

# Sustav grijanja stambene zgrade sunčevom energijom

---

**Slivar, Mateo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Istrian University of applied sciences / Istarsko veleučilište - Università Istriana di scienze applicate**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:212:660819>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-27**



image not found or type unknown

*Repository / Repozitorij:*

[Digital repository of Istrian University of applied sciences](#)



image not found or type unknown

Istarsko veleučilište –  
Università Istriana di scienze applicate

MATEO SLIVAR

**SUSTAV GRIJANJA STAMBENE ZGRADE  
SUNČEVOM ENERGIJOM**

Završni rad

Pula, 2020.

Istarsko veleučilište –  
Università Istriana di scienze applicate

MATEO SLIVAR

**SUSTAV GRIJANJA STAMBENE ZGRADE SUNČEVOM  
ENERGIJOM**

Završni rad

**JMBAG:** 0233007935, redovan student

**Studijski smjer:** Preddiplomski stručni studij politehnike

**Kolegij:** Završni rad s obranom - Konstrukcije

**Mentor:** pred. Sandi Buletić, dipl. ing. stroj.

Pula, 2020.

## ZAHVALA

*Zahvaljujem se svim ljudima koji su me podržavali tijekom mog studiranja a to su moja obitelj, prijatelji i kolege.*

*Također se zahvaljujem svim zaposlenicima i vanjskim suradnicima na početku studiranja Politehnike Pula Visoko tehničke – poslovne škole, a kasnije Istarskog veleučilišta, Università Istriana di scienze applicate, na brojnim stručnim savjetima, pomoći oko studiranja i uzastopnom podržavanju.*

*Prvenstveno se zahvaljujem svome mentoru pred. Sandiju Buletiću, dipl. ing. stroj. na mentorstvu tijekom pisanja završnog rada, a posebice na stručnim savjetima i mišljenjima te utrošenom vremenu i strpljenju.*

*Zahvalu upućujem i tvrtkama Mitterburg j.d.o.o iz Pule, Solar shop Pula iz Pule, Termofresh '93 iz Pule, V.L. AUTOMATIKA d.o.o. iz Novaki Sveta Nedjelja, Domprojekt d.o.o. – Ured Rijeka PGŽ i Ured Pula – Istra iz Zagreba, Tuta blu d.o.o. iz Zagreba na brojim savjetima, tehničkoj dokumentaciji i ponudama pri pisanju i izradi Završnog rada.*



## IZJAVA

### o akademskoj čestitosti

Ja, dolje potpisani, Mateo Slivar, kandidat za prvostupnika politehnike, ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

U Puli, 17.07. 2020. godine

Student

Slivar. M.



## IZJAVA

### o korištenju autorskog djela

Ja, Mateo Slivar, dajem odobrenje Istarskom veleučilištu – Università Istriana di scienze applicate, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom **“Sustav grijanja stambene zgrade sunčevom energijom”** koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 17.07. 2020. godine

Student

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
1.1.	Opis problema .....	1
1.2.	Cilj i svrha rada.....	1
1.3.	Hipoteza .....	2
1.4.	Metode rada .....	2
1.5.	Struktura rada.....	2
2.	PROIZVODNJA ENERGIJE SOLARNIM SUSTAVIMA.....	4
2.1.	Energija te njeni oblici i izvori.....	4
2.1.1.	<i>Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije .....</i>	<i>6</i>
2.1.2.	<i>Sunčeva energija i primjena u praksi.....</i>	<i>8</i>
2.1.3.	<i>Sunčeva energija u Republici Hrvatskoj.....</i>	<i>9</i>
2.2.	Energetska učinkovitost u praksi .....	10
2.2.1.	<i>Energetski učinkovita gradnja .....</i>	<i>11</i>
2.2.2.	<i>Niskoenergetska, pasivna i aktivna gradnja .....</i>	<i>12</i>
2.3.	Zakonska regulativa i procedure.....	15
2.3.1.	<i>Podzakonski akti za područje obnovljivih izvora energije .....</i>	<i>16</i>
2.3.2.	<i>Općenite procedure pri provedbi projekta energetske učinkovitosti .....</i>	<i>18</i>
2.3.3.	<i>Procedure pri provedbi projekta sustava proizvodnje toplinske energije</i>	<i>18</i>
2.3.4.	<i>Procedure pri provedbi projekta sustava proizvodnje električne energije</i>	<i>22</i>
2.4.	Solarni sustavi u primjeni.....	22
2.4.1.	<i>Solarni toplinski kolektori i toplinski sustav.....</i>	<i>22</i>
2.4.2.	<i>Solarni spremnici topline.....</i>	<i>24</i>
2.4.3.	<i>Solarni toplinski sustavi.....</i>	<i>26</i>

2.4.4.	<i>Solarni fotonaponski sustavu</i> .....	28
3.	PROJEKT SUSTAVA GRIJANJA STAMBENE ZGRADE SUNČEVOM ENERGIJOM .....	36
3.1.	Tehnički opis objekta – nacrti .....	42
3.1.1.	<i>Podaci o lokaciji objekta</i> .....	48
3.1.2.	<i>Namjena zgrade i podjela u toplinske zone</i> .....	50
3.2.	Zona 1 – Obiteljska kuća .....	50
3.2.1.	<i>Geometrijske karakteristike zgrade</i> .....	50
3.2.2.	<i>Građevinski dijelovi zgrade, slojevi i obrada</i> .....	51
3.2.3.	<i>Otvori (prozirni i neprozirni elementi) zgrade</i> .....	53
3.2.4.	<i>Zaštita od prekomjernog sunčevog zračenja (ljetni period)</i> .....	54
3.2.5.	<i>Sustav grijanja i energent za grijanje zgrade</i> .....	54
3.3.	Obiteljska kuća - proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu .....	55
3.3.1.	<i>Proračun građevinskih dijelova zgrade</i> .....	55
3.3.2.	<i>Proračun građevnih dijelova u kontaktu s tlom (HRN EN ISO 13370)</i> 66	
3.3.3.	<i>Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje (prema HRN EN 13790:2008)</i> .....	68
3.4.	Proračun potrebne topline za grijanje i hlađenje .....	73
3.5.	Energetski certifikat zgrade .....	78
4.	TEHNIČKA DOKUMENTACIJA I PONUDE ZA SUSTAVE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI .....	81
4.1.	Tehnička dokumentacija i ponude za sustav grijanja i PTV putem sunčeve energije .....	81
4.1.1.	<i>Ponuda 1</i> .....	84
4.1.2.	<i>Ponuda 2</i> .....	87
4.1.3.	<i>Ponuda 3</i> .....	95



4.2. Tehnička dokumentacija i ponude za proizvodnju električne energije .....	97
4.2.1. Ponuda 4 .....	97
4.3. Usporedba sustava energetske učinkovitosti za grijanje, PTV proizvodnju električne energije putem sunčeve energije .....	102
5. ZAKLJUČAK .....	106
LITERATURA.....	107
POPIS SLIKA, TABLICA I PRILOGA .....	113
POPIS KORIŠTENIH KRATICA U RADU .....	119
SAŽETAK .....	122
ABSTRACT .....	124

# 1. UVOD

Razvijanjem raznih tehnologija u današnje vrijeme moguće je vrlo profitabilno i efikasno iskoristiti obnovljive izvore energije koji nam se pružaju za potrebe svakodnevnog života.

Kroz ovaj rad objasniti će se što je to energetska učinkovitost i energetska učinkovita gradnja te koje prednosti ona posjeduje. Vrlo je bitno da znamo tehničke karakteristike i princip rada solarnog sustava za grijanje te proizvodnju električne energije pa će se u radu opisati i navesti najvažniji sustavi. Glavna tema ovog rada je grijanje stambene zgrade sunčevom energijom pa će se na odabranom objektu on tehnički opisati i napraviti proračun građevinskih dijelova zgrade kao i potrebne energije za grijanje i hlađenje. Završni dio rada opisivati će tehničku dokumentaciju i ponude za sustave energetske učinkovitosti i to sustav za grijanje i proizvodnja tople vode (PTV) putem sunčeve energije i sustav za proizvodnju električne energije.

## 1.1. Opis problema

Objekt obiteljske kuće trenutno je u fazi projektiranja sustava za grijanje te se razmatra najoptimalniji sustav za grijanje, PTV i proizvodnju električne energije. Upoznavanjem sa opisom rada i cijenama sustava za grijanja, PTV i proizvodnjom električne energije za stambenu zgradu putem sunčeve energije želi se odabrati adekvatan sustav za grijanje stambene zgrade.

## 1.2. Cilj i svrha rada

Cilj ovog rada je objasniti što je to energetska učinkovitost u praksi te koje su to zakonske regulative i procedure pri izradi nekog od projekata energetske učinkovitosti. Isto tako vrlo je važno sa tehničke strane objasniti solarne sustave i to solarne toplinske kolektore i toplinske sustave te solarne fotonaponske sustave. Proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinske zaštite ključni su kod izrade energetskog certifikata zgrade. Podacima iz energetskog certifikata zgrade od

specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje i specifične primarne energije dolazimo do svrhe rada jer su nam ti podaci potrebni za odabir potrebnog sustava za grijanje stambene zgrade sunčevom energijom.

### **1.3. Hipoteza**

Istraživanjem sustava za grijanje, PTV i proizvodnju električne energije kao i usporedbom dobivenih ponuda želi se izabrati najučinkovitiji i najisplativiji sustav za objekt stambene zgrade koji je trenutno u fazi projektiranja sustava za grijanje.

### **1.4. Metode rada**

Od metoda rada korištene su metoda analize i sinteze, metoda apstrakcije i konkretizacije te induktivna i deduktivna metoda.

### **1.5. Struktura rada**

Završni rad s uvodom i zaključkom sastoji se od pet poglavlja. Prvo poglavlje nas upućuje u temu rada i problematiku koju se istražuje i to kroz uvod, opis i definiciju problema, hipotezu, metode rada i strukturu rada.

Drugo poglavlje opisuje energiju te njene oblike i izvore. Opisuju se obnovljivi i neobnovljivi izvori energije i kako se sunčeva energija iskorištava u praksi, energetska učinkovitost, energetski učinkovita gradnja koja se sastoji od niskoenergetske, pasivne i aktivne gradnje. Nadalje se navode zakonske regulative i procedure. Najvažniji dio ovog poglavlja su procedure pri provedbi projekta sustava proizvodnje toplinske energije te procedure pri provedbi projekta sustava proizvodnje električne energije. Kroz daljnju obradu poglavlja objašnjavaju se i opisuju solarni sustavi i to solarni toplinski kolektori i toplinski sustav, solarni spremnici topline i solarni toplinski sustavi, solarne fotonaponske sustave koji mogu biti samostalni fotonaponski sustavi i sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacije ili izravno priključen.

Projektni dio rada započinje u trećem poglavlju u kojemu se tehnički opisuje objekt i navode sve geometrijske karakteristike zgrade te se izvodi proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu. U ovome poglavlju izvode se proračuni građevinskih dijelova zgrade, građevinskih dijelova u kontaktu s tлом, potrebne topline za grijanje i hlađenje. Pomoću navedenih proračuna na kraju je izrađen energetska certifikat zgrade.

Četvrto je i najbitnije poglavlje rada koje govori o tehničkoj dokumentaciji i ponudama za sustave energetske učinkovitosti odnosno grijanje stambene zgrade. Od projekta energetske učinkovitosti koji će se ugraditi na objekt prikupile su se ponude i tehnička dokumentacija za sustav grijanja i PTV putem sunčeve energije i sustav proizvodnje električne energije putem sunčeve energije. U ovome poglavlju napravljena je usporedba svake ponude u odnosu na standardnu potrošnju energenata te financijska ušteda uložene investicije nakon 25 godina.

Na kraju rada, daje se zaključno razmatranje cjelokupnog Završnog rada, popis literature, slika, tablica i priloga te je priložen popis korištenih kratica u radu.

## 2. PROIZVODNJA ENERGIJE SOLARNIM SUSTAVIMA

### 2.1. Energija te njeni oblici i izvori

Možemo reći da bez energije na zemlji nema života. Energiju se može definirati na više načina te bi ona bila sposobnost obavljanja rada, energija je i kretanje, toplina, pojava i život. Za energiju možemo zaključiti da je pokretač našeg svakodnevnog života pa i cijeloga svijeta. Energiju najčešće koristimo za rad, ona osvjetljava naše gradove, pokreće strojeve, vlakove, bicikle, avione i ostale uređaje i opremu. Najpotrebnija nam je za grijanje i hlađenje, za kuhanje i toplu vodu. Sve procese koje primjenjujemo u radu povezani su sa energijom u jednom ili drugom obliku. (Hrs Borković et.al., 2005;5)

„Fizikalno, energija se najčešće definira kao sposobnost obavljanja rada. Energija se pojavljuje u različitim oblicima koji se mogu podijeliti u nagomilani (sakupljeni, akumulirani) oblik energije i prijelazni oblik energije.“ (Horvat et.al., 2014;7)

Potencijalnu, kinetičku i unutrašnju energiju ubrajamo u nagomilane oblike energije a u prijelazne oblike ubrajamo mehaničku energiju, električnu energiju i toplinsku energiju. Međunarodni sustav jedinica (SI sustav) za osnovnu mjernu jedinicu za energiju ima džul (*joule*, kratica *J*) kojom se mjeri rad i svi oblici energije. Budući da je u SI sustavu jedinica za snagu vat (*wat*, kratica *W*), proizlazi da je energije 1 vatsekunde (*Ws*) upravo jednaka 1 džulu (*J*). Jedinica *J*, odnosno *Ws*, premala je za praktičnu upotrebu u energetici, pa je vrlo često u upotrebi jedinica kilovatsat (*kWh*), koja se upotrebljavala i znatno prije nego što je uveden SI sustav.“ (Horvat et. al., 2014; 7)

$$1 kWh = 3,6 \times 10^6 Ws = 3,6 \times 10^6 J = 3,6 MJ$$

Izvore energije (sl.1) možemo podijeliti na neobnovljive (*iscrpive*) i obnovljive (*neiscrpive*). Za neobnovljive (*iscrpive*) izvore energije može se reći da se ne može odrediti vrijeme kada će se oni u potpunosti iscrpiti. Oni obuhvaćaju fosilne i nuklearne izvore koji se konstantno procesima raznim pretvorbama troše i iscrpljuju te se kao takvi više ne mogu koristiti i obnavljati. Za obnovljive i neiscrpive izvore energije su oni koji su u raspolaganju u neograničenim količinama a nalaze se na zemlji. Važno je reći kako se obnovljivi izvori energije

uvijek mogu nadoknaditi i obnoviti, a nazivaju se još i alternativnim izvorima energije. (Labudović, 2020;25)

### **Slika 1.**

#### *Izvori energije*



Izvor: AESabesp, dostupno na <https://www.aesabesp.org.br/wpcontent/uploads/2019/09/biog-as1.jpg> (pristupljeno 14.03.2020.)

Kao što je vidljivo na prikazu Slike 1., izvora energije ima mnogo, kao što su obnovljivi: sunčeva, kinetička, toplinska, energija mora, Zemljine unutrašnjosti, biomasa, vodna energija te energija plime i oseke te morskih valova, te neobnovljivi: ugljen, nafta, nuklearna energija te fosilna goriva. Glavna osobina obnovljivih je da se mogu nadoknaditi i obnoviti, dok kod neobnovljivih to ne biva slučaj. O njima se opširnije piše u nastavku Završnog rada.

### 2.1.1. *Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije*

Kako je već poznato, u današnjem vremenu sve više raste svijest ljudi o opasnostima koje donosi povećano svakodnevno zagrijavanje atmosfere i onečišćenje okoliša kao posljedica uzastopnog rasta potrošnje energije koja se najčešće dobiva iz fosilnih goriva. S obzirom na razloge uzastopnog rasta cijena fosilnih goriva te predviđanja o njihovom skorom nestajanju, svijet sve više sagledava mogućnosti prema pronalaženju efikasnijih načina proizvodnje i potrošnje energije a posebno korištenje obnovljivih izvora energije. (Andrassy et.al., 2010;411)

Pod obnovljive izvore energije (sl.2.) podrazumijevamo:

- sunčeva energija,
- kinetička energija (energija vjetra),
- biomasa,
- toplinska energija Zemljane unutrašnjosti i vrući izvori (geotermalna energija),
- potencijalna energija vodotoka (vodne snage),
- potencijalna energija plime i oseke i morskih valova te
- toplinska energija mora.

Pod neobnovljive izvore energije (sl.3.) spadaju ugljen, sirova nafta, prirodni plin (fosilna goriva) i nuklearna energija.

„U posljednje vrijeme postaje očito da će opskrba energijom u budućnosti morati biti istovremeno i gospodarski i ekološki potpuno održiva. Uporaba obnovljivih izvora te formiranje zatvorenog kruga proizvodnje i uporabe električne energije te korištenja energije otpada postaje najvažnija točka svih budućih strategija razvitka i opskrbe energijom.“ (Horvat et.al., 2014;7)

## Slika 2.

### Obnovljivi izvori energije



Izvor: Radio Vitez, *Obnovljivi izvori energije*, dostupno na <https://www.radiovitez.ba/wp-content/uploads/2016/11/obnovljivi-izvori-energije.jpg> (pristupljeno 15.03.2020.)

## Slika 3.

### Neobnovljivi izvori energije



Izvor: Veliki rat, dostupno na <https://velikirat.files.wordpress.com/2015/05/7.jpg> (pristupljeno 15.03.2020.)



### 2.1.2. Sunčeva energija i primjena u praksi

„Sunce je središnja zvijezda planetarnog sustava u kojem se Zemlja nalazi. Promjer Sunca se procjenjuje na 1,39 milijuna *km*, a masa  $1,98 \times 10^6$  *kg*, dok je njegova udaljenost od Zemlje iznosi 149,5 *mil. km*“ (Labudović et.al., 2010;50)

Prema onome što navodi Labudović et.al. (2010), možemo zaključiti da je sunčeva energija (sl.4.) obnovljiv i neograničen izvor energije, od kojeg na Zemlji potječe izravno ili neizravno najveći dio energije. Za Sunčevu energiju podrazumijevamo količine energije koja se prenese Sunčevim zračenjem, a njena je jedinica *J*, ali se najčešće koristi *kWh*.

Prema Labudović et.al. (2010), u izvornom obliku Sunčeva se energija koristi za:

- pretvorbu u toplinsku energiju u raznim sustavima grijanja i pripreme potrošne tople vode te za zagrijavanje bazenske vode i proizvodnju procesne topline te u solarnim termoelektranama koje služe za proizvodnju električne energije,
- pretvorbu u električnu energiju u fotonaponskim sustavima i elektranama.

#### Slika 4.

*Sunčeva energija*



Izvor: Velkaton, *Solarna energija*, dostupno na [https://velkaton.ba/wp-content/uploads/2020/01/solarna\\_energija\\_7.jpg](https://velkaton.ba/wp-content/uploads/2020/01/solarna_energija_7.jpg) (pristupljeno 15.03.2020.)

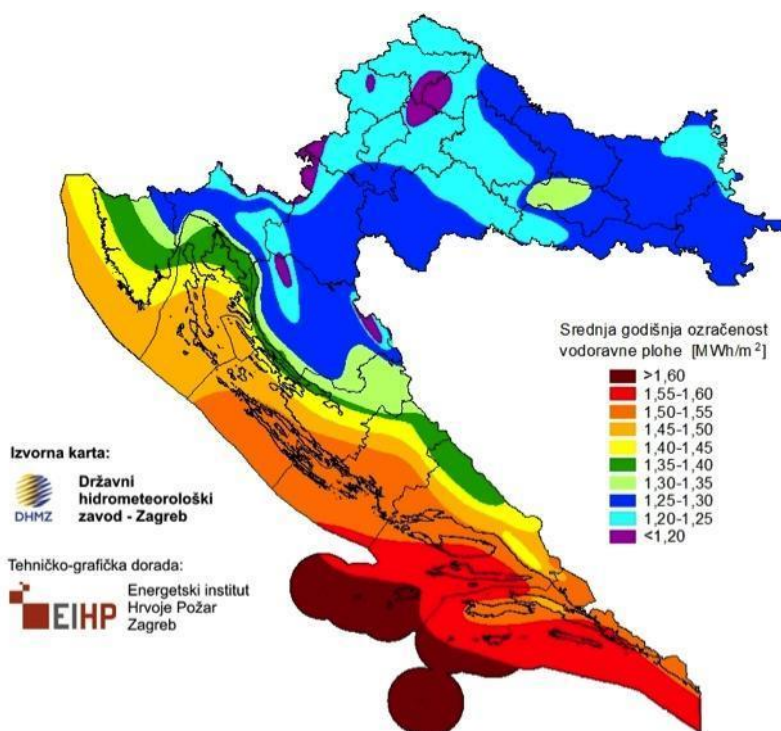
### 2.1.3. Sunčeva energija u Republici Hrvatskoj

Zemljopisna širina i njegove lokalne klimatske karakteristike najviše utječu na količinu dozračene sunčeve energije. U Republici Hrvatskoj prosječna dozračena sunčeva energija (sl.5.) iznosi oko  $1,00 - 1,60 \text{ MWh/m}^2$  a te se vrijednosti ovise o tome gdje se dozračenost mjeri, odnosno dali se promatra kontinentalni ili primorski dio. S obzirom na vrijednosti možemo istaknuti kako Republika Hrvatska ima znatno višu prosječnu dozračenu sunčevu energiju i znatno je manje iskorištava (u RH je registrirano 520 postrojenja el. snage  $95,8 \text{ MW}$ ).

Kada govorimo o iskorištenju Sunčeve energije, možemo napraviti podjelu aktivnog i pasivnog iskorištenja energije. Za pasivno korištenje sunčeve energije može se reći da je to izravno iskorištavanje sunčeve topline odgovarajućom izgradnjom građevina prema uvjetima na terenu i materijala koji možemo primijeniti na taj primjer. Kod aktivnih principa iskorištenja sunčeve energije možemo uvrstiti korištenje solarnih kolektora i fotonaponskih modula.

#### Slika 5.

Solarna karta Hrvatske



Izvor: Belmet, dostupno na <https://www.belmet97.hr/image/1442/4> (pristupljeno 16.03.2020.)

## 2.2. Energetska učinkovitost u praksi

Energetsku učinkovitost (sl. 6.) možemo definirati kao oblik korištenja što je manje moguće količine energije za ostvarenje određenog učinka. Iako se u posljednje vrijeme često govori o energetske učinkovitosti, možemo reći da se implementacija mjera za poboljšanje ili uvođenje energetske učinkovitosti može primijeniti na novogradnju ili postojeći objekt. Mjere energetske učinkovitosti uvode se kako bi se sa manjom količinom energenata, odnosno uloženog novca, dobili istu pa i veću razinu udobnosti, pa se to naziva mjerama energetske učinkovitosti.

Kada govorimo o provođenju mjera energetske učinkovitosti, u to spadaju zamjena dotrajale stolarije stolarijom visoke energetske učinkovitosti, pa ova mjera pridonosi sprečavanju gubitka topline tijekom zime i uštedu na troškovima za grijanje. Isto tako možemo spomenuti mjeru energetske učinkovitosti zamjenu kućanskih uređaja poput uređaja poput hladnjaka ili perilice za rublje onima za razred više energetske učinkovitosti.

### Slika 6.

*Razredi energetske učinkovitosti*



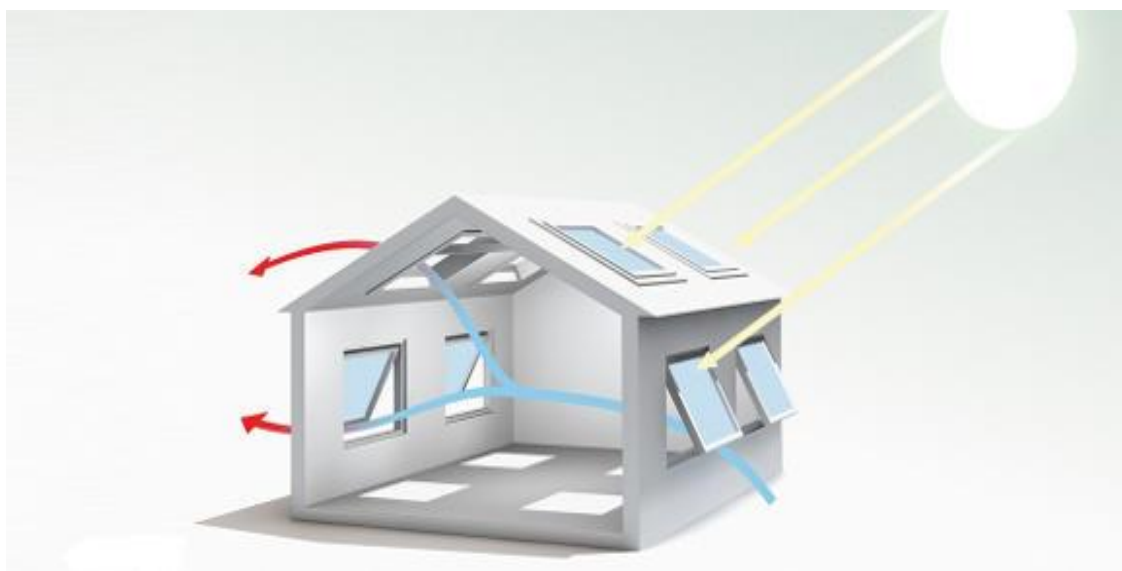
Izvor: K-Tim, *Energetska obnova*, dostupno na (<https://www.k-tim.hr/wp-content/uploads/2015/09/Energetska-obnova2.png>) (pristupljeno 16.03.2020.)

### 2.2.1. Energetski učinkovita gradnja

Kada govorimo o energetski učinkovitoj gradnji, možemo reći da je to skup različitih faktora koji svi zajedno u implementaciji pridonose udobnom i štednom domu. Kod građenja energetski učinkovite gradnje ili obnove, jedan od glavnih uvjeta koje građevinski objekt (sl. 7.) mora zadovoljiti je dobro projektirana i izvedena termoizolacija ovojnice. Moramo spomenuti još neke elemente poput adekvatne lokacije objekta kao i orijentiranost same građevine, kako bi se pri uporabi i korištenju objekta maksimalno iskoristili prirodni resursi, poput jačine sunčevog zračenja. Kada govorimo o faktorima i uvjetima gradnje, vrlo je bitan sam oblik zgrade kako bi se maksimalno prilagodila klimatskim uvjetima i podneblju u kojem se ta građevina gradi sa ciljem što manjih gubitaka energije i drugih resursa. Energetski učinkovitu gradnju možemo podijeliti u nekoliko potkategorija a to su niskoenergetska gradnja, pasivna gradnja i aktivna gradnja. (Ivić i Marjanović, 2014)

#### Slika 7.

##### *Energetski učinkovit objekt*



Izvor: Web gradnja, dostupno na <https://www.webgradnja.hr/images/clanci/2811/581-new.jpg> (pristupljeno 16.03.2020.)

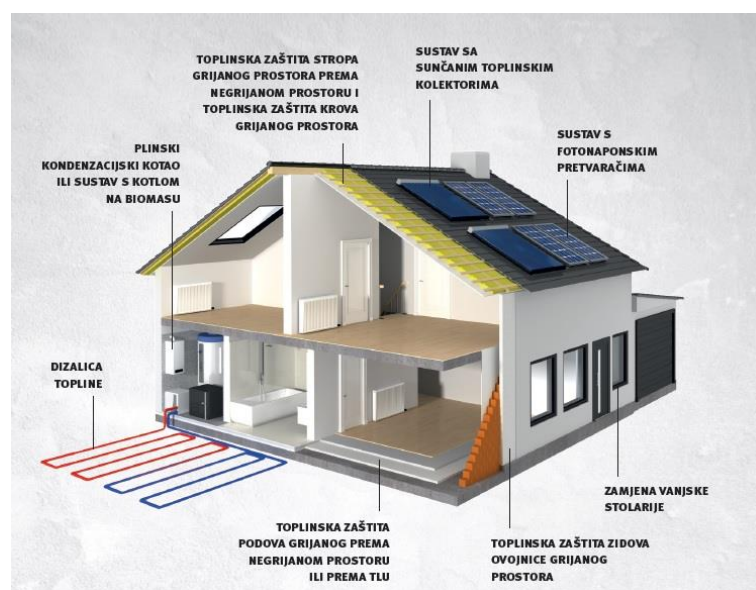
## 2.2.2. Niskoenergetska, pasivna i aktivna gradnja

### 2.2.2.1. Niskoenergetska gradnja

Kada govorimo o niskoenergetskoj gradnji moramo spomenuti kako je ona u Hrvatskoj definirana kao kuća koja godišnje troši maksimalno  $40 \text{ kWh/m}^2$  potrebne energije za grijanje objekta. Tu potrošnju energije možemo iskazati ekvivalentnom potrošnjom od 2,7 litre loživog ulja po  $\text{m}^2$  pa još i niskoenergetsku kuću (sl. 8.) nazivamo trolitarskom kućom. Kada opisujemo niskoenergetsku gradnju u smislu energetske učinkovitosti spada postavljanje kvalitetnog sloja toplinske izolacije, kvalitetne i energetske učinkovite stolarije koja ima svrhu sprječavanja gubitka topline. U ovaj oblik gradnje isto tako spada strujanje zraka na instalaciji sustava koji kroz prozračivanje dodatno štedi energiju. Kod niskoenergetske gradnje može se navesti i korištenje sunčeve energije primjenom korištenja solarne gradnje odnosno maksimiziranja iskoristivosti sunčevog grijanja postavljanjem fotonaponskog sustava za proizvodnju električne energije ili sustava za pripremu tople vode koji koristi sunčevu toplinu kao izvor za zagrijavanje. (Ivić i Marjanović, 2014)

### Slika 8.

#### Niskoenergetski objekt



Izvor: Novi radio, *Energetska obnova kuće*, dostupno na [https://novi-radio.hr/wpcontent/uploads/2018/03/energetska\\_obnova\\_kuce.jpg](https://novi-radio.hr/wpcontent/uploads/2018/03/energetska_obnova_kuce.jpg) (pristupljeno 16.03.2020.)

#### 2.2.2.2. Pasivna gradnja

Pasivna gradnja odnosno pasivna kuća (sl.9.) spada u potkategoriju niskoenergetske kuće u kojoj se prema načelima pasivne gradnje i primjeni načela energetske učinkovitosti postiže ugodna atmosfera sa velikom prednosti da se takav ugođaj udobnosti postiže bez dodatnog ugrađivanja sustava grijanja i klimatizacije. Kada se govori o ukupnoj potrebi za toplinskom energijom ona iznosi nešto ispod  $15 kWh/m^2$ . Pasivna kuća vrlo je popularna za izgradnju u novije doba zbog svoje velike energetske učinkovitosti pa je potrebna ukupna energije koja se koristi u pasivnoj kući najčešće 2,5 puta manja od potrošnje u niskoenergetskoj kući. Govoreći o pasivnoj kući može se reći da je potrošnja energije manja oko 10 i više puta nego u običnim stambenim zgradama. Kada pasivnu kuću uspoređujemo sa niskoenergetskom kućom dolazi se do podatka da pasivna kuća troši do 80 – 90 % manje energije zahvaljujući osnovnim načelima pasivne gradnje što podrazumijeva uklanjanje toplinskih gubitaka i povećanja slobodnog dobivanja energije. (Ivić i Marjanović, 2014)

Provjetravanje pasivne kuće odvija se pomoću sustava rekuperacije zraka kojem je cilj dodatna udobnost ravnomjernog grijanja i hlađenja u svim prostorijama objekta. Postavljanje izolacije na pasivnu kuću jedan je od ključnih uvjeta pasivne gradnje pa debljina izolacije treba iznositi 25 do 40 cm, a to određujemo ovisno o podneblju i lokaciji u kojem gradimo objekt. Isto tako prozori bi morali biti sa trostrukim ostakljenjem dok bi vrata trebala biti sa vrlo dobrim koeficijentom prijelaza topline a sve sa ciljem smanjenja toplinskih gubitaka i potrebe za učinkovitijim grijanjem. Moramo napomenuti kako je pasivna kuća u početku skuplja i do 40 % od standardne gradnje te tijekom prvih 10 godina stanovanja uložena sredstva se u potpunosti isplaćuju. Isto tako gledajući na tržištu nekretnina pasivna kuća ima vrlo veću vrijednost od ostalih stambenih običnih objekata te je takvu nekretninu vrlo lakše prodati ili iznajmiti na tržištu nekretnina. (Ivić i Marjanović, 2014)

## Slika 9.

### *Pasivna kuća*



Izvor: Gradimo Zadar, *Pasivna kuća*, dostupno na [https://www.gradimozadar.hr/images/stories/com\\_form2content/p1/f1518/Pasivna\\_kua\\_Olib\\_2.jpg](https://www.gradimozadar.hr/images/stories/com_form2content/p1/f1518/Pasivna_kua_Olib_2.jpg) (pristupljeno 16.03.2020.)

#### 2.2.2.3. *Aktivna gradnja*

Nakon niskoenergetske i pasivne gradnje dolazimo do aktivne gradnje (sl.10.) što bi značilo da po aktivnu gradnju spadaju sve značajke kod gradnje pasivne gradnje te se još nadovezuje dodatne instalacije sustava za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije pa tu spadaju fotonaponske elektrane, pa možemo zaključiti da aktivna gradnja odnosno takav objekt proizvodi više energije nego što je troši za vlastitu uporabu. Govoreći o aktivnoj gradnji ovo je najskuplji oblik gradnje. Važno je spomenuti kako energenti svakodnevno rastu te da u takvoj kući ne postoje troškovi za bilo koji izvor energije, investicija se vrlo brzo isplati u nadolazećim godinama. (Ivić i Marjanović, 2014)

## Slika 10.

### Aktivna gradnja



Izvor: Alternativ Energia, dostupno na <https://www.alternativenergia.hu/wpcontent/uploads/201/09/passzivhaz-szolgaltatoktol-fuggetlenu1-1.jpg> (pristupljeno 16.03.2020.)

