




Tomislavine Josipa Jurja Strossmayera u Zagrebu
 Građevinski i arhitektonski fakultet Dizajn
 Josip Jurja Strossmayer University of Zagreb
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

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

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

Listopad 2025. Modul 1 1




Tomislavine Josipa Jurja Strossmayera u Zagrebu
 Građevinski i arhitektonski fakultet Dizajn
 Josip Jurja Strossmayer University of Zagreb
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

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
 Osvrt na vanjske proračunske temperature

Modul 1 2




Tomislavine Josipa Jurja Strossmayera u Zagrebu
 Građevinski i arhitektonski fakultet Dizajn
 Josip Jurja Strossmayer University of Zagreb
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Osnovi meteorologije

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 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$!

Modul 1 3




Tomislavine Josipa Jurja Strossmayera u Zagrebu
 Građevinski i arhitektonski fakultet Dizajn
 Josip Jurja Strossmayer University of Zagreb
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

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 raspršenih 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;

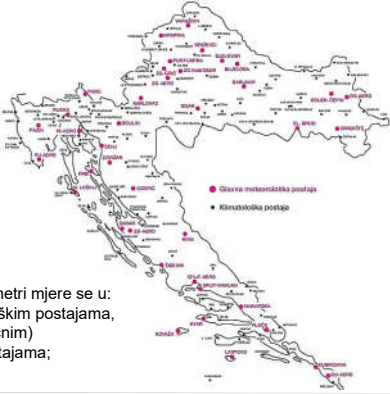
Osnovni **meteorološki elementi** su:
Sunčevo zračenje, Zemljina radijacija, trajanje sunčanog sjaja, horizontalna vidljivost, temperatura zraka, tlak zraka, isparavanje, vlažnost zraka, oblačnost, visina oborina, visina snježnog pokrivača, gustoća snijega, pravac i brzina vjeta;

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

Modul 1 4




Tomislavine Josipa Jurja Strossmayera u Zagrebu
 Građevinski i arhitektonski fakultet Dizajn
 Josip Jurja Strossmayer University of Zagreb
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design



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

Modul 1 5

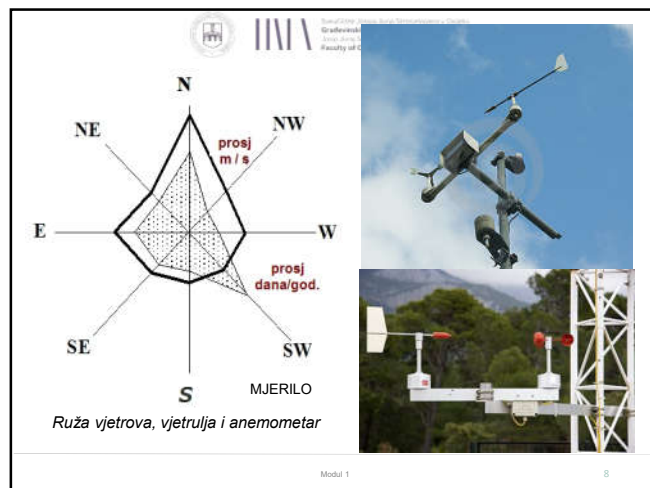



Tomislavine Josipa Jurja Strossmayera u Zagrebu
 Građevinski i arhitektonski fakultet Dizajn
 Josip Jurja Strossmayer University of Zagreb
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

- 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

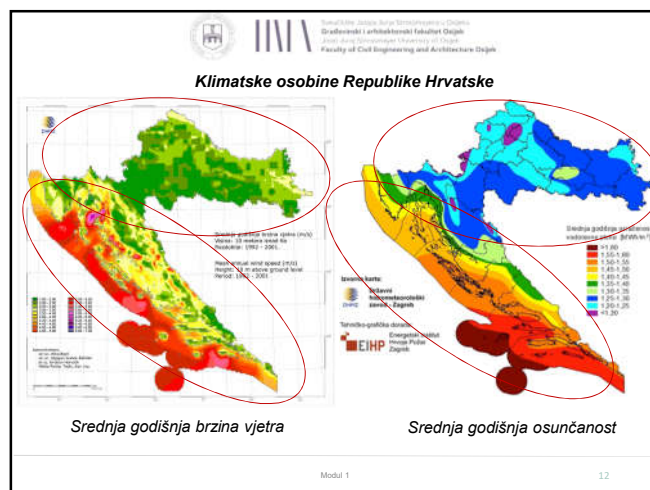
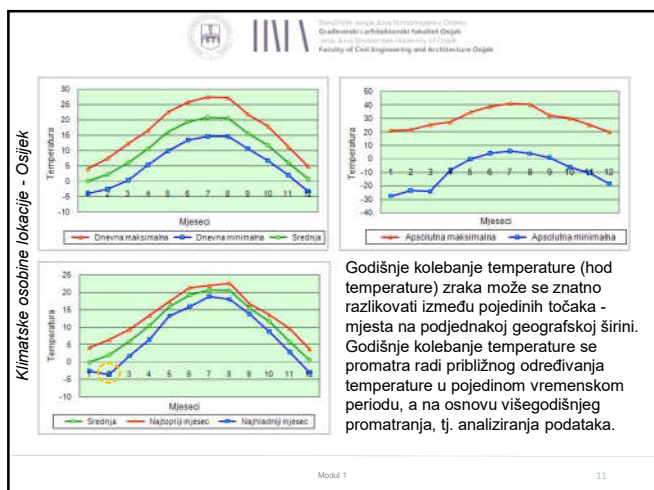
Mjerenje trajanja i intenziteta Sunčeve radijacije

