

Ekvivalentne temperaturne razlike (I)

KGH broj 1/1975

Georgi Takov

1. PRORAČUN TOPLOTNOG OPTEREĆENJA PROSTORIJE KROZ SPOLJNE ZIDOVE I KROVOVE

Toplotno opterećenje neke prostorije, koja ima spoljni zid, izračunava se u praksi preko ekvivalentne temperature razlike (ETR) tog zida, prema izrazu:

$$Q = F \cdot k \cdot \Delta t_{\text{eq}} \quad [\text{kcal/h}] \quad (1)$$

Zavisno od orijentacije posmatranog zida i vremenskog trenutka, podatak o brojčanoj vrednosti ETR nalazi se u tablicama za odgovarajuću konstrukciju zida (raspored i debljina slojeva u zidu). Na prvi pogled, ceo ovaj postupak izgleda jednostavan. Međutim, pojam ETR je jedna kompleksna veličina koja obuhvata dve nezavisne pojave i to:

- toplotnu inerciju same građevinske konstrukcije, tj. njenu moć prigušivanja spoljnih temperaturnih kolebanja;

- celokupni toplotni bilans jedinice površine posmatrane građevinske konstrukcije koja je izložena uticaju spoljne temperature, sunčevog zračenja i zračenja okolnih objekata.

1.1. Proračun nestacionarnog prolaza toplote kroz akumulirajuće građevinske konstrukcije — proračun prigušenja spoljnih periodičnih temperaturnih kolebanja

Pod pojmom prigušenja spoljnih temperaturnih kolebanja, podrazumeva se fizička osobina neke građevinske konstrukcije da smanjuje amplitudu temperaturnog kolebanja po svojoj debljini, kao i da pomera trenutak javljanja maksimalne temperature na njenoj unutrašnjoj površini u odnosu na spoljnu, izloženu spoljnim periodičnim toplotnim dejstvima (sunce, vazduh i okolni objekti). Prolaz toplotnih flukseva, promenljivih tokom vremena, kroz akumulirajuće građevinske elemente (zidove i krovove) predstavlja problem nestacionarnog prolaza toplote, koji se opisuje Sourierovom diferencijalnom jednačinom. Za homogeni materijal pri jednodimenzijском prostiranju toplote i pri zanemarljivom uticaju temperature materijala na njegove fizičke konstante (c, λ, ρ), ova jednačina glasi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}; \quad a = \frac{\lambda}{c\rho} \quad (2)$$

Analitičko rešenje ove diferencijalne jednačine predstavlja još uvek složen zadatak, pa tačna rešenja postoje samo za posebne slučajeve, kada su moguća dalja uprošćavanja:

- posmatrani višeslojni zid je konačne debljine, pa je zato s obe strane okružen vazduhom (unutrašnji i spoljna sredina);

- temperatura vazduha u prostoriji je konstantna (t_R const), što je moguće ako uređaji za klimatizaciju rade neprekidno 24 časa i ako je sistem regulacije pravilno izveden;

- ako se pretpostavi pravilna periodična promena temperature spoljnog vazduha (harmonijska kolebanja), otpadaju početni uslovi i dobijamo kvazistacionarni problem.

Rešavanje diferencijalne jednačine (2) svodi se u stvari na izračunavanje smanjenja amplitude spoljnih temperaturnih kolebanja (v), kao i kašnjenja maksimuma temperature na unutrašnjoj površini, u odnosu na maksimum spoljnih toplotnih dejstava (ϵ). Srednje vrednosti periodično promenljivih toplotnih flukseva formiraju stacionarno temperaturno polje u zidu, koje će biti usvojeno za nulti nivo, dok njihove amplitude formiraju nestacionarno temperaturno polje (θ). Ono se izražava preko dva međusobno spregnuta polja $X(x)$ i $T(\tau)$

$$\theta(x, \tau) = X(x) \cdot T(\tau) \quad (3)$$

Na poznati način rešavanja dobija se iz izraza (2) i (3) opšte rešenje problema:

$$\theta(x, \tau) = e^{\frac{2\pi i - 1}{\tau_0}} \left[\text{Ach}\left(s\sqrt{i}\frac{x}{\lambda}\right) + \text{Bsh}\left(s\sqrt{i}\frac{x}{\lambda}\right) \right] \quad (4)$$

Ovde je (s) prema sovjetskoj literaturi koeficijent usvajanja toplote materijala i merilo je njegove toplotne inercije. Vrlo brze promene (mala perioda oscilovanja) temperature jedan isti materijal mnogo više prigušuje, nego one koje duže traju. Ako se perioda smanji n -puta, (s) se poveća $\sqrt{n}$ -puta.

$$s = \sqrt{\frac{2\pi}{\tau_0}} c\lambda\rho \quad (5)$$

Dobijeno opšte rešenje (4) predstavlja kompleksan broj izražen jednim fazorom (radijus vektor koji se obrće u kompleksnoj ravni) periodom (τ_0). Za svaki presek (x) jednog sloja, kolebanje temperature se određuje radijus vektorom

(θ_x):

$$\theta_x = A \operatorname{ch} \left(s \sqrt{i} \frac{x}{\lambda} \right) + B \operatorname{sh} \left(s \sqrt{i} \frac{x}{\lambda} \right) \quad (6)$$

Preimućstvo za održavanje kompleksnog broja (6) je u tome što on daje odjednom oba tražena parametra — maksimalnu amplitudu i početnu fazu. Pošto se u stvarnosti amplitude temperaturskog kolebanja smanjuju sa dubinom prostiranja toplotnog talasa u zid, a prema izrazu (6) rastu (jer sa porastom x rastu funkcije hiperboličnog sinusa i kosinusa), sleduje da se smer x -ose mora usvojiti nasuprot prodiranju toplotnog talasa, prema spoljnoj površini zida.

1.1.1. *Prigušenje temperaturskog kolebanja u sloju zida.* Iz izraza (6) se diferenciranjem dobija radijus vektor toplotnog protoka:

$$Q_x = + \frac{\partial \theta_x}{\partial x} = s \sqrt{i} \left[A \operatorname{ch} \left(s \sqrt{i} \frac{x}{\lambda} \right) + B \operatorname{sh} \left(s \sqrt{i} \frac{x}{\lambda} \right) \right] \quad (7)$$

Iz izraza (6) i (7) za $x = 0$ se određuju integraci-one konstante:

$$A = \theta_{x=0} \quad \text{ i } \quad B = \frac{Q_{x=0}}{s \sqrt{i}} \quad (8)$$

Pošto se u stvarnim proračunima trudimo da odredimo amplitude temperature i toplotnog protoka na početnoj (unutrašnjoj) površini sloja ($\theta_{x=0}$; $Q_{x=0}$) jasno je da se na ovaj način ne može izračunati posebno rešenje (θ_x). Zbog toga se uvodi pojam prigušenja kolebanja temperature (β_0)

