

BAZA KLIMATSKIH PODATAKA ZA IZRAČUN ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE

Melita Perčec Tadić, Renata Sokol Jurković, Marjana Gajić-Čapka

Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, Zagreb, 01 45 65 638,

melita.percec.tadic@cirus.dhz.hr

***Sažetak:** Za potrebe Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja pripremljena je u 2013. godini baza klimatskih podataka za izračun energetske svojstava zgrade. Klimatske podatke za izračun energetske svojstava zgrade moguće je podijeliti u tri glavne grupe: projektne vrijednosti, podaci za proračun grijanja i hlađenja i podaci za proračun ovlaživanja i odvlaživanja. Projektne vrijednosti su zimska i ljetna vanjska projektna temperatura zraka i zimska i ljetna vanjska projektna relativna vlažnost zraka. Za ljetnu vanjsku projektnu temperaturu u bazi se definiraju i pripadajuće temperature vlažnog termometra i temperatura rosišta. Ova grupa podataka pripremljena je iz meteoroloških podataka s 49 postaja Državnog hidrometeorološkog zavoda prema mjerenjima iz razdoblja 1991-2010. Sljedeća grupa klimatskih podataka za izračun energetske svojstava zgrade su podaci za proračun grijanja i hlađenja za reprezentativnu godinu. Podaci reprezentativne godine su s postaja Zagreb-Maksimir i Spli-Marjan iz približno 10-godišnjih nizova mjerenja. Ova baza klimatskih podataka mogući je izvor podataka za Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama kao i za Pravilnik o energetskom certificiranju zgrada.*

Ključne riječi: klimatski podaci, energetska svojstva zgrada, reprezentativna godina, Sunčevo zračenje

1. UVOD

Meteorološki i klimatski podaci važni su u više faza rada energetske postrojenja za proizvodnju i distribuciju energije kao i za planiranje potrošnje energije u zgradama. Meteorološke prilike mogu izazvati i nepredvidive štete na energetskom sustavu i narušiti opskrbu potrošača energijom kao što se desilo krajem siječnja i početkom veljače 2014. na području Gorskog kotara u situaciji zaleđivanja prehladne kiše.

U ovom radu pažnja je posvećena podacima potrebnim za planiranje potrošnje energije u zgradama. Tri su glavne grupe klimatskih podataka (ENSI, 2012) potrebne za proračun energetske svojstava zgrade: projektne vrijednosti, podaci za proračun grijanja i hlađenja i podaci za proračun ovlaživanja i odvlaživanja (nisu uključeni).

Projektne vrijednosti su zimska i ljetna vanjska projektna temperatura zraka i zimska i ljetna vanjska projektna relativna vlažnost zraka koje se određuju iz meteoroloških podataka prema metodologiji iz normativne ISO dokumentacije ili kao 4% godišnje kumulativne učestalosti pojavljivanja iz dnevnih podataka temperature zraka odnosno relativne vlažnosti zraka. Za ljetnu vanjsku projektnu temperaturu u bazi se definiraju i pripadajuće temperature vlažnog termometra i temperatura rosišta.

Sljedeća grupa klimatskih podataka za izračun energetske svojstava zgrade su podaci za proračun grijanja i hlađenja. Oni uključuju satne podatke za proračun grijanja i hlađenja za reprezentativnu godinu. Reprezentativna godina određuje se iz satnih podataka prema proceduri opisanoj u EN ISO 15927-4 iz barem 10-godišnjih nizova mjerenja. Preporučuje se da reprezentativna godina sadrži satne podatke: temperature suhog termometra, direktnog i difuznog Sunčeva zračenja na horizontalnu plohu, relativne vlažnosti zraka, (ili apsolutne vlažnosti, tlaka vodene pare ili temperature rosišta) i brzine vjetra i smjera na 10 m iznad tla (ISO 15927-4 Točka 5.1 i ISO 13790, F2.2). Za procjenu satnih vrijednosti globalne dozračene sunčane energije na nagnute plohe i odabrane orijentacije preporučuje se korištenje algoritama navedenih u ISO 15927-1 Annex A ili drugih poznatih algoritama.