Heliometar – mjeri trajanje insolacije, a
njenu dozačenu energiju - **piranometar**

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

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

Modul 1 10






Građevinski arhitektonski fakultet Sveučilišta
 Zagrebačkog
 Fakultet građevinarstva i arhitekture Sveučilišta

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 ...)









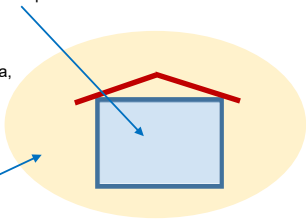
Potrebno je uložiti energiju radi osiguranja željenog stanja lagodnosti unutar prostora.




Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 22000, 10000, 10000, 10000, 10000
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

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;



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

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

Modul 1

14

Univerzitet u Zagrebu
Građevinski arhitektonski fakultet Osijek
Osijek, 2019. godine
Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Dinamički elementi

METEOROLOŠKI PARAMETRI

MIKROKLIMA UGODNOSTI

KARAKTERISTIKE OBLIKA ZGRADE

TEROMOTEH. SUSTAV

SVOJSTVA MATERIJALA

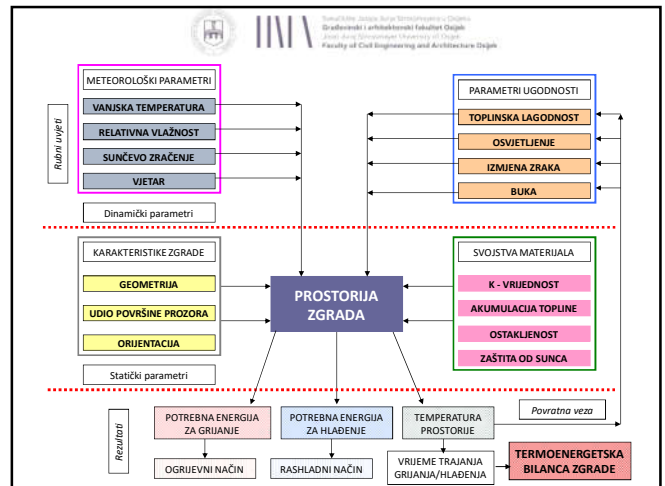
ENERGETSKA BILANCA

Međusobne i povratne veze

Statički elementi

Modul 1

15



Prva stranica energetskog certifikata:

Oslove meteorološke
(zone, proračunski parametri)

Mikroklima i higijena prostora

[illegible]

1 - proračun energije (korisne, isporučene, primarne) za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja i režim rada tehničkih sustava (za određivanje energetskog razreda - certificiranje),

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 $Q_{H,nd}^*$ [kWh/(m²god.)] i specifične godišnje primarne energije E_{prim} [kWh/(m²god.)] 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.

1

2

Modul 1

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 energetskoj 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 specifičnoj godišnjoj potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje za referentne klimatske podatke izraženoj u kWh/(m²a).

Energetski razred	$Q_{H,nd}^*$ specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za referentne klimatske podatke u kWh/(m ² a)
A+	≤ 15
A	≤ 25
B	≤ 50
C	≤ 100
D	≤ 150
E	≤ 300
F	≤ 250
G	> 250

Modul 1

Tablica 2. Energetski razred grafički se prikazuje na energetskom certifikatu zgrade slovom (A+, A, B, C, D, E, F, G) s podatkom o specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji, E_{prim} izraženoj u kWh/m²a.

