlažnosti u prostorijama za potrebe proračuna koeficijenta prolaza toplote, srednjih temperatura i difuzije vodene pare

Videti tabelu 11.



Tabela 11 – Temperatura  $t_i$  i relativna vlažnost  $\varphi_i$  vazduha u prostorijama za proračun difuzije vodene pare

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_i$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_i$ u %
1. Apoteka – skladišta	20 do 27	30 do 35
2. Arhive	15	50 do 60
3. Bazeni za učenje plivanja	26	80 do 85
Bazeni za plivanje – plivališta	22 do 28	76 do 80
4. Biroi	18 do 22	50 do 60
5. Bojadisaonice	16 do 24	85
6. Bolnice (klinike)		
– sale za operaciju	24 do 30	40 do 60
– bolesničke sobe	20 do 22	50 do 60
– kupatila	22	60
– dnevni boravak	20	50
– prostorije za preglede	24	30 do 45
– spremišta, klozeti	20	30 do 45
– mrtvačnice	0 ± 5	60 do 70
7. Drogerije		
– uskladištenje robe	15 do 25	75 do 80
– servisi i limfe	–6 do –8	85
8. Električni aparati i roba		
– proizvodnja električnih aparata i mašina	20 do 27	40 do 90
– proizvodnja izolir-žice	18 do 20	60 do 65
– izoliranje	40	50
– skladišta	15 do 26	35 do 50
– proizvodnja žice vodova izolovanih pamukom	15 do 27	60 do 70
– proizvodnja svitka	20 do 25	40 do 50
9. Elektrane		
– skladišta uglja, tankovi, bunker	15 do 20	65 do 80
– mašinska hala	20 do 25	45 do 55
– kotlarnice	30 do 40	25 do 40
10. Farmaceutski pogoni		
– izrada prašaka	18 do 20	55 do 60
– konzeviranje praha i prašaka	21 do 26	40
– pakovanje	26	– 40
– prah koji se raspada	24	35
11. Filmska industrija		
– razvijanje	20 do 22	60 do 65
– sušenje	20 do 28	50
– rezanje	22	60 do 65
– skladišta za razvijanje	15	70
– dorada	18 do 20	60
12. Film – pozorište	18 do 20	60
13. Fina mehanika		
– radionice	20 do 22	50 do 55
– ispitivanje aparata	20	50 do 55
14. Fiskulturne dvorane	15 do 18	50
15. Garaže	5	50



Tabela 11 (nastavak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_i$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_i$ u %
16. Gostionice	18	55
17. Hale		
— otvorene hale svih vrsta	10 do 20	50
— hale za sprave (aparate) vatrogasne službe, kamione	16 do 18	50
— velike hale, otpremništva tržnice, hale za montažu, automobilske hale	12	50
— hale za popravak aviona, saobraćajne hale i stanične hale	5	50
— železničke i ostale hale	10 do 20	50
18. Hale za vulkanizaciju	22 do 35	80 do 90
19. Inkubatori za piliće	37 do 39	55 do 70
20. Izložbene hale i dvorane	10 do 20	50
21. Industrija alatnih mašina		
— sve vrste radionica precizne mehanike, proizvodnja satova, izrada mernih instrumenata	20	50
22. Industrija automobila		
— lanac sklopova	18 do 26	40 do 55
— precizni delovi, oštrenje, obrada	24 do 26	35 do 45
23. Industrija duvanskih prerađevina		
— proizvodnja	20 do 27	60 do 70
— prethodno navlaživanje	18	80
— prostor za navlaživanje	22 do 35	80 do 90
— prostor za mešanje	20 do 30	90
— prostor za pakovanje	22 do 24	60
— prostor za lagerovanje	16 do 20	55 do 65
— skladište gotovih proizvoda i mašinske hale	19	50 do 55
24. Industrija eksploziva i pirotehničkog materijala		
— spremište za nitrocelulozu	najviše 20	75 do 80
— proizvodnja baruta	15	30
— proizvodnja kapisli za paljenje	najviše 20	50 do 55
— proizvodnja šibica	20 do 24	50
— skladište šibica	15	50
25. Industrija gume		
— prostorije proizvodnje	15 do 25	75 do 85
— potapanje hirurških instrumenata i gume	22 do 25	25 do 35
— laboratorije za ispitivanje	23	50
26. Industrija kože	30	75 do 85
27. Industrija papira i štampanje		
— sečenje, povezivanje	20 do 24	67 do 70
— lepljenje	20 do 24	50
— sušenje papira	15 do 27	50 do 60
— štamparija	20 do 24	60 do 80
— kamena štampa (litografija)	15 do 24	40 do 60
— ofset-štampa	20 do 22	50 do 65
— sale za sortiranje	20 do 24	50 do 65
— izrada papira	20 do 25	80 do 87



