

# **Projektiranje i odabir strojarskog termotehničkog sustava stambene zgrade prema nZEB standardu**

---

**Ružić, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/um:nbn:hr:137:977872>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-05-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Tehnički fakultet u Puli



**IVAN RUŽIĆ**

**PROJEKTIRANJE I ODABIR TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA  
STAMBENE ZGRADE PREMA nZEB STANDARDU**

Završni rad

Pula, rujan 2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Tehnički fakultet u Puli



**IVAN RUŽIĆ**

**PROJEKTIRANJE I ODABIR TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA STAMBENE  
ZGRADE PREMA nZEB STANDARDU**

Završni rad

**JMB: 0145003434, izvanredni student**

**Studijski smjer: Proizvodno strojarstvo**

**Predmet: Tehnike grijanja hlađenja i klimatizacije**

**Znanstveno područje: Tehničke znanosti**

**Znanstveno polje: Strojarstvo**

**Znanstvena grana: Procesno energetsko strojarstvo**

**Mentor: red. prof. dr. sc. Bernard Franković**

Pula, rujan 2021.



Tehnički fakultet u Puli

Red. prof. dr. sc. Bernard Franković

**TEHNIKE GRIJANJA HLAĐENJA I KLIMATIZACIJE**  
*(Predmet)*

**ZADATAK TEME ZAVRŠNOGA RADA**

Pristupnik: Ivan Ružić

MBS: 0145003434

Studentu stručnog prediplomskog studija Proizvodnog strojarstva na Tehničkom fakultetu u Puli, izdaje se zadatak za završni rad pod nazivom:

**PROJEKTIRANJE I ODABIR STROJARSKOG TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA STAMBENE ZGRADE PREMA nZEB STANDARDU**

**Sadržaj zadatka:**

**Uvod**

Dati osvrt prijašnjeg standarda u odnosu na nZEB standard projektiranja.

Dati osvrt na zakonodavni okvir za nZEB zgrade

Opisati kriterije za zgrade gotovo nulte energije (nZEB).

Dati osvrt na projektiranje i projektne parametre nZEB zgrade.

Dati osvrt na učinkovitost termotehničkih sustava i njihov utjecaj na isporučenu energiju

Napraviti izračun potrebitih energija za nZEB zgradu sa računalnim programom.

Dati osvrt na obnovljive izvore energije te njihova integracija sa termotehničkim sustavom

Bilanciranje i odabir optimalanog termotehničkog sustava za projektiranu zgradu

**Zaključak**

Rad obraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Sveučilišta u Puli.

**Izvanredni, Proizvodno strojarstvo**

*(redovni ili izvanredni, proizvodno strojarstvo)*

**Datum: 21.01.2021.**

**Potpis nastavnika**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Prof. dr. sc. Bernard Franković", is written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and cursive.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Ivan Ružić, kandidat za prvostupnika ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mojega 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 nedozvoljeni 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.

Student

---

Ivan Ružić



## IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, Ivan Ružić dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom

### **PROJEKTIRANJE I ODABIR TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA STAMBENE ZGRADE PREMA nZEB STANDARDU**

koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cijeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile 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.

Potpis

---

Ivan Ružić

## **SAŽETAK**

Završni rad naslova *Projektiranje i odabir termotehničkog sustava stambene zgrade prema nZEB standardu* na studiji slučaja stambene zgrade u novogradnji, na lokaciji grada Poreča uz teorijsku osnovu koja se osvrće na zakonodavne okvire i projektne parametre nZEB standarda, obrađuje proces projektiranja termotehničkih sustava.

Prema smjernicama za zgrade gotovo nulte energije (2019), odabir termotehničkih sustava i energenata uvelike utječe na energetsko svojstvo zgrade i ispunjavanje zahtjeva za zgradu gotovo nulte energije. Iste smjernice ukazuju da ispunjavanje uvjeta za nZEB zgrade može postići različitim kombinacijama tehničkih sustava i korištenjem različitih energenata. Bilanciranje i odabir optimalnog termotehničkog sustava na stambenoj zgradi u novogradnji, u ovom je radu izrađen u programu Thorium A+. (Autor programa: Thorium Software d.o.o.)

Analizirani termotehnički sustavi (klima multisplit sustav, dizalica topline, i kotao na pelet) na primjeru odabrane stambene zgrade udovoljavaju nZEB standardu, osim kotla na plin što ne znači da je taj sustav neprihvatljiv u nekoj drugoj izvedbi i/ili na drugoj klimatskoj lokaciji. U namjeri da se izradi detaljna i sveobuhvatna analiza, u obzir su uzeti i dodatni kriteriji:

- a) visina ulaganja u termotehnički sustav
- b) potrošnju energije i ekološki i održivi aspekti

Analiza dodatnih kriterija ukazuje da je termotehnički sustav sa dizalicom topline zrak/voda najprihvatljivija varijanta za odabranu stambenu zgradu u novogradnji.

Ključne riječi: termotehnički sustavi, nZEB standard, Thorium A+, primarna energija, isporučena energija.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. RAZVOJ STANDARDA O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ENERGETSKO SVOJSTVO ZGRADE .....</b>	<b>6</b>
<b>4. KRITERIJI ZA ZGRADE GOTOV NULTE ENERGIJE (nZEB) .....</b>	<b>7</b>
4.1. Potrebna energija za nZEB zgrade .....	9
4.2 Učinkovitost termotehničkih sustava i njihov utjecaj na isporučenu i primarnu energiju.....	11
<b>5. IZRAČUN POTREBNIH ENERGIJA ZA nZEB ZGRADU SA RAČUNALNIM PROGRAMOM.....</b>	<b>13</b>
5.1. Opis stambene zgrade .....	14
5.2. Definiranje opcija pristupačnih energetskih uvjeta .....	16
5.3. Definiranje klimatskih uvjeta.....	17
Kao što je vidljivo iz slike 8. ovaj računalni program u obzir uzima srednju vlažnost zraka, srednju temperaturu i srednju brzinu vjetra. ....	18
5.4. Definiranje zone za izradu termotehničkih sustava .....	18
5.5. Definiranje slojeva građevinskih dijelova .....	21
<b>6. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE TE NJIHOVA INTEGRACIJA S TERMOTEHNIČKIM SUSTAVOM .....</b>	<b>24</b>
<b>7. BILANCIRANJE I ODABIR OPTIMALNOG TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA ZA PROJEKTIRANU ZGRADU.....</b>	<b>26</b>
7.1. Termotehnički klima multi split sustav za grijanje i hlađenje te spremnikom sa integriranim dizalicom topline za pripremu potrošne tople vode.....	27
7.2. Dizalica topline zrak/voda za grijanje i hlađenje te za pripremu potrošne tople vode .....	29
7.3. Kotao na pelet za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje.....	32
7.4 Kondenzacijski plinski kotao za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje.....	34
7.5. Usporedba i odabir termotehničkog sustava za grijanje i hlađenje .....	37
<b>8. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>41</b>
<b>PRILOZI.....</b>	<b>44</b>
<b>POPIS LITERATURE.....</b>	<b>54</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>54</b>
<b>POPIS TABLICA.....</b>	<b>56</b>
<b>POPIS GRAFIKONA .....</b>	<b>56</b>
<b>POPIS PRILOGA .....</b>	<b>43</b>

## 1. UVOD

Procijenjeno je da se u zgradama potroši otprilike četrdeset posto od ukupno proizvedene energije u Europskoj uniji pa tako i u Republici Hrvatskoj (<https://www.fzoeu.hr/hr/enu-u-zgradarstvu/7571>) što predstavlja svojevrsni izazov u smanjenju potrošnje energenata te smanjenju emisije štetnih plinova. Navedeno čini polazište za izradu ovog završnog rada čiji je fokus na nZEB projektiranju i odabiru strojarskog termotehničkog sustava prema nZEB standardu na primjeru moderne stambene zgrade. nZEB projektiranje podrazumijeva interdisciplinarni pristup (projektanti arhitekture, građevinski projektanti, projektanti strojarskih termotehničkih sustava, projektanti elektroinstalacija) s namjerom postizanja visokih energetskih svojstava zgrada odnosno smanjenje toplinskih ventilacijskih i transmisijskih gubitaka. Energetski kvalitetno projektirana zgrada kao rezultat ima; nisku energetsku potrošnju i korištenje energije iz obnovljivih izvora, uz što nižu finansijsku investiciju što se odražava troškovnim optimalnim rješenjem koje zadovoljava nZEB standard. Što znači zadovoljiti nZEB standardu?

Prvenstveno znači zadovoljiti dva uvjeta i to da stambene zgrade:

1. Mogu trošiti maksimalno 45 kWh godišnje po metru kvadratnom korisne (grijane) površine u djelu kontinentalne Hrvatske a 35 kWh godišnje u djelu primorske Hrvatske.
2. Koriste minimalno 30 % obnovljive energije u odnosu na isporučenu energiju.

Uvezši u obzir aspekte dostupnosti energenata na lokaciji/zemljишtu, tehničke mogućnosti ugradnje pojedinih sustava i visinu investicije, ovaj rad je usmjeren na usporedbu četiri strojarska termotehnička sustava:

1. sustav dizalica topline zrak-voda za grijanje i hlađenje i pripremu potrošne tople vode (dalje u radu: sustav DT-z/v),
2. sustav kotao na pelet za grijanje i pripremu tople vode i klima multisplit sustavom za hlađenje (dalje u radu: sustav na pelet),
3. kondenzacijski plinski bojler za grijanje i pripremu potrošne tople vode i klima multisplit sustavom za hlađenje (dalje u radu: sustav na plin),

4. multi split klima uređaji za grijanje i hlađenje te spremnik sa dizalicom topline za pripremu potrošne tople vode i električnim radijatorima za grijanje kupatila (u dalnjem tekstu klima multisplit sustav)

koji udovoljavaju tim kriterijima zadovoljavajući pritom nZEB standarde. Sve navedeno čini temelj za postavljanje ključnih hipoteza ovog rada:

**H1: Sustav multi split klima za grijanje i hlađenje, spremnikom sa integriranom dizalicom topline za pripremu potrošne tople vode i električnim radijatorima za grijanje kupatila je troškovno optimalnije rješenje koje zadovoljava nZEB standard u odnosu na odabrana tri sustava (sustav kotao na pelet, sustav kotao na plin i sustavom DT-z/v).**

**H2: Sustav multi split klima za grijanje i hlađenje i spremnika sa integriranom dizalicom topline za pripremu potrošne tople vode i električnim radijatorima za grijanje kupatila je ekološki optimalnije rješenje koje zadovoljava nZEB standard u odnosu na odabrana tri sustava (sustav kotao na pelet, sustav kotao na plin i sustavom DT-z/v).**

Testiranje hipoteza se provodi u analitičkom dijelu rada i to na način da se izrađuju izračuni potrebitih energija za nZEB zgradu sa računalnim programom (poglavlje 5) te Bilanciranje i odabir optimalanog termotehničkog sustava za projektiranu zgradu (poglavlje 7).

U teorijskom dijelu se daje osvrt prijašnjeg standarda u odnosu na nZEB standard projektiranja, na zakonodavni okvir za nZEB zgrade, na projektiranje i projektne parametre nZEB zgrade, na učinkovitost termotehničkih sustava i njihov utjecaj na isporučenu energiju na obnovljive izvore energije te njihova integracija sa termotehničkim sustavom. Nadalje, u drugom poglavlju opisuje kriterije za zgrade gotovo nulte energije (nZEB).

Teorijski i analitički dio rada za cilj imaju sljedeće:

- objediniti na jednom mjestu ključne spoznaje o specifičnosti projektiranja prema nZEB standardu

- primijeniti tehnologiju softvera thorium+ za izračun energetskog svojstva stambene zgrade
- utvrditi troškovno i ekološki optimalno termotehničko rješenje za odabranu stambenu zgradu na lokaciji u poreču što u konačnici može poslužiti za buduće usporedbe za slične zgrade na sličnim lokacijama
- izraditi smjernice koje čine polazište za donošenje odluke investitora o odabiru termotehničkog rješenja navedene stambene zgrade.

U izradi rada su se kombinirale dvije metode:

- metoda sekundarnog istraživanja dostupne i relevantne literature u području energetske učinkovitosti, obnovljivih izvora energije i nZEB projektiranja (teorijski dio)
- komparativna metoda putem računalnog izračuna i finansijske analize s ciljem usporedbe četiri strojarska termotehnička sustava (analitički dio).

## 2. RAZVOJ STANDARDA O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

Početak propisa o toplinskoj zaštiti zgrada u Republici Hrvatskoj započelo je krajem sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća u kojima je bilo definirano samo ograničenje koeficijenata prolaza topline građevnih dijelova ovisno o klimatskoj zoni.

Kraj osamdesetih se smatra početkom definiranja zahtjeva prema toplinskoj zaštiti zgrade u cjelini.

U godinama koje su uslijedile sve više su se počeli pooštravati zahtjevi na građevinske dijelove kao i na zgradu u cjelini odnosno arhitektonsko građevinske zahtjeve što se nije odnosilo i na razvoj termotehničkih sustava. Do početka 21. stoljeća termotehnički sustavi su bili pretežito na fosilna goriva i bilo je propisano vrlo malo zahtjeva za iste. Glavni zahtjevi odnosili su se na toplinsko izoliranje cjevovoda, na zabranu korištenja elektro otpornog sustava grijanja kao i na zabranu ugradnje ogrjevnih tijela ispred prozirnih vanjskih površina bez dodatne stražnje toplinske izolacije.

Direktivom 2010/31/EU Europskog parlamenta i vijeća iz 2010. godine koja se odnosi na energetsku učinkovitost zgrada želi se postići da se utvrde konkretnе mjere za ostvarivanje velikih ušteda energije na postojećim zgradama a isto tako da buduće zgrade budu energetski učinkovitije, a sve u cilju smanjenja potrošnje energije i emisije stakleničkih plinova. U navedenoj direktivi po prvi put se spominje pojam zgrade gotovo nulte energije ili nZEB (engl. *near zero energy building*).

Republika Hrvatska je prema navedenoj direktivi, pet godina kasnije (2015. godine) donijela tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama koji se temelji na nZEB standardu koji će detaljnije biti opisan u poglavlju 3.

Bitno je napomenuti da se u tehničkom propisu iz 2015. godine navodi da se u značajnoj mjeri energija potrebna za zgradu dobiva iz obnovljivih izvora što će, nadalje u izračun energetskog svojstva zgrade uvodi se proračun primarne energije koja je značajna za projektiranje i odabir termotehničkog sustava. O obnovljivim izvorima energije kao i o primarnoj energiji detaljnije će biti opisano u poglavlju 4 i 5.

Evidentno je da je došlo do postroženja energetskog standarda te je važno naglasiti da se energetska učinkovitost više ne vrednuje samo kroz arhitektonsko-građevinske

zahtjeve nego i kroz termotehničke i ostale zahtjeve koje donose nisku potrošnju energije a kroz nižu potrošnju energije smanjujemo i emisiju ugljičnog dioksida što u konačnici znači i očuvanje okoliša koje je postala važna tema na globalnoj razini.

