

JUGOSLOVENSKI  
STANDARDToplotna tehnika u građevinarstvu  
PRORAČUN FAKTORA PRIGUŠENJA I PRORAČUN KAŠNENJA  
OSCILACIJA TEMPERATURE KROZ SPOLJAŠNJE GRAĐEVINSKE  
PREGRADE ZGRADA U LETNJEM RAZDOBLJUJUS  
U.J5.530  
1997.

*Heat in civil engineering – Calculation of damping factor and timing of temperature oscillations in the summer period through the exterior building partitions*

Ovaj standard utvrđen je Rešenjem direktora SZS br. 6/2-02-1/187 od 7. novembra 1997. godine.

## PREDGOVOR

Ovaj standard je nastao revizijom standarda JUS U.J5.530 iz 1990. godine. Standard je pripremila Komisija za toplotnu tehniku u građevinarstvu.

## 1 PREDMET I PODRUČJE PRIMENE

Ovim standardom se utvrđuje metoda za proračun faktora prigušenja oscilacija temperature i kašnjenja oscilacija temperature u letnjem razdoblju kroz spoljašnje građevinske pregrade izložene delovanju sunčevog zračenja. Vrednost faktora prigušenja oscilacija temperature,  $v$ , i vrednost kašnjenja oscilacija temperature,  $\eta$ , utvrđene su standardom JUS U.J5.600.

## 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 ISO 7345:1997, *Toplotna izolacija – Fizičke veličine i definicije*

JUS U.J5.600:1997, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada*

## 3 OZNAKE I JEDINICE

Pojedine oznake za veličine, upotrebljene u ovom standardu, imaju sledeća značenja:

- $v$  – faktor prigušenja oscilacije temperature, bezdimenzionalna veličina [1];
- $\eta$  – kašnjenje oscilacije temperature, u satima [h];
- $t_e$  – temperatura spoljašnjeg vazduha (prostoperiodična vremenska pojava), u stepenima Celzijusa [°C];
- $t_{em}$  – amplituda oscilacije temperature spoljašnjeg vazduha, u stepenima Celzijusa [°C];

**Deskriptori:** građevinarstvo, toplotna tehnika, građevinske pregrade, faktor prigušenja oscilacija temperature, kašnjenje oscilacija temperature

SAVEZNI ZAVOD ZA STANDARDIZACIJU

- $t_o$  – temperatura unutrašnje površine (prostoperiodična vremenska promena), u stepenima Celzijusa [°C];  
 $t_{om}$  – amplituda oscilacije temperature na unutrašnjoj površini pregrade, u stepenima Celzijusa [°C];  
 $n$  – broj slojeva pregrade,  $j = 1, 2, 3...n$  (brojanje počinje od unutrašnjeg sloja);  
 $d_j$  – debljina  $j$ -tog sloja, u metrima [m];  
 $\lambda_j$  – toplotna provodljivost  $j$ -tog sloja, u vatima po metru i kelvinu [W/(m · K)];  
 $R_j$  – toplotna otpornost  $j$ -tog sloja, u kvadratnim metrima i kelvinima po vatu [m<sup>2</sup> · K/W];  
 $\rho_j$  – zapreminska masa (gustina)  $j$ -tog sloja, u kilogramima po kubnom metru [kg/m<sup>3</sup>];  
 $c_j$  – specifična toplota  $j$ -tog sloja, u džulima po kilogramu i kelvinu [J/(kg · K)];  
 $\alpha_i$  – koeficijent prelaza toplote sa unutrašnje strane, u vatima po kvadratnom metru i kelvinu [W/(m<sup>2</sup> · K)];  
 $\alpha_e$  – koeficijent prelaza toplote sa spoljašnje strane, u vatima po kvadratnom metru i kelvinu [W/(m<sup>2</sup> · K)];  
 $S_{24,j}$  – koeficijent upijanja toplote  $j$ -tog sloja, sa periodom oscilovanja temperature od 24 h, u vatima po kvadratnom metru i kelvinu [W/(m<sup>2</sup> · K)];  
 $D_j$  – indeks toplotne inercije  $j$ -tog sloja, bezdimenzionalna veličina [1];  
 $U_j$  – koeficijent upijanja toplote  $j$ -tog sloja, u vatima po kvadratnom metru i kelvinu [W/(m<sup>2</sup> · K)].