Tabela 11 (nastavak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_v$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_v$ u %
28. Industrija skroba (štirka)		
— prostorije za kuvanje sirupa	60 do 70	99
— odeljenje za glikozu	18 do 20	70 do 80
— sušionica	30 do 40	80
— skladište gotove robe	18 do 20	60
29. Industrija slatkiša		
— prostor proizvodnje	17 do 18	50 do 55
— prostor za pakovanje	18	45 do 60
— prostor za uskladištenje	16 do 20	45 do 60
— proizvodnja keksa i vafila	18 do 23	45 do 55
— proizvodi od šećera (šećerleme)	20 do 27	30 do 50
— proizvodi od čokolade	16 do 18	50 do 55
30. Industrija uglja		
— prostorija za mlevenje	25	50 do 60
— praonice briketa	20 do 25	70
— koksare		50
31. Industrija ulja i margarina		
— presovanje	20	70
— ekstrakcija	20 do 25	70
— rafinerije	25	85
— cepanje raznih kiselina i hidriranje	18 do 20	65
— proizvodnja margarina	20 do 22	70
— skladišta margarina	5 do 10	70
32. Kancelarije	18 do 20	50 do 60
33. Pozorišta	18 do 20	60 do 70
34. Kaznionice		
— skupne spavaonice	10	60
— dnevni boravak i radionice	16	
— samice	18	
35. Hemijske fabrike		
— proizvodnja boja i lakova	15 do 25	35 do 50
— proizvodnja kozmetičke robe, skladišta i laboratorije	18 do 22	50 do 70
36. Keramika		
— prostorije za mešanje	26	60 do 70
— sušenje vatrostalnih modela	45 do 65	50 do 90
— sušenje ilovače	15 do 26	35 do 65
37. Kinematografi	18 do 20	60 do 70
38. Knjižare	15 do 18	40 do 50
39. Klanice		
— klanje svinja	30	80 do 90
— klanje goveda	25	80 do 85
— prerada creva	35	80 do 85
— sušenje mehura	60 do 70	80
— prerada krvi	40	
— topionica masti	40	70 do 80
— bubanj za brzo hlađenje	0 ± 5	100



Tabela 11 (nastavak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_v$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_v$ u %
— skladište za zamrzavanje	-30	75
— prinudno klanje i klanje iz zdravstvenih razloga	30	80 do 90
40. Krzna		
— skladišta	3 do 5	40 do 70
— prostor za bojadisanje	45	50
41. Laboratorije	18 do 22	50 do 70
42. Lakirnice		
— prostorije za prskanje	22 do 25	55 do 65
— sušenje na vazduhu	20 do 50	25 do 50
— sušenje u peći	85 do 150	50 do 60
43. Livnice železa		
— sa suvim kalupima	20 do 25	50 do 60
— sa mokrim kalupima	20 do 25	80 do 90
44. Mašinske hale sa velikim volumenom u odnosu na površinu	10 do 20	50
45. Montažne hale za mašine ugrožene korozijom i za najosetljivije delove mašina	20	60
46. Prerada mesa		
— priprema i obrada creva	25 do 30	90
— odmaščivanje kostiju	25 do 30	95
— sekaonica	18	70 do 80
— kuhinja	15 do 30	95
— mašinski deo za kuvanje kobasica	25 do 30	85 do 90
— hladno dimljenje	20 do 25	90 do 95
— mašinski deo za salame	12 do 15	70 do 75
— prostor za sazrevanje	15 do 20	80 do 85
— kuhinja i pekara za delikatese	25 do 30	90 do 95
— perionica sanduka	25 do 30	90 do 95
— instalacija za vruće sušenje	65 do 70	80 do 85
— skladište, otprema	16 do 18	70 do 75
— hladnjače, otprema	0 ± 4	75 do 80
— odeljenje za salamure	8 do 16	70
47. Mlečna industrija		
— izrada maslaca	15	80
— mekani kravlji sir	20	90
— sirane	20	90
— preuzimanje kanti	10	90
— odeljenje flaširanog mleka	15	70
— odeljenje mleka u prahu	25	70
— pranje flaša	20	85 do 90
48. Mlinovi za cement	40	
49. Optičke radionice	20	10 do 15
50. Opremnništva		
— kuće i hale	10 do 15	50



Tabela 11 (nastavak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_v$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_v$ u %
<b>51. Pekare</b>		
— proizvodnja testa	23 do 27	65 do 75
— proizvodne prostorije	25	77
— skladište brašna	18 do 25	60
— skladište kvasca	0 do 5	60 do 75
— prostor za vrenje	25 do 28	80
— ekspedicija	18	70 do 75
— izrada kolača	24	65
— glazura kolača	21	50
<b>52. Pivare</b>		
— podrum za vrenje	20 do 40	50 do 85
— fermentacija	5 do 7	60 do 85
— skladište piva	0 do 1	50 do 61
— skladište žita	15 do 5	30 do 45
— punjenje boca	10 do 30	50 do 65
— izlučivanje slada	16	30 do 45
<b>53. Prostorije za hlađenje, smrzavanje i lagerovanje hladene robe</b>		
— narandže	6 do 8	80 do 85
— sušena roba	4 do 6	
— banane	8 do 10	80
— pivo u buradi	4 do 6	50
— skladište piva	- 2 do + 2	
— podrum za vrenje piva	3 do 6	
<b>Cveće</b>		
— jorgovan	- 6 do - 4	80
— ruže	- 2	80
— rezano cveće	2	80
<b>Hleb</b>		
— brašno	10 do 12	80 do 85
— pekarski proizvodi	6 do 8	80
<b>Maslac i margarin</b>		
— prostorije za smrzavanje	- 6 do - 4	75 do 80
— prostorije za hlađenje	- 2 do + 2	75 do 80
<b>Jaja</b>		
— prostorije za hlađenje	0 ± 1	80
— prostorije za ohlađivanje	4 do 6	80
<b>Jela</b>		
— hladna	7 do 8	70
— bife – hladnjaci	3 do 5	80
— povrće, krompir	5 do 6	90 do 95
— prostorije za lagerovanje belih vina	8 do 10	
<b>Riba</b>		
— pretprostor za hlađenje riba	0 ± 2	85
— sveže ribe na ledu	- 4 do - 6	90
— prostorije za smrzavanje ribe	- 18 do - 20	95
— otensen-postupak	- 20	