### 3. ENERGETSKO SVOJSTVO ZGRADE

Energetsko svojstvo zgrade je izračunata ili izmjerena količina energije koja je potrebna za zadovoljavanje potrebe za energijom, a koja uključuje energiju koja se koristi za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu tople vode i osvjetljenje.

Odabir termotehničkog sustava i energenata bitno utječe na energetsko svojstvo zgrade i ispunjavanje zahtjeva za nZEB zgradu. Važno je napomenuti da se ispunjavanje uvjeta za dobivanje zgrade gotovo nulte energije može se postići različitim kombinacijama odabira termotehničkih sustava i energenata tj. ne postoji u propisima definiran termotehnički sustav ili energet već smo propisani zahtjevi na energetsko svojstvo zgrade s kojim se osigurava da zgrada ispunjava sve uvjete nZEB zgrade.

Za odabir termotehničkog sustava uzimamo u obzir više čimbenika i to:

- dostupnost energenata na lokaciji zgrade
- lokacija zgrade
- cijena samog sustava
- ekološki prihvatljiv

Cijena uvijek ima vrlo veliki utjecaj na odabir tehničkog sustava. U većini slučajeva zgrada može ispunjavati uvjete nZEB standarda, ali ključno pitanje je, uz koju cijenu investicije? Najsuvremenije i visokoučinkovite tehnologije koje predstavljaju veliku finansijsku investiciju, često budu prvi odabir projektanata i iako zadovoljavaju zakonske regulative i uvjete, riječ je o rješenjima koja nisu troškovno optimalna. Cilj bi trebao biti da se nZEB zgrada postigne uz troškovno optimalna rješenja u kojima će se uzeti u obzir ekološka i održiva komponenta opreme i materijala.

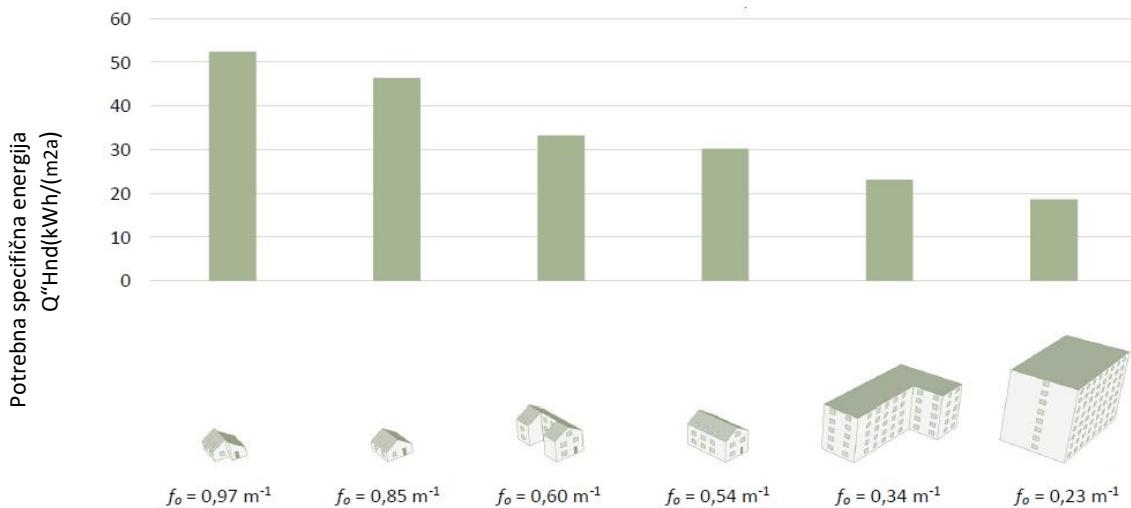
S obzirom na razne mogućnosti u odabiru samih termotehničkih sustava u ovom radu obradit će se 4 različita termotehnička sustava koji zadovoljavaju gore navedenim čimbenicima i pri čemu će se testirati postavljene hipoteze.

## 4. KRITERIJI ZA ZGRADE GOTOVO NULTE ENERGIJE (nZEB)

Prema službenom listu Europske unije (L 153, 19.5.2010., str. 13) zgrada gotovo nulte energije je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva. Ta niska količina energije trebala bi se u značajnoj mjeri pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u neposrednoj blizini. Prema toj definiciji nZEB zgrada mora udovoljavati sljedećim zahtjevima o:

- vrsti (namjeni) zgrade koju možemo podijeliti na:
  - obiteljska kuća,
  - višestambena zgrada,
  - uredska zgrada,
  - zgrada za obrazovanje,
  - zgrada trgovine (na veliko i malo),
  - hotel i restoran,
  - bolnica,
  - sportska dvorana,
  - ostale nestambene zgrade.
- lokaciji zgrade koja može biti:
  - primorska
  - kontinentalna
- faktoru oblika zgrade:  
koji predstavlja omjer oplošja i volumena grijanog dijela zgrade (gubici topline kroz oplošje grijanog djela zgrade bit će manji što je ploština oplošja grijanog dijela zgrade manja u odnosu na obujam grijanog dijela zgrade. Nižu vrijednost faktora oblika imaju kompaktnije i veće zgrade što prikazuje grafikon 1.)

Grafikon 1. Faktori oblika prema veličini i razvedenosti zgrade i potrebna energija za grijanje



Izvor: <https://mpgi.gov.hr>

- godišnjom potrebnom toplinskom energijom za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade,  $Q''H,nd$  [kWh/(m<sup>2</sup>·a)],
- godišnjom primarnom energijom po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade Eprim [kWh/(m<sup>2</sup>·a)] koja ovisno o namjeni uključuje energiju za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu potrošne tople vode i rasvjetu,
- minimalnim udjelom isporučene energije podmirenim iz obnovljivih izvora energije,
- ispunjavanjem zahtjeva o zrakopropusnosti koji se dokazuje ispitivanjem na zgradi prije tehničkog pregleda zgrade.

Svi navedeni zahtjevi implementirani su u algoritmima koje je propisalo Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine Republike Hrvatske za izračun energetskih svojstava zgrade kojima se koristi računalni program ThoriumA+ a koji je korišten testiranje postavljenih hipoteza. Računalni program ThoriumA+ detaljnije se opisuje u poglavlju 5.

#### 4.1. Potrebna energija za nZEB zgrade

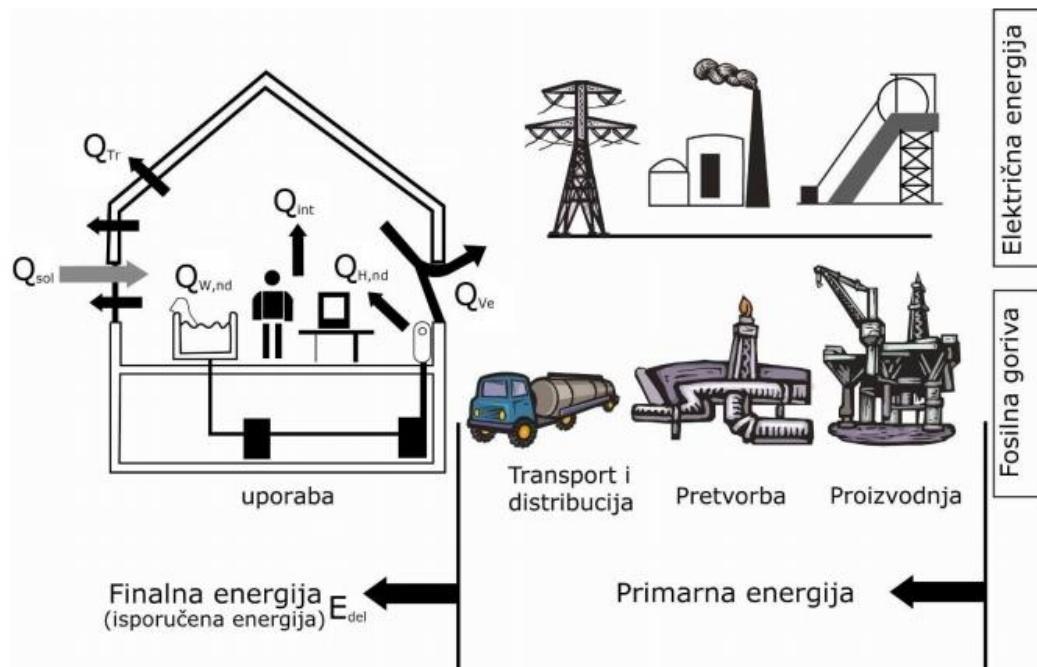
Prema smjernicama za zgrade gotovo nulte energije (2019), u projektiranju termotehničkih sustava za nZEB zgrade razlikuje se nekoliko pojma energija:

- **Energiju za grijanje** koja definira potrebnu količinu toplinske energije koju je potrebno osigurati unutar kondicioniranog prostora kako bi se u njemu održala minimalna željena temperatura. Potrebna energija za grijanje označava se s  $Q_{H,nd}$ , a izražava u kWh/god ili kWh/a. Specifična potrebna energija za grijanje označava se s  $Q''_{H,nd}$ , a izražava u kWh/m<sup>2</sup>·a.
- **Energiju za hlađenje** koja definira količinu topline koju je potrebno odvesti iz kondicioniranog prostora kako bi se u njemu održala željena temperatura. Potrebna energija za hlađenje ovisi o istim uvjetima kao i potrebna energija za grijanje. Specifičnu potrebnu energiju za hlađenje označava s  $Q''_{C,nd}$ , a izražava u kWh/m<sup>2</sup>·a.
- **Energiju za potrošnu topalu vodu** koja definira količinu energije koju je potrebno predati sanitarnoj vodi kako bi postigla zahtijevanu temperaturu. Prema Tehničkom propisu, potrebna toplinska energija za pripremu potrošne tople vode određuje se projektom ili prema Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama. Potrebnu energiju za pripremu potrošne tople vode označava se s  $Q_w$ , a izražava u kWh/god.
- **Isporučenu energiju** koja definira količinu energije koju je potrebno isporučiti zgradi za rad tehničkih sustava. Količina isporučene energije ovisi o potrebnoj energiji i učinkovitosti termotehničkog sustava. Ovisno o namjeni zgrade isporučena energija računa se za sustave grijanja, hlađenja, pripreme potrošne tople vode, mehaničke ventilacije i rasvjete. Isporučenu energiju označava se s  $Edel$ , a izražava u kWh/god.
- 
- **Primarnu energiju** koja definira energiju sadržanu u emergentu uključivo s utrošenom energijom za prikupljanje (iskapanje), obradu i transport emergenta

do korisnika. Primarna energija označava se s  $E_{\text{prim}}$ , a računa se kao umnožak isporučene količine energenta za tehnički sustav i faktora primarne energije.

Slika 1 pokazuje nastanak primarne i isporučene energije, te ukazuje da je primarna energija, energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrnuta niti jednom postupku pretvorbe.

Slika 1. Prikaz primarne i isporučene energije



Izvor: Berković-Šubić, M. (2013). *Proračun isporučene i primarne energije obiteljske kuće sa sunčanim toplovodnim sustavom*. Diss. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje.

Vrijednost faktora primarne energije određuje se prema svom utjecaju na okoliš prilikom eksplotacije samog energenta. Faktore primarne energije određuje svaka država članica za sebe. Oni su određeni prema svom utjecaju na okoliš ili prema energetskim ciljevima države. Obnovljivi energenti imaju niske vrijednosti, dok neobnovljivi energenti imaju visoke vrijednosti faktora primarne energije. U tablici 1 prikazani su energenti sa pripadajućim faktorom primarne energije i emisije CO<sub>2</sub>.

Iz tablice je vidljivo da sunčeva energija ima faktor primarne energije 0,000 dok električna energija ima faktor 1,614, drveni pelet ima 0,123 a prirodn plin 1.095. Navedeni faktori upotrebljavat će se u proračunima za testiranje hipoteze.

Tablica 1. Energenti sa pripadajućim faktorom primarne energije i emisije CO<sub>2</sub>

Energent	Faktor primarne energije [-]	Emisija CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /GJ]	Emisija CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> /MWh]
Kameni ugljen	1,0381	95,49	343,78
Mrki ugljen	1,0540	98,09	353,14
Liqnit	1,0814	105,13	378,48
Ogrijevno drvo	1,0000	8,08	29,09
Drveni briketi	1,0000	9,10	32,76
Drveni peleti	0,123	9,56	34,4
Drvena sjecka	0,154	11,76	42,35
Drveni ugljen	1,000	7,27	26,17
Sunceva energija	0,000	0,00	0,00
Geotermalna energija	0,000	0,00	0,00
Prirodni plin	1,095	61,17	220,20
UNP	1,160	72,47	260,88
Petrolej	1,033	73,54	264,73
Ekstra lako loživo ulje	1,138	83,21	299,57
Loživo ulje	1,130	86,20	310,31
Električna energija	1,614	65,22	234,81

Izvor: <https://mpgi.gov.hr>

- **Energiju iz obnovljivih izvora** koja je proizvedena iz nefosilnih izvora tj. sunca, vjetra, mora, biomase itd.

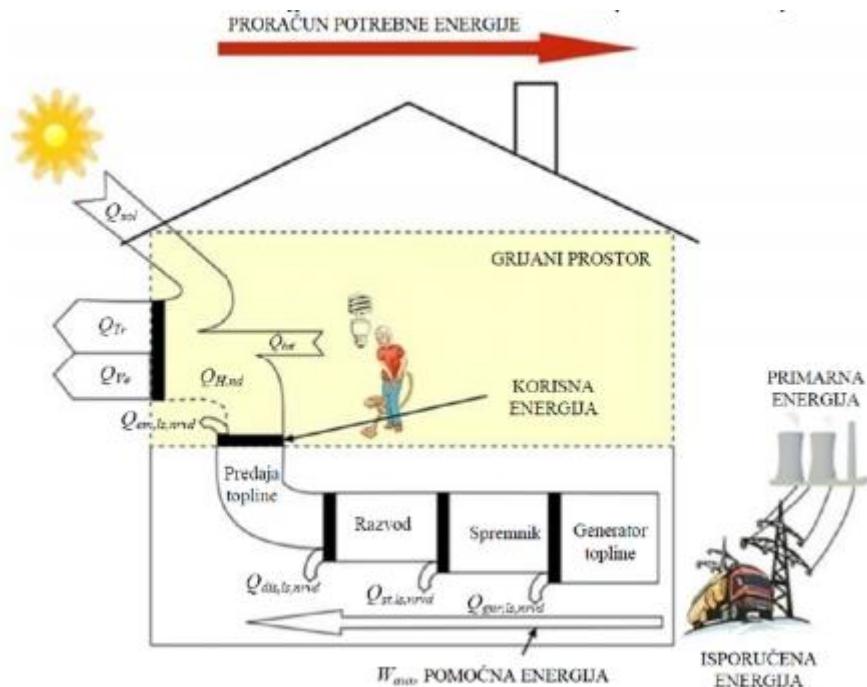
## 4.2 Učinkovitost termotehničkih sustava i njihov utjecaj na isporučenu i primarnu energiju

Svaki sustav pa tako i termotehnički (slika 2), ima svoje gubitke. Gubici sustava sastoje se od gubitaka podsustava proizvodnje (kotla, cjevovoda) i emisije (ogrijevnih tijela, regulacije). Zbog tih nesavršenosti dio energije se neizbjegno gubi pa se učinkovitost termotehničkog sustava računa kao omjer energije koju je sustav predao prostoru i energije koja je isporučena samom sustavu.

