

# Energetska učinkovitost i certifikacija zgrada

Autor:

**prof. dr. sc. Damir Dović**



[www.esf.hr](http://www.esf.hr)



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.



## Sadržaj

PREDGOVOR.....	3
<b>1. Energetska učinkovitost i energetska svojstva zgrada .....</b>	<b>4</b>
1.1. Tehnička regulativa .....	4
1.2. Vrste zgrada .....	6
1.3. Energetski pregled i certifikat zgrade .....	8
<b>2. Proračun energetske svojstva zgrade .....</b>	<b>12</b>
2.1. Tokovi energije u zgradi .....	12
2.2. Koncept proračuna .....	14
2.3. Toplinski gubitci .....	17
2.4. Izlazne veličine proračuna .....	22
2.4.1. Isporučena energija .....	22
2.4.2. Primarna energija .....	23
2.4.3. Emisija CO <sub>2</sub> .....	23
2.4.4. Faktori primarne energije i emisije CO <sub>2</sub> .....	24
2.4.5. Udio obnovljive energije .....	26
2.5. Primjer izlaznih rezultata .....	28
<b>3. Unos podataka u računalni program .....</b>	<b>31</b>
3.1. Ovojnica zgrade .....	31
3.2. Termotehnički sustavi .....	40
<b>4. Zgrade gotovo nulte energije .....</b>	<b>51</b>
4.1. Primjeri tehničkih rješenja .....	51
4.2. Usporedba energetske svojstva .....	54
4.3. Troškovno optimalna analiza .....	61
<b>5. Zadatak za provjeru usvojenosti znanja .....</b>	<b>62</b>
Literatura .....	64
Kazalo slika .....	66
Kazalo tablica .....	67
Popis ključnih pojmova .....	68
Impressum .....	69



## PREDGOVOR

S obzirom da sektor zgradarstva sudjeluje s oko 40% u ukupnoj potrošnji primarne energije u EU i odgovoran je za 36% emisija CO<sub>2</sub>, upravo je za taj sektor od 2002. g. do danas donesena najopsežnija i najambicioznija tehnička regulativa usmjerena na smanjivanje potrošnje fosilnih goriva i povezanih emisija stakleničkih plinova. Dugoročni planovi EU o potpunoj dekarbonizaciji energetske sektora do 2050. g. oslanjaju se na ubrzanu energetske obnovu postojećih i gradnju novih zgrada koje neće proizvoditi nikakve emisije stakleničkih plinova na lokaciji zgrade, već će sve energetske potrebe pokrivati iz obnovljivih izvora. Kako bi se ostvarili ti ciljevi, a koji nose velike promjene u načinu gradnje, koncipiranja i izvedbe tehničkih rješenja, potrebna je i odgovarajuća izobrazba svih sudionika u gradnji zgrada, od projektanta do instalatera tehničkih sustava.

Ovaj priručnik namijenjen je nastavnicima i učenicima strukovnih škola koje u svojim nastavnim programima već imaju ili uvode predmete vezane uz korištenje različitih obnovljivih tehnologija za potrebe grijanja i hlađenja prostora te za pripremu potrošne tople vode, poput solarnih toplovodnih i fotonaponskih sustava, dizalica topline te toplinskih uređaja na biomasu. Priručnik je dio nastavnih materijala za predmet *Energetska učinkovitost i certifikacija zgrada*, za koji su u sklopu istog projekta pripremljeni i priručnici za Solarne toplovodne i fotonaponske sustave, Dizalice topline i Energiju vjetra, te podloge za odgovarajuće laboratorijske koje su uključene u satnicu predmeta.

U prvom dijelu priručnika dani su detalji o tehničkoj regulativi koja je odredila pravni okvir za uvođenje metodologije proračuna energetske svojstva zgrada i energetske certifikacije zgrada. U nastavku priručnika predstavljen je koncept proračuna energetske svojstva zgrade te izlazne veličine koje su osnova za određivanje minimalnih zahtjeva na energetske svojstvo koje zgrada mora zadovoljiti prije dobivanja građevinske dozvole te koje su osnova za određivanje energetske razreda zgrade. U drugom dijelu dan je prikaz unosa podataka u javno dostupni računalni program za određivanje energetske svojstva zgrada i energetske certifikacije. Ovaj računalni program učenici mogu koristiti za odabir i ocjenu mjera energetske učinkovitosti koje se odnose na toplinsku zaštitu zgrade i termotehnički sustav za grijanje prostora i pripremu potrošne tople vode, što je glavni ishod učenja ovog predmeta.

S obzirom na veliki opseg predmetnih proračunskih metoda, u priručniku su dane samo poveznice na odgovarajuće proračunske Algoritme za određivanje energetske svojstva zgrada, a koje je potrebno koristiti za detaljniji uvid u sve predviđene ulazne veličine u računalni program.

Na kraju priručnika dan je primjer tehničkih rješenja i proračuna zgrade gotovo nulte energije te opis zadatka za provjeru usvojenosti znanja nakon odslušanog predmeta *Energetska učinkovitost i certifikacija zgrada*.

# 1. Energetska učinkovitost i energetska svojstvo zgrada

## 1.1. Tehnička regulativa

Prva u nizu Direktiva o energetske učinkovitosti zgrada 2002/91/EC (EPBD I) iz 2002.g. i njezina novelacija 2010/31/EU (EPBD II) iz 2010. g. [1] donesena je s ciljem uštede energije u zgradama, promocije energetske učinkovitosti i smanjenja emisije CO<sub>2</sub>.

Direktiva utvrđuje zahtjeve za poboljšanje energetske učinkovitosti:

- uspostavu općeg okvira za metodologiju proračuna energetske učinkovitosti zgrada;
- primjenu minimalnih zahtjeva energetske učinkovitosti za nove i postojeće zgrade temeljem troškovno optimalne analize;
- povećanje broja gotovo nula energetskih zgrada (nZEB);
- energetska certificiranje zgrada;
- redovite preglede sustava grijanja i klimatizacije u zgradama;
- neovisne sustave kontrole energetskih certifikata i izvješća o pregledu.

Nakon toga, 2018. donesena je Direktiva (EU) 2018/844 o izmjeni/nadopuni Direktive 2010/31/EU o energetskim svojstvima zgrada i Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti [2]. Ova direktiva:

- predstavlja prvi od 8 pravnih akata iz 'Clean Energy for All Europeans package' koji je trebalo usvojiti za postizanje klimatskih i energetskih ciljeva 2030;
- zadržava osnovne značajke postojeće EPBD direktive (ažuriranje i pojašnjenja);
- zemlje članice moraju uspostaviti čvršće dugoročne strategije obnove (do 2050. g.);
- obveza definiranja zahtjeva na elektromobilnost u zgradama;
- uvođenje 'smartness indicator' za samoproizvodnju energije i korištenje;
- promocija 'pametnih tehnologija' (automatizacija i regulacija u zgradama);
- pozivanje na preporuke EK da sve nove zgrade moraju biti nZEB nakon 2021. g.;
- ažurirati/korigirati opći okvir za metodologiju proračuna energetske učinkovitosti - Commission mandate M/480;
- energetske značajke zgrada treba izraziti na način koji omogućuje međudržavnu usporedbu;
- obveza da se pripremi dokumentacija o ukupnom energetskom svojstvu nakon instalacije, zamjene ili nadopune svakog tehničkog sustava.

U nastavku je dan pregled zadnjih, najvećih promjena predloženih u sklopu revizije EPBD-a iz 2021.-2023. [3, 4] kako bi se ubrzao proces 100% - tne dekarbonizacije sektora zgradarstva do 2050:

- Obveza gradnje zgrada nulte emisije (Zero Emission Buildings – **ZEB**) od 2028. g. (javne namjene) –



2030.g. (sve zgrade);

- **ZEB** ne smiju proizvoditi nikakve emisije CO<sub>2</sub> na lokaciji iz fosilnih goriva. Tamo gdje je tehnički izvedivo, energija mora biti prije svega proizvedena na lokaciji iz obnovljivih izvora energije, uvezena iz zajednice obnovljivih izvora energije ili iz sustava daljinskog grijanja/hlađenja koji koristi otpadnu toplinu i/ili obnovljive izvore;
- Zabrana poticanja ugradnje toplovodnih kotlova na fosilna goriva (nakon 2025.);
- Sve zgrade moraju imati sustave automatizacije i praćenja rada sustava i parametara kvalitete zraka koji omogućuju detekciju neučinkovitog rada i daju korisniku savjete za poboljšanje učinkovitosti;
- Fokus na financijske mehanizme za energetske učinkovite obnove;
- Osiguranje kvalificirane radne snage;
  
- Definiranje minimalnih energetske standarda (od engl. minimum energy performance standards – MEPS) kod obnove, prodaje ili iznajmljivanja;
- Prijedlog MEPS-a: sve zgrade nakon 2030. moraju imati manju potrošnju energije od 15 % najlošijih zgrada, tj. nakon 2030. najmanje 15 % zgrada moraju biti obnovljene;
- Uvođenje putovnica obnove zgrada (renovation passports) s pregledom svih faza obnove; Izračun ukupne potrošnje energije kroz životni vijek zgrade (life-cycle Global Warming Potential - GWP) u energetske certifikatima;
- Definiran je obavezan sadržaj energetske certifikata (dan je template), obavezno je iskazivanje razreda A – G;
- Razred A je ZEB, A+ je zgrada koja izvozi višak PV energije na godišnjoj razini u mrežu (PV – skraćena za solarni fotonaponski sustav, engl. „PhotoVoltaics“).

Radi usklađenja s planom REPowerEU [5] države članice moraju osigurati postavljanje odgovarajućih instalacija za sunčevu energiju (PV i toplovodni kolektori):

- (a) do 31. prosinca 2026. na svim novim javnim i poslovnim zgradama korisne površine veće od 250 m<sup>2</sup>;
- (b) do 31. prosinca 2027. na svim postojećim javnim i poslovnim zgradama korisne površine veće od 250 m<sup>2</sup>;
- (c) do 31. prosinca 2029. na sve nove stambene zgrade.

U zakonodavstvo Republike Hrvatske EPBD prenesen je kroz:

- Zakon o energetske učinkovitosti [6],
- Zakon o gradnji [7],
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti u zgradama [8],
- Pravilnik o energetske pregledu zgrade i energetske certificiranju [9].

Za proračun energetske svojstva (tj.  $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $E_{del}$  i  $E_{prim}$ ) koriste se Algoritmi [10] koji su dio Metodologije energetske pregleda zgrada [11]. Proračuni se temelje na EN normama razvijenim 2007. g. za potrebe provedbe EPBD-a. U sljedećim poglavljima ovoga priručnika bit će predstavljene proračunske metode iz navedenih Algoritama.

## 1.2. Vrste zgrada

U prethodno navedenoj tehničkoj regulativi prema namjeni zgrade se dijele na:

1. višestambene zgrade
2. obiteljske kuće
3. uredske zgrade
4. zgrade za obrazovanje
5. bolnice
6. hotele i restorane
7. sportske dvorane
8. zgrade trgovine – veleprodaja i maloprodaja
9. ostale nestambene zgrade koje se griju na temperaturu +18 °C ili višu (npr.: zgrade za promet i komunikacije, terminali, postaje, pošte, telekomunikacijske zgrade, zgrade za kulturno-umjetničku djelatnost i zabavu, muzeji, knjižnice i slično)

Minimalni zahtjevi na energetske svojstvo zgrada dani su u Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama [8], ovisno o namjeni, klimatskom području i o tome radi li se o rekonstrukciji postojeće ili gradnji nove zgrade, kako je pokazano u tablicama 1 i 2.

ZAHTJEVI REKONSTRUKCI JA	Q'' <sub>H,nd</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]						E <sub>prim</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	
	kontinent, θ <sub>mm</sub> ≤ 3 °C			primorje, θ <sub>mm</sub> > 3 °C			kontinent θ <sub>mm</sub> ≤ 3 °C	primorje θ <sub>mm</sub> > 3 °C
	f <sub>0</sub> ≤ 0,20	0,20 < f <sub>0</sub> < 1,05	f <sub>0</sub> ≥ 1,05	f <sub>0</sub> ≤ 0,20	0,20 < f <sub>0</sub> < 1,05	f <sub>0</sub> ≥ 1,05		
Višestambena	50,63	40,49 + 50,73·f <sub>0</sub>	93,75	27,00	21,59 + 27,06·f <sub>0</sub>	50,00	180	130
Obiteljska kuća	50,63	40,49 + 50,73·f <sub>0</sub>	93,75	27,00	19,24 + 38,82·f <sub>0</sub>	60,00	135	80
Uredska	21,18	11,03 + 50,73·f <sub>0</sub>	64,29	17,60	12,19 + 27,06·f <sub>0</sub>	40,60	75	75
Obrazovna	14,98	4,84 + 50,73·f <sub>0</sub>	58,10	10,81	5,40 + 27,06·f <sub>0</sub>	33,83	90	75
Bolnica	23,40	13,26 + 50,73·f <sub>0</sub>	66,51	50,48	45,06 + 27,06·f <sub>0</sub>	73,48	340	330
Hotel i restoran	44,35	34,21 + 50,73·f <sub>0</sub>	87,48	12,50	7,09 + 27,06·f <sub>0</sub>	35,50	145	115
Sportska dvorana	120,49	110,35 + 50,73·f <sub>0</sub>	163,61	40,91	35,50 + 27,06·f <sub>0</sub>	63,93	420	215
Trgovina	61,14	50,99 + 50,73·f <sub>0</sub>	104,25	15,11	9,71 + 27,06·f <sub>0</sub>	38,13	475	300
Ostale nestambene	50,63	40,49 + 50,73·f <sub>0</sub>	93,75	27,00	21,59 + 27,06·f <sub>0</sub>	50,00	180	130

Tablica 1. Najveće dopuštene vrijednosti za zgrade koje idu u rekonstrukciju [8]

ZAHTJEVI ZA NOVE ZGRADE	$Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]						$E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	
	nZEB						nZEB	
VRSTA ZGRADE	kontinent, $\theta_{mm} \leq 3$ °C			primorje, $\theta_{mm} > 3$ °C			kont $\theta_{mm} \leq 3$ °C	prim $\theta_{mm} > 3$ °C
	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$		
Višestambena	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	80	50
Obiteljska kuća	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$17,16 + 38,42 \cdot f_0$	57,50	45	35
Uredska	16,94	$8,82 + 40,58 \cdot f_0$	51,43	16,19	$11,21 + 24,89 \cdot f_0$	37,34	35	25
Obrazovna	11,98	$3,86 + 40,58 \cdot f_0$	46,48	9,95	$4,97 + 24,91 \cdot f_0$	31,13	55	55
Bolnica	18,72	$10,61 + 40,58 \cdot f_0$	53,21	46,44	$41,46 + 24,89 \cdot f_0$	67,60	250	250
Hotel i restoran	35,48	$27,37 + 40,58 \cdot f_0$	69,98	11,50	$6,52 + 24,89 \cdot f_0$	32,65	90	70
Sportska dvorana	96,39	$88,28 + 40,58 \cdot f_0$	130,89	37,64	$32,66 + 24,91 \cdot f_0$	58,82	210	150
Trgovina	48,91	$40,79 + 40,58 \cdot f_0$	83,40	13,90	$8,92 + 24,91 \cdot f_0$	35,08	170	150
Ostale nestambene	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	/	/

Tablica 2. Najveće dopuštene vrijednosti za nove (nZEB) zgrade [8]

Za sve zgrade vrijedi i uvjet [8]:

$$Q''_{C,nd} \leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Za nestambene s  $f > 30\%$

$$Q''_{C,nd} \leq 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

gdje je

$Q''_{H,nd}$  – specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje, (kWh/m<sup>2</sup>a) - računski određena toplina koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade;

$Q''_{C,nd}$  – specifična godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje, (kWh/m<sup>2</sup>a) - računski određena količina topline koju sustavom hlađenja treba tijekom jedne godine odvesti iz zgrade za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja hlađenja zgrade;

$E_{prim}$  – specifična primarna energija, (kWh/m<sup>2</sup>a) - energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta ni jednom postupku pretvorbe;

$f_0$  - faktor oblika zgrade, (m<sup>-1</sup>) jest količnik oplošja, A (m<sup>2</sup>), i obujma, V<sup>e</sup> (m<sup>3</sup>), grijanog dijela zgrade.

Kod zgrada gotovo nulte potrošnje energije (nZEB) definiran je udio energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj isporučenoj energiji zgrade kao 10% za zgrade koje idu u rekonstrukciju i 30% za nove zgrade.

Pritom je

$E_{del}$  – specifična isporučena energija (kWh/m<sup>2</sup>a) - energija, izražena po nositelju energije, koja se dovodi u tehnički sustav u zgradi kroz granicu sustava kako bi se zadovoljile promatrane potrebe (za grijanjem, hlađenjem, prozračivanjem, toplom vodom za kućanstva, rasvjetom, uređajima itd.) odnosno kako bi se proizvela električna energija.

Zahtjevi na toplinsku zaštitu ovojnice dani su Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama [8] kroz najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline  $U$  W/(m<sup>2</sup>·K) građevnih dijelova, tablica 3. Pritom se dodatno uzima i utjecaj toplinskih mostova kroz povećanje U-koeficijenta pojedinog građevnog dijela ( $\Delta U=0,05-0,1$  W/m<sup>2</sup>K)

Redni broj	Građevni dio	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		$\theta_{\text{medij}} \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$		$12^\circ\text{C} < \theta_{\text{medij}} < 18 \text{ }^\circ\text{C}$	
		$\theta_{\text{medij}} \leq 3$	$\theta_{\text{medij}} > 3$	$\theta_{\text{medij}} \leq 3$	$\theta_{\text{medij}} > 3$
1.	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, zidovi prema provjetranom tavanu	0,30	0,45	0,50	0,60
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, ostali prozirni elementi ovojnice zgrade	1,60	1,80	2,50	2,80
3.	Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora, prozirnih elemenata ovojnice zgrade (U)	1,10	1,40	1,40	1,40
4.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetranom tavanu	0,25	0,30	0,40	0,50
5.	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	0,25	0,30	0,40	0,50
6.	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0 °C	0,40	0,60	0,90	1,20
7.	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,40 <sup>1)</sup>	0,50 <sup>1)</sup>	0,65 <sup>1)</sup>	0,80 <sup>1)</sup>
8.	Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom i ostakljene pregrade prema negrijanom ili provjetranom prostoru	2,00	2,40	2,90	2,90
9.	Stienke kutija za rolete	0,60	0,80	0,80	0,80
10.	Stropovi i zidovi između stanova ili između različitih grijanih posebnih dijelova zgrade (poslovnih prostora i sl.)	0,60	0,80	1,20	1,20
11.	Kupole i svjetlosne trake	2,5	2,5	2,5	2,5
12.	Vjetrobrani, promatrano u smjeru otvaranja vrata	3,0	3,0	3,0	3,0

Tablica 3. Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenata U W/(m<sup>2</sup>·K), građevnih dijelova novih zgrada i nakon rekonstrukcije postojećih zgrada, [8]

Isto je tako definiran i Minimalni razred zrakopropusnosti prozora, balkonska vrata i krovnih prozora.

Da bi se spriječilo pregrijavanje prostorija zgrade zbog djelovanja sunčeva zračenja tijekom ljeta definirani su i uvjeti na koeficijente propuštanja sunčeve energije kroz ostakljenje ( $g_{\perp}$ ) i faktori umanjenja zbog zaštite naprave za zaštitu od sunčeva zračenja ( $F_o$ ), odnosno njihovi umnošci.

Važan čimbenik koji utječe na energetska svojstva zgrada jest broj izmjena zraka,  $n$  (h<sup>-1</sup>), koji predstavlja broj izmjena unutarnjeg zraka zgrade s vanjskim zrakom u jednom satu. Kod stambenih zgrada min.  $n=0,5 \text{ h}^{-1}$ , a kod nestambenih se izračunava zasebnim Algoritmom prema namjeni zgrade.

### 1.3. Energetski pregled i certifikat zgrade

Da bi zgrada dobila građevinsku i uporabnu dozvolu, projektanti moraju u Iskaznici energetske svojstava zgrade (slika 1) dati podatke o potrošnji i strukturi energije u zgradi koja zadovoljava uvjete iz prethodnog poglavlja. Isto tako, uz glavni projekt potrebno je priložiti i energetski certifikat (slika 2) koji, između ostalog, sadrži i podatke iz Iskaznice energetske svojstava zgrade.

Energetski certifikat izdaju ovlaštene osobe koje su prošle odgovarajuću izobrazbu prema Pravilniku o osobama ovlaštenim za energetska certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled

sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi (Modul 1 i Modul 2), [12].

Izradi energetskeg certifikata prethodi provedba energetskeg pregleda koja je opisana u Metodologiji energetskeg pregleda [11] dostupnoj na web-stranicama nadležnog Ministarstva.

Energetski pregled obuhvaća fizički pregled zgrade (ovojnice i tehničkih sustava), analizu njezine dokumentacije (ovojnice i tehničkih sustava), prikupljanje i analizu podataka o potrošnji energije i vode te svih podataka potrebnih za provedbu proračuna energetskeg svojstva zgrade. Nakon izrade izvještaja o energetskeg pregledu koji sadrži rezultate proračuna energetskeg svojstva zgrade i analizu mjera poboljšanja, pristupa se izradi energetskeg certifikata u koji se unose podatci i izračunate vrijednosti iz izvještaja s energetskeg pregleda.

Prve dvije stranice certifikata sadrže numeričke podatke o potrošnji energije u zgradi i temeljem toga određenih energetskeg razreda (za  $Q''_{H,nd}$  i  $E_{prim}$ ) te podatke o ovojnici zgrade i tehničkim sustavima. Na trećoj stranici certifikata nalazi se popis prijedloga mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti. Zadnja stranica certifikata sadrži objašnjenja o prethodnim stranicama.

#### ISKAZNICA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE

prema poglavlju VI. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu  
grijanu  
na temperaturu 18 °C ili više

1. INVESTITOR	
2. OZNAKA PROJEKTA	
3. OPIS ZGRADE	
Nova zgrada ili rekonstrukcija/značajna obnova	
Naziv zgrade ili dijela zgrade	
Vrsta zgrade	
Namjena zgrade	
k.č.br. / k.o.	
Adresa / lokacija zgrade (ulica i kućni broj, poštanski broj, mjesto, nadmorska visina)	
Mjesec i godina izrade projekta	
Oplošje grijanog dijela zgrade $A$ (m <sup>2</sup> )	
Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ (m <sup>3</sup> )	
Faktor oblika zgrade $f_0$ (m <sup>-1</sup> )	
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_K$ (m <sup>2</sup> )	
Način grijanja (lokalno, etažno, centralno, mješovito)	
Prosječna unutarnja projektna temperatura grijanja °C	
Prosječna unutarnja projektna temperatura hlađenja °C	
Meteorološka postaja s nadmorskom visinom	
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,min}$ (°C)	
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,max}$ (°C)	

Obrazac 1, list 2/5

4. POTREBNA TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE ZGRADE		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	najveća dopuštena	izračunata
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a]		
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	najveća dopuštena	izračunata
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H'_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	najveći dopušteni	izračunati
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) u pogledu svojstava građevnih dijelova zgrade – za podatke iz poglavlja 4.		

5. ELEKTRIČNA ENERGIJA I SAUZ	
Godišnja potrebna električna energija za rasvjetu $E_L$ [kWh/a]	
Godišnja proizvedena električna energija iz OIE na lokaciji zgrade $E_{EL\_RES}$ [kWh/a]	
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) u pogledu svojstava elektrotehničkog sustava – za podatke iz poglavlja 5.	

5A. SUSTAV AUTOMATIZACIJE I UPRAVLJANJA ZGRADOM (SAUZ)	
Razred učinkovitosti SAUZ	
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na sustav automatizacije i upravljanja zgradom (kvalificirani elektronički potpis) – za podatke iz poglavlja 5A.	

Obrazac 1, list 4/5

6. ENERGIJA ZA TERMOTEHNIČKE SUSTAVE		
Godišnja isporučena energija za rad termotehničkih sustava $E_{ITW\_del}$ [kWh/a]		
Godišnja primarna energija za rad termotehničkih sustava $E_{ITW\_prim}$ [kWh/a]		
7. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE		
POTREBNO ZA OSTVARENJE UVJETA	OSTVARENO %	ISPUNJENO (DA/NE)
Za nove zgrade najmanje 30 %, a kod rekonstrukcije /značajne obnove 10 % godišnje isporučene energije za rad tehničkih sustava u zgradi podmiro energijom iz obnovljivih izvora energije		
Za nove zgrade kad je najmanje 60 % godišnje isporučene energije za rad tehničkih sustava podmiro iz učinkovitog sustava centraliziranog grijanja (i hlađenja), a kod rekonstrukcije/značajne obnove postojećih zgrada uključuje učinkoviti sustav centraliziranog grijanja (i hlađenja)		
Godišnja proizvedena toplinska energija iz OIE na lokaciji zgrade $E_{ITW\_RES}$ [kWh/a]		
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) u pogledu svojstava termotehničkih sustava – za podatke iz poglavlja 6. i 7.		

Obrazac 1, list 5/5

8. ENERGETSKO SVOJSTVO ZGRADE		
Godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/a]		
Godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/a]		
Godišnja primarna energija po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	najveća dopuštena	izračunata
Upisati "nZEB" ako energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) i udio obnovljivih izvora energije zadovoljavaju zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije		
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) – za podatke iz poglavlja 1., 2., 3. i 8.		
Glavni projektant zgrade (kvalificirani elektronički potpis)		
Datum i mjesto		

Slika 1. Iskaznica energetskih svojstava zgrade [8]



### ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE

prema Pravilniku o energetske pregledu zgrade i energetske certifikaciji (NN ..... )

Naziv zgrade

Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade

Ošica / facti broj      Potpisani broj      Mjesta

---

**PODACI O ZGRADI**

nova     postojeća     rekonstrukcija

Vrsta zgrade (prema Pravilniku)    odaberi vrstu zgrade prema Pravilniku iz padajućeg izbornika

Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava    odaberi iz padajućeg izbornika

Vlasnik / investitor    k.č.br.    k.o.

Ploščina korisne površine grijanog dijela zgrade  $A_v$     Godina izgradnje / rekonstrukcije

Građevinska (bruto) površina zgrade [m<sup>2</sup>]    Mjerdavna meteorološka postaja

Faktor oblika  $f_s$  [m<sup>2</sup>]    Referentna klima

---

**ENERGETSKI RAZREDI ZGRADE**

A+		
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

**nZEB**

Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{t,ud}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)]    Specifična godišnja primarna energija  $E_{p,im}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)]

D 128,88    C 82,81

Unutar zaštićene kulturno - povijesne cjeline    unutar zaštićene kulturno - povijesne cjeline

Specifična godišnja emisija CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)]<sup>1</sup>    146    0    25    50    75    100    125    150    175    >200

---

**ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT**

Oznaka energetske certifikata    Datum izdavanja    Datum važenja

Naziv ovlaštene pravne osobe    Ime i prezime imenovanice    RegistarSKI broj

---

**PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVALE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA**

Dio	Građevinski	Strojarski	Elektrotehnički
Ime i prezime ovlaštene osobe			
Naziv pravne osobe			
RegistarSKI broj			
Potpis			

<sup>1</sup> za stvarne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava

### PRIJEDLOG MJERA

- prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetske svojstva zgrade temeljem izvješća o energetske pregledu zgrade

- za nove zgrade se daju preporuke za korištenje zgrade vezano na ispunjenje temeljnog zahtjeva gospodarenja energijom, očuvanja topline i ispunjenje energetske svojstva zgrade

Redni broj	Element zgrade na koji se mjera odnosi	Opis mjera	JPP [a] <sup>1</sup>
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

---

**Opis preporučene kombinacije mjera za poboljšanje energetske svojstva zgrade**

Potencijal razreda (E <sub>pot</sub> ) <sup>2</sup>	Potencijal smanjenja CO <sub>2</sub> [t/a] <sup>3</sup>	JPP [a] <sup>1</sup>

---

**DETALJNIJE INFORMACIJE** (uključujući one koje se odnose na troškovnu učinkovitost prijedloga mjera ili preporuka)

<sup>1</sup> Jednokratni period povrata investicije izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava, izražen u godinama

<sup>2</sup> potencijal razreda za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava, izražen u E<sub>pot</sub>

<sup>3</sup> potencijal smanjenja CO<sub>2</sub> izračunat za stvarne klimatske podatke i stvarni režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava, izražen u tonama u godini

### GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE

Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka  $K_{t,ud}$  [W/(m<sup>2</sup>K)]

KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE	U [W/(m <sup>2</sup> K)] <sup>2</sup>	U <sub>adj</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ispunjeno	
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetranom tavanu			<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetranom tavanu			<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu			<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže			<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C			<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozorni elementi pročelja			<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Vanjska vrata s neprozirnim krilom			<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade			<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Izmjereni protok zraka prilikom ispitivanja zrakopropusnosti prema važećem PRUETZZ na izgrađenoj novoj ili rekonstruiranoj postojećoj zgradi prije tehničkog pregleda zgrade, $n_{50}$ [h <sup>-1</sup> ]				

---

**PODACI O TEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE**

Način grijanja zgrade     lokalno     etažno     centralno     nema

Način pripreme potrošne tople vode     lokalno     centralno     nema

Izvor energije za grijanje zgrade     prirodni plin     ukapljeni naftni plin     nema

loživo ulje     električna energija

drvo (čjepanice)     drvena biomasa

daljinski izvor     daljinski izvor

Izvor energije za pripremu potrošne tople vode     prirodni plin     ukapljeni naftni plin     nema

loživo ulje     električna energija

drvo (čjepanice)     drvena biomasa

daljinski izvor     daljinski izvor

Način hlađenja zgrade     lokalno     etažno     centralno     nema

Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade     električna energija     nema

Vrsta ventilacije     prisilna bez sustava povrata topline     prisilna sa sustavom povrata topline     prirodna

Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima     dizalica topline     solarni kolektori     nema

biomasa     fotonapon

...     ...