Tabela 11 (nastavak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_v$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_v$ u %
— slane haringe u sanducima	— 10 do — 15	95
— slatkovodna riba	— 4 do — 5	
— dimljena riba	— 8 do — 6	85
— sušena riba	2 do 4	75
— riblja marinada	8 do 10	
Mleko u flašama	8 do 10	
Meso		
— pretprostor	7 do 8	85 do 90
— prostor za ohlađivanje	— 0,5 do + 0,5	75 do 85
— glavni prostor za hlađenje	0 do 2	82 do 84
— prostorija za salamure	6 do 8	90 do 95
— prostorija za smrzavanje	— 10 i niže	
— kobasičarski proizvodi	6 do 8	80
— konzerve	— 1 do + 2	50 do 70
— meso u salamuri	— 3 do + 1	75 do 91
Plodovi		
— grožđe	0 ± 4	85
— jagode	— 1 do + 1	90
— jabuke	— 1 do + 1	90
— voće sa košticama	0 ± 2	90
— banane	8 do 10	80
— orasi	4	
— limunovi	2 do 6	90
— zreli paradajz	0	
Povrće		
— kelj	— 1 do + 4	90
— karfiol (cvetača)	4 do 6	85
— luk	— 2,5	75
— krastavci	0 ± 4	85
— salata	0	95
— konzerve	2 do 4	
Sirevi		
— prostorije za lagčrovanje	4 do 6	75
— kravlji sir	— 2 do + 2	75
Mleko		
— hladna prostorija	— 2 do + 2	
— dozrevanje pavlake	14 do 18	
— prostorije za mleko u flašama	10 do 12	
Ostalo		
— duvanske prerađevine	16 do 20	55 do 60
— prostorije za stvrdnjavanje, ledeni kremovi	— 25 do — 30	
— prostorije za lagčrovanje ledenog krema	— 15	
— prostorija za izradu veštačkog leda	— 10 do — 15	
— veštačka klizališta	— 5	
— hladnjače za leševe	— 5	
— krznena roba — obešena	— 2 do + 2	



Tabela 11 (nastavak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_i$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_i$ u %
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vunena roba</li> <li>– koža</li> <li>– serum, injekcije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 2 do + 2</li> <li>1 do 2</li> <li>– 6 do – 8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>95</li> <li>85</li> </ul>
Divljač i perad		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– prostorija za smrzavanje</li> <li>– prostorija za lagerovanje</li> <li>– prostorija za divljač</li> <li>– prostorija za perad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 10 do – 20</li> <li>– 6 do – 4</li> <li>– 3 do – 5</li> <li>– 2 do – 4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>90</li> <li>85</li> <li>85</li> </ul>
54. Pogoni za preradu voća i povrća		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– skladišta sirove robe</li> <li>– skladište za plemenito voće i povrće (klimatizovano)</li> <li>– prostorije za preradu</li> <li>– kuhinje za meso i povrće</li> <li>– prostorije za ohlađivanje mesa i povrća (klimatizovane)</li> <li>– prostorije za čišćenje (ljuštenje)</li> <li>– prostorije za duboko smrzavanje</li> <li>– prostorije za predsmrzavanje</li> <li>– skladište za sterilne konzerve</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 do 18</li> <li>2 do 4</li> <li>14 do 18</li> <li>25 do 30</li> <li>8 do 10</li> <li>25 do 30</li> <li>– 25 do – 40</li> <li>4 do 8</li> <li>10 do 14</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>80 do 85</li> <li>80 do 85</li> <li>80 do 85</li> <li>90 do 95</li> <li>90 do 95</li> <li>90 do 95</li> <li>85 do 90</li> <li>75 do 80</li> <li>70 do 75</li> </ul>
55. Podrum za uzgajanje bilja	10	80
56. Pogon za uzgajanje gljiva		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– konjsko gnojivo na policama debljine 12 cm</li> <li>– zahlađenje radi uništavanja štetnih insekata</li> <li>– donošenje (polaganje) gljivnih spora u kompost</li> <li>– pokrivanje sa 2,5 cm debelim slojem zemlje do pojave prve gljive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>52 do 60</li> <li>21 do 27</li> <li>24</li> <li>7 do 18</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>75 do 80</li> <li>75 do 80</li> <li>75 do 80</li> <li>75 do 85</li> </ul>
57. Poslovne prostorije	20	50 do 60
58. Prostorije skupštine	18	60 do 70
59. Perionica rublja		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– perionice</li> <li>– valjaonice</li> <li>– peglaonice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 do 25</li> <li>23 do 26</li> <li>27 do 30</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>70 do 85</li> <li>75 do 85</li> <li>65 do 70</li> </ul>
60. Proizvodnja opeke		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– kaluparnica</li> <li>– sušionica opeke</li> <li>– sušionica šamota</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>27</li> <li>80 do 95</li> <li>65</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>60</li> <li></li> <li>50 do 60</li> </ul>
61. Prostorije za tuširanje i pranje	22 do 25	70 do 85
62. Proizvodnja rezervoara i posuda	18 do 20	70 do 80
63. Prostorije za vulkanizaciju	25 do 35	80 do 90
64. Radne prostorije	18 do 20	50 do 70
65. Radionice za luženje	16 do 22	85
66. Radionice galvanizacije	15 do 16	85
67. Radionice sa mazivima	15 do 20	75
68. Staklenici		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– hladni</li> <li>– srednje topli</li> <li>– topli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5</li> <li>15</li> <li>25</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>85</li> </ul>