Cjelokupna isporučena energija ovisi o potrebnoj energiji i učinkovitosti sustava, što znači da će primjenom učinkovitih sustava i sustava koji koriste obnovljivu energiju, isporučena energija biti manja pa tako i primarna energija što će u konačnici značiti zadovoljavanje jednog od uvjeta nZEB projektiranja.

Na slici 2 prikazani su gubici termotehničkog sustava koji utječu na količinu primarne i isporučene energije.

Slika 2. Gubici termotehničkog sustava



Izvor: [http://www.encert-eihp.org/wp-content/uploads/2014/11/2-Algoritam\\_GrijPTV-2012\\_09.pdf](http://www.encert-eihp.org/wp-content/uploads/2014/11/2-Algoritam_GrijPTV-2012_09.pdf)

Računalni program Thorium A+ također uzima u proračun gubitke termotehničkog sustava koji su definirani algoritmom a sve kako bi dobili što preciznije rezultate efikasnosti pojedinog termotehničkog sustava.

## 5. IZRAČUN POTREBNIH ENERGIJA ZA nZEB ZGRADU SA RAČUNALNIM PROGRAMOM

Računalni program s kojim se u ovom radu provodi izračun potrebne energije za nZEB zgradu je ThoriumA+ kojeg je razvila tvrtka Thorium softwere d.o.o. u suradnji sa Ministarstvom prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine i Fakulteta strojarstva i brodogradnje iz Zagreba.

ThoriumA+ je računalni program u kojem je razvijen algoritam s kojim se automatski dobiva potrebne energije za grijanje i hlađenje za pripremu potrebne potrošne tople vode, rasvjetu i sustave grijana, ventilacije i klimatizacije (slika 3).

Slika 3. Thorium A+ računalni program



Izvor: <http://thoriumaplus.com/upoznajte-thorium-kroz-kratki-video/>

Nadalje, navedenim programom mogu se uspoređivati razni termotehnički sustavi pri čemu se omogućava odabirati najoptimalnijeg sustava za određenu zgradu.

Da bi ovaj računalni program mogao izračunati sve što je potrebno, ključni koraci u tom procesu su:

1. opis općih podataka o stambenoj zgradi (poglavlje 5.1.)

2. definiranje opcija pristupačnih energenata (poglavlje 5.2.)
3. definiranje klimatskih uvjeta (poglavlje 5.3.)
4. definiranje zone za izradu termotehničkih sustava (poglavlje 5.4.)
5. definiranje slojeva građevinskih dijelova (poglavlje 5.5.)

Navedeni koraci služe kao struktura za analitički dio ovog rada na odabranoj stambenoj zgradi u novogradnji s ciljem odabira optimalnog termotehničkog sustava.

## 5.1. Opis stambene zgrade

Zgrada će se graditi u gradu Poreču i sastoji se od prizemlja i prvog kata na kojem su smještena dva stana. U nastavku, slika 4 prikazuje stambenu zgradu ukupne neto površine od 145 m<sup>2</sup> po stanu koja se vodi kao projekt pod nazivom *Mali Maj (Z1)*.

Slika 4. Stambena zgrada u Poreču „Mali Maj (Z1)“



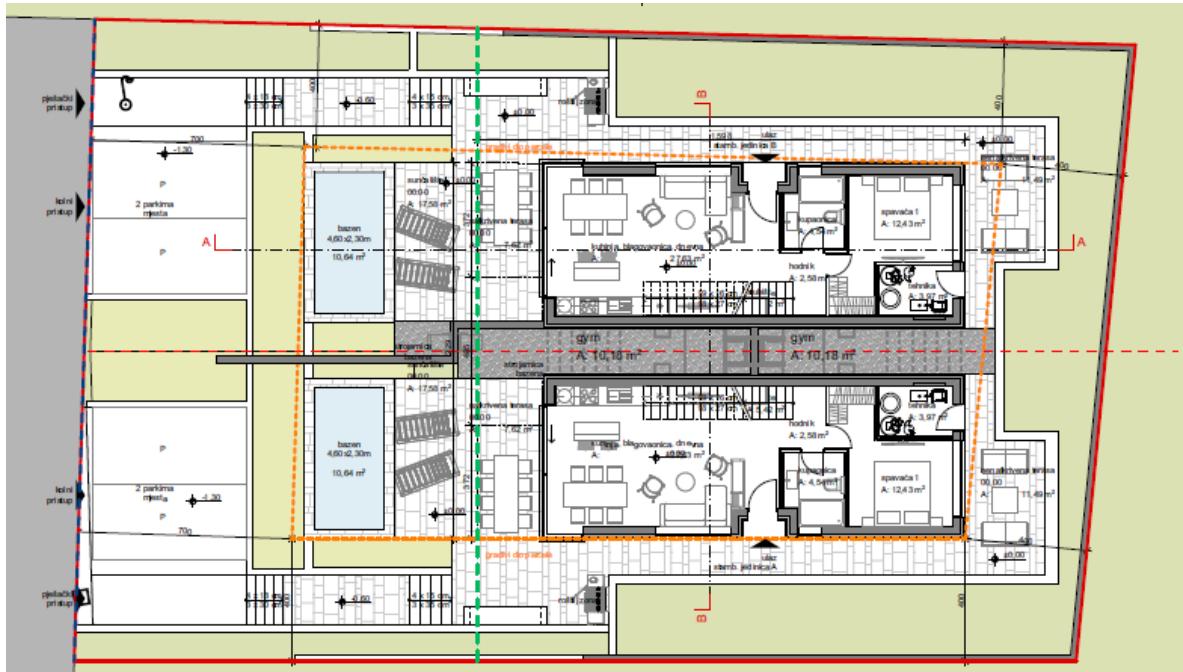
Izvor: Idejni projekt Outlier d.o.o.

U prizemlju stanova stambene zgrade (slika 5 i ) smješteni su:

- kuhinja, blagovaona i dnevni boravak (27,63 m<sup>2</sup>)
- hodnik (2,58 m<sup>2</sup>)
- stubište (2 m<sup>2</sup>)

- soba 1 (12,43 m<sup>2</sup>)
- kupaonica (4,54 m<sup>2</sup>)
- tehnička soba (3,97 m<sup>2</sup>).

Slika 5. Tlocrt prizemlja zgrade Mali Maj (Z1)

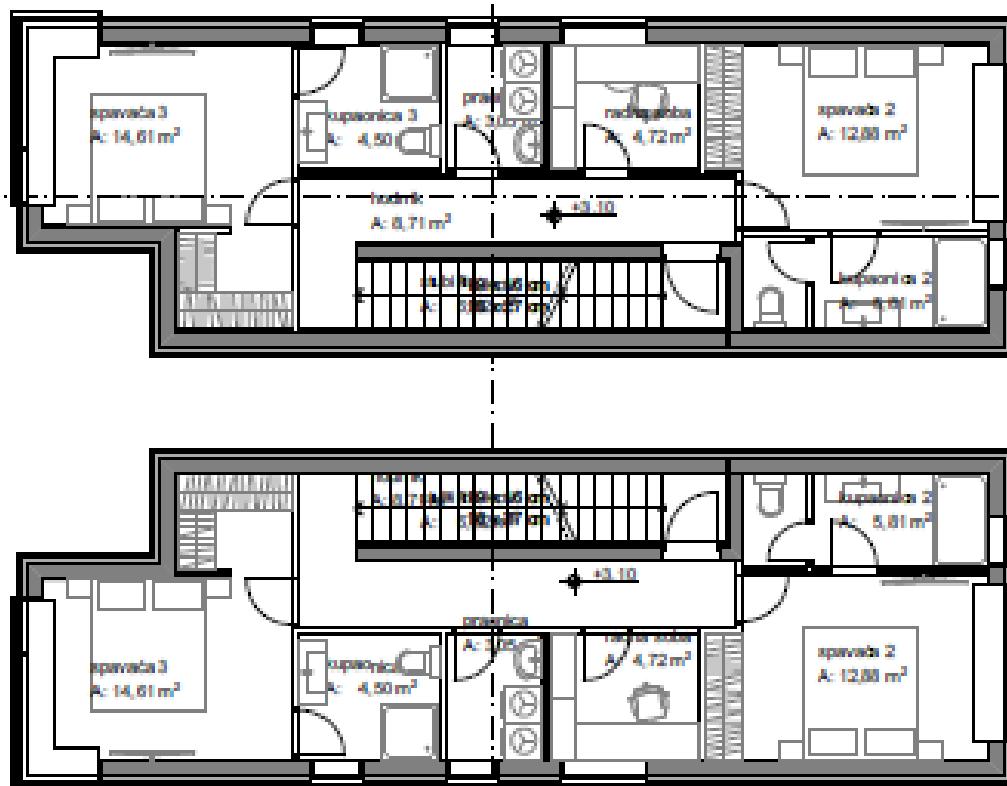


Izvor: Idejni projekt Outlier d.o.o.

Na prvom katu stanova stambene zgrade smješteni su:

- soba 2 (14,61m<sup>2</sup>)
- kupaonica 2 (4,5m<sup>2</sup>)
- hodnik (8,71m<sup>2</sup>)
- praonica (3,05m<sup>2</sup>)
- radna soba (4,72m<sup>2</sup>)
- stubište 2 (2m<sup>2</sup>)
- soba 3 (12,88m<sup>2</sup>)
- kupaonica 3 (5,81m<sup>2</sup>).

Slika 6. Tlocrt prvog kata

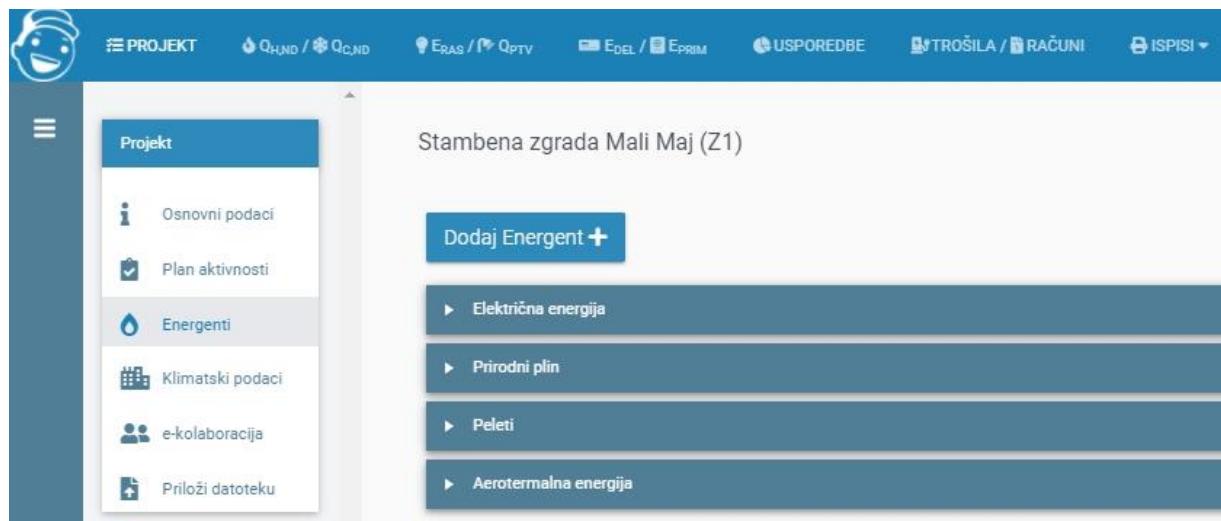


Izvor: Idejni projekt Outlier d.o.o.

## 5.2. Definiranje opcija pristupačnih energenata

Prilikom izračuna energetskih svojstava zgrade potrebno je definirati energente koje će se uzeti u obzir. Kao što prikazuje slika 7 odabrani su uzeti sljedeći energenti: električna energija, prirodni plin, peleti, aerotermalna energija. Kriterij za njihov odabir su bili: lokacija, klimatski uvjeti i dostupni priključci za energente na građevinskoj parceli.

Slika 7. Odabir energenata za stambenu zgradu



Izvor: ThoriumA+

Infrastruktura za prirodni plin nalazi se neposredno blizu građevinske parcele kao i priključak za električnu energiju. Peleti su također podobni emergent s obzirom da su lako dobavljeni, a i sama parcela nije u gusto naseljenom prostoru da bi ispušni plin (dim) škodio susjednim ljudima.

### 5.3. Definiranje klimatskih uvjeta

Republika Hrvatska je podijeljena u dvije klimatske zone i to na primorsku i kontinentalnu. Kontinentalna zona smatra se onda kada je srednja mjesecna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade prema podacima iz Meteoroloških podataka za najbližu klimatski mjerodavnu meteorološku postaju manja ili jednaka od 3 °C dok je za primorsku zonu veća od 3 °C. U primjeru koji je u fokusu ovog rada riječ je o primorskoj zoni jer je udovoljen naveden uvjet (temp. veća od 3 °C) pri čemu je stvarna postaja grad Poreč, a referentna Split – Marjan (slika 8.)

Slika 8. Klimatski podatci za stambenu zgradu

The screenshot shows the ThoriumA+ software interface. At the top, there is a navigation bar with icons for PROJEKT, QCND, ERAS/PTV, EDEL/EPRIM, USPOREDBE, TROŠILA/RAČUNI, ISPISI, VIDEO VODICI, EDUKATIVNI VIDEO ZAPISI, and a user profile for IVAN.R. Below the navigation bar, the main content area has a blue header bar with the text "Projekt" and "Stambena zgrada Mali Maj (Z1)". On the left, a sidebar menu lists "Osnovni podaci", "Plan aktivnosti", "Energeti", "Klimatski podaci" (which is selected and highlighted in grey), and "Priloži datoteku". In the center, there is a button labeled "Uredi Podatke". To the right, a table compares "Stvarna klimatska postaja" (Actual climate station) with "Referentna klimatska postaja" (Reference climate station). The table data is as follows:

	Stvarna klimatska postaja	Referentna klimatska postaja	
Naziv	Poreč	Naziv	Split Marjan
Srednja vlažnost zraka [%]	74.0	Srednja vlažnost zraka [%]	58.0
Srednja temperatura [°C]	13.9	Srednja vlažnost zraka [%]	58.0
Srednja brzina vjetra [m/s]	2.3	Srednja temperatura [°C]	16.6
		Srednja brzina vjetra [m/s]	4.0

Izvor: ThoriumA+

Kao što je vidljivo iz slike 8. ovaj računalni program u obzir uzima srednju vlažnost zraka, srednju temperaturu i srednju brzinu vjetra.