Pored navedene tri glavne grupe klimatskih podataka, za druge potrebe energetske proračuna i procjena mogu se dati podaci srednje mjesečne i godišnje temperature zraka, srednje mjesečne količine oborine i projektne brzine i smjera vjetra.

2. PODACI

U pripremi baze klimatskih podataka za potrebe energetske svojstava zgrade korišteni su podaci s 49 postaja Državnog hidrometeorološkog zavoda s raspoloživim dnevnim podacima, digitaliziranim satnim vrijednostima temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, tlaka zraka, brzine vjetra, globalnog i difuznog Sunčeva zračenja.

Prema raspoloživim podacima i zahtjevu iz ENSI (2012) usvojeno je 20-godišnje razdoblje 1991–2010. za proračun projektnih vrijednosti (s izuzetkom nekih postaja za koje je korišteno dulje razdoblje 1981–2010. zbog prekida u mjerenjima).

Vrijednosti temperature zraka T , relativne vlažnosti zraka U , tlaka zraka p i brzine vjetra v za svaki sat pojedinog dana očitavaju se na glavnim meteorološkim postajama DHMZ-a klasičnim ili automatskim instrumentima. U radu su korišteni podaci temperature zraka i relativne vlažnosti zraka izmjereni klasičnim instrumentima i brzina vjetra izmjerena automatskim anemometrom.

Tablica 1.1 Raspoloživost digitaliziranih satnih podataka s klasičnih (KI) i automatskih (A) instrumenata na glavnim meteorološkim postajama. T -temperatura zraka, U -relativna vlažnost, p -tlak zraka, v -vjetar.

	KI	od	KI	od	A	od	A	od
Zagreb-Maksimir	T, U, p	01.1988.	v	2.1999.	T, U	07.2006	p, v	01.03.99.
Split-Marjan	T, U, p	01.1995.	v	3.2007.	T, U	07.2006	p, v	20.08.03.

Globalno i difuzno zračenje raspoloživo je na dvije meteorološke postaje, Zagreb-Maksimir i Split-Marjan. Mjerenja globalnog Sunčeva zračenja na postajama Zagreb-Maksimir i Split-Marjan su počela 2004. godine, odnosno 2003. godine nakon višegodišnjih prekida, stoga raspoloživi niz za definiranje reprezentativne godine na obje postaje ima punih 9 godina podataka unatoč preporuci da se za proračun reprezentativne godine koristi minimalno 10 godina satnih podataka. Globalno i difuzno zračenje mjeri se svakih 10 minuta, a raspoloživi su njihovi satni srednjaci na horizontalnu plohu.

3. METODE ZA ODREĐIVANJE PROJEKTNIH VRIJEDNOSTI

3.1. Vanjska projektna temperatura, grijanje (Winter external design temperature)

Zimske projektne vrijednosti određuju se prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5 (ISO 15927-5 Točka 4.3 c, n-day mean design temperature, n=1-4) iz dnevnih podataka barem 20-godišnjeg niza (HRN EN ISO 15927-5 Točka 4.5). Metoda određivanja zimske vanjske projektne temperature za sezonu grijanja zahtijeva 20 godina dnevnih temperatura zraka uz određivanje odabranih 2-dnevnih srednjaka za 1-godišnji povratni period.

Daje se i srednjak i standardna devijacija, minimum i maksimum i dnevni raspon temperature suhog termometra po mjesecima i za godinu.

3.2. Vanjska projektna temperatura, hlađenje (Summer external design temperature)

Ljetna projektna temperatura određuje se kao 4%o godišnje kumulativne učestalosti pojavljivanja dnevnih podataka temperature suhog termometra sortiranih silazno.

Pripadajuća temperatura vlažnog termometra Za definiranu vanjsku ljetnu projektnu temperaturu (hlađenje) određuje se pripadajuća temperatura vlažnog termometra.