Tabela 11 (nastavak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_v$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_v$ u %
69. Sirane (zavisno od vrste sira)	20 do 25	85 do 90
— tilsiter	15	90 do 92
— Rokfort	4 do 8	90
— Camembert	13 do 15	80 do 90
— ostale vrste	12 do 18	90 do 100
70. Skladišta		
— čelik, železo, fini aparati	10 do 15	50
— foto-filmovi	12 do 18	50 do 65
— koža	10 do 15	50 do 70
— papir	15 do 20	40 do 65
— šibice	10 do 15	40 do 65
71. Sladare		
— močionica	10 do 25	50 do 65
— klijalista	5 do 10	50 do 65
— sušionice	30 do 120	50 do 80
— uređaj sladnih silosa	10	60
72. Staje (zatvorene)		
— peradarnice	6 do 8	75
— valionice	16 do 18	70
Štala za konje		
— tegleći konji	5	75 do 80
— sportski konji, kobile sa ždrebadi koja sisaju	6 do 8	75 do 80
Staje za goveda		
— stoka za tov	5 do 8	75 do 80
— krave i telad	8 do 12	75 do 80
— prostor za teljenje	12 do 16	80
Torovi za ovce		
— bremenite i odrasle ovce	6 do 8	85
— jagnjad	10	80
Svinjci		
— svinje za tov	5	75 do 80
— prasići, mlade svinje i krmače	10	80
— prasilišta	12	75
Staje		
— staje za razne vrste stoke	5 do 15	75 do 85
— staje za koze	10	75 do 85
Kokošinjci		
— za odraslu perad	6 do 8	75
— za male piliće	16 do 18	70
73. Stanovi		
— dnevni boravak i radne sobe	18 do 20	50 do 60
— spavaća soba	15 do 18	55 do 70
— kuhinje i kuhinje sa dnevnim boravkom	16 do 18	55 do 80
— kupatila	22	70 do 80
— klozeti	20	



Tabela 11 (nastavak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_i$ u %
74. Škole (u proseku)	18	
— razredi i predavaonice	20	60
— hodnici i stepeništa	18 do 20	50
— prostorije za sastanke	15	
— nužnici	15	
— praonice i kupatila	20	80 do 90
75. Sportske hale		
— za višestruku namenu	15 do 18	50 do 75
— vežbališta sa spravama	12	60 do 75
— bočne prostorije	20	50 do 60
— praonice i kupatila	22	70 do 80
76. Štavljaonice	14 do 16	85
77. Telefonske automatske centrale	20	50
78. Tekstilna industrija		
Pamuk		
— priprema	20 do 25	50 do 60
— predionice	20 do 25	65 do 80
— tkačnice sa suvom potkom	20 do 25	70 do 85
— tkačnice sa vlažnom potkom	20	60 do 80
Vuna		
— priprema	20 do 25	65 do 70
— predionice srednje i grube vune	20 do 25	70 do 80
— tkačnice	20 do 25	60 do 80
— predionice fine vune	21	
Veštačka svila		
— predionica	20	80 do 90
— proizvodnja konca	20	70 do 80
— tkanje perlona	20 do 22	55 do 60
Svila		
— predionica	18 do 22	80
— tkačnica	18 do 22	65 do 75
— prerada jute, kudelje i lana	18	65
Viskozna vuna (celuloza)		
— predionica	18 do 22	60 do 70
— tkačnica	22 do 25	65 do 70
79. Trafostanice	20 do 25	45 do 50
80. Trafoprostorije	30 do 35	50 do 60
81. Trgovinske kuće i trgovine	20	50 do 60
82. Tržnice	5 do 10	50
83. Tuševi	22 do 25	70 do 80
84. Tkačnice, razboji i tkačnice pamuka		
— američki pamuk	20 do 21	65 do 75
— egipatski pamuk	19 do 20	70 do 80
— američki pamuk	18 do 22	80 do 85
— egipatski pamuk	18 do 20	80 do 85
— šareno tkanje	20 do 21	70 do 75



Tabela 11 (završetak)

Namena prostorije	Temperatura vazduha $t_i$ u °C	Relativna vlažnost vazduha $\varphi_i$ u %
— mešano vlakno i celulozna vuna	20 do 21	65 do 75
— jako premazana vlakna i tkačnice lana	19 do 20	75 do 80
— obični tkački razboji	19 do 20	80 do 85
— veštačka svila	20 do 21	65 do 70
— prirodna svila	20 do 21	75 do 85
— juta	18 do 20	60 do 75
— kudelj	18	60
85. Fabrike i radne prostorije		
— za laki rad	16 do 22	60
— za srednje teški rad	14 do 18	50 do 60
— za teški rad	12 do 14	50 do 60
— stolarije	20	
— lakirnice i bojadisaonice sa prskanjem	25 do 40	65 do 80
— hale za montažu	10 do 15	
— stanične hale	10 do 15	50
— fabričke hale metalne industrije sa velikim vazдушnim prostorom	10 do 20	50
86. Turbinske hale		
— sa velikim vazдушnim prostorom	30 do 40	60
— sa malim vazдушnim prostorom	30 do 40	60 do 70
— sa parnom turbinom	30 do 40	80 do 85
87. Zatvoreni prostori i radionice svih vrsta	15 do 20	50 do 70

## 5 SADRŽAJ PROJEKTA

Projekat toplotne zaštite za potrebe građevinske fizike u sklopu arhitektonsko-građevinskog projekta mora da sadrži sledeće delove:

- proračun faktora oblika objekta;
- analizu konstrukcija;
- analizu linijskih gubitaka;
- proračun gubitaka i površinskih temperatura za karakteristične prostorije;
- proračun ostvarenih toplotnih gubitaka za objekat.

