

## 5.4. PRORAČUN TOPLINSKE ENERGIJE ZA GRIJANJE I PRIPREMU TOPLE VODE U ZGRADARSTVU (dio 1-4)

Autor:  
mr. sc. Siniša Maričić, dipl. ing. građ.

Ožujak 2023.

Modul 1

1

### 5.4. Proračun toplinske energije za grijanje i pripremu tople vode u zgradarstvu

5.4.1. Osnovi meteorologije (zone, proračunski parametri)

5.4.2. Mikroklima i higijena prostora

5.4.3. Proračun gubitaka topline (zima)

5.4.4. Nacionalni dodatak vanjskih proračunskih temperatura

Modul 1

2

**Meteorologija** je znanost koja se bavi proučavanjem *vremena*.

**Vrijeme** je trenutno stanje *atmosfere* nad određenim mjestom. Stanje atmosfere je skup njenih fizikalnih osobina.

**Klima** je prosječno stanje vremena u duljem razdoblju (promatranja i mjerenja kroz 25-35 godina);

**Atmosfera** je plinoviti omotač kojim su obavijena nebeska tijela; u užem smislu, plinoviti ovoj oko naše Zemlje.

Vrijeme predstavljaju složeni atmosferski procesi, a za njihovo odvijanje potrebna je velika količina energije koju osigurava Sunce.

Različiti tipovi refleksije (odbijanja), apsorpcije (upijanja) i difuzije (raspršivanja) su glavni procesi koji utječu na raspodjelu energije zračenja u atmosferi.

Kada ne bi bilo atmosfere, temperatura na tlu bi bila  $-30^{\circ}\text{C}$  !

Osnovi meteorologije

Modul 1

3

Osnovni **zadatak** moderne **meteorologije** je izučavanje zakona prirode i osiguranje (servis) praktičnih potreba živog svijeta (čovjeka) na Zemlji;

Prikupljanje potrebnih meteoroloških podataka provodi se pomoću organizirane mreže hidrometeoroloških postaja raspoređenih po cijeloj zemaljskoj kugli.

U našoj zemlji postoji više od 40 glavnih sinoptičkih postaja koja mjerenja vrše svaka tri sata (neke od njih i svaki sat), te više od 100 klimatoloških postaja s tri mjerenja dnevno.

**Osnovne meteorološke pojave** su:  
magla, oblaci, kiša, snijeg, tuča, solika, inje, poledica;

**Osnovni meteorološki elementi** su:  
Sunčevo zračenje, Zemljina radijacija, trajanje sunčanog sjaja, horizontalna vidljivost, temperatura zraka, tlak zraka, isparavanje, vlažnost zraka, oblačnost, visina oborina, visina snježnog pokrivača, gustoća snijega, pravac i brzina vjetrova;

**Meteorološki elementi** su one veličine koje se mogu pokazati jednim mjernim brojem (skalari);

Modul 1

4



Meteorološki parametri mjere se u:  
Glavnim meteorološkim postajama,  
Klimatološkim (običnim)  
meteorološkim postajama;

Modul 1

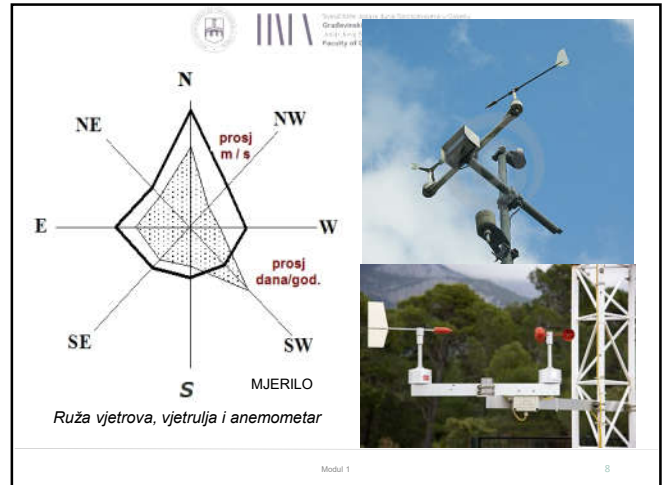
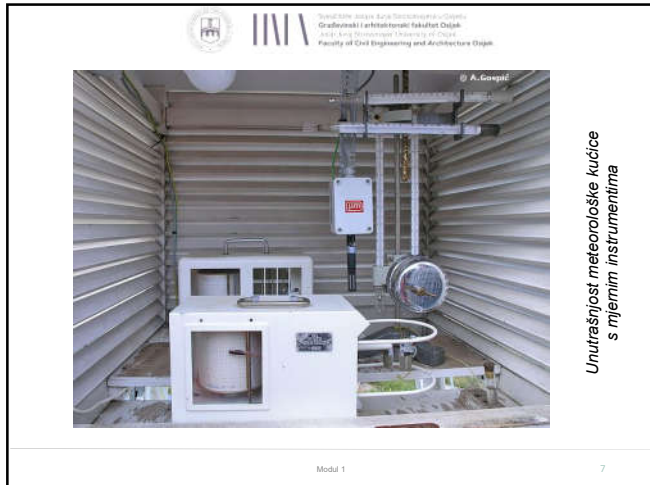
5

- meteorološki elementi promatraju se u određene sate tijekom dana i izražavaju numeričkim vrijednostima;
- meteorološke pojave mjere se većinom posebnim instrumentima ili se ocjenjuju vizualno;
- za potrebe glavne sinoptičke službe glavna se meteorološka promatranja obavljaju prema srednjeeuropskom vremenu u 1, 7, 13 i 19 sati;
- za potrebe klimatologije promatranja se obavljaju tri puta dnevno u 7, 14 i 21 sat prema lokalnom vremenu;