Postoji sustav automatizacije i upravljanja zgradom (SAUZ)     DA     NE

Postoji sustav samoregulacije     DA     NE

Zgrada ima dizalo     DA     NE

---

**ENERGETSKE POTREBE**

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{t,ud}$	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI <sup>1</sup>		STVARNI KLIMATSKI PODACI <sup>1</sup>	
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{t,hl}$				
Godišnja potrebna energija za rasvjetu $E_L$				
Godišnja isporučena energija $E_{im}$				
Godišnja primarna energija $E_{p,im}$				

---

**OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE**

Godišnja proizvedena električna energija iz OIE na lokaciji zgrade  $E_{el,oe}$  [kWh/a]

Godišnja proizvedena toplinska energija iz OIE na lokaciji zgrade  $E_{th,oe}$  [kWh/a]

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]

<sup>1</sup> opisane se u Uvjetima za prethodni građevinski dijelove zgrade (najveći ukupni ploština)

<sup>2</sup> za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava

### OBJAŠNJEŠE SADRŽAJA ENERGETSKOG CERTIFIKATA

**Općenito**

Energetski certifikat je certifikat iz kojega je vidljivo energetske svojstvo zgrade ili samostalne uporabne cjeline zgrade izračunato u skladu sa Metodologijom provođenja energetske pregleda zgrade.

Energetski certifikat daje i prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetske svojstva zgrade radi smanjenja potrošne energije.

Zgrade se klasificiraju u jedan od ukupno 8 energetske razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G), gdje A+ označava energetske najpovoljniji, a G energetske najnepovoljniji razred.

Rok važenja energetske certifikata je 10 godina.

Energetski certifikat se odnosi na zgradu u cjelini ili na samostalnu uporabnu cjelinu.

**Prva stranica**

Navode se osnovni podaci o zgradi. Za promatrane zgrade navedene su vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje  $Q_{t,ud}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje primarne energije  $E_{p,im}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] izračunate prema Algoritmima za izradu energetske svojstva zgrade za referentne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava (npr. propisana unutarnja proračunska temperatura u sezoni grijanja/hlađenja, standardno razdoblje korištenja, propisano vrijeme rada sustava grijanja/hlađenja/ventilacije/klimatizacije/rasvjetu), na temelju kojih se određuju dva energetske razreda promatrane zgrade, grafički prikazani u strelicama.

Referentni klimatski podaci su klimatski podaci za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog i za područje primorskog dijela Hrvatske.

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

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{t,ud}$  [kWh/a] je 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.

Godišnja primarna energija  $E_{p,im}$  [kWh/a] je računski određena godišnja energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvignuta niti jednom postupku pretvorbe.

nZEB (nearly Zero-Energy Building - zgrada gotovo nulte energije) je zgrada koja ima vrlo visoka energetske svojstva utvrđena u skladu s TPUEZZ<sup>7</sup>.

Navodi se podatak je li zgrada ima status pojedinačno zaštićene kulturno dobra (Z) ili se nalazi unutar zaštićene kulturno-povijesne cjeline (C).

Navedena vrijednost specifične godišnje emisije CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] izračunata je za stvarne klimatske podatke i Algoritmom propisan režim korištenja prostora i rada tehničkih sustava, te grafički prikazana.

Navodi se datum izdavanja i datum važenja certifikata, te podaci o osobama koje su sudjele u izradi energetske certifikata. Ukoliko se radi o zgradi sa složenim tehničkim sustavom, u provedbi energetske pregleda i izradi energetske certifikata moraju sudjelovati sve tri struke.

**Druga stranica**

Navode se izračunate vrijednosti koeficijenta prolaska topline pojedinih građevinskih dijelova zgrade za prethodne građevne dijelove zgrade (najveći ukupni ploština) i pripadajuće vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenta prolaska topline propisane u TPUEZZ<sup>7</sup>. Opisani su tehnički sustav zgrade (grijanje, priprema potrošne tople vode, hlađenje, ventilacija, obnovljivi izvori energije, sustav automatizacije i upravljanja zgradom, sustav samoregulacije), podatak o ugrađenosti dizala, te su navedene vrijednosti proračunskih parametara izračunatih u sklopu energetske potreba zgrade za referentne i stvarne klimatske podatke.

Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje  $Q_{t,hl}$  [kWh/a] je računski određena količina topline koju sustavom hlađenja treba tijekom jedne godine odvesti iz zgrade za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja hlađenja zgrade.

Godišnja potrebna energija za rasvjetu  $E_L$  [kWh/a] je računski određena količina godišnje potrebne energije za unutarnju rasvjetu što uključuje potrebnu energiju za osvjetljavanje prostora, te parazitarne gubitke na sustavu kontrole rada rasvjete.

Godišnja isporučena energija  $E_{im}$  [kWh/a] je godišnja potrebna količina energije, izražen u nositelju energije, koja se dovodi u tehnički sustav u zgradi kroz granicu sustava kako bi se zadovoljile potrebe za grijanjem, hlađenjem, ventilacijom i klimatizacijom, potrošnom toplom vodom i rasvjetom.

Na kraju stranice se navodi podatak o proizvodnji obnovljive energije (električne i toplinske) na lokaciji zgrade.

**Treća stranica**

Navodi prijedlog mjera za povećanje energetske svojstva zgrade s prikazom jednostavnog perioda povrata investicije JPP u godinama za svaku predloženu mjeru. Za preporučenu kombinaciju mjera za poboljšanje energetske svojstva zgrade, koja se u konačnici predlaže, istaknuta je potencijal energetske razreda (E<sub>pot</sub>)<sup>2</sup>, godišnji potencijal smanjenja CO<sub>2</sub> i jednostavni period povrata investicije JPP u godinama.

<sup>7</sup> Tehnički pregled o racionalnoj upotrebi energije i toplinske zaštiti u zgradama

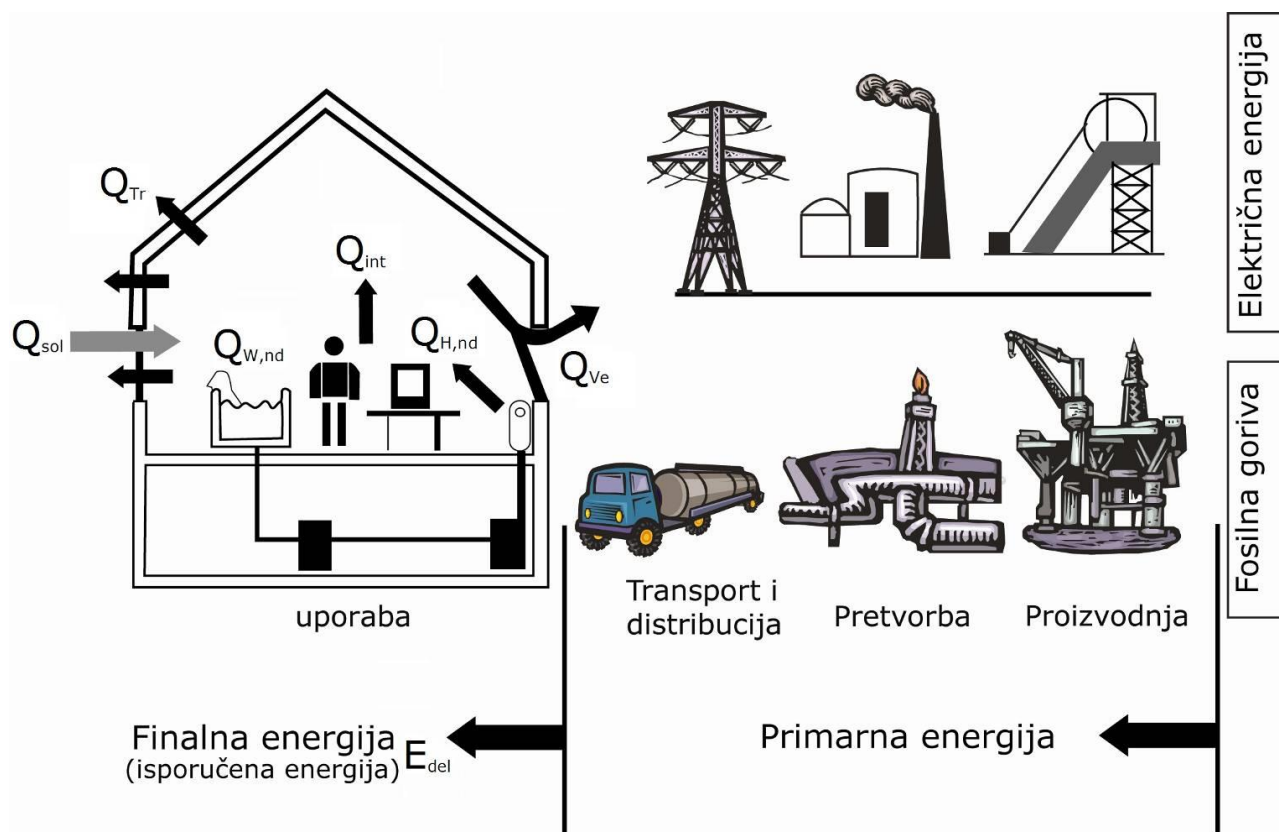
Slika 2. Energetski certifikat zgrade [9]

## 2. Proračun energetskeg svojstva zgrade

### 2.1. Tokovi energije u zgradi

Metodologija proračuna energetskeg svojstva zgrada obuhvaća sve energetske tokove zgrade i pretvorbu energije od primarne do isporučene (slika 3). Isporučena energija obuhvaća svu energiju isporučenu tehničkim sustavima za održavanje željene temperature u zgradi, bilo da se radi o toplinskoj energiji, toplinskom ekvivalentu energije goriva ili električnoj energiji. Ta energija izvan granica zgrade mora proći određenu obradu da bi se isporučila zgradi. Za tu se pripremu mora upotrijebiti dodatna energija, npr. za vađenje nafte i plina, njihovu preradu te transport. Isto tako, pri proizvodnji električne energije u termoelektranama potrebno je potrošiti gotovo dvaput više toplinske nego što se dobije električne energije. Tomu još treba pridodati gubitke kod distribucije električne energije. Dodatnu energiju za pripremu i transport trebaju i neki obnovljivi izvori, kao što je npr. biomasa (za sječu i transport).

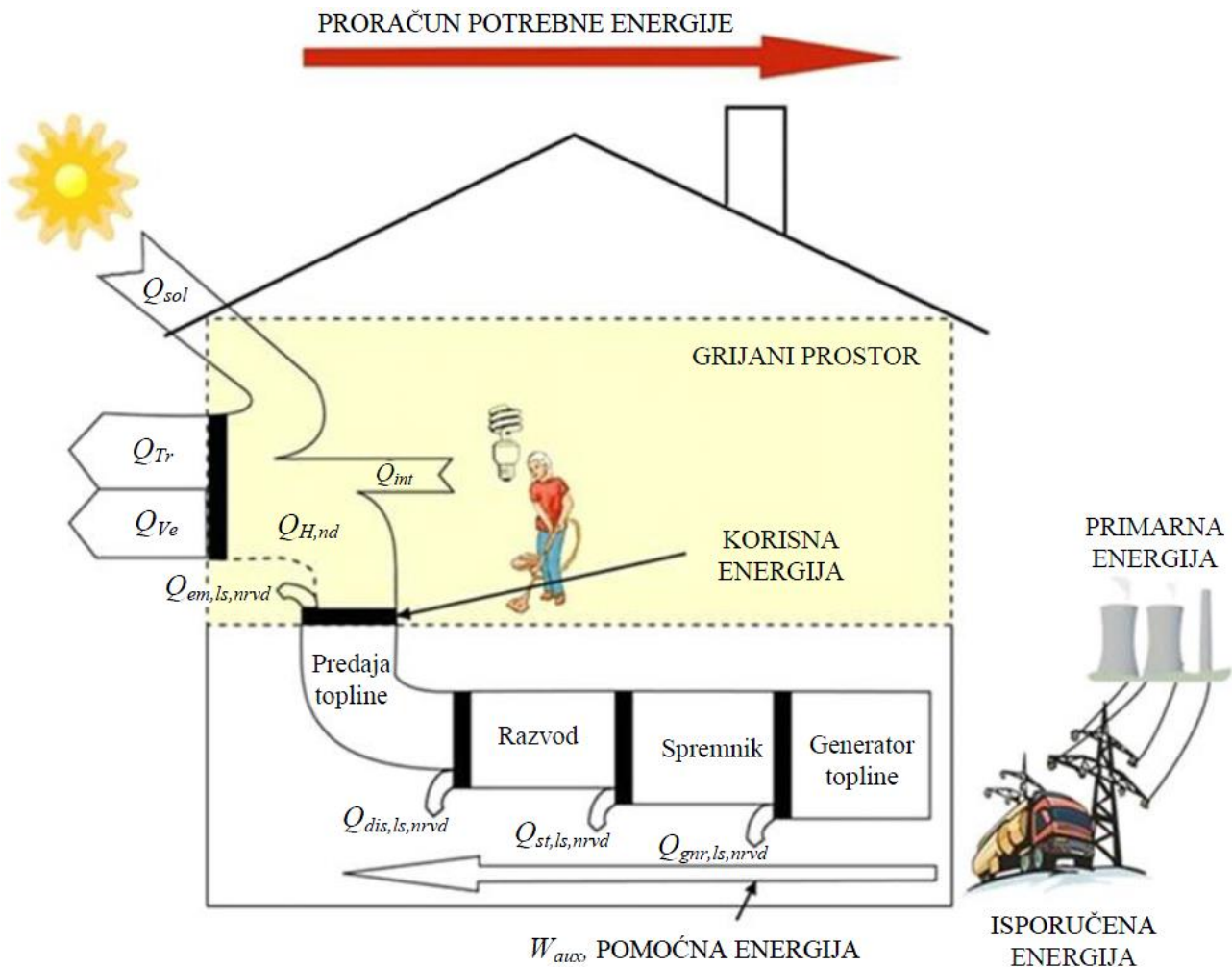
Kada se zbroji isporučena energija zgradi i ona dodatna, potrebna za njezinu pripremu i transport, dobije se primarna energija koja predstavlja stvarnu mjeru utjecaja potrošnje energije u zgradi na okoliš. Ta se dodatna energija izvan zgrade uzima u obzir preko faktora primarne energije s kojima se množi isporučena energija, kako je pokazano u nastavku.



Slika 3. Tokovi energije u zgradi i izvan nje - isporučena i primarna energija zgrade



Ipak, najveći dio proračuna energetskeg svojstva zgrade otpada na proračun toplinskih gubitaka unutar nje same (slika 4).



Slika 4. Korisna energija, toplinski gubitci kroz ovojnicu i u tehničkim sustavima zgrade

Toplinska energija koju je potrebno dovesti u prostor zgrade tehničkim sustavima jest razlika:

- toplinskih gubitaka transmisijom kroz ovojnicu zgrade (zidove, prozore, krov, pod) zbrojenih s toplinskim gubitcima uslijed ventilacije (inifiltracijski gubitci kroz zatore u prozorima, vratima i/ili zbog prisilne ventilacije prostora) i
- toplinskih dobitaka od sunčeva zračenja (apsorpcija u zidovima, krovu te propušteno zračenje kroz prozirne/ostakljene površine) zbrojenih s unutarnjim toplinskim dobitcima od rasvjete, uređaja i ljudi.

Pri dovođenju te toplinske energije u prostor nastaju novi toplinski gubitci (slika 4) i to:

- na podsustavu predaje topline (ogrjevnim tijelima-zbog viših temperatura i koeficijenta prijelaza topline uz vanjske zidove, temperaturne stratifikacije po visini, varijacije temperature zbog rada

regulacije);

- podsustavu razvoda (cjevovodima, kanalima – toplinski gubitci kroz stijenku cijevi/izolaciju prema okolini ili zidu u koji su ugrađeni);

- spremniku tople vode (toplinski gubitci kroz izolaciju);

- te na samom generatoru topline (npr. toplinski gubici dimnim plinovima kroz dimnjak, toplinski gubici kroz ovojnici kotla i dr.).

Treba još pridodati i pomoćnu energiju za pogon uređaja za transport radnog medija (npr. pumpe, ventilatori) te regulacije.

Kada se zbroji toplinska energija dovedena prostoru, toplinski gubitci u tehničkom sustavu te pomoćna energija, dobije se isporučena energija koja je osnova za proračun primarne energije zgrade.

Primarna energija zgrade veličina je koja se potom koristi za ocjenu zadovoljavanja minimalnih uvjeta na energetska svojstva zgrade i određivanje razreda u energetska certifikatu.

## 2.2. Koncept proračuna

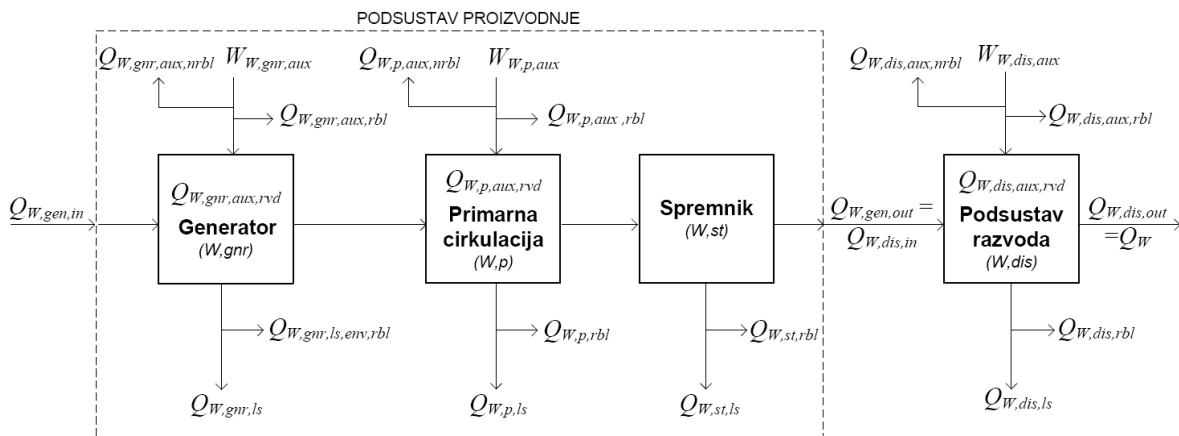
Metoda proračuna temelji se na određivanju toplinskih gubitaka i energije potrebne za pogon pomoćnih uređaja u sljedećim podsustavima na koje se dijeli promatrani termotehnički sustav:

- podsustav predaje toplinske energije u prostor (ogrjevna tijela) uključujući regulaciju
- podsustav razvoda ogrjevnog medija i potrošne tople vode, uključujući regulaciju
- podsustav proizvodnje toplinske energije, uključujući spremnik i cjevovode primarne cirkulacije do generatora topline (kotla) te regulaciju.

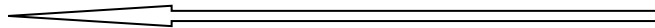
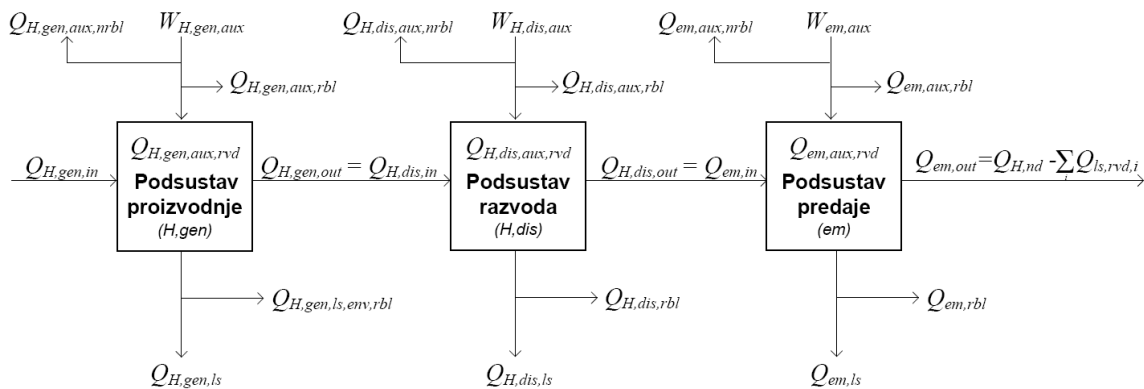
Shematski prikaz podjele termotehničkog sustava grijanja i pripreme *potrošne tople vode* -PTV na podsustave prikazan je na slici 5.

**Napomena** U predmetnoj tehničkoj regulativi pojam tehnički sustav obuhvaća termotehnički sustav (sustav za grijanje i hlađenje prostora, ventilaciju i klimatizaciju prostora te za pripremu PTV-a), fotonaponski sustav i sustav rasvjete.

## PRIPREMA PTV-a



## GRIJANJE



Tijek proračuna

Slika 5. Podjela termotehničkog sustava pripreme potrošne tople vode (PTV) i grijanja prostora na podsustave s prikazom ulazno/izlaznih veličina, [10]

Ulazne veličine u proračun jesu potrebna toplinska energija za grijanje prostora,  $Q_{H,nd}$ , (prema HRN EN 13790) i pripremu potrošne tople vode,  $Q_W$ , (prema HRN EN 15316-3-1) u promatranom periodu. Temeljem tih veličina provodi se proračun toplinskih gubitaka i energije potrebne za pogon pomoćnih uređaja u svim podsustavima sa slike 5 te isporučene energije (gorivom) u sustav. Proračun se može provesti na godišnjoj, sezonskoj, mjesečnoj, dnevnoj ili satnoj razini. U većini slučajeva preporučuje se razmatrati zasebno cjelokupni period sezone grijanja i period izvan nje. To ne vrijedi u slučaju proračuna solarnog sustava i dizalice topline kada se proračun mora provesti na razini mjeseca i sati tijekom godine.

Potrebna toplinska energija za grijanje definirana je u [10] kao

$$Q_{H,nd} = (Q_{Tr} + Q_{Ve}) - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} \quad [\text{kWh}] \quad (1)$$

$Q_{Tr}$  – transmisijski toplinski gubitci (kWh),

$Q_{Ve}$  – ventilacijski toplinski gubitci (kWh),

$Q_{H,gn}$  – toplinski dobitci od ljudi, uređaja, rasvjete i sunčeva zračenja (kWh),

$\eta_{H,gn}$  – stupanj iskorištenja toplinskih dobitaka (-), prema Jedn. (52)÷(56) iz HRN EN 13790.

Ulazna veličina u proračun je toplinska energija  $Q_{em,out}$  koju je podsustavom predaje, tj. ogrjevnim tijelima, potrebno predati u grijani prostor, a računa se iterativno prema

$$Q_{em,out} = Q_{H,nd} - \sum_i Q_{ls,rvd,i} \quad [\text{kWh}] \quad (2)$$

$\sum_i Q_{ls,rvd,i}$  - zbroj svih iskorištenih toplinskih gubitaka sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode (kWh);

pri čemu iskorišteni gubitak  $Q_{ls,rvd,i}$  predstavlja stvarno iskorišteni dio pojedinog iskoristivog gubitka  $Q_{rbl,i}$ , odnosno

$$Q_{ls,rvd,i} = \eta_{rvd} \cdot Q_{rbl,i} \quad [\text{kWh}] \quad (3)$$

gdje je stupanj iskorištenja iskoristivih gubitaka,  $\eta_{rvd}$  stupanj iskorištenja iskoristivih gubitaka

Toplinska energija na ulazu u pojedini podsustav računa se kao

$$Q_{in} = Q_{out} - \sum_i Q_{aux,rvd,i} + Q_{ls} \quad [\text{kWh}] \quad (4)$$

$Q_{in}$  – toplinska energija na ulazu u podsustav (kWh),

$Q_{out}$  – toplinska energija na izlazu iz podsustava (kWh),

$Q_{aux,rvd,i}$  – vraćena pomoćna energija u podsustav (kWh),

$Q_{ls}$  – ukupni toplinski gubici podsustava (kWh).

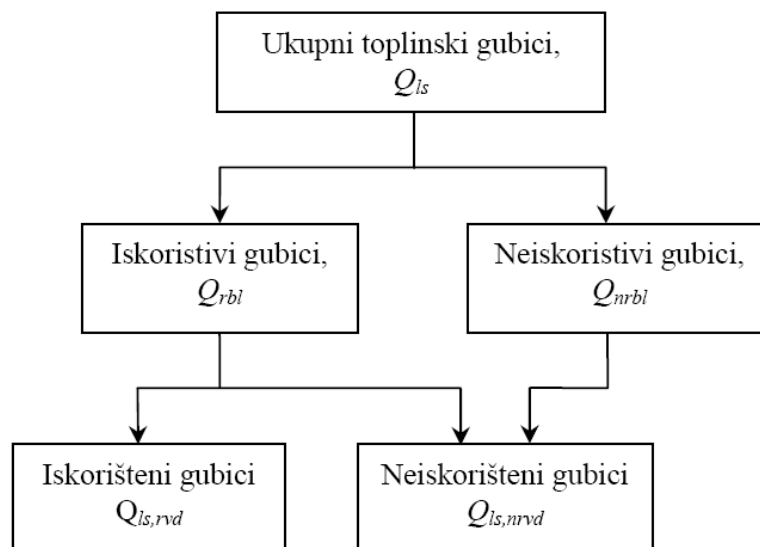
Primjenjujući Jedn. (4) na svaki podsustav sa slike 5, na kraju se dobije potrebna toplinska energija koju je gorivom potrebno isporučiti u sustav grijanja  $Q_{H,gen,in}$  i u sustav pripreme PTV-a  $Q_{W,gen,in}$ . Temeljem tih vrijednosti i izračunate ukupne potrebne pomoćne električne energije, računa se isporučena i primarna energija kao što je pokazano u nastavku.

## 2.3. Toplinski gubitci

Ukupni toplinski gubitci (index  $l_s$  - engl. loss) dijele se na (slika 6):

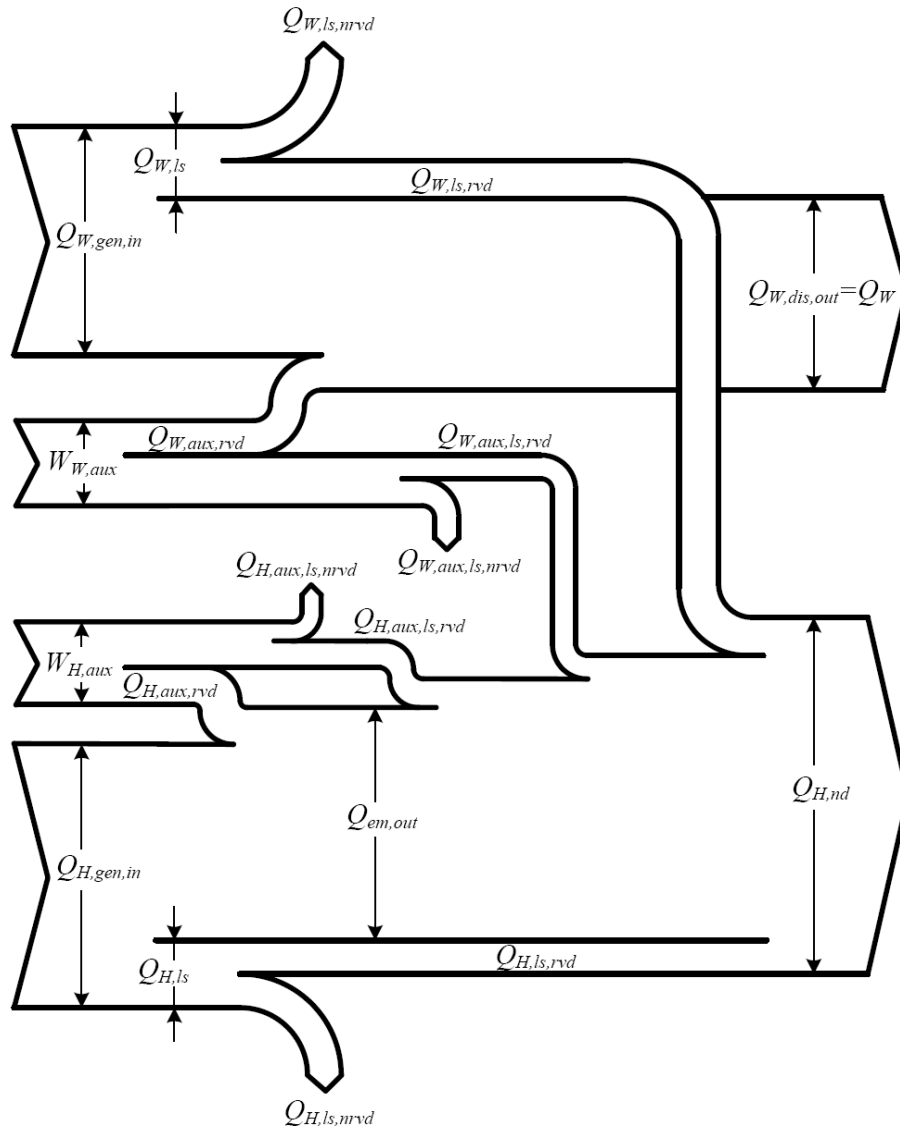
- **iskoristive gubitke** (index  $rbl$  - engl. recoverable) – to su oni toplinski gubitci dijelova sustava (kotlova, spremnika, cjevovoda, regulacije i dr.) koji se mogu vratiti u grijani prostor tijekom sezone grijanja i umanjiti toplinsku energiju koju je ogrjevnim tijelima potrebno isporučiti u grijani prostor  $Q_{em,out}$
- **neiskoristive gubitke** (index  $nrbl$  – engl. non-recoverable) – to su oni toplinski gubici koji se ne mogu iskoristiti za grijanje prostora, a predstavljaju razliku ukupnih i iskoristivih toplinskih gubitaka
- **iskorištene gubitke** (index  $l_s,rvd$  - engl. losses, recovered) – predstavljaju stvarno iskorišteni dio iskoristivih gubitaka za smanjenje  $Q_{em,out}$  (npr. dio iskoristivih toplinskih gubitaka cjevovoda uzrokovat će povećanje temperature iznad zone boravka, tj. >1,8 m od poda, pa se stoga smatra neiskorištenim)
- **neiskorištene gubitke** (index  $l_s,nrvd$  - engl. losses, nonrecovered) - predstavljaju u konačnici neiskorišteni dio ukupnih gubitaka koji se nije iskoristio za smanjenje  $Q_{em,out}$ , i računaju se kao razlika ukupnih i iskorištenih gubitaka .