E_{prim} [kWh/m ² a]	STAMBENA		OBITELJSKA		UREDSKA		OBRAZOVNA		BOLNIČNA		HOTELI RESTORANI		SPORTSKA DVORANA		TRGOVINA		OSTALE NESTAMBENE		
	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	
A+	≤ 80	≤ 90	≤ 80	≤ 90	≤ 80	≤ 90	≤ 80	≤ 90	≤ 80	≤ 90	≤ 80	≤ 90	≤ 80	≤ 90	≤ 80	≤ 90	≤ 80	≤ 90	≤ 80
A	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100
B	100	175	100	175	100	175	100	175	100	175	100	175	100	175	100	175	100	175	100
C	120	200	120	200	120	200	120	200	120	200	120	200	120	200	120	200	120	200	120
D	160	250	160	250	160	250	160	250	160	250	160	250	160	250	160	250	160	250	160
E	200	300	200	300	200	300	200	300	200	300	200	300	200	300	200	300	200	300	200
F	250	350	250	350	250	350	250	350	250	350	250	350	250	350	250	350	250	350	250
G	300	400	300	400	300	400	300	400	300	400	300	400	300	400	300	400	300	400	300

Primarna energija - energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe

Modul 1

ENERGETSKI RAZRED ZGRADE

Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}^*$ [kWh/(m²a)]

Specifična godišnja primarna energija E_{prim} [kWh/(m²a)]

Specifična godišnja isporučena energija E_{isp} [kWh/(m²a)]

Specifična godišnja emisija CO₂ [kg/(m²a)]

Uključujući "nZEB" ako energetski neposredno izgrađeno (nZEB) i/ili obnovljive izvore za grijanje i/ili hlađenje

Na prvom i drugom stranici energetskog certifikata navode se:

- energetske potrebe zgrade za referentne klimatske podatke,
- dopuštene energetske potrebe;

per annum

Modul 1

Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790 ; Zagreb, 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 $Q_{H,nd}$ koristi 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.

?

Modul 1

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 energetskih 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 utvrđuje se uz uvjet da je unutarnja temperatura u zgradi 20 °C i da zona grijanja započinje s padom vanjske temperature u tri uzastopna dana ispod 12 °C te da se zona grijanja završava s porastom vanjske temperature u tri 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.

$$SD = \sum_{i=1}^Z (t_{in} - \bar{t}_{e,i}) \quad (^\circ\text{C dan})$$

SD - stupanj dan;
Z - broj dana grijanja;
 t_{in} - temperatura grijanog prostora (°C);
 $\bar{t}_{e,i}$ - prosječna dnevna temperatura vanjskog zraka (°C);

Modul 1



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

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 θ_{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 θ_{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

Modul 1 25



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

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

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).

Modul 1 26



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

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

Dnevne vrijednosti po mjesecima

θ_{sred} srednja dnevna temperatura zraka, srednjak po mjesecima
 σ_{sred} standardna devijacija srednje dnevne temperature zraka, po mjesecima
 θ_{min} dnevna temperatura zraka, minimum po mjesecima
 θ_{max} dnevna temperatura zraka, maksimum po mjesecima
 $\theta_{amplituda}$ dnevna amplituda temperature zraka, srednjak po mjesecima
 $\theta_{kolicina}$ dnevna količina oborine, srednjak po mjesecima
 θ_{vlaz} Srednja dnevna relativna vlažnost, po mjesecima

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

θ_{proj} vanjska projektna temperatura zraka (grijanje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 1-godišnji povratni period
 θ_{proj} vanjska projektna temperatura zraka (grijanje) iz 2-dnevne srednje dnevne temperature zraka, 2-godišnji povratni period
 θ_{proj} vanjska projektna temperatura zraka (hlađenje) iz srednje dnevne temperature zraka
 θ_{proj} pripadajuća temperatura vlažnog termometra
 θ_{proj} vanjska projektna relativna vlažnost, ljetno, premašena u 0.4% slučajeva
 θ_{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

θ_{proj} temperatura za projektiranje grijanja
 θ_{proj} temperatura za projektiranje hlađenja
 θ_{proj} pripadajuća temperatura vlažnog termometra za projektiranje hlađenja
 θ_{proj} pripadajuća temperatura rosišta za projektiranje hlađenja
 θ_{proj} pripadajuća dnevna amplituda zraka za projektiranje hlađenja

Modul 1 27



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Referentne klimatske vrijednosti