Prigušenjem se naziva smanjenje harmonijskih kolebanja temperature pri prolazu toplotnog talasa kroz jedan sloj, ili ceo zid, zavisno od toga šta se posmatra. Izraz za izračunavanje prigušenja u nekom m -tom sloju zida dobija se upoređenjem temperaturskog kolebanja na spoljnoj ($x = \delta_m$) i unutrašnjoj ($x = 0$) površini sloja:

$$\beta_m = \frac{\theta_{x=0} - \theta_{x=\delta_m}}{\theta_{x=0}}$$

Odgovarajućim zamenama i transformisanjem dobija se izraz:

$$\beta_m = e^{R_m s_m \sqrt{i}} \cdot \frac{s_m \sqrt{i} + Y_{m-1}}{s_m \sqrt{i} + Y_m} \quad (9)$$

gde je Y_m koeficijent usvajanja toplote spoljne površine sloja (m). Ukoliko je ovaj koeficijent veći, posmatrana površina sloja se pri istoj veličini toplotnog protoka jače opire promeni njene temperature, tj. ima veću toplotnu inerciju.

$$Y_m = s_m \sqrt{i} \frac{\operatorname{th} \left(s_m \sqrt{i} \frac{\delta_m}{\lambda_m} \right) + \frac{Y_{m-1}}{s_m \sqrt{i}}}{1 + \frac{Y_{m-1}}{s_m \sqrt{i}} \cdot \operatorname{th} \left(s_m \sqrt{i} \frac{\delta_m}{\lambda_m} \right)} \quad (10)$$

izračunavanje prema izrazu (10) se vrši postepeno od 1. sloja za koji je:

$$Y_1 = s_1 \sqrt{i} \frac{\operatorname{th} \left(s_1 \sqrt{i} \frac{\delta_1}{\lambda_1} \right) + \frac{Y_0}{s_1 \sqrt{i}}}{1 + \frac{Y_0}{s_1 \sqrt{i}} \cdot \operatorname{th} \left(s_1 \sqrt{i} \frac{\delta_1}{\lambda_1} \right)} \quad (11)$$

Veličina (Y_0) je realan broj i jednak je unutrašnjem koeficijentu prelaza toplote (α_i).

1.1.2. *Prigušenje temperaturskog kolebanja u višeslojnom zidu.* Pošto se toplotni talasi u zidu obrazuju dejstvom temperaturskih kolebanja okolne sredine, prigušenje ovih kolebanja nastaje ne samo u zidu, nego i pri njihovom prelazu na spoljnu površinu zida (n -sloja).

$$\beta_a = 1 + \frac{Y_n}{\alpha_a} \quad (12)$$

Ukoliko se među slojevima zida nalazi vazdušni međusloj, označen indeksom (k) prigušenje kolebanja u njemu iznosi:

$$\beta_k = \frac{Y_{k-1}}{Y_k} \quad (13)$$

Treba napomenuti da se ubacivanjem vazdušnog međusloja smanjuje prigušenje kolebanja u sledećem sloju ($k-1$), ali se u isto vreme dobija dodatno prigušenje u njemu. Zbog toga je važan položaj vazdušnog međusloja, jer može da se do kaže da je povećanje prigušenja kolebanja temperature zida utoliko značajnije, ukoliko je veći koeficijent usvajanja toplote (s) materijala u koji je on uključen.

Ukupno prigušenje temperaturskog kolebanja celog zida (sa n slojeva, od kojih je k -ti međusloj vazduh) dobija se kao proizvod svih navedenih prigušenja:

$$\bar{\beta}_z = \bar{\beta}_a \prod_{m=1}^{k-1} \bar{\beta}_m \cdot \bar{\beta}_k \cdot \prod_{m=k+1}^n \bar{\beta}_m \quad (14)$$

Tražene vrednosti smanjenja amplitude (v_s) i vremenskog kašnjenja (ε_s) temperaturnog kolebanja u celom zidu dobijaju se kao modul i argument kompleksnog broja ($\bar{\beta}_z$):

$$v_s = \operatorname{mod} (\bar{\beta}_z) \quad (15)$$

$$\varepsilon_s = \arg (\bar{\beta}_z) \quad (16)$$

1.2. Toplotni bilans jedinične površine zida izloženog spoljnim toplotnim dejstvima

Primanje i odavanje toplote ravne površine nekog spoljnog zida (ili krova) usled jednovre-

menog dejstva temperature vazduha, sunčevog zračenja i zračenja okolnih površina, može da se predstavi na sledeći način:

- a) Prelaz toplote konvekcijom sa okolnog vazduha na zid:

$$Q_k = \alpha_k (t_a - t_{za}) \quad (\text{kcal/m}^2\text{h})$$

- b) Apsorpcija sunčevog globalnog zračenja: Q_s

$$Q_k = a_k \cdot I \quad (\text{kcal/m}^2\text{h})$$

- c) Temperatursko zračenje posmatrane površine zida u okolni poluprstor:

$$Q_t = \varepsilon_z \cdot C_s \cdot \left(\frac{T_{zz}}{100}\right)^4 \quad (\text{kcal/mm})$$

- d) Apsorpcija temperaturskog zračenja okolnih površina:

$$Q_w = a_z W \quad (\text{kcal/m}^2\text{h})$$

Temperaturno zračenje okolnih površina može znatno da se uprosti ako se pretpostavi da postoje samo dve površine čiji je uticaj ekvivalentan dejstvu (n) okolnih površina. Jedna od tih površina je zamišljena površina neba koja emituje dugotalasno zračenje sa opsegom talasnih dužina između 3 i 50 mikrona (protivzračenje atmosfere). Glavni nosilac ovog zračenja je vodena para u vazдушnim slojevima u blizini zemlje. Ono može da se predstavi analogno temperaturskom zračenju »sive« površine čvrstog tela:

$$G = e_G \cdot \varepsilon_G \cdot C_s \left(\frac{T_G}{100}\right)^4 \quad (\text{kcal/m}^2\text{h})$$

Ugaoni koeficijent zračenja (e_G) zavisi od ugla nagiba zida prema horizontu: $e_G = e_{ui} = 0,5 \cdot (1 + \cos \alpha)$.

Koeficijent (ε_G) je empijska funkcija parcijalnog pritiska vodene pare u prizemnim slojevima vazduha. Za mesta do nadmorske visine od 1 500 m može se uzeti da je: $\varepsilon_G = e_{ui} = 0,74 \text{ const.}$ Za temperaturu zračenja (T_G) uzima se apsolutna temperatura vazduha (T_a).

Druga površina treba da zameni uticaj zračenja svih okolnih objekata. Može se uzeti da je to horizontalna površina (kvazihorizontalna) sa prosečnim koeficijentom emisije $e_{u2} = 0,9$. Ukoliko su temperature okolnih površina međusobno jednake, uticaj ove kvazihorizontalne površine na toplotni bilans zida biće istovetan uticaju stvarnih površina koje odstupaju od horizontalnog položaja. Zračenje okolnih površina je na taj način:

$$W = e_{u1} \cdot \varepsilon_{u1} \cdot C_s \left(\frac{T_{u1}}{100}\right)^4 + e_{u2} \cdot \varepsilon_{u2} \cdot C_s \left(\frac{T_{u2}}{100}\right)^4$$

gde je: $e_{u1} + e_{u2} = 1$

Ukupna količina toplote koju je primila spoljna površina zida iznosi:

$$Q_a = Q_k + Q_s - Q_t + Q_w$$

Posle uprošćenja i zamena, dobija se sledeći izraz:

$$Q_a = \alpha_k (t_a - t_{za}) + a_s I - \varepsilon_z \cdot C_s \cdot \left[\left(\frac{T_{zz}}{100}\right)^4 - e_{u1} \cdot \varepsilon_{u1} \cdot \left(\frac{T_{u1}}{100}\right)^4 - e_{u2} \cdot \varepsilon_{u2} \cdot \left(\frac{T_{u2}}{100}\right)^4 \right] \quad (17)$$