**Vraćena pomoćna energija** (index  $rvd$  - engl. recovered) onaj je dio energije potrebne za pogon pojedinog pomoćnog uređaja (pumpe, ventilatora, plamenika i dr.) koja se direktno vraća radnom mediju i zraku za izgaranje. Preostali dio pomoćne energije predaje se u okolinu kao iskoristivi i/ili neiskoristivi toplinski gubitak.



Slika 6. Podjela toplinskih gubitaka [10]

Slika 7 prikazuje način određivanja isporučene energije u termotehnički sustav za zadanu potrebnu toplinsku energiju (korisnu energiju) te za izračunate iskorištene i neiskorištene toplinske gubitke u pojedinim dijelovima sustava.



Slika 7. Energetski tokovi u termotehničkom sustavu za grijanje i pripremu PTV-a, [10]

Gdje je:

- $Q_W$  – potrebna toplinska energija za pripremu PTV-a (kWh),
- $Q_{H,nd}$  – potrebna toplinska energija za grijanje prostora (kWh),
- $Q_{W,dis,out}$  – toplinska energija na izlazu iz podsustava razvoda PTV-a (kWh),
- $Q_{em,out}$  – toplinska energija na izlazu iz podsustava predaje (kWh),
- $Q_{W,ls,rvd}$  – iskorišteni toplinski gubitci sustava pripreme PTV-a (kWh),
- $Q_{H,ls,rvd}$  – iskorišteni toplinski gubitci sustava grijanja (kWh),

$Q_{W,ls,nrvd}$	– neiskorišteni toplinski gubitci sustava pripreme PTV-a (kWh),
$Q_{H,ls,nrvd}$	– neiskorišteni toplinski gubitci sustava grijanja (kWh),
$Q_{W,ls}$	– ukupni toplinski gubitci sustava pripreme PTV-a (kWh),
$Q_{H,ls}$	– ukupni toplinski gubitci sustava grijanja (kWh),
$Q_{W,aux,ls,rvd}$	– iskorišteni toplinski gubitci pomoćnih uređaja sustava pripreme PTV-a (kWh),
$Q_{H,aux,ls,rvd}$	– iskorišteni toplinski gubitci pomoćnih uređaja sustava grijanja (kWh),
$Q_{W,aux,ls,nrvd}$	– neiskorišteni topl. gubitci pomoćnih uređaja sustava pripreme PTV-a (kWh),
$Q_{H,aux,ls,nrvd}$	– neiskorišteni toplinski gubitci pomoćnih uređaja sustava grijanja (kWh),
$Q_{W,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija u sustav pripreme PTV-a (kWh),
$Q_{H,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija u sustav grijanja (kWh),
$W_{W,aux}$	– pomoćna energija sustava pripreme PTV-a (kWh),
$W_{H,aux}$	– pomoćna energija sustava grijanja (kWh),
$Q_{W,gen,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav proizvodnje PTV-a (kWh),
$Q_{H,gen,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav proizvodnje (kWh).

Iznos vraćene pomoćne energije radnom mediju,  $Q_{aux,rvd}$ , (u formi toplinske energije uslijed trenja fluida kod strujanja i npr. disipacije energije zbog vrtloženja i trenja na rotoru pumpe) u promatranom se periodu, za pojedini podsustav, načelno računa prema sljedećem izrazu:

$$Q_{aux,rvd} = A \cdot W_{aux} \quad [\text{kWh}] \quad (5)$$

gdje je

$A$  – udio vraćene pomoćne energije radnom mediju karakterističan za pojedini podsustav (-) (npr.  $A=0,75$ ),

$W_{aux}$  – potrebna pomoćna energija za pojedini podsustav (kWh).

Iznos iskoristive pomoćne energije koja se u promatranom periodu vraća u prostor,  $Q_{aux,rbl}$ , za pojedini podsustav (npr. u formi toplinskih gubitaka kroz kućište pumpe) načelno se računa prema sljedećem izrazu:

$$Q_{aux,rbl} = B \cdot W_{aux} \quad [\text{kWh}] \quad (6)$$

gdje je

$B$  – udio iskoristive pomoćne energije, karakterističan za pojedini podsustav (-) (npr.  $B=0,25$ ),

$W_{aux}$  – potrebna pomoćna energija za pojedini podsustav (kWh).

Iz slike 7 vidljivo je da je energija koju je potrebno dovesti u sustav grijanja prostora  $Q_{H,gen,in}$  jednaka potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje  $Q_{H,nd}$  uvećanoj za neiskorištene gubitke  $Q_{H,ls,nrvd}$  (umanjeno za vraćenu pomoćnu energiju u sustav grijanja  $Q_{H,aux,rvd}$  koju se ipak treba držati što manjom, jer se radi o skupoj električnoj energiji), Jedn. (7).

$$Q_{H,gen,in} = Q_{H,nd} + Q_{H,ls,nrvd} - Q_{H,aux,rvd} \quad [\text{kWh}] \quad (7)$$

Analogno vrijedi i za sustav pripreme PTV-a, tj.  $Q_{W,gen,in}$ . Stoga je potrebno maksimalno smanjiti toplinske gubitke u sustavu, a one neizbježne generirati u prostoru koji se grije kako bi ih se u što većoj mjeri iskoristilo za grijanje prostora. Na žalost, to nije moguće u ljetnim mjesecima kada nema potrebe za grijanjem prostora pa su tada svi iskorišteni gubitci zapravo jednaki nuli.

Toplinski gubitci i pomoćna energija izračunavaju se zasebno za svaki podsustav prema odgovarajućim normama:

1. *HRN EN 15316-2-1:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 2-1: Sustavi za grijanje prostora zračenjem topline
2. *HRN EN 15316-2-3:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 2-3: Razvodi sustava grijanja prostora
3. *HRN EN 15316-4-1:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-1: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem (kotlovi)
4. *HRN EN 15316-4-7:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-7: Sustavi za proizvodnju topline izgaranjem biomase
5. *HRN EN 15316-3-1:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-1: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, pokazatelji potreba prema izljevnome mjestu
6. *HRN EN 15316-3-2:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-2: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, razvod
7. *HRN EN 15316-3-3:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 3-3: Sustavi za pripremu potrošne tople vode, zagrijavanje
8. *HRN EN 15316-4-2:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-2: Sustavi za proizvodnju topline, sustavi dizalica topline
9. *HRN EN 15316-4-3:2008* Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-3: Sustavi za proizvodnju topline, toplinski sustavi sunčeva zračenja

Ostale norme koje se koriste za proračun energetske svojstva zgrada

10. *HRN EN 15241:2008* Ventilacija u zgradama – Metode proračuna energijskih gubitaka zbog



ventilacije i infiltracije u poslovnim zgradama

11. HRN EN 15242:2008 Ventilacija u zgradama – Metode proračuna za određivanje protoka zraka u zgradama uključujući infiltraciju
12. HRN EN 15243:2008 Ventilacija u zgradama – Proračun temperatura, opterećenja i energije u prostorijama zgrada sa sustavima klimatizacije prostora
13. HRN EN 15316-4-4:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-4: Sustavi za proizvodnju topline, sustavi kogeneracije uklopljeni u zgradu
14. HRN EN 15316-4-5:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-5: Sustavi za proizvodnju topline za grijanje prostora, pokazatelji i kvaliteta daljinskog grijanja i sustava velikih volumena
15. HRN EN 15316-4-6:2008 Sustavi grijanja u zgradama – Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – Dio 4-6: Sustavi za proizvodnju topline, fotonaponski sustavi
16. HRN EN 15193:2008 Energijska svojstva zgrade – Energijski zahtjevi za rasvjetu

Ove su norme obuhvaćene sljedećim Algoritmima [10] koji omogućuju proračune u tabličnim kalkulatorima, odnosno koji su implementirani u nacionalni računalni program MGIPU energetski certifikator [13]:

1. Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790
2. Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode
3. Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade
4. Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama: Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi
5. Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama: Energijski zahtjevi za rasvjetu

Algoritmi [10] i računalni program [13] javno su dostupni na stranicama nadležnog ministarstva.

Isto tako, na njima se mogu pronaći i meteorološki podatci koji se koriste u proračunima (za kontinentalnu i primorsku klimu, tj. područje Zagreba i Splita), [14]. Ovdje treba napomenuti da se zbog uvođenja satne metode proračuna za 8760 h računalni programi moraju prilagoditi korištenju EU Joint research centre (JRC) baze podataka PVGIS [15] dostupnih za bilo koju lokaciju u EU i većem dijelu svijeta. Korištenje tih meteoroloških podataka opisano je u Algoritmu za pripremu meteoroloških podataka kod izračuna energijskog svojstva zgrada [16].

## 2.4. Izlazne veličine proračuna

### 2.4.1. Isporučena energija

Za sustav grijanja (s jednim generatorom topline) isporučena energija,  $E_{H,del}$ , računa se prema sljedećem izrazu:

$$E_{H,del} = Q_{H,gen,in} + (W_{em,aux} + W_{H,dis,aux} + W_{H,gen,aux}) \quad [\text{kWh}] \quad (8)$$

gdje je

- $Q_{H,gen,in}$  – energija isporučena generatoru topline (kWh),
- $W_{em,aux}$  – energija potrebna za pogon pomoćnih uređaja podsustava predaje (kWh),
- $W_{H,dis,aux}$  – energija potrebna za pogon pomoćnih uređaja podsustava distribucije (kWh),
- $W_{H,gen,aux}$  – energija potrebna za pogon pomoćnih uređaja podsustava proizvodnje (kWh).

Za sustav pripreme PTV-a (s jednim generatorom topline) isporučena energija,  $E_{W,del}$ , računa se prema sljedećem izrazu:

$$E_{W,del} = Q_{W,gen,in} + (W_{W,dis,aux} + W_{W,gen,aux}) \quad [\text{kWh}] \quad (9)$$

gdje je

- $Q_{W,gen,in}$  – energija isporučena generatoru topline (kWh),
- $W_{W,dis,aux}$  – energija potrebna za pogon pomoćnih uređaja podsustava distribucije (kWh),
- $W_{W,gen,aux}$  – energija potrebna za pogon pomoćnih uređaja podsustava generacije (kWh).

Ako promatramo sustav s instaliranom dizalicom topline, vrijedi sljedeći izraz:

$$W_{H,gen,aux} + W_{W,gen,aux} = W_{HW,gen,aux} \quad [\text{kWh}] \quad (10)$$

Ukupna isporučena energija za termotehnički sustav zgrade računa se prema sljedećem izrazu:

$$E_{del} = E_{H,del} + E_{W,del} \quad [\text{kWh}] \quad (11)$$

*NAPOMENA: Obnovljiva se energija ne računa u isporučenu.*

## 2.4.2. Primarna energija

Proračun potrebne primarne energije provodi se, načelno, prema sljedećem izrazu:

$$E_{prim} = \sum_i (f_{p,i} \cdot Q_{gen,in}) + \sum_j (f_{p,el} \cdot W_{aux,j}) \quad [\text{kWh}] \quad (12)$$

gdje je

- $Q_{gen,in,i}$  – isporučena energija  $i$ -tom generatoru topline (kWh),
- $W_{aux,j}$  – energija za pogon pojedinog pomoćnog uređaja (kWh),
- $f_{p,i}$  – faktor primarne energije za  $i$ -ti izvor energije (-),
- $f_{p,el}$  – faktor primarne energije za električnu energiju (-).

Za sustav grijanja (s jednim generatorom topline) potrebna primarna energija,  $E_{H,prim}$ , računa se prema sljedećem izrazu:

$$E_{H,prim} = Q_{H,gen,in} \cdot f_{p,i} + (W_{em,aux} + W_{H,dis,aux} + W_{H,gen,aux}) \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}] \quad (13)$$

gdje je

- $f_{p,i}$  – faktor primarne energije za  $i$ -ti izvor energije (-);
- $f_{p,el}$  – faktor primarne energije za električnu energiju (-).

Za sustav pripreme PTV-a (s jednim generatorom topline) potrebna primarna energija,  $E_{W,prim}$ , računa se prema sljedećem izrazu:

$$E_{W,prim} = Q_{W,gen,in} \cdot f_{p,i} + (W_{W,dis,aux} + W_{W,gen,aux}) \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}] \quad (14)$$

gdje je

- $f_{p,el}$  – faktor primarne energije za električnu energiju (-).

Ukupna primarna energija za termotehnički sustav zgrade,  $E_{prim}$ , računa se prema sljedećem izrazu:

$$E_{prim} = E_{H,prim} + E_{W,prim} \quad [\text{kWh}] \quad (15)$$

## 2.4.3. Emisija CO<sub>2</sub>

Emisija CO<sub>2</sub> računa se prema isporučenoj energiji u sustav

$$\text{CO}_2 = (Q_{H,gen,in} + Q_{W,gen,in}) \cdot C_{p,i} + (W_{em,aux} + W_{H,dis,aux} + W_{H,gen,aux} + W_{W,dis,aux} + W_{W,gen,aux}) \cdot C_{el} \quad [\text{kg}] \quad (17)$$

- $C_{p,i}$  - faktor pretvorbe za  $i$ -ti izvor energije (-),
- $C_{el}$  - faktor pretvorbe za električnu energiju (-).

## 2.4.4. Faktori primarne energije i emisije CO<sub>2</sub>

Trenutno važeći faktori primarne energije i emisije CO<sub>2</sub> dostupni su na web -stranicama nadležnog ministarstva [17] i prikazani u tablici 4.

Energent	Faktor primarne energije [-]	Emisija CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /GJ]	Emisija CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /MWh]	
Kameni ugljen	1,0381	95,49	343,78	
Mrki ugljen	1,0540	98,09	353,14	
Lignit	1,0814	105,13	378,48	
Ogrjevno drvo	1,0000	8,08	29,09	
Drveni briketi	1,0000	9,10	32,76	
Drveni peleti	0,123	9,56	34,4	
Drvena sjecka	0,154	11,76	42,35	
Drveni ugljen	1,000	7,27	26,17	
Sunčeva energija	0,000	0,00	0,00	
Geotermalna energija	0,000	0,00	0,00	
Prirodni plin	1,095	61,17	220,20	
UNP	1,160	72,47	260,88	
Petrolej	1,033	73,54	264,73	
Ekstra lako loživo ulje	1,138	83,21	299,57	
Loživo ulje	1,130	86,20	310,31	
Električna energija-preuzeto iz mreže	1,614	65,22	234,81	
Daljinska toplina	Hrvatska prosjek	1,494	100,69	362,49
	CTS ZG+OS (kogeneracija)	1,466	97,59	351,33
	KO - prosjek za HR	1,597	109,57	394,46
	CTS ZG (kogeneracija)	1,462	96,05	345,78
	CTS OS (kogeneracija)	1,478	110,15	396,53
	KO - prosjek za ZG	1,559	107,86	388,31
	KO - prosjek za OS	1,529	93,66	337,18
	KO - prosjek za RI	1,569	106,84	384,62
	KO - prosjek za Sl. Brod	1,385	100,12	360,42
	KO - prosjek za Split	1,540	132,48	476,94
	KO - prosjek za KA	1,434	115,77	416,77
	KO - prosjek za VŽ	1,489	91,27	328,56
	KO - prosjek za Vinkovce	1,442	103,52	372,66
	KO - prosjek za Vukovar	1,363	86,00	309,61
	KO - prosjek za Sisak	2,419	148,13	533,25
	KO - prirodni plin	1,350	82,74	297,88
	KO - loživo ulje	1,444	124,41	447,88
	KO - ekstra lako loživo ulje	1,429	118,87	427,94

Tablica 4. Faktori primarne energije i emisije CO<sub>2</sub> [17]

Isto su tako pripremljeni novi faktori primarne energije koji omogućuju proračun udjela obnovljive energije u primarnoj energiji (što je važan uvjet na energetske svojstvo zgrade). Oni se još ne primjenjuju (zbog postupka ažuriranja računalnih programa), a dostupni su na web- stranicama nadležnog ministarstva u sklopu Elaborata: Faktori primarne energije i emisije CO<sub>2</sub> [19] te u tablici 5.

Energent – isporučeno iz velike udaljenosti	Faktor primarne energije, $f_p$ [-]			Specifične emisije CO <sub>2</sub> [g/kWh]
	Neobnovljiva komponenta* $f_{p,ren}$	Obnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Ukupno $f_{p,tot}$	
Fosilno gorivo - kruto	1,1	0	1,1	360
Fosilno gorivo - tekuće	1,181	0,015	1,197	308
Fosilno gorivo – plinovito	1,149	0,003	1,151	233
Ogrjevno drvo**	1	0	1	40
Drveni briketi**	1	0	1	40
Drveni peleti	0,2	1	1,2	40
Drvena sječka	0,2	1	1,2	40
Biogorivo - tekuće	0,5	1	1,5	70
Biogorivo - plinovito	0,4	1	1,4	100
Električna energija – preuzeto iz mreže	1,583	0,618	2,201	280
<b>Proizvedeno na lokaciji</b>				
Sunčeva energija – električna energija	0	1	1	0
Sunčeva energija – toplinska energija	0	1	1	0
Energija vjetra – električna energija	0	1	1	0
Geotermalna energija	0	1	1	0
<b>Isporučeno u mrežu</b>				
Električna energija	2,5	0	2,5	480

\* koristi se za određivanje primarne energije

\*\*za pirolitičke kotlove na ogrjevno drvo i brikete koristiti vrijednosti kao za drvene pelete i sječku

CTS i ZTS	Faktor primarne energije [-]			Specifične emisije CO <sub>2</sub> [kg/MWh]	RER <sub>d</sub> [-]
	Neobnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Obnovljiva komponenta $f_{p,ren}$	Ukupno $f_{p,tot}$		
Baziran na kogeneraciji na prirodni plin*	0,77	0,01	0,77	192	0%
Baziran na kogeneraciji na biomasu (drvena sječka, peleti)*	0,2	2,06	2,26	55	100%
Kotao na fosilna goriva (plinovito, tekuće, kruto)	1,42	0	1,43	289	0%
Kotao na biomasu (drvena sječka, peleti)	0,28	1,38	1,66	55	100%
Sunčeva energija (sunčevi toplinski kolektori)	0	1,18	1,18	0	100%
Geotermalna energija (izmjenjivač topline)	0	1,18	1,18	0	100%
Baziran na dizalici topline*	0,62	1,03	1,65	110	66%
Električni kotao	1,96	0,77	2,73	347	0%
Otpadna toplina (industrijski procesi)	0	0	0	0	0%

Tablica 5. Novi faktori primarne energije i emisije CO<sub>2</sub> [16]

## 2.4.5. Udio obnovljive energije

Udio obnovljive energije u isporučenoj energiji zgrade za rad tehničkih sustava važan je uvjet za ispunjavanje minimalnih zahtjeva na energetska svojstva zgrade. Trenutačna minimalna vrijednost iznosi 30% za nove zgrade i 10% za one koje se obnavljaju. Prema Metodologiji energetskog pregleda zgrada [11] računa se kao

$$r_{\text{ren,teh}} = \left( \frac{E_{\text{ren}} + E_{\text{ren1}}}{E_{\text{ren}} + E_{\text{del}} + E_L} \right) \cdot 100 \quad (18)$$

$E_{\text{ren}}$  – obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade koja umanjuje isporučenu energiju zgradi (npr. solarni toplovodni kolektori, dizalice topline)

$E_{\text{ren1}}$  – obnovljiva energija isporučena zgradi (npr. drvena biomasa, bioplin) i već je sadržana u  $E_{\text{del}}$

Pritom je ukupno (potrebna) isporučena energija za rad termotehničkih sustava  $E_{\text{del}}$

$$E_{\text{del}} = E_{\text{del,HV}} + E_{\text{del,aux}} + E_{\text{del,C}} \quad [\text{kWh}] \quad (19)$$

$E_{\text{del,HV}}$  – ukupno isporučena toplinska energija za grijanje prostora i pripremu PTV-a (kWh),

$E_{\text{del,aux}}$  – ukupno isporučena električna energija za pogon pomoćnih uređaja (kWh),

$E_{\text{del,C}}$  – ukupno isporučena električna energija za hlađenje prostora (kWh),

$E_L$  – ukupno isporučena električna energija za rasvjetu (kWh).

**Napomena** Greška u izračunu  $E_{\text{del}}$  – ne uzima u obzir smanjenje isporučene energije zbog proizvedene obnovljive energije iz PV-a.

Uvođenje novih faktora primarne energije omogućit će ispravniji proračun udjela obnovljive energije u primarnoj energiji zgrade (slika 8) prema izrazima:

$$RER_p = \frac{E_{\text{ren}}}{E_{\text{prim,tot}}} \quad [-] \quad (20)$$

$$E_{\text{prim,tot}} = E_{\text{prim,tot,del}} - E_{\text{prim,tot,exp}} \quad [\text{kWh}] \quad (21)$$

$$E_{\text{ren}} = E_{\text{ren,del}} - E_{\text{ren,exp}} \quad [\text{kWh}] \quad (22)$$

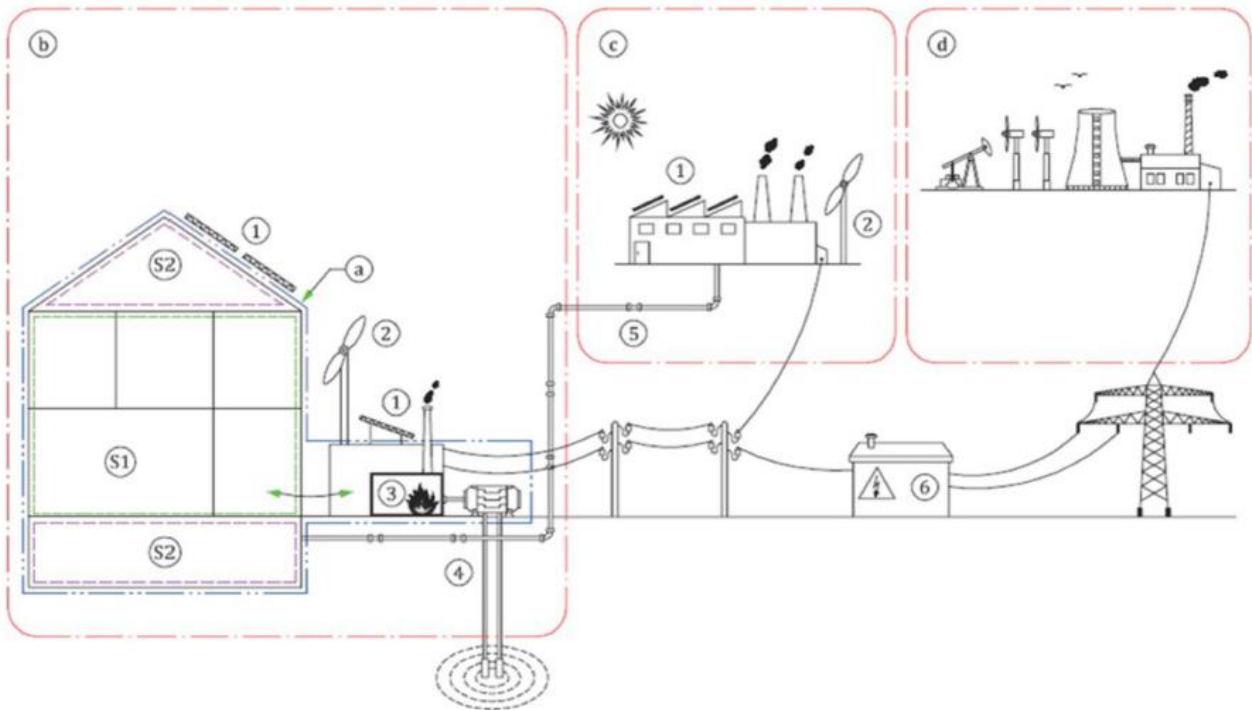
gdje su

$E_{\text{prim,tot,del}}$  – isporučena ukupna primarna energija zgradi unutar i preko definiranih granica sustava (kWh);

$E_{\text{prim,tot,exp}}$  – ukupna primarna energija zgrade proizvedena unutar granica i izvezena preko definiranih granica sustava (kWh);

$E_{\text{ren,del}}$  – isporučena obnovljiva primarna energija zgradi unutar i preko definiranih granica sustava (kWh);

$E_{\text{ren,exp}}$  – obnovljiva primarna energija zgrade proizvedena unutar granica i izvezena preko definiranih granica sustava (kWh).



A- granica sustava za koji se radi procjena faktora primarne energije

b -granica sustava: na lokaciji

c granica sustava: u blizini zgrade

d granica sustava: daleko

S1 grijani prostor

S2 prostor izvan toplinske ovojnice

1 fotonaponski solarni sustavi, toplinski solarni kolektori

2 vjetar

3 kotlovnica

4 dizalica topline

5 centralni toplinski/rashladni sustav

6 trafostanica (niski/srednji napon uz mogućnosti skladišta energije)

Slika 8. Granice sustava – ‘na lokaciji’, ‘u blizini’ i ‘daleko’, [19]

U krovnoj normi HRN EN ISO 52000-1:2017 (tabl. B.24) [18] predložene granice sustava za izračun obnovljive primarne energije jesu: **'na lokaciji'** i **'u blizini'** zgrade.

To znači da se za električnu energiju iz mreže (proizvedenu ‘daleko’) ne uzima obnovljiva komponenta u izračun, osim za npr. kogeneracije (CTS) – **'u blizini'** koji koristi obnovljivu energiju.

## 2.5. Primjer izlaznih rezultata

U ovom poglavlju dan je pregled svih međuveličina potrebnih za izračun isporučene i primarne energije zgrade. Rezultati se odnose na primjer termotehničkog sustava za grijanje prostora i pripremu PTV-a u dvokatnici, s korisnom površinom  $A_k=150 \text{ m}^2$ , smještenoj u kontinentalnoj klimatskoj zoni.

Osnovni dijelovi termotehničkog sustava su:

- plinski toplovodni kotao 30 kW, indirektno grijani spremnik PTV-a 150 Lit, cirkulacijska petlja PTV-a i radijatori (70/55°C).