- kontinentalna Hrvatska

- primorska Hrvatska

Dnevne vrijednosti po mjesecima

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

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

θ_{proj} temperatura za projektiranje grijanja
 θ_{proj} temperatura za projektiranje hlađenja
 θ_{proj} pripadajuća temperatura vlažnog termometra za projektiranje hlađenja
 θ_{proj} pripadajuća temperatura rosišta za projektiranje hlađenja
 θ_{proj} pripadajuća dnevna amplituda zraka za projektiranje hlađenja

Modul 1 28



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Referentne klimatske vrijednosti

- kontinentalna Hrvatska

- primorska Hrvatska

Modul 1 29



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Stvarne klimatske vrijednosti

- primorska Hrvatska

5,9 > 3 (°C)

0,2 < 3 (°C)

- kontinentalna Hrvatska

srednja dnevna temperatura najhladnijeg mjeseca

Modul 1 30



Novo!

Modul 1 34

33 + 120

+ 120



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Jurišićeva 24, 76000 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 članka 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 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



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Jurišićeva 24, 76000 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



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Jurišićeva 24, 76000 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 dnevnom 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



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Jurišićeva 24, 76000 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



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Jurišićeva 24, 76000 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



 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Jurišićeva 24, 76000 Osijek
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Kakvoća zraka:

- Čistoća zraka,
- Sadržaj CO₂ 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;



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

Modul 1 42

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

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/m², a prilikom sjedenja iznosi oko 60 W/m².

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 m³/h (maksimalno 8 do 9 m³/h), a izdisani zrak sadrži oko 95 % vlažnosti i ima temperaturu od oko 35 °C.

Modul 1

44

Odavanje topline ljudskog tijela

- ovisi o tjelesnoj aktivnosti i temperaturi zraka;

Odavanje topline ljudskog tijela pri temperaturi zraka od 22 °C

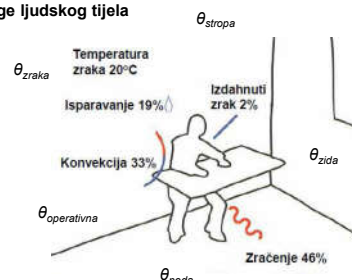
Stupanj aktivnosti	Aktivnost	Odavanje topline (W)	Specifično odavanje topline (W/m ²)
I	Statički sjedeći rad	120	71
II	Vrlo lagana tjelesna aktivnost, stojeći ili sjedeći	150	88
III	Lagana tjelesna aktivnost	190	112
IV	Srednje teška do teška tjelesna aktivnost	Preko 270	Preko 159

Modul 1

45

Odavanje topline i vlage ljudskog tijela

Odavanje topline čovjeka prema okolini pri uredskom radu



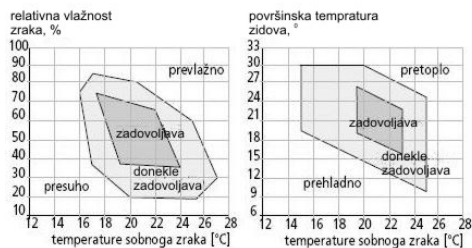
Operativna temperatura predstavlja srednju vrijednost temperatura svih ploha i temperature prostorije.

Modul 1

46

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;



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

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⁻¹.

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⁻¹.

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

Vrsta prostora,		Primer,		Svejele varijanti prostora,	
				Pu. meksi (m ² /100m ² zrak)	Prometa površine (m ² /100m ² zrak)
Radni prostor			Ured	40	4
				Veliki ured	6
Prostori za sastanke			Konferencijna dvorana, kapitulacija, sala	20	10 do 20
				Crkvice	12
Škole, fakulteti			Klasični predavaonice	20	15
				Prodajna prostori	3 do 12
Javni prostori			Ugostiteljski prostori	30	5

Proračunski parametri

Na gubitke i dobitke topline zgrade, pored ostalih meteoroloških parametara, najviše utječu temperatura vanjskog zraka i željena temperatura unutar zgrade;

The diagram shows a blue rectangular building with a red roof. Inside the building, the temperature is labeled t_u . Outside the building, the air temperature is labeled t_v . Yellow arrows point away from the building, indicating heat loss or gain. The entire scene is set against a light yellow background.

One su utvrđene normama.

Unutarnja temperatura prostora ovisna je o trenutnoj želji i potrebama korisnika tako da ju je nemoguće unaprijed točno predvidjeti.

U proračunima se koristi vrijednost **unutarnje projektne temperature prostora**.

Vanjska temperatura zraka također je vrlo promjenjiva (dinamična).