Pripadajuća temperatura rosišta Za definiranu vanjsku ljetnu projektnu temperaturu (hlađenje) određuje se pripadajuća temperatura rosišta t_r iz pripadajućeg srednjeg dnevnog tlaka vodene pare e (DHMZ, 2008).

$$t_r = b \ln (e/6.1) / [a - \ln (e/6.1)] \quad (3.1)$$

gdje su konstante $a=22.4$, $b=272.4$ za tlak zasićenja iznad leda i $a=17.1$, $b=234.2$ iznad vode. Obzirom da se radi o vanjskoj projektnoj temperaturi hlađenja koriste se samo konstante za tlak zasićenja iznad vode.

3.3. Vanjska projektna vlažnost zraka, zimska i ljetna

Vanjska projektna vlažnost zraka određuje se kao 4%o godišnje kumulativne učestalosti pojavljivanja dnevnih podataka relativne vlažnosti. Za određivanje ljetne projektne vrijednosti niz se sortira silazno, a za određivanje zimske projektne vrijednosti niz se sortira uzlazno.

4. METODA DEFINIRANJA REPREZENTATIVNE GODINE ZA PRORAČUN GRIJANJA I HLAĐENJA

Za proračun grijanja i hlađenja koriste se satni podaci meteoroloških parametara iz tzv. reprezentativne godine. Reprezentativna godina određuje se iz satnih podataka prema proceduri opisanoj u HRN EN ISO 15927-4 (Točka 5.3) iz barem 10-godišnjih nizova mjerenja iz kojih se odabiru podaci onih mjeseci koji su reprezentativni prema definiranoj statističkoj mjeri reprezentativnosti. Preporučuje se da reprezentativna godina sadrži satne podatke sljedećih meteoroloških parametara (HRN EN ISO 15927-4 Točka 5.1 i HRN EN ISO 13790, F2.2):

- temperature suhog termometra
- direktnog (izravnog) i difuznog Sunčeva zračenje na horizontalnu plohu

- relativne vlažnosti, apsolutne vlažnosti, tlaka vodene pare ili temperature rosišta
- brzine vjetra i smjera na 10 m iznad tla.

Kao referentne postaje odabrane su postaje Zagreb-Maksimir i Split-Marjan zbog visoke kvalitete podataka i satnih vrijednosti uglavnom bez prekida u mjerenjima. Ove postaje također mjere, za proračune neophodne, podatke globalnog i difuznog Sunčeva zračenje.

Za procjenu satnih vrijednosti globalnog i difuzne komponente Sunčeva zračenja na nagnute plohe i odabrane orijentacije izrađeni su algoritmi i programi (HRN EN ISO 15927-1 Annex A).

Način odabira reprezentativne godine za pojedini klimatski parametar (p):

- Iz satnih vrijednosti parametra p računaju se srednje dnevne vrijednosti.
- Za svaki kalendarski mjesec (m) računa se kumulativna distribucija srednjih dnevnih vrijednosti tako da se sve dnevne vrijednosti u kalendarskom mjesecu u cijelom promatranom razdoblju poredaju od najmanje prema najvećoj i zatim se primijeni jednadžba:

$$\Phi(p, m, i) = \frac{K(i)}{N+1} \quad (4.1)$$

gdje je $K(i)$ rang i -tog podatka srednjih dnevnih vrijednosti unutar kalendarskog mjeseca u cijelom promatranom razdoblju, p je promatrani klimatski parametar, m je mjesec, a N je ukupni broj dana u mjesecu za cijeli niz.

- Za svaki kalendarski mjesec te za svaku godinu posebno računa se kumulativna distribucija srednjih dnevnih vrijednosti tako da se unutar svakog mjeseca za svaku godinu posebno dnevne vrijednosti poredaju od najmanje prema najvećoj i zatim primijeni jednadžba:

$$F(p, y, m, i) = \frac{J(i)}{n+1} \quad (4.2)$$

gdje je $J(i)$ rang i -te vrijednosti srednjih dnevnih vrijednosti unutar kalendarskog mjeseca i svake godine posebno, y je godina, p je klimatski parametar, m je mjesec, a n je kalendarski broj dana u mjesecu .