Modul 1

6



**Mjerenje trajanja i intenziteta Sunčeve radijacije**

Određuju se 3 elementa:

1. Insolacija,
2. Radijacija,
3. Dnevna rasvjeta;

**Heliometar (heliograf) –** mjeri insolaciju (trajanje sijanja)

Modul 1 9

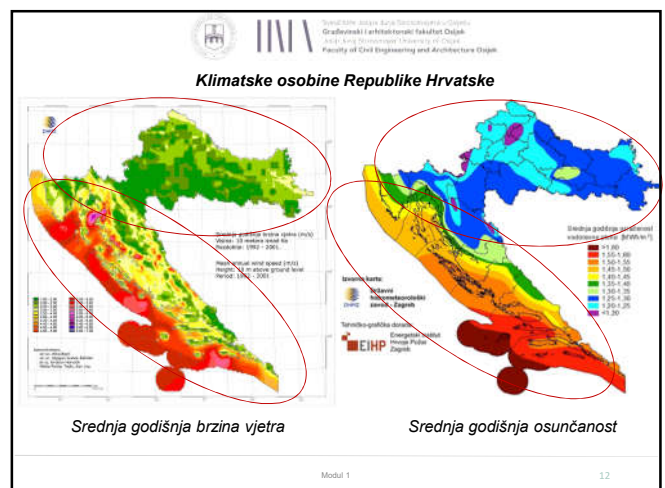
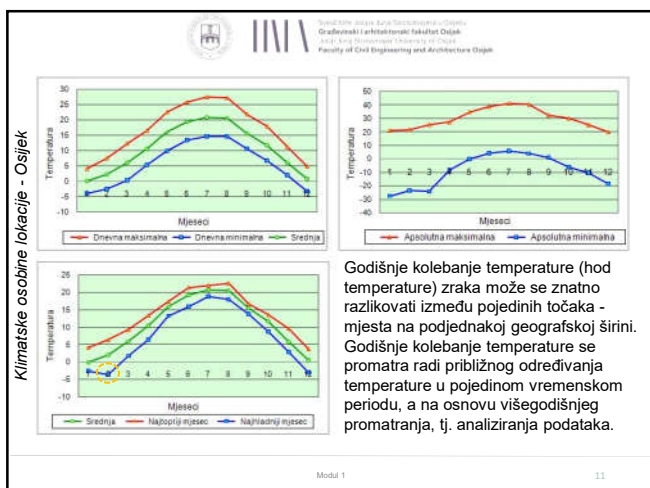
**Mjerenje trajanja i intenziteta Sunčeve radijacije**

**Heliometar** - mjeri trajanje insolacije, a njenu dozračenu energiju - **piranometar**

Osim procjene dozračene energije na horizontalnu plohu, raspoložemo i procjenama dozračene energije na nagnute plohe različitih orijentacija za 120 postaja.

Mjerenje globalnog zračenja (radijacije) vrši se **piranometrom** (Split-Marjan)

Modul 1 10





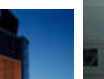

Građevinarstvo i arhitektura  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture  
 Sveučilište u Zagrebu  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture (FKA)  
 University of Zagreb

## Klima lokacije zgrade - mikroklima unutarnjeg prostora

Meteorološki parametri često nisu u skladu s željenim stanjem lagodnosti.

Čovjek nastoji prikladnim mjerama postići stanje lagodnosti (odjeća, obuća, pokrivalo za glavu, grijanje ili hlađenje prostora, razvlaživanje, zasjenjenje, osvijetljavanje ... )





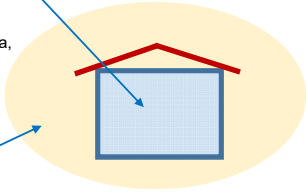




Potrebno je uložiti energiju radi osiguranja željenog stanja lagodnosti unutar prostora.

Osnovni meteorološki parametri koji utječu na potrošnju energije pri osiguravanju željenog stanja lagodnosti u prostoru:

- temperatura okolišnjeg zraka,
- brzina i smjer vjetra,
- intenzitet i trajanje Sunčeva zračenja,
- vlažnost okolišnjeg zraka;
- oborinske prilike;



The diagram shows a simple house with a red roof and a blue-outlined rectangular body. The house is set against a light yellow oval background. Two blue arrows point towards the house: one from the top-left towards the roof, and another from the bottom-left towards the front wall. This diagram illustrates the environmental factors (climate) that affect the energy consumption of a building.

Meteorološki podaci mjerodavni za proračun potrošnje energije dobivaju se mjerenjima okolišnjeg stanja.

Izračunavaju se višegodišnji prosjeci, na dnevnoj, mjesečnoj ili godišnjoj razini.