Projekat toplotne zaštite za potrebe projekta grejanja u sklopu mašinskog projekta sadrži:

- rekapitulaciju proračuna faktora oblika po etažama;
- rekapitulaciju (pregled) koeficijenata  $k$  i  $k_1$  po pozicijama;
- pregled skica proračunskih pozicija;



- rekapitulaciju ostvarenih transmisivnih gubitaka za karakteristične prostorije prema elaboratoru građevinske fizike;
- proračun toplotnih gubitaka po prostorijama i to:
  - a) stvarnih transmisivnih,
  - b) korigovanih transmisivnih,
  - c) ventilacionih (nije predmet ovog standarda),
  - d) ukupnih,

kao i sume, za ceo projekat, za svaku kategoriju posebno.

Stvarni transmisivni gubici računaju se sa koeficijentima  $k$ ,  $k_1$  i  $k_2$ , a srednji koeficijent  $k$  ne može da se koristi za ove svrhe proračuna.

### 5.1 Faktor oblika objekta

Za svaki objekat izračunava se faktor oblika i na osnovu njega izračunavaju dozvoljeni specifični toplotni gubici u objektu, dozvoljeni toplotni gubici u objektu, kao i dozvoljeni gubici za karakteristične prostorije.

Proračunate vrednosti specifičnih toplotnih gubitaka u objektu i proračunate vrednosti toplotnih gubitaka u objektu ne smeju da budu veće od dozvoljenih vrednosti.

Faktor oblika objekta sračunava se za ceo objekat na osnovu proračuna po etažama ili njihovim delovima. Svaki proračun po etaži ili njenom delu predstavlja jednu proračunsku poziciju. Proračunske pozicije jedinstveno se numerišu i moraju da sadrže sledeće podatke:

- oznaku etaže,
- vrednosti karakterističnih površina (prozora, omotača, osnove etaže, površine na tlu, slobodnih podova, slobodnih tavanica kao i tavanica ispod negrejanog tavana) i zapremine grejanog prostora,
- dimenzije konture na osnovu kojih je moguće rekonstruisati proračun,
- skicu etaže.

Na kraju proračuna faktora oblika objekta tabelarno se daju rekapitulacija karakterističnih površina, po etažama ili njihovim delovima, ukupna zapremina objekta, faktor oblika objekta, dozvoljeni specifični transmisivni gubici i dozvoljeni transmisivni gubici.

Metoda proračuna data je u standardu JUS U.J5.510.

### 5.2 Analiza konstrukcije

Analiza konstrukcije radi se:

- za svaku različitu građevinsku konstrukciju,
- za svaku različitu primenu konstrukcije i
- za sve delove iste konstrukcije koji se razlikuju po sastavu (npr. toplotne mostove).



Analiza konstrukcije sprovodi se tabelarno prema tabeli 12.

Tabela 12 – Tabelarni prikaz analize konstrukcije

Opis konstrukcije	$d$ [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/m°C]	$c$ [J/kg°C]	$\mu$ [1]	$d/\lambda$ [m <sup>2</sup> °C/W]	$t$ [°C]	$p$ [Pa]	$pp$ [Pa]	$\mu d$ [m]
unutra										
uza zid										
šuplja opeka										
mineralna vuna										
armirani beton										
uza zid										
spolja										

Analiza konstrukcije mora da sadrži:

- a) Proračun toplotne izolacije prema JUS U.J5.510

Toplotna izolacija konstrukcije karakteriše se koeficijentom prolaza toplote  $k$  [W/(m<sup>2</sup>K)];

- b) Proveru faktora prigušenja amplitude  $v$  prema JUS U.J5.530 i kašnjenja faze oscilacije temperature  $\eta$

Toplotna stabilnost konstrukcije karakteriše se faktorom prigušenja amplitude oscilacije temperature  $v$  i kašnjenja oscilacije temperature  $\eta$  [čas].

- c) Proračun parametara difuzije vodene pare prema JUS U.J5.520

Provera difuzije vodene pare sadrži:

- dijagram raspodele temperatura za karakteristike difuzije,  $t = f(d)$ ,
- dijagram parodifuzije,  $p = f(\mu \cdot d)$  i  $pp = f(\mu \cdot d)$ ,
- proračun gustine difuznog toka vodene pare,
- proračun količine kondenzata na završetku zimskog razdoblja,
- proračun isušivanja konstrukcije u letnjem razdoblju,
- proračun mogućnosti preuzimanja vlage u slojevima u kojima dolazi do kondenzacije,

- d) Ocene izračunatih karakteristika prema usvojenim kriterijumima

Ocena se vrši za svaku proračunatu veličinu prema odgovarajućim kriterijumima ovog standarda i prema tabeli 13.