Za određivanje učinka komponenata termotehničkih sustava i za određivanje potrošnje energije koristi se **vanjska projektna temperatura**.

  Tehnički fakultet Građevinarstva i Arhitekture Građevinski arhitektonski fakultet Osijek Šetka 4a, 31000 Osijek, Hrvatska Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek	
Unutarnja projektna temperatura	
Za proračun normiranog toplinskog opterećenja koristili su se podatci unutarnje projektne temperature iz HRN EN 12831:2004	
Uredi	20
Konferencijske sale	20
Gledališta	20
Restorani, kafići	20
Učionice	20
Robne kuće	16
Stambeni prostori	20
Kupaonice	24
Crkve	15
Unutarnje projektne temperature (°C) prema vrsti prostora	

Vrsta prostora	Sezona grijanja zimi $O_{\text{sezon}} [^{\circ}\text{C}]$	Kontinentalna Hrvatska – sezona hlađenja $O_{\text{sezon}} [^{\circ}\text{C}]$	Primorska Hrvatska sezona hlađenja $O_{\text{sezon}} [^{\circ}\text{C}]$
Obiteljske kuće	20	22	24
Stambene zgrade	20	22	24
Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične protječne namjene	20	22	24
Školske, fakultetske zgrade i druge odgojne i obrazovne ustanove	20	22	24
Vrtići	22	22	24
Knjižnice – prostorije za čitanje	20	22	24
Knjižnice – prostorije s policama	20	22	24
Bolnice i zgrade za rehabilitaciju	22	22	24
Hoteli, moteli i sl.	20	22	24
Muzeji	20	22	
Ostale zgrade sa stalnim radom (kolodvor., i sl.)	20	22	24
Robne kuće, trgovački centri, trgovine	20	22	24
Sportske zgrade	18	22	24
Radionice i proizvodne hale	18	22	24
Kongresni centri	20	22	24
Kazališta i kina	20	22	24
Kantine	20	22	24
Restorani	20	22	24
Kuhinje	20	22	24
Serverske sobe, kompjuterski centri	-	24	26
Spremišta opreme, arhive	16	22	24
Bazeni	28	26	26
Zgrade koje nisu navedene	20	22	24

Graditeljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Građevinarstvo i arhitekturalna tehnička dizajn
Zagreb, Društvo Inženjera građevinarstva i arhitekture
Faculty of Civil Engineering and Architecture Zagreb

Vanjska projektna temperatura zraka

To je proračunska vrijednost temperature vanjskog zraka koja se uzima u obzir pri proračunu toplinskog opterećenja sustava grijanja ili hlađenja.

Na temelju tih normiranih vrijednosti vanjskih temperatura za zimu i ljeto određuju se nazivne snage uređaja termotehničkih sustava odnosno vrši se izbor termotehničke opreme.

Vanjska projektna temperatura zraka prema HRN EN 12831 određuje se na dva načina:

- Izračunom prema normi EN ISO 15927-5 i navođenjem u nacionalnom dodatku norme EN 12831;
- Druga mogućnost za određivanje vanjske temperature je koristiti najmanju dvodnevnu srednju temperaturu, koja je izmjerena barem 10 puta tijekom dvadesetogodišnjeg perioda.

Za Hrvatsku nije bilo nacionalnog dodatka normi EN 12831

Koristili su se podaci dostupni u stručnoj literaturi.

Modul 1

53

 					Univerziteti Sarajevo, Fakultet Inženjerstva i Arhitekture (Univerziteti i arhitektonski fakulteti Džemal Bijedić Sarajevo i Arhitektonski fakulteti Džemal Bijedić Sarajevo) Faculty of Civil Engineering and Architecture Džemal Bijedić University of Sarajevo				
Beđa	-18	Naša	-8	Paš	-4	<i>Vanjske projektne temperature zraka za neka mjesta u Hrvatskoj u °C (literatura)</i>			
Benkovac	-8	Hajravina	-18	Ngba	-6				
Brijuni	-18	Riž	-4	Pavaj	-8				
Cine	-8	Milavac	-18	Reč	-8				
Citradica	-8	Ritza	-18	Stak	-18				
Cabrun	-28	Lomprava	-21	St. Brel	-18				
Casine	-18	Ljubi	-21	Stoli	-18				
Danovar	-18	Makarska	-4	Sutj	-4				
Dariva	-18	Naša	-18	Šiben	-8				
Dorzi Mihajlov	-18	H. Graditka	-18	Tupuski	-21				
Dukovacki	-8	Opaliti	-38	Tragaj	-8				
Dubrov	-18	Opaliti	-4	Vasutiti	-28				
Dubrovnik	-18	Opaliti	-18	Var. Ljubiti	-2				
Gorad	-24	Paš	-4	Vikariti	-18				
Har	-2	Petrijica	-21	Vukovina	-28				
Imotski	-4	Pavaj	-8	Vukovina	-18				
Jastrebarski	-18	Podgaj	-28	Zadar	-8				
Karlovac	-18	Pala	-8	Zagreb	-18				