**Dinamički elementi**

*Međusobne i povratne veze*

**METEOROLOŠKI PARAMETRI**

**MIKROKLIMA UGODNOSTI**

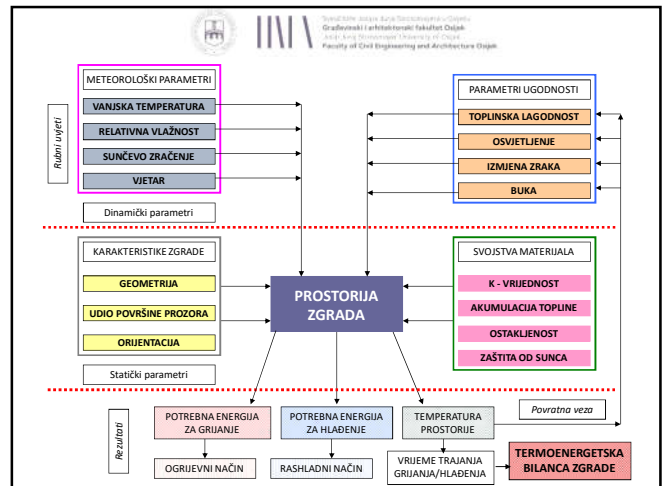
**KARAKTERISTIKE OBLIKA ZGRADE**

**TEROMOTEH. SUSTAV**

**SVOJSTVA MATERIJALA**

**ENERGETSKA BILANCA**

**Statički elementi**



Prva stranica energetskog certifikata:

Oslove meteorološke  
(zone, proračunski parametri)

Mikroklima i higijena prostora

1 Aktivnosti po provedbenim koracima  
energetskog pregleda zgrade (2)  
i energetskog certificiranja zgrade (1)

2

1

Prema stvarnim uvjetima korištenja zgrade te stvarnim klimatskim podacima

Energetsko certificiranje zgrade

Prema stvarnim uvjetima korištenja zgrade

Prema propisanim uvjetima i referentnim klimatskim podacima iz Pravilnika

Modul 1

18

Građevinski fakultet  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture (FGA)

- 1 - proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (za određivanje energetskog razreda - certificiranja),
- 2 - proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (potreban za izračun jednostavnog perioda povrata investicije JPP),

Proračun energetskih svojstava zgrade provodi se prema Algoritmu, te se na temelju specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q'_{H,ng}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)] i specifične godišnje primarne energije  $E_{prim}$  [kWh/(m<sup>2</sup>god.)] za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava određuju dva energetska razreda zgrade.

Potom se provodi prilagodba ulaznih podataka kako bi se dobili stvarni (klima+režim) eksploatacijski uvjeti prema referentnoj potrošnji te se provode ostali nužni proračuni za analizu potrošnje i proračun mjera poboljšanja energetskih svojstava zgrade.

**Energetski razredi zgrade** (Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju, NN: 88/17, 90/20, 1/21; 45/21)

Članak 17.

(1) Stambene i nestambene zgrade svrstavaju se u osam energetskih razreda prema energetske ljestvici od A+ do G, s tim da A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.

(2) Energetski razredi se iskazuju za referentne klimatske podatke.

(3) Energetski razredi i način označavanja energetskog razreda na energetskom certifikatu za stambene i za nestambene zgrade dani su u Prilogu 1 ovoga Pravilnika.

*Tablica 1. Energetski razred grafički se prikazuje na energetskom certifikatu zgrade slovom (A+, A, B, C, D, E, F, G) s podatkom o specifično godišnjoj potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke izraženoj u kWh/(m<sup>2</sup>a).*

| Energetski razred | $Q_{H,ind,ref}$ specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke u kWh/(m <sup>2</sup> a) |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A+                | $\leq 15$                                                                                                                            |
| A                 | $\leq 25$                                                                                                                            |
| B                 | $\leq 50$                                                                                                                            |
| C                 | $\leq 100$                                                                                                                           |
| D                 | $\leq 150$                                                                                                                           |
| E                 | $\leq 200$                                                                                                                           |
| F                 | $\leq 250$                                                                                                                           |
| G                 | $> 250$                                                                                                                              |

[illegible]

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE

Specifična godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje  $Q_{t,spec}$  [kWh/(m²·a)]

Specifična godišnja potrošnja električne energije  $E_{spec}$  [kWh/(m²·a)]

Specifična godišnja potrošnja ukupne energije  $E_{tot,spec}$  [kWh/(m²·a)]

Specifična godišnja emisija  $CO_2$  [kg/(m²·a)]

Uvjeti: "nZEB" ako energetska svojstva zgrade ( $E_{tot,spec}$ ) zadovoljavaju uvjete iz grčke godišnje energetske propisane vrijednosti "TRUZE"

nZEB

**Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790 ; Zagreb, svibanj 2017. (svibanj 2021. od 2022.)**

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  - jest računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade.

Kod energetskog certificiranja zgrada, za proračun  $Q_{H,nd}$  koristiti se kvazistacionarni proračun na bazi mjesečnih vrijednosti. Godišnja vrijednost potrebne toplinske energije za grijanje izračunava se kao suma pozitivnih mjesečnih vrijednosti.

Energetski razredi iskazuju se za referentne klimatske podatke.

Referentni klimatski podaci određuju se posebno za kontinentalnu i za primorsku Hrvatsku u odnosu na broj stupanj dana grijanja. Za gradove i mjesta koji imaju 2200 i više stupanj dana grijanja godišnje, proračun energetskih potreba se provodi prema referentnim klimatskim podacima za kontinentalnu Hrvatsku. Za gradove i mjesta koji imaju manje od 2200 stupanj dana grijanja godišnje, proračun energetskih potreba se provodi prema referentnim klimatskim podacima za primorsku Hrvatsku.

?




Većinskog Zavjete, Sveučilište u Zagrebu  
 Građevinski i arhitektonski fakultet  
 Dječji trg 1, 10000 Zagreb  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture

## Referentni klimatski podaci

(Pravilnik o energetskom certificiranju zgrada)

**NN 081/2012, članak 20.**

Za gradove i mjesta koji imaju **2200 i više** stupanj dana grijanja godišnje, proračun ergetskih potreba se vrši prema referentnim klimatskim podacima za **kontinentalnu Hrvatsku**.