Sustav je smješten unutar zgrade, dijelom u negrijanom prostoru.

	sezona grijanja, kWh	izvan sezone grijanja, kWh	ukupno kWh/a
<b>pod sustav predaje, grijanje</b>			
$Q_{em,out}=Q_{H,nd}-\sum_i Q_{ls,rvd,i}$	19485		19485
$Q_{em,ls}$	3483		3483
$W_{em,aux}$	5		5
$Q_{em,aux,rvd}$	0		0
$Q_{em,aux,rbl}$	5		5
$Q_{em,in}$	22967		22967
<b>pod sustav razvoda, grijanje</b>			0
$Q_{H,dis,out}=Q_{em,in}$	22967		22967
$Q_{H,dis,ls}$	7573		7573
$Q_{H,dis,rbl}$	6692		6692
$W_{H,dis,aux}$	222		222
$Q_{H,dis,aux,rvd}$	166		166
$Q_{H,dis,aux,rbl}$	28		28
$Q_{H,dis,in}$	30374		30374
	sezona grijanja, kWh	izvan sezone grijanja, kWh	ukupno kWh/a
<b>pod sustav razvoda, PTV</b>			
$Q_{W,dis,out}=Q_W$	1027	848	1875
$Q_{W,dis,ls}$	113	93	206
$Q_{W,dis,ls,col}$	1768	1458	3226
$Q_{W,dis,rbl}$	1858	0	1858
$W_{W,dis,aux}$	31	26	57
$Q_{W,dis,aux,rvd}$	23	19	43
$Q_{W,dis,aux,rbl}$	4	0	4



$Q_{W,dis,in}$	2885	2380	5264
<b>pod sustav proizvodnje, PTV</b>			
$Q_{W,gen,out}=Q_{W,dis,in}$	2885	2380	5264
$Q_{W,st,ls}$	446	316	762
$Q_{W,st,rbl}$	223	0	223
$Q_{W,p,ls}$	16	13	28
$Q_{W,p,rbl}$	8	0	8
$Q_{W,gnr,ls}$	0	2105	2105
$Q_{W,gnr,ls,env,rbl}$	0	0	0
$W_{W,p,aux}$	13	11	23
$W_{W,gnr,aux}$	0	60	60
$W_{W,gen,aux}$	13	70	83
$Q_{W,p,aux,rvd}$	10	8	18
$Q_{W,gnr,aux,rvd}$	0	45	45
$Q_{W,gen,aux,rvd}$	10	53	62
$Q_{W,p,aux,rbl}$	1	0	1
$Q_{W,gnr,aux,rbl}$	0	0	0
$Q_{W,gen,aux,rbl}$	1	0	1
$Q_{W,gen,in}$	3336	4761	8097
<b>pod sustav proizvodnje, grijanje</b>			
$Q_{H,gen,out}=Q_{H,dis,in}$	30374		30374
$Q_{H,gen,ls}$	6799		6799
$Q_{H,gen,ls,env,rbl}$	554		554
$W_{H,gen,aux}$	153		153
$Q_{H,gen,aux,rvd}$	115		115
$Q_{H,gen,aux,rbl}$	27		27
$Q_{H,gen,in}$	37058		37058
$Q_{HW,gen,in}$	40394	4761	45155

Tablica 6. Pregled svih međuveličina iz proračuna isporučene i primarne energije, [10]

	sezona grijanja, kWh	izvan sezone grijanja, kWh	ukupno kWh/a
Ukupna toplinska potreba, $Q_{H,nd}+Q_W$	28027	848	28875
Ukupni topl. gubitci, $\sum_i Q_{ls,i}$	20196	3985	24181
Iskoristivi topl. gubitci, $\sum_i Q_{rbl,i}$	9335	0	9335
Vraćena pomoćna energija, $\sum_i Q_{aux,rvd,i}$	314	72	386

Iskoristivi topl. gubici pomoćnih uređaja, $\sum_i Q_{aux,rbl,i}$	59	0	59
Iskorišteni topl. gubitci, $\sum_i Q_{ls,rvd,i}$	7515	0	7515
Pomoćna energija, $\sum_i W_{aux,i}$	424	96	520
Isporučena topl. energija generatorima, $Q_{gen,in}$	40394	4761	45155
Isporučena energija, $E_{del}$	40818	4857	45674
Primarna energija, $E_{prim}$	45704	5525	51229
Koeficijent utroška primarne energije, $e_p$ (primarna en./topl.potreba)	1,63	6,52	1,77

Tablica 7. Skupni prikaz izračunatih energija za sezonu grijanja i izvan sezone grijanja, [10]

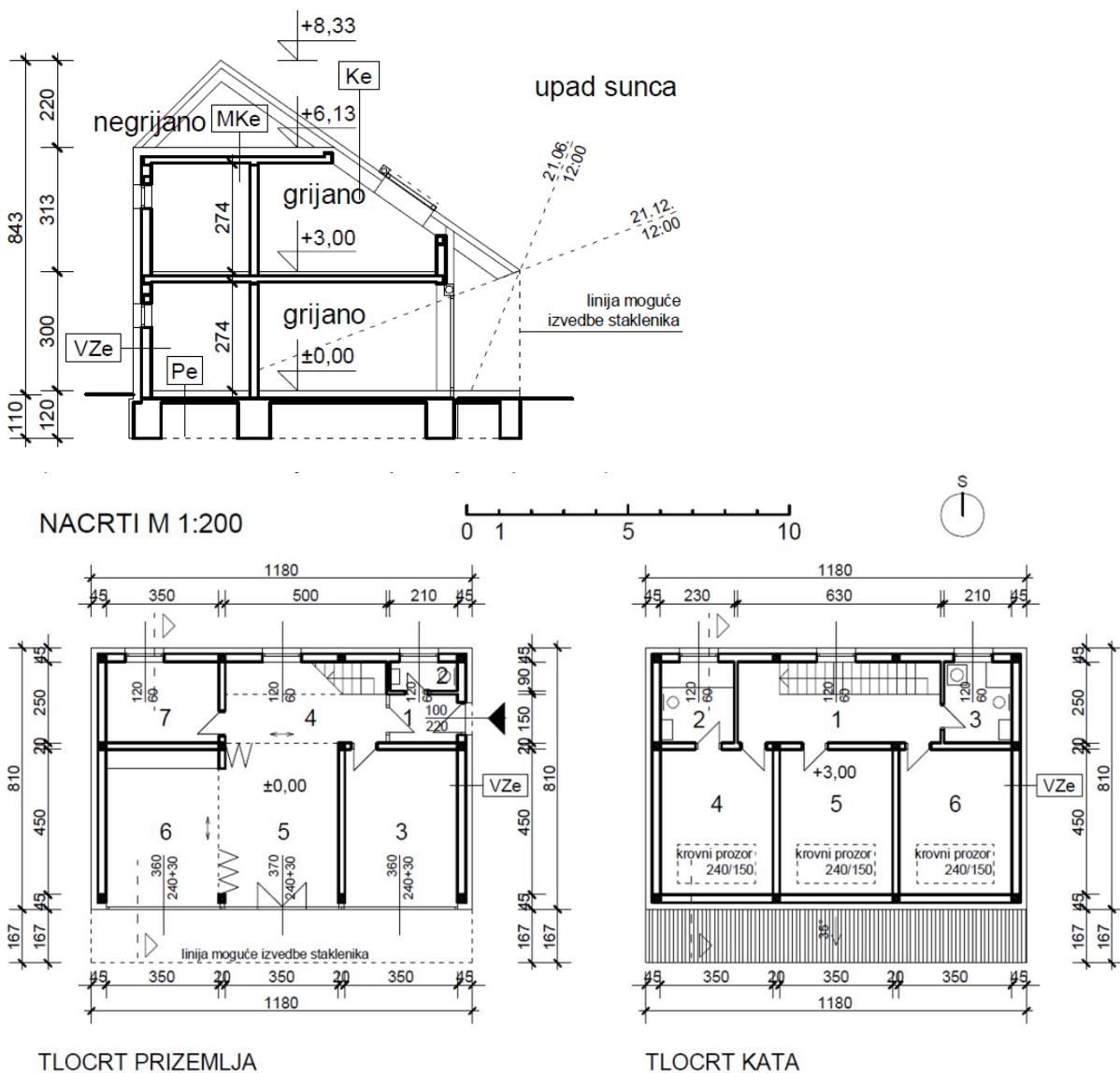
	<b>grijanje, kWh/a</b>	<b>PTV, kWh/a</b>	<b>ukupno, kWh/a</b>
Ukupna toplinska potreba, $Q_{H,nd}/Q_W$	27000	1875	28875
Ukupni topl. gubitci, $\sum_i Q_{H,ls,i} / \sum_i Q_{W,ls,i}$	17854	6327	24181
Iskoristivi topl. gubitci, $\sum_i Q_{H,rbl,i} / \sum_i Q_{W,rbl,i}$	7246	2089	9335
Vraćena pomoćna energija, $\sum_i Q_{H,aux,rvd,i} / \sum_i Q_{W,aux,rvd,i}$	281	105	386
Iskoristivi topl. gubitci pomoćnih uređaja, $\sum_i Q_{H,aux,rbl,i} / \sum_i Q_{W,aux,rbl,i}$	54	5	59
Iskorišteni topl. gubitci, $\sum_i Q_{H,ls,rvd,i} / \sum_i Q_{W,ls,rvd,i}$	5841	1675	7515
Pomoćna energija $\sum_i W_{H,aux,i} / \sum_i W_{W,aux,i}$	379	140	520
Isporučena topl. energija generatorima, $Q_{H,gen,in}/Q_{W,gen,in}$	37058	8097	45155
Isporučena energija, $E_{H,del}/E_{W,del}$	37437	8237	45674
Primarna energija, $E_{H,prim}/E_{W,prim}$	41902	9327	51229
Koeficijent utroška primarne energije, $e_{H,p}/e_{W,p}$ (primarna en./topl.potreba)	1,55	4,97	1,77

Tablica 8. Skupni prikaz izračunatih energija za sustav grijanja i sustav pripreme PTV-a [10]

## 3. Unos podataka u računalni program

### 3.1. Ovojnica zgrade

U ovom poglavlju prikazan je postupak unosa podataka u računalni program MGIPU energetski certifikator radi definiranja građevnih elemenata obiteljske kuće te proračuna potrebne godišnje toplinske energije za grijanje i hlađenje prostora. Unos podataka prikazan je na primjeru obiteljske nZEB kuće (slika 9).



Slika 9. Obiteljska nZEB kuća

Definiranje vrste i namjene zgrade, klimatske zone:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solarni\_RCK&cep] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Klimatski podaci

Osnovni podaci Klimatski podaci Klimatski podaci (satni) Definirane zone

Pregled klimatoloških podataka Zagreb Maksimir Postavi kao aktivan Aktivni grad: Zagreb Maksimir

Osnovni podaci Sunčevo zračenje Split Marjan Zagreb Maksimir (N)

Temperature zraka (°C)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
min	-12,8	-11,9	-8	0,6	6,5	10,5	13,4	10,8	7,3	0,2	-5,7	-12,4	-12,8
m	-1,2	2,3	7,4	12,7	16,8	20,8	22,1	23,4	18,4	12,6	8,9	2	12,2
max	13,4	14,9	17,2	21,3	26,5	29,6	29,3	29,6	25	21	19,3	14,5	29,6

Relativna vlažnost zraka (%)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
m	81	74	68	67	66	67	67	69	76	80	83	85	74

Tlak vodene pare (Pa)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
m	520	580	690	880	1220	1540	1670	1680	1430	1070	780	580	1050

Brzina vjetrova (m/s)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
m	1,3	1,7	2	2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,5

Status:  
Svi sustavi su učitani. Aplikacija je spremna za rad.

Parametri proračuna

Osnovni podaci o projektu

Podaci o gradovima  
Naziv grada: Zagreb Maksimir  
Referentna postaja: Zagreb Maksimir  
God. temperatura: 12,2  
Brzina vjetrova: 1,5

Podaci o zonama  
Definirane zone: Broj zona: 1

Zona 1

01. Osnovni podaci  
Naziv zgrade: Referentna niskoenergetska c  
Naziv zone: Zona 1  
Ulica i kućni broj:  
Poštanski broj:  
Mjesto:  
Katastarska čestica:  
Katastarska općina:

02. Vrsta i namjena zone  
Nova zgrada: Da  
Namjena zone: Stambeni dio  
Obiteljska kuća: Da  
Zgrada gotovo nulte energije: Da  
Vrsta zgrade: Obiteljske kuće

03. Dimenzije zone  
04. Temperature i vlažnost  
05. Vrijeme rada  
06. Način grijanja i hlađenja  
07. Toplinski kapacitet

Definiranje zona (etaže, površine):

nZEB 2018 [nZEB\_2018\_0h\_nd\_cep] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat

Osnovni podaci Klimatski podaci Klimatski podaci (satni) Definirane zone

Naziv zone: Zona 1 Namjena zone: Stambeni dio Ve: 529,65 h: 20,00 q: 90,00 qe: -1,20 qe: 74,00

Parametri proračuna

Osnovni podaci o projektu

Podaci o gradovima

Podaci o zonama  
Definirane zone: Broj zona: 1

Zona 1

01. Osnovni podaci  
02. Vrsta i namjena zone  
Nova zgrada: Da  
Namjena zone: Stambeni dio  
Obiteljska kuća: Da  
Zgrada gotovo nulte energije: Da  
Vrsta zgrade: Obiteljske kuće

03. Dimenzije zone  
A: 407,06  
Ve: 529,65  
V: 402,53  
Ak: 154,21  
Broj etaža: 1  
Prosječna visina etaže: 2,74  
Af: 191,19  
f0: 0,77  
Ukupna površina pročelja: 268,69  
Površina prozora: 46,75  
Učešće otvora: 17,40

04. Temperature i vlažnost  
05. Vrijeme rada  
06. Način grijanja i hlađenja  
07. Toplinski kapacitet

Opći podaci o projektu

Etaže zone

Definirajte etaže zone: Zona 1

#	Naziv	h	Ak:	Ak'	n
1	prizemlje	2,74	79,45	79,45	1
2	Kat	2,74	74,76	74,76	1

Naziv etaže: Kat  
Visina etaže (h): 2,74  
Plošna korisna površina (Ak): 74,76  
Broj etaža (n): 1

Dodaj Obrisi Zatvori

## Definiranje zona (vrijeme rada):

nZEB 2018 (nZEB\_2018\_Qh\_nd.ecp) - MGRPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datsetka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Raznjeta i fotonaponski Energetski certifikat

Osnovni podaci Klimatski podaci Klimatski podaci (brzo) Definirane zone

Naziv zone	Namjena zone	Va	fa	fi	fe
Zona 1	Stanbena dio	528.63	20.00	50.00	74.00

**Parametri proračuna**

Osnovni podaci o projektu

Podaci o gradovima

Podaci o zonama

Definirane zone Broj zona: 1

Zona 1

01. Osnovni podaci

02. Vrsta i namjena zone

03. Dimenzije zone

04. Temperature i vlažnost

Vrsta prostora Ostalo (učni unos)

$\theta_{int,set,H}$  20.00

$\theta_{int,set,C}$  22.00

$\theta_{e,mj,max}$  22.10

$\theta_{e,mj,min}$  -1.20

$\varphi_e$  74.00

$\varphi_i$  50.00

05. Vrijeme rada

Vrijeme rada sustava Sustavi bez prekida rada noću

Period korištenja 00:00 - 24:00

Period korištenja mech 00:00 - 24:00

d use,tj 7.00

t d 24.00

t kor 24.00

t v,mech 24.00

V A 0.00

06. Način grijanja i hlađenja

07. Toplinski kapacitet

Proračun plošne mase Ne

m' 262.34

Masivnost konstrukcije Srednje teška zgrada, plošna mas

Cm 31546350.00

Parametri proračuna

Osnovni podaci o projektu

Podaci o gradovima

Podaci o zonama

Definirane zone Broj zona: 1

Zona 1

01. Osnovni podaci

02. Vrsta i namjena zone

03. Dimenzije zone

04. Temperature i vlažnost

05. Vrijeme rada

06. Način grijanja i hlađenja

07. Toplinski kapacitet

Opći podaci o projektu

Status:  
Svi sustavi su učitani. Aplikacija je spremna za rad.

Definiranje građevnih dijelova (površine, materijali, U-koeficijenti, orijentacije na strane svijeta):

Građevni dijelovi							
#	Naziv	Vrsta	Agd	U	U(max)	fRsi	fRei(max)
1	Vanjski zid	Vanjski zidovi	158,02	0,14	0,30	0,75	0,96
2	Serklaz vanjskog zida	Vanjski zidovi	30,38	0,13	0,30	0,75	0,97
3	Lagani kosi krov	Kosi krovovi iznad grijanog prost...	33,54	0,12	0,25	0,62	0,97
4	Strop prema negrijanom tav...	Stropovi prema provjetranom t...	59,89	0,16	0,25	0,75	0,96
5	Pod na tlu	Podovi na tlu	78,48	0,30	0,40	0,88	0,93

Slojevi			
Rbr.	Materijal	Debljina	R
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,000	0,020
2	1.09 Šuplji blokovi od gline	25,000	0,556
3	7.02 Ekspandirani polistren (EPS)	20,000	6,250
4	3.15 Polimerna žbuka	0,300	0,004
5	3.16 Silikatna žbuka	0,200	0,002

**Građevni dio**

01. Osnovni podaci

#

Naziv

Vrsta

Zona

HD

Debljina

U

Definiran U(max)

U (max)

U zadovoljava

fRsi (max)

fRsi

Difuzija

Din. karakteristike

Korisnički unos

Gint.set,H,gd

Gint.set,H,gd

02. Površina građevnog dijela

Dio oplošja

Izostavi iz sol. dobitaka.

F sh.ob

Tip površine

$\alpha$  S,c

Kut nagiba

Agd

Agd I

Agd Z

Agd S

Agd J

Agd SI

Agd SZ

Agd JI

Agd JZ

Slojevi			
Rbr.	Materijal	Debljina	R
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	2,000	0,020
2	1.09 Šuplji blokovi od gline	25,000	0,556
3	7.02 Ekspandirani polistren (EPS)	20,000	6,250
4	3.15 Polimerna žbuka	0,300	0,004
5	3.16 Silikatna žbuka	0,200	0,002

**Sloj**

1. Osnovni podaci

#

Građevni dio

Redni broj

Materijal

Debljina

Plošna masa

R

Korisnički unos

Korisnički p

Korisnički C

Korisnička  $\lambda$

Korisnički  $\mu$

2. Korekcije sloja

Definiranje građevnih dijelova – pod na tlu:

Popis građevnih dijelova

Građevni dijelovi							
#	Naziv	Vrsta	Agd	U	U(max)	fRsi	fRsi(m)
1	Vanjski zid	Vanjski zidovi	158,02	0,14	0,30	0,75	0,5
2	Serkladž vanjskog zida	Vanjski zidovi	30,38	0,13	0,30	0,75	0,5
3	Lagani kosi krov	Kosi krovovi iznad grijanog ...	33,54	0,12	0,25	0,62	0,5
4	Strop prema negrijano...	Stropovi prema provjetravan...	59,89	0,16	0,25	0,75	0,5
5	Pod na tlu	Podovi na tlu	78,48	0,30	0,40	0,88	0,5

Slojevi

Rbr.	Materijal	Debljina	R
1	4.10 Drvene ploče od iverja (iverca)	2,400	0,133
2	3.19 Cementni estrih	8,000	0,050
3	5.11 Polim. hidro. traka na bazi PEHD	0,020	0,000
4	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	8,000	2,500
5	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	2,000	0,476
6	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	0,800	0,035
7	2.03 Beton	10,000	-
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	15,000	-

Građevni dio

01. Osnovni podaci

02. Površina građevnog dijela

Dio oplošja: Da

Izostavi iz sol. dobitaka: Da

F sh,ob: 1,00

Tip površine: Zid svijetle boje

$\alpha$  S.c: 0,400

Kut nagiba: 0

Agd: 78,48

03. Plošni otpori prijelaza topline

04. Neravne površine - Istake

05. Utjecaj mehaničkih pričvrstnica

06. Nosači vjetrovih fasada

07. Zračne šupljine

09. Proračuni

2. Korekcije sloja

Panelno grijanje: Ne

Hidroizolacijski: Da

Zračne pukotine: Ne

Pregled podataka o prijenosu topline prema tlu (pod na tlu):

Prijenos topline prema tlu

Prijenos topline prema tlu					
#	Tip gubitka	Pod	U	Hg	
1	Podovi na tlu	Pod na tlu	0,23	43,63	✓

Mjesec	$\theta_{int,m}$ [°C]	$\theta_{e,m}$ [°C]	$\Phi_m$ [W]	$H_{g,m,H}$ [W/K]	$H_{g,m,C}$ [W/K]
I	20,00	-1,20	508,74	24,00	21,93
II	20,00	2,30	470,23	26,57	23,87
III	20,00	7,40	413,68	32,83	28,33
IV	20,00	12,70	355,56	48,71	38,23
V	22,00	16,80	346,17	108,18	66,57
VI	22,00	20,80	301,08	-376,35	250,90
VII	22,00	22,10	287,18	-136,75	-2871,81
VIII	22,00	23,40	272,92	-80,27	-194,94
IX	22,00	18,40	328,18	205,11	91,16
X	20,00	12,60	356,34	48,15	37,91
XI	20,00	8,90	396,84	35,75	30,29
XII	20,00	2,00	474,05	26,34	23,70

Pod na tlu

01. Osnovni podaci

#: 1

Zona: Zona 1

Tip gubitka: Podovi na tlu

Vrsta tla: Pijesak, šljunak

Zid: Vanjski zid

Pod: Pod na tlu

A: 78,48

P: 39,80

B': 3,94

w: 47,50

02. Toplinski most

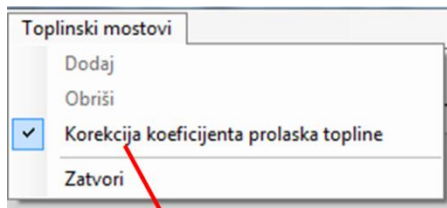
Vrsta toplinskog mosta: GF1

$\Psi$ :  $\Psi_e = 0,65$

03. Rubna izolacija

04. Rezultati proračuna

Unos podataka o toplinskim mostovima:



Toplinski mostovi nisu katalogizirani u hrvatskoj normi
  Toplinski mostovi u niskoenergetskoj zgradi

Svi toplinski mostovi katalogizirani u hrvatskoj normi
  Toplinski mostovi u pasivnoj zgradi

U slučaju projektiranja i izvedbe zgrade koja se karakterizira kao "pasivna ili skoro nul-energetska" (koeficijent prolaska topline manji od 0,15 [W/(m<sup>2</sup>K)]), odnosno u slučajevima kada je vrijednosti Psi ≤ 0,01 [W/mK], tada se može umjesto točnog proračuna, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem U svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za UTM = 0,01 [W(m<sup>2</sup>K)].

Unos podataka o otvorima - prozori, vrata (površine, orijentacije na strane svijeta, U-koeficijenti, propusnost i zaštita od sunčeva zračenja)

**Otvori**

Naziv otvora	Ug1	Ug2	Ug	Uf	Uw1	Uw2	ΔR	n	Uw
Prozor	0,00	0,00	1,10	1,40	0,00	0,00	0,15	30,48	0,75
Krovni prozor	0,00	0,00	1,10	1,40	0,00	0,00	0,15	10,80	0,75
Kutija za rolete	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,27	0,46
Vrata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	1,80

**03. Podaci površine otvora**

Dio oplošja:

Udio ostakljenog dijela otvora:

Aw:

Σ(Aw):

Udio ostakljenja:

**02. Broj otvora po strani svijeta**

Sjever:

Jug:

Zapad:

Istok:

Sjevero-zapad:

Sjevero-istok:

Jugo-zapad:

Jugo-istok:

Ukupno otvora:

**10. Zaslони**

Vrsta zaslona:

**Deklarirani otvor**

01. Osnovni podaci

Materijal okvira:

Uw:

Ug:

Uf:

Id:

Naziv:

Tip otvora:

Tip ostakljenja:

g:

ε:

Kut nagiba:

Uw (max):

Ug (max):

Približna plošna masa:

02. Broj otvora po strani svijeta

03. Podaci površine otvora

04. Pročelje

05. Vlažnost prostorije

10. Zaslони

11. Koeficijenti proračuna

12. Podaci za toplinske dobitke

Status:  
Svi sustavi su učitani. Aplikacija je spremna za rad.



Unos podataka o infiltraciji zraka:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar\_RCK.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Toplinski gubici Ventilacija

Ukupni toplinski gubici Ventilacijski gubici Toplinski transmisivni gubici Ostali toplinski gubici

Karakterističan dan mjeseca: Siječanj

Rezultati proračuna Infiltracija Proizračivanje Mehanička ventilacija i protok zraka

Sat	Theta <sub>e</sub> [°C]	Theta <sub>int,H</sub> [°C]	n <sub>inf,H</sub> [h <sup>-1</sup> ]	H <sub>ve,inf,H</sub> [W/K]	Q <sub>ve,inf,H</sub> [kWh]	Sat	Theta <sub>e</sub> [°C]	Theta <sub>int,C</sub> [°C]	n <sub>inf,C</sub> [h <sup>-1</sup> ]	H <sub>ve,inf,C</sub> [W/K]	Q <sub>ve,inf,C</sub> [kWh]
0-1	-1.90	20.00	0.07	9.58	0.21	0-1	-1.90	22.00	0.07	9.58	0.23
1-2	-2.10	20.00	0.07	9.58	0.21	1-2	-2.10	22.00	0.07	9.58	0.23
2-3	-2.20	20.00	0.07	9.58	0.21	2-3	-2.20	22.00	0.07	9.58	0.23
3-4	-2.30	20.00	0.07	9.58	0.21	3-4	-2.30	22.00	0.07	9.58	0.23
4-5	-2.30	20.00	0.07	9.58	0.21	4-5	-2.30	22.00	0.07	9.58	0.23
5-6	-2.30	20.00	0.07	9.58	0.21	5-6	-2.30	22.00	0.07	9.58	0.23
6-7	-2.30	20.00	0.07	9.58	0.21	6-7	-2.30	22.00	0.07	9.58	0.23
7-8	-2.30	20.00	0.07	9.58	0.21	7-8	-2.30	22.00	0.07	9.58	0.23
8-9	-1.90	20.00	0.07	9.58	0.21	8-9	-1.90	22.00	0.07	9.58	0.23
9-10	-1.30	20.00	0.07	9.58	0.20	9-10	-1.30	22.00	0.07	9.58	0.22
10-11	-0.70	20.00	0.07	9.58	0.20	10-11	-0.70	22.00	0.07	9.58	0.22
11-12	-0.10	20.00	0.07	9.58	0.19	11-12	-0.10	22.00	0.07	9.58	0.21
12-13	0.30	20.00	0.07	9.58	0.19	12-13	0.30	22.00	0.07	9.58	0.21
13-14	0.50	20.00	0.07	9.58	0.19	13-14	0.50	22.00	0.07	9.58	0.21
14-15	0.70	20.00	0.07	9.58	0.18	14-15	0.70	22.00	0.07	9.58	0.20
15-16	0.30	20.00	0.07	9.58	0.19	15-16	0.30	22.00	0.07	9.58	0.21
16-17	-0.10	20.00	0.07	9.58	0.19	16-17	-0.10	22.00	0.07	9.58	0.21
17-18	-0.50	20.00	0.07	9.58	0.20	17-18	-0.50	22.00	0.07	9.58	0.22
18-19	-0.80	20.00	0.07	9.58	0.20	18-19	-0.80	22.00	0.07	9.58	0.22
19-20	-1.10	20.00	0.07	9.58	0.20	19-20	-1.10	22.00	0.07	9.58	0.22
20-21	-1.30	20.00	0.07	9.58	0.20	20-21	-1.30	22.00	0.07	9.58	0.22
21-22	-1.60	20.00	0.07	9.58	0.21	21-22	-1.60	22.00	0.07	9.58	0.23
22-23	-1.60	20.00	0.07	9.58	0.21	22-23	-1.60	22.00	0.07	9.58	0.23

Status: Svi sustavi su učtani. Aplikacija je spremna za rad.