Projektna vrijednost prema metodologiji HRN EN ISO 15927-5

N	zima	$\theta_{e,ht}^i$ [°C]	$\theta_{e,ht}^e$ [°C]	$\theta_{e,ht}^s$ [°C]	ljetno	$\theta_{e,ht}^i$ [°C]	$\theta_{e,ht}^e$ [°C]	$\theta_{e,ht}^s$ [°C]	$\theta_{e,ht}^s$ [°C]
Bjelovar	20	1	-7.1	-8.4	55	7	29.7	21.7	17.3
Darovar	20	1	-7.9	-9.3	52	7	28.3	20.1	16.0
Dubrovnik	20	2	3.1	2.3	21	8	31.3	20.5	15.2
Gospić	20	1	-10.0	-11.6	53	7	26.0	18.3	14.2
Gradiste	20	1	-7.4	-8.9	53	7	29.7	21.2	16.7
Hvar	20	2	3.4	2.5	34	7	30.5	22.6	19.6
Imotski	20	1	-1.6	-2.8	42	8	31.4	19.4	13.6
Karlovac	20	1	-8.3	-9.5	47	7	28.3	21.6	18.6
Knin	20	1	-3.2	-4.1	25	7	29.2	21.4	17.6
Komiža	20	2	3.9	3.1	31	8	31.7	22.4	18.2
Koprivnica	20	1	-7.1	-8.5	61	7	28.6	22.2	19.3
Krapina	17	1	-7.2	-8.4	49	7	28.0	20.4	16.3
Križevci	20	1	-7.3	-8.6	54	7	27.8	21.3	18.4
Lokve Brana	20	1	-10.1	-10.6	59	7	23.5	17.8	15.1
Makarska	20	2	3.5	2.6	24	7	31.8	21.1	15.9
Mali Lošinj	20	2	2.6	2.1	37	7	30.5	20.1	14.2
Nasice	16	1	-7.4	-9.4	59	7	29.6	21.2	16.8
Ogulin	20	1	-8.2	-9.8	38	7	28.2	19.1	14.9
Osijek	19	1	-7.9	-9.1	58	7	29.9	20.9	16.8
Pazin	20	1	-3.2	-3.8	31	7	26.4	19.2	15.8
Ploče	20	1	1.4	0.3	23	7	30.3	22.4	18.3
Poreč	19	2	0.1	-0.6	34	7	29.0	21.6	18.6
Pula	20	1	0.8	-0.2	33	7	30.2	24.1	21.5
Puntijarka	20	1	-11.1	-11.8	24	8	24.8	14.6	7.8

Projektna vrijednost za najhladniji mjesec u godini (zima, $\theta_{e,ht}^i$, $\theta_{e,ht}^e$, $\theta_{e,ht}^s$) i najtopliji mjesec u godini (ljetno, $\theta_{e,ht}^i$, $\theta_{e,ht}^e$, $\theta_{e,ht}^s$).