Ovaj izraz može dalje da se uprosti ako se uvedu sledeće zamene:

— koeficijent prelaza toplote zračenjem, koji ima samo formalni značaj:

$$\alpha_{kr} = \varepsilon_z \cdot C_s \frac{\left(\frac{T_z}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{zz}}{100}\right)^4}{t_a - t_{za}} = \varepsilon_z \cdot C_s \cdot \beta_z \quad (18)$$

— temperaturni faktori koji omogućuju izvesna skraćivanja, pri čemu se uzima da se oscilovanje temperatura okolnih površina vrši oko srednjih temperatura $(T_{u1})_m = (T_{u2})_m = T_{am}$:

$$\beta_z = 10^8 \cdot \frac{T_a^4 - T_{za}^4}{t_a - t_{za}} \quad \beta_{U1} = 10^8 \cdot \frac{T_{U1}^4 - T_{am}^4}{t_{U1} - t_{am}} \quad \beta_a = 10^8 \cdot \frac{T_a^4 - T_{am}^4}{t_a - t_{am}} \quad \beta_{U2} = 10^8 \cdot \frac{T_{U2}^4 - T_{am}^4}{t_{U2} - t_{am}} \quad (19)$$

Za vreme vedrih julskih dana, temperatura u Beogradu se kreće između $(t_a)_{\min} = 23^\circ\text{C}$ i $(t_a)_{\max} = 33^\circ\text{C}$, pa su:

$$(\beta_a)_{\min} = 1,06 \quad (\beta_a)_{\max} = 1,12$$

Ako se uzme da temperatura okolnih površina osciluje između 10 i 50°C , onda su:

$$(\beta_{U2})_{\min} = 0,98 \quad (\beta_{U2})_{\max} = 1,2$$

Oдавде se vidi da se vrednosti svih faktora (β) kreću u dosta uskim granicama, pa se bez veće greške može uzeti da je:

$$\beta_a = \beta_{U2} = \beta_{U1} = \beta = 1.09 \quad (20)$$

Praktično su temperature okolnih površina nepoznate, a određivanje geometrijskih faktora zračenja između njih i površine zida predstavlja veliku poteškoću, pa se zato pretpostavlja jedna zajednička temperatura zračenja svih okolnih površina, koja je jednaka temperaturi vazduha. Odstupanja koja se čine na ovaj način su relativno mala.

$$t_{U1} = t_a \quad e_{u1} = e_G \quad \varepsilon_{u1} = \varepsilon_G \quad (21)$$

$$t_{U2} = t_a \quad e_{U2} = e_U \quad \varepsilon_{U2} = \varepsilon_U$$

Zamenom izraza (18), (19), (20) i (21) u izraz (17) dobija se:

$$Q_a = \alpha_a (t_a - t_{za}) + a_s I - \varepsilon_z \cdot C_s \cdot$$

$$\left[\left(\frac{T_{am}}{100}\right)^4 + \beta (t_a - t_{am}) \right] \cdot (1 - e_G \cdot \varepsilon_G - e_U \cdot \varepsilon_U) \quad (22)$$

Ako se iskoristi formalni način pisanja, koji su upotreбили Mackey i Wright za uvođenje »sunčano vazdušne temperature«, dobija se:

$$Q_a = \alpha_a \cdot (t_{ka} - t_{za})$$

Zamcnom za (Q_a) iz izraza (22) dobija se tzv. kombinovana spoljna temperatura, koja za razliku od sunčano-vazdušne, obuhvata i razmenu toplote zida sa okolinom:

$$t_{ka} = t_a + \frac{1}{\alpha_1} \left\{ a_s I - \varepsilon_z C_s \cdot \left[\left(\frac{T_{am}}{100} \right)^4 + \beta(t_a - t_{am}) \right] \cdot (1 - \varepsilon_G \cdot \varepsilon_G - \varepsilon_U \cdot \varepsilon_U) \right\} \quad (23)$$

Ako se uzmu prve tri harmonike (posle izvršene harmonijske analize) funkcije sunčevog zračenja i spoljne temperature, dobija se izraz koji se sastoji od veličina nezavisnih od vremena — srednje vrednosti:

$$(t_{ka})_m = t_{am} - A_1 \left(\frac{T_{am}}{100} \right)^4 + B I_m \quad (24)$$

i veličina koje zavise od vremena (amplituda):

$$\theta_{ka}(\tau) = A_1 \sum_{n=1}^3 \theta_{an} \cos \omega_n (\tau - Z_{an}) + B \sum_{n=1}^3 I_n \cos \omega_n (\tau - Z_{ln}) \quad (25)$$

Veličine A , A_1 i B , računaju se za:

$$\varepsilon_U = 0.9; \quad \alpha_r = \varepsilon_z C_s \cdot \beta; \quad a_k = 10,3 \text{ [kcal/m}^2\text{h}^\circ]$$

$$\varepsilon_G = 0,74; \quad \alpha_a = \alpha_k + a_r; \quad \beta = 1,09$$

u funkciji ugla nagiba zida prema horizontali. Ovde (I) predstavlja ukupno sunčevo zračenje koje se sastoji iz direktnog (S_d) i difuznog (D) zračenja. Difuzno zračenje se sastoji iz nebeskog (H) i reflektovanog zračenja (R). Vrednosti direktnog i difuznog zračenja su izračunate za 45° severne geografske širine za 21. juli, prema postupku datom u (L2) i to za vrednost zamućenja atmosfere ($T = 4,2$), konstantnu tokom celog dana (izmerena srednja vrednost faktora zamućenja u Beogradu u julu mesecu). Ove vrednosti su date u tabeli 1, u prilogu.

U tabeli 2. su date vrednosti ukupnog zračenja na vertikalnim površinama, za sve strane sveta (koje se ne koriste za proračun opterećenja kroz prozore). Kao što je rečeno, ove tabelarne vrednosti se ne koriste direktno u proračunu, već se prethodno izvrši njihova harmonijska analiza (tako se dolazi do vrednosti amplituda i početnih faza pojedinih harmonika). U tabeli 3. date su harmonijske funkcije ukupnog zračenja i spoljne temperature izračunate na kompjuteru. U ovaikvim proračunima dovoljno je raditi sa prve 3 harmonike.

1.3. Ekvivalentne temperaturne razlike

Kada se zna amplituda kombinovane temperature ($\theta_{k.}$) lako se dobija amplituda temperature unutrašnjc površinc zida, korišćenjem vrednosti prigušcnja amplitudc i pomeranja faze 7.4 svaku harmoniku posbno:

$$\theta_{ka}(\tau) = A \sum_{n=1}^3 \frac{\theta_{an}}{v_{zn}} \cos \omega_n (\tau - Z_{an} - \varepsilon_{zn}) + B \sum_{n=1}^3 \frac{I_n}{v_{zn}} \cos \omega_n (\tau - Z_{ln} - \varepsilon_{zn}) \quad (26)$$

Sada se izračunava tražena amplituda toplotnog opterećenja prostorije prema izrazu:

$$A_{oi} = \alpha_1 \cdot \theta_{zi} \quad (27)$$

Na ovaj način je rešen problem prolaza spoljnih toplotnih dejstava kroz zid, samo način izračunavanja nije pogodan za praksu. Pošto se praktična izračunavanja vrše prema jednačini (1) potrebno je izvršiti sledeće transformacije.