- Za svaki kalendarski mjesec te za svaku godinu posebno računa se Finkelstein-Schaferova statistika:

$$F_S(p, y, m) = \sum_{i=1}^n |F(p, y, m, i) - \Phi(p, m, i)| \quad (4.3)$$

- Za svaki kalendarski mjesec kroz cijelo promatrano razdoblje poredaju se vrijednosti F_S od najmanje prema najvećoj vrijednosti.
- Za svaki kalendarski mjesec i svaku godinu posebno zbroje se rangovi za sva tri klimatska parametra (temperatura zraka, relativna vlažnost i globalno Sunčevo zračenje na horizontalnu plohu).
- Za svaki kalendarski mjesec, za tri mjeseca s najnižim ukupnim rangom izračuna se devijacija srednje mjesečne brzine vjetra od odgovarajuće višegodišnje srednje mjesečne brzine vjetra. Mjesec s najmanjom devijacijom se odabire kao karakterističan mjesec i ulazi u konstrukciju reprezentativne godine.

Da bi se izbjegli nagli skokovi na prijelazu između mjeseci iz različitih godina, posljednjih 8 sati jednog mjeseca i prvih 8 sati sljedećeg mjeseca se izgladuju.

Nedostajući podaci su nadopunjeni procijenjenim ili interpoliranim vrijednostima. Ukoliko je nedostajao cijeli dan podataka (svih 24 termina te svi mogući termini za globalno i difuzno Sunčevo zračenje) nedostajući podaci su nadopunjeni srednjim dnevnim hodom za taj dan u godini dok su pojedinačne nedostajuće vrijednosti nadopunjene linearnom interpolacijom pomoću susjednih termina, a samo je globalno/difuzno Sunčevo zračenje interpolirano vrijednostima 24 sata prije i poslije nedostajućeg podatka. Obzirom da u normi HRN EN ISO 15927-4 nije određeno koliko podataka smije nedostajati pri odabiru mjeseca za konstrukciju reprezentativne godine, nisu uzeti u obzir oni mjeseci u kojima nedostaje više od 5% podataka (Kragh et al., 2005).

Prikaz reprezentativne godine za svaku promatranu postaju sadrži 8760 satnih vrijednosti temperature zraka, relativne vlažnosti i brzine i smjera vjetera i po 4380 satnih vrijednosti globalnog i difuznog zračenja Sunčeva zračenja na horizontalnu plohu i niz odabranih nagnutih, različito orijentiranih ploha.

5. METODE PRORAČUNA GLOBALNOG I DIFUZNOG SUNČEVA ZRAČENJE NA NAGNUTE PLOHE RAZLIČITIH ORIJENTACIJA

Satne vrijednosti na horizontalnoj plohi izmjerene globalnog i difuznog Sunčeva zračenja za reprezentativnu godinu, osnova su za proračun satnih komponenti zračenja na nagnutim ploham i odabranim orijentacijama.

Satne vrijednosti globalnog zračenja (H_t , 5.1) na nagnutoj plohi suma su satnih vrijednosti izravne ($H_{b,t}$), raspršene ($H_{d,t}$) i odbijene ($H_{r,t}$) komponente (vidi npr. Scharmer and Greif, 2000 (pog. 3.3-3.6); Desnica et al., 1986):

$$H_t = H_{b,t} + H_{d,t} + H_{r,t} \quad (5.1)$$

Uz pretpostavku izotropnosti, komponente difuznog ($H_{d,t}$, 5.2) i reflektiranog ($H_{r,t}$, 5.3) zračenja na nagnutu plohu mogu se izračunati iz difuznog (H_d) i globalnog (H) zračenja na horizontalnu plohu (Desnica et al., 1986; Klein, 1977):

$$H_{d,t} = H_d (1 + \cos \beta) / 2 \quad (5.2)$$

$$H_{r,t} = H \rho (1 - \cos \beta) / 2 \quad (5.3)$$

gdje je β kut nagiba plohe u odnosu na horizontalnu plohu, a ρ je albedo površine.

Za procjenu albeda u proračunu su korišteni medijani za pojedini mjesec procijenjeni za svaku postaju iz EUMETSAT-ovih podataka albeda (CM SAF SAL polarni satelit, verzija 001, rezolucija $0.25 \times 0.25^\circ$, globalni, NetCDF) (Karlsson et al., 2012) raspoloživi za petodnevlja iz razdoblja 29.05.1999.– 29.05.2009.