Modul 1 55

Projektna vrijednost prema metodologiji HRN EN ISO 15927-5

N	zima	$\theta_{e,ht}^i$ [°C]	$\theta_{e,ht}^e$ [°C]	$\theta_{e,ht}^s$ [°C]	ljetno	$\theta_{e,ht}^i$ [°C]	$\theta_{e,ht}^e$ [°C]	$\theta_{e,ht}^s$ [°C]	$\theta_{e,ht}^s$ [°C]
Rab	20	1	2.6	1.6	26	7	30.4	21.6	17.9
Rijeka	20	1	-0.6	-1.7	20	7	30.8	18.8	11.1
Rijeka Omišalj aero.	16	1	-0.3	-1.6	28	7	30.5	21.0	16.8
Samobor	18	1	-7.1	-8.2	56	7	28.9	22.3	20.1
Senj	20	1	-1.9	-2.8	25	7	32.0	22.8	18.9
Sibenik	20	1	0.5	-1.5	22	7	31.4	20.3	14.8
Sisak	20	1	-7.0	-8.8	51	7	29.2	24.4	22.3
Slatina	20	1	-7.8	-9.0	60	7	28.3	22.0	19.4
Slavonski Brod	20	1	-8.2	-10.0	51	7	28.5	22.4	19.6
Split Marjan	20	1	2.1	0.9	23	7	32.0	22.0	17.6
Stubičke Toplice	20	1	-7.7	-9.4	60	7	28.1	24.5	22.5
Sunja	20	1	-8.4	-9.9	60	7	28.8	23.3	20.7
Varaždin	20	1	-7.4	-9.7	50	7	28.4	21.3	17.4
Vinkovci	19	1	-7.6	-9.5	66	7	29.5	20.1	14.7
Zadar	20	2	1.4	0.8	30	7	29.2	21.8	18.3
Zadar Zemunik aero.	16	1	-0.4	-1.4	23	7	30.2	21.0	16.4
Zagreb Grič	20	1	-5.6	-6.4	39	7	29.8	22.8	19.6
Zagreb Maksimir	20	1	-6.9	-8.6	46	7	28.9	23.8	21.6
Zagreb Pleso aero.	19	1	-7.8	-9.8	54	7	29.1	23.8	21.6
Brestovac Belje	22	1	-8.9	-11.3	63	7	30.2	22.9	19.9
Lipik	21	1	-9.8	-11.6	60	7	28.9	19.2	14.1
Poljega	20	1	-7.7	-9.5	58	7	28.9	20.0	14.8
Slunj	24	1	-10.0	-11.1	58	7	28.2	19.1	14.2
Topusko	22	1	-9.9	-12.5	67	7	27.6	22.2	20.1
Županja	22	1	-8.8	-10.4	56	7	30.0	22.7	10.1

Projektna vrijednost za najhladniji mjesec u godini (zima, $\theta_{e,ht}^i$, $\theta_{e,ht}^e$, $\theta_{e,ht}^s$) i najtopliji mjesec u godini (ljetno, $\theta_{e,ht}^i$, $\theta_{e,ht}^e$, $\theta_{e,ht}^s$).

Modul 1 56

5.4.3. Proračun gubitaka topline (zima)

prema HRN EN ISO 13790

Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790, Zagreb, svibanj 2017.

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.

$$Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,g} \cdot Q_{H,g} \quad [\text{kWh}]$$

- $Q_{H,nd,cont}$ - potrebna toplinska energija za grijanje pri kontinuiranom radu (kWh);
 $Q_{H,ht}$ - ukupno izmjenjena toplinska energija u periodu grijanja (kWh);
 $Q_{H,g}$ - ukupni toplinski dobitci zgrade u periodu grijanja (ljudi, uređaji, rasvjeta i sunčevo zračenje) (kWh);
 $\eta_{H,g}$ - faktor iskorištenja toplinskih dobitaka (-)

Modul 1 57

Tri su pristupa (tipa) proračunu potrošnje energije za grijanje i hlađenje s obzirom na vremenski korak proračuna:

- kvazistacionarni proračun na bazi sezonskih vrijednosti,
- kvazistacionarni proračun na bazi mjesečnih vrijednosti i
- dinamički proračun s vremenskim korakom od jednog sata ili kraćim.

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.

Modul 1 58

Jednostavna satna metoda iterativnim postupkom proračunava satnu vrijednost potrebne toplinske snage za grijanje/hlađenje kako bi se unutar proračunske zone održala unutarnja proračunska temperatura u željenom intervalu. Prilikom proračuna satne vrijednosti potrebne toplinske snage za grijanje/hlađenje metoda se poziva na vrijednosti dobivene u prethodnom vremenskom koraku. (Prilikom proračuna početnog sata vrijednost temperature $\theta_{m,act-1}$ mora se pretpostaviti.)

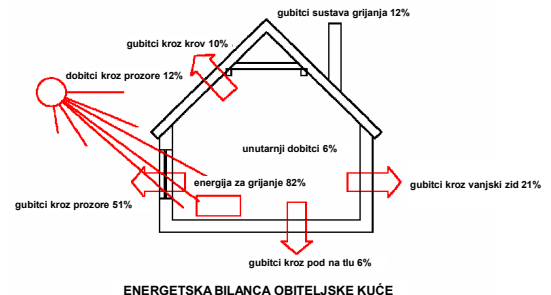
Ova satna metoda sastoji se od 3 koraka:

1. Provjera ukoliko postoji potreba za grijanje/hlađenje,
2. Određivanje stvarne potrebe za grijanje/hlađenje,
3. Provjera dostupnosti potrebne snage za grijanje/hlađenje;