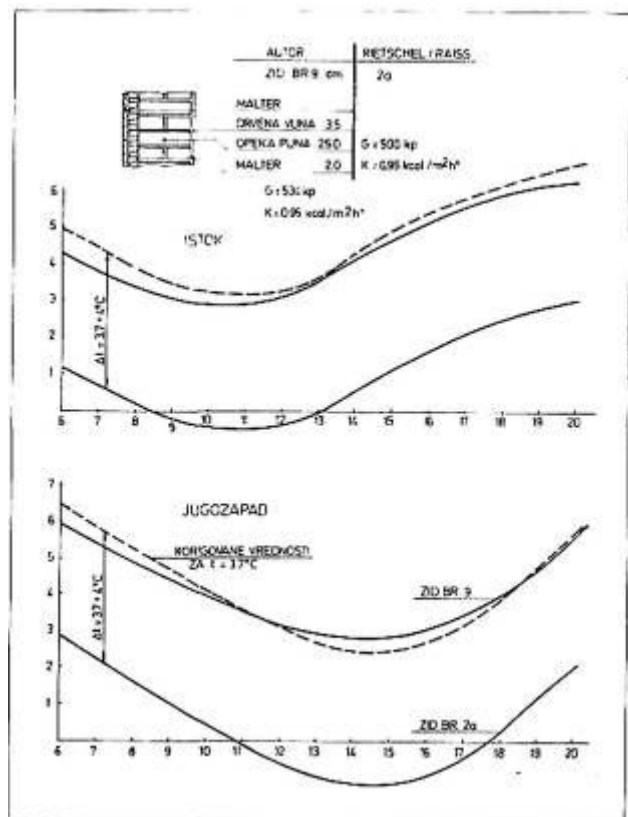
Ukupno toplotno opterećenje prostorije koje nastaje od spoljnih toplotnih dejstava, određuje se prema izrazu:

$$Q_i(\tau) = (Q_i)_{\text{stac}} + A_{Qi} \quad (28)$$

Toplotni protok pri stacionarnom režimu prostiranja toplote je:

$$(Q_i)_{\text{stac}} = k[(t_{ka})_m - t_R] \quad (\text{kcal/m}^2\text{h}) \quad (29)$$

Sl. 1.



Zamenom izraza (27) i (29) u (28) dobija se:

$$Q_i(\tau) = k [(t_{ka})_m - t_R] + \alpha_i \theta_{zi} = k [(t_{ka})_m + \frac{\alpha_i}{K} - t_R] \quad (30)$$

Izraz $[(t_{ka})_m + \frac{\alpha_i}{K} - t_R]$ predstavlja takvu kombinaciju temperature, koja obuhvata i stacionarno prostiranje toplote. Ova veličina predstavlja neku ekvivalentnu temperaturu (t_{cq}). Na ovaj način moguće je formalno računati toplotno opterećenje prostorije pri nestacionarnom režimu prostiranja toplote po izrazu (I) za stacionarni režim:

$$Q_i(\tau) = k \cdot (t_{cq} - t_R) = k \cdot \Delta t_{cq} \quad (\text{kcal/m}^2\text{h}) \quad (31)$$

Ekvivalentna temperaturska razlika je u stvari veličina data sledećim izrazom:

$$\Delta t_{cq} = (t_{ka})_m - t_R + \frac{\alpha_i}{K} \cdot A \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\theta_{an}}{v_{\tau n}} \cos \omega_n (\tau - Z_{an} - \varepsilon_m) + \frac{\alpha_i}{K} \cdot B \sum_{n=1}^{\infty} \frac{l_n}{v_{\tau n}} \cos \omega_n (\tau - Z_{ln} - \varepsilon_m) \quad (32)$$

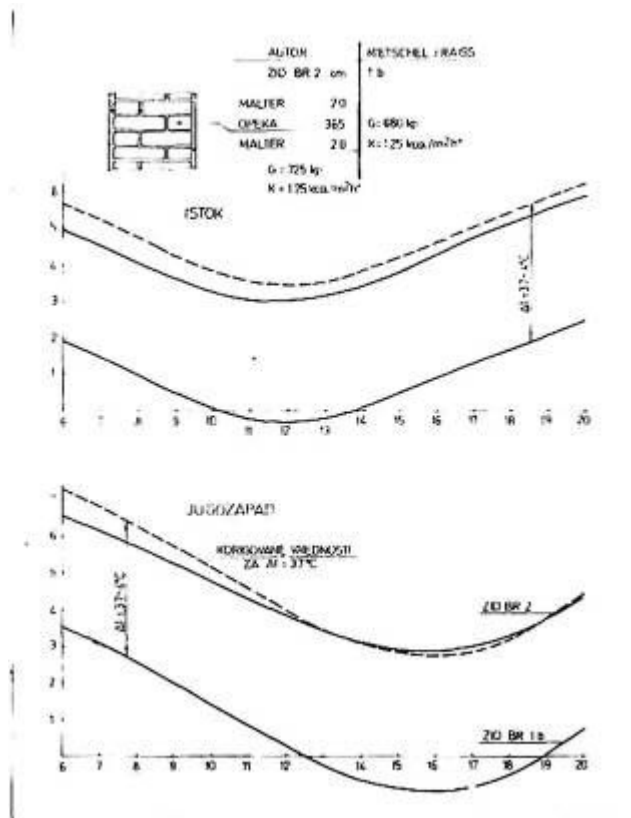
Kao što se vidi iz poslednjeg izraza, ETR je samo praktični način označavanja, koji ne sadrži nikakve nove elemente. Očigledno je da su sva zanemarivanja, odstupanja i uprošćavanja koja su učinjena pri određivanju kombinovane spoljne temperature sadržana i u izrazu za ETR. Prednost računanja toplotnog opterećenja po izrazu (31) ili (1) je u tome, što se za pojedine vrste zidova, kao i za različite geografsko-meteorološke uslove, jednom za uvek izračunaju ETR za svaki sat projektnog dana.

1.4. Izračunavanje ekvivalentnih temperaturskih razlika

Izračunavanje ETR po izrazu (32), moguće je vršiti »ručno« i sa računarnom. Međutim, izraze (9—11) za proračun prigušenja temperaturnih kolebanja u zidu je praktično nemoguće rešavati ručno — postoje drugi približni izrazi pogodni za takva izračunavanja (11).

Kompjuter koji bi izračunavao prigušenje po izrazima (9—11) morao bi da »zna« da radi hiperbolične funkcije kompleksnih brojeva. Broj slojeva u zidu, u principu veoma utiče na zametenost ovih proračuna. Uz primenu kompjutera on je, međutim, skoro neograničen.

U nastavku je dat katalog ETR-a za različite zidne i krovne konstrukcije, urađen prema navedenim izrazima, na računaru. U katalogu su navedene građevinske konstrukcije, koje su kod nas najviše u upotrebi. Podaci o ETR jedne grupe zidova i krovova mogu se uz korekciju unutrašnje temperature koristiti za proračun toplotnog opterećenja hlađenog prostora u hladnjačama.



Sl. 2.