Izravna komponenta zračenja na nagnutu plohu ($H_{b,t}$, 5.4) računa se primjenom Liu-Jordanove relacije prema kojoj su omjeri izravnog zračenja na nagnutu i horizontalnu plohu

(R_b) jednaki omjerima kosinusa kuteva upada između Sunčevih zraka i normala na nagnutu ($\cos\theta(\omega)$) i horizontalnu plohu ($\cos\theta_z(\omega)$):

$$H_{b,t} = (H - H_d)R_b \quad (5.4)$$

gdje je ($H-H_d$) izravna komponenta zračenja na horizontalnu plohu, a R_b omjer kosinusa kuteva upada (Jed. 4.5).

$$R_b = \cos\theta(\omega) / \cos\theta_z(\omega) \quad (5.5)$$

Proračun se radi u sredini svakog sata ($s.time \in [0.5, 1.5, 2.5, \dots, 23.5]$) određeno satnim kutem ω prema 5.6 (vidi npr. Scharmer and Greif, 2000):

$$\omega[rad] = (s.time - 12)15(\pi/180) \quad (5.6)$$

Za proračun kosinusa kuta upada Sunčevih zraka na horizontalnu plohu vrijedi (5.7 i 5.8) (Scharmer and Greif, 2000; Desnica et al., 1986):

$$\cos\theta_z(\omega) = B_1 + B_2 \cos\omega \quad (5.7)$$

$$B_1 = \sin\phi \sin\delta \quad (5.8)$$

$$B_2 = \cos\phi \cos\delta$$

gdje je ϕ geografska širina mjesta, a δ deklinacija Sunca.

Za proračun kosinusa kuta upada Sunčevih zraka na nagnutu plohu orijentacije γ (negativna od juga prema istoku, pozitivna od juga prema zapadu) vrijedi (5.9 i 5.10):

$$\cos\theta(\omega) = A_1 + A_2 \cos\omega + A_3 \sin\omega \quad (5.9)$$

$$A_1 = \sin\phi \sin\delta \cos\beta - \cos\phi \sin\delta \sin\beta \cos\gamma \quad (5.10)$$

$$A_2 = \cos\phi \cos\delta \cos\beta + \sin\phi \cos\delta \sin\beta \cos\gamma$$

$$A_3 = \cos\delta \sin\beta \sin\gamma$$

Deklinacija Sunca (δ) računa se prema 5.11 (Klein, 1977):

$$\delta[rad] = 23.45 \sin\left(\frac{\pi}{180} 360 \left(\frac{284+n}{365}\right)\right) \frac{\pi}{180}. \quad (5.11)$$

uz n , redni broj dana u godini.

Proračuni se odnose na svijetli dio dana koji je definiran azimutom izlaska ($-\omega_s$) i zalaska (ω_s) Sunca na horizontalnu plohu ovisno o deklinaciji Sunca δ i geografskoj širini mjesta ϕ :

$$\omega_s = \arccos(-\tan\phi \tan\delta) \quad (5.12)$$

Prilikom proračuna defirani su dodatni uvjeti na R_b koji je 0 u slučajevima da je $\cos\theta_z(\omega) < 0$ ili $\cos\theta(\omega) < 0$ ili $\theta_z(\omega) > 86^\circ$ ili $\theta(\omega) > 86^\circ$ čime su uklonjeni slučajevi Sunca ispod ravnine plohe ili niže od 4° iznad ravnine plohe (posljednja dva uvjeta su prema Scharmer and Greif (2000), str. 109).

Proračun je proveden za postaje Zagreb-Maksimir ($\varphi = 45.82124^\circ$) i Split-Marjan ($\varphi = 43.50899^\circ$).