Mjesečno (integracija kroz cijeli mjesec):

Godišnje (integracija kroz cijelu godinu):

Modul 1 59



Modul 1 60



 Tomislav Jozica Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Potrebni ulazni podaci za proračun $Q_{H,nd}$ [kWh]:

Klimatski podaci:

θ_e - srednja vanjska temperatura za proračunski period, ($^{\circ}\text{C}$)
 (za Referentne klimatske podatke i za Stvarne klimatske podatke);

S_S - srednja dozračenja sunčeva energija za proračunski period, (MJ/m^2)
 (za Referentne i za Stvarne klimatske podatke za mjesečni proračun).

Stvarni klimatski podaci sadržani su u tehničkom propisu koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu u zgradama.

Proračunski parametri:

θ_{int} - unutarnja proračunska temperatura pojedinih temperaturnih zona ($^{\circ}\text{C}$),
 n - broj izmjena zraka svake proračunske zone u jednom satu (h^{-1}).

Podaci o zgradi,

Podaci o termotehničkim sustavima,

Modul 1 61



 Tomislav Jozica Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Podjela na **proračunske zone** za koje se odvojeno računa potrebna energija za grijanje i hlađenje, te se za svaku zonu zasebno izdaje energetski certifikat, provodi se za dijelove zgrade ako se razlikuju:

- vrijednosti unutarnje projektne temperature za više od 4°C ,
- namjena drugačija od osnovne i to u iznosu od 10 % i više
- neto podne površine prostora veće od 50 m^2 ,
- u pogledu ugrađenog termotehničkog sustava i njegovog režima uporabe.

Proračun prema normi *HRN EN ISO 13790* moguć je na tri načina:

- cijela zgrada tretirana kao jedna zona,
- zgrada s nekoliko zona među kojima je razlika unutarnjih temperatura $< 5^{\circ}\text{C}$ pa se izmjena topline između samih zona ne uzima u obzir,
- zgrada podijeljena u nekoliko zona među kojima je razlika unutarnjih temperatura $\geq 5^{\circ}\text{C}$ te se izmjena topline između zona uzima u obzir;

Modul 1 62



 Tomislav Jozica Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Rezultati proračuna:

Izlazni rezultati proračuna prema *HRN EN ISO 13790* su mjesečni podaci za svaku zonu i ukupni sezonski podaci:

1) **REŽIM GRIJANJA**

- transmisijski toplinski gubici,
- ventilacijski toplinski gubici,
- unutarnji toplinski dobici (ljudi, rasvjeta, uređaji),
- ukupni toplinski dobici od sunčeva zračenja,
- faktor iskorištenja toplinskih dobitaka za grijanje,
- broj dana grijanja u mjesecu/godini,
- potrebna toplinska energija za grijanje svedena na grijani prostor;

2) **REŽIM HLAĐENJA**

- ukupna izmijenjena toplota transmisijom,
- ukupna izmijenjena toplota ventilacijom,
- unutarnji toplinski dobici (ljudi, rasvjeta, uređaji),
- ukupni toplinski dobici od sunčeva zračenja,
- faktor iskorištenja toplinskih gubitaka za hlađenje,
- broj dana hlađenja u mjesecu/godini,
- potrebna toplinska energija za hlađenje svedena na hlađeni prostor;

Modul 1 63



 Tomislav Jozica Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Opisana proračunska metoda temelji se na sljedećim pretpostavkama:

- raspodjele temperature zraka u prostoru i vanjske temperature zraka su jednolike;
- gubici topline računaju se za stacionarno stanje, pretpostavljajući konstantna fizikalna svojstva zraka, građevinskih elemenata i sl.

Proračun normiranog toplinskog opterećenja obuhvaća:

Proračun TRANSMISIJSKIH GUBITAKA TOPLINE

- izmjena topline kroz stijenke prostorije (zidove, strop, pod, prozore, vrata) prema susjednim prostorima različite temperature, prema vanjskom zraku ili zemlji;

Proračun VENTILACIJSKIH GUBITAKA TOPLINE

- izmjena topline zbog prisilne ili prirodne ventilacije prostora, te infiltracije kroz fuge prozora i vrata, prema vanjskom te izmjena topline ventilacijom između različitih prostora unutar zgrade.



Modul 1 64



 Tomislav Jozica Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
 Josip Jurić, Stjepan Vukobratović i Opatovci
 Faculty of Civil Engineering and Architecture Design

Hvala na pažnji i sretno na ispitu !



Modul 1 65