### 2.3. Zakonska regulativa i procedure

Kada govorimo o zakonskoj regulativi u području energetske učinkovitosti moramo spomenuti da je Hrvatski sabor donio sljedeće zakone u razdoblju od 2004. do 2014. koji imaju svrhu određivanja zakonodavnog okvira energetskog sektora, navode Horvat et.al. (2014;25).

- Zakon o energiji (NN 120/12 i NN 14/14),
- Zakon o tržištu električne energije (NN 22/13),
- Zakon o regulaciji energetskih djelatnosti (NN 120/12),
- Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata (NN 94/14),
- Zakon o tržištu plina (NN 28/13 i NN 14/14),
- Zakon o tržištu toplinske energije (NN 80/13 i NN 14/14),



- Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05 I 20/10),
- Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08, 55/12, 101/13 I 14/14),
- Zakon o biogorivima za prijevoz (NN 65/09, 145/10, 26/11, 144/12 i 14/14).

Reguliranje razvoja energetskega sektora Hrvatske temelji se na Zakonu o energiji te on definira Strategiju energetskega razvoja te se njime u smislu osnovnog akta utvrđuje energetska politika i planira energetskega razvoj Republike Hrvatske. Moramo spomenuti kako Zakon o energiji eksplicitno izražava stav Republike Hrvatske prema obnovljivim izvorima energije i kogeneraciji. U interesu Republike Hrvatske korištenje je obnovljivih izvora i kogeneracije a to je definirano Zakonom o energiji u članku 13. stavku 1. (Horvat et. al., 2014)

Zakoni koji reguliraju područje energetske učinkovitosti i uštede energije u zgradarstvu:

- Zakon o gradnji (NN 153/13),
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13),
- Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08, 55/12, 101/13, 14/14),
- Zakon o postupanju i uvjetima gradnje radi poticanja ulaganja (NN 69/09, 128/10, 136/12, 76/13).

### *2.3.1. Podzakonski akti za područje obnovljivih izvora energije*

Podzakonski akti koji reguliraju područje obnovljivih izvora energije i kogeneracije u Hrvatskoj su sljedeći:

- Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 88/12),

- Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN 132/13),
- Pravilnik o uvjetima i mjerilima za utvrđivanje sustava kvalitete usluga i radova za certificiranje instalatera obnovljivih izvora energije - fotonaponskih sustava (NN 79/13),
- Pravilnik o mjerama za poticanje korištenja biogoriva u prijevozu (NN 42/10),
- Pravilnik o načinu i uvjetima primjene zahtjeva održivosti u proizvodnji i korištenju biogoriva (NN 83/13),
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (nacrt, travanj 2014.),
- Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 133/13, 151/13 i 20/14),
- Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 128/13),
- Uredba o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije čija se proizvodnja potiče (NN 33/07, 8/11 i 16/14),
- Uredba o uspostavi sustava jamstva podrijetla električne energije (NN 84/13 i 20/14),
- Uredba o poticanju proizvodnje biogoriva za prijevoz (NN 01/14),
- Odluka o iznosu naknade za priključenje na elektroenergetsku mrežu i za povećanje priključne snage (NN 52/06),
- Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN 14/06),
- Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN 36/06),
- Pravila djelovanja tržišta električne energije (NN 135/06, 146/10 i 90/12),
- Pravila o uravnoteženju elektroenergetskog sustava (NN 133/06 i 135/11).

### *2.3.2. Općenite procedure pri provedbi projekta energetske učinkovitosti*

Energetska učinkovitost može se postići provođenjem određenog projekta pa tako za uspješno provođenje projekta je potrebna potpuna, pregledna i dobro izrađena projektna dokumentacija. Pod projektnom dokumentacijom se podrazumijeva sve ono što obuhvaća papirologiju a u to spada ideja, razrada i opis projekta te za njega ishodenje potrebnih dozvola. Građevine se s obzirom na oblik projekta i njegovu zahtjevnost postupaka u vezi s gradnjom prema Zakonu o gradnji (NN 153/13) razvrstavaju u pet skupina, od zahtjevnijih prema manje zahtjevnijima (Horvat et.al., 2014):

1. skupina – građevine planirane Državnim planom prostornog razvoja,
2. skupina – građevine za koje se prema posebnim propisima posebni uvjeti utvrđuju u postupku procjene utjecaja na okoliš i u postupku ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu,
3. skupina – građevine za koje se utvrđuju uvjeti priključenja,
4. skupina – građevine za koje se utvrđuju uvjeti priključenja, a ne utvrđuju se drugi posebni uvjeti,
5. skupina – građevine koje nisu razvrstane u 1., 2., 3., ili 4. skupinu.

Obveza ishodenja pojedine dokumentacije, odnosno termini koji se koriste u ovom poglavlju sukladni su sljedećim zakonima:

- Zakon o gradnji (NN 153/13),
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13),
- Zakon o energiji (NN 120/12, 14/14).

### *2.3.3. Procedure pri provedbi projekta sustava proizvodnje toplinske energije*

Kada govorimo o sustavima za proizvodnju toplinske energije moramo spomenuti Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima (NN 21/09, 57/10, 126/10, 48/12 i 81/12). Sadržaj ovog pravilnika govori o određivanju jednostavnih građevina i radova koji se mogu izvoditi bez rješenja o uvjetima

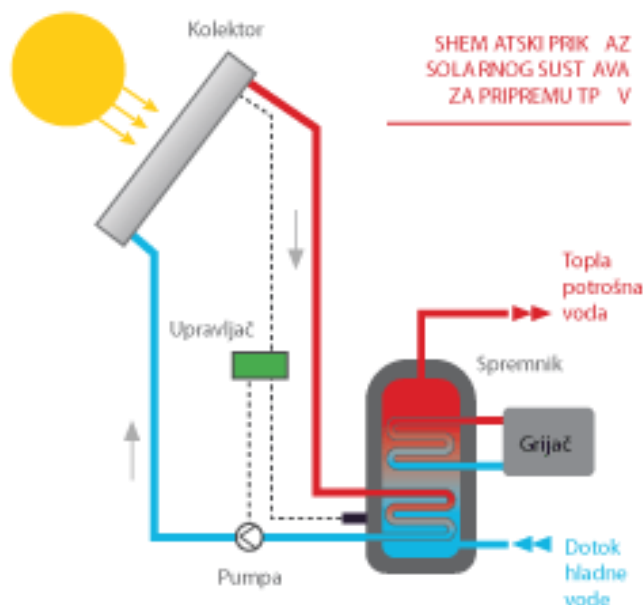
građenja, potvrđenog glavnog projekta i građevinske dozvole. Pa prema ovome Pravilniku spadaju objekti sljedećih naziva odnosno svi sustavi u nastavku: solarni kolektori, postrojenja na biomasu i dizalice topline. (Horvat et.al., 2014)

### 2.3.3.1. Ugradnja solarnog kolektorskog sustava

Horvat et.al. (2014) navode kako kod ugradnje solarnog sustava (sl.11.) za pripremu potrošne tople vode i grijanje od potrebne dokumentacije zahtijeva se proračun statike zgrade, kako bi se prije montaže kolektora provjerila statička nosivost krova. U snježnim područjima i područjima velikih brzina vjetrova potrebna je provjera cijele kolektorske konstrukcije te je isto tako potrebno obratiti pažnju na lokalne vremenske nepogode. Kod izvedbe i izrade ovog projekta potrebno je izraditi dodatnu dokumentaciju koja se sastoji od idejnog rješenja i poslovnog plana/investicijska studija.

#### Slika 11.

Solarni kolektorski sustav



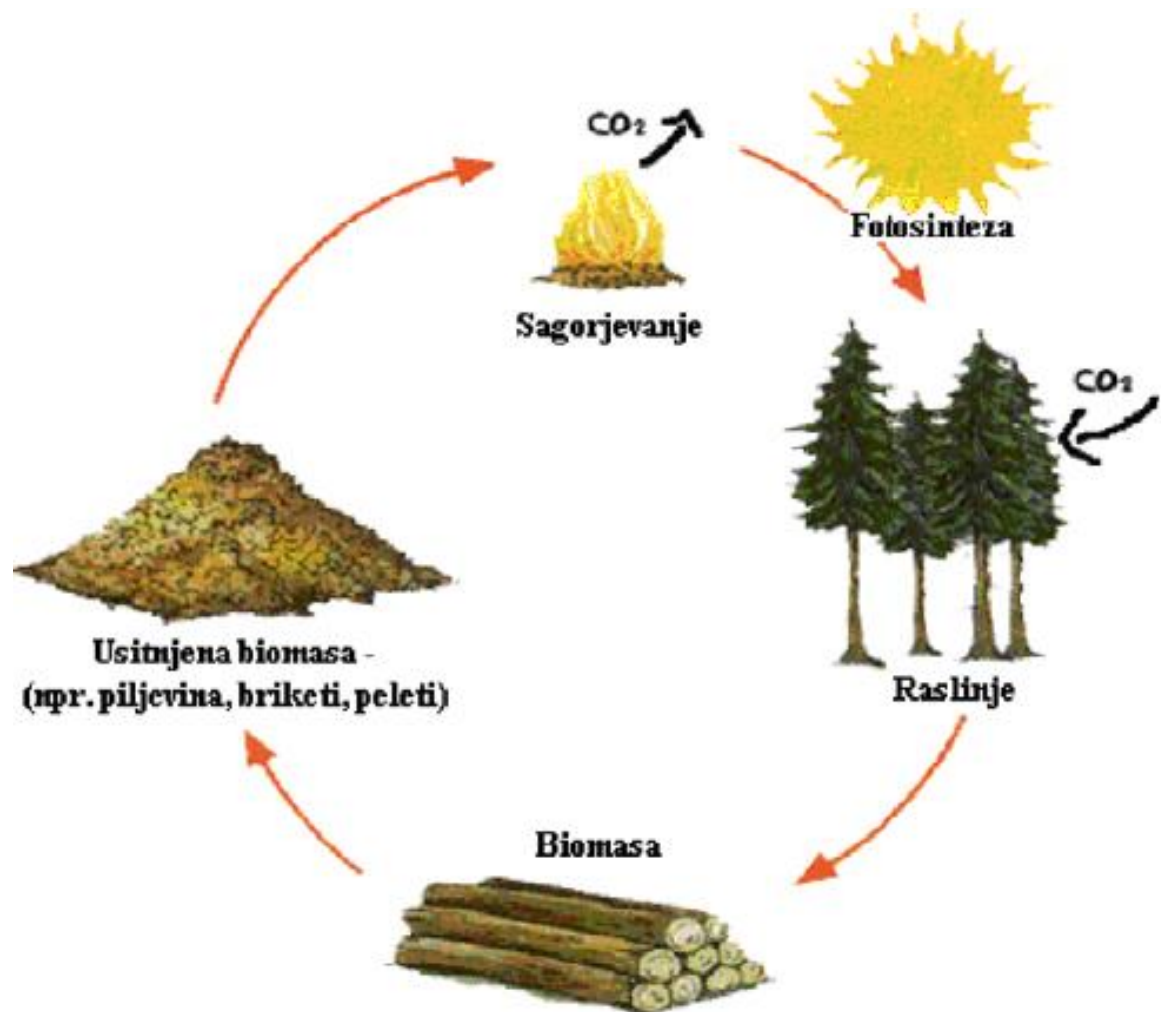
Izvor: Tehnomont Solari, *O solarnim sistemima*, dostupno na [http://www.tehnomont-solari.hr/index/hr/cms\\_staticke\\_list/120/o\\_solarnim\\_sistemima/](http://www.tehnomont-solari.hr/index/hr/cms_staticke_list/120/o_solarnim_sistemima/) (pristupljeno 17.03.2020.)

### 2.3.3.2. Ugradnja postrojenja na biomasu

Kod ugradnje sustava za grijanje i/ili pripremu potrošne tople vode korištenjem biomase (sl.12.), mora se uzeti u obzir opasnost od požara u zgradama a posebice u zgradama i objektima gdje je veća cirkulacija ljudi. Kod izgradnje ovog sustava od dokumentacije potrebno je od Ministarstva unutarnjih poslova ishoditi protupožarnu suglasnost. Na temelju zatraženog dokumenta, prema potrebi, moguće je zatražiti građevinsku dozvolu u vidu potvrde glavnog projekta. U ovaj projekt potrebno je izraditi i tehničku i financijsku dokumentaciju, ali i izraditi idejno rješenje i poslovni plan/investicijsku studiju. (Horvat et.al., 2014)

#### Slika 12.

##### Drvna biomasa



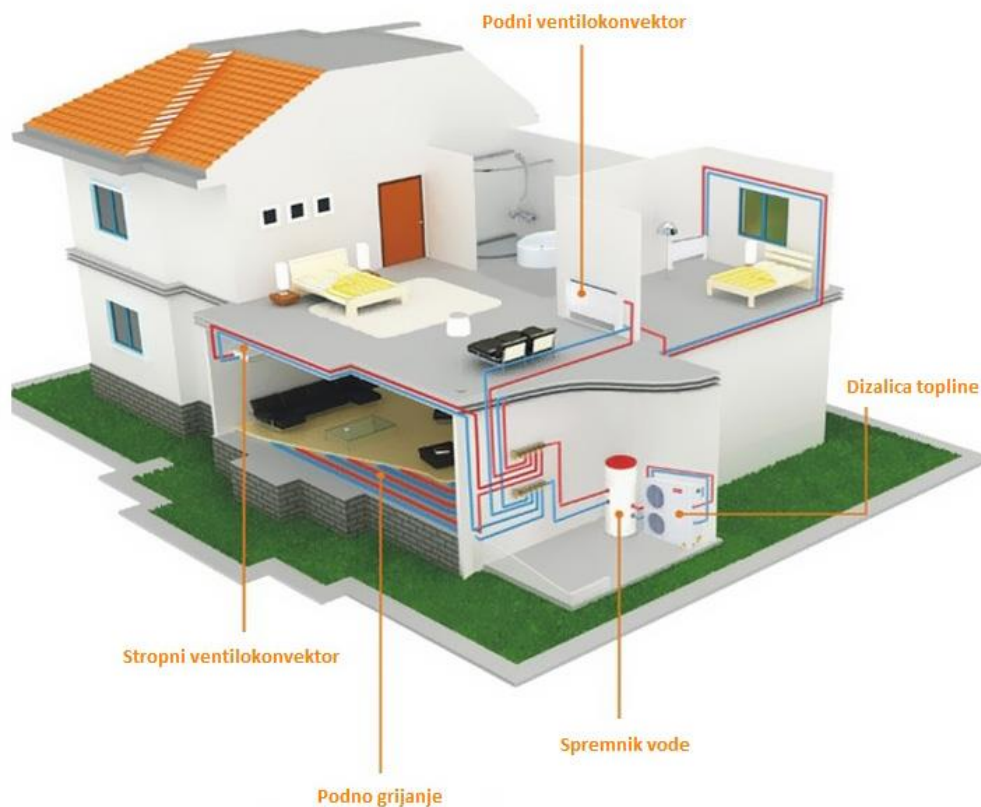
Izvor: E-learning, dostupno na <https://e-learning.gornjogradska.eu/wp-content/uploads/2016/10/40-1.png> (pristupljeno 17.03.2020.)

### 2.3.3.3. Ugradnja dizalice topline

Kada se spominje ugradnja dizalice topline (sl.13.) koja ima svrhu grijanja i pripreme potrošne tople vode energijom iz okoliša ovaj projekt je najjednostavniji u smislu pripreme dokumentacije. Od dokumentacije je potrebno izraditi idejno rješenje i poslovni plan/investicijsku studiju. (Horvat et.al., 2014)

#### Slika 13.

*Dizalica topline u objektu*



Izvor: Klimakoncept, *Dizalica topline Klimakoncept*, dostupno na

<https://www.klimakoncept.hr/upload/1-slike-klimakoncept/4-dizalice-topline/1-mitsubishielectri c/dizalica-topline-klimakoncept.jpg> (pristupljeno 07.03.2020.)

#### *2.3.4. Procedure pri provedbi projekta sustava proizvodnje električne energije*

Kada govorimo o sustavima proizvodnje električne energije postoji sustav koji se može priključiti na prienosnu ili distribucijsku mrežu te ugradnjom takvog sustava moguće je ishoditi status povlaštenog proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora energije ali je isto tako moguće ugraditi i otočni sustav. Horvat et. al. (2014) navode kako je važno spomenuti ako se navedeni sustavi ugrađuju na krov zgrade koja je zaštićena kao spomenik kulture potrebno je ishoditi suglasnost nadležnog Zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode Ministarstva kulture, a sve to u obliku Prethodnog odobrenja za izgradnju fotonaponskog sustava za izgradnju fotonaponskog sustava.

„Prema Pravilniku o jednostavnim građevinama i radovima (NN 21/12, NN 57/10, 126/10, NN 48/11, NN 81/12, NN 68/13) za projekte ugradnje fotonaponskih sustava potrebno je izraditi idejni i glavni projekt.“ (Horvat et.al., 2014;30)

### **2.4. Solarni sustavi u primjeni**

#### *2.4.1. Solarni toplinski kolektori i toplinski sustav*

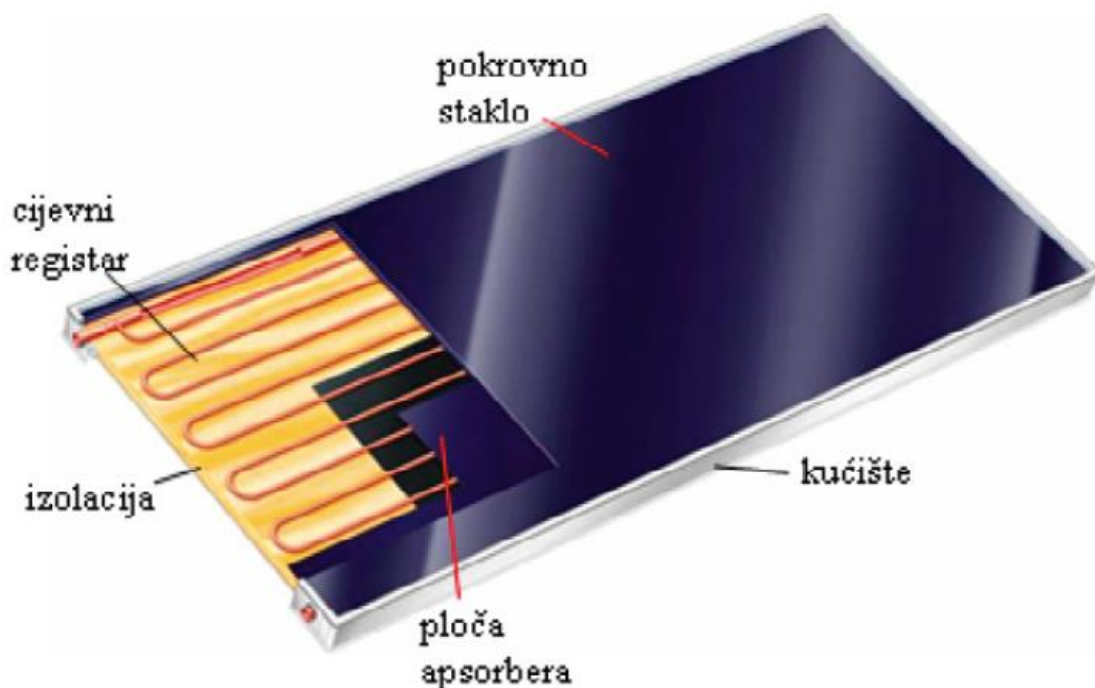
Prema Majandžić (2010), za aktivni solarni sustav za grijanje i/ili pripremu potrošne tople vode važno je da spomenemo glavne komponente a to su solarni kolektor, spremnik topline, crpna stanica, automatika i regulacija te eventualno pomoćni grijač. U sastavne dijelove solarnog sustava možemo spomenuti polazni i povratni vod, sigurnosni ventili, ekspanzijska posuda, zaporni ventil, nepovratni ventil, manometar, termometar, sigurnosni graničnik temperature, osjetnici temperature kolektora i spremnika, armatura za punjenje i pražnjenje, odzračnici te ukoliko je potrebno termostatski miješajući ventil. Najvažnije komponente solarnog sustava (cijenom oko 60 % sustava) solarni su toplinski kolektori (pločasti ili vakumski) te spremnik topline.

#### 2.4.1.1. Solarni pločasti i vakuumski kolektori

Prema Majandžić (2010), kada govorimo o ugradnji pločastih (ravnih) kolektora oni se koriste za pripremu potrošne tople vode i grijanje prostora. Kolektori se instaliraju na krov zgrade a moraju biti okrenuti prema jugu i nagnuti prema horizontali. U našim zemljopisnim širinama za kut nagiba kolektora uzima se kut od 35° i 45° te se tim kutom čini kompromis kojemu je svrha postizanje da se od proljeća do jeseni na kolektor prima Sunčevo svjetlo i to prosječno 7 do 8 sati dnevno. Solarni kolektor (sl. 14.) ima glavnu svrhu pretvaranja Sunčeve energije u toplinsku energiju. Kao glavni dio pločastog kolektora možemo spomenuti bakreni apsorber prevučen slitinastim titanom te ono jamči visoko upijanje kratkovalnog Sunčeva zračenja a isto tako vrlo je bitno i da ima vrlo nisku emisiju dugovalnog toplinskog zračenja. Vrlo je važno reći da se na apsorberu nalazi bakrena savijena cijev s integriranim sabirnim vodovima kroz koju struji toplinski medij.

#### Slika 14.

*Solarni pločasti kolektor*



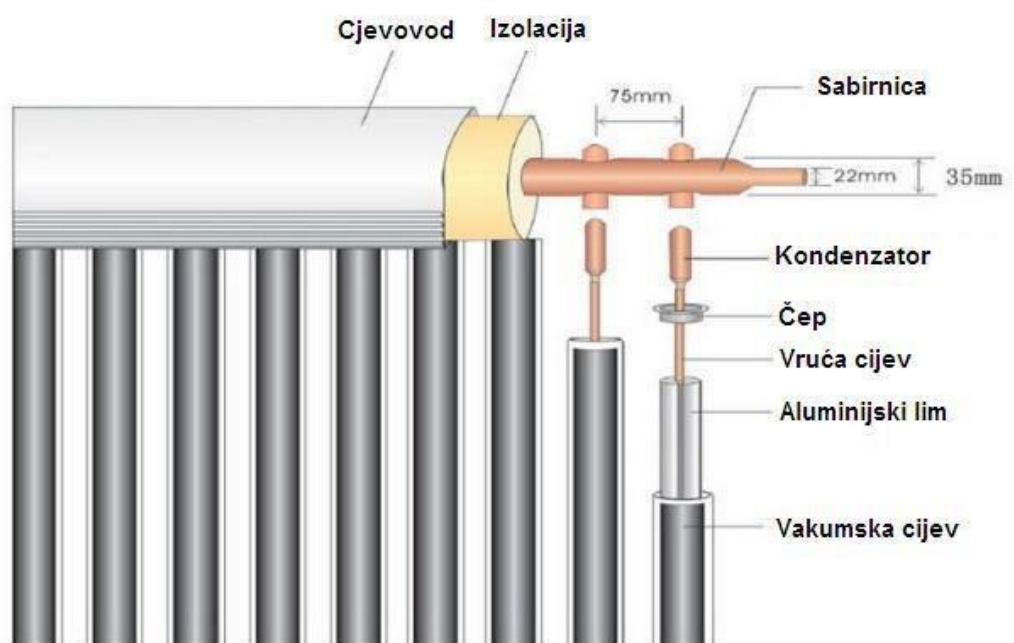
Izvor: E- learning, dostupno na <https://e-learning.gornjogradska.eu/wpcontent/uploads/2016/10/30-3.png> (pristupljeno 17.03.2020.)



Vakumski kolektori (sl.15.) nalaze primjenu u iskorištavanju Sunčeve energije. Majandžić (2010) navodi da kao takvi mogu se montirati na kosom ili ravnom krovu, na fasadama ili na nekoj slobodnoj površini. Najbolje provođenje toplinske izolacije provodi se vakuumom u staklenim cijevima pa su konvencijski gubici između staklenih cijevi i apsorbera pogotovo zanemarivi. Time se može koristiti i vrlo slabo Sunčevo zračenje. Kolektori su najčešće izvedeni od 1 do 3 m<sup>2</sup> odnosno do 10, 20 ili 30 cijevi.

### Slika 15.

Vakuumski kolektor



Izvor: Indeks, *Heat pipe cijevi*, dostupno na <https://www.index.hr/oglas/UserD/ocslimages/oglas/2016/5/3/335089/Heatpipecijevi12030520161203297894.JPG?preset=oglas-slike-view-detajlnoGalOpen2> (pristupljeno 17.03.2020.)

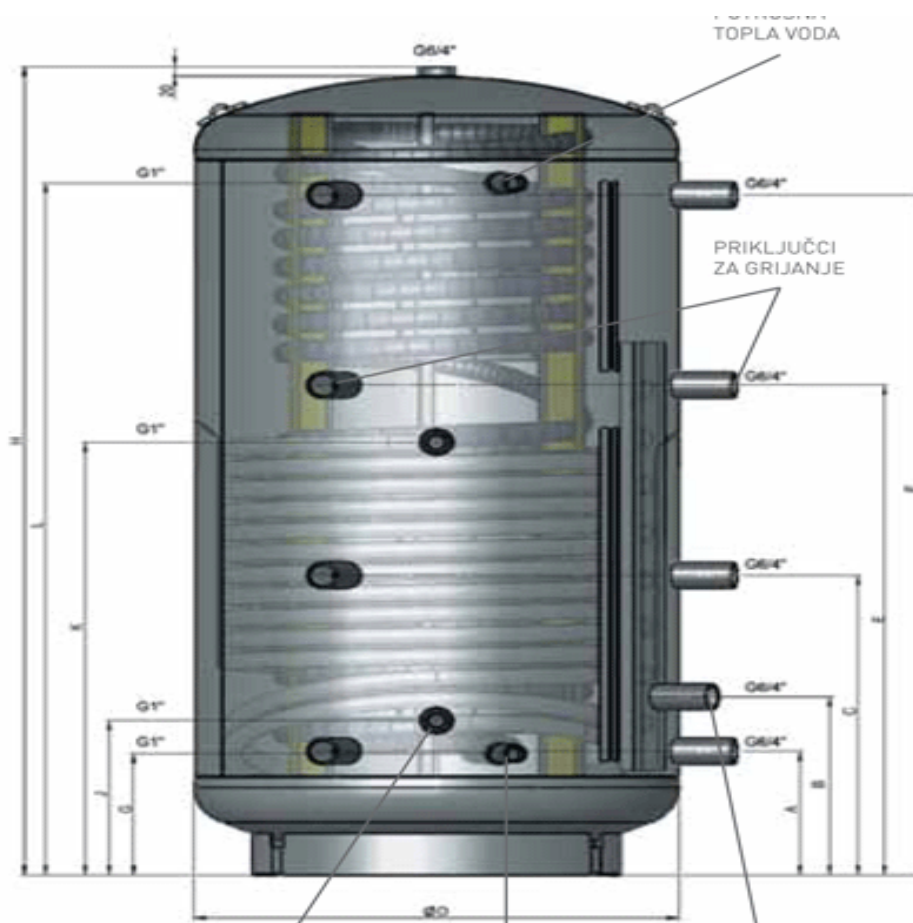
#### 2.4.2. Solarni spremnici topline

Spremni topline (sl.16.) se može izrađivati od raznih materijala a to su čelik, beton i razni plastični materijali. Prema Majandžić (2010), kod čeličnih

rezervoara potrebno je unutrašnjost zaštititi zaštitnim slojevima kako bi se spriječilo korozivno djelovanje vode. Spremnik topline možemo definirati kao rezervoar koji je toplinski izoliran i napunjen vodom. Toplina se iz kolektora u spremnik prenosi preko izmjenjivača topline te se to odvija tako da se tekućina u kolektorskom krugu ne miješa s vodom u spremniku. Izmjenjivač kod ovoga sustava isto je potreban ako se u kolektorskom sustavu koristi otopina antifrizna ili nekog drugog sredstva koje služi protiv smrzavanja.

### Slika 16.

*Solarni spremnik topline*



Izvor: Tehnomont Solari, *Solarni kombinirani spremnici*, dostupno na

[http://www.tehnomontsolari.hr/index/hr/cms\\_staticke\\_list/127/solarni\\_kombinirani\\_spremnici/](http://www.tehnomontsolari.hr/index/hr/cms_staticke_list/127/solarni_kombinirani_spremnici/)

(pristupljeno 17.03.2020.)

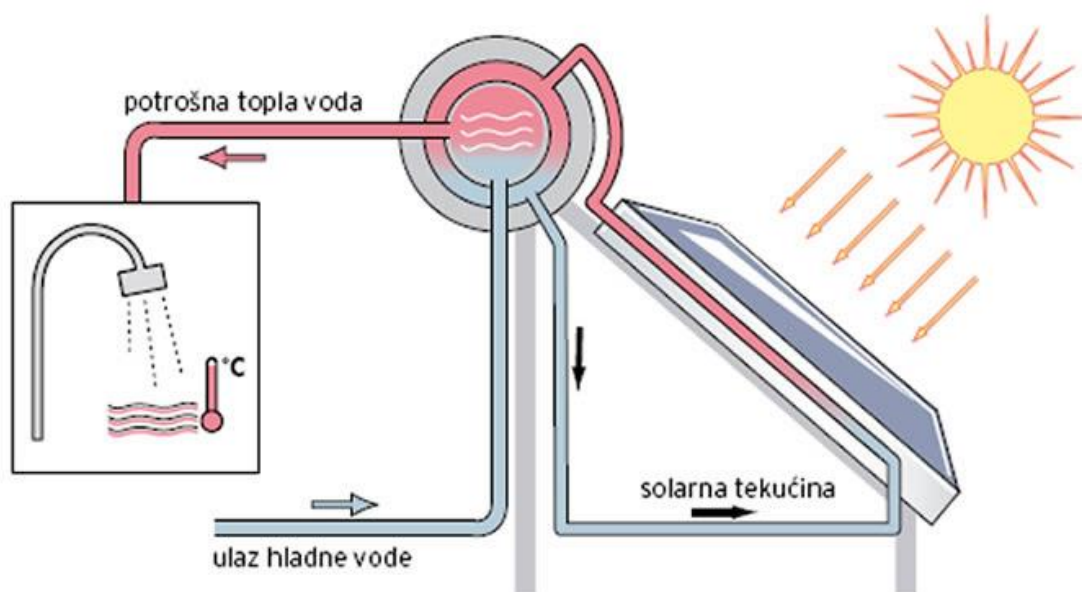
### 2.4.3. Solarni toplinski sustavi

#### 2.4.3.1. Solarni sustavi za pripremu potrošne tople vode

Kada se govori o sustavima za pripremu potrošne tople vode, Majandžić (2010) navodi kako najjednostavniji sustav za pripremu potrošne tople vode radi na tzv. termosifonskom načelu. U praksi bi to značilo da se voda zagrijava prolazeći kroz kolektor i cirkulira zbog razlike u gustoći toplije vode na vrhu i hladnije na dnu sustava. Prema tome zagrijava se voda zbog manje gustoće diže nad hladnu vodu i tako nastaje prirodna cirkulacija koja stalno omogućuje prijenos topline iz kolektora u spremnik topline navedenog sustava. Može se istaknuti kako je prednost ovakvih solarnih sustava jednostavnost i učinkovitost. Za pogon ovakvog sustava nije potrebna električna energija za pogon tih crpki. Takvi solarni sustavi sastavljeni su od kolektora i spremnika u obliku bojlera postavljenog iznad kolektora. Površina kolektora je od 2 do 3  $m^2$  a obujam bojlera nalazi se u granicama od 100 do 250 litara. Ovakav sustav vrlo je pogodan za manje objekte.