**Protok zraka infiltracijom**

01. Osnovni podaci  
# 1  
H<sub>ve,inf,H,os</sub> 9.58  
H<sub>ve,inf,C,os</sub> 9.58

02. Kategorija zrakopropusnosti  
Korisnički unos n<sub>50</sub> Ne  
Kategorija zrakopropusnosti 1 b - Testiranje zrakopropusnosti nakon zav  
n<sub>50</sub> 1.00

03. Klasa zaklonjenosti  
Klasa zaklonjenosti Srednje zaklonjene  
Klasa izloženosti Izloženo više od jedne fasade  
e wind 0.07  
f wind 15.00

04. Protok zraka uslijed infiltracije  
N<sub>mech,sup,H</sub> 0.50  
N<sub>mech,sup,C</sub> 0.50  
N<sub>mech,exh,H</sub> 0.50  
N<sub>mech,exh,C</sub> 0.50  
f<sub>v,mech,H</sub> 0.00  
f<sub>v,mech,C</sub> 0.00

05. Potrebna toplina zbog infiltracije  
θ<sub>int,H</sub> 20.00  
θ<sub>int,C</sub> 22.00

Unos podataka o mehaničkoj ventilaciji:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar\_RCK.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Toplinski gubici Ventilacija

Ukupni toplinski gubici Ventilacijski gubici Toplinski transmisivni gubici Ostali toplinski gubici

Karakterističan dan mjeseca: Siječanj

ProvediProracun

Rezultati proračuna Infiltracija Proizračivanje Mehanička ventilacija i protok zraka

Sat	Q <sub>ve,mech,H</sub> [kWh]	Q <sub>ve,mech,C</sub> [kWh]	V <sub>mech,sup,H</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>mech,sup,C</sub> [m <sup>3</sup> /h]	T <sub>int,H</sub> [°C]	T <sub>int,C</sub> [°C]	ΔT [°C]	h <sub>ve</sub> [°C]	h <sub>perm</sub> [°C]	Δh <sub>tot</sub> [°C]	h <sub>ex,H</sub> [kJ/kg]	h <sub>mech,sup,H</sub> [kJ/kg]	V <sub>mech,rec,H</sub> [m <sup>3</sup> /h]	χ <sub>ve</sub> [g/kg]	h <sub>e</sub> [kJ/kg]
0-1	0.00	14.44	0.00	0.00	20.00	-1.90	-5.56	5.38	27.62	16.59	50.75	21.37	0.00	0.0029214	5.38
1-2	0.00	14.39	0.00	0.00	20.00	-2.10	-5.61	5.07	27.51	16.74	50.75	21.81	0.00	0.0028782	5.07
2-3	0.00	14.36	0.00	0.00	20.00	-2.20	-5.64	4.91	27.45	16.82	50.75	21.73	0.00	0.0028569	4.91
3-4	0.00	14.34	0.00	0.00	20.00	-2.30	-5.66	4.84	27.48	16.89	50.75	21.73	0.00	0.0028680	4.84
4-5	0.00	14.34	0.00	0.00	20.00	-2.30	-5.66	4.76	27.40	16.89	50.75	21.65	0.00	0.0028356	4.76
5-6	0.00	14.34	0.00	0.00	20.00	-2.30	-5.66	4.76	27.40	16.89	50.75	21.65	0.00	0.0028356	4.76
6-7	0.00	14.34	0.00	0.00	20.00	-2.30	-5.66	4.76	27.40	16.89	50.75	21.65	0.00	0.0028356	4.76
7-8	0.00	14.34	0.00	0.00	20.00	-2.30	-5.66	4.84	27.48	16.89	50.75	21.73	0.00	0.0028680	4.84
8-9	0.00	14.44	0.00	0.00	20.00	-1.90	-5.56	5.38	27.62	16.59	50.75	21.37	0.00	0.0029214	5.38
9-10	0.00	14.59	0.00	0.00	20.00	-1.30	-5.41	6.23	27.86	16.13	50.75	22.37	0.00	0.0030195	6.23
10-11	0.00	14.74	0.00	0.00	20.00	-0.70	-5.26	6.82	27.84	15.88	50.75	22.50	0.00	0.0030104	6.82
11-12	0.00	14.89	0.00	0.00	20.00	-0.10	-5.11	7.67	28.09	15.23	50.75	22.90	0.00	0.0031079	7.67
12-13	0.00	14.99	0.00	0.00	20.00	0.30	-5.01	8.01	28.02	14.92	50.75	22.94	0.00	0.0030825	8.01
13-14	0.00	15.04	0.00	0.00	20.00	0.50	-4.96	8.23	28.04	14.77	50.75	23.00	0.00	0.0030880	8.23
14-15	0.00	15.09	0.00	0.00	20.00	0.70	-4.91	8.45	28.05	14.62	50.75	23.07	0.00	0.0030930	8.45
15-16	0.00	14.99	0.00	0.00	20.00	0.30	-5.01	7.82	27.83	14.92	50.75	22.74	0.00	0.0030041	7.82
16-17	0.00	14.89	0.00	0.00	20.00	-0.10	-5.11	7.39	27.80	15.23	50.75	22.61	0.00	0.0029937	7.39
17-18	0.00	14.79	0.00	0.00	20.00	-0.50	-5.21	7.04	27.86	15.53	50.75	22.57	0.00	0.0030180	7.04
18-19	0.00	14.71	0.00	0.00	20.00	-0.80	-5.29	6.84	27.97	15.76	50.75	22.60	0.00	0.0030607	6.84
19-20	0.00	14.64	0.00	0.00	20.00	-1.10	-5.36	6.46	27.89	15.98	50.75	22.44	0.00	0.0030291	6.46
20-21	0.00	14.59	0.00	0.00	20.00	-1.30	-5.41	6.23	27.86	16.13	50.75	22.37	0.00	0.0030195	6.23
21-22	0.00	14.51	0.00	0.00	20.00	-1.60	-5.49	5.85	27.78	16.36	50.75	22.21	0.00	0.0029872	5.85
22-23	0.00	14.51	0.00	0.00	20.00	-1.60	-5.49	5.85	27.78	16.36	50.75	22.21	0.00	0.0029872	5.85

Status: Svi sustavi su učtani. Aplikacija je spremna za rad.

**Protok zraka mehaničkom ventilacijom**

01. Osnovni podaci  
# 1  
Meh. ventilacija prisutna? Ne  
n<sub>req,H</sub> 0.00  
n<sub>req,C</sub> 0.00  
Shema sustava ventilacije Shema 2  
Smještaj jedinice za obradu zraka Izvan zone  
Kontrola vlažnosti. Sustavi sa kontrolom vlažnosti unutar tole  
χ<sub>mech,sup,H</sub> 0.0060  
p<sub>s</sub>(θ<sub>int,C</sub>) 2645,13  
H<sub>ve,mech,H</sub> 0.00  
H<sub>ve,mech,C</sub> 0.00

02. Klasa razvodnih kanala

03. Klasa AHU jedinice

04. Udio toplinskog opterećenja

05. Faktor povrata topline

10. Proračuni

Ako je instaliran sustav mehaničke ventilacije, potrebno je unijeti sljedeće podatke nakon odabira sheme ventilacije:

nZEB 2018 [nZEB\_kotaošsolar\_RCK.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Toplinski gubici Ventilacija

Ukupni toplinski gubici Ventilacijski gubici Toplinski transmisijski gubici Ostali toplinski gubici

Karakterističan dan mjeseca: Siječanj

ProvediProracun Podaci perioda grijanja Podaci perioda hlađenja

Sat	Q <sub>H,Ve,meh</sub> [kWh]	Q <sub>mech,sup,H</sub> [°C]	V <sub>mech,sup,H</sub> [m <sup>3</sup> /h]	θ <sub>int,H</sub> [°C]	θ <sub>e</sub> [°C]	Δθ [°C]	h <sub>e</sub> [°C]	t <sub>room</sub> [°C]	Δh <sub>tot</sub> [°C]	h <sub>int,H</sub> [kJ/kg]	h <sub>mech,sup,H</sub> [kJ/kg]	V <sub>mech,rec,H</sub> [m <sup>3</sup> /h]	X <sub>ea</sub> [kg/kg]	h <sub>e</sub> [kJ/kg]
0-1	0.38	14.44	201.27	20.00	-1.90	-5.56	5.38	27.62	16.59	50.75	21.97	0.00	0.0029214	5.38
1-2	0.38	14.39	201.27	20.00	-2.10	-5.61	5.07	27.51	16.74	50.75	21.81	0.00	0.0028782	5.07
2-3	0.38	14.36	201.27	20.00	-2.20	-5.64	4.91	27.45	16.82	50.75	21.73	0.00	0.0028569	4.91
3-4	0.39	14.34	201.27	20.00	-2.30	-5.66	4.84	27.48	16.89	50.75	21.73	0.00	0.0028680	4.84
4-5	0.39	14.34	201.27	20.00	-2.30	-5.66	4.76	27.40	16.89	50.75	21.65	0.00	0.0028356	4.76
5-6	0.39	14.34	201.27	20.00	-2.30	-5.66	4.76	27.40	16.89	50.75	21.65	0.00	0.0028356	4.76
6-7	0.39	14.34	201.27	20.00	-2.30	-5.66	4.76	27.40	16.89	50.75	21.65	0.00	0.0028356	4.76
7-8	0.39	14.34	201.27	20.00	-2.30	-5.66	4.84	27.48	16.89	50.75	21.73	0.00	0.0028680	4.84
8-9	0.38	14.44	201.27	20.00	-1.90	-5.56	5.38	27.62	16.59	50.75	21.97	0.00	0.0029214	5.38
9-10	0.37	14.59	201.27	20.00	-1.30	-5.41	6.23	27.86	16.13	50.75	22.37	0.00	0.0030195	6.23
10-11	0.36	14.74	201.27	20.00	-0.70	-5.26	6.82	27.84	15.68	50.75	22.50	0.00	0.0030104	6.82
11-12	0.35	14.89	201.27	20.00	-0.10	-5.11	7.67	28.09	15.23	50.75	22.90	0.00	0.0031079	7.67
12-13	0.34	14.99	201.27	20.00	0.30	-5.01	8.01	28.02	14.92	50.75	22.94	0.00	0.0030625	8.01
13-14	0.34	15.04	201.27	20.00	0.50	-4.96	8.23	28.04	14.77	50.75	23.00	0.00	0.0030880	8.23
14-15	0.33	15.09	201.27	20.00	0.70	-4.91	8.45	28.05	14.62	50.75	23.07	0.00	0.0030930	8.45
15-16	0.34	14.99	201.27	20.00	0.30	-5.01	7.82	27.83	14.92	50.75	22.74	0.00	0.0030041	7.82
16-17	0.35	14.89	201.27	20.00	-0.10	-5.11	7.39	27.80	15.23	50.75	22.61	0.00	0.0029937	7.39
17-18	0.35	14.79	201.27	20.00	-0.50	-5.21	7.04	27.86	15.53	50.75	22.57	0.00	0.0030180	7.04
18-19	0.36	14.71	201.27	20.00	-0.80	-5.29	6.84	27.97	15.76	50.75	22.60	0.00	0.0030607	6.84
19-20	0.37	14.64	201.27	20.00	-1.10	-5.36	6.46	27.89	15.98	50.75	22.44	0.00	0.0030291	6.46
20-21	0.37	14.59	201.27	20.00	-1.30	-5.41	6.23	27.86	16.13	50.75	22.37	0.00	0.0030195	6.23
21-22	0.37	14.51	201.27	20.00	-1.60	-5.49	5.85	27.78	16.36	50.75	22.21	0.00	0.0029872	5.85
22-23	0.37	14.51	201.27	20.00	-1.60	-5.49	5.85	27.78	16.36	50.75	22.21	0.00	0.0029872	5.85

Status: Svi sustavi su učtani. Aplikacija je spremna za rad.

### Protok zraka mehaničkom ventilacijom

01. Osnovni podaci

# 1

Meh. ventilacija prisutna? Da

Shema sustava ventilacije Shema 2

Smještaj jedinice za obradu zraka Izvan zone

Kontrola vlažnosti: Sustavi sa kontrolom vlažnosti unutar tolerancije

x<sub>mech,sup,H</sub> 0.0060

p s(θ int,C) 2645,13

H<sub>Ve,mech,H</sub> 67,76

H<sub>Ve,mech,C</sub> 67,76

02. Klasa razvodnih kanala

03. Klasa AHU jedinice

04. Udio toplinskog opterećenja

05. Faktor povrata topline

10. Proračuni

Protok zraka

Vrsta zone: Stambeni dio

Vrijeme rada sustava: Sustavi bez prekida rada noću

V A 0,00

T v,meh 24,00

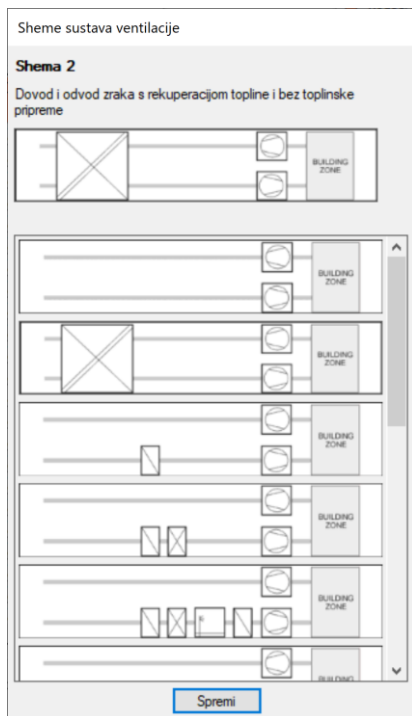
Vrsta regulacije: Konstantni protok zraka

Korisnički unos V<sub>mech,des,H</sub> Da

Korisnički unos V<sub>mech,des,C</sub> Da

V<sub>mech,des,H</sub> 0,00

V<sub>mech,des,C</sub> 0,00



Unos podataka o unutarnjim toplinskim dobitcima:

### Toplinski dobitci

01. Osnovni podaci

02. Unutarnji dobitci

Vrsta proračuna: Proračun unutarnjih dobitaka prema tehničkom propisu

Ak: 154,21

q spec: 5,00

φ int: 771,05

Unutarnji dobitci: 6.754,40

Pregled podataka o solarnim dobitcima (prozirni i neprozirni dijelovi):

Postavke proračuna: Solarni dobitci (satni) | Mjesečne vrijednosti

Označite otvore koji ne ulaze u proračun solarnih toplinskih dobitaka.

Naziv	Tip otvora	I	Z	S	J	SI	SZ	JI	JZ	Σ	Nagib	Kut osj.	Kut h. s.	Kut v.
<input type="checkbox"/> Prozor	Prozori, balkonska vrat...	0,00	0,00	4,32	26,16	0,00	0,00	0,00	0,00	30,48	90	0	0	
<input type="checkbox"/> Krovni prozor	Prozori, balkonska vrat...	0,00	0,00	0,00	10,80	0,00	0,00	0,00	0,00	10,80	30	0	0	
<input checked="" type="checkbox"/> Kutija za rolete	Kutija za eslinger rolete	0,00	0,00	0,00	3,27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,27	90	0	0	
<input checked="" type="checkbox"/> Vrata	Vanjska vrata s neprovi...	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	90	0	0	

Označite građevne dijelove koji ne ulaze u proračun solarnih toplinskih dobitaka.

Naziv	Vrsta	I	Z	S	J	SI	SZ	JI	JZ	Σ	Nagib
<input type="checkbox"/> Vanjski zid	Vanjski zidovi	39,29	41,77	59,19	17,77	0,00	0,00	0,00	0,00	158,02	90
<input type="checkbox"/> Serklaž vanjskog zida	Vanjski zidovi	6,58	6,30	11,18	6,32	0,00	0,00	0,00	0,00	30,38	90
<input type="checkbox"/> Lagani kosi krov	Kosi krovovi iznad grijanog prost...	0,00	0,00	0,00	33,54	0,00	0,00	0,00	0,00	33,54	30
<input checked="" type="checkbox"/> Strop prema negrijanom tavanu	Stropovi prema provjetranom t...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,89	0
<input checked="" type="checkbox"/> Pod na tlu	Podovi na tlu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	78,48	0

Pregled podataka o potrebnoj toplinskoj energiji za grijanje i hlađenje:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPI Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat **Potrebna energija**

Potrebna energija

Potrebna toplinska energija

Grijanje i hlađenje (satno) Grijanje i hlađenje (mesečno)

Mjesec	Q H.nd.m [kWh]	Q cool [kWh]	Q steam [kWh]	Q steam.C [kWh]	d use [dan]	d [dan]	Q H.nd.day [kWh]
Spečanj	120	0,00	0,00	0,00	7	31,00	41,41
Veljača	60	0,00	0,00	0,00	7	28,00	21,74
Ožujak	26	0,00	0,00	0,00	7	31,00	8,50
Travanj		0,00	0,00	0,00	7	30,00	0,00
Svibanj		0,00	0,00	0,00	7	31,00	0,00
Lipanj		0,00	0,00	0,00	7	30,00	0,00
Spanj		0,00	0,00	0,00	7	31,00	0,00
Kolovoz	0,00	1022,20	0,00	0,00	7	31,00	0,00
Rujan	0,00	316,44	0,00	0,00	7	30,00	0,00
Listopad	0,00	9,47	0,00	0,00	7	31,00	0,00
Studeni	137,21	0,00	0,00	0,00	7	30,00	4,57
Prosinac	964,02	0,00	0,00	0,00	7	31,00	31,10
<b>UKUPNO =</b>	<b>3257,04</b>	<b>3023,68</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

Status:

Potrebna energija

01. Osnovni podaci

# 1

Zona: Zona 1

Af: 191,19

Ve: 529,65

Proračun plošne mase: Ne

m<sup>2</sup>: 262,34

Masivnost konstrukcije: Srednje teška zgrada, plošna masa zidova 400

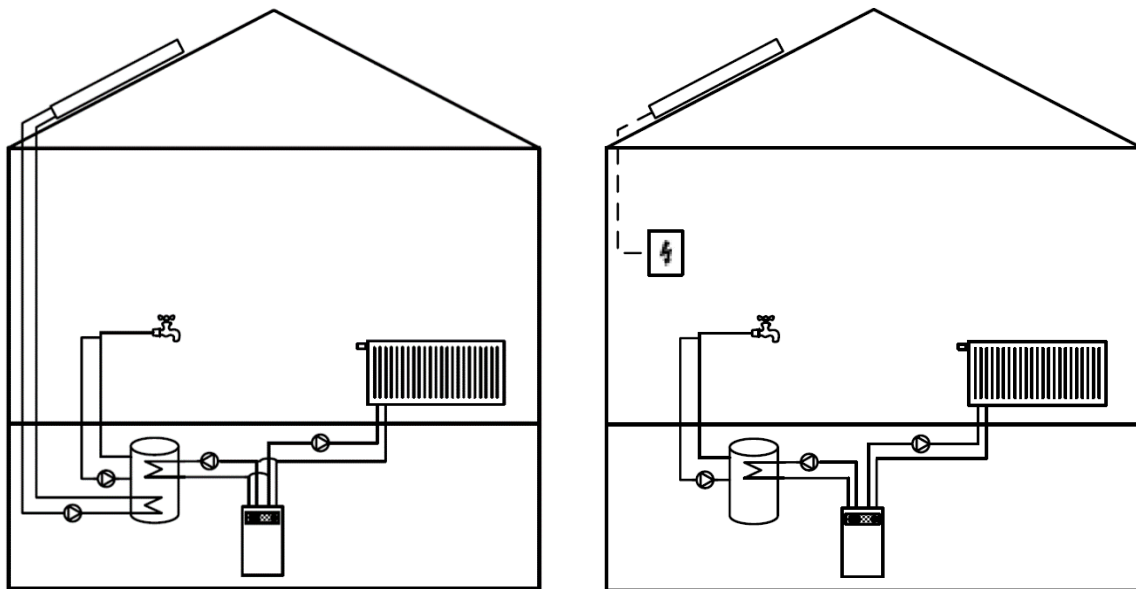
Cm: 31546350,00

02. Jednostavna satna metoda

03. Energija za rasvjetu

## 3.2. Termotehnički sustavi

U nastavku je prikazan postupak unosa podataka u računalni program MGIPU energetska certifikator na primjeru termotehničkog sustava obiteljske kuće koji za potrebe grijanja prostora i pripreme PTV-a koristi plinski kondenzacijski protočni bojler i solarni toplovodni sustav (slika 10). Za hlađenje se koristi multisplit sustav. Prikazan je i postupak unosa podataka za PV sustav. Na samom početku prikazan je postupak kreiranja termotehničkog sustava. Detalji sustava dani su u nastavku. Kod većine ulaznih podataka moguće je koristiti predefinirane vrijednosti ili one poznate iz projekta ili energetskog pregleda. U računalni program implementirane su sve tablice s predefiniranim vrijednostima iz Algoritama [10]. Detaljni opisi svih ulaznih veličina dani su u Algoritmima [10] koje je potrebno koristiti pri unosu podataka u računalni program.



Slika 10. Shematski prikaz solarnog toplovodnog i PV sustava iz primjera za unos podataka

pod sustav predaje	ogrjevnna tijela: radijatori ili podno grijanje	smještaj: vanjski zidovi	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac	
pod sustav razvoda grijanja	temperatura: 55/40°C (35/30°C)	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	regulacija: prema unut.temperaturi	izolacija: Y= 0,2 W/mK

pod sustav proizvodnje, grijanje	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler (ili kotao na pelete ili solar (Ak=11,4-15,2 m <sup>2</sup> ))	snaga: 18 kW			
pod sustav razvoda PTV-a	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	izolacija: izolir.Y= 0,2 W/mK		
pod sustav proizvodnje, PTV	isti kao za grijanje+solarni toplovodni sustav Ak=4 m <sup>2</sup>				
hlađenje:	multisplit				

Tablica 9. Podatci o podsustavima iz primjera za unos podataka

Unos podataka o potrebnoj toplini za pripremu potrošne tople vode:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecpj] - MGIPI Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat **Potrebna energija**

Potrebna energija

**Potrebna toplinska energija za grijanje i hlađenje** Osvježi satni proračun

Grijanje i hlađenje (satno) Grijanje i hlađenje (mesečno) **Energija za PTV** Faktori iskoristenja

#	1
Zona	Zona 1
Vrsta zgrade	Stambeni dio
A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	154,21
d <sub>grijanje</sub> [dan]	201,00
d <sub>hlađenje</sub> [dan]	164,00
Tip zgrade	Stambena zgrada s 3 i manje stambene jedinice
Q <sub>W,A,a</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	12,50
Q <sub>W,g</sub> [kWh]	1061,51
Q <sub>W,ng</sub> [kWh]	866,11
Q <sub>W</sub> [kWh]	1927,63

Status:

**Potrebna energija za PTV**

01. Osnovni podaci

#

Zona

Vrsta zgrade

Ak

d<sub>g</sub>

d<sub>ng</sub>

d'<sub>g</sub>

d'<sub>ng</sub>

Tip zgrade:

Q<sub>W,A,a</sub>

Korisnički unos V<sub>W,f,day</sub>

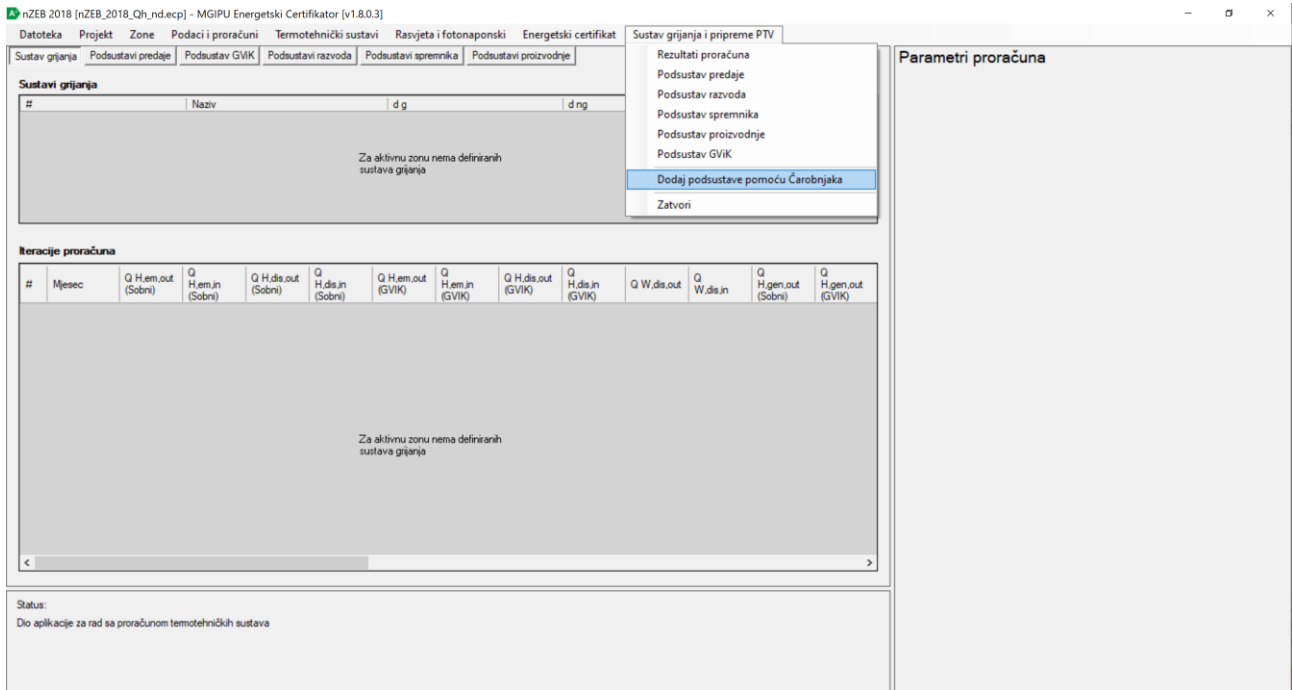
V<sub>W,f,day</sub>

02. Energija za pripremu PTV

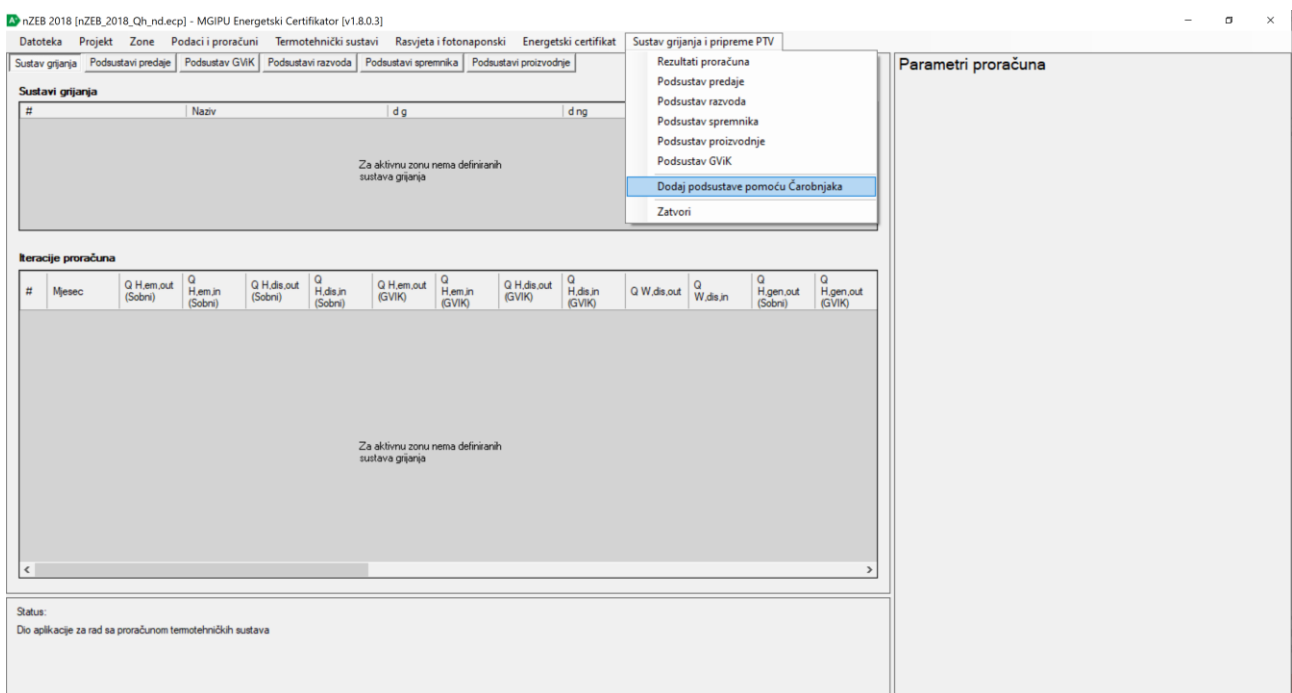
Q<sub>W,g</sub>

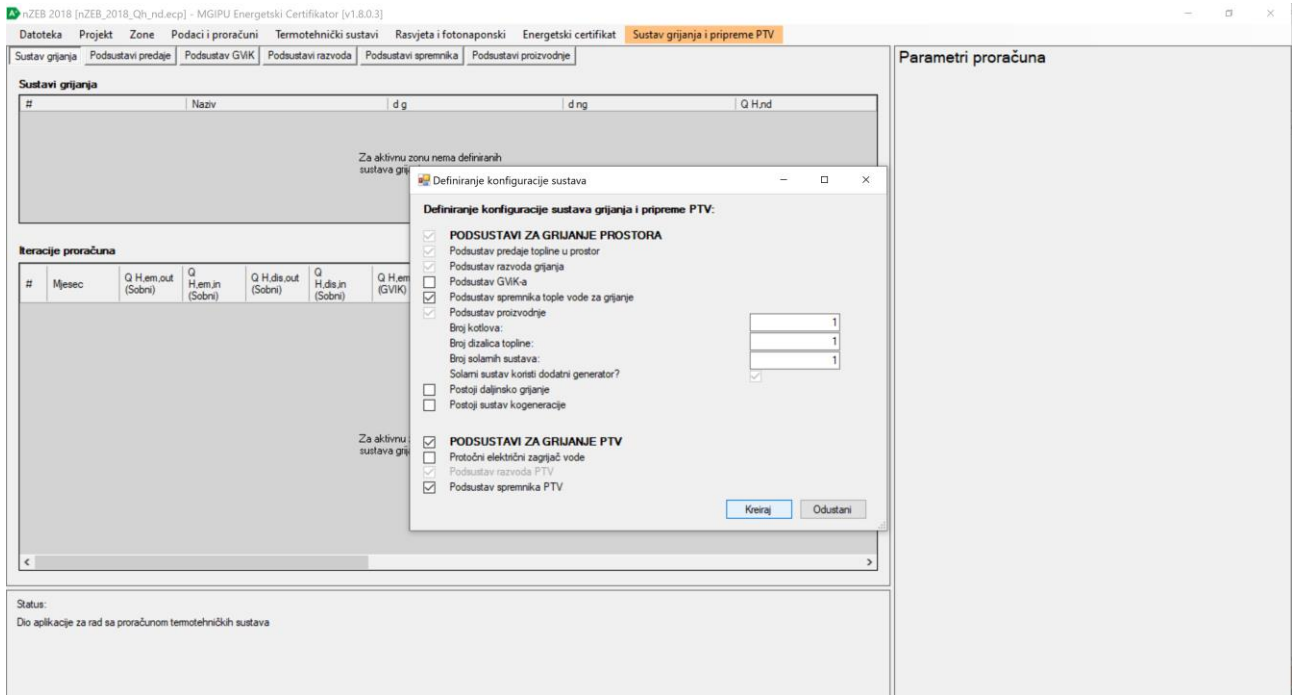
Q<sub>W,ng</sub>

Q<sub>W</sub>



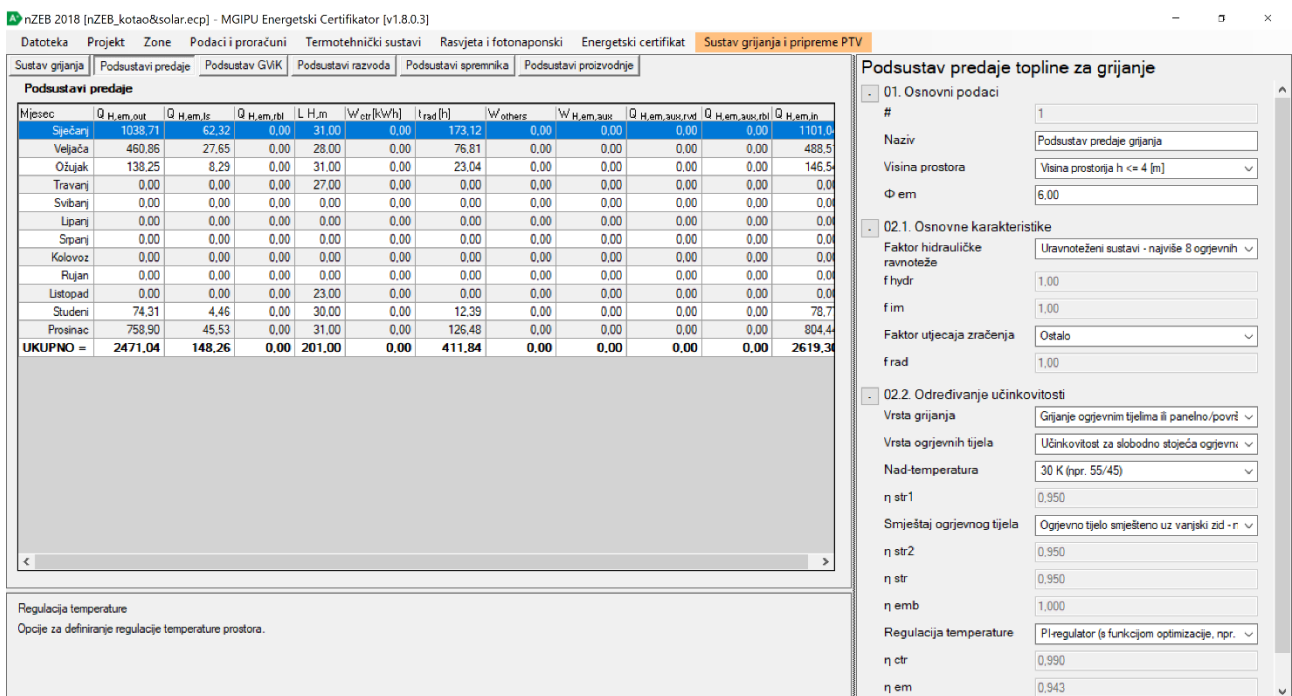
Postupak kreiranja termotehničkog sustava pomoću 'čarobnjaka':