Tabela 13 – Ocene izračunatih karakteristika

Veličine	Zahtevi	Proračun	Ocena
$k$			
$v, \eta$			
Broj dana vlaženja/sušenja			
Gustina difuznog toka, ulaznog/izlaznog			
Opisna ocena kondenzacije			

- e) Podatke o konstrukciji i graničnim uslovima, sa podacima o usvojenim kriterijumima i proračunatim vrednostima

Ovi podaci obuhvataju:

- skicu konstrukcije (daje se na kraju elaborata),
- tabelarni proračun prema tabeli 12,
- usvojene temperature i vlažnosti površine sa obe strane konstrukcije,
- usvojene kriterijume i proračunate vrednosti

koeficijenta  $k$ , faktora prigušenja amplitude i kašnjenja oscilacija temperature, površinsku temperaturu, broj dana isušivanja,

gustinu difuznog toka (ulazni i izlazni), ocenu po svakom od kriterijuma, kvalitativni opis kondenzacije.

### 5.3 Toplotni gubici na vezama i spojevima. Linijski i tačkasti gubici

Linijski gubici proračunavaju se za sve oblike i tipove konstrukcija i veza koji su predviđeni standardom JUS U.J5.510. Linijski gubici izračunavaju se iz dva osnovna razloga: smanjenja toplotnih gubitaka i higijensko-tehničkih razloga.

Proračunske pozicije koeficijenta linijskih gubitaka jedinstveno se numerišu i neophodno sadrže sledeće podatke:

- oznaku proračunske pozicije,
- tip ugradnje prema opcijama iz JUS U.J5.510,
- parametre koji učestvuju u proračunu,
- izračunatu vrednost koeficijenta linijskih gubitaka.

Oznake proračunskih pozicija unose se u arhitektonsko-građevinski projekat (ili odgovarajuće podloge u okviru projekta građevinske fizike).

### 5.4 Proračun gubitaka i srednje površinske temperature

Transmisioni gubici i srednja površinska temperatura proračunavaju se za potrebe građevinske fizike za karakteristične prostorije odnosno za potrebe projekta grejanja za svaku prostoriju pojedinačno. Kod velikih i razduženih prostorija dopušteno je prostoriju u cilju proračuna podeliti na manje zapreminske celine.



Proračuni gubitaka i srednje površinske temperature jedinstveno se numerišu po prostorijama (odnosno zapreminskim celinama) proračunskim pozicijama. Proračunske pozicije moraju da sadrže sledeće podatke:

- podatke o prostoriji (sprat, stan, oznaka prostorije iz arhitektonsko-građevinskog projekta, površina prostorije), skicu razvijene fasade, proračun prema tabeli 14, izračunate gubitke, prosečnu površinsku temperaturu;
- podatak o transmisivnim gubicima služi kao polazni podatak za proračun grejanja i ventilacije; drugi podaci iz elaborata (koeficijent prolaza toplote  $k$  ili korigovani koeficijent  $k$ ) s obzirom na način izračunavanja ne mogu se koristiti za ove namene;
- ocenu projektnog rešenja; daje se prema izračunatoj vrednosti za transmisivne gubitke i prosečnoj površinskoj temperaturi.

Za potrebe projekta grejanja izračunavaju se pored stvarnih transmisivnih gubitaka i dopunski i sledeći podaci: korigovani transmisivni gubici, ventilacioni gubici i ukupni toplotni gubici (suma korigovanih i ventilacionih gubitaka).

Na kraju proračuna za gubitke i srednju površinsku temperaturu objekta tabelarno se daje rekapitulacija koja treba da sadrži:

- rekapitulaciju transmisivnih gubitaka; daje se po etažama i prostorijama i zbirno;
- ukupne sračunate toplotne gubitke po prostorijama.

Toplotni transmisivni gubici za potrebe građevinske fizike i za potrebe projekta grejanja izračunavaju se prema tabeli 14. Prema ovom standardu i pravilima proračuna postoje sledeći građevinski elementi za koje se izračunavaju gubici toplotne energije i oni nose sledeće oznake u tabeli:

- zid	Z,
- parapet	Par,
- natprozornik	Np,
- nadvratnik	Nv,
- prozor	P,
- vrata	V,
- ugao	U,
- sučeljavanje	S,
- pod	Pod,
- tavanica	T,
- linijski gubici veza poda i tavanice	L.

Linijski gubici uz prozore i vrata nemaju posebne oznake, već se unose pored odgovarajućeg elementa na način kako je to pokazano u tabeli.

Proračun pretpostavlja prostorije sa jednakom visinom. Ukoliko to nije slučaj, potrebni su dodatni proračun i komentar.



Tabela 14 sadrži sledeće kolone:

- redni broj,
- oznaku elementa,
- horizontalnu dimenziju elementa (visina je jedinstvena i navodi se ispod tabele),
- razliku temperatura,
- oznaku proračunske pozicije elementa,
- vrednost koeficijenta  $k$ ,
- površinu elementa,
- oznaku pozicije linijskog gubitka,
- koeficijent linijskih gubitaka  $k$ ,
- oznaku pozicije tačkastih gubitaka,
- koeficijent tačkastih gubitaka,
- snagu toplotnih gubitaka,
- površinsku temperaturu elementa.