6. REZULTATI I ZAKLUČAK

U Tablici 1 dan je primjer projektnih vrijednosti za Rijeku prema opisanoj metodologiji usklađenoj s normativnim dokumentima. U Tablici 2 su za usporedbu dane projektne vrijednosti i prema metodologiji iz Tehničkog propisa za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu u zgradama gdje su vanjske vrijednosti za projektiranje grijanja određene iz minimalne srednje dnevne temperature zraka, a vrijednosti za projektiranje hlađenja iz maksimalne srednje dnevne temperature zraka. Ove vrijednosti su generalno niže za grijanje odnosno više za hlađenje u usporedbi s vrijednostima iz Tablice 1.

Tablica 1. Primjer projektnih vrijednosti za Rijeku (h: 120 m, φ : $45^\circ 20' 13''$, λ : $14^\circ 26' 34''$) prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5. Razdoblje: 1991–2010.

N	θ_{2d}^* [°C]	θ_{2d}^{**} [°C]	$\theta_{0.4\%}^*$ [°C]	θ_w^* [°C]	θ_d^* [°C]	$\varphi_{p0.4}^*$ [%]	$\varphi_{p99.6}^*$ [%]
20	-2.3	-3.2	29.7	20.0	15.2	97	26

θ_{2d}^* vanjska projektna temperatura zraka (grijanje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 1-godišnji povratni period

θ_{2d}^{**} vanjska projektna temperatura zraka (grijanje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 2-godišnji povratni period

$\theta_{0.4\%}^*$ vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz srednje dnevne temperature zraka

θ_w^* pripadajuća temperatura vlažnog termometra, hlađenje

θ_d^* pripadajuća temperatura rosišta, hlađenje

$\varphi_{p0.4}^*$ vanjska projektna relativna vlažnost, ljeto, premašena u 0.4% slučajeva

$\varphi_{p99.6}^*$ vanjska projektna relativna vlažnost, zima, premašena u 99.6% slučajeva

Tablica 2. Primjer vrijednosti za projektiranje za Rijeku prema Tehničkom propisu za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu u zgradama. Razdoblje: 1991–2010.

N	$\theta_{\min,ym}$ [°C]	$\theta_{\max,ym}$ [°C]	θ_w^* [°C]	θ_d^* [°C]	$\theta_{SW,ym}$ [°C]
20	-7.7	31.8	23.5	20.1	12.4

$\theta_{\min,ym}$ [°C] temperatura za projektiranje grijanja (minimalna srednja dnevna T)

$\theta_{\max,ym}$ [°C] temperatura za projektiranje hlađenja (maksimalna srednja dnevna T)

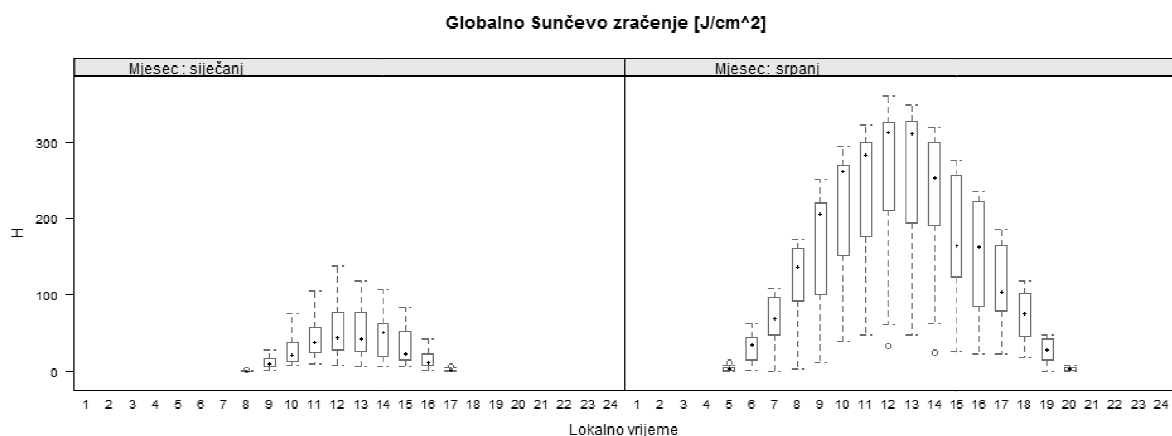
$\theta_{SW,ym}$ pripadajuća dnevna amplituda zraka za projektiranje hlađenja