**Napomena** Nije moguće naknadno dodavati i brisati elemente termotehničkog sustava jednom kad je isti kreiran.

Unos podataka u podsustav predaje:





## Unos podataka u podsustav razvoda grijanja prostora:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Sustav grijanja i pripreme PTV

Sustav grijanja Podsustavi predaje Podsustav GVIK Podsustavi razvoda Podsustavi spremnika Podsustavi proizvodnje

### Podsustav razvoda topline za grijanje

Mjesec	Q <sub>H,dis,out</sub>	β <sub>dis</sub>	t <sub>uk</sub>	t <sub>o</sub>	θ <sub>m</sub>	Q <sub>H,dis,lv</sub>	Q <sub>H,dis,ls</sub>	Q <sub>H,dis,ls,La</sub>	Q <sub>H,dis,ls</sub>	Q <sub>H,dis,ls,bl</sub>	e <sub>H,d</sub>
Siječanj	1101,04	0,2466	744,00	0,00	29,37	51,18	10,00	73,29	134,46	134,46	
Veljača	488,51	0,1615	504,00	0,00	26,77	25,04	4,89	35,85	65,78	65,78	
Ožujak	146,54	0,0657	372,00	0,00	23,38	9,24	1,81	13,24	24,29	24,29	
Travanj	0,00	0,0000	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Svibanj	0,00	0,0000	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Lipanj	0,00	0,0000	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Srpanj	0,00	0,0000	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Kolovoz	0,00	0,0000	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rujan	0,00	0,0000	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Listopad	0,00	0,0000	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Studeni	78,77	0,0547	240,00	0,00	22,94	5,18	1,01	7,42	13,62	13,62	
Prosinac	804,44	0,1802	744,00	0,00	27,36	40,20	7,85	57,57	105,62	105,62	
<b>UKUPNO =</b>	<b>2619,30</b>		<b>2604,00</b>			<b>130,84</b>	<b>25,56</b>	<b>187,37</b>	<b>343,77</b>	<b>343,77</b>	

Status:  
Svi sustavi su učitani. Aplikacija je spremna za rad.

### Podsustav razvoda topline za grijanje

θ<sub>s,des</sub> 55,00  
θ<sub>r,des</sub> 40,00  
θ<sub>i</sub> 20,00  
Δθ<sub>des</sub> 27,50  
Tip ogrjevnog tijela Radijator  
n 1,30

07. Pomoćna energija  
Smještaj cirkulacijske crpke Pumpa smještena u grijanoj zoni zgrade (k)

07.1. Najveća duljina kruga grijanja

07.2. Projektni volumni protok  
Δθ<sub>dis,des</sub> 15,00  
V<sub>des</sub> 0,35

07.3. Projektni pad tlaka  
Tip generatora topline Generator sa sadržajem vode < 0.3 [lit/kW]  
Δp<sub>g</sub> 2,42  
Δp<sub>FH</sub> 0,00  
Δp<sub>des</sub> 11,92

07.4. Faktor učinkovitosti

07.5. Faktor energetskog utroška  
Vrsta regulacije pumpe Pumpa s regulacijom - promjenjiv Δp  
C<sub>P1</sub> 0,90  
C<sub>P2</sub> 0,10

## Unos podataka u podsustav pripreme PTV-a:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Sustav grijanja i pripreme PTV

Sustav grijanja Podsustavi predaje Podsustav GVIK Podsustavi razvoda Podsustavi spremnika Podsustavi proizvodnje

### Podsustav razvoda PTV-a

Mjesec	Q <sub>W,dis,out</sub>	Q <sub>W,dis,ls,nc</sub>	t <sub>uk</sub>	Q <sub>W,dis,ls,col,g</sub>	Q <sub>W,dis,ls,col,ng</sub>	Q <sub>W,dis,ls,col</sub>	Q <sub>W,dis,ls</sub>	Q <sub>W,dis,ls,bl</sub>	V	D <sub>hydr</sub>	f
Siječanj	163,72	24,56	0,00	0,00	0,00	0,00	24,56	24,56	0,00	0,00	0,00
Veljača	147,87	22,18	0,00	0,00	0,00	0,00	22,18	22,18	0,00	0,00	0,00
Ožujak	163,72	24,56	0,00	0,00	0,00	0,00	24,56	24,56	0,00	0,00	0,00
Travanj	158,43	23,77	0,00	0,00	0,00	0,00	23,77	23,77	0,00	0,00	0,00
Svibanj	163,72	24,56	0,00	0,00	0,00	0,00	24,56	24,56	0,00	0,00	0,00
Lipanj	158,43	23,77	0,00	0,00	0,00	0,00	23,77	23,77	0,00	0,00	0,00
Srpanj	163,72	24,56	0,00	0,00	0,00	0,00	24,56	24,56	0,00	0,00	0,00
Kolovoz	163,72	24,56	0,00	0,00	0,00	0,00	24,56	24,56	0,00	0,00	0,00
Rujan	158,43	23,77	0,00	0,00	0,00	0,00	23,77	23,77	0,00	0,00	0,00
Listopad	163,72	24,56	0,00	0,00	0,00	0,00	24,56	24,56	0,00	0,00	0,00
Studeni	158,43	23,77	0,00	0,00	0,00	0,00	23,77	23,77	0,00	0,00	0,00
Prosinac	163,72	24,56	0,00	0,00	0,00	0,00	24,56	24,56	0,00	0,00	0,00
<b>UKUPNO =</b>	<b>1927,63</b>	<b>289,14</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>289,14</b>	<b>289,14</b>	<b>0,00</b>		

Status:  
Svi sustavi su učitani. Aplikacija je spremna za rad.

### Podsustav razvoda PTV-a

01. Osnovni podaci o podsustavu razvoda PTV-a  
# 1  
Sustav grijanja Sustav grijanja  
Naziv Podsustav razvoda PTV  
Ak 154,21  
Fizikalna metoda Da

02. Duljine cjevovoda  
L<sub>W,dis,ukupno</sub> 33,44  
Unos karakteristika cjevovoda Unesite vrijednosti...

02.1. Duljine cjevovoda izvan cirkulacijske petlje  
L<sub>W,dis,hs</sub> 33,44  
L<sub>W,dis,nhs</sub> 0,00  
L<sub>W,dis,nc</sub> 33,44

02.2. Duljine cjevovoda unutar cirkulacijske petlje  
L<sub>W,dis,col</sub> (grijani prostor) 0,00  
L<sub>W,dis,col</sub> (negrijani prostor) 0,00  
r<sub>W,dis,col,hs</sub> 0,00  
L<sub>W,dis,col</sub> 0,00

03.1. Gubici cjevovoda izvan cirkulacijske petlje  
03.2. Gubici cjevovoda unutar cirkulacijske petlje  
05.1. Volumni protok u cirkulacijskoj petlji  
05.2. Najveća duljina cjevovoda u cirkulacijskoj petlji



## Unos podataka u podsustav proizvodnje (bojler/kotao):

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Sustav grijanja i pripreme PTV

Sustav grijanja | Podsustavi predaje | Podustav GVIK | Podsustavi razvoda | Podsustavi spremnika | Podsustavi proizvodnje

### Podustavi Proizvodnje

Mjesec	Naziv	Q <sub>H,gen,out</sub> (Sobri) [kWh]	Q <sub>H,gen,out</sub> (GVIK) [kWh]	Q <sub>H,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>W,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>HW,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>gen,Is</sub> [kWh]
Siječanj	Podustav proizvodnje grijanja	1233,09	0,00	1233,09	188,27	1421,36	
Veljača	Podustav proizvodnje grijanja	553,07	0,00	553,07	170,05	723,13	
Ožujak	Podustav proizvodnje grijanja	170,10	0,00	170,10	188,27	358,38	
Travanj	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	182,20	182,20	
Svibanj	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	188,27	188,27	
Lipanj	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	182,20	182,20	
Srpanj	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	188,27	188,27	
Kolovoz	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	188,27	188,27	
Rujan	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	182,20	182,20	
Listopad	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	188,27	188,27	
Studeni	Podustav proizvodnje grijanja	92,38	0,00	92,38	182,20	274,58	
Prosinac	Podustav proizvodnje grijanja	908,15	0,00	908,15	188,27	1096,43	
<b>UKUPNO =</b>		<b>2956,80</b>	<b>0,00</b>	<b>2956,80</b>	<b>2216,77</b>	<b>5173,57</b>	

Generatori

Mjesec	Naziv	η <sub>ci</sub> [%]	Q <sub>H,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>W,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>HW,gen,out</sub> [kWh]	β <sub>gnr</sub> [%]	Q <sub>gnr,Is</sub> [kWh]
Siječanj	Novi kotao	744,00	1271,76	194,18	1465,94	0,1095	-43,17
Veljača	Novi kotao	672,00	519,84	159,83	679,67	0,0562	-17,64
Ožujak	Novi kotao	714,00	76,50	84,67	161,17	0,0120	-0,75

Status:  
Svi sustavi su učtani. Aplikacija je spremna za rad.

### Kotao

01. Osnovni podaci  
# 1  
Naziv Novi kotao

01.1. Primarna cirkulacija  
Priklučen spremnik vode za grijanje Ne  
Priklučen spremnik PTV Ne

03. Podaci o kotlu/generatoru  
Energent Prirodni plin  
Vrsta kotla Kondenzacijski kotlovi  
Kotao Pobojšani kondenzacijski kotao  
Godina proizvodnje Poslije 1999  
Priklučen na el. mrežu Kotao tijekom mirovanja nije odvojen od iz  
Svrha kotla Služi za kombinaciju grijanja i pripreme PT  
Prioritet kotla Bez prioriteta  
Φ Pn 18,00  
Φ Pn,ld 18,00  
θ gnr,w,min 20,00  
f corr,Pn 0,20  
f corr,Pint 0,20  
f gnr,env 0,75  
Smještaj kotla U grijanom prostoru  
b brm 0,00

## Unos podataka u podsustav proizvodnje-solarni toplovodni sustav:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Sustav grijanja i pripreme PTV

Sustav grijanja | Podsustavi predaje | Podustav GVIK | Podsustavi razvoda | Podsustavi spremnika | Podsustavi proizvodnje

### Podustavi Proizvodnje

Mjesec	Naziv	Q <sub>H,gen,out</sub> (Sobri) [kWh]	Q <sub>H,gen,out</sub> (GVIK) [kWh]	Q <sub>H,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>W,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>HW,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>gen,Is</sub> [kWh]
Siječanj	Podustav proizvodnje grijanja	1233,09	0,00	1233,09	188,27	1421,36	
Veljača	Podustav proizvodnje grijanja	553,07	0,00	553,07	170,05	723,13	
Ožujak	Podustav proizvodnje grijanja	170,10	0,00	170,10	188,27	358,38	
Travanj	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	182,20	182,20	
Svibanj	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	188,27	188,27	
Lipanj	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	182,20	182,20	
Srpanj	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	188,27	188,27	
Kolovoz	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	188,27	188,27	
Rujan	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	182,20	182,20	
Listopad	Podustav proizvodnje grijanja	0,00	0,00	0,00	188,27	188,27	
Studeni	Podustav proizvodnje grijanja	92,38	0,00	92,38	182,20	274,58	
Prosinac	Podustav proizvodnje grijanja	908,15	0,00	908,15	188,27	1096,43	
<b>UKUPNO =</b>		<b>2956,80</b>	<b>0,00</b>	<b>2956,80</b>	<b>2216,77</b>	<b>5173,57</b>	

Generatori

Mjesec	Naziv	η <sub>ci</sub> [%]	Q <sub>H,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>W,gen,out</sub> [kWh]	Q <sub>HW,gen,out</sub> [kWh]	β <sub>gnr</sub> [%]	Q <sub>gnr,Is</sub> [kWh]
Siječanj	Novi kotao	744,00	1271,76	194,18	1465,94	0,1095	-43,17
Veljača	Novi kotao	672,00	519,84	159,83	679,67	0,0562	-17,64
Ožujak	Novi kotao	714,00	76,50	84,67	161,17	0,0120	-0,75

Tip solarnih kolektora  
Tip solarnih kolektora (o njemu ovisi koeficijent a1 i faktor IAM) [W/m<sup>2</sup> K].

### Solarni sustav

Nacin pohrane topline Kolektorski krug spojen na spremnik  
Postoji dodatni grijač Da  
Nacin rada dodatnog grijača Dodatni grijač je stalno uključen  
Namjena solarnog sustava Za pripremu PTV i grijanje prostora  
Smještaj solarnog sustava Grijani prostor  
Izolacija cjevovoda Cjevovodi izolirani

02. Ulazni podaci  
A 4,00  
Korisnički unos a1, a2 i η0 Ne  
Tip solarnih kolektora Ostakljeni poločasti kolektor  
Koeficijent a1 3,5000  
Koeficijent a2 0,0000  
η0 0,8000  
Korisnički unos IAM Ne  
IAM 0,94  
V nom 300,00  
V bu 100,00  
θ H,setpoint 50,00  
Korisnički unos θ w Ne  
θ w 40,00  
Korisnički unos θ cw Ne  
θ cw 10,00

## Kreiranje fotonaponskog sustava:

Software interface showing the 'Rasvjeta i fotonaponski' menu with 'Dodaj fotonaponski sustav' selected. The main table is empty with a message: "Za aktivnu zonu nema definiranog fotonaponskog sustava".

#	Naziv	A [m <sup>2</sup> ]	E <sub>sol</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	E <sub>el,pv,net</sub> = E <sub>net</sub> [kWh/a]
Za aktivnu zonu nema definiranog fotonaponskog sustava				

Status:  
Do aplikacije za rad sa proračunom sustava rasvjete

## Unos podataka u fotonaponski sustav:

Software interface showing the 'Fotonaponski sustav' configuration panel. The table contains one entry: "Fotonaponski sustav 1" with area 15.00, E<sub>sol</sub> 1415.89, and E<sub>el,pv,net</sub> 2389.31.

#	Naziv	A [m <sup>2</sup> ]	E <sub>sol</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	E <sub>el,pv,net</sub> = E <sub>net</sub> [kWh/a]
1	Fotonaponski sustav 1	15,00	1415,89	2389,31

Status:  
Svi sustavi su učitani. Aplikacija je spremna za rad.

**Fotonaponski sustav**

01. Osnovni podaci  
# 1  
Naziv Fotonaponski sustav 1

02. Ulazni podaci  
A 15,00  
Vrsta PV modula Mono-kristalini Silicij  
Nacin ugradnje PV modula Osrednje dobro ventilirani modul  
Korisnički unos P pk Ne  
K pk gornja granica 0,180  
K pk donja granica 0,120  
K pk 0,150  
P pk 2,25  
f<sub>p,oi</sub>e 0,00  
E<sub>sol,hor</sub> 1253,00  
Kut nagiba 30  
Orijentacija Jug  
f<sub>tilt</sub> 1,13  
I<sub>ref</sub> 1,00

04. Proračun  
E<sub>sol</sub> 1415,89  
E<sub>el,pv,net</sub> 2389,31

## Pregled podataka sustava hlađenja prostora:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat **Sustav hlađenja**

Sustav hlađenja Podustavi predaje Podustav GVIK Podustavi razvoda Podustavi proizvodnje

### Sustav hlađenja

#	Naziv
2	Sustav hlađenja 0

Termotehnički sustav: Kotao+solar+split  
 PostojiSobniSustav: True  
 PostojiGVIKSustav: True  
 Naziv: Sustav hlađenja 0  
 Q C.nd: 3023,68

### Iteracije proračuna

#	Mjesec	Q C.em.out (Sobni)	Q C.em.in (Sobni)	Q C.dis.out (Sobni)	Q C.dis.in (Sobni)	Q C.em.out (GVIK)	Q C.em.in (GVIK)	Q C.dis.out (GVIK)	Q C.dis.in (GVIK)	Q C.gen.out (Sobni)	Q C.gen.o (GVIK)
6	Siječanj	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Veljača	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Ožujak	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Travanj	86,09	97,32	97,32	97,32	0,00	0,00	0,00	0,00	97,32	0,00
6	Svibanj	370,60	419,53	419,53	419,53	0,00	0,00	0,00	0,00	419,53	0,00
6	Lipanj	676,39	766,85	766,85	766,85	0,00	0,00	0,00	0,00	766,85	0,00
6	Srpanj	825,44	936,51	936,51	936,51	0,00	0,00	0,00	0,00	936,51	0,00
6	Kolovoz	1090,70	1239,07	1239,07	1239,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1239,07	0,00
6	Rujan	451,05	510,80	510,80	510,80	0,00	0,00	0,00	0,00	510,80	0,00
6	Listopad	95,60	108,08	108,08	108,08	0,00	0,00	0,00	0,00	108,08	0,00
6	Studeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Prosinac	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>UKUPNO</b>	<b>3595,87</b>	<b>4078,15</b>	<b>4078,15</b>	<b>4078,15</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>4078,15</b>	<b>0,00</b>
5	Siječanj	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Veljača	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Status: Dio aplikacije za rad sa proračunom termotehničkih sustava

## Unos podataka u podsustav predaje:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat **Sustav hlađenja**

Sustav hlađenja Podustavi predaje Podustav GVIK Podustavi razvoda Podustavi proizvodnje

### Podustavi predaje hlađenja

#	Mjesec	Naziv	Q C.em.out	$\eta_{k,C}$	$\beta_{C,dis}$	Q C.gen.out	$\eta_{c,op}$	Q C.em.is	W C.em.aux.fan	Q C.em.aux.net
2	Siječanj	Podustav predaje hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Veljača	Podustav predaje hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ožujak	Podustav predaje hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Travanj	Podustav predaje hl...	86,09	240	0,0579	97,32	13,90	11,19	0,05	0,04
2	Svibanj	Podustav predaje hl...	370,60	558	0,1074	419,53	59,93	48,18	1,01	0,75
2	Lipanj	Podustav predaje hl...	676,39	720	0,1522	766,85	109,55	87,93	3,36	2,52
2	Srpanj	Podustav predaje hl...	825,44	744	0,1798	936,51	133,79	107,31	5,01	3,76
2	Kolovoz	Podustav predaje hl...	1090,70	744	0,2379	1239,07	177,01	141,79	8,77	6,58
2	Rujan	Podustav predaje hl...	451,05	720	0,1013	510,80	72,97	58,64	1,49	1,12
2	Listopad	Podustav predaje hl...	95,60	170	0,0908	108,08	15,44	12,43	0,07	0,05
2	Studeni	Podustav predaje hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Prosinac	Podustav predaje hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>UKUPNO</b>		<b>3595,87</b>	<b>3896</b>	<b>0,1325</b>	<b>4078,15</b>	<b>582,59</b>	<b>467,46</b>	<b>19,76</b>	<b>14,82</b>

### Podustav predaje topline za hlađenje

01. Osnovni podaci  
 # 2  
 Naziv Podustav predaje hlađenja  
 $\Phi_{C,gen}$  7,00

02. Određivanje učinkovitosti  
 Rashladni sustav: Direktno isparavanje  
 $\eta_{C,em}$  1,00  
 $\eta_{C,em,sens}$  0,87

03. Pomoćna energija  
 Korisnički unos  $f_{C,aux,fan}$  Ne  
 Vrsta ventilatora: Rashladni uređaji - unutarnja jedinica s dir  
 $f_{C,aux,fan}$  0,04

Status: Svi sustavi su učitan. Aplikacija je spremna za rad.

### Unos podataka u podsustav razvoda:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.epc] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat **Sustav hlađenja**

Sustav hlađenja | Podsustavi predaje | **Podsustav GVIK** | Podsustavi razvoda | Podsustavi proizvodnje

#### Podsustavi razvoda

Mjesec	Naziv	Q <sub>C,dis,out</sub>	k <sub>uk,C</sub>	β <sub>C,dis</sub>	Q <sub>C,gen,out</sub>	Q <sub>C,dis,ts</sub>	Q <sub>C,dis,ts,tbl</sub>	e <sub>C,dis</sub>	W <sub>C,dis,aux</sub>	Q
Siječanj	Podsustav razvoda hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Veljača	Podsustav razvoda hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Ožujak	Podsustav razvoda hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Travanj	Podsustav razvoda hl...	97,32	240	0,0579	97,32	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Svibanj	Podsustav razvoda hl...	419,53	558	0,1074	419,53	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Lipanj	Podsustav razvoda hl...	766,85	720	0,1522	766,85	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Sipanj	Podsustav razvoda hl...	936,51	744	0,1798	936,51	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Kolovoz	Podsustav razvoda hl...	1239,07	744	0,2379	1239,07	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Rujan	Podsustav razvoda hl...	510,80	720	0,1013	510,80	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Listopad	Podsustav razvoda hl...	108,08	170	0,0908	108,08	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Studeni	Podsustav razvoda hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Prosinac	Podsustav razvoda hl...	0,00	0	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
<b>UKUPNO</b>		<b>4078,15</b>	<b>3896</b>	<b>0,1325</b>	<b>4078,15</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Status: Svi sustavi su učtani. Aplikacija je spremna za rad.

#### Podsustav razvoda hlađenja

01. Osnovni podaci o podsustavu razvoda  
 # 2  
 Naziv: Podsustav razvoda hlađenja  
 Podsustav predaje hlađenja: Podsustav predaje hlađenja  
 Klimakomora: Klimakomora  
 Φ<sub>C,gen</sub>: 7,00

02. Gabariti zone  
 L: 0,00  
 B: 0,00  
 h<sub>iev</sub>: 0,00  
 N<sub>iev</sub>: 0,00

03. Učinkovitost podsustava razvoda  
 Rashladni sustav: Direktno isparavanje  
 η<sub>C,dis</sub>: 1,00

06. Pomoćna energija  
 Smještaj razvoda: Dio je u grijanom/hlađenom prostoru  
 Smještaj cirkulacijske crpke: Pumpa smještena u grijanoj zoni zgrade (k)

07.1. Najveća duljina kruga hlađenja  
 Korisnički unos L: Ne  
 C<sub>dis,max</sub>: 20,00  
 L<sub>C,dis,max</sub>:  
 Faktor hidrauličke ravnoteže: Uravnoteženi sustavi  
 f<sub>h,tbl</sub>: 1,00

### Unos podataka u podsustav proizvodnje hlađenja (multisplit):

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.epc] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat **Sustav hlađenja**

Sustav hlađenja | Podsustavi predaje | Podsustav GVIK | **Podsustavi razvoda** | Podsustavi proizvodnje

#### Podsustavi Proizvodnje

Mjesec	Naziv	Q <sub>C,gen,out</sub> (Sobni)	Q <sub>C,gen,out</sub> (GVIK)	Q <sub>C,gen,out</sub>	Q <sub>C,gen,ts</sub>	Q <sub>C,gen,tbl</sub>	Q <sub>C,gen,in</sub>
Siječanj	Podsustav proizvodnje Hla...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Veljača	Podsustav proizvodnje Hla...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ožujak	Podsustav proizvodnje Hla...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Travanj	Podsustav proizvodnje Hla...	97,32	0,00	97,32	0,00	0,00	97,32
Svibanj	Podsustav proizvodnje Hla...	419,53	0,00	419,53	0,00	0,00	419,53
Lipanj	Podsustav proizvodnje Hla...	766,85	0,00	766,85	0,00	0,00	766,85
Sipanj	Podsustav proizvodnje Hla...	936,51	0,00	936,51	0,00	0,00	936,51
Kolovoz	Podsustav proizvodnje Hla...	1239,07	0,00	1239,07	0,00	0,00	1239,07
Rujan	Podsustav proizvodnje Hla...	510,80	0,00	510,80	0,00	0,00	510,80
Listopad	Podsustav proizvodnje Hla...	108,08	0,00	108,08	0,00	0,00	108,08
Studeni	Podsustav proizvodnje Hla...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Prosinac	Podsustav proizvodnje Hla...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>UKUPNO</b>		<b>4078,15</b>	<b>0,00</b>	<b>4078,15</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>4078,15</b>

#### Generatori

Elektroni generator hlađenja	Plinski generator hlađenja	Apsorpcijski generator hlađenja
ic		
Electron generator 2	133,75	7,00
Electron generator 2	177,01	7,00
Electron generator 2	72,97	7,00
Electron generator 2	15,44	7,00
Electron generator 2	0,00	7,00
Electron generator 2	0,00	7,00
<b>PNO</b>	<b>582,59</b>	<b>7,00</b>

Status: Svi sustavi su učtani. Aplikacija je spremna za rad.