Za gradove i mjesta koji imaju **manje od 2200** stupanj dana grijanja godišnje, proračun energetskih potreba se vrši prema referentnim klimatskim podacima za **primorsku Hrvatsku**.

Referentni broj stupanj dana grijanja utvrđenje se uz uvjet da je unutarnja temperatura u zgradi 20 °C i da zona grijanja započinje s padom vanjske temperature u ti uzastopna dana ispod 12 °C te da se zona grijanja završava s porastom vanjske temperature u ti uzastopna dana iznad 12 °C i iznosi:

**2900 za kontinentalnu Hrvatsku i 1600 za primorsku Hrvatsku;**

**STUPANJ DAN** - zbroj temperaturnih razlika između unutarnje projektne temperature i srednje dnevne vanjske temperature za sve dane sezone grijanja.

**SD** - stupanj dan;

**Z** - broj dana grijanja;

**t<sub>iz</sub>** - temperatura grijanog prostora (°C);

**t<sub>vanj</sub>** - prosječna dnevna temperatura vanjskog zraka (°C);

$$SD = \sum_{i=0}^Z (t_{iz} - \bar{t}_{vanj}) \quad (^\circ\text{C dan})$$


  
 Tehnički propis o racionalnoj upotrebi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, (NN 128/2015; Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja; 25. 11.2015.; na snazi od 01. 01. 2016.); (ispr. NN 70/18; NN 73/18; NN 86/18; NN 102/20)

**Pravilnik o energetske pregledu zgrade i energetske certifikiranju**  
(NN 88/2017; Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja; 1.9.2017.)  
(ispravljanje i dopunjavanje: NN 90/20; 1/21; 45/21)

Referentna klima jest klima za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog (kada srednja **mjesečna** temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade prema podacima iz **Meteoroloških podataka** za najbližu klimatski mjerodavnu meteorološku postaju  $\theta_{mm}$  jest  $\leq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) i za područje primorskog (kada srednja **mjesečna** temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade prema podacima iz Meteoroloških podataka za najbližu klimatski mjerodavnu meteorološku postaju  $\theta_{mm}$  jest  $> 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) dijela Hrvatske;

Stvarni klimatski podaci su podaci dobiveni statističkom obradom prema meteorološkoj postaji najbližoj lokaciji zgrade;

$\theta_{mm} \leq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  - Kontinentalna       $\theta_{mm} > 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  - Primorska

25


  
 Člankom 5. stavkom 2. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/2015; ispr. NN 70/18; NN 73/18; NN 86/18; NN 102/20), (TPRUETZ), propisano je da **Meteorološke podatke** objavljuje ministar na službenim internetskim stranicama Ministarstva.

[http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Meteo\\_parametri\\_po\\_postajama.pdf](http://www.mgipu.hr/doc/Propisi/Meteo_parametri_po_postajama.pdf)

Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine

Meteorološki podaci sadrže meteorološke veličine za klimatski mjerodavne meteorološke postaje potrebne za proračun fizikalnih svojstava zgrade u pogledu racionalne uporabe energije i toplinske zaštite. Dati su u obliku slijedećih priloga: Meteorološki parametri u tablicama po postajama, Reprezentativna godina Zagreb Maksimir, Reprezentativna godina Split Marjan, Brzine vjeta - referentne postaje, Brzine vjeta - ostale postaje, Satni podaci o smjeru i brzini vjeta za Zagreb i Satni podaci o smjeru i brzini vjeta za Split).

26


  
**TABLIČNI PRIKAZI METEOROLOŠKIH VELIČINA, POLOŽAJA I VISINA ZA KLIMATSKI MJERODAVNE METEOROLOŠKE POSTAJE**

Dnevne vrijednosti po mjesecima

$\theta_{sred}$  srednja dnevna temperatura zraka, srednjak po mjesecima

$\theta_{dev}$  standardna devijacija srednje dnevne temperature zraka, po mjesecima

$\theta_{min}$  dnevna temperatura zraka, minimum po mjesecima

$\theta_{max}$  dnevna temperatura zraka, maksimum po mjesecima

$\theta_{ampl}$  dnevna amplituda temperature zraka, srednjak po mjesecima

$\theta_{sred}$  dnevna količina oborine, srednjak po mjesecima

$\theta_{rel}$  Srednja dnevna relativna vlažnost, po mjesecima

Projektne vrijednosti prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5:

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 1-godišnji povratni period

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (grijaње) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 2-godišnji povratni period

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz srednje dnevne temperature zraka  $\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura vlažnog termometra

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura rosišta

$\phi_{proj}^{proj}$  vanjska projektna relativna vlažnost, ljeeto, premašena u 0.4% slučajeva

$\phi_{proj}^{proj}$  vanjska projektna relativna vlažnost, zima, premašena u 99.6% slučajeva

Vrijednosti za projektiranje prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama

$\theta_{sred}^{proj}$  temperatura za projektiranje grijanja

$\theta_{sred}^{proj}$  temperatura za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura vlažnog termometra za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura rosišta za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća dnevna amplituda zraka za projektiranje hlađenja

27


  
**Referentne klimatske vrijednosti**

- kontinentalna Hrvatska

- primorska Hrvatska

Dnevne vrijednosti po mjesecima

Projektne vrijednosti prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5:

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 1-godišnji povratni period

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (grijaње) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 2-godišnji povratni period

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz srednje dnevne temperature zraka  $\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura vlažnog termometra

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura rosišta

$\phi_{proj}^{proj}$  vanjska projektna relativna vlažnost, ljeeto, premašena u 0.4% slučajeva