#### 5.4. Definiranje zone za izradu termotehničkih sustava

Korak definiranja zone je korak definiranja cjeline stambene zgrade za kojeg će se izračunavati potrebne energije za grijanje, hlađenja i PTV-a te pri čemu se na temelju izračuna definira termotehnički sustav za definirane zone. Navedenu zgradu možemo podijeliti na dvije zone i to na Stan 1 i Stan 2 kao logičke cjeline. U radu prepostavljen je da će se za obje zone dobiti slične rezultate pa će se uzeti u proračun smo jedna zona i to Stan 1 prema slici 9. što se smatra dovoljnom jedinicom i za testiranje hipoteze ovog rada.

Slika 9. Zone Stambene zgrade



Izvor: Idejni projekt Outlier d.o.o.

Na slici 10 prikazana je orijentacija zgrade koja će biti potrebna za proračun toplinskih i ventilacijskih gubitaka.

Slika 10. Orientacija zgrade



Izvor: Idejni projekt Outlier d.o.o.

Zgrada je orijentirana prema zapadu. Za ovu analizu je važno napomenuti da se većina otvora nalazi na sjevernoj strani što predstavlja manje toplinske dobitke koji također ulaze u proračun toplinskih dobitaka i gubitaka.

Nadalje, na slici 11 prikazani su svi podaci koji definiraju zonu Stan1.

Slika 11. Definiranje zone Stan1

**Opći podaci**

Namjena zone	Stambeni dio	Rad sustava
Jednobiteljska stambena zgrada	Ne	$t_d$ [h/dan] 17
Tip zone	Višestambene zgrade – za koje se u pravilu izrađuje jedan zajednički certifikat, a može se izraditi i zasebni energetski certifikat	$t_d$ [h/dan] (propisani uvjeti) 17 $d_{usa,tj}$ [dan/tj] (propisani uvjeti) 7
Status zone	Nova	
Vrsta prostora	Stambene zgrade	
Vrsta zgrade	nZEB (Obavezna primjena za sve nove zgrade od 1.1.2020.)	

**Unutarnje temperature**

Unutarnja temperatura u sezoni grijanja $\theta_{int.set.H}$ [°C]	20.0	Klasa zgrade	Srednje teška
Unutarnja temperatura u sezoni hlađenja $\theta_{int.set.C}$ [°C]	24.0	Broj etaže	2
Unutarnja postvana temperatura u sezoni grijanja $\theta_{int.set.H}$ [°C]	20.0	Prosječna visina etaže [m]	3.1
Unutarnja postvana temperatura u sezoni hlađenja $\theta_{int.set.C}$ [°C]	24.0	Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ [m³]	449.5
		Obujam grijanog dijela zraka $V$ [m³]	334.0
		Brutto podna površina [m²]	145.0
		Površina zone s varjanskim dimenzijama $A_f$ [m²]	145.0

Izvor: ThoriumA+

Podaci koji definiraju zonu Stan 1 su: opći podaci o građevini, rad termotehničkog sustava, unutarnje temperature te geometrijske karakteristike i svi su primjenjeni na odabranom objektu u Poreču.

## 5.5. Definiranje slojeva građevinskih dijelova

Na ovom koraku definiraju se materijali slojeva sljedećih građevnih dijelova: a) vanjska ovojnica, b) ventilacija, c) negrijane prostorije, d) susjedne zone i e) toplinski mostovi.

Slika 12. Građevinski dijelovi

Izvor: ThoriumA+

Slika 12. prikazuje građevinske dijelove zone Stan1, a na slici 13 prikazan je građevinski dio „Vanjski zidovi“ sa svim njegovim slojevima i koeficijentima prolaza topline. Slojevi se definiraju iznutra prema van i tim redoslijedom unose u program.

Slika 13. Slojevi vanjskog zida

Dinamičke top. karakteristike					
Naziv	d [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Zad.	zad.
Vpz	39.00	0.34	0.45	Da	Da
Korišteni materijali:					
3.03 Vapneno-cementna žbuka - 2.0 cm	Ispravak za	Ispravak za	Ispravak za		
1.08 Šupljii blokovi od gline - 25.0 cm	obrnute krovove:	zračne šupljine:	mehaničke		
7.03 Ekstrudirana polistirenska pjenja (XPS) prema HRN EN 13164 - 8.0 cm	---	---	pričvrstnice:		
1.15 Prirodni kamen - 4.0 cm	Dodaj +	Dodaj +	Dodaj +		

Izvor: ThoriumA+

Nakon unesenih svih potrebnih podataka u ThoriumA+ računalni program dobiveni su sljedeći rezultati za zonu Stan1 koji su prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Rezultati proračuna za Zonu Stan1 sa općim podacima Stambene zgrade

1. OZNAKA PROJEKTA		Z1
2. OPIS ZGRADE		
Nova zgrada ili rekonstrukcija/značajna obnova		Nova
Naziv zgrade ili dijela zgrade		Stan 1 - Stambena zgrada Mali Maj (Z1)
Vrsta zgrade		Stambene zgrade
Namjena zgrade		Stambeni dio
K.č.br. / k.o.		K.č.br.: k.č. 2094/1,, K.o.: k.o. Poreč,
Adresa / lokacija zgrade (ulica i kućni broj, poštanski broj, mjesto, nadmorska visina)		Mjesto: Poreč, Adresa: Ulica Poses bb, N.v.: 15.00
Mjesec i godina izrade projekta		08.2021. godine
Oplošje grijanog dijela zgrade $A$ ( $m^2$ )		424.37
Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ ( $m^3$ )		449.50
Faktor oblika zgrade $f_o$ ( $m^{-1}$ )		0.94
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$ ( $m^2$ )		119.30
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		Poreč (15.0 m n.v.)
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnjeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,min}$ (°C)		5.20
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,max}$ (°C)		23.60
3. POTREBNA TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE ZGRADE		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	4032.41	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/( $m^2 \cdot a$ )]	najveća dopuštena	izračunata
	43.26	33.80
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	4446.92	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/( $m^2 \cdot a$ )]	najveća dopuštena	izračunata
	50.00	37.28
Koefficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H'_{tr,adj}$ [ $W/(m^2 K)$ ]	najveći dopušteni	izračunati
	0.61	0.47

Izvor: Thorium A+

U tablici 10 prikazani su opći podaci o građevini koji su se koristili za izračun potrebne toplinske energije za grijanje i hlađenje. U odjeljku 3 navedene tablice vidljivo je da godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  iznosi 4032.41 kWh/a te godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje  $Q_{C,nd}$  iznosi 4446.92 kWh/a. Bitno je napomenuti da je Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade  $Q''_{H,nd}$  iznosi 33.80 kWh/(m<sup>2</sup>·a) a najveća dopuštena iznosi 43.26 kWh/(m<sup>2</sup>·a) što znači da je ispunjen još jedan uvjet projektiranja prema nZEB-u.

Nadalje, godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade  $Q''_{C,nd}$  iznosi 37.28 kWh/(m<sup>2</sup>·a) dok je maksimalni propisani iznos 50.00 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

## 6. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE TE NJIHOVA INTEGRACIJA S TERMOTEHNIČKIM SUSTAVOM

Prema smjernicama za zgrade gotovo nulte energije (2019), obnovljivi izvori energije jesu obnovljivi nefosilni izvori, tj. energija vjetra, sunčeva energija, aerotermalna, geotermalna, hidrotermalna energija i energija mora, hidroenergija, biomasa, deponijski plin, plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda i bioplínovi.

Udio obnovljivih izvora energije određuje se prema neobnovljivoj i obnovljivoj energiji isporučenoj zgradi, energiji proizvedenoj na lokaciji zgrade i izvezenoj energiji.

Isporučena energija *Edel* uključuje energiju isporučenu zgradi a koja obuhvaća jednu ili više sljedećih komponenata:

- Neobnovljiva energija isporučena zgradi uključuje električnu energiju dobivenu iz mreže elektroopskrbe i lokalno korištena fosilna goriva ili daljinsko grijanje toplinom dobivenom iz fosilnih goriva.
- Obnovljiva energija isporučena zgradi uključuje lokalno korištena obnovljiva biogoriva ili daljinsko grijanje toplinom dobivenom iz obnovljivih biogoriva [*Eren1*].

Obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade [*Eren*] uključuje:

- energiju preuzetu iz okoliša dizalicama topline
- solarnu energiju iskorištenu za zagrijavanje vode
- električnu energiju proizvedenu fotonaponskim (ili drugim) sustavima.

Izvezena energija je višak proizvedene energije predan u mrežu.

Udio obnovljivih izvora energije računamo korištenjem sljedeće formule:

$$\bullet \quad ren = (Eren + Eren1) / (Eren + Edel) \times 100$$

gdje su:

*Eren* [kWh/a] – obnovljiva energije proizvedena na lokaciji zgrade (solarni kolektori, dizalice topline, proizvedena električna energija itd).

*Eren1 [kWh/a]* – obnovljiva energija isporučena zgradi (korištenje biogoriva,...)

*Edel [kWh/a]* – isporučena energija

Prema navedenoj formuli za svaki odabrani termotehnički sustav izračunavat će se za zgradu Mali Maj (Z1) udio obnovljive energije u isporučenoj energiji Edel koji mora iznositi minimalno 30 % a sve prema gore navedenoj formuli.

## **7. BILANCIRANJE I ODABIR OPTIMALNOG TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA ZA PROJEKTIRANU ZGRADU**

Odabir termotehničkog sustava napravljen je prema sljedećim kriterijima:

- dostupnim energentima na građevinskom zemljištu
  - vrijednosti investicije u teromotehnički sustav
  - održivih i ekoloških rješenja termotehničkih sustava
- pri čemu se u obzir uzeo i kriterij; komfora za samog korisnika.

Prvi korak u računalnom programu je definiranje referentnog termotehničkog sustava s kojim će se usporediti ostali termotehnički sustavi koji udovoljavaju gore navedenim kriterijima.

Za referentni termotehnički sustav odabrana je klima multisplit sustav (u dalnjem tekstu klima multisplit sustav) za grijanje i hlađenje a za pripremu potrošne tople vode odabran je spremnik vode sa integriranim dizalicom topline a za grijanje kupaonica odabrani su električni radijatori.

Usporedni termotehnički sustavi odabrani su:

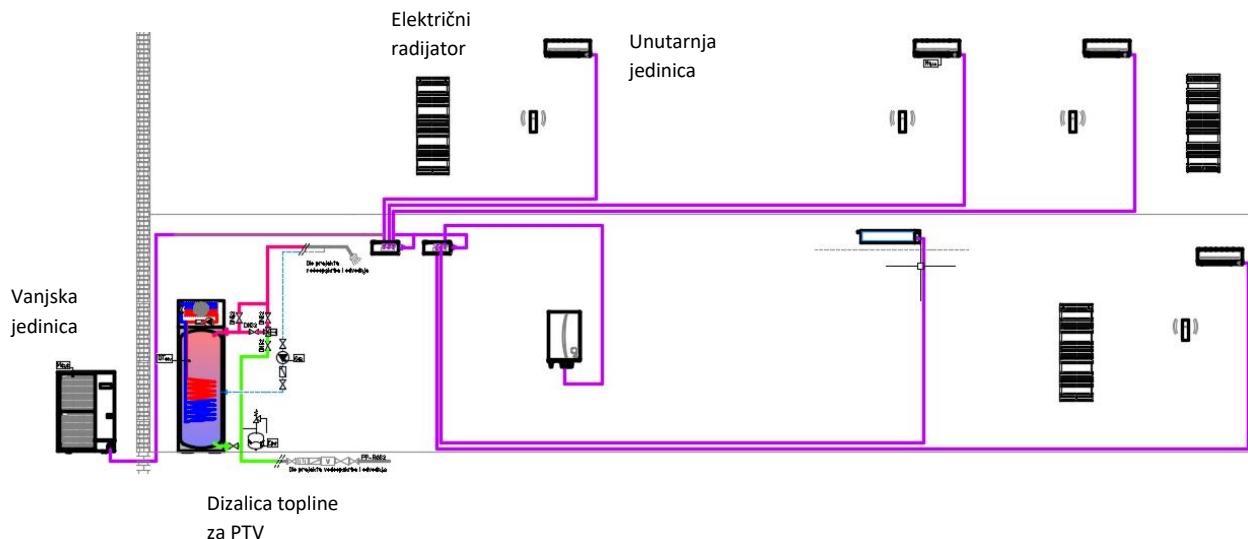
1. Dizalica topline zrak/voda (u dalnjem tekstu DT-z/v) za grijanje i hlađenje te za pripremu potrošne tople vode.
2. Kotao na pelet (u dalnjem tekstu sustav na pelet) za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje.
3. Kondenzacijski plinski kotao (u dalnjem tekstu sustav na plin) za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje.

Navedeni termotehnički sustavi biti će opisani u sljedećim poglavljima.

## 7.1. Termotehnički klima multi split sustav za grijanje i hlađenje te spremnikom sa integriranim dizalicom topline za pripremu potrošne tople vode

Multi split sustav je sustav sa direktnom ekspanzijom i koristi radnu tvar R410 kao radni medij za prijenos topline. Multi split sustavi su uređaji koji imaju razdvojene jedinice, tj. jednu vanjsku jedinicu (kompresor, kondenzator, spremnik radne tvari) te unutarnjih 5 jedinica u kojima su isparivač, ventilator, filter a koje su povezane na vanjsku jedinicu zasebnim spojnim vodovima.

Slika 14. Shema spajanja multi split sustava



Izvor: Izrada autora

Priprema potrošne tople u ovom sustavu predviđena je kao centralna i vrši se kompaktnom dizalicom topline. Dizalica topline ima ugrađen spremnik, isparivač, kondenzator i kompresor u samo unutarnjoj jedinici. Princip rada ove dizalice topline je baziran na tehnologiji klasične dizalice topline zrak-voda, samo što klasična dizalica topline isporučuje apsorbiranu toplinu iz prirodnog okoliša u zatvorenim (unutarnji) prostor, dok ova dizalica topline upotrebljava toplinu unutarnjeg prostora kako bi zagrijala potrošnu topnu vodu.

Za grijanje kupaonica odabrani su električni radijatori koji su ispunjeni vodom kao radnom tvari koju grijaju električni grijач. Na slici 14 prikazana je shema spajanja multi split sustava.

U računalnom programu ThoriumA+ definiran je multi split sustav prema slici 14 te su dobiveni sljedeći rezultati koji su prikazani u tablici 3.

Tablica 3. Rezultati proračuna multi split sustava.