#### Slika 17.

##### Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode



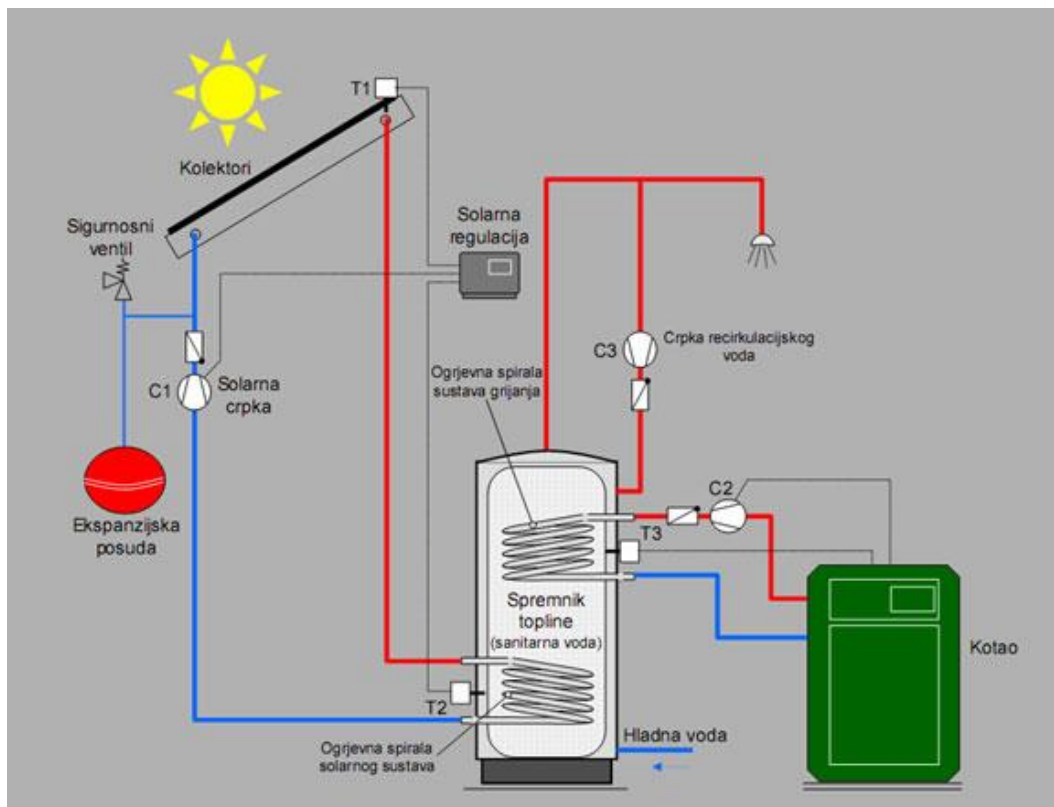
Izvor: Grijanje Nikolić, *Auro STEPpro shema*, dostupno na [https://www.grijanje-nikolic.hr/imgproizvodi/auroSTEPpro\\_shema.jpg](https://www.grijanje-nikolic.hr/imgproizvodi/auroSTEPpro_shema.jpg) (pristupljeno 17.03.2020.)

#### 2.4.3.2. Solarni sustavi s prisilnom cirkulacijom

Kod solarnih sustava za pripremu potrošne tople vode (sl.18.) sustav može biti izveden sa prisilnom cirkulacijom što znači da je kod ovakvog sustava ugrađena crpka i prisilna cirkulacija. Majandžić (2010) navodi kako kod ovakvog sustava vrlo je brži protok nego kod jednostavnog sustava, isto tako spremnik ne mora biti iznad kolektora pa je lakše u ovom sustavu i izvesti izmjenjivače topline. Ovaj sustav odnosno spremnik može se smjestiti i u podrumu objekta gdje se najčešće nalazi i strojarnica i kotao za grijanje. Glavne komponente ovakvoga sustava su kolektor, spremnik topline, crpka, regulacija te konvencionalni kotao. Prednost ovakvog sustava je to da se sustav može nadograditi na postojeći kotao za grijanje i pripremu potrošne tople vode.

#### Slika 18.

Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode s crpkom



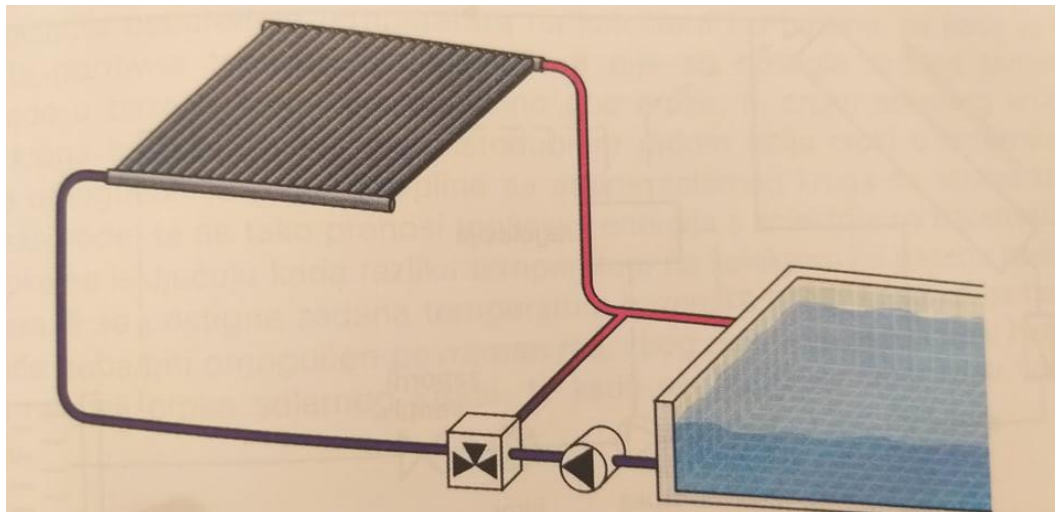
Izvor: MC Solar, *Solarni kolektori*, dostupno na <https://mcsolar.hr/new/wp-content/uploads/2018/04/solarni-kolektori2-velika.jpg> (pristupljeno 17.03.2020.)

#### 2.4.3.3. Solarni sustavi za grijanje vode u bazenu s plastičnim apsorberom

Za grijanje solarne vode u bazenu može se koristiti ovakav sustav zagrijavanja vode u bazenu s pomoću ravnog apsorbera (sl.19.). Majandžić (2010) navodi kako ovakav način rada sustava možemo opisati da crpka uzima vodu iz donjeg dijela bazena koja se prolaskom kroz apsorber zagrijava i odvoji u gornji dio bazena i tako konstantnim ciklusima. Za vrijeme oblačnih dana i noći s gornje strane slobodne površine otvorenog bazena smanjili toplinske gubitke koji se pojavljuju ishlapljivanjem, konvekcijom i zračenjem, on se najčešće prekriva bazenskim prekrivačem na motorni pogon ili u nekim slučajevima plutajućom izolacijom koja pokriva gornju površinu otvorenog bazena.

#### Slika 19.

*Solarni sustav za zagrijavanje bazenske vode s plastičnim apsorberom*



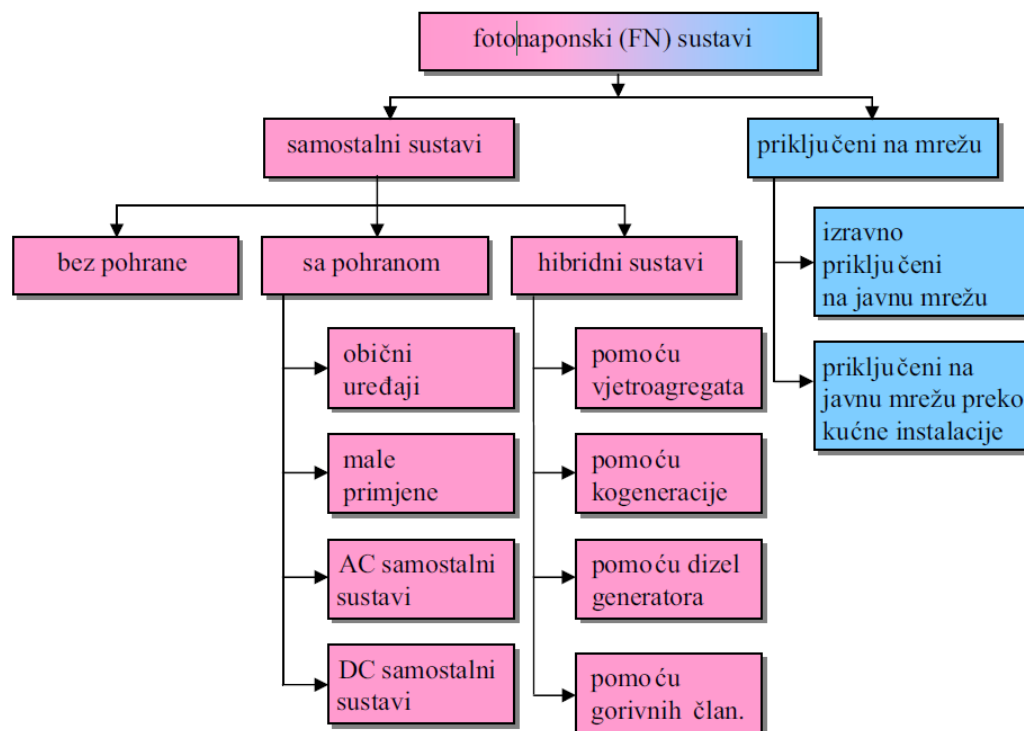
Izvor: Majdanžić, Lj. (2010) *Solarni sustavi*, Zagreb, Graphis d.o.o., str. 211.

#### 2.4.4. Solarni fotonaponski sustavu

Solarne fotonaponske sustave (FN) dijele se u dvije glavne skupine i to fotonaponske sustave koji nisu priključeni na mreži i nazivaju se samostalni sustavi i fotonaponske sustave priključene ja javnu elektroenergetsku mrežu (sl.20.).

## Slika 20.

### Vrste fotonaponskih sustava



Izvor: Izvor: Majdanžić, Lj. (2010) *Solarni sustavi*, Zagreb, Graphis d.o.o., str. 369.

„Fotonaponski sustavi koji nisu priključeni na mrežu, odnosno samostalni sustavi mogu biti sa ili bez pohrane energije, što će ovisiti o vrsti primjene i načinu potrošnje energije i hibridni sustavi koji mogu biti sa vjetroagregatom, kogeneracijom ili dizelskim generatorom. Fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu mogu bit izravno priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu ili priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacije.“ (Majandžić, 2010; 369)

#### 2.4.4.1. Samostalni fotonaponski solarni sustavi

Samostalni fotonaponski solarni sustavi još se nazivaju i sustavima koji nisu priključeni na mrežu. Tavi sustavi mogu biti sa pohranom energije ili bez pohrane energije te postoje i hibridni sustavi koji mogu biti s vjetroagregatom, kogeneracijom, gorivnim člancima ili dizelskim generatorom.

Osnovne komponente samostalnog fotonaponskog sustava (sl.21.) su:

1. fotonaponski modul (spojeni su paralelno ili serijski),
2. regulator punjenja,
3. akumulator,
4. trošila,
5. izmjenjivač.

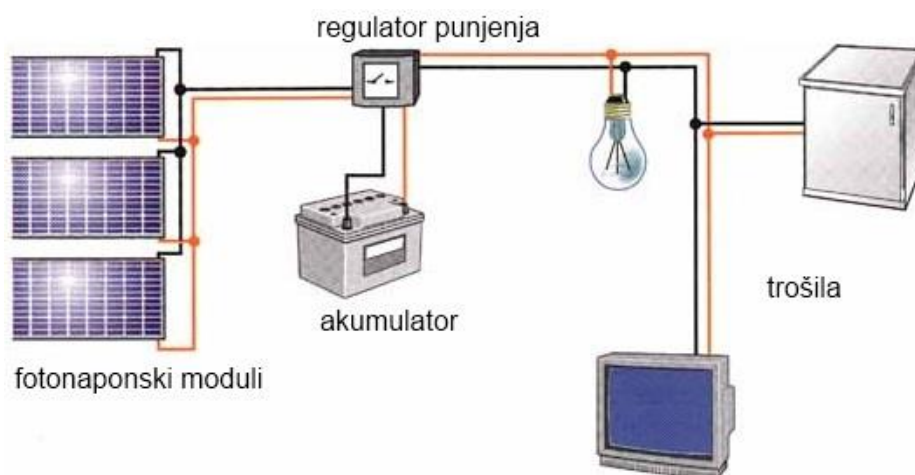
Za sustav koji ima gore navedene komponente karakteristična su osnovna dva procesa:

- pretvorba Sunčeva zračenja i energije, odnosno svjetlosne energije u električnu,
- pretvorba električne energije u kemijsku i obrnuto kemijske u električnu.

Majandžić (2010) navodi kako za ovakve sustave fotonaponska pretvorba energije Sunčeva zračenja odnosno svjetlosne energije u električnu obavlja se u solarnoj ćeliji te kod ovakvog procesa u akumulatoru se obavlja povratni elektrokemijski proces pretvorbe koji je povezan s nabijanjem (punjenjem) i izbijanjem (pražnjenjem) akumulatora. Električna energija se u trošilima energije pretvara u različite oblike i to mehaničku, toplinsku i svjetlosnu. Za trošilo možemo reći da je definirano snagom, naponom i strujom.

### Slika 21.

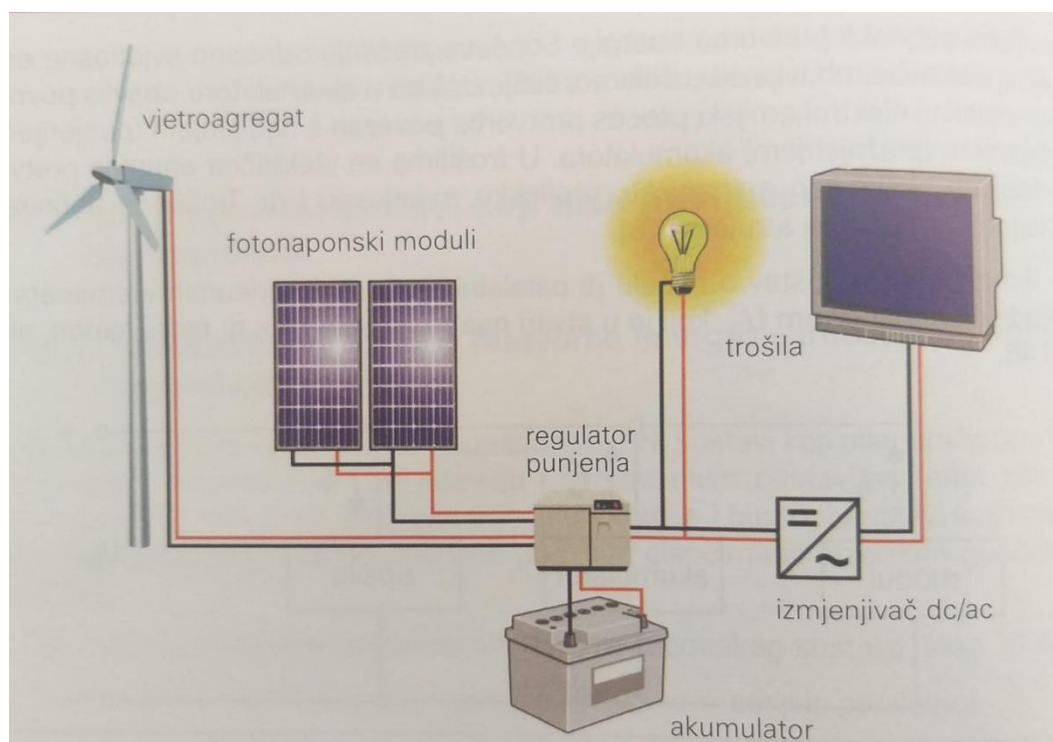
*Samostalni fotonaponski sustav za trošila na istosmjernu struju*



Izvor: Flamtron, *Solar autonomni*, dostupno na <https://flamtron.hr/solar/images/solar/autonomni.jpg> (pristupljeno 18.03.2020.)

## Slika 22.

### Samostalni fotonaponski sustav za trošila na izmjeničnu struju



Izvor: Majdanžić, Lj. (2010) *Solarni sustavi*, Zagreb, Graphis d.o.o., str. 408.

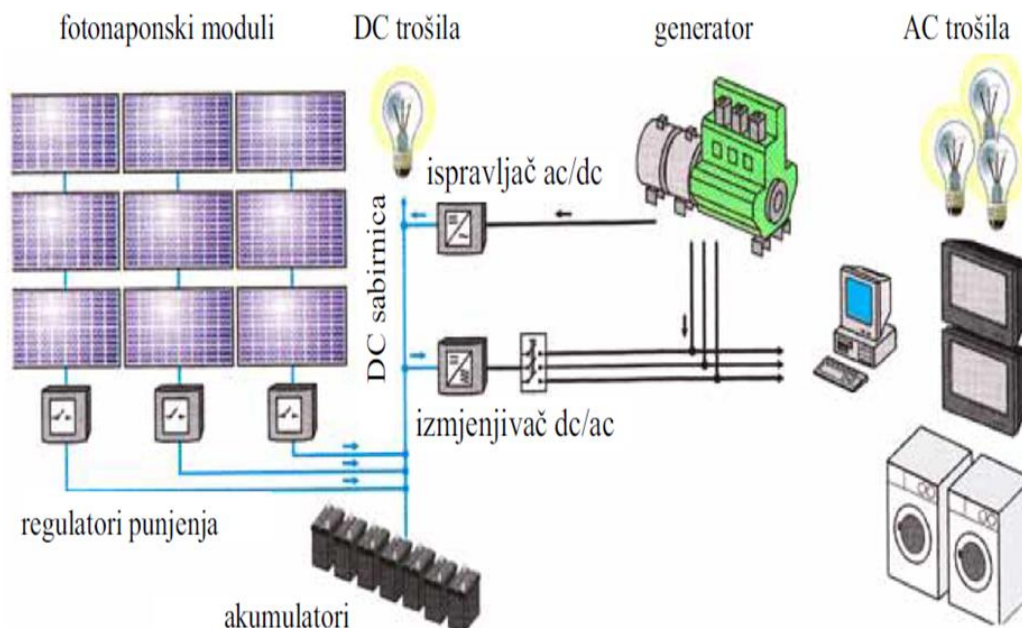
### Hibridni fotonaponski sustavi

Prema Majandžić (2010) hibridni sustavi (sl.23.) također spadaju u skupinu samostalnih solarnih sustava a mogu biti izvedeni s vjetroatregatom, kogeneracijom, gorivnim člancima ili najčešće generatorom na dizel ili biodizel. Takvi sustavi proizvode električnu energiju a u primjeni služe za napajanje trošila a višak se pohranjuje u solarne akumulatore. Kada su vremenski uvjeti takvi da ne postoje uvjeti za proizvodnju električne energije napajanje se vrši iz akumulatora te je u takvom slučaju ono izvor za napajanje istosmjernih ili izmjeničnih trošila. Ovakav sustav nalazi vrlo široku primjenu u područjima koji su izolirani te nemaju potrebnu opskrbu električnom energijom te najčešće služe za opskrbu energijom radio komunikacijskih i telekomunikacijskih uređaja, odnosno radijske ili televizijske stanice.



## Slika 23.

### Hibridni fotonaponski sustav



Izvor: Majdanžić, Lj. (2010) *Solarni sustavi*, Zagreb, Graphis d.o.o., str. 429.

#### 2.4.4.2. Fotonaponski sustavi priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacije

Sustavi koji su priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu (sl.24) preko kućne instalacije pripadaju distribuiranoj proizvodnji električne energije, navodi Majandžić (2010). Takvi sustavi omogućuju povezivanje distribuiranih sustava na centralizirane sustave, odnosno one sustave koji su priključeni na niskonaponsku razinu elektroenergetskog sustava.

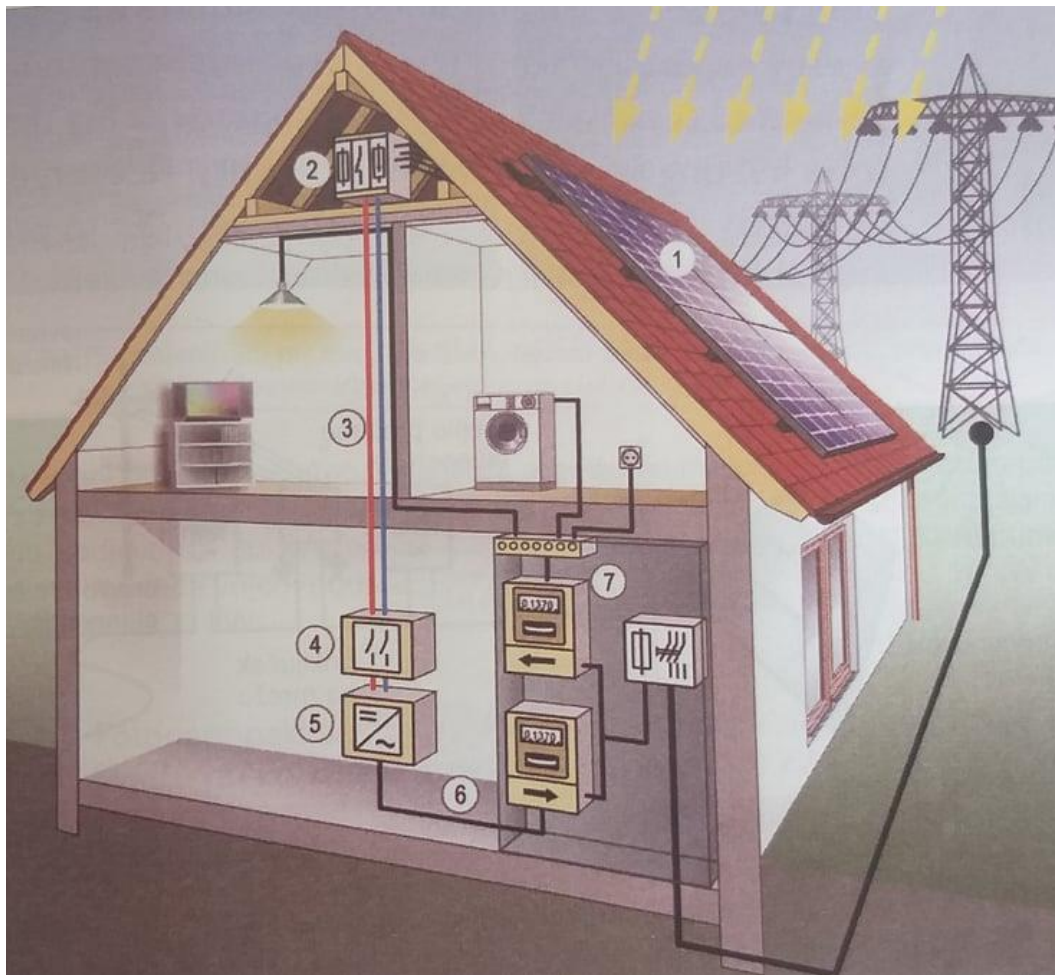
Temeljne komponente ovakvoga fotonaponskoga sustava su:

1. fotonaponski moduli,
2. spojna kutija sa zaštitnom opremom,
3. kablovi istosmjernog razvoda,
4. glavna sklopka za odvajanje,
5. izmjenjivač DC/AC,
6. kablovi izmjeničnog razvoda,
7. brojlara predane i preuzete električne energije.

Ovakav sustav koji je priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije je u paralelnom pogonu s distribucijskom mrežom s osnovnom svrhom napajanja električnom energijom trošila koja se nalaze u objektu i višak električne energije predati u elektrodistribucijsku mrežu. Kada ovakav sustav odnosno solarni moduli ne proizvode dovoljno električne energije, napajanje trošila u objektu nadopunjuje se preuzimanjem energije iz mreže. Ovakva vrsta sustava najviše energije proizvodi sredinom dana, objekt podmiruje vlastite potrebe i dobrim dijelom se rasterećuje elektroenergetski sustav pa se može zaključiti da je to od velike važnosti u područjima gdje je slaba elektroenergetska mreža. (Majandžić, 2010)

### Slika 24.

*Fotonaponski sustav priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije*



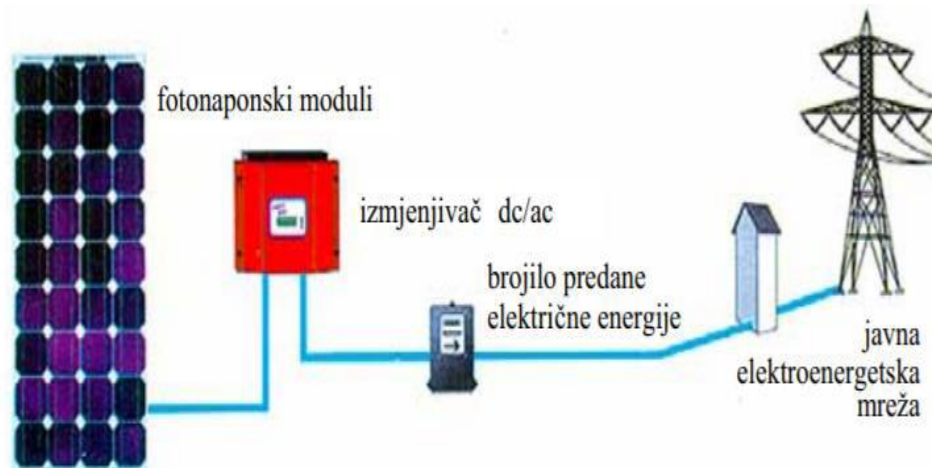
Izvor: Izvor: Majdanžić, Lj. (2010) *Solarni sustavi*, Zagreb, Graphis d.o.o., str. 445.

#### 2.4.4.3. Fotonaponski sustavi izravno priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu

Prema Majandžić (2010), razvojem svjetske tehnologije, a samim time i tržišta, kada govorimo o fotonaponskoj tehnologiji, primjerice ćelijama, modulima, izmjenjivačima i dodatnom opremom takvih sustava, fotonaponski sustavi počinju se ugrađivati i na površine u neposrednoj blizini građevina a isto tako u novije vrijeme počinju se ugrađivati i na slobodnoj površini u blizini elektroenergetske mreže. Takav sustav, odnosno gradnja elektroenergetske mreže do priključka se može graditi na nisku, srednju ili visoku razinu napona elektroenergetskog sustava. Takvi sustavi su proizvedenu električnu energiju predaju u elektroenergetski sustav. Za ovakve sustave obično je karakteristična veća snaga te se oni instaliraju na većim površinama. Sustavi zahtijevaju od 30 do 40  $m^2$  površine za jedan  $kW$  snage.

#### Slika 25.

*Fotonaponski sustav izravno priključen na javnu elektroenergetsku mrežu*



Izvor: Izvor: Majdanžić, Lj. (2010) *Solarni sustavi*, Zagreb, Graphis d.o.o., str. 449.

Horvat et.al. (2014) navode kako Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije definira obnovljive izvore energije i kogeneracijskih postrojenja koja se koriste za proizvodnju energije, propisuje uvjete i mogućnosti te uređuje druga pitanja od značenja za korištenje obnovljivih

izvora energije i kogeneracije. Ovim se Pravilnikom propisuje i oblik, sadržaj i način vođenja Registra projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača.

Nadalje, autori ističu kako je temeljem Zakona o energiji donesena Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije kojom se određuje način korištenja, visina, obračun, prikupljanje, raspodjela i način plaćanja naknade za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

### 3. PROJEKT SUSTAVA GRIJANJA STAMBENE ZGRADE SUNČEVOM ENERGIJOM

Za projekt energetske učinkovitosti odabrala se stambena zgrada „Obiteljska kuća“ (sl.26.) površine  $110,74 \text{ m}^2$  koja je trenutno u fazi projektiranja sustava za grijanje, PTV i proizvodnju električne energije. Dimenzije stambene zgrade iznose  $15,45 \text{ m} \times 10,90 \text{ m}$  (sl.27.).

Stambena zgrada sastoji se od ulaznog podesta, hodnika, WC-a s praonicom, kuhinje, dnevnog boravka i blagovaone, sobe 1 sa kupaonicom i terasom i sobe 2 sa kupaonicom i terasom. Pretpostavljeno je da objekt svakodnevno koriste 3 osobe.

U tablici 70. „*Iskaznica energetske svojstava zgrade*“ prikazani su opći i tehnički podaci objekta, potrebna energija za grijanje i hlađenje, godišnja potrebna električna energija za rasvjetu, energija za termotehničke sustave te energetske svojstvo zgrade.

Za proračun i izradu energetske certifikata ove zgrade zbog praktičnijeg proračuna i to „tehničkog opisa zgrade“, „proračuna i ocjene fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu“, „proračuna potrebne energije za grijanje i hlađenje“ i „godišnje primarne energije“ korišten je računalni program „*KI Expert Plus*“ prema kojemu je algoritam izrađen sa trenutno važećom normom HRN EN 13790:2008.

Završetkom proračuna izrađen je „*Energetski certifikat zgrade*“, koji je prikazan u nastavku.

Grijanje prostora stambene zgrade za izradu proračuna kao glavna tema ovog rada pretpostavljeno je kao centralno grijanje/toplovodno grijanje/grijanje toplom vodom na ekstra lako loživo ulje kao klasični sustav grijanja sa standardnim energentima.

Takva vrsta grijanja s pomoću vruće vode kruži toplovodnim sustavom. To bi značilo da se u kotlu ugrijava voda provodi kroz cjevovod razvodne mreže do radijatora. U radijatorima se voda ohladi predajom topline „konvekcijom“. Tako

ohlađena voda odvodi se kroz sabirni cjevovod natrag u kotao te time započinje isti kružni tok.

Grijanje pripreme tople vode pretpostavlja se da se proizvodi pomoću električnog bojlera što je potrebno u proračunu.

Nakon poznavanja pretpostavljenog sustava grijanja stambene zgrade, potrošne tople vode, proračuna i dobivenih potrebnih rezultata odabrati će se sustavi za povećanje energetske učinkovitosti zgrade za grijanje prostora i pripremu potrošne tople vode te proizvodnju električne energije.

U zgradu kao projekt energetske učinkovitosti grijanja prostora i pripremu tople vode ugraditi će se sustavi:

- sustav za grijanje i PTV (pripremu tople vode) putem sunčeve energije,
- sustav za proizvodnju električnu energiju putem sunčeve energije.

Za sustave energetske učinkovitosti stambene zgrade koji se ugrađuju u „Obiteljsku kuću“ prikazane su tehničke specifikacije sustava koji se ugrađuje, slikovni i shematski prikaz opreme i dijelova te ponuda sa cijenama za navedeni sustav.

## **Slika 26.**

### *Obiteljska kuća*



Izvor: interna dokumentacija, Domprojekt d.o.o

## Slika 27.

### Tlocrt zgrade



Izvor: interna dokumentacija, Domprojekt d.o.o

U nastavku se u tablici 1. vrši prikaz iskaznice energetske 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.

### Tablica 1.

#### Iskaznica energetske svojstava zgrade

<b>1. INVESTITOR</b>	Mateo Slivar
<b>2. OZNAKA PROJEKTA</b>	F_815_2014_14XX_SZ1
<b>3. OPIS ZGRADE</b>	
Naziv zgrade ili dijela zgrade	Obiteljska kuća
Vrsta zgrade	Obiteljska kuća
Namjena zgrade	Stambeni dio

k.č.br./k.o.	K.č.br.: 4900/4, K.o.: Pula
Adresa/lokacija zgrade (ulica i kućni broj, poštanski broj, mjesto, nadmorska visina)	Verudela 25 N.v.: 63.00 m
Mjesec i godina izrade projekta	Travanj 2020. godine
Oplošje grijanog dijela zgrade $A$ (m <sup>2</sup> )	413.45
Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ (m <sup>3</sup> )	396.02
Faktor oblika zgrade $f_0$ (m <sup>-1</sup> )	1.04
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_K$ (m <sup>2</sup> )	102.84
Način grijanja (lokalno, etažno, centralno, mješovito)	Centralno
Prosječna unutarnja projektna temperatura grijanja °C	20.00
Prosječna unutarnja projektna temperatura hlađenja °C	24.00
Meteorološka postaja s nadmorskom visinom	Pula (63.00 m n.v.)
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\Theta_{e,mj,min}$ (°C)	6.00
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\Theta_{e,mj,max}$ (°C)	24.90

<b>4. POTREBNA TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE ZGRADE</b>		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	3935.41	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	57.27	38.27
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	3136.62	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	50.00	30.50



Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	<i>najveći dopušteni</i>	<i>izračunati</i>
	0.59	0.36
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (potpis i žig) u pogledu svojstava građevnih dijelova zgrade - za podatke iz poglavlja 4.		

<b>5. ELEKTRIČNA ENERGIJA</b>		
Godišnja potrebna električna energija za rasvjetu $E_L$ [kWh/a]	673.55	
Godišnja proizvedena električna energija iz OIE na lokaciji zgrade [kWh/a] $E_{EL, RES}$	0.00	
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (potpis i žig) u pogledu svojstava elektroenergetskog sustava - za podatke iz poglavlja 5.		