Tabela 14

Redni broj	Element	$l$ [m]	$\delta t$ [°C]	Poz. T	$k$ $\left[ \frac{W}{m^2K} \right]$	$S$ [m <sup>2</sup> ]	Poz. LG	$K_L$ $\left[ \frac{W}{mK} \right]$	Poz. TG	$K_L$ $\left[ \frac{W}{K} \right]$	$P$ [W]	$t$ [°C]
1	U											
2	Z											
3	U											
4	P											
5	Par											
6	Np											
7	S											
8	T											
9	L											

Proračuni za potrebe projekta grejanja posle ove tabele uz svaku proračunsku poziciju sadrže podatak o dužini unutrašnjih zidova, izračunatu Krišerovu vrednost  $D$ , dužini spojnice prozorskog krila i rama, karakteristiku prostorije, karakteristiku zgrade i korektivne članove zbog položaja prozora, strane sveta, i prekida loženja, ventilacione gubitke, korigovane transmisione gubitke i ukupne gubitke po prostorijama.



## 5.5 Proračun stvarnih gubitaka objekta

Proračun stvarnih gubitaka objekta za potrebe građevinske fizike sprovodi se tabelarno, tabele 15a, b i c, po etažama tako da se formiraju gubici za ceo objekat.

Tabela 15 – Proračun stvarnih gubitaka objekta

## 15a – Površinski prolaz

Redni broj	$a$ [m]	$b$ [m]	$S$ [m <sup>2</sup> ]	Poz.	$k$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$\Delta t$ [°C]	$P$ [W]	Napomena

## 15b – Linijski prolaz

Redni broj	$l$ [m]	Poz.	$k_l$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$\Delta t$ [°C]	$P$ [W]	Napomena

## 15c – Tačkasti prolaz

Redni broj	$n$	Poz.	$k_t$ [W/°C]	$\Delta t$ [°C]	$P$ [W]	Napomena

Oznake u tabelama 15a, b i c imaju sledeća značenja:

- $a, b$  – mere elementa (za površinske elemente);
- $l$  – dužina elementa (za linijske elemente);
- $n$  – broj komada (za tačkaste elemente);
- Poz. – pozicija na kojoj je izračunat koeficijent provođenja toplote;
- $k, k_l, k_t$  – izračunata vrednost odgovarajućeg koeficijenta provođenja toplote (površinskog, linijskog, tačkastog);
- $\Delta t$  – temperaturna razlika;
- $P$  – izračunata vrednost transmissionih toplotnih gubitaka, u W.



Na kraju tabela daje se sumarno iznos ukupnih gubitaka u vatima i zaključak kojim se upoređuju prethodno izračunati dozvoljeni gubici sa ukupnim stvarnim gubicima kao i ocena "zadovoljava" ili "ne zadovoljava".

Rekapitulacija za potrebe projekta grejanja sadrži:

- redni broj pozicije transmisionih gubitaka,
- oznaku pozicije transmisionih gubitaka,
- oznake položaja stana, sprata i prostorije kao i njenu površinu,
- vrednost stvarnih transmisionih gubitaka, vrednost korigovanih transmisionih gubitaka, iznos ventilacionih gubitaka kao i ukupnu vrednost gubitaka po prostorijama,
- ukupne vrednosti stvarnih transmisionih gubitaka, vrednost korigovanih transmisionih gubitaka, iznos ventilacionih gubitaka kao i ukupnu vrednost gubitaka za ceo objekat.

## 6 KONTROLA KVALITETA. ISPITIVANJA U LABORATORIJI I NA TERENU

Obavezna kontrola kvaliteta građevinskih materijala, komponenata i konstrukcija treba da omogući ispunjavanje svih relevantnih kriterijuma sadržanih u ovom standardu, kao i svih ostalih neophodnih parametara.

Ispitivanja vrše ovlašćene laboratorije. Ukoliko u standardu za ispitivanje (ili ocenu) nije drugačije određeno, izveštaj o ispitivanju ne može da važi duže od 2 (dve) godine.

### 6.1 Laboratorijska ispitivanja

Pre ugradnje u objekte mora se ispitati vrednost koeficijenta toplotne provodnosti  $\lambda$  [W/(mK)] termoizolacionih materijala, kako bi se sa dobijenim vrednostima proverilo zadovoljenje projektovanih parametara. Provera se vrši za sve materijale sa vrednošću  $\lambda \leq 0,30$  [W/(mK)]. Ispitivanje se vrši u skladu sa JUS U.A2.020.

Otpornost toplotnom protoku ili koeficijent prolaza toplote građevinskih konstrukcija meri se u skladu sa standardom JUS U.J5.060, obavezno za sve građevinske konstrukcije složenije termičke nehomogenosti, u koje spadaju:

- laki montažni paneli sa metalnim oblogama;
- zidani zidovi (opeka, blokovi itd.);
- montažni armiranobetonski paneli;
- montažni fasadni kombinovani elementi (parapet-staklo; staklo-natprozornik), tipa polustrukturalnih i strukturalnih fasada, i slične konstrukcije.

Faktor otpora difuziji vodene pare građevinskih materijala i konstrukcija ispituje se u skladu sa standardima JUS U.J5.023 i JUS U.J5.024.

Koeficijent kapilarnog upijanja vode zaštitno-dekorativnih nanosa spoljne građevinske konstrukcije mora da se ispita u skladu sa standardom JUS U.M3.300.

Ispitivanje osetne toplote poda vrši se u skladu sa standardom JUS U.J5.054.