Stvarna postaja za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline ⓘ								
Sustav	Energent	Razred SAUZ (GVIK i PTV)	Razred SAUZ (električna energija)	Qgen,in,uk [kWh]	Waux,uk [kWh]	Edel [kWh]	Eprim [kWh]	CO2 [kg]
Stan 1 - Grijanje + hlađenje (DT zrak-zrak)	Aeroterمالna energija	C (1.00)	C (1.00)	0.00	1008.10	1008.10	1627.08	235.90
Stan 1 - PTV (Dizalica topline)	Aeroterمالna energija	C (1.00)	C (1.00)	3827.34	2316.30	2316.30	3738.50	542.01
Stan 1 - Grijanje (jednostavno)	Električna energija	C (1.00)	C (1.00)	322.59	0.00	322.59	520.66	75.49
Ukupno				4149.93	3324.40	3646.99	5886.25	853.40
Edel/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Edel dozvoljeno [kWh/m <sup>2</sup> ]	Eprim/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]	Eprim dozvoljeno [kWh/m <sup>2</sup> ]					
30.57	-	49.34	50.00					

Izvor: ThoriumA+

Iz tablice 3 vidljivo je da je ukupna pomoćna energija W<sub>aux,uk</sub> za pogon pomoćnih uređaja sustava iznosi 3324,40 kWh, isporučena energija E<sub>del</sub> iznosi 3646,99 kWh a emisija CO<sub>2</sub> iznosi 853,40 kg godišnje.

U sljedećoj tablici 4 prikazan je izračun udjela obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji E<sub>del</sub>.

Tablica 4. Udio obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji E<sub>del</sub>

Izračun udjela OIE					
$E_{ren} = E_{sol,renew} + E_{PV} + E_{HW, hp, renew, in}$					4741.96
E <sub>sol,renew</sub>					0.00
E <sub>PV</sub>					0.00
E <sub>HW, hp, renew, in</sub>					4741.96
$E_{ren1} = Q_{gen, HW, in, renew}$					0.00
E <sub>L</sub>					0.00
E <sub>del</sub>					3646.99
$r_{ren,teh} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del} + E_L)) * 100$					56.53
$r_{ren,termo} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del})) * 100$					56.53
Udjeli OIE					
E <sub>ren</sub>	E <sub>ren1</sub>	E <sub>del</sub>	E <sub>L</sub>	r <sub>ren,teh</sub>	r <sub>ren,termo</sub>
4741.96	0.00	3646.99	0.00	56.53	56.53

Izvor: ThoriumA+

Obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade  $E_{ren}$  iznosi 4741,96 kWh dok isporučena energija koja se može iščitat i u tablici 3 iznosi 3646,99 kWh a udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava iznosi 56,53%.

U tablici 5 vidljivo je da termotehnički multi split sustav zadovoljava sve uvjete projektiranja prema nZEB-u.

Tablica 5. nZEB uvjeti

NZEB uvjeti					
Status	Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
✓	$n_{50}$	$h^{-1}$	0.0	3.0	DA
✓	$Q''_{H,nd}$	$kWh/m^2$	33.80	43.26	DA
✓	$Q''_{C,nd}$	$kWh/m^2$	37.28	50.00	DA
✓	$E'_{prim}$	$kWh/m^2$	49.34	50.00	DA
✓	Udio OIE	%	56.53	30.00	DA

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Izvor: ThoriumA+

Potrebno je istaknuti da je primarna energija Eprim koja iznosi 49,34 kWh/m<sup>2</sup> na samoj granici dozvoljene vrijednosti koja iznosi 50 kWh/m<sup>2</sup>. Na primjer ako bi se u ovom slučaju stavili električni grijaci u kupaonskim radijatorima veće snage od projektiranih došlo bi do povećanja primarne energije što bi se odrazilo na povećanje vrijednosti  $E_{prim}$  u tablici 5 što bi u konačnici značilo nezadovoljavanje nZEB uvjeta.

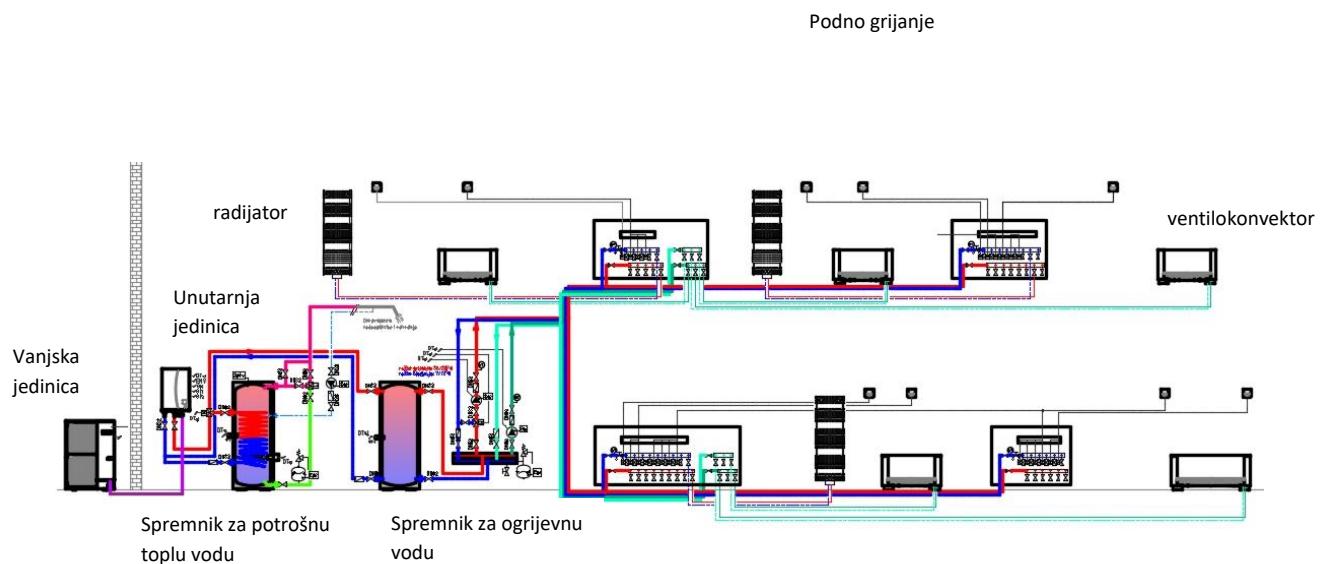
## 7.2. Dizalica topline zrak/voda za grijanje i hlađenje te za pripremu potrošne tople vode

Sljedeći sustav koji je odabran za analizu je dizalica topline zrak-voda za grijanje i hlađenje i pripremom potrošne tople vode.

Dizalica topline energiju sadržanu u zraku okoline (areotermalna energija) koristi za zagrijavanje odnosno hlađenje unutarnjih prostorija građevine. Dizalice topline spadaju

u obnovljive izvore energije te osiguravaju povoljan COP, tj. uloženi se kW priključne snage višestruko multipliciraju u raspoloživu energiju za grijanje i hlađenje.

Slika 15. Shema spajanja sustava dizalice topline zrak-voda



Izvor: Izradio autor

Sustav se sastoji od unutarnje i vanjske jedinice, spremnika za pripremu potrošne tople vode, spremnika za ogrjevnu vodu razvoda za podno grijanje i ventilokonvektora za hlađenje. Na razvod podnog grijanja spojeni su i radijatori u kupaonicama.

U računalnom programu ThoriumA+ smo definirali termotehnički sustav sa dizalicom topline prema slici 16 te su dobiveni sljedeći rezultati koji su prikazani u tablici 6.

Tablica 6. Rezultati proračuna sustava dizalice topline zrak-voda

Stvarna postaja za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline ⓘ								
Sustav	Energet	Razred SAUZ (GViK i PTV)	Razred SAUZ (električna energija)	Q <sub>gen, in, uk</sub> [kWh]	W <sub>aux, uk</sub> [kWh]	E <sub>dei</sub> [kWh]	E <sub>prim</sub> [kWh]	CO <sub>2</sub> [kg]
SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda)	Aerotermaalna energija	C (1.00)	C (1.00)	7319.95	3159.22	3159.22	5098.98	739.26
Ukupno				7319.95	3159.22	3159.22	5098.98	739.26
E <sub>dei</sub> /m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]	E <sub>dei</sub> dozvoljeno [kWh/m <sup>2</sup> ]		E <sub>prim</sub> /m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]		E <sub>prim</sub> dozvoljeno [kWh/m <sup>2</sup> ]			
26.48	-		42.74		50.00			

Izvor: Thorium A+

Iz tablice 6 vidljivo je da je ukupna pomoćna energija  $W_{aux,uk}$  za pogon pomoćnih uređaja sustava iznosi 3159,22 kWh, isporučena energija  $E_{del}$  iznosi 3159,22 kWh a emisija CO<sub>2</sub> iznosi 739,26 kg godišnje. U sljedećoj tablici (br.7) prikazan je izračun udjela obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji  $E_{del}$ .

Tablica 7. Udio obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji  $E_{del}$

Izračun udjela OIE					
$E_{ren} = E_{sol,renew} + E_{PV} + E_{HW,hp, renew, in}$	4518.91				
$E_{sol,renew}$	0.00				
$E_{PV}$	0.00				
$E_{HW,hp, renew, in}$	4518.91				
$E_{ren1} = Q_{gen, HW, in, renew}$	0.00				
$E_L$	0.00				
$E_{del}$	3159.22				
$r_{ren\_teh} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del} + E_L)) * 100$	58.85				
$r_{ren\_termo} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del})) * 100$	58.85				
Udjeli OIE					
$E_{ren}$	$E_{ren1}$	$E_{del}$	$E_L$	$r_{ren\_teh}$	$r_{ren\_termo}$
4518.91	0.00	3159.22	0.00	58.85	58.85

Izvor: ThoriumA+

Obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade  $E_{ren}$  iznosi 4518,91 kWh dok isporučena energija koja se može iščitat i u tablici 6 iznosi 3159,22 kWh a udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava iznosi 58,85%. U tablici 8 vidljivo je da termotehnički sustav dizalice topline zrak-voda zadovoljava sve uvjete projektiranja prema nZEB-u.

Tablica 8. nZEB uvjeti

NZEB uvjeti					
Status	Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
✓	$n_{50}$	$h^{-1}$	0.0	3.0	DA
✓	$Q''_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	33.80	43.26	DA
✓	$Q''_{C,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	37.28	50.00	DA
✓	$E_{prim}$	kWh/m <sup>2</sup>	42.74	50.00	DA
✓	Udio OIE	%	58.85	30.00	DA

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

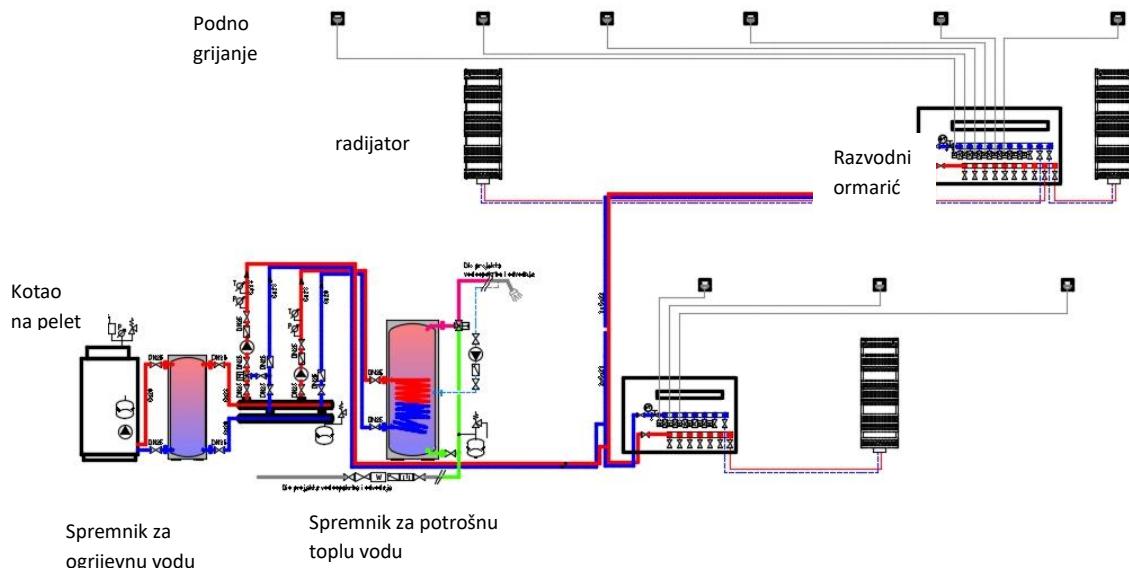
Izvor: ThoriumA+

Sve izračunate vrijednosti ne prelaze dozvoljene vrijednosti koje su propisane u tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama.

### 7.3. Kotao na pelet za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje.

Kotlovi na pelet koriste toplinsku energiju nastalu izgaranjem energenta (peleta). Termotehnički sustav sastoji se od kotla u kojem se vrši izgaranje peleta i prijenos topline na vodu. Na kotao spojeni su spremnici za pripremu potrošne tople vode i spremnik za ogrijevnu vodu iz kojeg putem razvoda zagrijanu vodu se vodi kroz cijevi podnog grijanja za grijanje prostorija (slika 16)

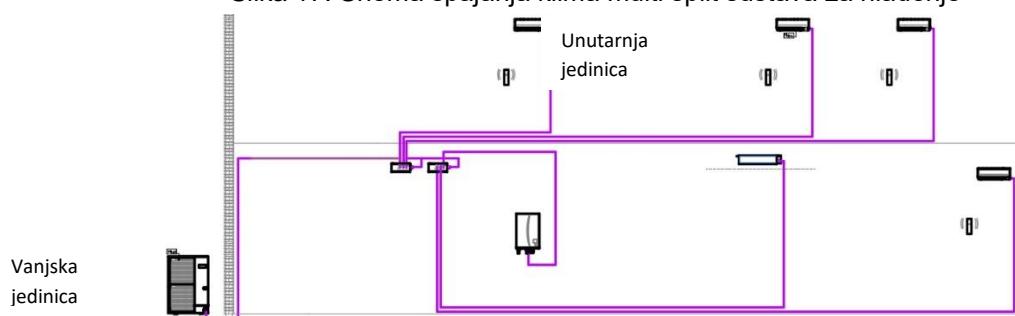
Slika 16. Shema spajanja sustava grijanja kotla na pelet



Izvor: Izradio autor

U ovom sustavu predviđen je i sustav za hlađenje putem klima multisplit sustava (slika 17) koji je opisan u poglavlju 8.1.

Slika 17. Shema spajanja klima multi split sustava za hlađenje



Izvor: Izradio autor

U računalnom programu ThoriumA+ definiran je termotehnički sustav s kotлом na pelet za grijanje i multisplit klimom za hlađenje koji su prikazani u tablici 8.