<b>6. ENERGIJA ZA TERMOTEHNIČKE SUSTAVE</b>		
Godišnja isporučena energija za grijanje i PTV $E_{HW,del}$ [kWh/a]	9149.88	
Godišnja isporučena energija za hlađenje $E_{C,del}$ [kWh/a]	0.00	
Godišnja pomoćna energija za rad termotehničkih sustava $W$ [kWh/a]	169.09	
Godišnja primarna energija za rad termotehničkih sustava [kWh/a]	12649.35	
<b>7. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE</b>		
POTREBNO ZA OSTVARENJE UVJETA	OSTVARENO %	ISPUNJENO (DA/NE)

Najmanje 20% ukupne isporučene energije za rad sustava u zgradi		0.00	NE
Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava	Najmanje 25% iz sunčeva zračenja	/	/
	Najmanje 30% iz plinovite biomase	/	/
	Najmanje 50% iz čvrste biomase	/	/
	Najmanje 70% iz geotermalne energije	/	/
	Najmanje 50% iz topline okoline	/	/
	Najmanje 50% iz kogeneracijskog postrojenja s visokom učinkovitošću	/	/
Najmanje 50% energetske potrebe zgrade podmireno iz daljinskog grijanja prema članku 42. stavak 2.		/	/
Potrebna godišnja toplinska energija najmanje 20% niža od dozvoljene godišnje potrebne energije za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$		/	/
Najmanje 4 m <sup>2</sup> ugrađenih sunčanih kolektora (vrijedi iznimno za obiteljske kuće)		/	/
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (potpis i žig) u pogledu svojstava termotehničkih sustava - za podatke iz poglavlja 6. i 7.		/	
<b>8. ENERGETSKO SVOJSTVO ZGRADE</b>			
Godišnja isporučena energija $E_{del}$ [kWh/a]	9318.97		
Godišnja primarna energija $E_{prim}$ [kWh/a]	12649.35		
Godišnja primarna energija po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $E_{prim}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>	
	70.00	123.00	

Upisati " nZEB " ako energetsko svojstvo zgrade (E <sub>prim</sub> ) 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 (potpis i žig) - za podatke iz poglavlja 1., 2., 3., i 8.	/
Glavni projektant zgrade (potpis i žig)	/
Datum i mjesto	/

### 3.1. Tehnički opis objekta – nacrti

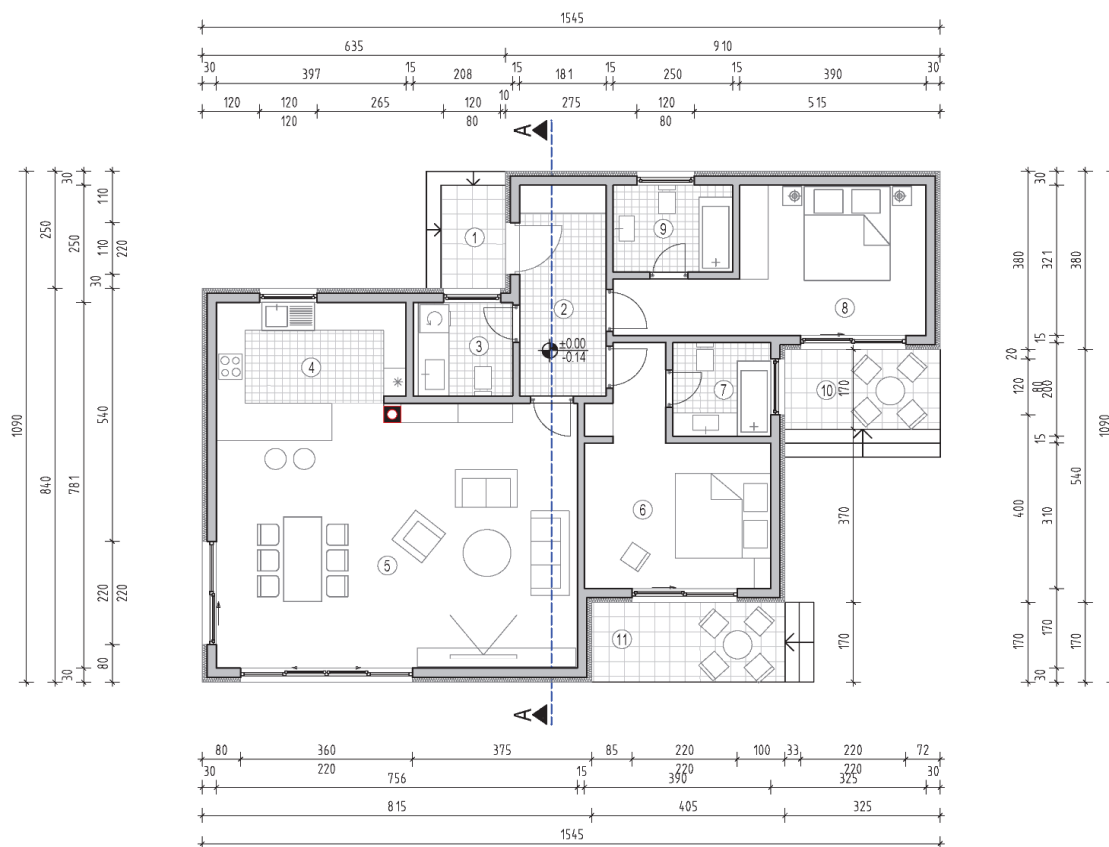
U nastavku su prikazani nacrti objekta sa detaljnim dimenzijama, površinama prostorija te materijali od kojih je objekt sagrađen.

Prikazan je tlocrt prizemlja u mjerilu M 1:100, tlocrt krova u mjerilu M 1:100, presjek A – A u mjerilu M 1:100, pročelja sjeverozapad – jugozapad u mjerilu M 1:100, i pročelja sjeveroistok – jugoistok u mjerilu M 1:100.

# Prilog 1

## Tlocrt prizemlja

### TLOCRT PRIZEMLJA m 1:100



- |   |  |
|---|--|
| <p><b>1. ULAZNI PODEST</b><br/>P = 3,39 m<sup>2</sup> x 0,50<br/>O = 7,71 m<sup>2</sup><br/>keramičke pločice</p> | <p><b>7. KUPAONICA</b><br/>P = 4,10 m<sup>2</sup><br/>O = 8,10 m<sup>2</sup><br/>keramičke pločice</p>       |
| <p><b>2. HODNIK</b><br/>P = 8,12 m<sup>2</sup><br/>O = 12,61 m<sup>2</sup><br/>keramičke pločice</p>              | <p><b>8. SOBA</b><br/>P = 15,69 m<sup>2</sup><br/>O = 19,51 m<sup>2</sup><br/>parket</p>                     |
| <p><b>3. WC</b><br/>P = 4,17 m<sup>2</sup><br/>O = 8,17 m<sup>2</sup><br/>keramičke pločice</p>                   | <p><b>9. KUPAONICA</b><br/>P = 4,63 m<sup>2</sup><br/>O = 8,71 m<sup>2</sup><br/>keramičke pločice</p>       |
| <p><b>4. KUHNINJA</b><br/>P = 8,53 m<sup>2</sup><br/>O = 12,24 m<sup>2</sup><br/>keramičke pločice</p>            | <p><b>10. TERASA</b><br/>P = 5,53 m<sup>2</sup> x 0,50<br/>O = 9,91 m<sup>2</sup><br/>keramičke pločice</p>  |
| <p><b>5. D. BORAVAK I BLAGOVAONA</b><br/>P = 42,72 m<sup>2</sup><br/>O = 26,42 m<sup>2</sup><br/>parket</p>       | <p><b>11. TERASA</b><br/>P = 6,89 m<sup>2</sup> x 0,50<br/>O = 11,50 m<sup>2</sup><br/>keramičke pločice</p> |
| <p><b>6. SOBA</b><br/>P = 14,88 m<sup>2</sup><br/>O = 19,50 m<sup>2</sup><br/>parket</p>                          |  |

**NETO POVRŠINE:**

UNUTARNJI / ZATVORENI PROSTOR	102,84 m <sup>2</sup>
VANJSKI NATKRIVENI PROSTOR	7,90 m <sup>2</sup>
<b>UKUPNO</b>	<b>110,74 m<sup>2</sup></b>

±0.00=APS 26.30 m.n.m.

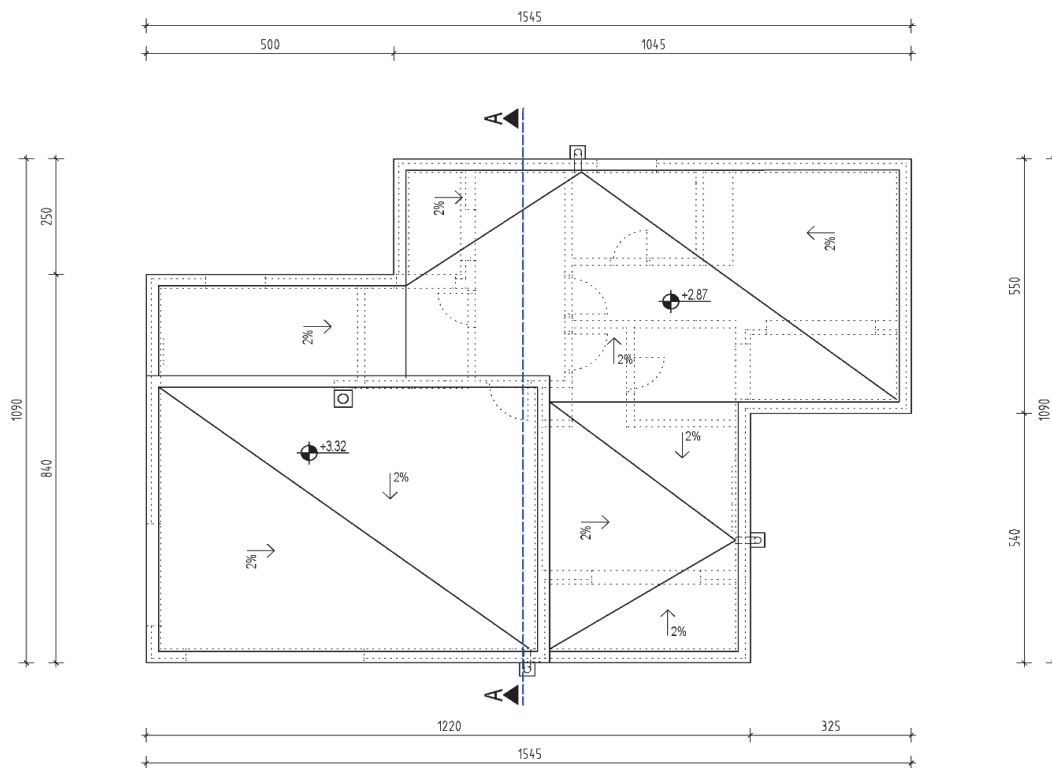
Zagreb tel.: +385 (0)1 4810 138 mail: info@domprojekt.hr	
INVESTITOR:	Mateo Slivar
GRAĐEVINA:	GRAĐEVINA STAMBENE NAMJENE - OBITELJSKA GRAĐEVINA
LOKACIJA:	Pula, Ulica Verudela 25
SADRŽAJ:	TLOCRT PRIZEMLJA
PROJEKTANT:	ESAD HAJDAROVAC, dipl.ing.građ.
	T.D.br.
	DATUM 13.04.2020.
	MJERILO 1:100
	NACRT BR. 2

# Prilog 2

## Tlocrt krova

# TLOCRT KROVA

m 1:100



±0.00=APS 26.30 m.n.m.

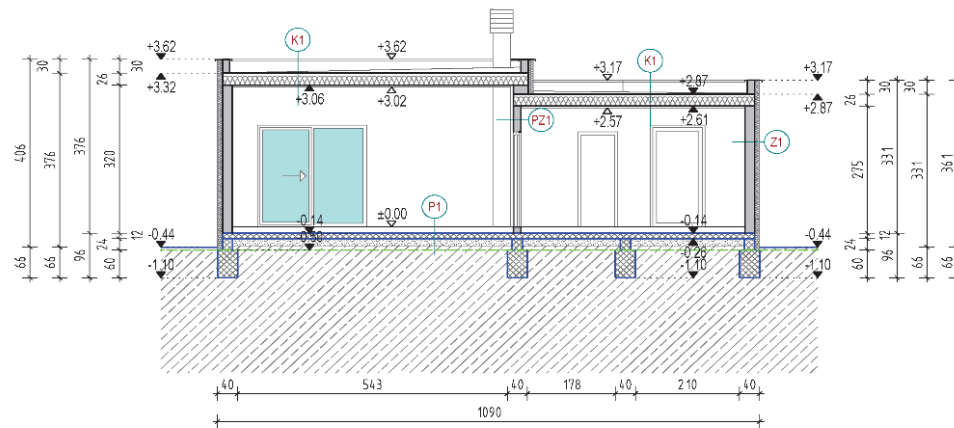
Zagreb tel.: +385 (0)1 4810 138 mail: info@domprojekt.hr	
INVESTITOR:	Mateo Slivar
GRADEVINA:	GRADEVINA STAMBENE NAMJENE - OBITELJSKA GRADEVINA
LOKACIJA:	Pula, Ulica Verudela 25
SADRŽAJ	TLOCRT KROVA
PROJEKTANT:	ESAD HAJDAROVAC, dipl.ing.grad.
	T.D.br.
	DATUM 13.04.2020.
	MJERILO 1:100
	NACRT BR. 3

# Prilog 3

## Presjek A-A

# PRESJEK A-A

m 1:100



### Z1 - VANJSKI ZID "STANDARD"

gipskartonska ploča	1,25 cm
gipsvlaknasta ploča	1,25 cm
parna brana	0,03 cm
kamena vuna	16,00 cm
drvena nosiva konstrukcija	16,00 cm
gips vlaknasta ploča	1,25 cm
ljepilo	0,20 cm
polistiren	10,00 cm
ljepilo s mrežicom	0,30 cm
silikatna žbuka	0,30 cm

### PZ1 - PREGRADNI ZID

gipskartonska ploča	1,25 cm
gipsvlaknasta ploča	1,25 cm
parna brana	0,03 cm
kamena vuna	10,00 cm
drvena nosiva konstrukcija	10,00 cm
gips vlaknasta ploča	1,25 cm
gipskartonska ploča	1,25 cm

### P1 - POD PREMA TLU (parket)

parket	2,00 cm
cementni estrih	5,00 cm
PE folija	0,03 cm
eEPS+EPS	3,00+4,00 cm
hidroizolacija	1,03 cm
sb postolaga	12,00 cm
šljunak	20,00 cm

### K1 NEPROHODNI RAVNI KROV

obluci	5,00 cm
EPDM hidroizolacijska membrana	5,00 cm
EPS u padu	min 4 cm
OSB ploča	1,80 cm
drvene greda	8/24 cm
toplinska izolacija između greda	20,00 cm
PE folija	0,30 cm
rijetka oplata	5/5 cm
gipskartonska ploča	1,25 cm

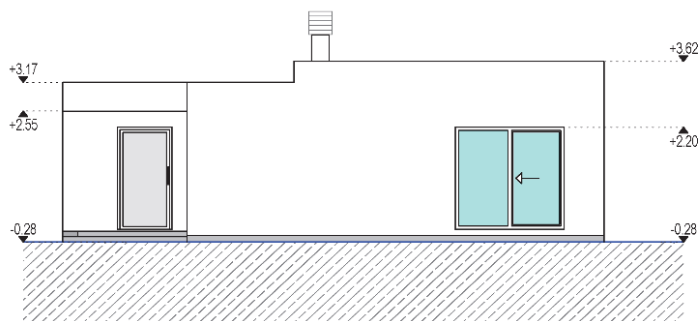
±0.00=APS 26,30 m.n.m.

<b>dp domprojekt projektiranje d.o.o.</b>	
Zagreb tel.: +385 (0)1 4810 138 mail: info@domprojekt.hr	
INVESTITOR:	Mateo Slivar
GRABEVINA:	GRABEVINA STAMBENE NAMJENE - OBITELJSKA GRABEVINA
LOKACIJA:	Pula, Ulica Verudela 25
SADRŽAJ:	PRESJEK A-A
PROJEKTANT:	ESAD HAJDAROVAC, dipl.ing.građ.
	T.D.br.
	DATUM 13.04.2020.
	MJERILO 1:100
	NACRT BR. 4

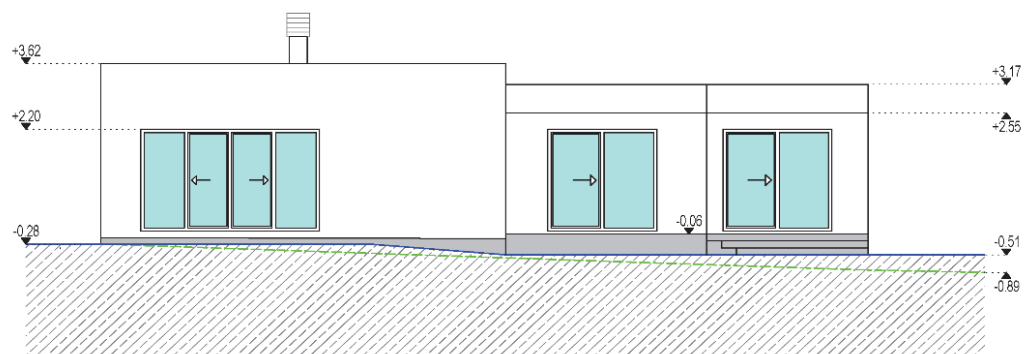
# Prilog 4

## Pročelja sjeverozapad-južozapad

**PROČELJA**  
m 1:100



**SJEVEROZAPAD**



**JUGOZAPAD**

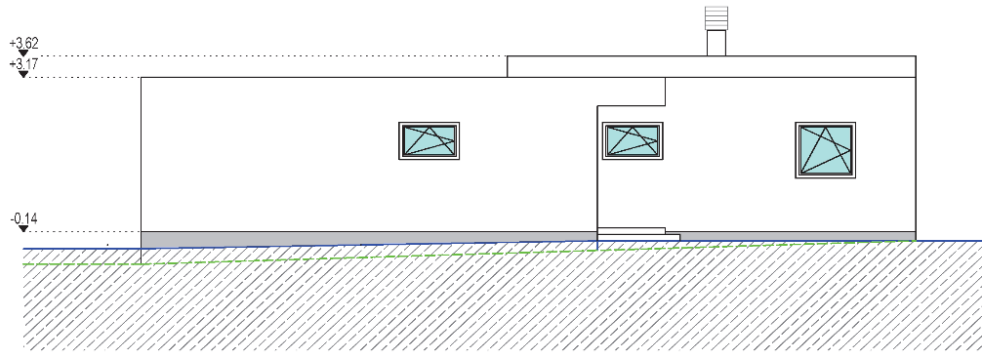
±0.00=APS 26,30 m.n.m.

 <b>domprojekt projektiranje</b> d.o.o. Zagreb tel.: +385 (0)1 4810 138 mail: info@domprojekt.hr	
INVESTITOR:	Mateo Slivar
GRADEVINA:	GRADEVINA STAMBENE NAMJENE - OBITELJSKA GRADEVINA
LOKACIJA:	Pula, Ulica Verudela 25
SADRŽAJ:	PROČELJA SZ-JZ
PROJEKTANT:	ESAD HAJDAROVAC, dipl.ing.grad.
	T.D.br.
	DATUM 13.04.2020.
	M.JERILO 1:100
	NACRT BR. 5

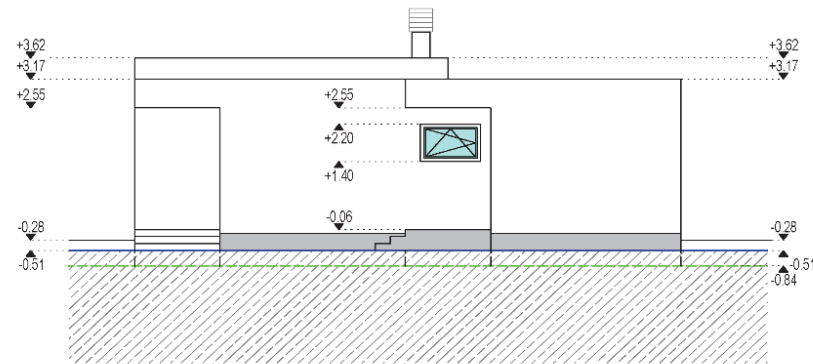
# Prilog 5

## Pročelja sjeveroistok-jugoistok

**PROČELJA**  
m 1:100



**SJEVEROISTOK**



**JUGOISTOK**

±0.00=APS 26.30 m.n.m.

 <b>domprojekt projektiranje</b> d.o.o. Zagreb tel.: +385 (0)1 4810 138 mail: info@domprojekt.hr	
INVESTITOR:	Mateo Slivar
GRADEVINA:	OBITELJSKA GRADEVINA
LOKACIJA:	Pula, Ulica Verudela 25
SADRŽAJ:	PROČELJA SI-J
PROJEKTANT:	ESAD HAJDAROVAC, dipl.ing.grad.
	T.D.br.
	DATUM 13.04.2020.
	M.JERILO 1:100
	NACRT BR. 6



### 3.1.1. Podaci o lokaciji objekta

Predmetna građevina se nalazi u 4. zoni globalnog Sunčevog zračenja sa srednjom mjesečnom temperaturom vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade  $\Theta_{e,mj,min} > 3^{\circ}\text{C}$  i unutarnjom temperaturom  $\Theta_i \geq 18^{\circ}\text{C}$ .

#### Klimatološki podaci lokacije objekta:

Lokacija: Pula

Referentna postaja: Pula

#### Tablica 2.

Temperature zraka po mjesecima (min, max i godišnja temperatura zraka ( $^{\circ}\text{C}$ ))

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
	Temperature zraka ( $^{\circ}\text{C}$ )												
m	6	6.2	9.1	12.8	18.1	22.2	24.9	24.5	19.5	15.4	11	7.2	14.8
min	-3.5	-6.2	-2	3.8	8.7	14	16.6	15.8	11.6	5.2	0	-5	-6.2
max	14.4	13.8	16.4	19.8	25.8	30.4	30.7	31	26.2	22.4	19.7	16	31

#### Tablica 3.

Tlak vodene pare (Pa) (po mjesecima i godišnji)

	Tlak vodene pare (Pa)												
m	72	73	83	102	136	170	186	186	163	129	99	78	123

#### Tablica 4.

Relativna vlažnost zraka (%) (po mjesecima i godišnja)

	Relativna vlažnost zraka (%)												
m	76	73	71	70	68	65	62	64	69	74	77	75	70

#### Tablica 5.

Brzina vjetra (m/s) (po mjesecima i godišnja)

	Brzina vjetra (m/s)												
m	2.7	3	3.1	3	2.4	2.3	2.2	2.1	2.2	2.8	2.9	2.9	2.6

**Tablica 6.**

*Broj dana grijanja (za temperature manje ili jednake od 10, 12 i 15 °C)*

Broj dana grijanja			
	Temperatura vanjskog zraka	≤ 10 °C	124
		≤ 12 °C	157.3
		≤ 15 °C	191.8

**Tablica 7.**

*Globalno sunčevo zračenje (MJ/m<sup>2</sup>) (po mjesecima i godišnje)*

Or	[ °	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
		Globalno Sunčevo zračenje (MJ/m <sup>2</sup> )												
S	0	14	24	39	55	67	71	74	63	46	31	16	12	516
	15	18	30	45	58	68	70	73	65	52	38	20	15	558
	30	21	35	48	59	66	67	70	65	55	43	24	18	575
	45	23	38	49	56	61	61	64	61	55	46	26	20	565
	60	24	38	47	52	53	52	56	55	52	46	27	21	529
	75	24	37	43	45	44	42	45	47	47	44	26	21	469
	90	22	34	37	36	33	31	34	36	39	40	24	20	391
SE, SW	0	14	24	39	55	67	71	74	63	46	31	16	12	516
	15	17	28	43	57	68	71	74	65	50	36	19	14	546
	30	19	31	45	58	66	68	71	65	52	40	21	16	557
	45	20	33	46	56	63	63	67	62	52	41	22	17	548
	60	20	33	44	52	57	57	60	57	50	41	22	18	516
	75	19	31	40	47	49	49	52	51	45	38	21	17	465
	90	17	28	35	39	41	40	43	42	39	34	19	15	399
E, W	0	14	24	39	55	67	71	74	63	46	31	16	12	516
	15	14	24	39	54	67	70	73	62	46	31	16	12	512
	30	14	24	38	53	65	68	70	60	45	31	16	12	501
	45	14	23	37	51	61	64	67	58	44	30	15	12	480
	60	13	22	35	47	57	59	62	54	41	29	15	11	449
	75	12	21	32	43	51	53	55	48	38	27	14	10	407
	90	11	18	28	37	44	46	48	42	33	24	12	94	357
NE, NW	0	14	24	39	55	67	71	74	63	46	31	16	12	516
	15	11	19	34	50	65	69	71	59	41	26	13	97	472
	30	97	15	29	45	59	64	66	53	35	21	10	81	421
	45	79	13	26	39	53	58	58	47	31	18	88	68	369
	60	72	98	22	35	47	51	52	41	27	14	77	63	321
	75	65	86	16	29	41	45	45	35	20	11	70	56	272
	90	58	78	13	19	31	35	35	25	14	10	62	50	209
E, N	0	14	24	39	55	67	71	74	63	46	31	16	12	516
	15	98	16	32	48	63	68	69	57	38	23	11	80	447
	30	82	10	23	40	55	60	61	48	29	14	88	72	368
	45	78	99	17	30	44	49	49	37	19	12	12	68	293
	60	72	93	15	20	32	36	35	25	15	11	77	63	224
	75	65	86	14	18	22	23	22	20	14	11	70	56	174
	90	58	78	13	16	20	21	21	18	13	10	62	50	159

### 3.1.2. Namjena zgrade i podjela u toplinske zone

**Tablica 8.**

#### *Namjena zgrade i podjela u toplinske zone*

Namjena zgrade	Stambena zgrada
Podjela zgrade u toplinske	ne

### 3.2. Zona 1 – Obiteljska kuća

**Tablica 9.**

#### *Statusi zgrade*

Uvjet	Status
Koeficijenti prolaska topline	ZADOVOLJAVA
Difuzija	ZADOVOLJAVA
Dinamičke toplinske karakteristike	ZADOVOLJAVA
Korisna energija	ZADOVOLJAVA
Primarna energija	NE ZADOVOLJAVA

#### 3.2.1. Geometrijske karakteristike zgrade

**Tablica 10.**

#### *Podaci geometrijskih karakteristika zgrade*

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $m^2$ ]	413.45
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $m^3$ ]	396.02
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $m^3$ ]	314.38
Faktor oblika zgrade - $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	1.04
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade – $A_K$ [ $m^2$ ]	102.84
Proračunska korisna površina grijanog dijela	102.84
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	310.61
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	29.04

### 3.2.2. Građevinski dijelovi zgrade, slojevi i obrada

Definirani slojevi građevnog dijela (u smjeru toplinskog toka) prikazani za građevne dijelove grupirane prema zonama i prema vrsti građevnog dijela.

**Tablica 11.**

#### Vanjski zidovi 1- VZ

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.01 Gipskartonske ploče	2.500	0.250	8.00	0.20	900.00
2	HOMESEAL LDS 35 parna brana	0.030	0.500	205000.00	30.00	520.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW)	16.000	0.038	1.00	0.16	135.00
4	Polietilenska folija 0,25 mm	0.025	0.500	400000.00	25.00	980.00
5	4.09 Drvene ploče od usmjerenog iverja (OSB)	1.500	0.130	50.00	0.75	650.00
6	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0.200	0.900	14.00	0.03	1650.00
7	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	10.000	0.037	60.00	6.00	21.00
8	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom	0.200	0.900	14.00	0.03	1650.00
9	Impregnacijski predpremaz	0.002	1.600	30.00	0.00	1100.00
10	3.17 Žbuka na bazi akrilata	0.300	0.900	130.00	0.39	1700.00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:				Sjeveroistok	50.92	
				Jugoistok	36.19	
				Jugozapad	50.92	
				Sjeverozapad	36.19	

**Tablica 12.***Podovi na tlu 1 - PNT\_KP (korišteni materijali)*

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.03 Keramičke pločice	1.000	1.300	200.00	2.00	2300.00
2	Armirani cementni estrih	5.000	1.600	50.00	2.50	2000.00
3	PE - folija (pričvršćena metalnim spojnica)	0.020	0.600	54000.00	10.80	980.00
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	3.000	0.033	80.00	2.40	28.00
5	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4.000	0.037	60.00	2.40	21.00
6	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	1.000	0.230	50000.00	500.00	1100.00
7	Beton armiran (s 2% čelika)	12.000	2.300	130.00	15.60	2300.00
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	20.000	0.810	3.00	0.60	1700.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					29.40	

**Tablica 13.***Podovi na tlu 2 - PNT\_Lam (korišteni materijali)*

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	0.800	0.180	200.00	1.60	700.00
2	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	0.500	0.037	60.00	0.30	21.00
3	Armirani cementni estrih	5.000	1.600	50.00	2.50	2000.00
4	PE - folija (pričvršćena metalnim spojnica)	0.020	0.600	54000.00	10.80	980.00
5	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	3.000	0.033	80.00	2.40	28.00
6	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4.000	0.037	60.00	2.40	21.00

7	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	1.000	0.230	50000.00	500.00	1100.00
8	Beton armiran (s 2% čelika)	12.000	2.300	130.00	15.60	2300.00
9	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	20.000	0.810	3.00	0.60	1700.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					73.44	

**Tablica 14.**

*Ravni krovovi iznad grijanog prostora 1 – RK (korišteni materijali)*

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.01 Gipskartonske ploče	2.500	0.250	8.00	0.20	900.00
2	HOMESEAL LDS 35 parna brana	0.100	0.500	205000.00	100.00	520.00
3	7.01 Mineralna vuna (MW)	20.000	0.032	1.00	0.20	10.00
4	Polietilenska folija 0,25 mm	0.025	0.500	400000.00	25.00	980.00
5	4.10 Drvene ploče od iverja (iverica)	1.800	0.100	50.00	0.90	300.00
6	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4.000	0.042	100.00	4.00	30.00
7	Etilen propilen dien monomer (EPDM)	1.000	0.250	6000.00	60.00	1150.00
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik	5.000	0.810	3.00	0.15	1700.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					107.35	

### 3.2.3. Otvori (prozirni i neprozirni elementi) zgrade

**Tablica 15.**

*Otvori (prozirni i neprozirni elementi) zgrade (prozori, balkonska i ulazna vrata)*

Naziv otvora	Uw [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	Aw [m <sup>2</sup> ]	n
P 80x120 SI+JI	0.90	Sjevero-istok	0.96	2.00

	0.90	Jugo-istok	0.96	1.00
P 120x120 SI	0.90	Sjevero-istok	1.30	1.00
BV 220x220 SZ+JZ	0.90	Sjevero-zapad	4.84	1.00
	0.90	Jugo-zapad	4.84	2.00
UV 110x220 SZ	1.00	Sjevero-zapad	2.42	1.00
BV 360x220 JZ	0.90	Jugo-zapad	7.92	1.00

### 3.2.4. Zaštita od prekomjernog sunčevog zračenja (ljetni period)

**Tablica 16.**

Podaci o definiranim prostorijama s najvećim udjelom ostakljenja u površini pročelja

Naziv prostorije	Orijentacija	A [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	f	g <sub>tot f</sub>	max	Zadovoljava
WC1 SI	Sjeveroistok	5.81	0.77	0.13	0.04	0.20	Da
DS SZ	Sjeverozapad	23.51	3.87	0.16	0.06	0.20	Da
WC3 JI	Jugoistok	5.17	0.77	0.15	0.05	0.20	Da
SS3 JZ	Jugozapad	9.08	3.87	0.43	0.14	0.20	Da

**Tablica 17.**

Podaci o otvorima koji su uzeti u obzir prilikom navedenog proračuna

Naziv prostorije	Naziv otvora	f <sub>c</sub>	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	g <sub>⊥</sub>	n
WC1 SI	P 80x120 SI+JI	0.75	0.77	0.50	1
DS SZ	BV 220x220 SZ+JZ	0.75	3.87	0.50	1
WC3 JI	P 80x120 SI+JI	0.75	0.77	0.50	1
SS3 JZ	BV 220x220 SZ+JZ	0.75	3.87	0.50	1

### 3.2.5. Sustav grijanja i energent za grijanje zgrade

**Tablica 18.**

Sustav grijanja i energent za grijanje zgrade

Sustav grijanja:	Centralno
Vrijeme rada sustava:	Sustavi s prekidom rada noću

Udio vremena s definiranom unutarnjom temperaturom – $f_{H,hr}$ (režim rada termotehničkog sustava za grijanje):	0.71
Omjer dana u tjednu s definiranom unutarnjom temperaturom (za hlađenje) – $f_{C,day}$ :	1.00
Vrsta energenta za grijanje:	Ekstralako loživo ulje, Električna energija
Vrsta i način korištenja obnovljivih izvora energije:	
Udio obnovljive energije u isporučenoj energiji [%]:	0.00

### 3.3. Obiteljska kuća - proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu

Unutarnja projektna temperatura grijanja: 20.00 °C.