#### 4 USLOVI PRORAČUNA

4.1 Faktor prigušenja oscilacije temperature,  $v$ , izražava se odnosom  $v = \frac{t_{em}}{t_{om}}$ , a kašnjenje oscilacije temperature,  $\eta$ , predstavlja vremenski interval između trenutka pojave temperaturske promene unutrašnje površine pregrade i trenutka pojave promene temperature spoljašnjeg vazduha koja je izazvala promenu na unutrašnjoj površini.

4.2 U proračunu se ne uzimaju u obzir slojevi pregrade tanji od 0,02 m (npr. malteri, premazi, parne brane, hidroizolacije i sl.), sem ako se ne radi o termoizolacionim materijalima čija je vrednost koeficijenta toplotne provodljivosti  $\lambda$  manja od 0,1 W/(m · K).

#### 5 PRORAČUN FAKTORA PRIGUŠENJA OSCILACIJE TEMPERATURE, $v$

5.1 Daju se jednačine za proračun faktora prigušenja oscilacije temperature za jednoslojnu, dvoslojnu i višeslojnu pregradu.

a) Jednoslojna pregrada

$$v = 0,9 \frac{(S + \alpha_i) \cdot (\alpha_e + U)}{(S + U) \cdot \alpha_e} \cdot e^x \quad (1)$$

b) Dvoslojna pregrada

$$v = 0,9 \frac{S_1 + \alpha_1}{S_1 + U_1} \cdot \frac{S_2 + U_1}{S_2 + U_2} \cdot \frac{\alpha_e + U_2}{\alpha_e} \cdot e^x \quad (2)$$

## c) Višeslojna pregrada

$$v = 0,9 \frac{S_1 + \alpha_i}{S_1 + U_1} \cdot \frac{S_2 + U_1}{S_2 + U_2} \cdot \dots \cdot \frac{S_n + U_{n-1}}{S_n + U_n} \cdot \frac{\alpha_e + U_n}{\alpha_e} \cdot e^x \quad (3)$$

Vrednost  $x$  u jednačinama od (1) do (3) određena je sledećom relacijom:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{\sqrt{2}}, \quad (4)$$

a  $e$  je osnova prirodnog logaritma.

5.2 Za potrebe ovog standarda usvajaju se sledeće vrednosti koeficijenta prelaza toplote:

– za zidove

$$\alpha_i = 8,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}; \alpha_e = 11,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

– za krovove

$$\alpha_i = 6,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}; \alpha_e = 11,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

## 6 INDEKS TOPLOTNE INERCIJE, $D$

Indeks toplotne inercije  $j$ -tog sloja pregrade,  $D_j$ , izračunava se iz jednačine:

$$D_j = S_{24,j} \cdot R_j \quad (5)$$

gde se:

$S_{24,j}$  izračunava iz sledeće jednačine:

$$S_{24,j} = 0,0085 \sqrt{\lambda_j \cdot \rho_j \cdot c_j} \quad [\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}] \quad (6)$$

## 7 KOEFICIJENT UPIJANJA TOPLOTE, $U$

Koeficijent upijanja toplote  $j$ -tog sloja pregrade,  $U_j$ , u vatima po kvadratnom metru i kelvinu  $[\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}]$ , izračunava se iz sledećih relacija:

a) za prvi sloj (prema prostorijski)

ako je  $D_1 \geq 1$ , onda je  $U_1 = S_1$ ,

$$\text{ako je } D_1 < 1, \text{ onda je } U_1 = \frac{R_1 \cdot S_1^2 + \alpha_i}{1 + R_1 \cdot \alpha_i}$$

b) za drugi sloj

ako je  $D_2 \geq 1$ , onda je  $U_2 = S_2$ ,

$$\text{ako je } D_2 < 1, \text{ onda je } U_2 = \frac{R_2 \cdot S_2^2 + U_1}{1 + R_2 \cdot U_1}$$

c) za  $j$ -ti sloj

ako je  $D_j \geq 1$ , onda je  $U_j = S_j$ ,

ako je  $D_j < 1$ , onda je  $U_j = \frac{R_j \cdot S_j^2 + U_{j-1}}{1 + R_j \cdot U_{j-1}}$

## 8 PRORAČUN KAŠNJENJA OSCILACIJE TEMPERATURE, $\eta$

Kašnjenje oscilacije temperature,  $\eta$ , u časovima [h], izračunava se iz sledeće jednačine:

$$\eta = \frac{1}{15} \left( 40,5 \sum_{j=1}^n D_j - \operatorname{arctg} \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + U_1 \cdot \sqrt{2}} + \operatorname{arctg} \frac{U_n}{U_n + \alpha_n \cdot \sqrt{2}} \right) \quad (7)$$