Koeficijent prolaza toplote  $k$  [W/(m<sup>2</sup>K)] prozora, balkonskih vrata i sličnih transparentnih građevinskih konstrukcija mora se ispitati u skladu sa JUS U.J5.060.



Propustljivost za vazduh i vodu prozora, balkonskih vrata i sličnih transparentnih građevinskih konstrukcija mora da se ispituje saglasno sa JUS D.E8.193.

Svi izveštaji o ispitivanju moraju da budu izdati od strane ovlašćene laboratorije i dostavljaju se pre ugradnje za sve građevinske materijale, komponente i konstrukcije za koje su ispitivanja obavezna.

## 6.2 Terenska ispitivanja

Merenje otpornosti toplotnom protoku (koeficijenata prolaza toplote) vrši se na izgrađenim objektima. Merenja se vrše u skladu sa standardom JUS U.J5.062.

Merenja vazdušne propustljivosti vrše se u skladu sa standardom JUS U.J5.100. Terenska ispitivanja su obavezna za sve građevinske objekte u fazi tehničkog pregleda objekta, a izveštaj o ispitivanju je sastavni deo tehničkog pregleda.

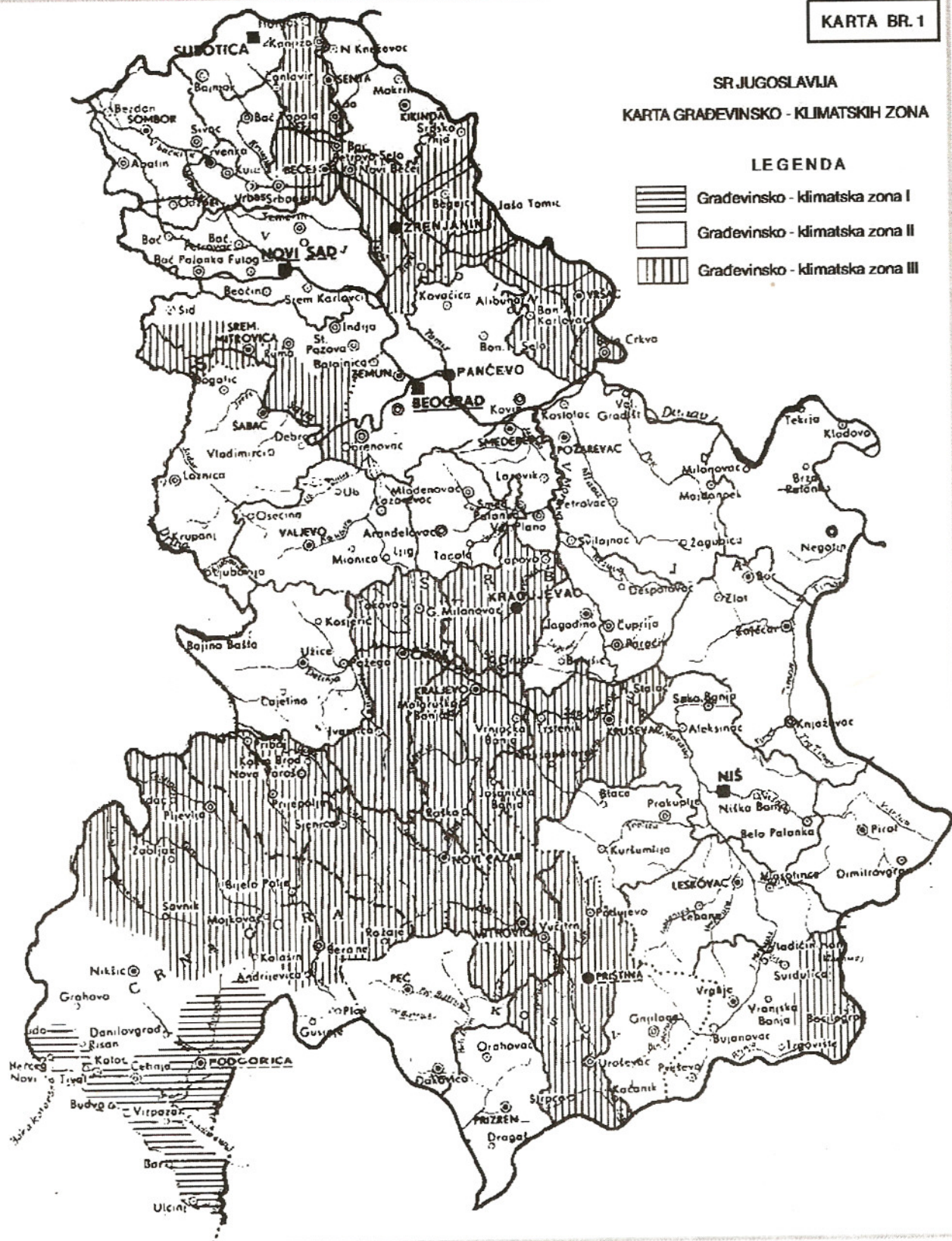


SR JUGOSLAVIJA

KARTA GRADEVINSKO - KLIMATSKIH ZONA

## LEGENDA

-  Građevinsko - klimatska zona I  
 Građevinsko - klimatska zona II  
 Građevinsko - klimatska zona III





SR JUGOSLAVIJA

## KARTA SPOLINIH PROJEKTHNIH TEMPERATURA

## LEGENDA

- Mesta sa meteorološkim stanicama
- Lokalna klimatska ostrva
- 12° Spoljna projektna temperatura područja