Tablica 8. Rezultati proračuna sustava kotao na pelet

Svrana postaja za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i čuvanja topline 1								
Sustav	Energent	Razred SAUZ (GVIK i PTV)	Razred SAUZ (električna energija)	Q <sub>gen,in,uk</sub> [kWh]	W <sub>sux,uk</sub> [kWh]	E <sub>del</sub> [kWh]	E <sub>prim</sub> [kWh]	CO <sub>2</sub> [kg]
SM2: Stan 1 - Grijanje + PTV (PELET)	Drveni peleti	C (1.00)	C (1.00)	11352.92	1120.32	12473.24	3204.61	648.15
SM2: Stan 1 - Hlađenje (DT zrak - zrak)	Aerotermaalna energija	C (1.00)	C (1.00)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ukupno				11352.92	1120.32	12473.24	3204.61	648.15
E <sub>del</sub> /m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]	E <sub>del</sub> dozvoljeno [kWh/m <sup>2</sup> ]		E <sub>prim</sub> /m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]		E <sub>prim</sub> dozvoljeno [kWh/m <sup>2</sup> ]			
104.55	-		26.86		50.00			

Izvor: ThoriumA+

Iz tablice 8 vidljivo je da je ukupna pomoćna energija Waux,uk za pogon pomoćnih uređaja sustava iznosi 1120,32 kWh, isporučena energija E<sub>del</sub> iznosi 12473,24 kWh a emisija CO<sub>2</sub> iznosi 648,15 kg godišnje.

U sljedećoj tablici (tablica 9) prikazan je izračun udjela obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji E<sub>del</sub>.

Tablica 9. Udio obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji Edel

Izračun udjela OIE					
E <sub>ren</sub> = E <sub>sol,renew</sub> + E <sub>PV</sub> + E <sub>HW, hp, renew, in</sub>	0.00				
E <sub>sol,renew</sub>	0.00				
E <sub>PV</sub>	0.00				
E <sub>HW, hp, renew, in</sub>	0.00				
E <sub>ren1</sub> = Q <sub>gen, HW, in, renew</sub>	11352.92				
E <sub>L</sub>	0.00				
E <sub>del</sub>	12473.24				
F <sub>ren_teh</sub> = ((E <sub>ren</sub> + E <sub>ren1</sub> ) / (E <sub>ren</sub> + E <sub>del</sub> + E <sub>L</sub> )) * 100	91.02				
F <sub>ren_termo</sub> = ((E <sub>ren</sub> + E <sub>ren1</sub> ) / (E <sub>ren</sub> + E <sub>del</sub> )) * 100	91.02				
Udjeli OIE					
E <sub>ren</sub>	E <sub>ren1</sub>	E <sub>del</sub>	E <sub>L</sub>	F <sub>ren_teh</sub>	F <sub>ren_termo</sub>
0.00	11352.92	12473.24	0.00	91.02	91.02

Izvor: ThoriumA+

Prema gornjem proračunu udio obnovljive energije u isporučenoj energiji iznosi 91,02 % što ukazuje na visoki udio obnovljive energije u primarnoj energiji.

U tablici 10 vidljivo je da termotehnički sustav kotao na pelet za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje zadovoljava sve uvjete projektiranja prema nZEB-u.

Tablica 10. nZeb uvjeti

nZEB uvjeti					
Status	Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
✓	$n_{50}$	$\text{h}^{-1}$	0.0	3.0	DA
✓	$Q''_{H,nd}$	$\text{kWh}/\text{m}^2$	33.80	43.26	DA
✓	$Q''_{C,nd}$	$\text{kWh}/\text{m}^2$	37.28	50.00	DA
✓	$E'_{prim}$	$\text{kWh}/\text{m}^2$	26.86	50.00	DA
✓	Udio OIE	%	91.02	30.00	DA

Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

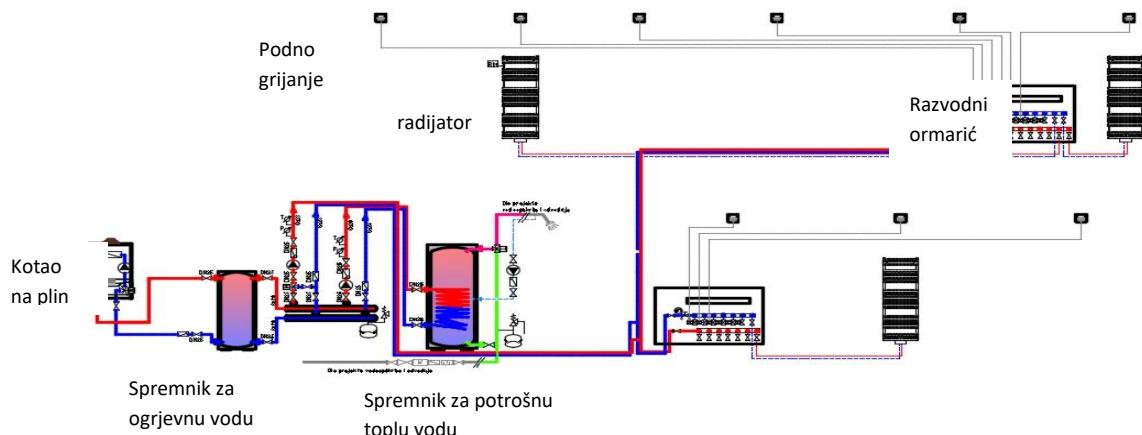
Izvor: ThoriumA+

Termotehnički sustav kotao na pelet za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje tri puta više premašuje minimalnu propisnu vrijednost (30%) udjela obnovljivih izvora energije u primarnoj energiji.

#### 7.4 Kondenzacijski plinski kotao za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje.

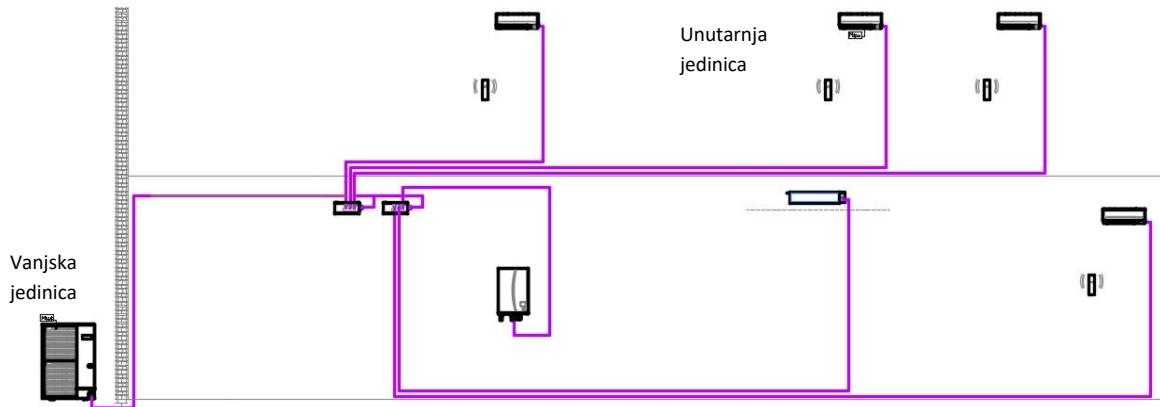
Kotlovi na plin koriste toplinsku energiju nastalu izgaranjem energenta (plina). Termotehnički sustav sastoji se od kotla u kojem se vrši izgaranje plina i prijenos topline na vodu. Na kotao spojeni su spremnici za pripremu potrošne tople vode i spremnik za ogrjevnu vodu iz kojeg putem razvoda zagrijanu vodu se vodi kroz cijevi podnog grijanja za grijanje prostorija. U ovom sustavu predviđen je i sustav za hlađenje putem klima multisplit sustava koji je opisan u poglavlju 8.1.

Slika 17. shema spajanja sustava grijanja kotla na plin



Izvor: Izradio autor

Slika 18. Shema spajanja klima multi split sustava za hlađenje



Izvor: Izradio autor

U računalnom programu ThoriumA+ smo definirali termotehnički sustav sa kotлом na plin za grijanje i multisplit klimom za hlađenje te u tablici 11 prikazani su sljedeći rezultati:

Tablica 11. Rezultati proračuna sustava kotao na plin i multisplit klima sustava za hlađenje

Stvarna postaja za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline 1		Razred SAUZ (GVIK i PTV)	Razred SAUZ (električna energija)	$Q_{gen, in, uk}$ [kWh]	$W_{aux, uk}$ [kWh]	$E_{del}$ [kWh]	$E_{prim}$ [kWh]	$CO_2$ [kg]
Sustav	Energent							
SM3: Stan 1 - Grijanje + PTV (PLIN)	Prirodni plin	C (1.00)	C (1.00)	8855.87	188.94	9044.81	10002.13	1992.50
SM3: Stan 1 - Hlađenje (DT zrak - zrak)	Aerotermalna energija	C (1.00)	C (1.00)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ukupno				8855.87	188.94	9044.81	10002.13	1992.50
$E_{del}/m^2$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$E_{del}$ dozvoljeno [kWh/m <sup>2</sup> ]			$E_{prim}/m^2$ [kWh/m <sup>2</sup> ]		$E_{prim}$ dozvoljeno [kWh/m <sup>2</sup> ]		
75.82	-			83.84		50.00		

Izvor: ThoriumA+

Iz tablice 11 vidljivo je da je ukupna pomoćna energija  $W_{aux,uk}$  za pogon pomoćnih uređaja sustava iznosi 188,94 kWh, isporučena energija  $E_{del}$  iznosi 9044,81 kWh a emisija  $CO_2$  iznosi 1992,50 kg godišnje.

U sljedećoj tablici (tablica 12) prikazan je izračun udjela obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji  $E_{del}$ .

Tablica 12. Udio obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji Edel

Izračun udjela OIE					
$E_{ren} = E_{sol,renew} + E_{PV} + E_{HW, hp, renew, in}$	0.00				
$E_{sol,renew}$	0.00				
$E_{PV}$	0.00				
$E_{HW, hp, renew, in}$	0.00				
$E_{ren1} = Q_{gen, HW, in, renew}$	0.00				
$E_L$	0.00				
$E_{del}$	9044.81				
$\%_{ren\_teh} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del} + E_L)) * 100$	0.00				
$\%_{ren\_termo} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del})) * 100$	0.00				
Udjeli OIE					
$E_{ren}$	$E_{ren1}$	$E_{del}$	$E_L$	$\%_{ren\_teh}$	$\%_{ren\_termo}$
0.00	0.00	9044.81	0.00	0.00	0.00

Izvor: ThoriumA+

Prema gornjem proračunu udio obnovljive energije u isporučenoj energiji iznosi 0,00 %. S tim rezultatom vidljivo je da termotehnički sustav ne zadovoljava udio obnovljive energije u isporučenoj energiji od minimalno 30% u projektiranju prema nZEB-u.

Tablica 13 prikazuje da termotehnički sustav kotao na plin za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje ne zadovoljava sve uvjete projektiranja prema nZEB-u.

Tablica 13. nZEB uvjeti

NZEB uvjeti					
Status	Uvjet	Jedinica	Izračunata vrijednost	Dozvoljena vrijednost	Zadovoljava
✓	$n_{50}$	$h^{-1}$	0.0	3.0	DA
✓	$Q'_{H,nd}$	$kWh/m^2$	33.80	43.26	DA
✓	$Q'_{C,nd}$	$kWh/m^2$	37.28	50.00	DA
⚠	$E'_{prim}$	$kWh/m^2$	83.84	50.00	NE
⚠	Udio OIE	%	0.00	30.00	NE

**UPOZORENJE!** Zona NE zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

Izvor: ThoriumA+

Termotehnički sustav kotla na plin za grijanje i klima multisplit sustav za hlađenje troše 33,84 kWh/m<sup>2</sup> više primarne energije od dozvoljenih 50 kWh/m<sup>2</sup> a isto tako nema

udjela obnovljive energije u isporučenoj energiji i kao takve neće se uspoređivati sa ostalim termotehničkim sustavima u sljedećem poglavlju.

## 7.5. Usporedba i odabir termotehničkog sustava za grijanje i hlađenje

Računalnim programom ThoriumA+ uspoređeni se termotehnički sustavi koji su ispunili sve uvijete prema nZEB standardu, a to su:

1. Klima multisplit sustav za grijanje i hlađenje a za pripremu potrošne tople vode odabran je spremnik vode sa integriranim dizalicom topline a za grijanje kupaonica odabrani su električni radijatori (u dalnjem tekstu Klima multi split sustav)
2. Dizalica topline zrak/voda za grijanje i hlađenje te za pripremu potrošne tople vode (u dalnjem tekstu sustav DT zrak-voda)
3. Kotao na pelet za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje (u dalnjem tekstu sustav na pelet).

U tablici 14. prikazana je usporedba klima multisplit sustava kao referentnog sustava i dizalice topline zrak-voda.

Tablica 14. Usporedba klima multi split sustava i DT zrak-voda

Ime sustava	Zona	Energet	$Q_{gen,in,uk}$ [kWh]	$W_{aux,uk}$ [kWh]	Cijena energenata [kn]	$E_{ele}$ [kWh]	$E_{prim}$ [kWh]	$CO_2$ [kg]
<b>Referentni sustavi</b>								
Stan 1 - Grijanje + hlađenje (DT zrak - zrak)	Stan 1	Aerotermalna energija	0.00	1737.11	1737.11	1737.11	2803.69	406.48
Stan 1 - PTV (Dizalica topline)	Stan 1	Aerotermalna energija	3827.34	2316.30	2316.30	2316.30	3738.50	542.01
Stan 1 - Grijanje (jednostavno)	Stan 1	Električna energija	322.59	0.00	322.59	322.59	520.66	75.49
Ukupno			4149.93	4053.40	4376.00	4376.00	7062.86	1023.98
<b>Zamjenski sustavi</b>								
SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda)	SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda) + Hlađenje (DT zrak-voda)	Aerotermalna energija	7319.95	3159.22	3159.22	3159.22	5098.98	739.26
SM1: Stan 1 - Hlađenje (DT zrak - voda)	SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda) + Hlađenje (DT zrak-voda)	Aerotermalna energija	1345.10	123.02	123.02	1468.12	198.56	28.79
Ukupno			8665.04	3282.24	3282.24	4627.34	5297.54	768.05
<b>Uštede</b>			<b>-4515.11</b>	<b>771.16</b>	<b>1093.75</b>	<b>-251.34</b>	<b>1765.32</b>	<b>255.94</b>
<b>Uštede [%]</b>			<b>-108.80</b>	<b>19.02</b>	<b>24.99</b>	<b>-5.74</b>	<b>24.99</b>	<b>24.99</b>

Izvor: ThoriumA+

Prethodna tablica (br 14) prikazuje da je klima multisplit sustavu potrebna veća pomoćna energija  $W_{aux, uk}$  koja iznosi 4053,40 kWh, a kod sustava DT zrak-voda iznosi 3282,24 kWh što je 19,02 % manje. Sustav DT zrak-voda potroši manje energenata za 24,99 %, shodno tome, potrošnja primarne energije  $E_{prim}$  je također 24,99 % što u konačnici rezultira i manju emisiju CO<sub>2</sub> (24,99 %). Uzveši u obzir ove rezultate evidentno je da sustav DT- zrak/voda je ekološki prihvatljivije rješenje u odnosu na referentni sustav klima multisplit. Prethodno je utvrđeno (str.40 ) da sustav plin ne ispunjava uvjete nZEB projektiranja pa time ni ekološku prihvatljivost, dok se sustav pelet potvrdio kao ekološki prihvatljivije rješenje u odnosu na sustav klima multisplit (tablica 15)