$\phi_{proj}^{proj}$  vanjska projektna relativna vlažnost, zima, premašena u 99.6% slučajeva

Vrijednosti za projektiranje prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama

$\theta_{sred}^{proj}$  temperatura za projektiranje grijanja

$\theta_{sred}^{proj}$  temperatura za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura vlažnog termometra za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura rosišta za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća dnevna amplituda zraka za projektiranje hlađenja

28


  
**Referentne klimatske vrijednosti**

- kontinentalna Hrvatska

- primorska Hrvatska

Dnevne vrijednosti po mjesecima

Projektne vrijednosti prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5:

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 1-godišnji povratni period

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (grijaње) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 2-godišnji povratni period

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz srednje dnevne temperature zraka  $\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura vlažnog termometra

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura rosišta

$\phi_{proj}^{proj}$  vanjska projektna relativna vlažnost, ljeeto, premašena u 0.4% slučajeva

$\phi_{proj}^{proj}$  vanjska projektna relativna vlažnost, zima, premašena u 99.6% slučajeva

Vrijednosti za projektiranje prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama

$\theta_{sred}^{proj}$  temperatura za projektiranje grijanja

$\theta_{sred}^{proj}$  temperatura za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura vlažnog termometra za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura rosišta za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća dnevna amplituda zraka za projektiranje hlađenja

29


  
**Stvarne klimatske vrijednosti**

- primorska Hrvatska

5,9 > 3 (°C)

- kontinentalna Hrvatska

0,2 < 3 (°C)

srednja dnevna temperatura najhladnijeg mjeseca

Dnevne vrijednosti po mjesecima

Projektne vrijednosti prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5:

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 1-godišnji povratni period

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (grijaње) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 2-godišnji povratni period

$\theta_{sred}^{proj}$  vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz srednje dnevne temperature zraka  $\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura vlažnog termometra

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura rosišta

$\phi_{proj}^{proj}$  vanjska projektna relativna vlažnost, ljeeto, premašena u 0.4% slučajeva

$\phi_{proj}^{proj}$  vanjska projektna relativna vlažnost, zima, premašena u 99.6% slučajeva

Vrijednosti za projektiranje prema Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama

$\theta_{sred}^{proj}$  temperatura za projektiranje grijanja

$\theta_{sred}^{proj}$  temperatura za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura vlažnog termometra za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća temperatura rosišta za projektiranje hlađenja

$\theta_{sred}^{proj}$  pripadajuća dnevna amplituda zraka za projektiranje hlađenja

30




  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Članak 15. (TPRUETZ; NN 128/15; NN 70/18; 73/18; 86/18; 102/20)

(1) Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka potrebna za proračune iz članaka 9., 13., 14., 16., 17., i 32. očitava se za najbližu, klimatski mjerodavnu postaju iz podataka sadržanih u Meteorološkim podacima.

(2) Temperature iz stavka 1. ovoga članka korigiraju se prema stvarnoj nadmorskoj visini lokacije zgrade u odnosu na nadmorsku visinu mjerodavne meteorološke postaje po principu  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  za svakih  $-100\text{ m}$  visinske razlike, odnosno  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  za svakih  $+100\text{ m}$  visinske razlike.

**Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja** od dana **9. ožujka 2018.** daje na korištenje set podataka za potrebe provedbe satne simulacije korisne energije za grijanje i hlađenje, te proračuna isporučene energije u skladu s *Metodologijom o provođenju energetskih pregleda zgrada, 2017.*

Modul 1 37


  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Izrada satnih prosječnih vrijednosti meteoroloških podataka za referentne lokacije u RH bila je potrebna stoga što se *Metodologijom* zahtijeva:

- određivanje energetskog svojstva zgrade (temeljem satnih podataka dvije referentne lokacije: Zagreb za kontinentalnu i Split za primorsku Hrvatsku) i
- određivanje potrošnje energije za stvarne uvjete korištenja i najbližu meteorološku postaju (također temeljem satnih vrijednosti, jer bitnu ulogu kod određivanja potrošnje energije imaju prekid rada sustava grijanja i hlađenja).

Službeno su bili objavljeni satni podaci samo za dvije referentne postaje Zagreb i Split, što je omogućilo određivanje energetskog razreda, dok za ostale postaje ti podaci nisu bili službeno objavljeni, zbog čega proračun stvarne potrošnje energije nije bio moguć, tako da se nije mogla odrediti isplativost predloženih mjera energetske učinkovitosti, što je obavezan sastavni dio energetskog certifikata.

(podaci su izrađeni od strane Tehničkog Fakulteta u Rijeci)

Ministarstvo od 09. ožujka 2018. daje na korištenje set podataka za potrebe provedbe satne simulacije.

Modul 1 38


  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Izrađeni set podataka **izveden je temeljem podataka** objavljenih na web stranici MGIPU, u okviru Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (skraćeno TPRUETZ; NN 128/15) i to:

- referentnih godina za Split i Zagreb (satne vrijednosti), te
- tabličnog prikaza mjesečnih prosjeka meteoroloških veličina, položaja i visina za referentne postaje.

Sve vrijednosti meteoroloških parametara iz seta podataka za potrebe provedbe satne simulacije **usklade su s** objavljenim **mjesečnim prosjecima** iz TPRUETZ, a njihova dnevna dinamika **s dnevnim dinamikom iz referentnih godina** za Zagreb i Split, pri čemu se dinamika Zagreba iskoristila za referentne lokacije kontinentalne, a Splita za referentne lokacije primorske Hrvatske.