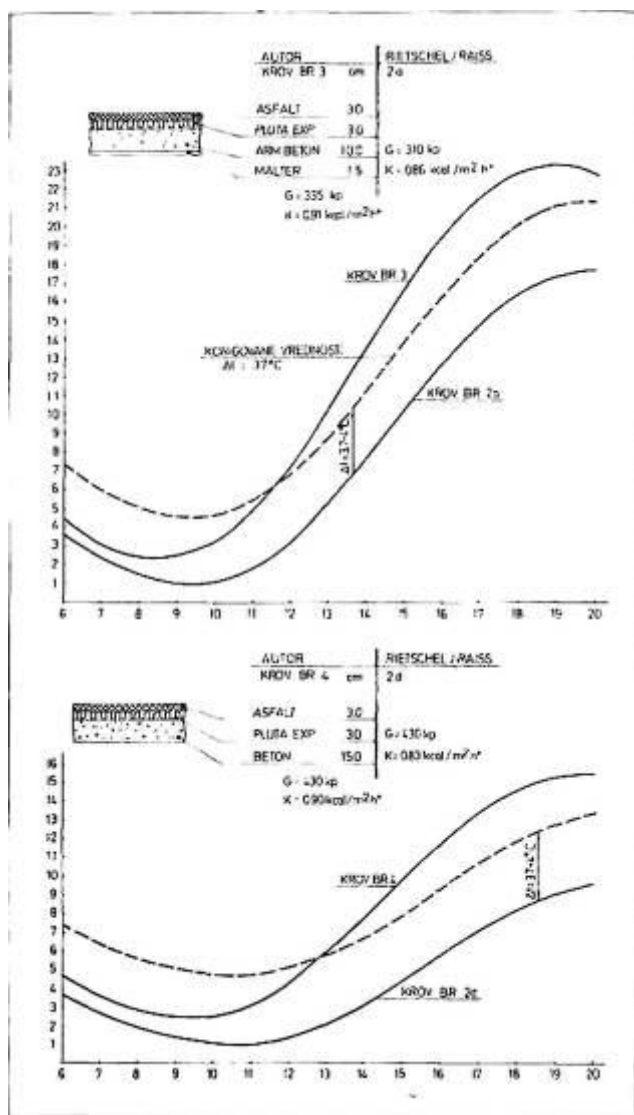
ETR su date tabelarno po stranama sveta u funkciji vremena, od 6 do 20 časova, za svaki sat, pri čemu su uzete u obzir karakteristike spoljne površine — boja i hrapavost. Za zidove, zavisno od obrade fasade, navedeni su podaci za tamne i svetle površine, kao i za metalnu oblogu. Pri tome nije bitno kakav je zadnji (n-ti) sloj u zidu, već samo onaj završni sloj, koji u stvari utiče na toplotni bilans spoljne površine zida. Isto važi i za krovove, kod kojih se tri grupe podataka odnose na crnu, tamnu i metalnu površinu jedne iste konstrukcije. Opis usvojenih karakterističnih površina i brojni podaci uticajnih faktora A, A₁, B dati su u tabeli 4.

Za zidove u senci, koriste se podaci koji se odnose na sever, a za krovove u senci, dati su posebno podaci za difuzno zračenje. Pored podataka o ETR, za svaku navedenu konstrukciju izračunate su vrednosti:

- koeficijenta prolaza toplote (k), za $\alpha_a = 20$ i $\alpha_i = 7,5$ i $6,5$ [kcal/m²h°]
- specifične težine 1 m² zida G (kp)
- prigušenja (v_{24}) i kašnjenja (E_{24}) prve harmonike ekvivalentne spoljne temperature (t_{eq}).

1.5. Korišćenje navedenih podataka za ETR i korekcije

Da bi se praktično odredila vrednost ETR npr. nekog zida, treba u tabelama (u katalogu) pronaći takav zid koji po svojoj konstrukciji najviše odgovara stvarnom. Tu se misli na broj, debljinu i redosled slojeva u zidu — slojevi su numerisani od unutrašnje ka spoljnoj površini. Ukoliko ne može da se pronađe ista ili slična konstrukcija, traži se zid iste težine (G) kao za-



SI. 3.

dati. Dok je težina zida (G) merilo njegove toplotne inercije, bez obzira na redosled i međusobni uticaj slojeva, podaci o prigušenju i kašnjenju prve harmonike spoljne ekvivalentne temperature daju tačan uvid u toplotnu inerciju zida. Zbog toga je nekad potrebno pratiti u isto vreme promenu prigušenja (v_{24}) sa promenom težine zida i pri istoj vrednosti (G), odabrati ETR zida sa manjim prigušenjem — zbog sigurnosti.

Dati podaci o ETR odnose se na temperaturu u prostoru od 26°C, pa se korekcija, s obzirom na neku drugu temperaturu prostorije, vrši linearno za $\Delta t_R = 26 - t_R$.

Iz izraza (24) se vidi da je umesno vršiti korekciju datih vrednosti ETR jedino sa promenom srednje temperature spoljnog vazduha (t_{am}) i to linearno.

Korekciju zbog promene srednje vrednosti zračenja (I_m) ne treba vršiti, jer je faktor (B) kojim se ono množi relativno mali i iznosi $0,026 \div 0,059$ (tabela 4).

Pošto su vrednosti prigušenja (v_s), kojima se dele amplitude temperature i zračenja, relativno velike za uobičajene konstrukcije ($G = 150$ kp), sledi da ne treba vršiti korekcije ETR zbog odstupanja stvarnih amplituda.

Prema tome, korigovane vrednost ETR ($\Delta t'_{eq}$) iznose:

$$\Delta t'_{eq} = \Delta t_{eq} + (26 - t_R) + (28,5 - t_{am})$$

Na ovaj način se upotrebljivost datih podataka ETR proširuje na druga mesta (ne samo za Beograd, za koji su računati) i za druge mesece (ne samo za juli, za koji su računati).

Navedenom korekcijom proverene su date vrednosti ETR sa podacima iz [3] za slične konstrukcije. Slaganje je bilo očigledno kako u pogledu karaktera toka vrednosti, tako i u pogledu njihovih apsolutnih veličina, što se vidi iz slika 1, 2. i 3.

LITERATURA

- [1] ŠKLOVER, A. M., *Teploperedatja pri periodičeskih toplivih vozdeistvijah*, Moskva—Lenjingrad, 1961.
- [2] NEHRING, G., *Ueber den Warmefluss durch Aus-senande und Dacher in klimatisierte Raume, in-folge der periodischen Tagesgange der bestim-menden meteorologischen Elemente*, Ges. Lng. 83. Jahrgang 1962, HeSt 7, 8, 9.
- [3] RIETSCHEL — RAISS, *Lehrbuch der Heiz- und Luftungstechnik*, 15. Aufl Berlin/Gott. (Heid), Springer 1970.
- [4] Mc ADAMS, W. H., *Prostiranje toplote*, Građevinska knjiga, Beograd, 1969.
- [5] FOKIN, K. F., *Stroitel'naja teplotnaja ograza-juščih častei zdanii*, Gosstroizdat, Moskva, 1953.
- [6] GREGORKA, D., *Priručnik za izračunavanje top-lotnih gubitaka u zgradama*, G. C. S., 1972.
- [7] DUKIĆ, D., *Klimatologija sa osnovima meteoro-logije*, Naučna knjiga, Beograd, 1967.
- [8] DOWN, P. G., *Heating and cooling load calcula-tions*, Pergamon press, Oxford, 1969.
- [9] TAKOV, G., *Proračun ekvivalentnih temperatur-nih razlika posebno za Beograd*, Zbornik radova sa IV seminara o KGH, SMEITS, Beograd, 1973.