Tablica 15. Usporedba klima multi split sustava i sustava na pelet

Ime sustava	Zona	Energent	$Q_{gen, in, uk}$ [kWh]	$W_{aux, uk}$ [kWh]	Cijena energenata [kn]	$E_{del}$ [kWh]	$E_{prim}$ [kWh]	CO <sub>2</sub> [kg]
<b>Referentni sustavi</b>								
Stan 1 - Grijanje + hlađenje (DT zrak - zrak)	Stan 1	Aerotermalna energija	0.00	1737.11	1737.11	1737.11	2803.69	406.48
Stan 1 - PTV (Dizalica topline)	Stan 1	Aerotermalna energija	3827.34	2316.30	2316.30	2316.30	3738.50	542.01
Stan 1 - Grijanje (jednostavno)	Stan 1	Električna energija	322.59	0.00	322.59	322.59	520.66	75.49
<b>Ukupno</b>			<b>4149.93</b>	<b>4053.40</b>	<b>4376.00</b>	<b>4376.00</b>	<b>7062.86</b>	<b>1023.98</b>
<b>Zamjenski sustavi</b>								
SM2: Stan 1 - Grijanje + PTV (PELET)	SM2: Stan 1 - Grijanje + PTV (PELET) + hlađenje (DT zrak - zrak)	Drveni peleti	11352.92	1120.32	5661.49	12473.24	3204.61	648.15
SM2: Stan 1 - Hlađenje (DT zrak - zrak)	SM2: Stan 1 - Grijanje + PTV (PELET) + hlađenje (DT zrak - zrak)	Aerotermalna energija	0.00	729.00	729.00	729.00	1176.61	170.59
<b>Ukupno</b>			<b>11352.92</b>	<b>1849.32</b>	<b>6390.49</b>	<b>13202.25</b>	<b>4381.22</b>	<b>818.74</b>
<b>Uštede</b>			<b>-----</b>	<b>2204.08</b>	<b>-2014.50</b>	<b>-8826.25</b>	<b>2681.64</b>	<b>205.24</b>
<b>Uštede [%]</b>				<b>54.38</b>	<b>-46.04</b>	<b>-201.70</b>	<b>37.97</b>	<b>20.04</b>

Izvor: ThoriumA+

Ukupna pomoćna energija  $W_{aux, uk}$  iznosi 54,38 % manje kod sustava na pelet u odnosu na klima multisplit sustav, međutim potrošnja energenta je za 46,04 % manja kod klima multisplit sustava. Isporučena energija  $E_{del}$  je također manja kod klima multisplit sustava i to za 201,70 %. Važno je naglasiti da je primarna energija  $E_{prim}$  manja kod sustava na pelet i to za 37,97%, zbog toga što pelet ima manji faktor primarne energije i zbog toga je i emisija CO<sub>2</sub> za 20,04 % manja u odnosu klima multisplit sustav.

Uzveši sve navedeno u obzir, sustav DT-zrak/voda je za navedeni projekt najoptimalnije ekološko rješenje, stoga se **hipoteza H 2 odbacuje**.

Sljedeća usporedba se odnosi na usporedba sustava s obzirom na visinu investicije.

U prilog klima multisplit sustavu ide manja potrošnja isporučene energije i to za 5,74 %, pri čemu je i sama investicija manja. Naime, prema ponudi (prilog 1.) ovlaštenog montera termotehničkih sustava, investicija u klima multi split sustav iznosi cca. 70 000,00 kn dok investicija u sustav DT zrak-voda iznosi cca. 150 000,00 kn.

Prema istom izvoru, investicija u sustav na pelet iznosi cca. 135 000,00 kn što je za 51,85 % veća investicija u odnosu na investiciju u klima multisplit sustav (70 000,00 kn) što potvrđuje troškovnu optimalnost klima multisplit sustava. S obzirom da se prethodno za sustav na plin i sustav DT-zrak/voda potvrdilo isto, odnosno viša finansijska investicija u odnosu na sustav klima multisplit, moguće je **prihvati H1** hipotezu prema kojoj je klima multisplit sustav troškovno najoptimalnije rješenje.

Za dodatnu analizu koja nije vezana za testiranje hipoteza rada uzeta je u obzir i usporedba termotehničkih sustava DT zrak-voda i sustav na pelet (tablica 16)

Tablica 16. Usporedba sustava DT zrak-voda i sustava na pelet

<a href="#">Uredi</a>	<a href="#">Ukloni</a>								
Ime sustava	Zona	Energet	$Q_{gen,in,uk}$ [kWh]	$W_{aux,uk}$ [kWh]	Cijena energenata [kn]	$E_{del}$ [kWh]	$E_{prim}$ [kWh]	$CO_2$ [kg]	
<b>Referentni sustavi</b>									
SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda)	SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda) + Hlađenje (DT zrak-voda)	Aeroterمالna energija	7319.95	3159.22	3159.22	3159.22	5098.98	739.26	
SM1: Stan 1 - Hlađenje (DT zrak - voda)	SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda) + Hlađenje (DT zrak-voda)	Aeroterمالna energija	1345.10	123.02	123.02	1468.12	198.56	28.79	
Ukupno			8665.04	3282.24	3282.24	4627.34	5297.54	768.05	
<b>Zamjenjski sustavi</b>									
SM2: Stan 1 - Grijanje + PTV (PELET) + hlađenje (DT zrak - zrak)	SM2: Stan 1 - Grijanje + PTV (PELET) + hlađenje (DT zrak - zrak)	Drveni peleti	11352.92	1120.32	5661.49	12473.24	3204.61	648.15	
SM2: Stan 1 - Hlađenje (DT zrak - zrak)	SM2: Stan 1 - Grijanje + PTV (PELET) + hlađenje (DT zrak - zrak)	Aeroterمالna energija	0.00	729.00	729.00	729.00	1176.61	170.59	
Ukupno			11352.92	1849.32	6390.49	13202.25	4381.22	818.74	
<b>Uštede</b>			<b>-2687.88</b>	<b>1432.92</b>	<b>-3108.25</b>	<b>-8574.90</b>	<b>916.32</b>	<b>-50.70</b>	
<b>Uštede [%]</b>				<b>43.66</b>	<b>-94.70</b>	<b>-185.31</b>	<b>17.30</b>	<b>-6.60</b>	

Izvor: ThoriumA+

Prema ovoj usporedbi vidljivo je da dizalica topline zrak-voda troši 43.66 % više ukupne pomoćne energije od sustava na pelet, međutim potrošnja energenata je 94,70 % manja kod sustava DT zrak-voda. Isporučena energija  $E_{del}$  kod sustava na pelet iznosi 13 202,25 kWh, a kod sustava DTzrak-voda iznosi 4627,34 kWh. Primarna energija je

manja kod sustava na pelet zbog već spomenutog manjeg faktora primarne jer je pelet kao emergent obnovljiv izvor.

Investicija u sustav na pelet kao što je već spomenuto iznosi cca 135 000,00 kn, a investicija u sustav DT zrak-voda iznosi cca. 150 000,00 kn.

Uzimajući u obzir da je kod sustava na pelet potrebno uložiti i u dimnjak koji prema ponudi ovlaštenog izvođača radova iznosi cca. 15 000,00 kn (za odabranu stambenu zgradu) čime se u troškovnom smislu ova dva sustava izjednačuju.

## 8. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bilo je projektiranje i odabir termodinamičkog sustava stambene zgrade prema nZEB standardu kako bi se odredio optimalni termotehnički sustav grijanja i hlađenja, pripreme potrošne tople vode sa integriranim obnovljivim izvorima energije. Uдовoljavanje kriterijima projektiranja nZEB-a standarda znači da stambene zgrade u konačnici trebaju imati minimalnu ili nikakvu potrošnju energije, a da sve to skupa ne utječe na komfornost uvjeta življenja.

U obzir je uzeta stambena zgrada sa dvije stambene jedinice. Za proračun se koristila samo jedna stambena jedinica (zona - Stan 1) u gradu Poreču u novogradnji, a cijeli postupak projektiranja odraćen je u računalnom programu ThoriumA+ koji je napravljen prema određenim algoritmima propisanim od Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine u RH. Ovaj program se pokazao dobrim izborom za ovakvu vrstu zadatka, odnosno projektiranja jer uz svu detaljnost, dobije se iskaznica energetskih svojstava zgrade iz koje je vidljivo udovoljava li zgrada uvjetima projektiranja nZEB standardima sa odabranim termotehničkim sustavom.

Zgradu je poželjno projektirati na način da njezine energetske potrebe budu što niže. Ne postoje univerzalna rješenja za postizanje nZEB standarda. Svaku zgradu, kao što je napravljeno u studiji slučaja ovog rada, potrebno je detaljno sagledati i pokušati odrediti optimalan energetski koncept.

U ovom radu je to napravljeno detaljnom analizom i usporedbom četiri termotehnička sustava (1. sustav dizalica topline zrak-voda za grijanje i hlađenje i pripremu potrošne tople vode (sustav DT-z/v), 2.sustav kotao na pelet za grijanje i pripremu tople vode i klima multisplit sustavom za hlađenje (sustav na pelet), 3. kondenzacijski plinski bojler za grijanje i pripremu potrošne tople vode i klima multisplit sustavom za hlađenje (sustav na plin), 4. multi split klima uređaji za grijanje i hlađenje te spremnik sa dizalicom topline za pripremu potrošne tople vode i električnim radijatorima za grijanje kupatila (klima multisplit sustav), pri čemu je utvrđen troškovno i ekološki optimalan termotehnički sustav za grijanje i hlađenje.

Analizom na odabranoj stambenoj zgradi, potvrđeno je da postoje razlike u financijskom i ekološkom aspektu između termotehničkih sustava koji udovoljavaju

uvjetima nZEB projektiranja. U nastavku se navode ključni zaključci do koji se došlo ovim istraživanjem;

**Zaključak 1:** Tri analizirana termotehnička sustava udovoljavaju nZEB standard dok jedan ne udovoljava a to je termotehnički sustav kotla na plin.

**Zaključak 2.** Termotehnički sustav kotla na plin ne treba isključiti u budućim analizama već treba uzeti u obzir da za ovaj objekt i na ovoj lokaciji to nije primjereno termotehnički sustav.

**Zaključak 3.** Od četiri analizirana termotehnička sustava troškovno najoptimalniji sustav je sustav klima multisplit.

**Zaključak 4.** Od četiri analizirana termotehnička sustava DT- zrak/voda i sustav pelet su ekološki najbolja rješenja.

**Zaključak 5.** Multisplit klima je troškovno optimalan i ekološki manje primjereno sustav.

**Zaključak 6.** Navedeni zaključci se ne mogu generalizirati za sve stambene objekte jer se temelje na analizi slučaja konkretno odabranog projekta i primjenljivi su eventualno za slične stambene objekte na sličnoj lokaciji i u tom smislu mogu poslužiti kao smjernica investitorima pri izboru termotehničkog rješenja.

Preporuka za buduće analize i istraživanja se odnose na detaljniju analizu troškovne komponente u smislu potrošnje energije kroz određeni vremenski period (npr. izračuni kroz period od 5 godina) te usporedbu analize ove četiri termotehnička sustava sa sličnim objektima u kontinentalnoj regiji.

Projektiranje po nZEB standardima je u zadnjem desetljeću evoluiralo i zasigurno će se još razvijati i detaljizirati pri čemu je u procesu projektiranja važno svaki objekt promatrati kao zasebnu cjelinu uzimajući u obzir sve njegove specifičnosti.

## PRILOZI

### Prilog 1. Ponude dobave i montaže termotehničkih sustava

## PONUDA

### PALMAN THERMO doo

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

**Broj:** 1811

Datum: 25/08/21

Mjesto: POREC

Rok plaćanja: 09/09/21

Strana: 1

Ovo nije fiskalizirani račun!

Adresa otpreme

**OUTLIER D.O.O.**

VUKOVARSKA 19  
52440 POREČ  
HR Hrvatska

Kupac

**OUTLIER D.O.O.**

VUKOVARSKA 19  
52440 POREČ  
Hrvatska  
OIB: 62225653339

1. DIZALICA TOPLINE + PODNO + KUP.RADIJATORI + PTV + HLAĐENJE							
Broj Narudžbe	Način otpreme	Vrijedi do datuma: Dat.isporuke.	Org.jed.	St.	Način plać.	Cassa-sconto	Prodao
		04/09/21	26/08/21		TRANSAK.RN	0,00 /	0
Šifra	Opis/Napomena	Količina	J.M.	Cijena	Pop%	Por%	Iznos
41117/ 1	VIESSMANN VITOCAL 100-S B08 230V	1,0KOM		32.034,00	20	25	25.627,20
411323/ 1	VITOCONNECT OPTO2	1,0KOM		1.440,00	14	25	1.238,40
40162/ 1	VIESSMANN BUS SPOJNI VOD 15 M	1,0KOM		282,00	20	25	225,60
40302/ 1	VIESSMANN URANJAĆUĆI OSJET.TEMP.	4,0KOM		585,00	20	25	1.872,00
40036/ 1	VIESSMANN TERMOSTAT ZA ŽAŠTITU OD SMRZAVANJA	0KOM		943,00	20	25	754,40
40210/ 1	VIESSMANN VITOTROL 200 SOBNI KOREKTOR	1,0KOM		980,00	20	25	784,00
400303/ 1	VIESSMANN SPREMNIK RASH./OGRJEV.VODE 100 L	1,0KOM		3.473,00	20	25	2.778,40
14102/ 1	SOLARNI BOJLER TESY 200 L	1,0KOM		3.672,00	20	25	2.937,60
14105/ 1	GRIJAĆ SET 3 kW TESY	1,0KOM		728,00	20	25	582,40
14033/ 1	EKSPAN.POSUDA MEMBR.18 L	1,0KOM		204,52	20	25	163,61
14053/ 1	EXP.POSUDA AC 18 SAN.	1,0KOM		308,296	20	25	246,64
14064/ 1	NOSAĆ ZA EXPANZ.POSUDU 8-50L	2,0KOM		40,00	20	25	64,00
35001/ 1	SIGUR.VENTIL 1/2 3 bar CALEFFI	1,0KOM		36,80	20	25	29,44
35004/ 1	SIG.VENTIL 1/2 10 bari CALEFFI	1,0KOM		74,256	20	25	59,41
08998/ 1	HVATAĆ NEČISTOĆE 5/4"	1,0KOM		92,00	20	25	73,60
08997/ 1	HVATAĆ NEČISTOĆE 1"	1,0KOM		59,20	20	25	47,36
09033/ 1	KUGLA.VENTIL SA HOL. 5/4	4,0KOM		126,40	20	25	404,48
09032/ 1	KUGLA.VENTIL SA HOL. 1	4,0KOM		84,632	20	25	270,82
09005/ 1	KUGLASTI VENTIL 1	4,0KOM		57,60	20	25	184,32
00401/ 1	RAZDJELNIK IZOL.HLAĐ.5/4-1 2 KRU.	1,0KOM		1.181,512	20	25	945,21
13004/ 1	GRUNDFOS PUMPA ALPHA1L 25-60/180	2,0KOM		1.248,00	20	25	1.996,80
09133/ 1	NEPOVRATNI VENTIL 1	2,0KOM		57,60	20	25	92,16
09247/ 1	SLAVINA ZA PIP 1/2 KOVINA	2,0KOM		44,00	20	25	70,40
08100/ 1	TERMOMANOMETAR	2,0KOM		120,00	20	25	192,00
08004/ 1	MIŠ VENTIL TROPUTNI 1"	1,0KOM		368,00	20	25	294,40
08007/ 1	MIŠ MOTOR.POGON ESBE 220V	1,0KOM		769,248	20	25	615,40
01028/ 1	CU CIJEV 35 ŠIPKA	5,0 M		111,848	20	25	447,39
01027/ 1	CU CIJEV 28 ŠIPKA	15,0 M		80,80	20	25	969,60
10482/ 1	IZOLACIJA CIJEVI 35/13mm	6,0 M		8,80	20	25	42,24
10481/ 1	IZOLACIJA CIJEVI 28/13mm	16,0 M		7,60	20	25	97,28
03040/ 1	CU KOL.DVOSTR. 35/90	5,0KOM		52,80	20	25	211,20
03037/ 1	CU KOL.DVOSTR. 28/90	10,0KOM		9,60	20	25	76,80
03378/ 1	PRIJELAZ MS 35-5/4 MUŠKI	6,0KOM		25,60	20	25	122,88
03375/ 1	PRIJELAZ MS 28-1 MUŠKI	10,0KOM		15,368	20	25	122,94
CU CIJEV ZA KLIMU 1/4" 6,35mm							