Kreirani set podataka **nije rezultat mjerenja, već je nastao izradom sintetičkih prosječnih satnih meteoroloških podataka za referentne lokacije** (meteorološke postaje) u RH te će kvalitetno prezentirati dnevne dinamike i prosječne vrijednosti navedenih meteoroloških parametara pri provedbi satnih simulacija do neke buduće izrade referentnih godina za sve referentne lokacije od strane DHMZ-a.

Modul 1 39


  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Opseg podataka:

Za sve lokacije (48) iz TPRUETZ priložene su excel tablice koje sadrže 24 satnu distribuciju za 12 karakterističnih dana (koji reprezentiraju 12 mjeseci) sa sljedećim vrijednostima:

- Temperatura zraka
- Relativna vlažnost zraka
- Ukupno sunčevo zračenje na horizontalnu plohu
- Ukupno sunčevo zračenje na plohe orijentirane na N, NE, E, SE, S, SW, W, NW
- nagnute pod kutovima 15, 30, 45, 60, 75 i 90°

**Potrebni meteorološki podaci obično su učitani u računalni program koji se koristi za izračunavanje energetskih potreba zgrade. Obično je potrebno samo odabrati lokaciju objekta.**

Modul 1 40


  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

### 5.4.2. Mikroklima i higijena prostora

Da bi optimalno funkcionirao, čovjek se mora osjećati ugodno u prostoru u kojem boravi (>90% vremena u zatvorenom prostoru!)

Osnovni **zadatak termotehničkih sustava** za grijanje i hlađenje jest dobra mikroklima, tj. **osiguravanje uvjeta ugodnosti i očuvanja zdravlja**. Cilj je pružiti korisniku što veću ugodnost uz minimalnu potrošnju energije.

**UGODNOST** je stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo uvjetima neposredne boravišne okoline.

Osjećaj ugodnosti nužno je **individualan, subjektivan dojam**.

Ne postoji definirani skup stanja okoliša kojim bi baš svaka osoba iz grupe korisnika promatranoga prostora bila zadovoljna!

**Zadatak tehničkih sustava**  
- stvoriti uvjete koji odgovaraju najvećem mogućem broju korisnika;

Modul 1 41


  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

**Kakvoća zraka:**

- Čistoća zraka,
- Sadržaj CO<sub>2</sub> u zraku,
- Sadržaj štetnih tvari u zraku,
- Mirisi;

**Ostali čimbenici:**

- Osvjetljenje,
- Buka,
- Statički elektricitet,
- Magnetsko polje;

- Temperatura zraka,
- Temperatura obuhvatnih ploha,
- Vlažnost zraka,
- Brzina strujanja zraka,
- Razina odjevenosti,
- Razina fizičke aktivnosti;

→



**UGODNOST**

**Toplinska ugodnost** (stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo toplinskim obilježjima okoliša) rezultat je zajedničkoga djelovanja sljedećih parametara:

Modul 1 42



  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

### TOPLINSKA UGODNOST

#### Održavanje temperature ljudskog tijela

Ljudsko tijelo ima sposobnost održavanja približno konstantne temperature u različitim stanjima vanjskog zraka i pri različitom intenzitetu rada tjelesnih mišića.

Ravnomjerna tjelesna temperatura od 37 °C postiže se cirkulacijom krvi, koja se hladi u perifernim dijelovima tijela, a grije u unutarnjim organima postupnim sagorijevanjem bjelancevina, masti i ugljikohidrata.

Tijelo u stanju mirovanja ima najvišu temperaturu kože, dok se pri većem radu temperatura spušta znojenjem, kako bi se toplota brže odvodila.



Modul 1 43



  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

#### Odavanje topline i vlage ljudskog tijela

Bazalni metabolizam (stvaranje minimalne topline u tijelu koja je potrebna za održavanje života u potpunom mirovanju) iznosi 80 W, odnosno 45 W/m<sup>2</sup>, a prilikom sjedenja iznosi oko 60 W/m<sup>2</sup>.

Pri temperaturi zraka od 18 °C do 30 °C, ukupno odavanje topline iznosi oko 118 W; Ta vrijednost raste pri temperaturama ispod 18 °C, a pada pri temperaturama iznad 30 °C.

Količina udisanog zraka odraslog čovjeka bez fizičkog napora iznosi 0,5 m<sup>3</sup>/h (maksimalno 8 do 9 m<sup>3</sup>/h), a izdisani zrak sadrži oko 95 % vlažnosti i ima temperaturu od oko 35 °C.

Modul 1 44



  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

#### Odavanje topline ljudskog tijela

- ovisi o tjelesnoj aktivnosti i temperaturi zraka;

Odavanje topline ljudskog tijela pri temperaturi zraka od 22 °C

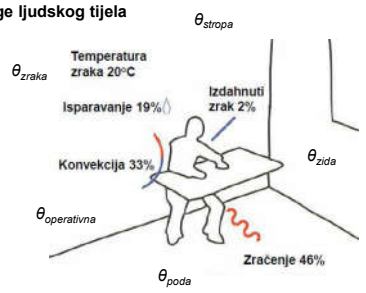
| Stupanj aktivnosti | Aktivnost                                           | Odavanje topline (W) | Specifično odavanje topline (W/m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|
| I                  | Statički sjedeći rad                                | 120                  | 71                                              |
| II                 | Vrlo lagana tjelesna aktivnost, stojeći ili sjedeći | 150                  | 88                                              |
| III                | Lagana tjelesna aktivnost                           | 190                  | 112                                             |
| IV                 | Srednje teška do teška tjelesna aktivnost           | Preko 270            | Preko 159                                       |