#### 3.3.1. Proračun građevinskih dijelova zgrade

Vanjski zidovi- VZ

**Tablica 19.**

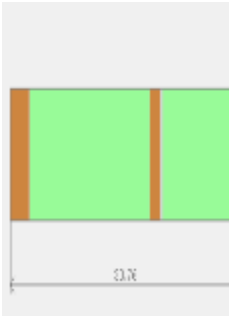
*Proračun građevinskih dijelova zgrade*

Naziv građevnog dijela	A [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	OK
VZ	174.22	0.14	0.35	✓
PNT_KP	29.40	0.45	0.50	✓
PNT_Lam	73.44	0.41	0.50	✓
RK	107.35	0.13	0.30	✓



**Tablica 20.**

*Vanjski zidovi 1 - VZ*

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_d$	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{jl}$	$A_{jz}$	
	174.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.92	36.19	36.19	50.92
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0.14 \leq 0.35$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.63 \leq 0.97$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma m_{a, god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			$68.07 < 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0.14 \leq 0.35$			ZADOVOLJAVA				

**Tablica 21.**

*Slojevi građevinskog djela u smjeru toplinskog toka za vanjske zidove 1- VZ*

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	$d[cm]$	$\rho[kg/m^3]$	$\lambda[W/mK]$	$R[m^2 K/W]$
1	4.01 Gipskartonske ploče	2.500	900.00	0.250	0.100
2	HOMESEAL LDS 35 parna brana	0.030	520.00	0.500	0.001
3	7.01 Mineralna vuna (MW)	16.000	135.00	0.038	4.211
4	Polietilenska folija 0,25 mm	0.025	980.00	0.500	0.001
5	4.09 Drvene ploče od usmjerenog	1.500	650.00	0.130	0.115
6	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0.200	1650.00	0.900	0.002
7	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	10.000	21.00	0.037	2.703
8	Polimerno-cementno ljepilo	0.200	1650.00	0.900	0.002
9	Impregnacijski predpremaz	0.002	1100.00	1.600	0.000
10	3.17 Žbuka na bazi akrilata	0.300	1700.00	0.900	0.003
					$R_{si} =$
					$R_{se} =$
					$R_T =$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] = 0.14$		$U = 0.14 \leq U_{max} = 0.35$		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela <b>68.07 [kg/m<sup>2</sup>]</b>		$68.07 < 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0.14 \leq 0.35$		ZADOVOLJAVA	

**Tablica 22.***Ispravci i dodaci za vanjske zidove 1- VZ*

Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Tablica 23.**

*Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN 13788) za vanjske zidove 1 – VZ (po mjesecima)*

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:				Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - ne klimatizirana zgrada					
Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:				$\theta_{int,set,H,gd} = 20.00^{\circ}\text{C}$					
Građevni dio s plošnom masom manjom od $100\text{kg/m}^2$ .									
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Svi mjeseci	0.1	0.95	584	806	1471	1471	12.7	20.0	0.63
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0.63 \leq fR_{si, max} = 0.97$			ZADOVOLJAVA			

**Tablica 24.**

*Ocjena opasnosti od kondenzacije na okvirima otvora koji se nalaze na ovom građevnom dijelu za vanjske zidove 1 - VZ*

Ocjena opasnosti od kondenzacije na okvirima otvora koji se nalaze na ovom građevnom dijelu				
Naziv otvora	fRsi	fRsi,max	$\Theta_{min}$	OK
P 80x120 SI+JI	0.88	0.63	0.1	ZADOVOLJAVA
P 120x120 SI	0.88	0.63	0.1	ZADOVOLJAVA
BV 220x220 SZ+JZ	0.88	0.63	0.1	ZADOVOLJAVA
UV 110x220 SZ	0.87	0.63	0.1	ZADOVOLJAVA
BV 360x220 JZ	0.88	0.63	0.1	ZADOVOLJAVA

**Tablica 25.**

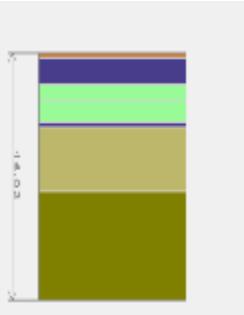
*Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage za vanjske zidove 1 - VZ*

Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage		
Mjesec	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

*Podovi u tlu 1 – PNT\_KP*

**Tablica 26.**

*Podovi u tlu 1 – PNT\_KP*

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{sI}$	$A$	$A_{jI}$	$A_{jZ}$	
	29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0.45 \leq 0.50$				ZADOVOLJAVA		
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.00 \leq 0.89$				ZADOVOLJAVA		

**Tablica 27.**

*Slojevi građevinskog djela u smjeru toplinskog toka za podove u tlu 1 -*

*PNT\_KP*

	<b>Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka</b>	<b>d[cm]</b>	<b><math>\rho</math>[kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b><math>\lambda</math>[W/mK]</b>	<b>R[m<sup>2</sup> K/W]</b>
1	4.03 Keramičke pločice	1.000	2300.00	1.300	0.008
2	Armirani cementni estrih	5.000	2000.00	1.600	0.031
3	PE - folija (pričvršćena metalnim spojnica)	0.020	980.00	0.600	0.000
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	3.000	28.00	0.033	0.909
5	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4.000	21.00	0.037	1.081
6	5.01 Bitum. traka s uloškom	1.000	1100.00	0.230	0.043
7	Beton armiran (s 2% čelika)	12.000	2300.00	2.300	-
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik	20.000	1700.00	0.810	-
					<b>R<sub>si</sub> =</b>
					<b>R<sub>se</sub> =</b>
					<b>R<sub>τ</sub> =</b>
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s <b>U [W/m<sup>2</sup> K] = 0.45</b>		U = 0.45 ≤ U <sub>max</sub> = 0.50		ZADOVOLJAVA	

**Tablica 28.**

*Ispravci i dodaci za podove u tlu 1- PNT\_KP*

<b>Ispravci i dodaci</b>	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Tablica 29.**

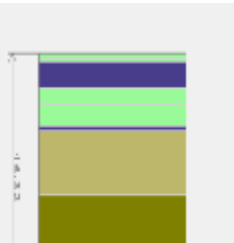
*Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788) za podove u tlu 1 – PNT\_KP*

<b>Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)</b>									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:				Stalna relativna vlažnost u prostoriji - pretežno klimatizirana zgrada					
Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
<b>Mjesec</b>			<b><math>\Theta_e</math></b>	<b><math>\Theta_i</math></b>	<b><math>\varphi_i</math></b>	<b><math>\Theta_{si}</math></b>	<b>p<sub>i</sub></b>	<b>p<sub>sat</sub></b>	<b>fR<sub>si</sub></b>
Siječanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Veljača			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65

Ožujak			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Travanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Svibanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Lipanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Srpanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Kolovoz			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Rujan			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Listopad			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Studen			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Prosinac			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Površinska vlažnost			fR <sub>si</sub> = 0.00 ≤ fR <sub>si, max</sub> = 0.89			ZADOVOLJAVA			

**Tablica 30.**

*Podovi na tlu 2 – PNT\_Lam*

Opći podaci o građevnom dijelu										
	A <sub>gd</sub>	A <sub>I</sub>	A <sub>Z</sub>	A <sub>S</sub>	A <sub>J</sub>	A <sub>SI</sub>	A	A <sub>Jl</sub>	A <sub>JZ</sub>	
	73.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Toplinska zaštita:			U [W/m <sup>2</sup> K] = 0.41 ≤ 0.50			ZADOVOLJAVA			
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni φ <sub>si</sub> ≤ 0,8)			fR <sub>si</sub> = 0.00 ≤ 0.90			ZADOVOLJAVA			

**Tablica 31.**

*Slojevi građevinskog djela u smjeru toplinskog toka za podove u tlu 2 – PNT\_Lam*

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	ρ[kg/m <sup>3</sup> ]	λ[W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	4.06 Drvo - tvrdo - bjelogorica	0.800	700.00	0.180	0.044
2	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	0.500	21.00	0.037	0.135
3	Armirani cementni estrih	5.000	2000.00	1.600	0.031
4	PE - folija (pričvršćena metalnim spojnica)	0.020	980.00	0.600	0.000
5	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	3.000	28.00	0.033	0.909
6	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4.000	21.00	0.037	1.081
7	5.01 Bitum. traka s uloškom	1.000	1100.00	0.230	0.043
8	Beton armiran (s 2% čelika)	12.000	2300.00	2.300	-
9	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik	20.000	1700.00	0.810	-

				$R_{si} =$
				$R_{se} =$
				$R_{\tau} =$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] = 0.41$		$U = 0.41 \leq U_{max} = 0.50$		ZADOVOLJAVA

**Tablica 32.**

*Ispravci i dodaci za podove u tlu 2- PNT\_Lam*

Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Tablica 33.**

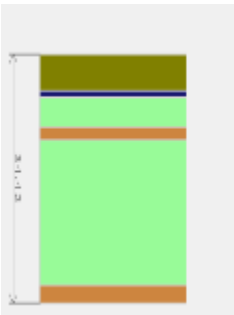
*Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788) za podove u tlu 2 – PNT\_Lam*

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:				Stalna relativna vlažnost u prostoriji - pretežno klimatizirana zgrada					
Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Mjesec			$\Theta_e$	$\Theta_i$	$\varphi_i$	$\Theta_{si}$	$p_i$	$p_{sat}$	$fR_{si}$
Siječanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Veljača			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Ožujak			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Travanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Svibanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Lipanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Srpanj			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Kolovoz			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Rujan			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Listopad			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Studeni			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Prosinac			14.8	20.0	1682.59	0.5	14	1285	1606.65
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0.00 \leq fR_{si, max} = 0.90$			ZADOVOLJAVA			

*Ravni krovovi iznad grijanog prostora 1 – RK*

**Tablica 34.**

*Ravni krovovi iznad grijanog prostora 1 – RK*

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{sl}$	$A_{sz}$	$A_{jl}$	$A_{jz}$	
	107.3	0.0	0.0	65.6	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0.13 $\leq 0.30$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.80 \leq 0.97$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a,god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			$128.37 \geq 100$ kg/m <sup>2</sup> $U = 0.13 \leq 0.30$			ZADOVOLJAVA				

**Tablica 35.**

*Slojevi građevnog djela u smjeru toplinskog toka za ravni krov iznad grijanog prostora 1 - RK*

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	4.01 Gipskartonske ploče	2.500	900.00	0.250	0.100
2	HOMESEAL LDS 35 parna brana	0.100	520.00	0.500	0.002
3	7.01 Mineralna vuna (MW)	20.000	10.00	0.032	6.250
4	Polietilenska folija 0,25 mm	0.025	980.00	0.500	0.001
5	4.10 Drvene ploče od iverja (iverica)	1.800	300.00	0.100	0.180
6	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4.000	30.00	0.042	0.952
7	Etilen propilen dien monomer (EPDM)	1.000	1150.00	0.250	0.040
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik	5.000	1700.00	0.810	0.062
					$R_{si} =$
					$R_{se} =$
					$R_{\tau} =$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0.13		$U = 0.13 \leq U_{max} = 0.30$		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela 128.37 [kg/m <sup>2</sup> ]		$128.37 \geq 100$ kg/m <sup>2</sup> $U = 0.13 \leq 0.30$		ZADOVOLJAVA	

**Tablica 36.***Ispravci i dodaci za ravni krov iznad grijanog prostora 1 - RK*

Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Tablica 37.***Proračun dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788) za ravni krov iznad grijanog prostora 1 - RK*

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:				Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - ne klimatizirana zgrada					
Odabrani razred vlažnosti:				Skladišta					
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:				$\theta_{int,set,H,gd} = 18.00^{\circ}\text{C}$					
Siječanj	6.0	0.76	710	189	918	1148	9.0	18.0	0.25
Veljača	6.2	0.73	692	186	897	1121	8.7	18.0	0.21
Ožujak	9.1	0.71	820	147	982	1228	10.0	18.0	0.10
Travanj	12.8	0.70	1034	97	1141	1426	12.3	18.0	0.00
Svibanj	18.1	0.68	1412	26	1440	1800	15.8	18.0	0.00
Lipanj	22.2	0.65	1739	0	1739	2173	18.8	18.0	0.80
Srpanj	24.9	0.62	1951	0	1951	2439	20.7	18.0	0.61
Kolovoz	24.5	0.64	1967	0	1967	2458	20.8	18.0	0.57
Rujan	19.5	0.69	1563	7	1571	1963	17.2	18.0	0.00
Listopad	15.4	0.74	1294	62	1362	1703	15.0	18.0	0.00
Studeni	11.0	0.77	1010	122	1144	1430	12.3	18.0	0.19
Prosinac	7.2	0.75	761	173	951	1189	9.5	18.0	0.22
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0.80 \leq fR_{si, max} =$			ZADOVOLJAVA			

**Tablica 38.***Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage za ravni krov iznad grijanog prostora 1 – RK.*

Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage		
Mjesec	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA



Vanjski otvori (HRN EN ISO 10077-1:2000)

**Tablica 39.**

Vanjski otvori – Sjevero - istok

Sjevero-istok														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>sh,ob</sub>	g <sub>⊥</sub>	F <sub>sh,gl</sub>	A <sub>Sol</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
P 80x120 0 SI+JI	P	90 (1)	0.98	1.00	0.96	0.94	0.50	0.75	0.31	0.19	0.77	0.96	2.00	0.90
P 120x120 20 SI	P	90 (1)	0.98	1.00	0.99	0.96	0.50	1.00	0.47	0.26	1.04	1.30	1.00	0.90

(1) Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 58; Velj = 78; Ožu = 130; Tra = 199; Svi = 316; Lip = 359; Srp = 354; Kol = 254; Ruj = 140; Lis = 100; Stu = 62; Pro = 50

**Tablica 40.**

Vanjski otvori – Jugo – istok

Jugo-istok														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>sh,o</sub> b	g <sub>⊥</sub>	F <sub>sh,gl</sub>	A <sub>Sol</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
P 80x120 0 SI+JI	P	90 (1)	0.96	1.00	0.93	0.89	0.50	0.75	0.31	0.19	0.77	0.96	1.00	0.90

(1) Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 179; Velj = 285; Ožu = 356; Tra = 399; Svi = 413; Lip = 401; Srp = 431; Kol = 428; Ruj = 397; Lis = 344; Stu = 199; Pro = 159

**Tablica 41.**

Vanjski otvori – Sjevero - zapad

Sjevero-zapad														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>sh,ob</sub>	g <sub>⊥</sub>	F <sub>sh,gl</sub>	A <sub>Sol</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
BV 220x220 20 SZ+JZ	P	90 (1)	0.98	0.90	0.96	0.84	0.50	0.75	1.54	0.97	3.87	4.84	1.00	0.90

(1) Količina sunčevog zračenja [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]: Sij = 58; Velj = 78; Ožu = 130; Tra = 199; Svi = 316; Lip = 359; Srp = 354; Kol = 254; Ruj = 140; Lis = 100; Stu = 62; Pro = 50

**Tablica 42.**

*Vanjski otvori – Jugo - zapad*

Jugo-zapad														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	$F_{\text{hor}}$	$F_{\text{ov}}$	$F_{\text{Fin}}$	$F_{\text{sh,ob}}$	$g_{\perp}$	$F_{\text{sh,gl}}$	$A_{\text{Sol}}$ [ $\text{m}^2$ ]	$A_f$ [ $\text{m}^2$ ]	$A_g$ [ $\text{m}^2$ ]	$A_w$ [ $\text{m}^2$ ]	n	$U_w$ [ $\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$ ]
BV 220x 220 SZ+	P	90 (1)	0.96	0.90	0.93	0.80	0.50	0.75	1.54	0.97	3.87	4.84	2.00	0.90
BV 360x 220 JZ	P	90 (1)	0.96	1.00	0.93	0.89	0.50	0.75	2.49	1.58	6.34	7.92	1.00	0.90

(1) Količina sunčevog zračenja [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ ]: Sij = 179; Velj = 285; Ožu = 356; Tra = 399; Svi = 413; Lip = 401; Srp = 431; Kol = 428; Ruj = 397; Lis = 344; Stu = 199; Pro = 159

**Tablica 43.**

*UV*

Naziv	M.i.	M.o.	$A_f$ [ $\text{m}^2$ ]	$A_g$ [ $\text{m}^2$ ]	$A_w$ [ $\text{m}^2$ ]	n	$U_w$ [ $\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$ ]
UV 110x220 SZ		P	1.69	0.73	2.42	1.00	1.00

*Koeficijent transmisijskih gubitaka*

**Tablica 44.**

*Ukupni koeficijent transmisijskih gubitaka*

Ukupni koeficijenti transmisijskih gubitaka	
Koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu, $H_b$ [W/K]	78.191
Prosječni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu, $H_{g,avg}$ [W/K]	69.763
Koeficijent transmisijske izmjene topline kroz negrijani prostor, $H_U$ [W/K]	0.000
Koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednoj zgradi, $H_A$ [W/K]	0.000
<b>Ukupni koeficijent transmisijske izmjene topline, <math>H_{Tr}</math> [W/K]</b>	<b>147.954</b>

*Gubici topline kroz vanjski omotač zgrade*

**Tablica 45.***Popis građevnih dijelova koji ulaze u proračun  $H_D$* 

Naziv građevnog dijela	$(U + 0.05) \cdot A$
VZ	32.552
RK	19.261

*Gubici topline kroz vanjske otvore***Tablica 46.***Definirani otvori na vanjskom omotaču zgrade*

Naziv otvora	n	$A_w$	$U_w$	$H_D$
P 80x120 SI+JI	3.00	0.96	0.90	2.59
P 120x120 SI	1.00	1.30	0.90	1.17
BV 220x220 SZ+JZ	3.00	4.84	0.90	13.07
UV 110x220 SZ	1.00	2.42	1.00	2.42
BV 360x220 JZ	1.00	7.92	0.90	7.13

### 3.3.2. Proračun građevnih dijelova u kontaktu s tlom (HRN EN ISO 13370)

*Tablični pregled definiranih gubitaka kroz tlo***Tablica 47.***Tip građevinskog djela u odnosu na tlo*

Gubitak	Tip građevnog dijela u odnosu na tlo	U [W/m <sup>2</sup> K]	Hg [W/K]
G1	Podovi na tlu	0.26	7.66
G2	Podovi na tlu	0.35	55.84

**Tablica 48.**

*Stacionarni koeficijenti transmisije izmjene prema tlu po mjesecima za proračun grijanja,  $H_{g,m,H}$  [W/K]*

Stacionarni koeficijenti transmisije izmjene prema tlu po mjesecima za proračun grijanja, $H_{g,m,H}$ [W/K]												
Gubitak	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
G1	1 8.2	18. 14	16. 50	12. 44	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	5.60	14.81	17.66
G2	38.2 4	38.47	42.79	53.31	196.23	- 128.0 3	- 45.2 0	- 51.12	683.34	70.77	47.10	39.74

**Tablica 49.**

*Stacionarni koeficijenti transmisije izmjene prema tlu po mjesecima za proračun hlađenja,  $H_{g,m,C}$  [W/K]*

Stacionarni koeficijenti transmisije izmjene prema tlu po mjesecima za proračun hlađenja, $H_{g,m,C}$ [W/K]												
Gubitak	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
G1	14.1 8	14.06	12.0 7	8.0 0	0.0 0	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	3.00	10.2 5	13.4 5
G2	29.75	29.8 2	31.3 0	34.7	63.19	156.4 8	- 246.0 7	- 460.0 5	75.9 3	37.8 5	32.6 1	30.2 8

*Podovi u tlu*

**Tablica 50.**

*Podovi u tlu*

Gu bitak	A	P	B	$d_t$	$R_f$	K.p.	$\Delta$ $\psi$	$U_o$	$U$	$d$	$R$	$R_n$	$d_n$	R.i.	D	$\psi_g$	$H_g$
	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m K]	[W/m K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> K/W]	[cm]		[m]	[W/m K]	[W/ mK]
G1	20.9 2	44.8	0.95	7.87	1.99	3.50 (1)	-0.08	0.42	0.26	1.92	0.55	0.56	2.00	(A)	2.00	0.05	7.66
G2	81.9 2	42.2 8	3.8 8	8.34	2.13	3.50 (1)	0.00	0.35	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	(B)	0.00	0.65	55.8 4

(1) Homogene stijene, (A)Knauf Insulation TPS; (B)Knauf Insulation TPS

*Gubici topline kroz negrijane prostore*

U promatranoj zoni ne postoje definirani gubici topline kroz negrijane prostore.

*Gubici topline kroz susjedne zgrade*

U promatranoj zoni ne postoje definirani gubici topline kroz susjedne zgrade.

**3.3.3. Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje (prema HRN EN 13790:2008)**

**Tablica 51.**

*Podaci zgrade*

Potrebni podaci	Oznaka	Vrijednost	Mjerna
Oplošje grijanog dijela zgrade	A	413.45	[m <sup>2</sup> ]
Obujam grijanog dijela zgrade	V <sub>e</sub>	396.02	[m <sup>3</sup> ]
Obujam grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11)	V	314.38	[m <sup>3</sup> ]
Faktor oblika zgrade	f <sub>0</sub>	1.04	[m <sup>-1</sup> ]
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade	A <sub>K</sub>	102.84	[m <sup>2</sup> ]
Proračunska ploština korisne površine grijanog dijela	A <sub>K</sub> '	102.84	[m <sup>2</sup> ]
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računate s vanjskim dimenzijama	A <sub>f</sub>	122.80	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna ploština pročelja	A <sub>uk</sub>	310.61	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna ploština prozora	A <sub>wuk</sub>	29.04	[m <sup>2</sup> ]

*Toplinski gubici*

Uključivanje grijanja – Temperatura manja od 10 °C

**Tablica 52.**

*Koeficijent transmisijskih gubitaka HT dobiven prema HRN EN ISO 13790*

Koeficijent transmisijskih gubitaka HT dobiven prema HRN EN ISO 13790
$H_{Tr} = H_D + H_{g,avg} + H_U + H_A$

$H_D$ - Koeficijent transmisivne izmjene topline prema vanjskom okolišu	
$H_{g,avg}$ - Uprosječni koeficijent transmisivne izmjene topline prema tlu	
$H_U$ - Koeficijent transmisivne izmjene topline prema negrijanom prostoru	
$H_A$ - Koeficijent transmisivne izmjene topline prema susjednoj zgradi	
$H_{Tr}$ - Koeficijent transmisivne izmjene topline	147.954 [W/K]

### Dodatni transmisivni gubici kroz granice sa susjednim zonama

Granice sa susjednim zonama nisu definirane.

**Tablica 53.**

### Gubici provjetranjem

Proračun protoka zraka	
Referentna površina zone	$A = 102.84 \text{ [m}^2\text{]}$
Neto volumen zone	$V = 314.38 \text{ [m}^3\text{]}$
Broj izmjena zraka pri nametnutoj razlici tlaka od 50 Pa	$n_{50} = 4.00 \text{ [h}^{-1}\text{]}$
Površina kanala	$A_{duct} = 180.00 \text{ [m}^2\text{]}$
Površina kanala smještenih unutar zone	$A_{indoorduct} = 180.00 \text{ [m}^2\text{]}$
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetrova	$e_{wind} = 0.07 \text{ [-]}$
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetrova	$f_{wind} = 15.00 \text{ [-]}$
Dnevno vrijeme korištenja zone	$t_{kor} = 15.00 \text{ [h]}$
Dnevni broj sati rada sustava mehaničke ventilacije	$t_{v,mech} = 17.00 \text{ [h]}$
Minimalno potrebni volumni protok vanjskog zraka po jedinici površine	$V_A = 0.00 \text{ [m}^3 \text{ / (hm}^2 \text{ )]}$
Minimalno potreban broj izmjena vanjskog zraka	$n_{req} = 0.00 \text{ [h}^{-1} \text{]}$

**Tablica 54.**

### Mehanička ventilacija

Mehanička ventilacija	
Minimalno potrebni volumni protok zraka	$V_{req} = 0.00 \text{ [m}^3 \text{ /h]}$
Faktor propuštanja razvodnih kanala	$C_{ductleak} = 1.00 \text{ [-]}$
Faktor propuštanja jedinice za obradu zraka	$C_{AHUleak} = 1.00 \text{ [-]}$
Koeficijent propuštanja u zonu	$C_{indoorleak} = 1.00 \text{ [-]}$
Koeficijent propuštanja izvan zone	$C_{outdoorleak} = 1.00$
Ukupni koeficijent propuštanja	$C_{leak} = 1.00 \text{ [-]}$
Broj izmjena zraka dovedenog meh. ventilacijom	$n_{mech,sup} = 0.00 \text{ [-]}$
Ukupni protok zraka koji propuštaju kanali	$V_{duct,leak} = 0.00 \text{ [m}^3 \text{ /h]}$
Ukupni protok zraka koji propušta jedinica za obradu zraka	$V_{AHU,leak} = 0.00$
Volumni protok zraka dovedenog meh. ventilacijom u vremenu rada meh. ventilacije (za satnu metodu)	$V_{mech,sup} = 0.00 \text{ [m}^3 \text{ /h]}$

Volumni protok zraka odvedenog meh. ventilacijom u vremenu rada meh. ventilacije (za satnu metodu)	$V_{mech,ext} = 0.00 \text{ [m}^3 \text{ /h]}$
--	--

**Tablica 55.**

*Infiltracija (po mjesecima)*

Infiltracija												
Faktor korekcije zbog mehaničke ventilacije											$f_{v,mech} = 0.00 \text{ [-]}$	
Broj izmjena zraka uslijed infiltracije - u mjesecu uprosječeni [ $\text{h}^{-1}$ ]												
Mjese	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$n_{inf,H}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$n_{inf,C}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

**Tablica 56.**

*Prozračivanje*

Prozračivanje												
Korekcija izmjena zraka uslijed mehaničke ventilacije											$\Delta n_{win,mech} = 0.00 \text{ [h}^{-1}\text{]}$	
Korekcija izmjena zraka uslijed infiltracije - u mjesecu uprosječeni [ $\text{h}^{-1}$ ]												
Mjese	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\Delta n_{win}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\Delta n_{win}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**Tablica 57.**

*Potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju [kWh]*

Potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju [kWh]												
Mje	I	II	III	IV	V	VI	VI	VI	IX	X	XI	XII
$Q_{Ve,inf,H}$	10.05	9.91	7.83	5.18	1.36	-1.57	-3.51	-3.24	0.36	3.30	6.46	9.19
$Q_{Ve,win,H}$	6.06	5.93	4.59	2.92	0.50	-1.35	-2.58	-2.39	-0.10	1.79	3.82	5.54
$Q_{H,Ve,me}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$Q_{Ve,H}$	499.57	443.46	384.99	242.82	57.76	-87.72	-188.93	-174.37	7.57	157.97	308.46	456.59
$Q_{Ve,inf,C}$	12.93	12.78	10.71	8.05	4.23	1.30	-0.64	-0.36	3.23	6.17	9.34	12.06
$Q_{Ve,win,C}$	7.86	7.73	6.38	4.71	2.30	0.45	-0.79	-0.59	1.69	3.59	5.61	7.33

<b>Q</b> C,Ve,me	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0. 00	0. 00	0. 00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0
<b>Q</b> Ve,C	644 .31	574 .19	529 .73	382 .89	202 .50	52 .35	44.2 0	- 29.6 3	147 .64	302 .71	448 .52	601 .33

**Tablica 58.**

*Način grijanja*

<b>Način grijanja</b>	
Sustavi s prekidom rada noću	$\theta_{int,set.H} = 20.00$ [°C]

**Tablica 59.**

*Mjesečni gubici topline [kWh]*

Mjesec	Toplinski gubici hlađenja [kWh]	Toplinski gubici grijanja [kWh]	Koef. topl. gubitka za hlađenje [W/K]	Koef. topl. gubitka za grijanje [W/K]
Siječanj	2279.35	1901.88	170.24	182.65
Veljača	2033.74	1692.76	170.10	182.65
Ožujak	1877.66	1500.28	169.33	184.93
Travanj	1355.01	989.89	167.91	190.73
Svibanj	822.24	443.98	187.58	315.46
Lipanj	357.88	0.00	274.87	5.75
Srpanj	66.66	0.00	-100.95	84.95
Kolovoz	113.60	0.00	-302.86	79.11
Rujan	646.52	279.44	199.73	782.74
Listopad	1064.00	686.46	166.37	200.76
Studeni	1581.56	1216.30	168.97	187.70
Prosinac	2124.83	1747.35	170.04	183.54

**Tablica 60.**

*Godišnji gubici topline [kWh]*

	Toplinski gubici hlađenja	Toplinski gubici grijanja
Godišnje	14323.04	10458.33



*Toplinski dobici*

**Tablica 61.**

*Solarni toplinski dobici [kWh]*

Solarni toplinski dobici [kWh]												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q	307	411	547	639	664	674	707	646	546	508	313	285
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q <sub>sol</sub>	307	411	547	639	664	674	707	646	546	508	313	285

**Tablica 62.**

*Rezultati proračuna unutarnjih dobitaka topline*

Rezultati proračuna unutarnjih dobitaka	
Tip proračuna unutarnjih dobitaka	Proračun unutarnjih dobitaka prema
Ploština korisne površine grijanog dijela	102.84 m <sup>2</sup>
Specifični unutarnji dobitak - $q_{spec}$	5.00 W/m <sup>2</sup>
Ukupni unutarnji dobici - $Q_{int}$	4,504.39 kWh

**Tablica 63.**

*Mjesečni unutarnji dobici topline*

Mj	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q <sub>int</sub>	382.56	345.54	382.56	370.22	382.56	370.22	382.56	382.56	370.22	382.56	370.22	382.56

**Tablica 64.**

*Ukupni dobici topline*

Ukupni dobici topline	
Unutarnji dobici topline	$Q_{int} = 4,504.39$ [kWh]
Solarni dobici topline	$Q_{sol} = 6,245.20$ [kWh]
Ostali dobici topline	$Q' = 0.00$ [MJ]

**Tablica 65.***Mjesečni dobici topline*

Mjesec	Toplinski dobici [MJ]	Toplinski dobici [kWh]
Siječanj	2481.79	689.39
Veljača	2723.16	756.43
Ožujak	3345.18	929.22
Travanj	3631.85	1008.85
Svibanj	3767.28	1046.47
Lipanj	3759.63	1044.34
Srpanj	3920.80	1089.11
Kolovoz	3704.38	1029.00
Rujan	3296.77	915.77
Listopad	3207.17	890.88
Studen	2458.55	682.93
Prosinac	2401.97	667.21

**Tablica 66.***Godišnji dobici topline*

	Toplinski dobici [MJ]	Toplinski dobici [kWh]
Godišnje	38698.53	10749.59

**3.4. Proračun potrebne topline za grijanje i hlađenje**

Izračunata plošna masa zgrade  $m' = 92.51$  [kg/m<sup>2</sup>].

Vrlo lagana zgrada, plošna masa zidova  $m' \leq 100$  kg/m<sup>2</sup>;  $C_m = 80000$  A<sub>f</sub> [kJ/K];  $C_m = 9824048$ .

*Potrebna energija za grijanje*

Omjer SATI u tjednu sa definiranom internom temperaturom  $f_{H,hr} = 0.71$

**Tablica 67.**

*Potrebna energija za grijanje*

Mjesec	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$ [kWh]	$Q_{H,so}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,gn}$ [kWh]	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$\alpha_{red,H}$	$L_{H,m}$	$Q_{H,nd}$ [kWh]
MJESEČ NO											
Siječanj	1,40 2	50 0	1,9 02	30 7	38 3	689	0.36	0.9 05	0.7 1	31. 00	1,0 79
Veljača	1,24 9	44 3	1,6 93	41 1	34 6	756	0.45	0.8 70	0.7 1	28. 00	826
Ožujak	1,11 5	38 5	1,5 00	54 7	38 3	929	0.62	0.7 99	0.7 1	31. 00	512
Travanj	747	24 3	990	63 9	37 0	1,0 09	1.02	0.6 52	0.7 1	26. 00	86
Svibanj	386	58	444	66 4	38 3	1,0 46	2.36	0.3 73	0.7 1	0.0 0	0
Lipanj	79	- 88	- 9	67 4	37 0	1,0 44	1,000. 00	0.0 01	0.7 1	0.0 0	0
Srpanj	- 120	- 189	- 309	70 7	38 3	1,0 89	1,000. 00	0.0 01	0.7 1	0.0 0	0
Kolovoz	- 91	- 174	- 265	64 6	38 3	1,0 29	1,000. 00	0.0 01	0.7 1	0.0 0	0
Rujan	272	8	279	54 6	37 0	916	3.28	0.2 83	0.7 1	0.0 0	0
Listopad	528	15 8	686	50 8	38 3	891	1.30	0.5 70	0.7 1	19. 00	2
Studen	908	30 8	1,2 16	31 3	37 0	683	0.56	0.8 23	0.7 1	30. 00	471
Prosinac	1,29 1	45 7	1,7 47	28 5	38 3	667	0.38	0.8 97	0.7 1	31. 00	960
UKUPN O											393 5

*Potrebna energija za hlađenje*

Temperatura unutar zgrade tijekom sezone hlađenja  $\theta_{int,set,C} = 24.00$  [°C]

Omjer DANA u tjednu sa definiranom internom temperaturom  $f_{C,day} = 1.00$

**Tablica 68.***Potrebna energija za hlađenje*

Mjesec	$Q_{C,tr}$	$Q_{C,ve}$	$Q_{C,ht}$ [kWh]	$Q_{C,sol}$	$Q_{C,int}$	$Q_{C,gn}$ [kWh]	$\gamma_c$	$\eta_{c,ls}$	$\alpha_{red,C}$	$Q_{C,nd}$ [kWh]
MJESEČ NO										
Siječanj	1,63	6	2,2	307	38	689	0.30	0.28	1.0	0
Veljača	1,46	5	2,0	411	34	756	0.37	0.33	1.0	0
Ožujak	1,34	5	1,8	547	38	929	0.49	0.42	1.0	0
Travanj	972	3	1,3	639	37	1,00	0.74	0.55	1.0	0
Svibanj	620	2	822	664	38	1,04	1.27	0.73	1.0	290
Lipanj	306	5	358	674	37	1,04	2.92	0.91	1.0	670
Srpanj	111	-	67	707	38	1,08	16.3	0.99	1.0	974
Kolovoz	143	-	114	646	38	1,02	9.06	0.98	1.0	877
Rujan	499	1	647	546	37	916	1.42	0.76	1.0	315
Listopad	761	3	1,0	508	38	891	0.84	0.59	1.0	11
Studeni	1,13	4	1,5	313	37	683	0.43	0.37	1.0	0
Prosinac	1,52	6	2,1	285	38	667	0.31	0.29	1.0	0
UKUPNO										313

*Potrebna energija za zagrijavanje vode***Tablica 69.***Potrebna energija za zagrijavanje vode*

Potrebni podaci	
Broj dana sezone grijanja - $d_g$	196.00 dan
Broj dana izvan sezone grijanja - $d_{ng}$	169.00 dan
Ploština korisne površine grijanog dijela zone - $A_k$	102.84 m <sup>2</sup>
Tip zgrade: Stambena zgrada s 3 i manje stambene jedinice	
Specifična toplinska energija potrebna za pripremu PTV - $Q_{W,A,a}$	12.50 kWh/m <sup>2</sup> a
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV (u sezoni grijanja) - $Q_{W,g}$	1588.11 kWh
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV (izvan sezone) grijanja) - $Q_{W,ng}$	1369.34 kWh
Potrebna godišnja toplinska energija za pripremu PTV - $Q_W$	2957.46 kWh

## Rezultati proračuna

**Tablica 70.**

### Rezultati proračuna

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje prema poglavlju VII. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18°C ili više	
Oplošje grijanog dijela zgrade	$A = 413.45 \text{ [m}^2\text{]}$
Obujam grijanog dijela zgrade	$V_e = 396.02 \text{ [m}^3\text{]}$
Faktor oblika zgrade	$f_o = 1.04 \text{ [m}^{-1}\text{]}$
Ploština korisne površine grijanog dijela	$A_k = 102.84 \text{ [m}^2\text{]}$
Proračunska ploština korisne površine grijanog	$A_k' = 102.84 \text{ [m}^2\text{]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje	$Q_{H,nd} = 3935.41 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (za stambene i nestambene zgrade)	$Q''_{H,nd} = 38.27 \text{ (max = 57.27) [kWh/m}^2\text{ a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade (za nestambene zgrade prosječne visine etaže veće od 4.2m)	$Q'_{H,nd} = - \text{ (max = -) [kWh/m}^3\text{ a]}$
Godišnja potrebna energija za hlađenje	$Q_{C,nd} = 3136.62 \text{ [kWh/a]}$
Ukupna isporučena energija	$E_{del} = 9318.97 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja isporučena energija po jedinici ploštine	$E''_{del} = 90.62 \text{ [kWh/m}^2\text{ a]}$
Ukupna primarna energija	$E_{prim} = 12649.35 \text{ [kWh/a]}$
Ukupna primarna energija po jedinice ploštine	$E''_{prim} = 123.00 \text{ (max = 70.00)}$
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade	$H'_{tr,adj} = 0.36 \text{ (max = 0.59) [W/m}^2\text{ K]}$

### Proračun potrošnje i cijene energenata

**Tablica 71.**

### Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata

Energent	$E_{del}$ [kWh]	Ogrijevna vrijednost	Godišnja potrošnja	Jedinica mjere	Cijena [kn]	Ukupna cijena [kn]
Električna energija	4294.87	1.0000	4294.87	kWh	0.80	3435.90
Ekstra lako loživo ulje	5024.10	9.7060	517.63	kg	4.50	2329.33

Proračun godišnje emisije CO<sub>2</sub>

**Tablica 72.**

Rezultati proračuna godišnje emisije CO<sub>2</sub>

Energent	E <sub>del</sub> [kWh]	Faktor CO <sub>2</sub> [kg/kWh]	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> [kg]
Električna energija	4294.87	0.2348	1008.48
Ekstralako loživo ulje	5024.10	0.2996	1505.07

Godišnja primarna energija

**Tablica 73.**

Rezultati proračuna godišnje primarne energije E<sub>prim</sub>



Energent	Svrha / Potrošač	E <sub>del</sub> [kWh]	Faktor f	E <sub>prim</sub> [kWh]
Ekstralako loživo	Novi kotao	5076.54	1.138	5802.06
Električna energija	Direktno grijani	4125.78	1.614	6659.00
Električna energija	Podsustav razvoda	116.66	1.614	188.29
Električna energija	Podsustav razvoda	0.00	1.614	0.00
Električna energija	Podsustav predaje	0.00	1.614	0.00
Električna energija	Električni generator 1	0.00	1.614	0.00
Električna energija	Podsustav razvoda	0.00	1.614	0.00
Električna energija	Podsustav predaje	0.00	1.614	0.00
<b>Ukupno</b>		<b>9,318.97</b>		<b>12,649.35</b>

### 3.5. Energetski certifikat zgrade

U nastavku rada prikazuje se energetski certifikat zgrade.