NAPOMENA

Na sledećim stranama, a u okviru ovog rada, štampan je prvi deo kataloga ekvivalentnih temperaturnih razlika (ETR) za različite zidne i krovne konstrukcije.

Zbog svog obima, katalog će biti štampan u tri dela; drugi i treći deo objaviće se u sledeća dva broja Casopisa.

Tabela 1. Terestrijsko zračenje na geograf. širini $\varphi = 45^\circ$; 21. juli; $\log S_M = \log 1163$ — $T/P = 3,0655$ — T/P (kcal/m²h); $\sigma = 20^\circ$

Sunčano vreme (h)	5 19	6 18	7 17	8 16	9 15	10 14	11 13	12 12
Visina Sunca h [°]	4,0	14,0	24,5	35,0	45,3	54,8	62,0	65,0
Vazdušne mase	12,44	4,075	2,40	1,75	1,405	1,225	1,132	1,10
Koeficijent zamućenosti P	3,82	7,405	11,10	14,45	17,46	19,80	21,2	22,0
T/P za T = 4,2	1,10	0,567	0,379	0,292	0,240	0,212	0,198	0,191
$\log S_M$	1,9655	2,4985	2,6865	2,7735	2,8235	2,8535	2,8705	2,8745
S_M [kcal/m ² h]	92,4	315,1	486	593,6	666,1	713,7	737,2	749
$S_N = \frac{1}{1,016^2} S_M$	90	306	472	575	641	693	716	727

Difuzno zračenje $D = H + R$

Na vertikalni $D = 0,5 H_H + 0,1 (H_H + S_H)$	15	48	74	97	115	128	137	139
Na horizont $D = H_H$	24	67	91	106	116	119	122	122

Direktno sunčevo zračenje na horizontalne površine

$S_d = S_N \cdot \cos \eta$	6	74	196	330	457	566	633	660
-----------------------------	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ukupno sunčevo zračenje na horizontalne površine

$I_H = S_d + D$	30	141	287	436	573	685	755	782
-----------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabela 2. Ukupno sunčevo zračenje na vertikalne površine; 21. juli; $\sigma = 20$; $\varphi = 45^\circ$

Sunčano vreme (h) $I = S_d + D$ i $S_N \rightarrow$		5 90	6 306	7 472	8 575	9 641	10 693	11 716	12 727	13 716	14 693	15 641	16 575	17 472	18 306	19 90
SEVER	0°	53	122	117	97	115	128	137	139	137	128	115	97	117	122	53
	15°	72	194	216	168	115	128	137	139	137	128	115	97	74	48	30
	30°	88	256	317	286	202	128	137	139	137	128	115	97	74	48	15
SI	45°	99	304	401	392	313	195	137	139	137	128	115	97	74	48	15
	60°	104	334	461	476	411	294	145	139	137	128	115	97	74	48	15
	75°	103	345	496	535	489	383	231	139	137	128	115	97	74	48	15
ISTOK	90°	97	336	503	565	541	455	312	139	137	128	115	97	74	48	15
	105°	84	307	480	563	564	502	379	218	137	128	115	97	74	48	15
	120°	67	260	428	528	557	526	431	292	137	128	115	97	74	48	15
JI	135°	47	199	356	464	520	522	463	357	217	128	115	97	74	48	15
	150°	24	128	259	370	455	491	472	405	299	165	115	97	74	48	15
	165°	15	51	153	260	366	470	458	436	368	267	146	97	74	48	15
JUG	180°	15	48	74	149	261	360	424	447	424	360	261	149	74	48	15
	195°	15	48	74	97	146	267	368	436	458	470	366	268	153	51	15
	210°	15	48	74	97	115	165	299	405	472	491	455	370	259	128	24
JZ	225°	15	48	74	97	115	128	217	357	463	522	520	464	356	199	47
	240°	15	48	74	97	115	128	137	292	431	526	557	528	428	260	67
	255°	15	48	74	97	115	128	137	218	379	502	564	563	480	307	84
ZAPAD	270°	15	48	74	97	115	128	137	139	312	455	541	565	503	336	97
	285°	15	48	74	97	115	128	137	139	231	383	489	535	496	345	103
	300°	15	48	74	97	115	128	137	139	145	294	411	476	461	334	104
SZ	315°	15	48	74	97	115	128	137	139	137	195	313	392	401	304	99
	330°	15	48	74	97	115	128	137	139	137	128	202	286	317	256	88
	345°	30	48	74	97	115	128	137	139	137	128	115	168	216	194	72
SEVER	360°	53	122	117	97	115	128	137	139	137	128	115	97	117	122	53

Tabela 3. Globalno sunčevo zračenje: $\text{kcal/m}^2\text{h}$; $\varphi = 45^\circ$ $\delta = 20^\circ$ (vreme τ meri se od ponoći)

Na horizontalnu površinu		$I_H = 274,8 + 400,5 \cos(15\tau - 180^\circ) + 125,6 \cos(30\tau - 360^\circ) + 16,3 \cos(45\tau - 360^\circ)$
<i>Na vertikalnu površinu</i>		
Sever		$I = 69,0 + 76,1 \cos(15\tau - 180^\circ) + 9,5 \cos(30\tau - 180^\circ) + 8,5 \cos(45\tau - 360^\circ)$
Severoistok	(—)	$I = 108,1 + 142,5 \cos(15\tau - 140,75^\circ) + 71,0 \cos(30\tau - 228^\circ) + 66,0 \cos(45\tau - 334,6^\circ)$
Severozapad	(+)	$I = 108,1 + 142,5 \cos(15\tau + 140,75^\circ) + 71,0 \cos(30\tau + 228^\circ) + 66,0 \cos(45\tau + 334,6^\circ)$
Istok	(—)	$I = 148,5 + 218,2 \cos(15\tau - 139,6^\circ) + 121,8 \cos(30\tau - 250,3^\circ) + 83,6 \cos(45\tau - 365,9^\circ)$
Zapad	(+)	$I = 148,5 + 218,2 \cos(15\tau + 139,6^\circ) + 121,8 \cos(30\tau + 250,3^\circ) + 83,6 \cos(45\tau + 365,9^\circ)$
Jug		$I = 129,5 + 203,2 \cos(15\tau - 180^\circ) + 95,2 \cos(30\tau - 360^\circ) + 24,7 \cos(45\tau - 540^\circ)$
Jugoistok	(—)	$I = 151,0 + 228,3 \cos(15\tau - 151,2^\circ) + 112,5 \cos(30\tau - 283,6^\circ) + 54,0 \cos(45\tau - 408,1^\circ) +$
Jugozapad	(+)	$I = 151,0 + 228,3 \cos(15\tau + 151,2^\circ) + 112,5 \cos(30\tau + 283,6^\circ) + 54,0 \cos(45\tau + 408,1^\circ)$

Difuzno zračenje

Na horizont	$D_H = 58,8 + 72,4 \cos(15\tau - 180^\circ) + 1,1 \cos(30\tau - 360^\circ) + 14,7 \cos(45\tau - 360^\circ)$
-------------	---