Modul 1 45



  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

#### Odavanje topline i vlage ljudskog tijela



Odavanje topline čovjeka prema okolini pri uredskom radu

**Operativna temperatura** predstavlja srednju vrijednost temperatura svih ploha i temperature prostorije.

Modul 1 46



  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

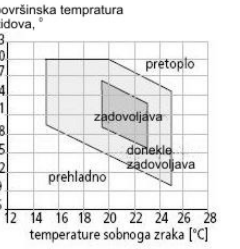
Toplinska ugodnost rezultat je zajedničkoga djelovanja ranije navedenih parametara:

- promjena jednoga parametra izaziva potrebu za promjenom nekoga drugoga parametra u određenom međuovisnom omjeru ukoliko se želi održati ista ili slična razina toplinske ugodnosti;

relativna vlažnost zraka, %



površinska temperatura zidova, °C



Preporučuje se održavati relativnu vlažnost zraka u području od 35 do 60 (65) % za temperature zraka do 25 °C. Relativna vlažnost ima mali utjecaj na toplinsku ugodnost.

Modul 1 47



  
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Osijek  
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

#### KAKVOĆA ZRAKA

##### Na kakvoću zraka u prostoriji utječu:

- čestice prašine (zagrijavanje prašine na površini ogrjevnih tijela, lebdeće čestice s površine kože i predmeta u prostoriji.) - nadražuju dišne organe;
- mirisi - plinovi i pare (ishlapljivanje od osoba, zidova, predmeta u prostoriji, duhanski dim) - mogu biti štetni i otrovni;
- bioaerosol (pelud, gljivice, bakterije, virusi);
- smanjen sadržaj kisika;

**Broj izmjena zraka**

*Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15; NN 70/18)*

Broj izmjena zraka svježim zrakom u zgradi u kojoj borave ili rade ljudi treba iznositi najmanje 0,5 h<sup>-1</sup>.

U vremenu kada u dijelu zgrade ne borave ljudi, a namijenjena je za boravak ili rad ljudi, broj izmjena zraka treba iznositi najmanje 0,2 h<sup>-1</sup>.

Prema potrebi u pojedinim dijelovima zgrade broj izmjena zraka mora biti i veći u slučajevima:

- ako su ugroženi higijenski i zdravstveni uvjeti,
- kod uporabe uređaja s otvorenim plamenom;

Članak 27.

Modul 1 48



Projektne vrijednosti prema metodologiji HRN EN ISO 15927-5

Gradovinski i arhitektonski fakultet Osijek  
Jedn. i jed. inženjering (Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek)

| N           | zima | $\theta_{e,1}^*$<br>[°C] | $\theta_{e,2}^*$<br>[°C] | $\varphi_{p,1,6}^*$<br>[%] | ljeto | $\theta_{e,1}^*$<br>[°C] | $\theta_{e,2}^*$<br>[°C] | $\varphi_{p,1,6}^*$<br>[%] |
|-------------|------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Bjelovar    | 20   | 1                        | -7.1                     | -8.4                       | 55    | 7                        | 29.7                     | 21.7                       |
| Daruvar     | 20   | 1                        | -7.9                     | -9.3                       | 52    | 7                        | 28.3                     | 20.1                       |
| Dubrovnik   | 20   | 2                        | 3.1                      | 2.3                        | 21    | 8                        | 31.3                     | 20.5                       |
| Gospić      | 20   | 1                        | -10.0                    | -11.6                      | 53    | 7                        | 26.0                     | 18.3                       |
| Gradište    | 20   | 1                        | -7.4                     | -8.9                       | 53    | 7                        | 29.7                     | 21.2                       |
| Hvar        | 20   | 2                        | 3.4                      | 2.5                        | 34    | 7                        | 30.5                     | 22.6                       |
| Imotski     | 20   | 1                        | -1.6                     | -2.8                       | 42    | 8                        | 31.4                     | 19.4                       |
| Karlovac    | 20   | 1                        | -8.3                     | -9.5                       | 47    | 7                        | 28.3                     | 21.6                       |
| Knin        | 20   | 1                        | -3.2                     | -4.1                       | 25    | 7                        | 29.2                     | 21.4                       |
| Komiža      | 20   | 2                        | 3.9                      | 3.1                        | 31    | 8                        | 31.7                     | 22.4                       |
| Koprivnica  | 20   | 1                        | -7.1                     | -8.5                       | 61    | 7                        | 28.6                     | 22.2                       |
| Krapina     | 17   | 1                        | -7.2                     | -8.4                       | 49    | 7                        | 28.0                     | 20.4                       |
| Križevci    | 20   | 1                        | -7.3                     | -8.6                       | 54    | 7                        | 27.8                     | 21.3                       |
| Lokve Brana | 20   | 1                        | -10.1                    | -10.6                      | 59    | 7                        | 23.5                     | 17.8                       |
| Makarska    | 20   | 2                        | 3.5                      | 2.6                        | 24    | 7                        | 31.8                     | 21.1                       |
| Mali Lošinj | 20   | 2                        | 2.6                      | 2.1                        | 37    | 7                        | 30.5                     | 20.1                       |
| Nasice      | 16   | 1                        | -7.4                     | -9.4                       | 59    | 7                        | 29.6                     | 21.2                       |
| Ogulin      | 20   | 1                        | -8.2                     | -9.8                       | 38    | 7                        | 28.2                     | 19.1                       |
| Osljeck     | 19   | 1                        | -7.9                     | -9.1                       | 58    | 7                        | 29.9                     | 20.9                       |
| Pazin       | 20   | 1                        | -3.2                     | -3.8                       | 31    | 7                        | 26.4                     | 19.2                       |
| Ploče       | 20   | 1                        | 1.4                      | 0.3                        | 23    | 7                        | 30.3                     | 22.4                       |
| Poreč       | 19   | 2                        | 0.1                      | -0.6                       | 34    | 7                        | 29.0                     | 21.6                       |
| Pula        | 20   | 1                        | 0.8                      | -0.2                       | 33    | 7                        | 30.2                     | 24.1                       |
| Puntijarka  | 20   | 1                        | -11.1                    | -11.8                      | 24    | 8                        | 24.8                     | 14.6                       |