#### Prilog 6.

#### Energetski certifikat zgrade

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE		prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 88/2017)			
<b>14XX_SZ1-Obiteljska stamb. zgrada</b>					
<small>Naziv zgrade</small>					
<b>Obiteljska kuća</b>					
<small>Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade</small>					
<b>Verudela 25</b>	<b>52100</b>	<b>Pula</b>			
<small>Ulica i kućni broj</small>	<small>Poštanski broj</small>	<small>Mjesto</small>			
<b>PODACI O ZGRADI</b>					
Vrsta zgrade (prema Pravilniku)		<input checked="" type="checkbox"/> nova <input type="checkbox"/> postojeća <input type="checkbox"/> rekonstrukcija			
Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava		Zgrada s jednostavnim tehničkim sustavom			
Vlasnik / investitor		Mateo Slivar			
k.č.br.	4900/4	k.o.	Pula		
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$	102.84	Godina izgradnje / rekonstrukcije	2017		
Građevinska (bruto) površina zgrade [ $m^2$ ]	122.80	Mjerodavna meterološka postaja	Pula		
Faktor oblika $f_o$ [ $m^{-1}$ ]	1.04	Referenta klima	Primorska		
<b>ENERGETSKI RAZRED ZGRADE</b>		Specifična godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [ $kWh/(m^2a)$ ]	Specifična godišnja primarna energija $E_{prim}$ [ $kWh/(m^2a)$ ]		
		24.27	100.89		
		<b>A</b>	<b>C</b>		
Specifična godišnja isporučena energija $E_{del}$ [ $kWh/(m^2a)$ ]		71.39			
Specifična godišnja emisija $CO_2$ [ $kg/(m^2a)$ ]		18.71			
Upisati „nZEB“ ako energetsko svojstvo zgrade ( $E_{prim}$ ) zadovoljava zahtjeve za zgrade gotovo nulte energije propisane važećim TPRUETZZ					
<b>ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT</b>					
Oznaka energetskog certifikata	F_815_2014_14XX_SZ1	Datum izdavanja	08.04.2020	Datum važenja	10 godina
Naziv ovlaštene pravne osobe				Registarski broj	F-815/2014
Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime	Jeromela Davor				

GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE			
Koeficijent transmisivnog toplinskog gubitka $H'_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0.37		
KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U_{dop}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ispunjeno
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravanim tavanu	0.14	0.35	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanim tavanu	0.13	0.30	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu	0.41	0.50	<input checked="" 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, prozirni elementi pročelja	0.90	1.80	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Vanjska vrata s neprozirnim krilom	1.00	2.40	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade (stanova, poslovnih prostora)			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE			
Način grijanja zgrade	<input type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input checked="" type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Način pripreme potrošne tople vode	<input checked="" type="checkbox"/> lokalno <input checked="" type="checkbox"/> spremnik	<input type="checkbox"/> centralno <input type="checkbox"/> protočno	<input type="checkbox"/> nema
Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje	2020		
Izvor energije za grijanje zgrade	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input checked="" type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvena biomasa <input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> nema
Izvor energije za pripremu potrošne tople vode	<input type="checkbox"/> prirodni plin <input type="checkbox"/> loživo ulje <input type="checkbox"/> drvo (cjepanice) <input type="checkbox"/> daljinski izvor	<input type="checkbox"/> ukapljeni naftni plin <input checked="" type="checkbox"/> električna energija <input type="checkbox"/> drvena biomasa <input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> nema
Način hlađenja zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> lokalno <input type="checkbox"/> etažno	<input type="checkbox"/> centralno	<input type="checkbox"/> nema
Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade	<input checked="" type="checkbox"/> električna energija	<input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> nema
Vrsta ventilacije	<input type="checkbox"/> prisilna bez sustava povrata topline	<input type="checkbox"/> prisilna sa sustavom povrata topline	<input checked="" type="checkbox"/> prirodna
Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije	<input type="checkbox"/> dizalica topline <input type="checkbox"/> biomasa <input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> solarni kolektori <input type="checkbox"/> fotonapon	<input type="checkbox"/> nema

ENERGETSKE POTREBE	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI		ZAHTJEV	Ispunjeno
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Dopušteno [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$	2495.47	24.27	57.27	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$	4474.62	43.51	50.00	<input checked="" type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja isporučena energija $E_{del}$	7341.73	71.39		<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja primarna energija $E_{prim}$	10375.63	100.89	70.00	<input type="checkbox"/> DA <input checked="" type="checkbox"/> NE



OBJAŠNENJE SADRŽAJA ENERGETSKOG CERTIFIKATA	
Općenito	<p>Energetski certifikat je dokument kojim se prikazuje energetska razred zgrade, energetske karakteristike zgrade i referentna vrijednost minimalnih zahtjeva na energetska svojstva.</p> <p>Energetski certifikat daje i prijedlog ekonomski opravdanih mjera za poboljšanje energetske svojstva zgrade radi smanjenja potrošnje energije.</p> <p>Zgrade se klasificiraju u jedan od ukupno 8 energetske razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G), gdje A+ označava energetska najpovoljniji, a G energetska najnepovoljniji razred.</p> <p>Rok važenja energetske certifikata je 10 godina.</p> <p>Energetski certifikat se odnosi na zgradu u cjelini ili na samostalnu uporabnu cjelinu.</p>
Prva stranica	<p>Navode se osnovni podatci o zgradi. Za promatrane zgrade navedene su vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)], specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje emisije CO<sub>2</sub> [kg/(m<sup>2</sup>a)] <u>izračunate</u> prema <u>Algoritmu za izračun energetske svojstva zgrade za referentne klimatske podatke i standardne uvjete korištenja</u> ovisno o namjeni prostora (npr. propisana unutarnja proračunska temperatura u sezoni grijanja/hlađenja, standardni period korištenja, propisano vrijeme rada sustava grijanja /hlađenja /ventilacije /klimatizacije/rasvjete).</p> <p>Referentni klimatski podatci su klimatski podatci za meteorološke postaje preuzete kao karakteristične za područje kontinentalnog i za područje primorskog dijela Hrvatske.</p> <p>Godišnja potrebna toplinska energije za grijanje <math>Q_{H,nd}</math> [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.</p> <p>Godišnja primarna energija <math>E_{prim}</math> [kWh/a] je računski određena godišnja energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe.</p> <p>Klasifikacija zgrada u jedan od ukupno 8 energetske razreda (A+, A, B, C, D, E, F, G) provodi se na osnovu izračunate vrijednosti</p> <p style="padding-left: 40px;">specifične godišnje potrebne energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</p> <p style="padding-left: 40px;">specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)].</p> <p>Grafički su prikazani energetska razred promatrane zgrade, određeni na temelju gore navedenih vrijednosti.</p> <p>nZEB (Nearly zero-energy buildings) – Zgrada gotovo nulte energije je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva utvrđena u skladu s Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ).</p> <p>Isporučena energija <math>E_{del}</math> je godišnja potrebna količina energije koja se dovodi u tehnički sustav zgrade za potrebe grijanja, pripreme potrošne tople vode, hlađenja, ventilacije i rasvjete izračunata za referentne klimatske podatke i propisane standardne uvjete korištenja prostora zgrade.</p> <p>Navodi se datum izdavanja i datum važenja certifikata, te podatci o osobama koje su sudjelovale 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.</p>
Druga stranica	<p>Navode se izračunate vrijednosti koeficijenta prolaska topline pojedinih građevnih dijelova zgrade za pretežite građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština) i pripadajuće vrijednosti najvećih dopuštenih koeficijenta prolaska topline propisane TPRUETZZ. Opisan je termotehnički sustav zgrade (grijanje, priprema potrošne tople vode, hlađenje, ventilacija), te su navedene vrijednosti ulaznih proračunskih parametara korištenih u proračunu energetske potreba zgrade.</p> <p>Stvarne izračunate vrijednosti specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje <math>Q''_{H,nd}</math> [kWh/m<sup>2</sup>a], specifične godišnje isporučene energije <math>E_{del}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] i specifične godišnje primarne energije <math>E_{prim}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] moraju biti manje od najvećih dopuštenih vrijednosti propisanih Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama za nove zgrade (grijane i/ili hlađene na temperaturu 18°C ili višu) i za postojeće zgrade na kojima se provodi veća rekonstrukcija. Također, stvarna izračunata vrijednost specifične godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje <math>Q''_{C,nd}</math> [kWh/(m<sup>2</sup>a)] za nove zgrade mora biti manja od najveće dopuštene vrijednosti propisane navedenim Tehničkim propisom.</p> <p>Na kraju stranice se navodi podatak o korištenju obnovljivih izvora energije na lokaciji zgrade.</p>
Treća stranica	<p>Navodi <u>prijedlog mjera</u> za povećanje energetske svojstva zgrade s prikazom jednostavnog perioda povrata investicije JPP u godinama za svaku predloženu mjeru.</p>

## 4. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA I PONUDE ZA SUSTAVE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

U nastavku su prikazane ponude za poboljšanje energetske učinkovitosti na stambenoj zgradi. Ponude koje su se prikupile služe za grijanje prostora i PTV te proizvodnju električne energije putem sunčeve energije.

### 4.1. Tehnička dokumentacija i ponude za sustav grijanja i PTV putem sunčeve energije

Za sustav grijanja i PTV (pripremu tople vode) izradio se „proračun potrebne toplinske energije za pripremu potrošne tople vode“ te se izradilo „dimenzioniranje volumena spremnika za pripremu potrošne tople vode (PTV)“

*Proračun potrebne toplinske energije za pripremu potrošne tople vode (PTV) u objektu*

Proračun se izradio prema normi HRN EN 15316-3-1:2008 prema metodi za nestambene zgrade. U nastavku dane su potrebne oznake za računanje kao i njihove vrijednosti za objekt od  $110,80 \text{ m}^2$  u kojem stanuju 3 osobe.

Nestambene zgrade:

$$Q_W = \frac{4,182 \cdot V_{W,f,day} \cdot f \cdot (\theta_{W,del} - \theta_{W,0}) \cdot d'}{3600} \text{ (kWh)}.$$

Oznake:

$V_{W,f,day}$  - dnevna potrošnja PVT -a po jedinici pri temperaturi  $\theta_{W,del}$   
(lit/jedinici/dan)

$f$  - broj jedinica/korisnika (npr. kreveta)

$\theta_{W,del}$  - temperatura PVT-a ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\theta_{W,del} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\theta_{W,0}$  - temperatura svježje vode ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\theta_{W,0} = 13,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$d_{use,tj}$  – broj dana korištenja sustava u tjednu (d/tj) (iz Algoritma prema HRN EN ISO 13790)

$d'$  – broj dana u promatranom periodu (dan),  $d' = d_{use,tj} / 7 \cdot$  broj dana u mjesecu

**Proračun:**

$V_{W,f,day}$  - dnevna potrošnja PVT -a po jedinici pri temperaturi  $\theta_{W,del}$  (lit/jedinici/dan)

**Tablica 74.**

*Dnevna potrošnja tople vode u objektu*

Prostorija	Soba 1 - WC		Soba 2 - WC		Kuhinja
Potrošnja	Tuširanje	Pranje ruku	Tuširanje	Pranje ruku	Pranje ruku i posuđa
Osoba 1	40	5	40	5	5
Osoba 2	40	5	/	/	5
Osoba 3	/	/	/	/	5
Ukupno 150 litara, 150 l : 3 osobe = 50 l/dnevno po osobi					

U tablici 74. je prikazana dnevna potrošnja tople vode za objekt. U proračun dnevne potrošnje uključeno je tuširanje i pranje ruku u wc - u i pranje ruku i suđa u kuhinji za 3 osobe. Potrošnja vode za jednu osobu na dnevnoj razini iznosi 50 l/dnevno po osobi.

$$V_{W,f,day} = 50 \text{ l/dnevno po osobo}$$

$f$  – 3 osobe

$\theta_{W,del}$  - temperatura PVT-a ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\theta_{W,del} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\theta_{W,0}$  - temperatura svježe vode (°C),  $\theta_{W,0} = 13,5$  °C

---

$$Q_W = \frac{4,182 \cdot 50 \cdot 3 \cdot (60 - 13,5)}{3600} \text{ (kWh)/dan} = 8,10 \text{ kWh/dan}$$

Za grijanje potrošne tople vode na dnevnoj razini potrebna toplinska energija iznosi 8,10 kWh/dan.

#### *Dimenzioniranje volumena spremnika za pripremu potrošne tople vode (PTV)*

Potrošnja potrošne tople vode mijenja se kroz dan ovisno o potrošnji. Topla voda potrebna je najviše u jutarnjim i večernjim satima pa se tada ona najviše i troši. Slijedećim izrazom odrediti će se odrediti će se potrebni volumen za grijanje potrošne vode.

$$V_S \frac{2 \cdot V_W \cdot f \cdot (\vartheta_{Wdel} - \vartheta_0)}{\vartheta_t - \vartheta_0}$$

Oznake:

$V_S$  – Volumen spremnika

$V_W$  – dnevna potrošnja po osobi

f – broj osoba

$\vartheta_{Wdel}$  – temperatura PTV = 55 °C

$\vartheta_0$  – temperatura svježe vode = 13,5 °C

$\vartheta_t$  – temperatura tople vode u spremniku = 60 °C

---

#### **Proračun:**

$V_W$  – dnevna potrošnja po osobi

f – broj osoba

$\vartheta_{Wdel}$  – temperatura PTV = 55 °C

$\vartheta_0$  – temperatura svježe vode = 13,5 °C

$\vartheta_t$  – temperatura tople vode u spremniku = 60 °C

---

$$V_s = \frac{2 \cdot 50 \cdot 3 \cdot (55 - 13,5)}{60 - 13,5} = 267,75 \text{ litara.}$$

Izračunom volumena spremnika dobiva se podatak da spremnik mora imati najmanje 267,75 litara.

#### 4.1.1. Ponuda 1

Tehnička dokumentacija i ponuda za sustav grijanja i PTV

Za sustav grijanja i pripreme tople vode izabire se grijanje na lož ulje i to Viessmann Vitorondens 200T, podni kondenzacijski uljni kotao sa uljnim plamenikom Vitoflam 300 i regulacijom grijanja Vitotronic 200 tip K02B 20,2 kW ovisan o zraku iz prostorije. Uvjerljiv je zbog svojih kompaktnih dimenzija i dugovječne Eutectoplex grijaće površine. Njegova jaka strana je u modernizaciji višeobiteljskih kuća i poslovnih objekata.

Uljni kondenzacijski kotlovi Vitorondens temelje se na lijevanom kotlu Vitorond 100. Zbog kombinacije grijaće površine s izmjenjivačem topline koji je spojen iza, izgaranje i kondenzacija se odvijaju odvojeno jedno od drugog. Prednost tog postupka je da ostaci izgaranja ostaju u ložištu, a izmjenjivač topline dimne plinove može kondenzirati bez nastanka taloga.

**Slika 28.**

*Dijelovi sustava Viessmann Vitotondens 200T*



Izvor: <https://vilcaso.de/media/image/product/117662/lq/plus-paket-oel-brennwertkessel-viessmann-vitorondens-200-t-202-kw-speicher-tws-150-l.jpg>; (25.05.2020.)

## Prilog 7.

### Ponuda sustava za grijanje i PTV

#### Termofresh '93

Vl. Žarko Voštan  
Pula, Greblova 4  
/ (052) 223-500  
JMBG 2303949363015  
OIB:60221281170

Primatelj:  
Mateo Slivar

OIB

#### PONUDA br.21052/20

Pula, 21.05.2020.god

REDNI BROJ	NAZIV ROBE - USLUGE	JEDINICA MERE	KOLICINA	JEDINIČNA CIJENA (BIZ. PDV)	UKUPNO
1.	Viessmann Vitorondens 200T, kondenzacijski uljni kotao sa uljnim plamenikom Vitoflam 300 i regulacijom grijanja Vitotronic 200 tip K02B 20,2 kW ovisan o zraku iz prostorije	kpl	1		33.105,60
2.	Mali razdjelnik	kom	1		1.102,00
3.	Podest visine 250mm	kpl	1		456,00
4.	Uređaj za neutralizaciju kondenzata	kom	1		2.302,80
5.	Jednocijevni uljni filter sa odzrakom i spojnicama fi 10	kpl	1		1016,00
6.	Membranska tlačna ekspanziona posuda N25 25 litara siva	kom	1		440,80
7.	Odvajač mulja sa magnetom fi22	kom	1		1.436,40
8.	Cirkulacijska crpka Viessmann Ecocirc Basic E6 25/180	kom	1		1.725,20
9.	Elementi instalacije kao npr. Ventili, fitinzi .. Popust na opremu Viseemann 20%	kpl	1		750,00 -8.316,96
10.	Radovi na demontaži postojeće kotlovnice, izradi instalacije i ugradnji nove te pušanje u pogon od strane ovlaštenog servisa				6.000,00

UKUPNO : 40.017,84

PDV : 10.004,46

ZA UPLATU : 50.022,30

Slovima: pedesettisućadvadesetdvjekune i tridesetlpa.

Uplata na račun TERMOFRESH '93 – Pula otvoren kod OTP br. HR8824070001110643328

poziv na broj 2105220

Opcija ponude 7 dana.

Plaćanje Avans u iznosu opreme Viessmann ostatak po završetmu radova i predaji sustava korisniku.

Aljoša Voštan



Montaža i servisiranje: uljnih i plinskih plamenika, centralnog grijanja, klimatizacije, solarnih i električnih uređaja i opreme  
"TERMOFRESH '93" vl. Žarko Voštan, Greblova 4, 52100 Pula, Hrvatska

#### 4.1.2. Ponuda 2

##### *Tehnička dokumentacija i ponude za sustav grijanja i PTV*

Za podršku postojećem sustavu grijanja i PTV izabrao se „Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F“. U nastavku je prikazana tehnička specifikacija sustava, dijelovi i oprema sustava te ponuda. Ovaj sustav služi za PTV i dogrijavanje postojećeg sustava grijanja te smanjuje troškove postojećeg sustava grijanja za cca 30 %.

##### *Tehnička specifikacija sustava*

#### **Tablica 75.**

##### *Tehničke specifikacije proizvoda „Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F“*

Površina kolektora (kom)	9,2 m <sup>2</sup>
Tip	SV1F, ThermProtect automatska zaštita od pregrijavanja
Broj kolektora	4
Volumen spremnika	750 L
Tip spremnika	SVKC
Regulacija	Vitosolic 200 SD4
Pumpna stanica	Solar- Divicon s integriranim sustavom za odvajanje zraka
Ekspanzijska posuda	40 L
Toplinski medij	TYFOCOR 50 L
Pribor	Set za montažu na krov, pokrivanje žlijebnjacima
Općenito	Može se naručiti i drugi pribor za druge tipove montaže uz nadoplatu
Opis	Paket se sastoji od četiri kolektora, spremnika, regulacije, pumpne stanice, pribor za montažu, ekspanzijske posude, sigurnosnog ventila, toplinskog medija, set za montažu, osjetnik temperature, 3-putni preklopni ventil te priključni vodovi
Garancija	2 godine

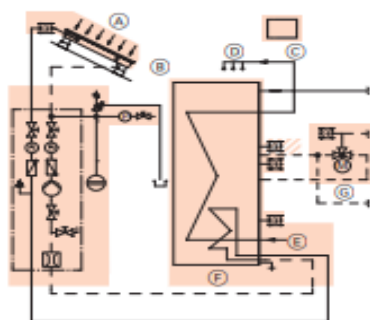
Izvor: izrada autora prema V. L. Automatika, Viessmann Vitosol 100FMSV1F 750 L s podrškom za grijanje, dostupno na <https://vlatomatika.hr/proizvod/viessmann-vitosol-100-fm-sv1f-750-l-s-podrskom-za-grijanje/> (pristupljeno 15.04.2020)

##### *Dijelovi i oprema sustava*



## Slika 29.

### Shema sustava i popis dijelova „Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F“



#### Solarni paket Vitosol 100-FM,

paket sadržava:

- 4 Vitosol pločasta kolektora površine apsorbera 9,2 m<sup>2</sup>
- multivalentni spremnik **Vitocell 340-M, tip SVKC**, volumena 750 litara
- solarnu ekspanzijsku posudu 40 litara
- toplinski medij Tyfocor (50 litara)
- vijčanu spojku sa steznim prstenom s odzračenjem
- priključne vodove
- pumpnu stanicu **Solar-Divicon** s integriranim sustavom za odvajanje zraka i ventilima za punjenje
- solarnu regulaciju **Vitosolic 200 tip SD4**
- 3-putni preklopni ventil
- osjetnik temperature spremnika
- pričvrсни set za montažu na krov, pokrivanje žlijebnjacima

Izvor: interna dokumentacija, V.L. Automatika d.o.o.

## Slika 30.

### Vitosol 100-FM/200-FM

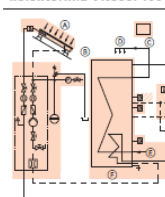
## VITOSOL 100-FM/200-FM, paketi za podršku grijanju



Solarni paketi s pločastim Vitosol kolektorima za pripremu potrošne tople vode i podršku grijanju u zimskim mjesecima. Paketi sadržavaju:

- Multivalentni spremnik Vitocell 340-M volumena 750 litara za skladištenje solarne energije i protočno zagrijavanje potrošne tople vode.
- Solarna regulacija Vitosolic 200 za upravljanje kompletnom solar-nom instalacijom.

#### Solarni paket za pripremu tople vode i podršku grijanju s pločastim kolektorima Vitosol 100-FM, 200-FM



#### Solarni paket Vitosol 100-FM, 200-FM,

paket sadržava:

- 4 Vitosol pločasta kolektora površine apsorbera 9,2 m<sup>2</sup>
- multivalentni spremnik **Vitocell 340-M, tip SVKC**, volumena 750 litara
- solarnu ekspanzijsku posudu 40 litara
- toplinski medij Tyfocor (50 litara)
- vijčanu spojku sa steznim prstenom s odzračenjem
- priključne vodove
- pumpnu stanicu **Solar-Divicon** s integriranim sustavom za odvajanje zraka i ventilima za punjenje
- solarnu regulaciju **Vitosolic 200 tip SD4**
- 3-putni preklopni ventil
- osjetnik temperature spremnika
- pričvrсни set za montažu na krov, pokrivanje žlijebnjacima

Mat.gr. W			
SK06409	Br.narudzb.	44.156,-	Kn
SK06100	Br.narudzb.	49.818,-	Kn

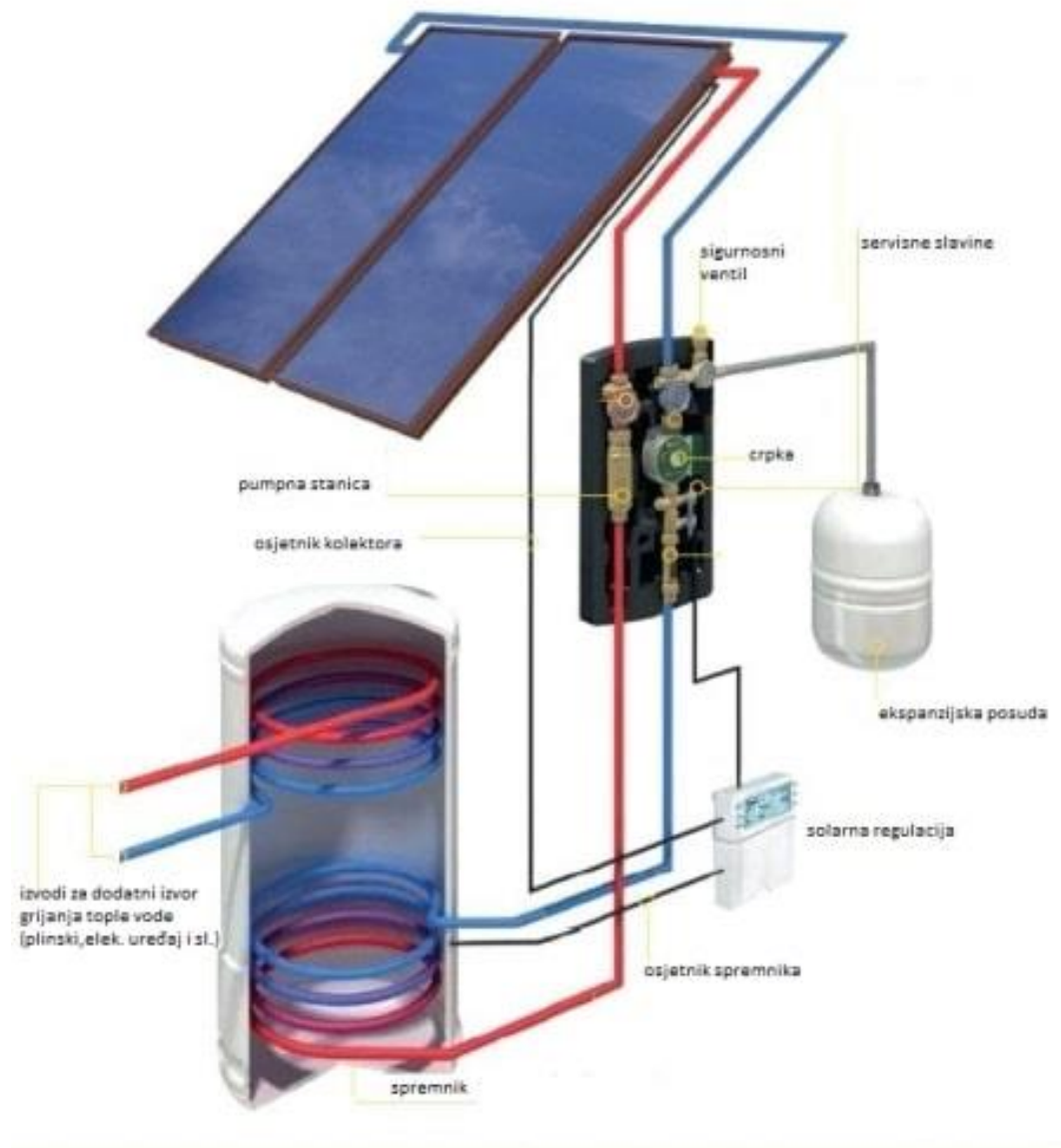
**Napomena!** Druge varijante montažnih pribora nalaze se na str. 29, a isporučuju se samo uz nadoplatu, bez mogućnosti mijenjanja osnovnog paketa

Pribor	Mat.gr. W		
<b>Električni grijač EHE</b> Podesivi ogrjevni učini 2, 4 ili 6 kW. Primjenjivo samo za meku i srednje tvrdu vodu do 14°dH (srednje područje tvrdoće, do 2,5 mol/m <sup>3</sup> ). Za ugradnju u donjem cijelu spremnika.	Z012678	Br.narudzb.	3.701,20 Kn
<b>Termostatski mješački automat</b> Područje podešavanja 35 do 65°C, navojni priključak G1.	7438940	Br.narudzb.	357,20 Kn

Izvor: Viessmann (2018) Kompaktni cjenik 2018, Zagreb, Viessmann d.o.o. Hrvatska, str. 33.