Temperatura spoljnog vazduha

Za Beograd	$t_a = 28,5 + 44,1 \cos(15\tau - 228,1^\circ) + 0,79 \cos(30\tau - 26,9^\circ) + 0,29 \cos(45\tau - 724^\circ)$
------------	---

Tabela 4. Vrednosti konstanti A, A_I i B koje zavise od ε_z i a_s

Karakteristike spoljnih površina							
1. ZIDOVI				2. KROVOVI			
1.1. Opšta karakteristika površine — tamna				2.1. Opšta karakteristika površine — crna			
Crvena opeka, beton i kamen kao i tamne boje (crvena, smeđa, zelena)				Crne nemetalne površine kao asfalt, krovna hartija i sl.			
$\varepsilon_z = 0,9$	A _I	A	B	$\varepsilon_z = 0,9$	A _I	A	B
$a_s = 0,7$	0,052	0,943	0,046	$a_s = 0,9$	0,076	0,917	0,059
1.2. Opšta karakteristika površine — svetla				2.2. Opšta karakteristika površine — tamna			
Bela ili žućkasto bela opeka, gips, staklasta gred, svetle boje				Crveni crep, beton i kamen, zardali čelik kao i tamne farbe (crvena, smeđa, zelena)			
$\varepsilon_z = 0,9$	A _I	A	B	$\varepsilon_z = 0,9$	A _I	A	B
$a_s = 0,5$	0,052	0,943	0,033	$a_s = 0,7$	0,076	0,917	0,046
1.3. Opšta karakteristika površine — svetla metalna obloga (metal)				2.3. Opšta karakteristika površine — svetla metalna obloga (metal)			
Pocinčani lim, mat mesing, čelik svetlo očišćen, premazi aluminijumskom bronzom				Pocinčani lim, mat mesing, čelik svetlo očišćen, premazi aluminijumskom bronzom			
$\varepsilon_z = 0,25$	A _I	A	B	$\varepsilon_z = 0,25$	A _I	A	B
$a_s = 0,30$	0,0192	0,979	0,026	$a_s = 0,30$	0,0277	0,97	0,026

1. ZID OD PUNE OPEKE 25 cm OBOSTRANO OMALTERISANE ($K = 1,62 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ \text{ G} = 520 \text{ Kp}$)

Br.	NAZIV SLOJA	δ cm	ρ kg/m ³	λ kcal/m h°	C kcal/kg
1	MALTER	2,0	1700	0,75	0,20
2	OPEKA	25,0	1 800	0,65	0,21
3	MALTER	2,0	1 800	0,80	0,20

Tamna površina ($v_{24} = 14,0$; $\varepsilon_{24} = 8,9$ [h])

str. \ h sveta \	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	0,61	0,09	−0,35	−0,70	−0,90	−0,94	−0,81	−0,53	−0,12	0,38	0,95	1,55	2,16	2,72	3,19
SI	1,09	0,51	0,15	0,11	0,43	1,05	1,83	2,63	3,34	3,91	4,36	4,73	5,08	5,37	5,57
I	1,90	1,20	0,73	0,67	1,12	2,05	3,31	4,67	5,91	6,86	7,49	7,84	8,02	8,08	8,04
JI	2,37	1,63	1,03	0,70	0,79	1,37	2,40	3,73	5,18	6,51	7,58	8,32	8,75	8,92	8,81
J	2,47	1,73	1,03	0,44	0,01	−0,15	0,05	0,67	1,67	2,97	4,41	5,80	6,98	7,82	8,28
JZ	4,17	3,25	2,41	1,69	1,13	0,76	0,59	0,67	1,06	1,82	2,96	4,43	6,09	7,72	9,08
Z	4,40	3,43	2,53	1,76	1,19	0,84	0,68	0,69	0,88	1,30	2,04	3,16	4,62	6,29	7,91
SZ	2,82	2,05	1,31	0,66	0,19	−0,06	−0,09	0,06	0,34	0,74	1,28	2,00	2,94	4,04	5,18

Svetla površina

S	−0,04	−0,50	−0,92	−1,26	−1,48	−1,57	−1,50	−1,30	−0,96	−0,53	−0,04	0,50	1,04	1,55	1,99
SI	0,30	−0,21	−0,56	−0,68	−0,53	−0,14	0,40	0,98	1,52	2,00	2,41	2,78	3,14	3,46	3,70
I	0,89	0,29	−0,14	−0,27	−0,03	0,58	1,46	2,44	3,36	4,11	4,65	5,01	5,25	5,40	5,46
JI	1,22	0,60	0,07	−0,25	−0,27	0,09	0,80	1,77	2,84	3,86	4,72	5,36	5,77	6,00	6,06
J	1,29	0,67	0,08	−0,44	−0,83	−1,00	−0,88	−0,43	0,33	1,33	2,45	3,55	4,50	5,21	5,64
JZ	2,52	1,76	1,06	0,46	−0,02	−0,35	−0,49	−0,43	−0,11	0,50	1,41	2,57	3,86	5,14	6,21
Z	2,67	1,89	1,15	1,51	0,02	−0,29	−0,43	−0,42	−0,24	0,13	0,75	1,65	2,81	4,11	5,37
SZ	1,54	0,90	0,27	−0,28	−0,70	−0,93	−0,98	−0,87	−0,63	−0,28	0,20	0,82	1,60	2,50	3,41
str. / sv. / h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

2. ZID OD PUNE OPEKE (25 + 12) cm — OBOSTRANO OMALTERISANE ($K = 1,25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ \text{ G} = 725,0 \text{ Kp}$)

Br.	NAZIV SLOJA	δ cm	ρ kg/m	λ kccal/m h°	C kcal/kg°
1	MALTER	2,0	1700	0,75	0,20
2	OPEKA	36,5	1 800	0,65	0,21
3	MALTER	2,0	1800	0,80	0,20

Tamna površina ($v_{24} = 40,0$ $\varepsilon_{24} = 12,90$ [h])

str. \ h sveta \	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	2,03	1,80	1,55	1,29	1,02	0,78	0,57	0,42	0,34	0,32	0,38	0,50	0,69	0,92	1,18
SI	3,40	3,07	2,73	2,40	2,12	1,93	1,87	1,92	2,08	2,31	2,58	2,85	3,12	3,38	3,64
I	4,94	4,53	4,10	3,68	3,32	3,08	3,02	3,14	3,44	3,85	4,32	4,79	5,21	5,57	5,87
JI	5,40	4,98	4,54	4,10	3,68	3,35	3,16	3,14	3,31	3,65	4,12	4,65	5,18	5,67	6,08
J	4,97	4,60	4,19	3,77	3,34	2,93	2,57	2,29	2,15	2,18	2,37	2,73	3,22	3,78	4,36
JZ	6,57	6,18	5,74	5,26	4,78	4,31	3,87	3,49	3,18	2,98	2,92	3,02	3,31	3,77	4,37
Z	6,48	6,12	5,70	5,23	4,75	4,28	3,85	3,47	3,16	2,94	2,81	2,79	2,93	3,25	3,73
SZ	4,41	4,13	3,80	3,44	3,05	2,67	2,33	2,04	1,83	1,69	1,63	1,66	1,77	1,99	2,32