Projektne vrijednosti za najhladniji mjesec u godini (zima,  $\theta_{e,1}^*$ ,  $\theta_{e,2}^*$ ,  $\varphi_{p,1,6}^*$ ) i najtopliji mjesec u godini (ljeto,  $\theta_{e,1}^*$ ,  $\theta_{e,2}^*$ ,  $\varphi_{p,1,6}^*$ ).

Modul 1 55

Projektne vrijednosti prema metodologiji HRN EN ISO 15927-5

Gradovinski i arhitektonski fakultet Osijek  
Jedn. i jed. inženjering (Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek)

| N                    | zima | $\theta_{e,1}^*$<br>[°C] | $\theta_{e,2}^*$<br>[°C] | $\varphi_{p,1,6}^*$<br>[%] | ljeto | $\theta_{e,1}^*$<br>[°C] | $\theta_{e,2}^*$<br>[°C] | $\varphi_{p,1,6}^*$<br>[%] |
|----------------------|------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Rab                  | 20   | 1                        | 2.6                      | 1.6                        | 26    | 7                        | 30.4                     | 21.6                       |
| Rijeka               | 20   | 1                        | -0.6                     | -1.7                       | 20    | 7                        | 30.8                     | 18.8                       |
| Rijeka Omišalj aero. | 16   | 1                        | -0.3                     | -1.6                       | 28    | 7                        | 30.5                     | 21.0                       |
| Samobor              | 18   | 1                        | -7.1                     | -8.2                       | 56    | 7                        | 28.9                     | 22.3                       |
| Senj                 | 20   | 1                        | -1.9                     | -2.8                       | 25    | 7                        | 32.0                     | 22.8                       |
| Sibenik              | 20   | 1                        | 0.5                      | -1.5                       | 22    | 7                        | 31.4                     | 20.3                       |
| Sisak                | 20   | 1                        | -7.0                     | -8.8                       | 51    | 7                        | 29.2                     | 24.4                       |
| Slatina              | 20   | 1                        | -7.8                     | -9.0                       | 60    | 7                        | 28.3                     | 22.0                       |
| Slavonski Brod       | 20   | 1                        | -8.2                     | -10.0                      | 51    | 7                        | 28.5                     | 22.4                       |
| Split Marjan         | 20   | 1                        | 2.1                      | 0.9                        | 23    | 7                        | 32.0                     | 22.0                       |
| Stubičke Toplice     | 20   | 1                        | -7.7                     | -9.4                       | 60    | 7                        | 28.1                     | 24.5                       |
| Sunja                | 20   | 1                        | -8.4                     | -9.9                       | 60    | 7                        | 28.8                     | 23.3                       |
| Varaždin             | 20   | 1                        | -7.4                     | -9.7                       | 50    | 7                        | 28.4                     | 21.3                       |
| Vinkovci             | 19   | 1                        | -7.6                     | -9.5                       | 66    | 7                        | 29.5                     | 20.1                       |
| Zadar                | 20   | 2                        | 1.4                      | 0.8                        | 30    | 7                        | 29.2                     | 21.8                       |
| Zadar Zemunik aero.  | 16   | 1                        | -0.4                     | -1.4                       | 23    | 7                        | 30.2                     | 21.0                       |
| Zagreb Grič          | 20   | 1                        | -5.6                     | -6.4                       | 39    | 7                        | 29.8                     | 22.8                       |
| Zagreb Maksimir      | 20   | 1                        | -6.9                     | -8.6                       | 46    | 7                        | 28.9                     | 23.8                       |
| Zagreb Pleso aero.   | 19   | 1                        | -7.8                     | -9.8                       | 54    | 7                        | 29.1                     | 23.8                       |
| Brestovac Belje      | 22   | 1                        | -8.9                     | -11.3                      | 63    | 7                        | 30.2                     | 22.9                       |
| Lipik                | 21   | 1                        | -9.8                     | -11.6                      | 60    | 7                        | 28.9                     | 19.2                       |
| Požega               | 20   | 1                        | -7.7                     | -9.5                       | 58    | 7                        | 28.9                     | 20.0                       |
| Slunj                | 24   | 1                        | -10.0                    | -11.1                      | 58    | 7                        | 28.2                     | 19.1                       |
| Topusko              | 22   | 1                        | -9.9                     | -12.5                      | 67    | 7                        | 27.6                     | 22.2                       |
| Županja              | 22   | 1                        | -8.8                     | -10.4                      | 56    | 7                        | 30.0                     | 22.7                       |

Projektne vrijednosti za najhladniji mjesec u godini (zima,  $\theta_{e,1}^*$ ,  $\theta_{e,2}^*$ ,  $\varphi_{p,1,6}^*$ ) i najtopliji mjesec u godini (ljeto,  $\theta_{e,1}^*$ ,  $\theta_{e,2}^*$ ,  $\varphi_{p,1,6}^*$ ).

Modul 1 56

Gradovinski i arhitektonski fakultet Osijek  
Jedn. i jed. inženjering (Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek)

Hvala na pažnji i sretno na ispitu !

Modul 1 57