U Tablici 3 dan je primjer klimatskih podataka po mjesecima i godišnjih, a u studiji su ovakve tablice, kao i projektne vrijednosti, pripremljene za 49 lokacija u Republici Hrvatskoj. Tablica 3 sadrži podatke srednje dnevne temperature zraka (θ_{mm}), standardnu devijaciju srednje dnevne temperature zraka (θ_{msd}), minimalnu dnevnu temperaturu zraka (θ_{minmm}), maksimalnu dnevnu temperaturu zraka (θ_{maxmm}), srednju dnevnu amplitudu temperature zraka (θ_{SWmm}), srednju dnevnu količinu oborine (R_{mm}) i srednju dnevnu relativnu vlažnost (φ_{mm}).

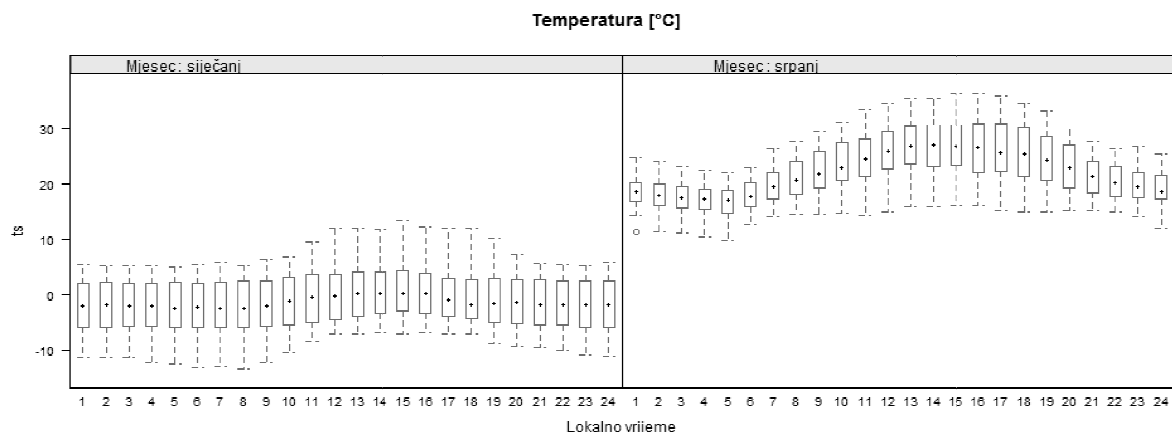
Tablica 3. Dnevne vrijednosti klimatskih parametara po mjesecima. Rijeka. 1991–2010.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
θ_{mm} [°C]	5.9	6.3	9.2	12.9	17.9	21.6	24.3	24.1	18.9	14.7	10.4	6.8	14.5
θ_{msd} [°C]	3.3	3.4	3.2	3.2	3.2	3.5	2.9	3.1	2.9	3.3	3.6	3.6	7.3
θ_{minmm} [°C]	-4.9	-6.8	-3.8	2.6	9.0	13.1	15.8	13.2	11.0	3.8	-1.2	-7.7	-7.7
θ_{maxmm} [°C]	13.4	15.0	17.2	21.7	27.0	30.4	31.8	31.0	26.3	21.7	19.4	14.4	31.8
θ_{SWmm} [°C]	6.2	7.0	7.4	8.1	8.9	9.2	9.9	9.9	8.6	7.4	6.1	6.2	7.9
R_{mm} [mm]	4.1	3.9	3.3	3.8	3.3	3.2	1.9	3.1	5.6	6.3	6.9	6.0	4.3
φ_{mm} [%]	66	61	61	62	62	59	54	55	63	70	71	66	63

Slika 1 prikazuje dnevni hod globalnog Sunčeva zračenja na horizontalnoj plohi za siječanj i srpanj (često najmanje sunčan odnosno najsunčaniji mjesec u godini) reprezentativne godine. Osim podataka globalnog i difuznog zračenja na horizontalnu plohu, za reprezentativnu godinu proračunato je i zračenje na nagnute plohe različitih orijentacija. Satni podaci raspoloživi su za temperaturu zraka (Slika 2), relativnu vlažnost te brzinu i smjer vjetera za reprezentativnu godinu za Zagreb-Maksimir i Split-Marjan.