Svetla površina

S	1,09	0,91	0,70	0,47	0,24	0,02	−0,18	−0,33	−0,42	−0,45	−0,42	−0,33	−0,18	0,02	0,25
SI	2,08	1,82	1,55	1,27	1,02	0,84	0,75	0,75	0,83	0,98	1,16	1,36	1,57	1,79	2,01
I	3,18	2,87	2,53	2,19	1,88	1,67	1,58	1,62	1,80	2,08	2,41	2,75	3,07	3,36	3,61
JI	3,51	3,19	2,84	2,49	2,15	1,86	1,68	1,62	1,71	1,94	2,26	2,65	3,05	3,43	3,76
J	3,20	2,91	2,59	2,25	1,90	1,56	1,25	1,02	0,88	0,88	1,01	1,27	1,64	2,07	2,53
JZ	4,35	4,05	3,70	3,32	2,93	2,55	2,19	1,87	1,62	1,46	1,40	1,48	1,70	2,06	2,54
Z	4,29	4,01	3,67	3,30	2,91	2,53	2,17	1,86	1,61	1,42	1,32	1,32	1,44	1,69	2,08
SZ	2,80	2,58	2,31	2,01	1,69	1,37	1,08	0,83	0,65	0,53	0,48	0,50	0,60	0,79	1,06
str. / sv. / h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Br.	NAZIV SLOJA	δ cm	ρ kg/m ³	λ kcal/m h °	C kcal/kg·
1	MALTER	2,0	1 700	0,75	0,20
2	OPEKA	25,0	1 400	0,55	0,21
3	MALTER	2,0	1 800	0,80	0,20

str. \ h															
sveta \	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	0,10	—0,46	—0,93	—1,24	—1,38	—1,32	—1,06	—0,63	—0,06	0,59	1,29	2,01	2,70	3,31	3,80
SI	0,36	—0,23	—0,52	—0,38	0,19	1,08	2,11	3,08	3,88	4,47	4,92	5,29	5,63	5,90	6,05
I	0,98	0,26	—0,12	0,04	0,83	2,17	3,82	5,49	6,88	7,86	8,41	8,65	8,70	8,64	8,47
JI	1,44	0,66	0,08	—0,11	0,24	1,17	2,61	4,35	6,09	7,60	8,72	9,39	9,69	9,68	9,46
J	1,64	0,84	0,11	—0,48	—0,83	—0,83	—0,38	0,56	1,95	3,62	5,37	6,96	8,21	9,00	9,30
JZ	3,29	2,27	1,38	0,66	0,16	—0,12	—0,14	0,13	0,78	1,87	3,40	5,28	7,29	9,15	10,5
Z	3,57	2,48	1,51	0,73	0,22	—0,02	—0,04	0,13	0,49	1,14	2,18	3,67	5,53	7,53	9,37
SZ	2,18	1,31	0,49	—0,17	—0,59	—0,73	—0,61	—0,30	0,14	0,70	1,42	2,36	3,54	4,88	6,20

S	-0,47	−0,98	−1,42	−1,75	−1,93	−1,93	−1,76	−1,42	−0,95	−0,39	0,24	0,88	1,50	2,07	2,52
SI	- ,28	−0,81	−1,13	−1,13	−0,80	−0,21	0,51	1,24	1,88	2,40	2,84	3,24	3,61	3,93	4,14
I	0,17	−0,46	−0,84	−0,83	−0,34	0,57	1,74	2,97	4,04	4,83	5,35	5,64	5,81	5,89	5,87
Jl	0,50	−0,17	−0,69	−0,93	−0,77	−0,15	0,88	2,15	3,47	4,65	5,57	6,18	6,52	6,64	6,58
J	0,64	−0,04	−1,67	−1,20	−1,53	−1,58	−1,27	−0,56	0,49	1,79	3,16	4,44	5,46	6,15	6,47
JZ	1,82	0,98	0,23	−0,38	−0,82	−1,07	−1,10	−0,87	−0,34	0,54	1,75	3,23	4,80	6,25	7,38
Z	2,02	1,13	0,33	−0,33	−0,77	−1,00	−1,03	−0,88	−0,55	0,01	0,88	2,07	3,54	5,10	6,52
SZ	1,02	0,29	−0,40	−0,97	−1,36	−1,51	−1,43	−1,18	−0,80	−0,30	0,33	1,14	2,11	3,19	4,24
str. / sv. / h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Br.	NAZIV	S	ρ	λ	C
	SLOJA	cm	kg/m ³	kcal/m h ^c	kcal/kg ^o
1	MALTER	2,0	1 700	0,75	0,20
2	DRVENA	3,5	400	0,08	0,50
3	OPEKA	25,0	1 400	0,55	0,21
4	MALTER	2,0	1 800	0,80	0,20

str. \ h															
sveta \	6	/	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	1,48	1,06	0,66	0,29	—0,02	—0,23	—0,33	—0,31	—0,17	0,08	0,41	0,80	1,23	1,69	2,13
SI	2,38	1,86	1,39	1,06	0,94	1,07	1,41	1,89	2,43	2,94	3,39	3,78	4,12	4,42	4,69
I	3,54	2,92	2,35	1,93	1,78	1,97	2,50	3,29	4,21	5,10	5,85	6,42	6,81	7,06	7,21
II	4,00	3,37	2,77	2,25	1,92	1,86	2,15	2,76	3,62	4,61	5,58	6,42	7,08	7,53	7,79
J	3,89	3,28	2,67	2,10	1,58	1,18	0,96	0,99	1,32	1,94	2,80	3,79	4,81	5,72	6,4*
JZ	5,66	4,92	4,20	3,51	2,90	2,38	1,99	1,76	1,70	1,88	2,33	3,07	4,06	5,23	6,42
Z	5,76	5,03	4,29	3,57	2,93	2,41	2,03	1,79	1,69	1,72	1,95	2,41	3,16	4,16	5,33
SZ	3,87	3,30	2,71	2,12	1,60	1,18	0,90	0,77	0,78	0,90	1,12	1,47	1,96	2,62	3,4)

S	0,68	0,32	-0,04	-0,38	-0,67	-0,88	-1,01	-1,02	-0,93	-0,74	-0,47	-0,13	0,25	0,66	1,05
SI	1,32	0,89	0,48	0,18	0,02	0,05	0,24	0,56	0,93	1,32	1,68	2,01	2,32	2,62	2,89
I	2,15	1,65	1,17	0,80	0,62	0,69	1,02	1,56	2,21	2,86	3,44	3,90	4,25	4,51	4,70
Jl	2,49	1,98	1,47	1,03	0,72	0,62	0,77	1,18	1,79	2,51	3,24	3,91	4,45	4,85	5,12
J	2,40	1,91	1,40	0,92	0,48	0,12	-0,08	-0,09	0,14	0,60	1,25	2,02	2,82	3,55	4,15
JZ	3,67	3,09	2,50	1,93	1,42	0,99	0,66	0,46	0,41	0,55	0,91	1,50	2,28	3,20	4,13
Z	3,75	3,16	2,56	1,98	1,45	1,01	0,69	0,48	0,40	0,44	0,64	1,03	1,63	2,43	3,35
SZ	239	1,92	1,43	0,94	0,49	0,12	-0,13	-0,25	-0,25	-0,15	0,05	0,35	0,78	1,33	1,97
str. / sv. / h	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20