#### Generator hlađenja

01. Osnovni podaci  
 # 2  
 Naziv: Električni generator 2

02. Ulazni podaci  
 Kompresor ili sobni: Sobni sustav  
 Način hlađenja: Zrak  
 Vrsta sustava: Sobni sustav  
 Φ<sub>C,gen</sub>: 7,00

03. Faktor energetske učinkovitosti EER  
 Korisnički unos EER: Da  
 EER: 4,00

04. Faktor djelomičnog opterećenja  
 Vrsta regulacije: Jednozonski sustav s kontinuiranom regul  
 Korisnički unos PLV AV: Ne  
 PLV AV: 1,37

04.1. Kondenzator  
 Isključi proračun?: Da

## Pregled rezultata proračuna

(grijanje, PTV&hlađenje, kondenzac.bojler&4 m<sup>2</sup> sol.kol. i 15 m<sup>2</sup> PV):

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPIU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat

Primarna energija Pregled energetskog certifikata

**Primarna energija po elementima**

Naziv	Energent	Termotehnički	Q <sub>gen,in</sub> [kWh]	W <sub>aux</sub> [kWh]	E <sub>del</sub> [kWh]	E <sub>prim</sub> [kWh]
Novi kotao	Proadni plin	Kotao+solar+split	4251.94	90.19	4342.13	4801.44
Solarni sustav 1	Sunčeva Energija	Kotao+solar+split	1720.93	67.52	67.52	108.98
Podustav razvoda grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	16.60	16.60	26.78
Podustav razvoda PTV	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Električni generator 2	Električna energija	Kotao+solar+split	744.19	0.00	744.19	1201.12
Podustav razvoda Hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	19.76	19.76	31.90
Fotonaponski sustav 1 (Proizvodnja e...)	Električna energija	Fotonaponski sustav 1	-2389.31	0.00	-2389.31	-3856.35
<b>UKUPNO</b>			<b>4327.75</b>	<b>194.06</b>	<b>2800.88</b>	<b>2313.87</b>

**Primarna energija po energentima**

Naziv	E <sub>del</sub> [kWh]	f <sub>p</sub>	E <sub>prim</sub> [kWh]	CO <sub>2</sub> [kg/kWh]	CO <sub>2</sub> [kg]
Proadni plin	4251.94	1.09500	4655.88	0.22020	936.28
Sunčeva Energija	0.00	0.00000	0.00	0.00000	0.00
Električna energija	-1451.06	1.61400	-2342.01	0.23481	-340.72
<b>UKUPNO</b>	<b>2800.88</b>		<b>2313.87</b>		<b>595.55</b>

Status:  
Do aplikacije za izračun primarne energije!

**Primarna energija**

01. Aktivna zona

E prim 2313.87

E prim,termo 2313.87

E prim,rasvjeta 0.00

E prim,el 1514.34

E prim,el 0.00

E el,out 2389.31

E el,out,bonus 1451.06

CO<sub>2</sub> 595.55

E ren 4110.25

E ren,1 0.00

E del,HCW 4996.13

E del,aux 194.06

E del 2800.88

E sol 1720.93

Korisnički unos R ren Ne

r ren,teh 59.47

r ren,termo 59.47

02. Cijeli projekt

## Ispis energetskog certifikata:

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPIU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat

Pregled energetskog certifikata Pregled energetskog certifikata Izvoz certifikata u XML

**Primarna energija po elementima**

Naziv	Energent	Termotehnički	Q <sub>gen,in</sub> [kWh]	W <sub>aux</sub> [kWh]	E <sub>del</sub> [kWh]	E <sub>prim</sub> [kWh]
Novi kotao	Proadni plin	Kotao+solar+split	4251.94	90.19	4342.13	4801.44
Solarni sustav 1	Sunčeva Energija	Kotao+solar+split	1720.93	67.52	67.52	108.98
Podustav razvoda grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	16.60	16.60	26.78
Podustav razvoda PTV	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Električni generator 2	Električna energija	Kotao+solar+split	744.19	0.00	744.19	1201.12
Podustav razvoda Hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	19.76	19.76	31.90
Fotonaponski sustav 1 (Proizvodnja e...)	Električna energija	Fotonaponski sustav 1	-2389.31	0.00	-2389.31	-3856.35
<b>UKUPNO</b>			<b>4327.75</b>	<b>194.06</b>	<b>2800.88</b>	<b>2313.87</b>

**Primarna energija po energentima**

Naziv	E <sub>del</sub> [kWh]	f <sub>p</sub>	E <sub>prim</sub> [kWh]	CO <sub>2</sub> [kg/kWh]	CO <sub>2</sub> [kg]
Proadni plin	4251.94	1.09500	4655.88	0.22020	936.28
Sunčeva Energija	0.00	0.00000	0.00	0.00000	0.00
Električna energija	-1451.06	1.61400	-2342.01	0.23481	-340.72
<b>UKUPNO</b>	<b>2800.88</b>		<b>2313.87</b>		<b>595.55</b>

Status:  
Modul za izradu i pregled energetskog certifikata.

**Certifikat**

01. Energetski certifikat

# 0

Oznaka certifikata

Naziv naručitelja

Adresa naručitelja

02. Građevina

03. Svojstva građevine

04. Odgovorne osobe

05. Termotehnički sustavi

06. Koeficijenti prolaska topline

**Za pregled energetskog certifikata potrebno je odabrati opciju 'Pregled energetskog certifikata' iz glavnog aplikacijskog izbornika.**

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Pregled certifikata

Pregled energetskog certifikata

**ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE**  
prema minimalnim energetskim zahtjevima prema energetskom zahtjevu (nZEB 2018)  
**Referentna niske energetske obiteljske kuća**  
zgrade  
**Zona 1**  
Razlika u primarnoj potrošnji energije  
**Zagreb**

**PODACI O ZGRADI**

Vrsta zgrade (prema tipu):  nova  postojeća  rekonstrukcija  
 Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava:  zgrada s jednostavnim tehničkim sustavom

Vrsta / izvor:  K.20  K.0  
 Godina izgradnje / rekonstrukcije:

Područna korisna površina grijanog dijela zgrade  $A_k$ : 154,21 m<sup>2</sup>  
 Godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje  $Q_{H,nd}$ : 288,69 kWh/(m<sup>2</sup>·a)  
 Faktor otklona  $f_0$  (m<sup>2</sup>): 0,77

**ENERGETSKI RAZRED ZGRADE**

Specifična godišnja potrošena toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  (kWh/(m<sup>2</sup>·a)): 21,12  
 Specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  (kWh/(m<sup>2</sup>·a)): 36,40

**ENERGETSKI RAZRED ZGRADE**

Specifična godišnja potrošena energija  $Q_{H,nd}$  (kWh/(m<sup>2</sup>·a)): 21,12  
 Specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  (kWh/(m<sup>2</sup>·a)): 36,40

Specifična godišnja potrošena energija  $Q_{H,nd}$  (kWh/(m<sup>2</sup>·a)): 21,12  
 Specifična godišnja primarna energija  $E_{prim}$  (kWh/(m<sup>2</sup>·a)): 36,40

U skladu s EN 15613: ako energetski sustav ispunjava zahtjeve (nZEB 2018) i ako se ne može za zgradu postaviti nulta energetska potrošnja, odabir nZEB 2018

**ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT**  
Dana izdavanja certifikata Datum izdavanja 28.08.2018 Datum vađenja 10 godina

Status:

**Certifikat**

01. Energetski certifikat  
 #   
 Oznaka certifikata   
 Naziv naručitelja   
 Adresa naručitelja

02. Građevina  
 03. Svojstva građevine  
 04. Odgovorne osobe  
 05. Termotehnički sustavi  
 06. Koefficienti prolaska topline

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Pregled certifikata

Pregled energetskog certifikata

**PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE**

Način grijanja zgrade:  lokalno  etažno  centralno  nema  
 lokalno  etažno  centralno  protučno  nema

Način pripreme potrošne tople vode:  lokalno  etažno  centralno  protučno  nema

Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje:

Izvor energije za grijanje zgrade:  prirodni plin  loživo ulje  drvo (čepanice)  dizelinski izvor  ukapljeni naftni plin  električna energija  dnevna biomasa  sunčeva energija

Izvor energije za pripremu potrošne tople vode:  prirodni plin  loživo ulje  drvo (čepanice)  dizelinski izvor  ukapljeni naftni plin  električna energija  dnevna biomasa  sunčeva energija

Način hlađenja zgrade:  lokalno  etažno  centralno  nema

Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade:  električna energija  prirodna  nema

Vrsta ventilacije:  prisilna bez sustava povrata topline  prisilna sa sustavom povrata topline  prirodna

Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije:  dizelna toplina  biomasa  solarni kolektori  fotonapon  nema

**ENERGETSKE POTREBE**

	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI		ZAHTJEV	Ispunjeno
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]		
Godišnja potrošena toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$	3257,04	21,12	63,58	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja potrošena toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$	3023,68	19,61	50,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja isporučena energija $E_{del}$	5104,58	33,10	80,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja primarna energija $E_{prim}$	8076,24	36,40	45,00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

Status:

**Certifikat**

uporabne cjeline:   
 Vrsta zgrade:   
 Ulica i kućni broj:   
 Poštanski broj:   
 Mjesto:   
 Katastarska čestica:   
 Katastarska općina:   
 Vlasnik/investitor:   
 Godina izgradnje:   
 Godina zadnje rekonstrukcije:

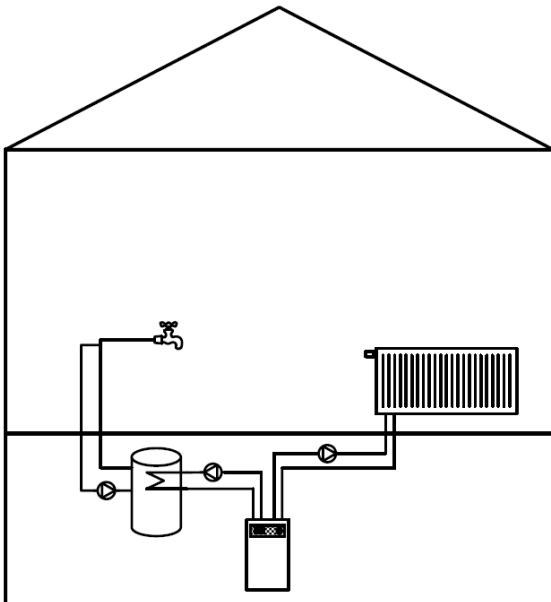
03. Svojstva građevine  
 Stanje zgrade:   
 Složenost zgrade:   
 $A_k$  [m<sup>2</sup>]: 154,21  
 $A$  [m<sup>2</sup>]: 288,69  
 $f_0$  [m<sup>-1</sup>]: 0,77  
 Meteorološka postaja:   
 $E_{prim}$  [kWh/m<sup>2</sup>·a]: 39,40  
 Energetski razred:   
 $Q_{H,nd}$  [kWh/m<sup>2</sup>·a]: 21,12  
 Energ. razred po  $Q_{H,nd}$ :

04. Odgovorne osobe  
 05. Termotehnički sustavi

## 4. Zgrade gotovo nulte energije

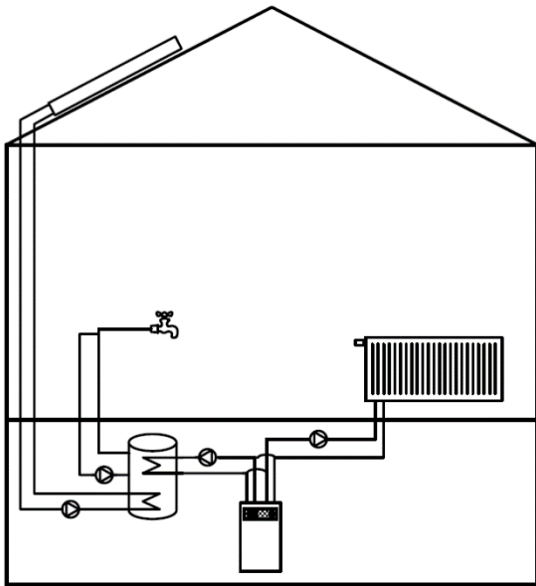
### 4.1. Primjeri tehničkih rješenja

Na slikama 11-14 prikazan je pregled tehničkih rješenja koja se mogu primijeniti za nZEB obiteljsku kuću (slika 9). Uz njih su dani podatci o podsustavima grijanja, hlađenja i pripreme PTV-a. Za ova su tehnička rješenja provedeni proračuni energetske svojstva i međusobno uspoređeni. Isto tako, radi usporedbe dan je i proračun za tehničko rješenje s kondenzacijskim plinskim bojlerom koje se pokazalo kao troškovno optimalno rješenje, no koje ne zadovoljava uvjet na udio obnovljive energije iz Tehničkog propisa [8] jer ne koristi nikakav sustav s obnovljivim izvorima.



pod sustav predaje	ogrjevna tijela: radijatori	smještaj: vanjski zidovi	regulacija: preko ref. prostorije + PI regulator s funkc. optimizac				
pod sustav razvoda grijanja	temperatura: 55/40°C	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	regulacija : prema unut.tem peraturi	izolacija: Ψ= 0,2 W/mK			
pod sustav proizvodnje, grijanje	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler	snaga: 18 kW					
pod sustav razvoda PTV-a	temperatura: 60°C, bez cirk. petlje	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	izolacija: izolir.Ψ= 0,2 W/mK				
pod sustav proizvodnje, PTV	isti kao za grijanje						
hlađenje:	multi split	snaga: 7 kW					
mehanička ventilacija s rekuperacijom	$\eta > 0,75$						

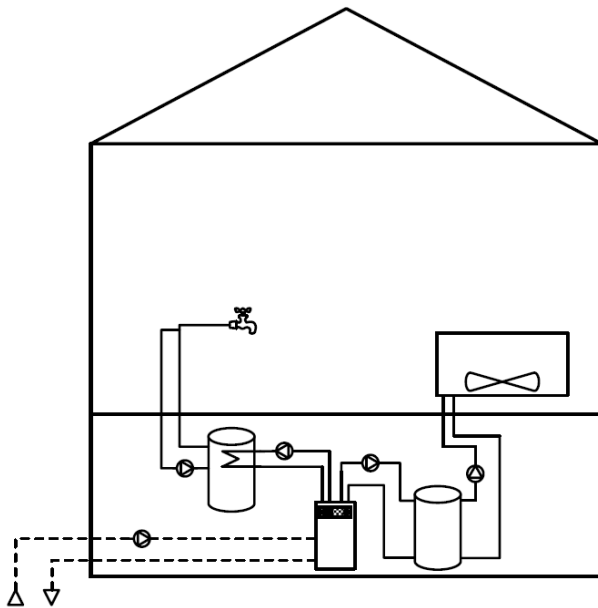
Slika 11. Primjeri tehničkih rješenja – kondenzacijski kotao



pod sustav predaje	ogrjevnna tijela: radijatori ili podno grijanje	smještaj: vanjski zidovi	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac				
pod sustav razvoda grijanja	temperatura: 55/40°C (35/30°C)	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	regulacija: prema unut.temperaturi	izolacija: $\Psi = 0,2$ W/mK			
pod sustav proizvodnje, grijanje	generator topl.: plinski kombi.kondenzac.bojler (ili kotao na pelete ili solar (Ak=11,4-15,2 m <sup>2</sup> ))	snaga: 18 kW					
pod sustav razvoda PTV-a	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	izolacija: izolir. $\Psi = 0,2$ W/mK				
pod sustav proizvodnje, PTV hlađenje:	isti kao za grijanje+solarni toplovodni sustav Ak=4 m <sup>2</sup> multisplit						
mehanička ventilacija s rekuperacijom	$\eta > 0,75$						

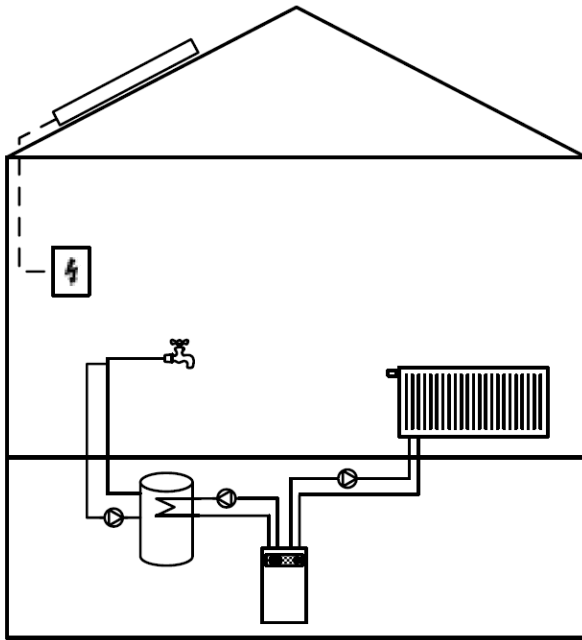
Slika 12. Primjeri tehničkih rješenja – solarni toplovodni sustav (kondenzacijski kotao ili kotao na drvene pelete)





pod sustav predaje	ogrjevnna tijela: ventilokonvektori ili podno grijanje	smještaj: vanjski zidovi	regulacija: preko ref. prostorije+PI regulator s funkc. optimizac				
pod sustav razvoda grijanja	temperatura: 45/35°C(35/30°C)	smještaj: grij.prostor, unutarnji zidovi	regulacija: prema unut.temper aturi	izolacija: $\Psi = 0,2$ W/mK			
pod sustav proizvodnje, grijanje	generator topl.: dizalica topline	snaga: 6 kW					
pod sustav razvoda PTV-a	temperatura: 60°C, bez cirk. Petlje	smještaj: grij.prostor, u unut. zidovima	izolacija: izolir: $\Psi = 0,2$ W/mK				
pod sustav proizvodnje, PTV hlađenje: mehanička ventilacija s rekuperacijom $\eta > 0,75$	isti kao za grijanje dizalica topline ili multisplit						

Slika 13. Primjeri tehničkih rješenja – dizalica topline



Slika 14. Primjeri tehničkih rješenja –fotonaponski sustav (i kondenzacijski kotao)

## 4.2. Usporedba energetskeg svojstva

U nastavku su rezultati proračuna energetskeg svojstva u prethodnom poglavlju opisanih tehničkih rješenja za nZEB zgradu. Proračuni su provedeni u MGIPU energetskeg certifikatoru za kontinentalnu klimu. Solarni toplovodni sustav razmatran je u dvjema varijantama, jednoj za pripremu PTV-a i drugoj za grijanje prostora i pripremu PTV-a.

**Napomena:** Svi proračuni uključuju i potrebnu energiju za hlađenje, ali ne i onu za rasvjetu (jer se ista ne računa za stambene zgrade prema Tehničkom propisu [8]).

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat

Primarna energija

**Primarna energija po elementima**

Naziv	Energent	Termotehnički	$Q_{gen,in}$ [kWh]	$W_{aux}$ [kWh]	$E_{del}$ [kWh]	$E_{prim}$ [kWh]
Novi kotao	Priradni plin	Kotao+solar+split	6725.16	138.59	6863.75	7587.74
Solarni sustav 1	Sunčeva Energija	Kotao+solar+split	0.00	51.21	51.21	82.65
Podustav razvoda grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	16.69	16.69	26.93
Podustav razvoda PTV	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Električni generator 2	Električna energija	Kotao+solar+split	771.12	0.00	771.12	1244.59
Podustav razvoda hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	22.33	22.33	36.03
<b>UKUPNO</b>			<b>7496.28</b>	<b>228.81</b>	<b>7725.10</b>	<b>8977.95</b>

**Primarna energija po energentima**

Naziv	$E_{del}$ [kWh]	$f_p$	$E_{prim}$ [kWh]	$CO_2$ [kg/kWh]	$CO_2$ [kg]
Priradni plin	6725.16	1.09500	7364.05	0.22020	1480.88
Sunčeva Energija	0.00	0.00000	0.00	0.00000	0.00
Električna energija	999.94	1.61400	1613.90	0.23481	234.80
<b>UKUPNO</b>	<b>7725.10</b>	-	<b>8977.95</b>	-	<b>1715.68</b>

Status:  
Dio aplikacije za izračun primarne energije!

**Primarna energija**

01. Aktivna zona

E prim 8977.95

E prim,termo 8977.95

E prim,rasvjeta 0.00

E prim,el' 1613.90

E prim,el 1613.90

E el,out 0.00

E el,out,bonus 0.00

CO<sub>2</sub> 1715.68

E ren 0.00

E ren,1 0.00

E del,HCW 7496.28

E del,aux 228.81

E del 7725.10

E sol 0.00

Korisnički unos R ren Ne

r ren,teh 0.00

r ren,termo 0.00

02. Cijeli projekt

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Pregled certifikata

Pregled energetskog certifikata

Građevinska (bruto) površina zgrade [m <sup>2</sup> ]	268,69	Mjerodavna meteorološka postaja	Zagreb Maksimir
Faktor oblika $f_o$ [m <sup>-1</sup> ]	0,77	Referentna klima	Kontinentalna

**ENERGETSKI RAZRED ZGRADE**

	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	21,12	58,22
<b>A+</b>		
<b>A</b>		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b>		

Specifična godišnja isporučena energija  $E_{del}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] 50,09

Specifična godišnja emisija CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] 11,13

Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ

Status:  
Modul za izradu i pregled energetskog certifikata.

**Certifikat**

01. Energetski certifikat

# 0

Oznaka certifikata

Naziv naručitelja

Adresa naručitelja

02. Građevina

03. Svojstva građevine

04. Odgovorne osobe

05. Termotehnički sustavi

06. Koficijenti prolaska topline

Slika 15. Rezultati proračuna za tehničko rješenje s kondenzacijskim kotlom

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPIU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat

### Primarna energija

#### Primarna energija po elementima

Naziv	Energent	Termotehnički	$Q_{\text{gen,In}}^*$ [kWh]	$W_{\text{aux}}$ [kWh]	$E_{\text{del}}$ [kWh]	$E_{\text{prim}}$ [kWh]
Novi kotao	Pirodni plin	Kotao+solar+split	4166,75	90,06	4256,81	4707,95
Solarni sustav 1	Sunčeva Energija	Kotao+solar+split	1721,15	67,51	67,51	108,96
Podustav razvoda grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	16,30	16,30	26,32
Podustav razvoda PTV	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	0,00	0,00	0,00
Podustav predaje grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	0,00	0,00	0,00
Električni generator 2	Električna energija	Kotao+solar+split	744,19	0,00	744,19	1201,12
Podustav razvoda hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	0,00	0,00	0,00
Podustav predaje hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	19,76	19,76	31,90
<b>UKUPNO</b>			<b>6632,08</b>	<b>193,64</b>	<b>5104,58</b>	<b>6076,24</b>

#### Primarna energija po energentima

Naziv	$E_{\text{del}}$ [kWh]	$f_p$	$E_{\text{prim}}$ [kWh]	$\text{CO}_2$ [kg/kWh]	$\text{CO}_2$ [kg]
Pirodni plin	4166,75	1,09500	4562,59	0,22020	917,52
Sunčeva Energija	0,00	0,00000	0,00	0,00000	0,00
Električna energija	937,63	1,61400	1513,66	0,23481	220,21
<b>UKUPNO</b>	<b>5104,58</b>	-	<b>6076,24</b>	-	<b>1137,73</b>

Status:  
Svi sustavi su učitani. Aplikacija je spremna za rad.

### Primarna energija

#### 01. Aktivna zona

E prim	6076,24
E prim,termo	6076,24
E prim,rasvjeta	0,00
E prim,el'	1513,66
E prim,el	1513,66
E el,out	0,00
E el,out,bonus	0,00
CO <sub>2</sub>	1137,73
E ren	1721,15
E ren,1	0,00
E del,HCW	4910,94
E del,aux	193,64
E del	5104,58
E sol	1721,15
Korisnički unos R ren	Ne
r ren,teh	25,22
r ren,termo	25,22

#### 02. Cijeli projekt

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPIU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Pregled certifikata

### Pregled energetskog certifikata

Vrsta zgrade (prema Provišniku)	Obiteljske kuće
Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava	Zgrada s jednostavnim tehničkim sustavom
Vlasnik/investitor	
K.č. broj	
Plošinska korisna površina grijanog dijela zgrade $A_k$	154,21
Godina izgradnje / rekonstrukcije	0
Gradjevinska (bruto) površina zgrade $A$ [m <sup>2</sup> ]	268,69
Mjesečna meteorološka postaja	Zagreb Maksimir
Referentna klima	Kontinentalna
Faktor oblika $f_0$ [m <sup>-2</sup> ]	0,77

#### ENERGETSKI RAZRED ZGRADE

	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	21,12	39,40
<b>A+</b>		
<b>A</b>		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b>		
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		39,10
Specifična godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg/(m <sup>2</sup> a)]		7,30
Vrijednost „nZEB“ (ili energetski o svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ )) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRIUE T22		nZEB

Status:

### Certifikat

#### 03. Svojstva građevine

Vrsta zgrade	Obiteljske kuće
Ulica i kućni broj	
Poštanski broj	
Mjesto	Zagreb
Katastarska čestica	
Katastarska općina	
Vlasnik/investitor	
Godina izgradnje	0
Godina zadnje rekonstrukcije	
Stanje zgrade	Nova zgrada
Složenost zgrade	Zgrada sa složenim tehničkim sustavom
$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	154,21
$A$ [m <sup>2</sup> ]	268,69
$f_0$ [m <sup>-2</sup> ]	0,77
Meteorološka postaja	Zagreb Maksimir
$E_{prim}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	39,40
Energetski razred	A+
$Q_{H,nd}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	21,12
Energ. razred po $Q_{H,nd}$	A

#### 04. Odgovorne osobe

#### 05. Termotehnički sustavi

Slika 16. Rezultati proračuna za tehničko rješenje sa solarnim toplovodnim sustavom za pripremu PTV-a (4 m<sup>2</sup> kolektora)

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPIU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat

### Primarna energija

#### Primarna energija po elementima

Naziv	Energent	Termotehnički	$Q_{gen, in}$ [kWh]	$W_{aux}$ [kWh]	$E_{del}$ [kWh]	$E_{prim}$ [kWh]
Novi kotao	Prirodni plin	Kotao+solar+split	3023,06	45,48	3068,54	3383,66
Solarni sustav 1	Sunčeva Energija	Kotao+solar+split	2266,32	99,31	99,31	160,29
Podustav razvoda grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	15,95	15,95	25,74
Podustav razvoda PTV	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	0,00	0,00	0,00
Podustav predaje grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	0,00	0,00	0,00
Električni generator 2	Električna energija	Kotao+solar+split	693,11	0,00	693,11	1118,69
Podustav razvoda hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	0,00	0,00	0,00
Podustav predaje hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0,00	18,62	18,62	30,05
<b>UKUPNO</b>			<b>5982,50</b>	<b>179,36</b>	<b>3895,54</b>	<b>4718,43</b>

#### Primarna energija po energentima

Naziv	$E_{del}$ [kWh]	$f_0$	$E_{prim}$ [kWh]	$CO_2$ [kg/kWh]	$CO_2$ [kg]
Prirodni plin	3023,06	1,09500	3310,25	0,22020	665,68
Sunčeva Energija	0,00	0,00000	0,00	0,00000	0,00
Električna energija	872,47	1,61400	1408,17	0,23481	204,87
<b>UKUPNO</b>	<b>3895,54</b>	-	<b>4718,43</b>	-	<b>870,54</b>

### Primarna energija

01. Aktivna zona

E prim 4718,43

E prim,termo 4718,43

E prim,rasvjeta 0,00

E prim,el' 1408,17

E prim,el 1408,17

E el,out 0,00

E el,out,bonus 0,00

CO<sub>2</sub> 870,54

E ren 2266,32

E ren,1 0,00

E del,HCW 3716,18

E del,aux 179,36

E del 3895,54

E sol 2266,32

Korisnički unos R ren Ne

r ren,teh 36,78

r ren,termo 36,78

02. Cijeli projekt

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPIU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Pregled certifikata

### Pregled energetskog certifikata

**PODACI O ZGRADI**

Tip zgrade:  nova  postojeća  rekonstrukcija

Vrsta zgrade (prema Pravilniku): Obiteljske kuće

Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava: zgrada sa složenim tehničkim sustavom

Vlasnik/investor: i.č. br. k.o. godina izgradnje / rekonstrukcije o

Plošna korisna površina grijanog dijela zgrade  $A_k$  154,21

Gradivinska (bruto) površina zgrade  $A_g$  268,69

Referentna klima: Zagreb Maksimir

Factor oblika  $f_0$  [m<sup>-2</sup>] 0,77

Referentna klima: Kontinentalna

### ENERGETSKI RAZRED ZGRADE

	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	21,12	30,60
<b>A+</b>		
<b>A</b>		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b>		
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		25,26
Specifična godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg/(m <sup>2</sup> a)]		3,05
Uspisao „nZEB“ ako energetski svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve		nZEB

### Certifikat

02. Građevina

03. Svojstva građevine

Stanje zgrade: Nova zgrada

Složenost zgrade: zgrada sa složenim tehničkim sustavom

$A_k$  [m<sup>2</sup>] 154,21

$A_g$  [m<sup>2</sup>] 268,69

$f_0$  [m<sup>-1</sup>] 0,77

Meteorološka postaja: Zagreb Maksimir

$E_{prim}$  [kWh/m<sup>2</sup>a] 30,60

Energetski razred: A+

$Q_{H,nd}$  [kWh/m<sup>2</sup>a] 21,12

Energ. razred po  $Q_{H,nd}$ : A

04. Odgovorne osobe

05. Termotehnički sustavi

Termotehnički sustavi: Otvorite formu za unos

06. Koficijenti prolaska topline

$U_{kut,rolate}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] 0,46

$U_{kut,rolate,dop}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] 0,60

$U_{kupole}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] 0,00

$U_{kupole,dop}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] 2,50

$U_{vjetobr.}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] 0,00

$U_{vjetobr.,dop}$  [W/(m<sup>2</sup>K)] 3,00

Slika 17. Rezultati proračuna za tehničko rješenje sa solarnim toplovodnim sustavom za grijanje prostora i pripremu PTV-a (12 m<sup>2</sup> kolektora)

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat

### Primarna energija

#### Primarna energija po elementima

Naziv	Energent	Termotehnički	$Q_{gen,in}$ [kWh]	$W_{aux}$ [kWh]	$E_{del}$ [kWh]	$E_{prim}$ [kWh]
Novi kotao	Drveni peleti	Kotao+solar+split	5382.69	91.85	5474.53	810.31
Solarni sustav 1	Sunčeva Energija	Kotao+solar+split	1723.47	66.82	66.82	107.85
Podustav razvoda grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	15.41	15.41	24.87
Podustav razvoda PTV	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje grijanja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Električni generator 2	Električna energija	Kotao+solar+split	728.60	0.00	728.60	1175.96
Podustav razvoda hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje hlađenja	Električna energija	Kotao+solar+split	0.00	19.40	19.40	31.31
<b>UKUPNO</b>			<b>7834.76</b>	<b>193.48</b>	<b>6304.76</b>	<b>2150.30</b>

#### Primarna energija po energentima

Naziv	$E_{del}$ [kWh]	$l_p$	$E_{prim}$ [kWh]	$CO_2$ [kg/kWh]	$CO_2$ [kg]
Drveni peleti	5382.69	0.12300	662.07	0.03440	185.16
Sunčeva Energija	0.00	0.00000	0.00	0.00000	0.00
Električna energija	922.08	1.61400	1488.23	0.23481	216.51
<b>UKUPNO</b>	<b>6304.76</b>	-	<b>2150.30</b>	-	<b>401.68</b>

Status:  
Dio aplikacije za izračun primarne energije!