Slika 1. Dijagram pravokutnika satnog globalnog Sunčeva zračenja na horizontalnu plohu za siječanj i srpanj reprezentativne godine. Zagreb-Maksimir.



Slika 2. Dijagram pravokutnika satne temperature zraka za siječanj i srpanj reprezentativne godine. Zagreb-Maksimir.

Pripremljena baza klimatskih podataka mogući je izvor podataka za Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama kao i za Pravilnik o energetsom certificiranju zgrada. Zajedno s kartama iz Klimatskog atlasa Hrvatske (Zaninović i sur. 2008) daje potpuni uvid u klimatske karakteristike kontinentalne i primorske klimatske zone na mjesečnom kao i na dnevnom nivou.

7. ZAHVALA

Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom 2831 (CARE).

8. LITERATURA

- [1] Desnica, U.V., Petrovic, B.G. and Desnica, D., *Calculation on monthly average daily insolation on tilted, variously oriented surfaces using analytical weighted $\overline{R_b}$ factors*, Solar Energy Vol. 37 (1986), No. 2. 81–90.
- [2] DHMZ, Pandžić (ur.), *Naputak za opažanja i mjerenja na glavnim meteorološkim postajama*, Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), 2008.
- [3] HRN EN ISO 15927-1:2004 *Značajke zgrada s obzirom na toplinu i vlagu – Proračun i prikaz klimatskih podataka - 1. dio: Prosječne mjesečne vrijednosti pojedinih meteoroloških elemenat*, 2004, HZN
- [4] HRN EN ISO 15927-4:2008 *Značajke zgrada s obzirom na toplinu i vlagu – Proračun i prikaz klimatskih podataka - 4. dio: Vrijednosti po satu, za procjenu godišnje potrošnje energije za grijanje i hlađenje*, 2008., HZN
- [5] HRN EN ISO 15927-5:2008 *Značajke zgrada s obzirom na toplinu i vlagu – Proračun i prikaz klimatskih podataka - 5. dio: Podaci za proračun toplinskog opterećenja za grijanje prostor*, 2008., HZN
- [6] HRN EN ISO 13790:2008 *Energijska svojstva zgrada -- Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora*, 2008., HZN
- [7] Karlsson, KG., Riihelä, A., Müller, R., Meirink, J. F., Sedlar, J., Stengel, M., Lockhoff, M., Trentmann, J., Kaspar, F., Hollmann, R., Wolters, E.: *CLARA-A1: CM SAF cLOUDs, Albedo and Radiation dataset from AVHRR data - Edition 1 - Monthly Means / Daily*

Means / Pentad Means / Monthly Histogram, Satellite Application Facility on Climate Monitoring, 2012.

- [8] Klein, S.A., *Calculation of monthly average insolation on tilted surfaces*, Solar Energy, Vol. 19. (1977), 325–329.
- [9] Kragh, J., Pedersen, F. and Svendsen, S., *Weather Test Reference Year of Greenland*, Proceedings of the 7th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries. 1. edn, vol. Bind 2, IBRI, Reykjavik, 2005.
- [10] ENSI, *Study on Energy Efficiency in Buildings in the Contracting Parties of the Energy Community, Final Report, Part 5, Database of climate data*, Energy Saving International, 2012.
- [11] Scharmer, K. and Greif, J. *The European Solar Radiation Atlas (ESRA), VOL 2: Database and exploitation software*, Les Presses de l'Ecole des Mines de Paris, 2002.
- [12] Zaninović K (ur.), Gajić-Čapka M, Perčec Tadić M, Vučetić M, Milković J, Bajić A, Cindrić K, Cvitan L, Katušin Z, Kaučić D, Likso T, Lončar E, Lončar Ž, Mihajlović D, Pandžić K, Patarčić M, Srnec L, Vučetić V, *Klimatski atlas Hrvatske / Climate atlas of Croatia 1961-1990, 1971-2000*. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2008.