### Slika 31.

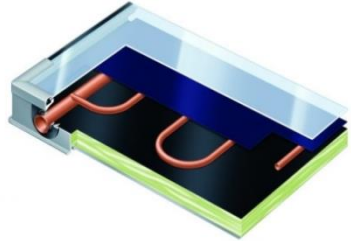


Shema sustava „Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F“

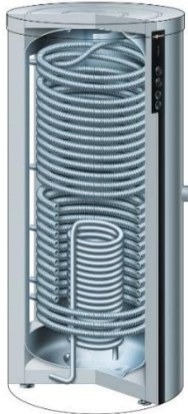






Izvor: V. L. Automatika, Solarno grijanje, dostupno na <https://vlatomatika.hr/baza-znanja/solarno-grijanje/> (pristupljeno 15.04.2020)

**Tablica 76.**

*Dijelovi i oprema za grijanje i pripremu tople vode*

Rb.	Naziv dijelova i opis	Slika
1.	<p><b>Ravni pločasti kolektori</b></p> <p>Odlikuju se vrlo visokim koeficijentom apsorpcije Sunčevog zračenja zahvaljujući visokokvalitetnom selektivnom apsorberu što rezultira visokim stupnjem iskoristivosti.</p> <p>Tijekom mirovanja sustava u kolektoru se mogu postići vrlo visoke temperature i do 150 °C.</p> <p>Mogu se ugrađivati na kose ili ravne krovove s pod konstrukcijom. Najčešće se koriste jer su im cijene prihvatljive.</p>	 
2.	<p><b>Spremnik</b></p> <p>Spremnik služi za akumuliranje Sunčeve energije. Sastoji se iz dvije ogrjevne spirale pa ga zato zovemo bivalentni i time se razlikuje od standardnih akumulacijskih spremnika tople potrošne vode koji imaju jednu spiralu.</p> <p>Na gornju spiralu spajamo dodatni izvor energije (plinski, električni uređaj, može biti i peć na drva), a donja ogrjevna spirala povezana je sa cijevima od solarnih kolektora. U</p>	

	<p>zimskim mjesecima ili tijekom dužeg perioda bez sunca dodatni izvor energije zagrijava gornju zonu spremnika (pola spremnika) koja mora biti takvog volumena da zadovolji trenutne potrebe za toplom vodom. Donja zona spremnika u takvim trenucima ostaje hladna.</p> <p>Pojavom i neznatnog Sunčevog zračenja dolazi do pregrijavanja sanitarne vode donje zone spremnika. Temperatura pregrijavanja ovisi o intenzitetu zračenja. U ljetnim mjesecima temperatura pregrijavanja sanitarne vode znatno je viša od namještene temperature sanitarne vode grijane preko kotla što rezultira potpunim mirovanjem kotla.</p>	
<p>3.</p>	<p><b>Solarna regulacija</b></p> <p>Solarna regulacija uključuje ili isključuje solarnu crpku ovisno o temperaturi u kolektorima i spremniku topline.</p> <p>Solarna crpka je u radu samo ako je trenutna temperatura kolektora viša od trenutne temperature spremnika i uz uvjet da nije postignuta zadana maksimalna. temperatura spremnika. U posljednje vrijeme se češće</p>	



	<p>practicira integrirana regulacija na spremnik ili na solarnu stanicu.</p>	
4.	<p><b>Ekspanzijska posuda</b></p> <p>Ekspanzijska posuda akumulira dodatni volumen solarnog medija koji je nastao temperaturnim širenjem istog.</p> <p>Posuda je posebne izvedbe i traži poseban način dimenzioniranja.</p>	
5.	<p><b>Solarni medij</b></p> <p>Solarni medij je glikol za zaštitu od smrzavanja. Sadrži posebne inhibitore za rad na visokim temperaturama.</p> <p>Ovisno o kvaliteti rada solarnog sustava mijenja se po potrebi, a na redovitom servisu solarnih sustava se vrše mjerenja točke smrzavanja, pH vrijednost i ostalog te se iz mjerenja zaključuje je li potrebna zamjena solarnog medija.</p>	
6.	<p><b>Solarna stanica</b></p> <p>Solarna stanica s crpkom predstavlja središnji dio cijelog solarnog sustava jer omogućava strujanje solarnog medija, dok automatska regulacija vodi računa o sigurnom pogonu cijelog sustava i usklađivanju njegovog rada sa sustavom grijanja i pripreme PTV-a, odnosno uvjetima u</p>	

	<p>okolici kao što su promijenjene potrebe za toplinom, iznimno niske ili visoke vanjske temperature koje mogu oštetiti sustav i sl.</p> <p>Na solarnoj stanici se najčešće nalazi i sigurnosti ventil koji štiti sustav od prekoračenja maksimalnog dozvoljenog pritiska. Do njegovog aktiviranja najčešće dolazi zbog premalog volumena ekspanzijske posude.</p>	
--	--	--

Izvor: izrada autora prema V. L. Automatika, *Solarno grijanje*, dostupno na <https://vlatomatika.hr/baza-znanja/solarno-grijanje/> (pristupljeno 15.04.2020)

## Prilog 8.

### Ponuda sustava za grijanje i PTV

	<b>V.L. AUTOMATIKA D.O.O.</b> LOVASIĆI 43 10434 STRMEC SAMOBORSKI MB: 2741466 OIB: 63386727464 IBAN:HR04 2340009 11105 57231 Mob: 091 503 8427 E-mail: info@vlautomatika.hr																																
<b>MATEO SLIVAR</b>	<b>Ponuda br.: 2020-00122</b> Sveta Nedjelja, Strmec, dana 07.04.2020 Ponuda vrijedi do: 12.04.2020 Narudžba:  TRR: HR0423400091110557231 Poziv na broj: 2020-00122																																
																																	
<table border="1"><thead><tr><th>Poz.</th><th>Vrsta robe - usluge</th><th>Kol.</th><th>Količin a pakiran je</th><th>Kol. x pak.</th><th>JM</th><th>Cijena bez PDV-a</th><th>Rab. %</th><th>PDV</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.</td><td>Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F 9,2m<sup>2</sup> pločastim kolektorima - Solarni paket za pripremu tople vode i podršku grijanju</td><td>1</td><td></td><td>1</td><td>kom</td><td>46.300,10</td><td>25</td><td>8.681,27</td></tr></tbody></table>	Poz.	Vrsta robe - usluge	Kol.	Količin a pakiran je	Kol. x pak.	JM	Cijena bez PDV-a	Rab. %	PDV	1.	Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F 9,2m <sup>2</sup> pločastim kolektorima - Solarni paket za pripremu tople vode i podršku grijanju	1		1	kom	46.300,10	25	8.681,27	<table><tr><td>Iznos bez rabata:</td><td>46.300,10</td></tr><tr><td>Rabat:</td><td>-11.575,02</td></tr><tr><td>Rekapitulacija PDV-a:</td><td>HRK</td></tr><tr><td>Ukupni iznos bez PDV:</td><td>34.725,08</td></tr><tr><td>Osnovica 25%:</td><td>34.725,08</td></tr><tr><td>PDV 25%:</td><td>8.681,27</td></tr><tr><td><b>Za uplatu HRK:</b></td><td><b>43.406,35</b></td></tr></table>	Iznos bez rabata:	46.300,10	Rabat:	-11.575,02	Rekapitulacija PDV-a:	HRK	Ukupni iznos bez PDV:	34.725,08	Osnovica 25%:	34.725,08	PDV 25%:	8.681,27	<b>Za uplatu HRK:</b>	<b>43.406,35</b>
Poz.	Vrsta robe - usluge	Kol.	Količin a pakiran je	Kol. x pak.	JM	Cijena bez PDV-a	Rab. %	PDV																									
1.	Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F 9,2m <sup>2</sup> pločastim kolektorima - Solarni paket za pripremu tople vode i podršku grijanju	1		1	kom	46.300,10	25	8.681,27																									
Iznos bez rabata:	46.300,10																																
Rabat:	-11.575,02																																
Rekapitulacija PDV-a:	HRK																																
Ukupni iznos bez PDV:	34.725,08																																
Osnovica 25%:	34.725,08																																
PDV 25%:	8.681,27																																
<b>Za uplatu HRK:</b>	<b>43.406,35</b>																																
<small>V.L. AUTOMATIKA D.O.O. Temejni kapital 164.100,00 kn uplaćen u cijelosti. Član uprave: Mislav Lovasić. Broj upisa u sudski registar TE-11/3611-2 Trgovački sud u Zagrebu MBS 08075743</small>																																	

Izvor: interni izvori, V.L. Automatika d.o.o. - ponuda

### 4.1.3. Ponuda 3

#### Tehnička dokumentacija i ponude za sustav grijanja i PTV

Za sustav grijanja i pripreme tople vode izabire se Split dizalica topline (toplinska pumpa) zrak/voda i to „Toplotna pumpa monofazna Viessmann Vitocall 111-S“ koja se sastoji od dvije odvojene jedinice. Imamo vanjsku jedinicu koja crpi toplinu iz okolnog zraka i prenosi preko isparivača na rashladni medij te se on nakon toga zagrijava pomoću kompresora na temperaturu potrebnu za sustav grijanja.

Odnosno toplina se putem cjevovoda odvodi do unutarnje jedinice u kojoj se preko kondenzatora prenosi na sustav grijanja. Postojeća unutarnja jedinica je tvornički opremljena s hidrauličkim komponentama poput 3 – putnog preklopnog ventila, sekundarne crpke i regulacije dizalice topline.

U ovoj ponudi osim sustava grijanja „Viessmann Vitocall 111-S“ dana je ponuda i za sustav proizvodnje električne energije „Paket Viessmann Vitovolt 300 sa 10 panela, 3 kW“, te je zamišljeno da se sustav grijanja napaja preko sustava za proizvodnju električnu energiju putem sunčeve energije.

#### Slika 32.

##### Shema sustava Viessmann Vitocall 111-S AWBT

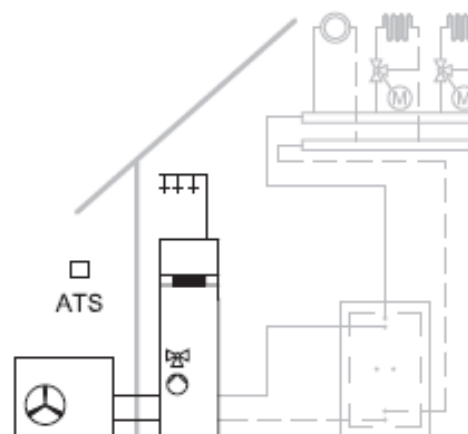
Kompaktna dizalica topline zrak/voda **Vitocal 111-S** na električni pogon u split izvedbi, **tip AWBT(-M)(-AC)**, s integriranim spremnikom PTV volumena 210 litara. S regulacijom **Vitotronic 200 tip WO1C**.

- **-M** – monofazna vanjska jedinica (bez **-M** znači trofazna)
- **-E** – integriran električni grijač **N**
- **-AC** – integrirana funkcija aktivnog hlađenja

##### Napomena!

Uz svaki uređaj Vitocal 111-S potrebno je naručiti bus spojni vod duljine 15 m (br. narudžbe ZK02668) ili duljine 30 m (br. narudžbe ZK02669).

Vidi pod pribor, str. 25.



Izvor: Viessmann (2018) *Kompaktni cjenik 2018*, Zagreb, Viessmann d.o.o. Hrvatska, str. 23.



## Prilog 9.

### Ponuda za sustav grijanja i PTV te proizvodnju električne energije sunčevom energijom

#### Termofresh '93

Vl. Žarko Voštan  
Pula, Greblova 4  
(052) 223-500  
JMBG 2303949363015  
OIB:60221281170

Primatelj:  
Mateo Slivar

OIB

PONUDA br.18042/20

Pula, 18.04.2020.god

REDNI BROJ	NAZIV ROBE - USLUGE	JEDINICA MERE	KOLICINA	JEDINIČNA CENA (BEZ PDV)	UKUPNO
1.	Toplotna pumpa monofazna Viessmann Vitocall 111-S AWBT-M-E-AC 111.A12 sa elektro grijačem 3,6,9 kw i BUS kablom 15m	kpl	1		59.485,20
2.	Postolje vanjske jedinice Al	kom	1		1.041,20
3.	Vitotrol 200A	kom	1		934,80
X.	Popust toplotna pumpa sa opremom 20%			-	12.292,24
4.	Paket Viessmann Vitovolt 300 sa 10 panela, pričvrstnim priborom za kosi krov, spojnim vodovima i inverterom	kpl	1		26.600,00
4.	Izrada strojarske instalacije, izrada el. instalacije kotlovnice, spajanje uređaja na el. instalaciju i puštanje u pogon (uključan potreban materijal)				16.500,00

UKUPNO : 92.268,96

PDV : 23.067,24

ZA UPLATU : 115.336,20

Slovima: stopetnaesttisućatristotridesećestkuna i dvadesetlpa.

Uplata na račun TERMOFRESH '93 – Pula otvoren kod OTP br. HR8824070001110643328 poziv na broj 1804220

Opcija ponude 7 dana.

Plaćanje Avans u iznosu opreme Viessmann ostatak po završetku radova i predaji sustava korisniku.

Aljoša Voštan



Montaža i servisiranje: uljnih i plinskih plamenika, centralnog grijanja, klimatizacije, solarnih i električnih uređaja i opreme  
"TERMOFRESH '93" vl. Žarko Voštan, Greblova 4, 52100 Pula, Hrvatska

## 4.2. Tehnička dokumentacija i ponude za proizvodnju električne energije

Za proizvodnju električne energije i opskrbu zgrade od 110,73 m<sup>2</sup> odabrao se „on grid“ sustav koji proizvodi električnu energiju za samoopskrbu i energiju koju predaje u distribucijsku mrežu. Ovakav tip solarne elektrane sinkronizira se sa postojećom instalacijom u zgradi te je u paralelnom radu sa mrežom HEP-a.

Sva proizvedena energija koristi se za potrebe kućanstva, te se višak električne energije isporučuje u mrežu HEP-a. Ukoliko dođe do toga da solarna elektrane ne može proizvesti dovoljnu količinu energije tijekom noći ili oblačnih dana, onda se potrebna energija preuzima iz distribucijske mreže preko istog (dvosmjernog) obračunskog mjernog mjesta.

### 4.2.1. Ponuda 4

Sunčane elektrane na postojećim građevinama prema Pravilniku o jednostavnim građevinama i radovima spadaju u jednostavne radove te za njihovu gradnju nije potrebna građevinska dozvola, već se radovi izvode na temelju glavnog projekta i suglasnosti HEP Operatora distribucijskog sustava (HEP ODS). Postupak je vrlo jednostavan, posebice ukoliko je riječ o kategoriji potrošnje Kućanstvo (od 01.04.2018.).

Postupak dobivanja suglasnosti za gradnju solarne elektrane (SE) je značajno pojednostavljen u zadnjih godinu dana kako slijedi:

1. izrada projekta,
2. glavni Projekt te zahtjev koji ispunjava tvrtka koja ugrađuje solarnu elektranu u vaše ime te se predaje na HEP,
3. gradnja elektrane, nakon koje se predaje se na HEP zahtjev o promjeni brojila te certifikati za ugrađenu robu,
4. HEP po primitku dokumenata stavlja dvosmjerno brojilo te izdaje ugovor o trajnom korištenju čime je cijeli postupak završen.

U nastavku su prikazane ponude, oprema i dijelovi za sunčevu elektranu od 3,5 kWh koje su odabrane za ugradnju na zgradu sa svrhom proizvodnje električne energije putem sunca.

### Slika 33.

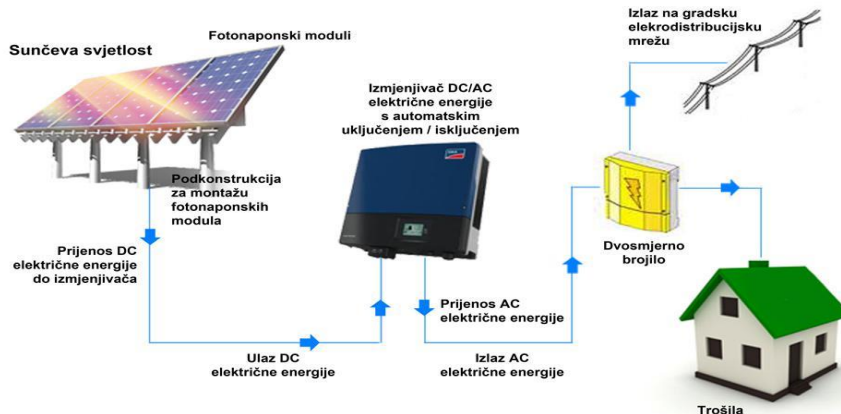
Shema sustava sunčeve elektrane „on grid“



Izvor: Solarna elektrana, dostupno na <https://solarna-elektrana.hr/> (pristupljeno 17.04.2020)

### Slika 34.



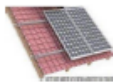
„On grid“ sustav proizvodnje električne energije



Izvor: Solarna elektrana, dostupno na <https://solarna-elektrana.hr/> (pristupljeno 17.04.2020)

## Prilog 10.

### Ponuda i oprema sustava „on grid“

KOLIČINA	PROIZVOD	CIJENA KN	RABAT	UKUPNO KN
1	<p>Isporuka i dobava fotonaponskog izmjenjivača Tip kao: HUAWEI 3 kW - monofazni izmjenjivač-maks. snaga: AC 3 kW -sa MPPT trakera -zaštite IP65 za ugradnju na otvorenom-vlastite potrošnje (noćni režim) &lt;2.5W-radni temperaturni raspon: -25°C do +60°C-ukupno 2 + i 2 – DC ulaznih konektora.</p> 	5.900,00	15%	5.015,00
8 modula	<p>MONO Paneli LONGI 435W HI-MO4 Half Cell TIER1</p> 	1535,20	20%	9.825,28
1	<p>Alu nosači panela za krov RH1, AEC, AIC,HOP4200, SPK</p> 	2.664,45	10%	2.398,00
1	<p>Solarni instalacijski kabel- kabela 6mm2, crni, TÜV + UL odobrenje, UV otporan, izolacija Radox 125. Stavka obuhvaća dobavu kabela i svog spojnog i montažnog pribora, MC 4 konektori,kanalice,sitni spojni materijal,poc.kabel AC strana,</p>	762,00	10%	685,80

## PONUĐA


PONUĐA: 0307/2020

DATUM: FEBRUARY

ZA:

Adresa:

DOSTAVA:FOO GRADILIŠTE SA UGRADNJOM I PUŠTANJEM U POGON PO SISTEMU "KLJUČ U RUKE"

1	Izrada glavnog – ishođenje potrebnih dozvola, dostava robe ,ugradnja i montaža solarne elektrane, ugradnja i montaža prednaponske zaštite sa pripadajućim DC AC ormarom, konfiguracija pretvarača prema mrežnim pravilima, – puštanje u pogon elektrane 	8.560,00		8.560,00
		<b>UKUPNO</b>		<b>26.484,08</b>
		<b>PDV 25%</b>		<b>6.621,02</b>
		<b>DOSTAVA</b>		<b>0,00</b>
		<b>UKUPNO SA PDV-om i TROŠKOVIMA</b>		<b>33.105,10 kn</b>



**KOMENTAR:**

Ponuda vrijedi 15 dana.

**NAPOMENA**

Plaćanje po dogovoru , isporuka robe moguća odmah-svu opremu imamo na skladištu FCO EU  
 Garancija-pretvarači 10 godina/projektno , FN moduli 25 godina (linearno min 85% snage)

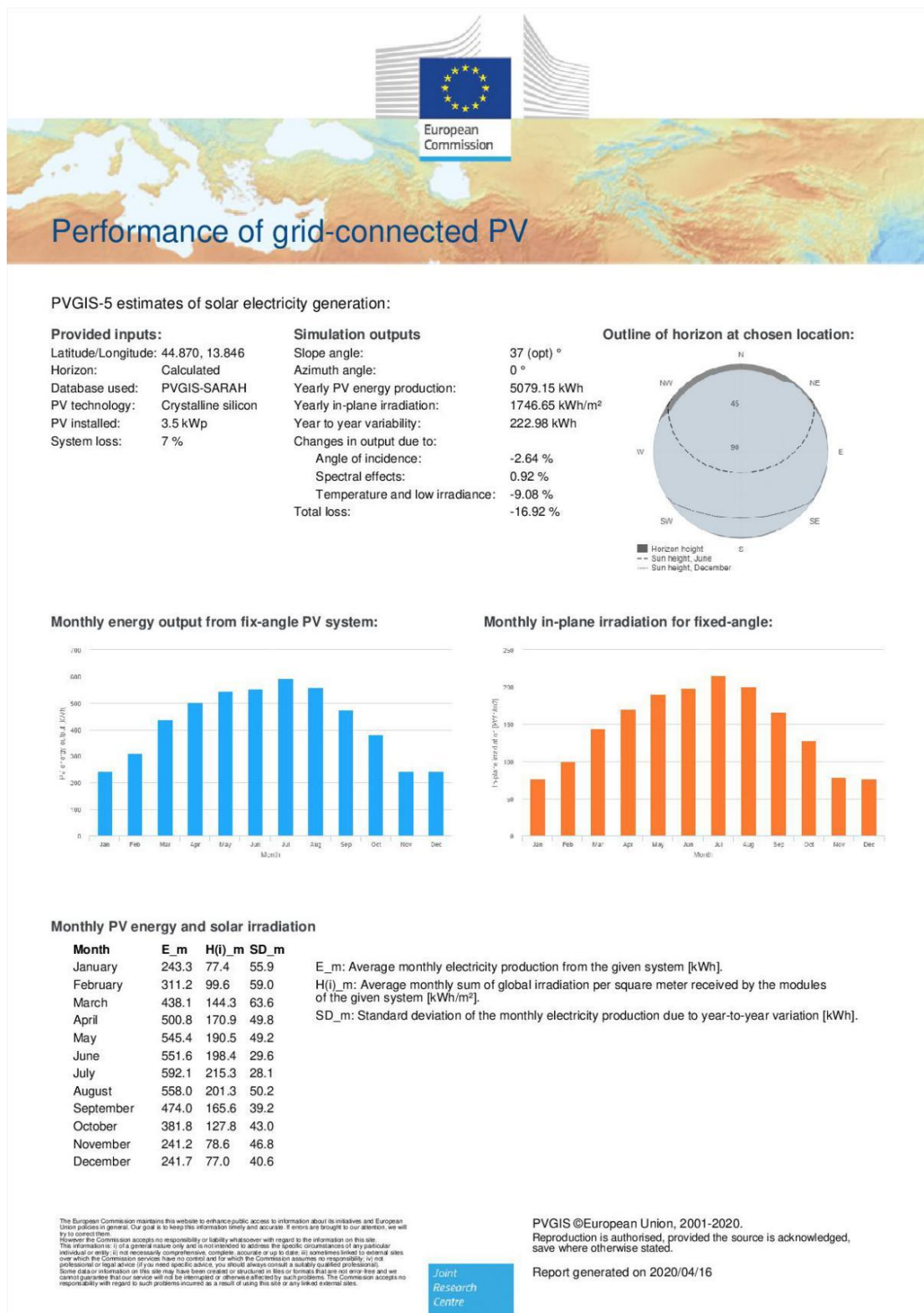
Tuta blu d.o.o  
 Brune Bušića 16  
 10 000 , Zagreb  
 OIB:23979225956  
 IBAN PBZ HR4623400091110617585  
 IBAN ERSTE HR9524020061100667600

HUAWEI SOLAR LIMITED , HONG KONG  
 No.5 , 17/F , Bonham Trade Centre , 50 Bonham Strand , Sheung Wan  
 SWIFT OCBCSGSG - USD ACCOUNT 501232722301 – EUR ACCOUNT 601164619201

Izvor: interni izvori, Tuta blu d.o.o. – ponuda

## Prilog 11.

### Prosječna mjesečna proizvodnja električne energije za sunčevu elektranu od 3,5 kWh



Izvor: interna dokumentacija, Tuta blu d.o.o.

### 4.3. Usporedba sustava energetske učinkovitosti za grijanje, PTV proizvodnju električne energije putem sunčeve energije

U nastavku su prikazane usporedbe svih sustav/ponuda kao mjera energetske učinkovitosti stambene zgrade.

**Tablica 77.**

#### *Učinkovitost sustava ponude 1*

NAZIV SUSTAVA ZA SUSTAV GRIJANJA I PTV		Viessmann Vitorondens 200T	
Cijena sustava (kn)		50.022,30	
Garancija sustava (god)		2	
Životni vijek uz redovno održavanje (god)		25	
<b>Potrošnja standardnih energenata na godišnjoj razini</b>			
Naziv energenata	Godišnja potrošnja (kWh) i (kg)	Ukupna cijena (kn)	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> (kg)
Električna energija (HEP)	4.294,87 kWh	3.435,90	1.008,48
Ekstra lako loživo ulje	5.024,10 kWh ili 517,63 kg	2.329,33	1.505,07
<b>Ukupno</b>	<b>9.318,97 kWh</b>	<b>5.765,23</b>	<b>2.513,55</b>

U tablici je prikazana godišnja potrošnja standardnih energenata za sustav grijanja, PTV i proizvodnje električne energije te iznosi 5.066,53 kn. Isto tako prikazana je cijena od 50.022,30 kn za sustav grijanja i pripreme tople vode na lož ulje i to Viessmann Vitorondens 200T, podni kondenzacijski uljni kotao. Godišnje je ispuštanje emisije CO<sub>2</sub> = 2.513,55 kg.

**Tablica 78.**

#### *Učinkovitost sustava ponude 2*

NAZIV SUSTAVA ZA GRIJANJE I PTV		Vitosol 100 - FM	
Cijena sustava (kn)		43.406,35	
Garancija sustava (god)		2	
Garancija FM modula (god)		25	
Ugljični otisak za sunčevu elektranu u RH		54 g CO <sub>2</sub> -eq/kWh	
<b>Potrošnja standardnih energenata na godišnjoj razini</b>			
Naziv energenata	Godišnja potrošnja (kWh) i (kg)	Ukupna cijena (kn)	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> (kg)
Električna energija (HEP)	4.294,87 kWh	3.435,90	1.008,48
Ekstra lako loživo ulje	5.024,10 kWh ili 517,63 kg	2.329,33	1.505,07
<b>Ukupno</b>	<b>9.318,97 kWh</b>	<b>5.765,23</b>	<b>2.513,55</b>
<b>Potrošnja energenata nakon ugradnje Solarne elektrane 3 kW na godišnjoj razini</b>			
Naziv energenata	Godišnja potrošnja (kWh) i (kg)	Ukupna cijena (kn)	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> (kg)
Električna energija (HEP)	4.294,87	3.435,90	1.008,48
Ekstra lako loživo ulje	3516,87 kWh ili 362,34 kg	1630,63	1.053,50 + 94.02
<b>Ukupno</b>	<b>7.811,74</b>	<b>5.066,53</b>	<b>2.156,00</b>
Godišnja ušteda energenata u odnosu na standardnu potrošnju energenata = 698,7 kn			
Godišnje smanjenje emisije CO <sub>2</sub> u odnosu na standardno ispuštanje CO <sub>2</sub> = 357,55 kg			

U tablici je prikazana godišnja potrošnja standardnih energenata u kombinaciji sa sustavom koji koristi obnovljive izvore energije a služi za grijanje i PTV te iznosi 5.066,53 kn. Isto tako prikazana je cijena sustava koji koristi obnovljive izvore energije za grijanje i pripreme tople vode preko sunčeve energije i to

Vitosol 100 – FM od 43.406,35 kn. Najvažniji podatak je ušteda nakon ugradnje ovog sustava koja iznosi 698,7 kn dok je smanjenje emisije CO<sub>2</sub> = 357,55 kg.

**Tablica 79.**

*Učinkovitost sustava ponude 3*

<b>NAZIV SUSTAVA ZA GRIJANJE I PTV</b>		<b>Viessmann Vitocall 111-S</b>		
Cijena sustava (kn)		71.773,70		
Garancija sustava (god)		2		
<b>NAZIV SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE</b>		<b>Vitovolt 300 - 3 kW</b>		
Cijena sustava (kn)		43.562,50		
Garancija sustava (god)		2		
Garancija FM modula (god)		25		
Ugljični otisak za sunčevu elektranu u RH		54 g CO <sub>2</sub> -eq/kWh		
<b>Ukupna cijena oba sustava</b>		<b>115.336,20</b>		
<b>Potrošnja standardnih energenata</b>				
Naziv energenata	Godišnja potrošnja (kWh) i (kg)	Ukupna cijena (kn)	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> (kg)	
Električna energija (HEP)	4294,87 kWh	3.435,90	1.008,48	
Ekstra lako loživo ulje	5024,10 kWh ili 517,63 kg	2.329,33	1.505,07	
<b>Ukupno</b>	<b>9.318,97 kWh</b>	<b>5.765,23</b>	<b>2.513,55</b>	
<b>Potrošnja energenata nakon ugradnje Viessmann Vitocall 111-S i Vitovolt 300 - 3 kW</b>				
Naziv energenata	Godišnja potrošnja (kWh) i (kg)	Ukupna cijena (kn)	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> (kg)	
Električna energija (HEP)	0 kWh	0	0	
Električna energija - proizvodnja iz obnovljivih izvora	4.353,54 kWh	0	235,09	
Ekstra lako loživo ulje	0	0	0	
<b>Ukupno</b>	<b>4.353,54</b>	<b>0</b>	<b>235,09</b>	
Godišnja ušteda energenata u odnosu na standardnu potrošnju energenata = 5765,23 kn				
Godišnja smanjenje emisije CO <sub>2</sub> u odnosu na standardno ispuštanje CO <sub>2</sub> = 2278,46 kg				
Povrat investicije - uloženi sredstva = 20 godina				

U tablici je prikazana godišnja potrošnja standardnih energenata od 5.765,23 kn. Isto tako prikazana je godišnja potrošnja energenata sa sustavom za poboljšanje energetske učinkovitosti i to za grijanje, PTV i proizvodnju električne energije od 0 kn. Sustav za grijanje, PTV i proizvodnju električne energije koji koristi obnovljive izvore energije iznosi 155.336,20 kn. Godišnja ušteda energenata nakon ugradnje ovih sustava iznosi 5.765,23 kn dok je smanjenje emisije CO<sub>2</sub> = 2278,46 kg.

**Tablica 80.**

*Učinkovitost sustava ponude 4*

<b>NAZIV SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE</b>		<b>Solarna elektrana 3 kW</b>		
Cijena sustava (kn)		33.105,10		
Garancija sustava (god)		10		
Garancija FM modula (god)		25		
Ugljični otisak za sunčevu elektranu u RH		54 g CO <sub>2</sub> -eq/kWh		
<b>Potrošnja standardnih energenata na godišnjoj razini</b>				
Naziv energenata	Godišnja potrošnja (kWh) i (kg)	Ukupna cijena (kn)	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> (kg)	
Električna energija (HEP)	4.294,87 kWh	3.435,90	1.008,48	
Ekstra lako loživo ulje	5.024,10 kWh ili 517,63 kg	2.329,33	1.505,07	
<b>Ukupno</b>	<b>9.318,97 kWh</b>	<b>5.765,23</b>	<b>2.513,55</b>	
<b>Potrošnja energenata nakon ugradnje Solarne elektrane 3 kW na godišnjoj razini</b>				
Naziv energenata	Godišnja potrošnja (kWh) i (kg)	Ukupna cijena (kn)	Godišnja emisija CO <sub>2</sub> (kg)	
Električna energija (HEP)	0 kWh	0	0	
Električna energija - proizvodnja iz obnovljivih izvora	4.353,54 kWh	0	235,09	
Ekstra lako loživo ulje	5.024,10 kWh ili 517,63 kg	2.329,33	1.505,07	
<b>Ukupno</b>	<b>9.377,64 kWh</b>	<b>2.329,33</b>	<b>1.740,16</b>	
Godišnja ušteda energenata u odnosu na standardnu potrošnju energenata = 3435,90 kn				
Godišnja smanjenje emisije CO <sub>2</sub> u odnosu na standardno ispuštanje CO <sub>2</sub> = 773,39 kg				



U tablici je prikazana godišnja potrošnja standardnih energenata od 5.765,23 kn. Isto tako prikazana je godišnja potrošnja energenata sa sustavom za poboljšanje energetske učinkovitosti i to za proizvodnju električne energije od 2.239,33 kn. Sustav za proizvodnju električne energije koji koristi obnovljive izvore energije iznosi 33.105,10 kn. Godišnja ušteda energenata nakon ugradnje ovog sustava iznosi 3.435,90 kn dok je smanjenje emisije  $CO_2 = 773,39 \text{ kg}$ .

Tablica 81.

Usporedba sve 4 ponude

	PONUDA 1 - VISSMANN VITRODENIS 200T PONUDA 2 - VITOSOL 100-FM PONUDA 3 - VISSMANN VITOCAL 111-S1 VITOVOLT 300 PONUDA 4 - SOJARNA ELEKTRANA 3 kW			
NAMJENA SUSTAVA	GRIJANJE I PTV - KLASIČNI SUSTAV	GRIJANJE I PTV	GRIJANJE, PTV I ELEKTRIČNA ENERGIJA	ELEKTRIČNA ENERGIJA
POČETNO ULAGANJE (kn)	50.022,30	50.022,30 + 43.406,35 = 93.428,65	115.336,20	50.022,30 + 33.105,10 = 87.127,40
PREDVIĐENA POTROŠNJA ENERGENATA U 1 GODINI (kn)	5.765,23	5.066,53	0	2.329,33
PREDVIĐENA POTROŠNJA ENERGENATA U 25 GODINA (kn)	144.130,75	126.663,25	0	58.233,25
UKUPNO ULAGANJE = POČ. UL. + PRED. POTU 1 GOD (kn)	55.787,53	98.495,18	115.336,20	89.456,73
UKUPNO ULAGANJE = POČ. UL. + PRED. POTU 25 GOD (kn)	194.153,05	220.091,90	115.336,20	145.360,65
INDEX UKUPNE POTROŠNJE	1,68	1,90	1,00	1,26
ISPUŠTANJE EMISIJE CO2 (kg) U 1 GODINI	2.513,55	2.156,00	235,00	1.740,16
ISPUŠTANJE EMISIJE CO2 (kg) U 25 GODINA	62.838,75	53.900,00	5.875,00	43.504,00
UŠTEDA U 25 GODINA U ODNOSU NA KLASIČNI SUSTAV (kn)	0	-25.988,89	78.816,85	48.792,40

U tablici su prikazane sve četiri ponude. Prikazano je potrebno početno ulaganje tj. cijena sustava u fazi ugradnje. Prikazana je potrošnja energenata na godišnjoj razini i u 25 godina za svaki sustav. Ukupno ulaganje nam daje iznos koji je zbroj početnog ulaganja i potrošnje energenata u 25 godina za svaki sustav. Prikazano je ispuštanje emisije CO2 pojedinog sustava u 25 godina. Na kraju je napravljen izračun uštede sa pojedinim sustavom u 25 godina u odnosu na klasični sustav te je prikazan indeks ukupne potrošnje.

## 5. ZAKLJUČAK

Završnim radom bilo je potrebno istražiti sustave za grijanje stambene zgrade sunčevom energijom te na temelju poznatih tehničkih karakteristika i mogućnosti sustava odabrati optimalan sustav za stambenu zgradu.

Kao zaključak se iznosi da je optimalno rješenje za stambenu zgradu kao mjera energetske učinkovitosti za sustav grijanja, pripreme tople vode i proizvodnje električne energije i to Split dizalica topline (toplinska pumpa) zrak/voda i to „Toplotna pumpa monofazna Viessmann Vitocall 111-S“ sa volumenom spremnika od 220 litara. Ova ponuda sadrži i Paket Viessmann Vitovolt 300 sa 10 panela za proizvodnju električne energije putem sunčeve energije kao solarna elektrana od 3 kW. Ova ponuda sastavljena je za sustav grijanja, PTV i proizvodnju električne energije kako bi sustav grijanja mogao imati napajanje iz obnovljivih izvora energije. Godišnja potrošnja standardnih energenata iznosi 5.765,23 kn, a ispuštanje godišnje emisije CO<sub>2</sub> u zrak iznosi 2.513,55 kg. Nakon ugradnje ovog sustava na stambenu zgradu godišnja potrošnja energenata iznosi 0 kn, dok bi ispuštanje CO<sub>2</sub> na godišnjoj razini iznosilo 235,09 kg. Za ovaj sustav poboljšanja energetske učinkovitosti za stambenu zgradu ponuda iznosi 115.336,20 kn sa PDV-om.

Ušteda za ovu ponudu u 25 godina iznosi 78.816,85 kn u odnosu na klasični sustav grijanja, PTV i proizvodnje električne energije dok je ispuštanje u 25 godina CO<sub>2</sub> = 5.875,00 kg što znači da je cca 10,5 puta manje u odnosu na klasični sustav tj. ispuštanje nakon korištenja klasičnih energenata. Zbog svega navedenog odabire se ova ponuda kao optimalno rješenje sustava grijanja, PTV i proizvodnje električne energije za stambenu zgradu.