### Primarna energija

01. Aktivna zona

E prim 2150,30

E prim,termo 2150,30

E prim,rasvjeta 0,00

E prim,el' 1488,23

E prim,el 1488,23

E el,out 0,00

E el,out,bonus 0,00

CO<sub>2</sub> 401,68

E ren 1723,47

E ren,1 5382,69

E del,HCW 6111,28

E del,aux 193,48

E del 6304,76

E sol 1723,47

Korisnički unos R ren

r ren,teh 88,51

r ren,termo 88,51

02. Cijeli projekt

nZEB 2018 [nZEB\_kotao&solar.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Pregled certifikata

### Pregled energetskog certifikata

Građevinska (bruto) površina zgrade [m <sup>2</sup> ]	268,69	Mjerodavna meteorološka postaja	Zagreb Maksimir
Faktor oblika $f_o$ [m <sup>-1</sup> ]	0,77	Referenta klima	Kontinentalna

#### ENERGETSKI RAZRED ZGRADE

	Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
	21,12	13,94
<b>A+</b>		
<b>A</b>		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b>		

Specifična godišnja isporučena energija  $E_{del}$  [kWh/(m<sup>2</sup>a)] 40,88

Specifična godišnja emisija CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] 2,60

Upisati „nZEB“ ako energetska svojstva zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ **nZEB**

Status:  
Modul za izradu i pregled energetskog certifikata.

### Certifikat

01. Energetski certifikat

#

Oznaka certifikata

Naziv naručitelja

Adresa naručitelja

02. Građevina

03. Svojstva građevine

04. Odgovorne osobe

05. Termotehnički sustavi

06. Koeffijenti prolaska topline

Slika 18. Rezultati proračuna za tehničko rješenje s kotlom na drvene pelete i solarnim kolektorima za pripremu PTV-a (4 m<sup>2</sup>)

nZEB 2018 [nZEB\_DT.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat

Primarna energija

**Primarna energija po elementima**

Naziv	Energent	Termotehnički	$Q_{gen,in}$ [kWh]	$W_{aux}$ [kWh]	$E_{del}$ [kWh]	$E_{prim}$ [kWh]
Dizalica topline1	Električna energija	DT	6029.58	2170.72	2170.72	3503.55
Podustav razvoda grijanja	Električna energija	DT	0.00	78.43	78.43	126.59
Podustav razvoda PTV	Električna energija	DT	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje grijanja	Električna energija	DT	0.00	0.00	0.00	0.00
Električni generator 3	Električna energija	DT	673.31	0.00	673.31	1086.72
Podustav razvoda hlađenja	Električna energija	DT	0.00	0.00	0.00	0.00
Podustav predaje hlađenja	Električna energija	DT	0.00	17.98	17.98	29.03
<b>UKUPNO</b>			<b>6702.89</b>	<b>2267.14</b>	<b>2940.45</b>	<b>4745.89</b>

**Primarna energija po energentima**

Naziv	$E_{del}$ [kWh]	$I_p$	$E_{prim}$ [kWh]	$CO_2$ [kg/kWh]	$CO_2$ [kg]
Električna energija	2940.45	1.61400	4745.89	0.23481	690.45
<b>UKUPNO</b>	<b>2940.45</b>	-	<b>4745.89</b>	-	<b>690.45</b>

Status:  
Do aplikacije za tražun primarne energije!

**Primarna energija**

- 01. Aktivna zona
  - E prim: 4745.89
  - E prim,termo: 4745.89
  - E prim,rasvjeta: 0.00
  - E prim,el: 4745.89
  - E prim,el: 4745.89
  - E el,out: 0.00
  - E el,out,bonus: 0.00
  - CO<sub>2</sub>: 690.45
  - E ren: 3858.85
  - E ren,1: 0.00
  - E del,HCW: 673.31
  - E del,aux: 2267.14
  - E del: 2940.45
  - E sol: 0.00
  - Korisnički unos R ren:
  - r ren,teh: 56.75
  - r ren,termo: 56.75
- 02. Cijeli projekt

nZEB 2018 [nZEB\_DT.ecp] - MGIPU Energetski Certifikator [v1.8.0.3]

Datoteka Projekt Zone Podaci i proračuni Termotehnički sustavi Rasvjeta i fotonaponski Energetski certifikat Pregled certifikata

Pregled energetskog certifikata

**ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE**  
prema niskoenerske obiteljske kuća

Zona 1  
Razred energetske učinkovitosti

Zagreb

Podaci o zgradi: nova, potpuna, rekonstrukcija

Vrsta zgrade: Vlastitostna zgrada, Vlastitostna zgrada s kolektivnim termičkim sustavom

Vrsta / namjena: K.o.

Područje korišćenja površine grijanja: 184.25, Godina izgradnje / rekonstrukcije: 0

Gradovinska (bruto) površina zgrade: 288.89, Mjesta za meteorološki postaja: Zagreb / vesolje

Factor zbilje,  $\alpha_{z}$  (m<sup>2</sup>): 0.77, Referentna klima: Kopenhagena

**ENERGETSKI RAZRED ZGRADE**

Specifična godišnja potrošnja toplinske energije za grijanje $q_{grijanje}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	21.52	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	30.78
---	-------	--	-------

Specifična godišnja potrošnja energije  $E_{grijanje}$  (kWh/(m<sup>2</sup>·a)): 19.07

Specifična godišnja emisija CO<sub>2</sub> (kg/(m<sup>2</sup>·a)): 4.48

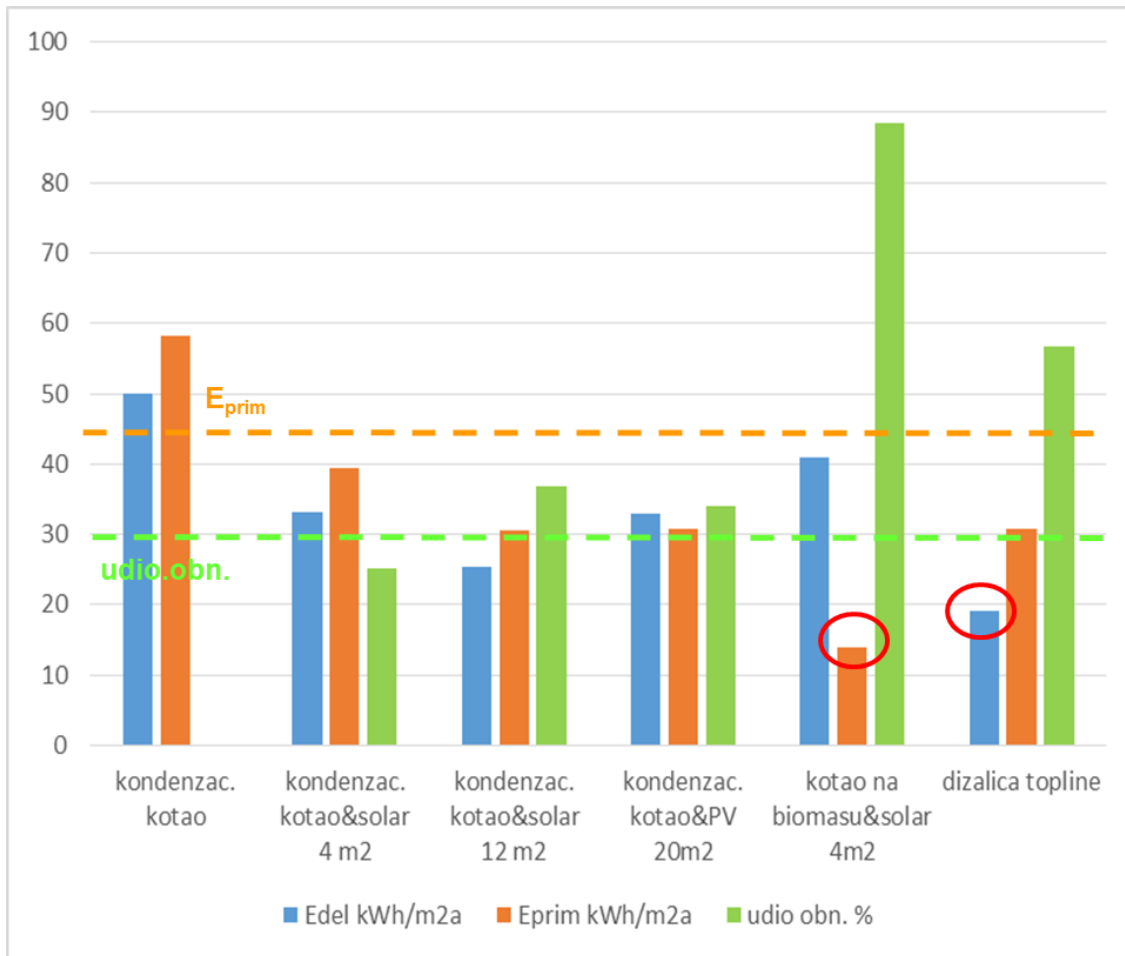
Upravo izdani energetski izvješće i godišnji izvješće (1000) i/ili izvješće za izračun godišnje energetske potrošnje i emisije CO<sub>2</sub> prema EN15613

Status:  
Modul za izradu i pregled energetskog certifikata.

**Certifikat**

- 01. Energetski certifikat
  - #: 0
  - Oznaka certifikata:
  - Naziv naručitelja:
  - Adresa naručitelja:
- 02. Građevina
- 03. Svojstva građevine
- 04. Odgovorne osobe
- 05. Termotehnički sustavi
- 06. Koefficienti prolaska topline

Slika 19. Rezultati proračuna za tehničko rješenje s dizalicom topline



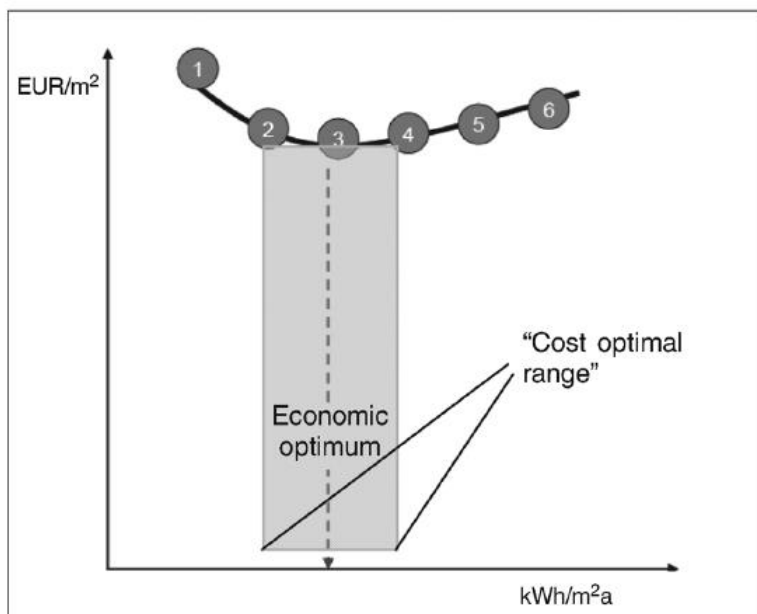
Slika 20. Usporedba energetskog svojstva analiziranih tehničkih rješenja

Kao što je vidljivo iz usporedbe rezultata sa slike 20, većina tehničkih rješenja zadovoljava uvjete na potrošnju primarne energije od najviše dopuštenih 45 kWh/m<sup>2</sup>a (čak i s uračunatim hlađenjem) te udio obnovljive energije od 30%. Može se uočiti veliko smanjenje potrošnje isporučene ( $E_{del}$ ) i primarne energije ( $E_{prim}$ ) kod sustava sa (samo) 4 m<sup>2</sup> toplovodnih kolektora u odnosu na rješenje samo s kondenzacijskim kotlom. Sustav s dizalicom topline ima najmanju isporučenu energiju, no u ovom slučaju radi se o električnoj energiji pa je prava usporedba ona na razini primarne energije. Vidljivo je kako je iznos primarne energije podjednak kod sustava s dizalicom topline, solarnim kolektorima (12 m<sup>2</sup>) i fotonaponskim modulima (PV). Najmanji iznos primarne energije ima tehničko rješenje s kotlom na drvene pelete, što je posljedica jako malog faktora primarne energije (tablica 5). No ovdje treba uzeti u obzir i znatno veću isporučenu energiju u odnosu na sustave s kolektorima i PV koji koriste kondenzacijski kotao. Sva tehnička rješenja imaju energetski razred A+ što je rezultat dobre toplinske zaštite zgrade, mjera za pasivno iskorištavanje sunčeve energije (npr. velike ostakljene površine na južnom pročelju) tj. malog  $Q''_{H,nd} = 22,1$  kWh/m<sup>2</sup> kao i korištenja obnovljivih izvora.



### 4.3. Troškovno optimalna analiza

Kod projektiranja je uputno provesti troškovno optimalnu analizu tehničkih rješenja predmetne zgrade. Ista uključuje variranje elemenata ovojnice zgrade (npr. debljine izolacije) i tehničkih sustava, prije svega u pogledu različitih izvora energije. Pritom se izračunava primarna energija za svaku kombinaciju ovojnica-tehnički sustav te ukupni troškovi u periodu od 20 g. ili 30 g. (ovisno o vrsti zgrade). Ovi troškovi uključuju investiciju, pogon i održavanje te zamjenu dijelova sustava. Rezultati analize prikazuju se u dijagramima poput onog na slici 20, pri čemu je troškovno optimalno rješenje ono s najmanjim diskontiranim ukupnim troškom (neto sadašnjom vrijednosti). Zemlje članice EU-a moraju napraviti ovakve analize svakih 5 godina kako bi odredile minimalne zahtjeve na energetska svojstva zgrade (tj. maks. dozvoljene vrijednosti  $E_{prim}$ ).



Slika 21. Prikaz rezultata proračuna troškovno optimalne analize (apscisa: primarna energija, ordinata: diskontirani ukupni trošak), [20]

## 5. Zadatak za provjeru usvojenosti znanja

Za danu zgradu i namjenu potrebno je odabrati mjere energetske učinkovitosti koje se odnose na toplinsku zaštitu zgrade i termotehnički sustav za grijanje prostora i pripremu potrošne tople vode, koji integrira jedan ili više slijedećih sustava:

- solarni toplovodni sustav,
- fotonaponski sustav,
- toplinski uređaj na biomasu,
- dizalicu topline.

Za procjenu navedenih mjera energetske učinkovitosti potrebno je koristiti javno dostupni i provjereni računalni program za izračun energetskog svojstva zgrada (npr. MGIPU energetski certifikator [13]). Temeljem rezultata proračuna potrebno je odrediti energetski razred zgrade u energetskom certifikatu.

Kod odabira elemenata termotehničkog sustava i njihovih radnih parametara potrebno je koristiti dostupne tehničke specifikacije, predefinirane vrijednosti iz Algoritama [10] te rezultate i zaključke s laboratorijskih vježbi o utjecaju tih parametara na energetska učinkovitost predmetnih sustava.

Nakon odabira osnovnih varijanti termotehničkih sustava, odnosno podsustava proizvodnje, preporučuje se varirati ostale dijelove sustava, npr.:

- vrstu ogrjevnih tijela,
- temperaturni režim (podsustav predaje, razvoda i proizvodnje-npr. kod dizalica topline),
- vrstu regulacije (podsustav predaje i proizvodnje),
- kvalitetu izolacije cjevovoda,
- vrstu regulacije pumpe,
- vrstu i površinu solarnih kolektora,
- vrstu i površinu PV modula,
- nazivni toplinski učin generatora topline.

Nakon provedenih proračuna, potrebno je napraviti usporedbu analiziranih rješenja (min. 3 varirana parametra za svaki termotehnički sustav) i utjecaj na  $E_{del}$ ,  $E_{prim}$ , udio obnovljive energije i energetski razred.

Učenicima je potrebno pripremiti fileove s unesenim podacima o elementima ovojnice, odnosno izračunatoj potrebnoj energiji za grijanje i hlađenje prostora ( $Q_{H,nd}$  i  $Q_{C,nd}$ ) kako bi se mogli usredotočiti na odabir i unos podataka o elementima termotehničkog sustava (uključivo i podatke o potrošnji tople vode). Za tu svrhu mogu se koristiti podatci o zgradi iz Pog. 3.

Pritom je moguće varirati debljinu ovojnice i kvalitetu ostakljenja kako bi se iz iste geometrije dobile različite vrijednosti  $Q_{H,nd}$  i  $Q_{C,nd}$  i dobio uvid u utjecaj na odabir termotehničkog sustava i isporučenu i primarnu energiju zgrade. Kod unosa toplinskog učina ogrjevnih tijela i generatora topline (mogu se koristiti međusobno identične vrijednosti radi jednostavnosti), voditi se smjericama da je faktor opterećenja generatora topline u granicama  $\beta = 0,3 - 0,4$  (vidljiv u ispisu rezultata za podsustav proizvodnje), a koji govori o tome koliki postotak vremena generator isporučuje toplinsku energiju u sustav unutar promatranog vremenskog intervala (npr. 1 h). Ako je isti niži, znači da je generator topline predimenzioniran pa je potrebno smanjiti njegov toplinski učin, i obrnuto.

## Literatura

- [1] DIREKTIVA 2010/31/EU EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 19. svibnja 2010. o energetskej učinkovitosti zgrada, 2010
- [2] DIREKTIVA (EU) 2018/844 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 30. svibnja 2018. o izmjeni Direktive 2010/31/EU o energetskeim svojstvima zgrada i Direktive 2012/27/EU o energetskej učinkovitosti, 2018
- [3] Prijedlog DIREKTIVE EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA o energetskeim svojstvima zgrada (preinaka), 2021
- [4] Amendments adopted by the European Parliament on 14 March 2023 on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (recast) (COM(2021)0802 – C9-0469/2021 – 2021/0426(COD))1, 2023
- [5] REPowerEU plan, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en), 2022
- [6] Zakon o energetskej učinkovitosti („Narodne novine“ broj 127/14, 116/18, 25/20, 41/21)
- [7] Zakon o gradnji („Narodne novine“ broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- [8] Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskej zaštiti u zgradama („Narodne novine“ broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- [9] Pravilnik o energetskeom pregledu zgrade i energetskeom certificiranju („Narodne novine“ broj 88/17, 90/20, 1/21, 45/21)
- [10] Dović D. et al., Algoritmi za izračun energetskeog svojstva zgrade, FSB, <https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/13884>, MGIPU, 2021
- [11] Metodologija provođenja energetskeog pregleda zgrada, <https://mpgi.gov.hr/pristup-informacijama-16/zakoni-i-ostali-propisi/podrucje-energetske-ucinkovitosti/metodologija-provodjenja-energetskeog-pregleda-zgrada-primjenjuje-se-od-1-srpnja-2021/13704>, MGIPU, 2021
- [12] Pravilnik o osobama ovlaštenim za energetskeo certificiranje, energetskei pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi („Narodne novine“ broj 73/15, 133/15, 60/20, 78/21)
- [13] Računalni program za određivanje energetskeog svojstva zgrade i certifikaciju, MGIPU energetskei certifikator, <https://mpgi.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug-50/energetskeo-certificiranje-zgrada-8304/racunalni-program-za-odredjivanje-energetskeog-svojstva-zgrade-8359/8359>, MGIPU, 2017
- [14] Meteorološki podaci za određivanje energetskeog svojstva zgrada, DHMZ, <https://mpgi.gov.hr/pristup-informacijama-16/zakoni-i-ostali-propisi/podrucje-energetske-ucinkovitosti/meteoroloski-podaci-primjenjuju-se-od-1-sijecnja-2016/4830>, 2016
- [15] PVGIS, EU Joint research centre (JRC) baza meteo podataka, [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/), 2023
- [16] Dović D., Algoritam za pripremu meteoroloških podataka kod izračuna energijskeog svojstva

zgrada, CTT-FSB,

[https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Algoritam\\_meteo\\_08.12.2020.pdf](https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Algoritam_meteo_08.12.2020.pdf), MGIPU, 2020

- [17] Faktori primarne energije i emisija CO<sub>2</sub>, EIHP, <https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/14605>, MGIPU, 2017
- [18] HRN EN ISO 52000-1:2017 Energijska svojstva zgrada -- Sveobuhvatna procjena energijskih svojstava zgrada (EPB) -- 1. dio: Opći okvir i postupci, 2017
- [19] Dović D. et al., ELABORAT: Faktori primarne energije i emisije CO<sub>2</sub> za izračun energetske svojstva zgrada, FSB, <https://mpgi.gov.hr/pristup-informacijama-16/zakoni-i-ostali-propisi/podrucje-energetske-ucinkovitosti/novi-faktori-primarne-energije-i-co2-objavljeni-1-travnja-2022-do-daljnjeg-nisu-u-obveznoj-primjeni/14465>, 2022
- [20] DELEGIRANA UREDBA KOMISIJE (EU) br. 244/2012 od 16. siječnja 2012. o dopuni Direktive 2010/31/EU Europskog parlamenta i Vijeća o energetske svojstvima zgrada utvrđivanjem usporednog metodološkog okvira za izračunavanje troškovno optimalnih razina za minimalne zahtjeve energetske svojstava zgrada i dijelova zgrada, 2012
- [21] Dović D., Nastavni materijali za izobrazbu osoba koje provode energetske preglede i energetske certificiranje zgrada-program Usavršavanja, FSB, 2018-2023

## Kazalo slika

Slika 1. Iskaznica energetske svojstava zgrade [8].....	10
Slika 2. Energetski certifikat zgrade [9] .....	11
Slika 3. Tokovi energije u zgradi i izvan nje - isporučena i primarna energija zgrade .....	12
Slika 4. Korisna energija, toplinski gubitci kroz ovojnicu i u tehničkim sustavima zgrade .....	13
Slika 5. Podjela termotehničkog sustava pripreme potrošne tople vode (PTV) i grijanja prostora na podsustave s prikazom ulazno/izlaznih veličina, [10] .....	15
Slika 6. Podjela toplinskih gubitaka [10].....	17
Slika 7. Energetski tokovi u termotehničkom sustavu za grijanje i pripremu PTV-a, [10].....	18
Slika 8. Granice sustava – ‘na lokaciji’, ‘u blizini’ i ‘daleko’, [19].....	27
Slika 9. Obiteljska nZEB kuća.....	31
Slika 10. Shematski prikaz solarnog toplovodnog i PV sustava iz primjera za unos podataka .....	40
Slika 11. Primjeri tehničkih rješenja – kondenzacijski kotao .....	51
Slika 12. Primjeri tehničkih rješenja – solarni toplovodni sustav (kondenzacijski kotao ili kotao na drvene pelete) .....	52
Slika 13. Primjeri tehničkih rješenja – dizalica topline .....	53
Slika 14. Primjeri tehničkih rješenja – fotonaponski sustav (i kondenzacijski kotao).....	54
Slika 15. Rezultati proračuna za tehničko rješenje s kondenzacijskim kotlom .....	55
Slika 16. Rezultati proračuna za tehničko rješenje sa solarnim toplovodnim sustavom za pripremu PTV-a (4 m <sup>2</sup> kolektora) .....	56
Slika 17. Rezultati proračuna za tehničko rješenje sa solarnim toplovodnim sustavom za grijanje prostora i pripremu PTV-a (12 m <sup>2</sup> kolektora) .....	57
Slika 18. Rezultati proračuna za tehničko rješenje s kotlom na drvene pelete i solarnim kolektorima za pripremu PTV-a (4 m <sup>2</sup> ) .....	58
Slika 19. Rezultati proračuna za tehničko rješenje s dizalicom topline .....	59
Slika 20. Usporedba energetske svojstva analiziranih tehničkih rješenja .....	60
Slika 21. Prikaz rezultata proračuna troškovno optimalne analize (apscisa: primarna energija, ordinata: - diskontirani ukupni trošak), [20].....	61

## Kazalo tablica

Tablica 1. Najveće dopuštene vrijednosti za zgrade koje idu u rekonstrukciju [8] .....	6
Tablica 2. Najveće dopuštene vrijednosti za nove (nZEB) zgrade [8] .....	7
Tablica 3. Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenata $U$ $W/(m^2 \cdot K)$ , građevnih dijelova novih zgrada i nakon rekonstrukcije postojećih zgrada, [8] .....	8
Tablica 4. Faktori primarne energije i emisije $CO_2$ [17] .....	24
Tablica 5. Novi faktori primarne energije i emisije $CO_2$ [16] .....	25
Tablica 6. Pregled svih međuveličina iz proračuna isporučene i primarne energije, [10] .....	29
Tablica 7. Skupni prikaz izračunatih energija za sezonu grijanja i izvan sezone grijanja, [10] .....	30
Tablica 8. Skupni prikaz izračunatih energija za sustav grijanja i sustav pripreme PTV-a [10] .....	30
Tablica 9. Podatci o podsustavima iz primjera za unos podataka .....	41

## Popis ključnih pojmova

$Q_W$	– potrebna toplinska energija za pripremu PTV-a (kWh);
$Q_{H,nd}$	– potrebna toplinska energija za grijanje prostora (kWh);
$Q_{W,dis,out}$	– toplinska energija na izlazu iz podsustava razvoda PTV-a (kWh);
$Q_{em,out}$	– toplinska energija na izlazu iz podsustava predaje (kWh);
$Q_{W,ls,rvd}$	– iskorišteni toplinski gubici sustava pripreme PTV-a (kWh);
$Q_{H,ls,rvd}$	– iskorišteni toplinski gubici sustava grijanja (kWh);
$Q_{W,ls,nrvd}$	– neiskorišteni toplinski gubici sustava pripreme PTV-a (kWh);
$Q_{H,ls,nrvd}$	– neiskorišteni toplinski gubici sustava grijanja (kWh);
$Q_{W,ls}$	– ukupni toplinski gubici sustava pripreme PTV-a (kWh);
$Q_{H,ls}$	– ukupni toplinski gubici sustava grijanja (kWh);
$Q_{W,aux,ls,rvd}$	– iskorišteni toplinski gubici pomoćnih uređaja sustava pripreme PTV-a (kWh);
$Q_{H,aux,ls,rvd}$	– iskorišteni toplinski gubici pomoćnih uređaja sustava grijanja (kWh);
$Q_{W,aux,ls,nrvd}$	– neiskorišteni topl. gubici pomoćnih uređaja sustava pripreme PTV-a (kWh);
$Q_{H,aux,ls,nrvd}$	– neiskorišteni toplinski gubici pomoćnih uređaja sustava grijanja (kWh);
$Q_{W,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija u sustav pripreme PTV-a (kWh);
$Q_{H,aux,rvd}$	– vraćena pomoćna energija u sustav grijanja (kWh);
$W_{W,aux}$	– pomoćna energija sustava pripreme PTV-a (kWh);
$W_{H,aux}$	– pomoćna energija sustava grijanja (kWh);
$Q_{W,gen,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav proizvodnje PTV-a (kWh);
$Q_{H,gen,in}$	– toplinska energija na ulazu u podsustav proizvodnje (kWh).



## **Impressum**

**Autori: prof.dr.sc. Damir Dović**

**Lektor: Jasmina Pažanin, prof.**

**Recenzent: prof.dr.sc. Vladimir Soldo**