Projekti energetske učinkovitosti vrlo su efikasni i isplativi pri gradnji novog objekta ili rekonstrukciji postojećeg objekta. Također su vrlo efikasni pri ugradnji na objekt koji je velik potrošač energenata te u kojem se pojavljuju transmisijski gubici u vanjski okoliš. Pretpostavljamo da će tijekom narednog perioda ova ponuda biti još više isplativija zbog sve više toplijeg vremena na ovome području.

## LITERATURA

Alternativ Energia, dostupno na <https://www.alternativenergia.hu/wpcontent/uploads/201/09/passzivhaz-szolgalatokatol-fuggetlenul1-1.jpg> (pristupljeno 16.03.2020.)

ANDRASSY, M. ET.AL. (2010) *Priručnik za energetske certifikiranje zgrada*, Zagreb, Program Ujedinjenih naroda za razvoj – UNDP

Belmet, dostupno na <https://www.belmet97.hr/image/1442/4> (pristupljeno 16.03.2020.)

BRSTILO, I., NEKIĆ, T. (2014) *20 Primjera dobre prakse energetske učinkovitosti*, Zagreb, Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

BUDIN, R., MIHELIĆ BOGDANIĆ, A. (2013) *Izvori i gospodarenje energijom u industriji*, Zagreb, Element d.o.o.

ČUPIN, N. (2013) *Nova energetika – energetika u službi gospodarstva*, Zagreb, Udruga za razvoj Hrvatske

DOVIĆ, D. ET. AL. (2017) *Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijskih i klimatizacijskih sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade*, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje

E- learning, dostupno na <https://e-learning.gornjogradska.eu/wpcontent/uploads/2016/10/30-3.png> (pristupljeno 17.03.2020.)

Flamtron, *Solar autonomni*, dostupno na <https://flamtron.hr/solar/images/solar/autonomni.jpg> (pristupljeno 18.03.2020.)

GORAN, G. ET.AL. (1998) *Nacionalni energetske program*, Zagreb, Energetski institut „Hrvoje Požar“

Gradimo Zadar, *Pasivna kuća*, dostupno na [https://www.gradimozadar.hr/images/stories/com\\_form2content/p1/f1518/Pasivna\\_kua\\_Olib\\_2.jpg](https://www.gradimozadar.hr/images/stories/com_form2content/p1/f1518/Pasivna_kua_Olib_2.jpg) (pristupljeno 16.03.2020.)

Grijanje Nikolić, *Auro STEPpro shema*, dostupno na [https://www.grijanje-nikolic.hr/imgproizvodi/auroSTEPpro\\_shema.jpg](https://www.grijanje-nikolic.hr/imgproizvodi/auroSTEPpro_shema.jpg) (pristupljeno 17.03.2020.)

HORVAT, I. ET. AL. (2014) *Informativna brošura o obnovljivim izvorima energije namijenjena građanima, poduzetnicima i obrtnicima na području Ivanić-Grada*, Zagreb, Zagrebačka županija

HRASTNIK, B. ET.AL. (1998) *Program korištenja energije sunca – prethodni rezultati i buduće aktivnosti*, Zagreb, Energetski institut „Hrvoje Požar“

HRN EN 410:2011 *Staklo u graditeljstvu -- Određivanje svjetlosnih i sunčanih značajka ostakljenja* (EN 410:2011)

HRN EN 673:2011 *Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U vrijednost) -- Proračunska metoda* (EN 673:2011)

HRN EN 674:2012 *Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U-vrijednost) -- Metoda sa zaštićenom vrućom pločom* (EN 674:2011)

HRN EN 1026:2001 *Prozori i vrata -- Propusnost zraka -- Metoda ispitivanja* (EN 1026:2000)

HRN EN ISO 6946:2008 *Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrade -- Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline -- Metoda proračuna* (ISO 6946:2007; EN ISO 6946:2007)

HRN EN ISO 9836:2011 *Standardi za svojstva zgrada -- Definiranje i proračun površina i prostora* (ISO 9836:2011)

HRN EN ISO 10077-1:2008 *Toplinska svojstva prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Općenito* (ISO 10077-1:2006; EN ISO 10077-1:2006)

HRN EN ISO 10077-1:2008/Ispr.1:2010 *Toplinska svojstva prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Općenito* (ISO 10077-1:2006/Cor 1:2009; EN ISO 10077-1:2006/AC:2009)

HRN EN ISO 10211:2008 *Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Toplinski tokovi i površinske temperature -- Detaljni proračuni* (ISO 10211:2007; EN ISO 10211:2007)

HRN EN 12831:2004 *Sustavi grijanja u građevinama -- Postupak proračuna normiranoga toplinskog opterećenja* (EN 12831:2003)

HRN EN ISO 10456:2008 *Građevni materijali i proizvodi -- Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu -- Tablične projektne vrijednosti i postupci određivanja nazivnih i projektnih toplinskih vrijednosti* (ISO 10456:2007; EN ISO 10456:2007)

HRN EN 12207:2001 *Prozori i vrata -- Propusnost zraka -- Razredba* (EN 12207:1999)

HRN EN ISO 12412-2:2004 *Toplinske značajke prozora, vrata i zaslona -- Određivanje koeficijenta prolaska topline metodom vruće komore -- 2. dio: Okviri* (EN 12412-2:2003)

HRN EN ISO 12567-1:2011 *Toplinske značajke prozora i vrata -- Određivanje prolaza topline metodom vruće komore -- 1. dio: Prozori i vrata u cjelini* (ISO 12567-1:2010+Cor 1:2010; EN ISO 12567-1:2010+AC:2010)

HRN EN 12464-1:2012 *Svjetlo i rasvjeta -- Rasvjeta radnih mjesta -- 1. dio: Unutrašnji radni prostori* (EN 12464-1:2011)

HRN EN ISO 13370:2008 *Toplinske značajke zgrada -- Prijenos topline preko tla -- Metode proračuna* (ISO 13370:2007; EN ISO 13370:2007)

HRN EN 13779:2008 *Ventilacija u nestambenim zgradama -- Zahtjevi za sustave ventilacije i klimatizacije* (EN 13779:2007)

HRN EN ISO 13788:2002 *Značajke građevnih dijelova i građevnih dijelova zgrada s obzirom na toplinu i vlagu -- Temperatura unutarnje površine kojom se izbjegava kritična vlažnost površine i unutarnja kondenzacija -- Metode proračuna* (ISO 13788:2001; EN ISO 13788:2001)

HRN EN ISO 13789:2008 *Toplinske značajke zgrada -- Koeficijenti prijelaza topline transmisijom i ventilacijom -- Metoda proračuna* (ISO 13789:2007; EN ISO 13789:2007)

HRN EN ISO 13790:2008 *Energetska svojstva zgrada -- Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora* (EN ISO 13790:2008)

HRN EN 13829:2002 *Toplinske značajke zgrada -- Određivanje propusnosti zraka kod zgrada -- Metoda razlike tlakova* (ISO 9972:1996, preinačena; EN 13829:2000)

HRN EN ISO 14683:2008 *Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Linearni koeficijent prolaska topline -- Pojednostavljena metoda i utvrđene vrijednosti* (ISO 14683:2007; EN ISO 14683:2007)

HRN EN 15193:2008 *Energijska svojstva zgrade -- Energijski zahtjevi za rasvjetu* (EN 15193:2007)

HRN EN 15193:2008/Ispr.1:2011 *Energijska svojstva zgrade -- Energijski zahtjevi za rasvjetu* (EN 15193:2007/AC:2010)

HRN EN 15232:2012 *Energijske značajke zgrada -- Utjecaj automatizacije zgrada, nadzor i upravljanje zgradama* (EN 15232:2012)

HRN EN 15251:2008 *Ulazni mikroklimatski parametri za projektiranje i ocjenjivanje energijskih značajka zgrada koji se odnose na kvalitetu zraka, toplinsku lagodnost, osvjetljenje i akustiku* (EN 15251:2007)

HRS BORKOVIĆ, Ž. ET. AL. (2007) *Energetska učinkovitost u zgradarstvu*, Zagreb, Energetski institut „Hrvoje Požar“ i HEP Toplinarstvo d.o.o. Zagreb

HRS BORKOVIĆ, Ž. ET.AL. (2005) *Vodič kroz energetske efikasne gradnje*. Zagreb, Ministarstvo zaštite i okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva – Uprava za stanovanje, komunalno gospodarstvo i graditeljstvo, Sektor za graditeljstvo i Energetski institut Hrvoje Požar

Indeks, *Heat pipe cijevi*, dostupno na <https://www.index.hr/oglas/UserDoc/Images/oglas/2016/5/3/335089/Heatpipecijevi12030520161203297894.JPG?preset=oglas-slike-view-detaljnoGalOpen2>) (pristupljeno 17.03.2020.)

Interna dokumentacija, Domprojekt d.o.o

Interna dokumentacija, Termofresh „93“

Interna dokumentacija, Tuta blu d.o.o.

Interna dokumentacija, V.L. Automatika d.o.o.

IVIĆ, M., MARJANOVIĆ, T. (2014) *Vodič kroz energetske učinkovitost u kućanstvima*, Split, Energo media servis d.o.o. i Slobodna Dalmacija d.d.

KARADŽA, N., ET.AL. (2009) *Mali vjetroagregati i fotonaponski moduli za autonomne aplikacije na otocima Primorsko – goranske županije*, Rijeka, Javna ustanova Zavod za prostorno uređenje Primorsko – goranske županije

Klimakoncept, *Dizalica topline Klimakoncept*, dostupno na <https://www.klimakoncept.hr/upload/1-slike-klimakoncept/4-dizalice-topline/1-mitsubishi-electric/dizalica-topline-klimakoncept.jpg> (pristupljeno 07.03.2020.)

K-Tim, *Energetska obnova*, dostupno na <https://www.k-tim.hr/wp-content/uploads/2015/09/Energetska-obnova2.png> (pristupljeno 16.03.2020.)

LABUDOVIĆ, B. (2015) *Priručnik za ventilaciju i klimatizaciju- 3.izdanje*, Velika Gorica, Energetika marketing d.o.o.

LABUDOVIĆ B. ET.AL. (2010) *Osnove primjene solarnih toplinskih sustava*, Zagreb, Energetika marketing d.o.o.

LABUDOVIĆ, B. ET.AL (2002) *Obnovljivi izvori energije*, Zagreb, Energetika marketing d.o.o.

MAJDANŽIĆ, LJ. (2010) *Solarni sustavi*, Zagreb, Graphis d.o.o.

MC Solar, *Solarni kolektori*, dostupno na <https://mcsolar.hr/new/wp-content/uploads/2018/04/solarni-kolektori2-velika.pg> (pristupljeno 17.03.2020)

Novi radio, *Energetska obnova kuće*, dostupno na [https://novi-radio.hr/wpcontent/uploads/2018/03/energetska\\_obnova\\_kuce.jpg](https://novi-radio.hr/wpcontent/uploads/2018/03/energetska_obnova_kuce.jpg) (pristupljeno 16.03.2020.)

PAŠIČKO, R., RODIK., D. (2010) *Sunčevi toplinski sustavi za kampove*, Zagreb, DOOR

POTOČNIK, V., LAY, V. (2002) *Obnovljivi izvori energije i zaštita okoliša u Hrvatskoj*, Zagreb, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja Republike Hrvatske

Solarna elektrana, dostupno na <https://solarna-elektrana.hr/> (pristupljeno 17.04.2020.)

SOLDO, V. ET. AL. (2017) *Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790*, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje



Tehnomont Solari, *O solarnim sistemima*, dostupno na [http://www.tehnomontsolari.hr/index/hr/cms\\_staticke\\_list/120/o\\_solarnim\\_sistemima/](http://www.tehnomontsolari.hr/index/hr/cms_staticke_list/120/o_solarnim_sistemima/) (pristupljeno 17.03.2020.)

Tehnomont Solari, *Solarni kombinirani spremnici*, dostupno na [http://www.tehnomontsolari.hr/index/hr/cms\\_staticke\\_list/127/solarni\\_kombinirani\\_spremnici/](http://www.tehnomontsolari.hr/index/hr/cms_staticke_list/127/solarni_kombinirani_spremnici/) (pristupljeno 17.03.2020.)

UDOVIČIĆ, B. (1993) *Energetika*, Zagreb, Školska knjiga d.d.

Velkaton, *Solarna energija*, dostupno na [https://velkaton.ba/wp-content/uploads/2020/01/solarna\\_energija\\_7.jpg](https://velkaton.ba/wp-content/uploads/2020/01/solarna_energija_7.jpg) (pristupljeno 15.03.2020.)

VISSMANN (2018) *Kompaktni cjenik 2018*, Zagreb, Viessmann d.o.o. Hrvatska

VIŠKOVIĆ, A., DE PAOLI, L. (2007) *Ekonomija i politika proizvodnje električne energije – Razlozi i kriteriji javne potpore obnovljivim izvorima energije i Protokol iz Kyota*, Zagreb, Kigen d.o.o.

V. L. Automatika, *Viessmann Vitosol 100FMSV1F 750 L s podrškom za grijanje*, dostupno na <https://vlatomatika.hr/proizvod/viessmann-vitosol-100-fm-sv1f-750-l-s-podrsom-za-grijanje/> (pristupljeno 15.04.2020.)

V. L. Automatika, *Solarno grijanje*, dostupno na <https://vlatomatika.hr/baza-znanja/solarno-grijanje/> (pristupljeno 15.04.2020.)

Web gradnja, dostupno na <https://www.webgradnja.hr/images/clanci/2811/581-new.jpg> (pristupljeno 16.03.2020.)

## POPIS SLIKA, TABLICA I PRILOGA

### Slike:

Slika 1. Izvori energije .....	5
Slika 2. Obnovljivi izvori energije .....	7
Slika 3. Neobnovljivi izvori energije .....	7
Slika 4. Sunčeva energija .....	8
Slika 5. Solarna karta Hrvatske .....	9
Slika 6. Razredi energetske učinkovitosti .....	10
Slika 7. Energetski učinkovit objekt .....	11
Slika 8. Niskoenergetski objekt.....	12
Slika 9. Pasivna kuća .....	14
Slika 10. Aktivna gradnja .....	15
Slika 11. Solarni kolektorski sustav .....	19
Slika 12. Drvna biomasa .....	20
Slika 13. Dizalica topline u objektu .....	21
Slika 14. Solarni pločasti kolektor .....	23
Slika 15. Vakuumski kolektor.....	24
Slika 16. Solarni spremnik topline.....	25
Slika 17. Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode .....	26
Slika 18. Solarni sustav za pripremu potrošne tople vode s crpkom .....	27
Slika 19. Solarni sustav za zagrijavanje bazenske vode s plastičnim apsorberom .....	28
Slika 20. Vrste fotonaponskih sustava.....	29
Slika 21. Samostalni fotonaponski sustav za trošila na istosmjernu struju .....	30
Slika 22. Samostalni fotonaponski sustav za trošila na izmjeničnu struju .....	31
Slika 23. Hibridni fotonaponski sustav .....	32

Slika 24. Fotonaponski sustav priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije.....	33
Slika 25. Fotonaponski sustav izravno priključen na javnu elektroenergetsku mrežu .....	34
Slika 26. Obiteljska kuća .....	37
Slika 27. Tlocrt zgrade.....	38
Slika 28. Dijelovi sustava Viessmann Vitotondens 200T.....	87
Slika 29. Shema sustava i popis dijelova „Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F“ .....	90
Slika 30. Vitosol 100-FM/200-FM .....	90
Slika 31. Shema sustava „Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F“ .....	91
Slika 32. Shema sustava Viessmann Vitocall 111-S AWBT.....	97
Slika 33. Shema sustava sunčeve elektrane „on grid“ .....	100
Slika 34. „On grid“ sustav proizvodnje električne energije .....	100

### **Tablice:**

Tablica 1. Iskaznica energetske svojstva zgrade .....	38
Tablica 2. Temperature zraka po mjesecima (min, max i godišnja temperatura zraka (°C)) .....	48
Tablica 3. Tlak vodene pare (Pa) (po mjesecima i godišnji).....	48
Tablica 4. Relativna vlažnost zraka (%) (po mjesecima i godišnja).....	48
Tablica 5. Brzina vjetra (m/s) (po mjesecima i godišnja).....	48
Tablica 6. Broj dana grijanja (za temperature manje ili jednake od 10, 12 i 15 °C) .....	49
Tablica 7. Globalno sunčevo zračenje (MJ/m <sup>2</sup> ) (po mjesecima i godišnje)....	49
Tablica 8. Namjena zgrade i podjela u toplinske zone .....	50
Tablica 9. Statusi zgrade .....	50
Tablica 10. Podaci geometrijskih karakteristika zgrade .....	50

Tablica 11. Vanjski zidovi 1- VZ .....	51
Tablica 12. Podovi na tlu 1 - PNT_KP (korišteni materijali).....	52
Tablica 13. Podovi na tlu 2 - PNT_Lam (korišteni materijali) .....	52
Tablica 14. Ravni krovovi iznad grijanog prostora 1 – RK (korišteni materijali)53	
Tablica 15. Otvori (prozirni i neprozirni elementi) zgrade (prozori, balkonska i ulazna vrata) .....	53
Tablica 16. Podaci o definiranim prostorijama s najvećim udjelom ostakljenja u površini pročelja.....	54
Tablica 17. Podaci o otvorima koji su uzeti u obzir prilikom navedenog proračuna .....	54
Tablica 18. Sustav grijanja i energent za grijanje zgrade.....	54
Tablica 19. Proračun građevinskih dijelova zgrade.....	55
Tablica 20. Vanjski zidovi 1 - VZ .....	56
Tablica 21. Slojevi građevinskog djela u smjeru toplinskog toka za vanjske zidove 1- VZ .....	56
Tablica 22. Ispravci i dodaci za vanjske zidove 1- VZ.....	57
Tablica 23. Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN 13788) za vanjske zidove 1 – VZ (po mjesecima) .....	57
Tablica 24. Ocjena opasnosti od kondenzacije na okvirima otvora koji se nalaze na ovom građevnom dijelu za vanjske zidove 1 - VZ .....	58
Tablica 25. Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage za vanjske zidove 1 - VZ .....	58
Tablica 26. Podovi u tlu 1 – PNT_KP .....	58
Tablica 27. Slojevi građevinskog djela u smjeru toplinskog toka za podove u tlu 1 -PNT_KP .....	59
Tablica 28. Ispravci i dodaci za podove u tlu 1- PNT_KP .....	59
Tablica 29. Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788) za podove u tlu 1 – PNT_KP.....	59
Tablica 30. Podovi na tlu 2 – PNT_Lam .....	60

Tablica 31. Slojevi građevinskog djela u smjeru toplinskog toka za podove u tlu 2 – PNT_Lam .....	60
Tablica 32. Ispravci i dodaci za podove u tlu 2- PNT_Lam .....	61
Tablica 33. Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788) za podove u tlu 2 – PNT_Lam.....	61
Tablica 34. Ravni krovovi iznad grijanog prostora 1 – RK.....	62
Tablica 35. Slojevi građevnog djela u smjeru toplinskog toka za ravni krov iznad grijanog prostora 1 - RK .....	62
Tablica 36. Ispravci i dodaci za ravni krov iznad grijanog prostora 1 - RK .....	63
Tablica 37. Proračun dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788) za ravni krov iznad grijanog prostora 1 - RK .....	63
Tablica 38. Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage za ravni krov iznad grijanog prostora 1 – RK.....	63
Tablica 39. Vanjski otvori – Sjevero - istok .....	64
Tablica 40. Vanjski otvori – Jugo – istok.....	64
Tablica 41. Vanjski otvori – Sjevero - zapad.....	64
Tablica 42. Vanjski otvori – Jugo - zapad .....	65
Tablica 43. UV.....	65
Tablica 44. Ukupni koeficijent transmisivnih gubitaka .....	65
Tablica 45. Popis građevnih dijelova koji ulaze u proračun $H_D$ .....	66
Tablica 46. Definirani otvori na vanjskom omotaču zgrade .....	66
Tablica 47. Tip građevinskog djela u odnosu na tlo .....	66
Tablica 48. Stacionarni koeficijenti transmisivne izmjene prema tlu po mjesecima za proračun grijanja, $H_{g,m,H}$ [W/K].....	67
Tablica 49. Stacionarni koeficijenti transmisivne izmjene prema tlu po mjesecima za proračun hlađenja, $H_{g,m,C}$ [W/K].....	67
Tablica 50. Podovi u tlu .....	67
Tablica 51. Podaci zgrade.....	68

Tablica 52. Koeficijent transmisijskih gubitaka HT dobiven prema HRN EN ISO 13790 .....	68
Tablica 53. Gubici provjetravanjem .....	69
Tablica 54. Mehanička ventilacija .....	69
Tablica 55. Infiltracija (po mjesecima) .....	70
Tablica 56. Prozračivanje .....	70
Tablica 57. Potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju [kWh] .....	70
Tablica 58. Način grijanja .....	71
Tablica 59. Mjesečni gubici topline [kWh] .....	71
Tablica 60. Godišnji gubici topline [kWh] .....	71
Tablica 61. Solarni toplinski dobici [kWh].....	72
Tablica 62. Rezultati proračuna unutarnjih dobitaka topline .....	72
Tablica 63. Mjesečni unutarnji dobici topline .....	72
Tablica 64. Ukupni dobici topline .....	72
Tablica 65. Mjesečni dobici topline .....	73
Tablica 66. Godišnji dobici topline .....	73
Tablica 67. Potrebna energija za grijanje.....	74
Tablica 68. Potrebna energija za hlađenje.....	75
Tablica 69. Potrebna energija za zagrijavanje vode .....	75
Tablica 70. Rezultati proračuna .....	76
Tablica 71. Rezultati proračuna potrošnje i cijene energenata.....	76
Tablica 72. Rezultati proračuna godišnje emisije CO <sub>2</sub> .....	77
Tablica 73. Rezultati proračuna godišnje primarne energije E <sub>prim</sub> .....	77
Tablica 74. Dnevna potrošnja tople vode u objektu .....	82
Tablica 75. Tehničke specifikacije proizvoda „Viessmann paket Vitosol 100-FM SV1F“ .....	87
Tablica 76. Dijelovi i oprema za grijanje i pripremu tople vode .....	90
Tablica 77. Učinkovitost sustava ponude 1.....	102

Tablica 78. Učinkovitost sustava ponude 2.....	102
Tablica 79. Učinkovitost sustava ponude 3.....	103
Tablica 80. Učinkovitost sustava ponude 4.....	103
Tablica 81. Usporedba sve 4 ponude .....	105

### **Prilozi:**

Prilog 1. Energetski certifikat zgrade .....	43
Prilog 2. Ponuda sustava za grijanje i PTV.....	44
Prilog 3. Ponuda sustava za grijanje i PTV.....	45
Prilog 4. Ponuda za sustav grijanja i PTV te proizvodnju električne energije sunčevom energijom.....	46
Prilog 5. Ponuda i oprema sustava „on grid“.....	47
Prilog 6. Prosječna mjesečna proizvodnja električne energije za sunčevu elektranu od 3,5 kWh.....	48
Prilog 7. Ponuda sustava za grijanje i PTV.....	86
Prilog 8. Ponuda sustava za grijanje i PTV.....	94
Prilog 9. Ponuda za sustav grijanja i PTV te proizvodnju električne energije sunčevom energijom.....	96
Prilog 10. Ponuda i oprema sustava "on grid".....	99
Prilog 11. Prosječna mjesečna proizvodnja električne energije za sunčevu elektranu od 3,5 kWh.....	101

## POPIS KORIŠTENIH KRATICA U RADU

A- godišnja	EPS - ekspandirani polistiren
$A_k$ - ploština korisne površine grijanog dijela zone	$E_{prim}$ - godišnja primarna energija
$A_K^{(m^2)}$ - ploština korisne površine grijanog dijela zgrade	$E_{EL,RES}^{[kWh/a]}$ - godišnja proizvedena električna energija iz OIE na lokaciji zgrade
$A^{[m^2]}$ - oplošje grijanog dijela zgrade	$E_{HW,del}^{[kWh/a]}$ - godišnja isporučena energija za grijanje i PTV
$A_K^{[m^2]}$ - ploština korisne površine grijanog dijela zgrade	$E_{C,del}^{[kWh/a]}$ - godišnja isporučena energija za hlađenje
$A_K^{[m^2]}$ - proračunska korisna površina grijanog dijela zgrade	f – broj osoba
$A_{uk}^{[m^2]}$ - ukupna ploština pročelja	FN - solarni fotonaponski sustav
$A_{wuk}^{[m^2]}$ - ukupna ploština prozora	$f_0^{(m^{-1})}$ - faktor oblika zgrade
B – beton	$f_{H,h}$ - omjer sati u tjednu sa definiranom internom temperaturom
cm- centimetar	$f_{C,day}$ - omjer dana u tjednu sa definiranom internom temperaturom
°C - stupanj Celzijus	$H_D$ - koeficijent transmisije izmjene topline prema vanjskom okolišu
CO <sub>2</sub> - Ugljični dioksid	$H_{g,avg}$ - prosječni koeficijent transmisije izmjene topline prema tlu
D – drvo	$H_U$ - koeficijent transmisije izmjene topline prema negrijanom prostoru
d <sub>g</sub> - broj dana sezone grijanja	
d <sub>ng</sub> - broj dana izvan sezone grijanja	
d <sub>use,tj</sub> – broj dana korištenja sustava u tjednu	
$d'$ – broj dana u promatranom periodu	
DC/AC- izmjenjivač	
E- east	



$H_A$  - koeficijent transmisije izmjene topline prema susjednoj zgradi

$H_{Tr}$  - koeficijent transmisije izmjene topline

$H_{tr,adj}^{[W/(m^2K)]}$ -koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrad

$J$  - džul

Jl - jugo-istok

JZ - jugo-zapad

$km$  - kilometar

K.P. – koeficijent toplinske provodljivosti nesmrznutog tla

kWh - kilovatsat

kWh/a - godišnja primarna energija za rad termotehničkih sustava

$m$  - metar

M - metal

M2 – metal s prekinutim toplinskim mostom

$m^2$  - metar kvadratni

$m^3$  - metar kubni

max- maksimum

M.I. – materijal ispune

mil - milijun

Min - minimum

M.O. – materijal okvira

m/s - metar u sekundi

MW - megavat

mw - mineralna vuna

MWh - megavat sat

N - north

N. P. – nagib plohe

P – PVC

Pa – pascal

PE - folija

PNT - podovi na tlu

PTV - priprema tople vode

RH - Republika Hrvatska

R.I. – rubna izolacija

RK - ravni krov

S - south

SE - solarna elektrana

SI sustav - međunarodni sustav jedinica

SI - sjevero-istok

SZ - sjevero-zapad

UV- ultra ljubičasto

V - volumen

$V_e^{[m^3]}$  - obujam grijanog dijela zgrade

$V^{[m^3]}$  - obujam grijanog zraka

$V_S$ – volumen spremnika	$Q_{C,nd}$ [kWh/a]- godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje
$V_{W,f,day}$ - dnevna potrošnja PVT -a po jedinici	$Q''_{C,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]- godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade
$V_W$ – dnevna potrošnja po osobi	$\vartheta_{Wdel}$ – temperatura PTV
$V_{W,f,day}$ - dnevna potrošnja PVT -a po jedinici	$\vartheta_0$ – temperatura svježe vode
VZ- vanjski zid	$\vartheta_t$ -temperatura tople vode u spremniku
W - vat	$\theta_{W,0}$ - temperatura svježe vode
W - west	$\theta_{int,set,H,g}$ unutarnja temperatura grijanja
WS - vatsekunda	$\theta_{int,set,C}$ - temperatura unutar zgrade tijekom sezone hlađenja
$W$ [kWh/a]- godišnja pomoćna energija za rad termotehničkih sustava	$\theta_{e,mj,max} (^{\circ}C)$ - srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade
XPS - ekstrudirana polistiuretska pjena	$\theta_{e,mj,min} (^{\circ}C)$ - srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade
$Q_{spec}$ - specifični unutarnji dobitak	
$Q_{H,nd}$ [kWh/a] - godišnja potrebna toplinska energija za grijanje	
$Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)] - godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade	
$Q_{int}$ - ukupni unutarnji dobici	

## SAŽETAK

Ovaj rad bavi se problematikom energetske učinkovitosti i time kako na efikasan i povoljan način povećati iskorištenje obnovljivih izvora energije te je vrlo važno poznavati princip rada sustava za povećanje energetske učinkovitosti i to sustava za grijanje i PTV (pripremu tople vode) i proizvodnju električne energijom sunčevom energijom. Kroz ovaj rad prikazati će se obnovljivi i neobnovljivi izvori energije te kroz solarnu kartu Republike Hrvatske dati će se vrijednost srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe. Vrlo je važno da raspoznamo pojmove niskoenergetska, pasivna i aktivna gradnja te kako se može povećati energetska učinkovitost iskorištenjem obnovljivih izvora energije.

Naglasak ovog rada stavljen je na grijanje stambene zgrade sunčevom energijom te je prilikom izrade nekog od projekta energetske učinkovitosti vrlo važno znati snalaziti se u zakonskim regulativama i procedurama a posebice procedurama pri provedbi projekta sustava proizvodnje toplinske energije i procedurama pri provedbi projekta sustava proizvodnje električne energije. Nakon poznavanja zakonskih regulativa i procedura moramo znati kako funkcioniraju solarni sustavi i to solarni toplinski sustavi za grijanje i PTV i solarni fotonaponski sustavi za proizvodnju električne energije.

Na odabranom stambenom objektu izradio se proračun građevinskih dijelova zgrade, proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje te energetski certifikat zgrade. Imajući uvid u energetski certifikat zgrade i znajući tumačiti specifičnu godišnju potrebnu toplinsku energiju za grijanje i specifičnu godišnju primarnu energiju odabrali su se sustavi za povećanje energetske učinkovitosti.

Sustavi koji su se odabrali su sustavi za grijanje i PTV sunčevom energijom i sustavi za proizvodnju električne energije sunčevom energijom. Odabrani sustavi sadrže tehničku dokumentaciju koja uključuje shematske prikaze, dijelove sustava, princip rade te ponudu.

Usporedbom sva četiri sustava za stambenu zgradu odabrao se optimalan sustav za grijanje, PTV i proizvodnju električne energije i to Split dizalica topline (toplinska pumpa) zrak/voda i to „Toplotna pumpa monofazna Viessmann

Vitocall 111-S“ sa volumenom spremnika od 220 litara. Ovaj sustav sadrži i paket Viessmann Vitovolt 300 sa 10 panela za proizvodnju električne energije putem sunčeve energije kao solarna elektrana od 3 kW. Potrošnja standardnih energenata na godišnjoj razini iznosi 5.765,23 kn dok je ispuštanje godišnje emisije CO<sub>2</sub> u zrak 2.513,55 kg. Sa ugradnjom ovog sustava godišnja potrošnja energenata iznosi 0 kn dok je ispuštanje CO<sub>2</sub> = 235,09 kg na godišnjoj razini. Cijena ovog sustava je 115.336,20 kn sa PDV-om, dok ušteda iznosi 78.816,86 kn u 25 godina u odnosu na klasični sustav.

**Ključne riječi:** sunčeva energija, energetska učinkovitost, energetski certifikat, sustav grijanja i PTV, sustav proizvodnje električne energije

## **ABSTRACT**

This paper deals with problematic energy and time in an efficient and cost-effective way to increase the use of renewable energy. It is very important to know the principle of operation of the system for increasing the energy state and the system for heating and DHW (preparation of hot water) and the production of electricity by solar energy. Through this paper, renewable and non-renewable energy sources will be presented and the mean annual irradiation of the horizontal surface will be given through the solar map of the Republic of Croatia. It is very important that we recognize the concepts of low-energy, passive and active construction, and how energy efficiency can be increased through the use of renewable energy sources.

The emphasis of this paper is on heating a residential building with solar energy, and it is very important to know the legal regulations and procedures when designing an energy efficiency project, and in particular the procedures for implementing a project of a heat production system and the procedures for implementing a project of an electricity generation system. After knowing the legal regulations and procedures, we need to know how solar systems work, namely solar thermal systems for heating and DHW and solar photovoltaic systems for electricity generation.

At the selected residential building, the budget of the building components of the building, the calculation of the required energy for heating and cooling and the energy certificate of the building were made. Having insight into the energy certificate of the building and knowing how to interpret the specific annual required heat energy for heating and the specific annual primary energy, systems for increasing energy efficiency were selected.

The systems selected are heating and DHW solar systems and solar energy generation systems. The selected systems contain technical documentation that includes schematics, parts of the system, principle works and offers.

By comparing all four systems for a residential building, the optimal system for heating, DHW and electricity production was selected, namely the Split heat pump (heat pump) air / water, namely the single-phase heat pump Viessmann

Vitocall 111-S with a tank volume of 220 liters. This system also includes the Viessmann Vitovolt 300 package with 10 panels for solar power generation as a 3 kW solar power plant. Consumption of standard energy sources at the annual level amounts to HRK 5,765.23, while the emission of annual CO<sub>2</sub> emissions into the air is 2,513.55 kg. With the installation of this system, the annual energy consumption is 0 kn, while the CO<sub>2</sub> emission is 235.09 kg per year. The price of this system is HRK 115,336.20 with VAT, while the savings amount to HRK 78,816.85 in 25 years compared to the classic system.

**Keywords:** solar energy, energy efficiency, energy certificate, heating and DHW system, electricity production system