**PONUDA****PALMAN THERMO doo****Broj:** 1811

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

**Datum:** 25/08/21**Mjesto:** POREC**Rok plaćanja:** 09/09/21**Strana:** 2**Ovo nije fiskalizirani račun!**

Šifra	Opis/Napomena	Količina	J.M.	Cijena	Pop%	Por%	Iznos
01003/ 1		10,0	M	17,936	20	25	143,49
01005/ 1	CU CIJEV ZA KLIMU 1/2" 12,70mm	10,0	M	32,80	20	25	262,40
33003/ 1	VALSIR PEX CIJEV 26x3 IZOL	20,0	KOM	21,92	20	25	350,72
33086/ 1	VALSIR PRIJEL.KOM.26-1 M	8,0	KOM	49,416	20	25	316,26
00081/ 1	ORMARIĆ UNI 110T 600 LAK S UŠI	2,0	KOM	552,136	20	25	883,41
00113/ 1	RAZDJELNIK TTO 69 E / 6	2,0	KOM	888,784	20	25	1.422,05
00116/ 1	ZAPORNI SET 1 RSF	2,0	KOM	23,20	20	25	37,12
00027/ 1	SPOJNICA KOMPRESIONA 16X2	24,0	KOM	14,96	20	25	287,23
00117/ 1	PRIKLJUČNA GARNITURA 1" KUTNA	2,0	KOM	264,00	20	25	422,40
00014/ 1	RASTER PLOČA CL.150 H33	105,0	KOM	54,00	20	25	4.536,00
00028/ 1	CIJEV ZA PODNO 16X2.0 MM	1000,0	M	4,80	20	25	3.840,00
31125/ 1	RE RUBNA TRAKA 130x 10mm	100,0	M	12,00	20	25	960,00
31130/ 1	RE OBUJMICA ZA PRIČVRŠČAVANJE	200,0	KOM	0,72	20	25	115,20
00012/ 1	ADITIV ZA PLASTIFICIRANJE BETO.	10,0	LIT	35,20	20	25	281,60
00046/ 1	TERMOELEK.POGON 230V/A-2004-10	6,0	KOM	100,80	20	25	483,84
08050/ 1	TERMOSTAT SOB.DIG.IMIT 578120	3,0	KOM	249,60	20	25	599,04
04226/ 1	VENTILCONVECTOR EMMETI ETM 280 SU	1,0	KOM	3.974,11	20	25	3.179,29
04227/ 1	VENTILOKONVEKTOR EMMETI ETM 240 SU	3,0	KOM	3.189,60	20	25	7.655,04
04228/ 1	VENTILOKONVEKTOR EMMETI ETM 220 SU	1,0	KOM	2.852,00	20	25	2.281,60
33012/ 1	VALSIR PEX CIJEV 20 X 2 IZOL.10 mm	100,0	M	12,80	20	25	1.024,00
09036/ 1	KUGLA.VENTIL SA HOL.1/2 KUTNI	10,0	KOM	42,00	20	25	336,00
31252/ 1	PRES PRELAZ 3/4-20 ŽENSKI	10,0	KOM	26,40	20	25	211,20
00103/ 1	RAZDJEL.INTERA 52 E/ 5	1,0	KOM	318,728	20	25	254,98
00029/ 1	SPOJNICA KOMPRESIONA 20x2	10,0	KOM	15,20	20	25	121,60
00116/ 1	ZAPORNI SET 1 RSF	1,0	KOM	23,20	20	25	18,56
00117/ 1	PRIKLJUČNA GARNITURA 1" KUTNA	1,0	KOM	264,00	20	25	211,20
05422/ 1	RADIJA.KUPAO. 500 x 1400 STAR.	3,0	KOM	638,544	20	25	1.532,50
35020/ 1	RAD.VENTIL TERMO 1/2 CU K CAL.	3,0	KOM	48,656	20	25	116,77
35021/ 1	RAD.DETENTOR 1/2 CU K CALEFFI	3,0	KOM	42,984	20	25	103,16
35061/ 1	SPOJNICA CALEFFI #16 PRES ZA RAD.VENTIL	6,0	KOM	21,20	20	25	101,76
06053/ 1	RAD ROZETA PVC 16	6,0	KOM	1,76	20	25	8,45
33001/ 1	VALSIR PEX CIJEV 16x2 IZOL.	60,0	KOM	9,12	20	25	437,76
00106/ 1	RAZDJELITERA 52 E / 3	1,0	KOM	227,136	20	25	181,71
00116/ 1	ZAPORNI SET 1 RSF	1,0	KOM	23,20	20	25	18,56
00117/ 1	PRIKLJUČNA GARNITURA 1" KUTNA	1,0	KOM	264,00	20	25	211,20
00027/ 1	SPOJNICA KOMPRESIONA 16X2	6,0	KOM	14,96	20	25	71,81
01/ 3	SITNI POTROŠNI MATERIJAL	1,0	KOM	5.000,00		25	5.000,00
01/ 3	ELEKTRO RADOVI SA MATERIJALOM	1,0	KOM	4.600,00		25	4.600,00
01/ 3	MONTAŽA DIZALICE TOPLINE + KOTLOVNICA	1,0	KOM	10.000,00		25	10.000,00
01/ 3	MONTAŽA VENTILOKONVEKTORA	5,0	KOM	1.100,00		25	5.500,00
01/ 3	MONTAŽA KUPAONSKOG RADIJATORA	3,0	KOM	750,00		25	2.250,00
01/ 3	MONTAŽA PODNOG GRIJANJA	105,0	KOM	75,00		25	7.875,00
01/ 3	PUŠTANJE U POGON VITOCAL+VITOTROL+OPTO	1,0	KOM	2.400,00		25	2.400,00

## PONUDA

### PALMAN THERMO doo

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

Broj: 1811

Datum: 25/08/21

Mjesto: POREC

Rok plaćanja: 09/09/21

Strana: 3

Ovo nije fiskalizirani račun!

Neto iznos:	134.589,87
Popust ukupno:	19.306,58
Porez ukupno:	28.820,82

Za platiti: Kn \*\*\*\*144.104,11

SLOVIMA: STOČETRDESETČETIRISUĆE STOČETIRI Kn i 11/100

Model/HR01	Poziv na brč 0011-1811-76
IBAN	HR9124020061100089164

TANJA ERIK univ.ing.el  
Izradio/la dokument

DIREKTOR:PALMAN BRUNO

## PONUDA

### PALMAN THERMO doo

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

Broj: 1817

Datum: 25/08/21

Mjesto: POREC

Rok plaćanja: 09/09/21

Strana: 1

Ovo nije fiskalizirani račun!

Adresa otpreme

**OUTLIER D.O.O.**

VUKOVARSKA 19  
52440 POREČ  
HR Hrvatska

Kupac

**OUTLIER D.O.O.**

VUKOVARSKA 19  
52440 POREČ  
Hrvatska  
OIB: 62225653339

KLIMA + PTV DIZALICA								
Broj Narudžbe	Način otpreme	Vrijedi do datuma: Dat.isporuke.	Org.jed.	St.	Način plać.	Cassa-sconto	Prodao	
Šifra	Opis/Napomena		Količina	J.M.	Cijena	Pop%	Por%	Iznos
05422/ 1	RADIJA.KUPAO. 500 x 1400 STAR.	09/01/00 26/08/21	3,0KOM		638,544	20	25	1.532,50
05029/ 1	EL.GRIJAČ 600 W ZA RADIJATOR		3,0KOM		520,00	20	25	1.248,00
06001/ 1	RADIJATORSKI ČEP 1/2" CROM		3,0KOM		6,40	20	25	15,36
01/ 3	SITNI POTROŠNI MATERIJAL		1,0KOM		700,00	25		700,00
01/ 3	ELEKTRO RADOVI SA MATERIJALOM		1,0KOM		900,00	25		900,00
01/ 3	MONTAŽA EL.KUPAONSKOG RADIJATORA		3,0KOM		450,00	25		1.350,00
15016/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 5,6 kW VANJSKA		1,0KOM		8.740,00	20	25	6.992,00
15010/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300 S 8kW VANJSKA		1,0KOM		12.310,00	20	25	9.848,00
15019/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 2,6kW UNUTARNJA		3,0KOM		1.710,00	20	25	4.104,00
15012/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 5,4kW UNUTARNJA		1,0KOM		2.220,00	20	25	1.776,00
01003/ 1	CU CIJEV ZA KLIMU 1/4" 6,35mm		60,0	M	17,936	20	25	860,93
01004/ 1	CU CIJEV ZA KLIMU 3/8" 9,52mm		60,0	M	25,96	20	25	1.246,08
15000/ 1	NOSAČ KLIME 600 poc.par		2,0KOM		116,00	20	25	185,60
15002/ 1	SET ZA MONTAŽU KLIME M10		2,0KOM		22,40	20	25	35,84
15005/ 1	KUTIJA ZA PDŽBUK.MOTAŽU KLIME		4,0KOM		52,00	20	25	166,40
15029/ 1	SIFON ZA KONDEZAT DN 40		4,0KOM		106,40	20	25	340,48
01040/ 1	EUROFLEX CIJEV ZA ODVOD KOND.FI 16		10,0	M	3,12	20	25	24,96
80433/ 1	GUMENI AMORTIZER 30X20 M8		8,0KOM		22,40	20	25	143,36
01/ 3	MONTAŽA KLIMA UREĐAJA UNUTARNJA		4,0KOM		1.000,00	25		4.000,00
01/ 3	MONTAŽA KLIMA UREĐAJA VANJSKA		2,0KOM		1.200,00	25		2.400,00
01/ 3	DOBAVA I UGRADNJA CIJEVI KONDENZATA 32		40,0KOM		35,00	25		1.400,00
41129/ 1	VIESSMANN VITOCAL TOE 060-A 180L		1,0KOM		14.478,00	20	25	11.582,40
<i>- pogon na vanski zrak</i>								
01/ 3	UGRADNJA TOE060		1,0KOM		2.000,00	25		2.000,00
01/ 3	MATERIJAL TOE060		1,0KOM		1.150,00	25		1.150,00
01/ 3	BUŠENJE DVJE RUPE 160		2,0KOM		500,00	25		1.000,00

## PONUDA

### PALMAN THERMO doo

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

Broj: 1817

Datum: 25/08/21

Mjesto: POREC

Rok plaćanja: 09/09/21

Strana: 2

Ovo nije fiskalizirani račun!

Neto iznos:	65.027,39
Popust ukupno:	10.025,48
Porez ukupno:	13.750,48

Za platiti: Kn \*\*\*\*\*68.752,39

SLOVIMA: ŠEZDESETOSAMTIŠUĆA SEDAMSTOPEDESETDVJE Kn i 39/100

Model/HR01	Poziv na brč 0011-1817-70
IBAN	HR9124020061100089164

SIMON PALMAN ing.mech.

Izradio/la dokument

DIREKTOR:PALMAN BRUNO

## PONUDA

### PALMAN THERMO doo

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

**Broj:** 1813  
**Datum:** 25/08/21  
**Mjesto:** POREC  
**Rok plaćanja:** 09/09/21  
**Strana:** 1  
**Ovo nije fiskalizirani račun!**

Adresa otpreme

**OUTLIER D.O.O.**

VUKOVARSKA 19  
52440 POREČ  
HR Hrvatska

Kupac

**OUTLIER D.O.O.**

VUKOVARSKA 19  
52440 POREČ  
Hrvatska  
OIB: 62225653339

#### 1. PELET + PODNO + KUP.RADIJATORI + PTV + KLIMA

Broj Narudžbe	Način otpreme	Vrijedi do datuma: Dat.isporuke.	Org.jed.	St.	Način plać.	Cassa-sconto	Prodao	
		04/09/21	26/08/21		TRANSAK.RN	0,00 /	0	
Šifra	Opis/Napomena		Količina	J.M.	Cijena	Pop%	Por%	Iznos
04204/ 1	KOTAO NA PELET BIODOM 21		1,0KOM		20.460,00	7	25	19.027,80
04208/ 1	MODUL BIODOM IQ1 WIFI		1,0KOM		4.800,00	7	25	4.464,00
03930/ 1	DIMOVNDNI SET INOX 80		1,0KOM		848,00	20	25	678,40
14102/ 1	SOLARNI BOJLER TESY 200 L		1,0KOM		3.672,00	20	25	2.937,60
14105/ 1	GRIJAČ SET 3 kW TESY		1,0KOM		728,00	20	25	582,40
14033/ 1	EKSPAN.POSUDA MEMBR.18 L		1,0KOM		204,52	20	25	163,61
14053/ 1	EXP.POSUDA AC 18 SAN.		1,0KOM		308,296	20	25	246,64
14064/ 1	NOSAČ ZA EXPANZ.POSUDU 8-50L		2,0KOM		40,00	20	25	64,00
35001/ 1	SIGUR.VENTIL 1/2 3 bar CALEFFI		1,0KOM		36,80	20	25	29,44
35004/ 1	SIG.VENTIL 1/2 10 bari CALEFFI		1,0KOM		74,256	20	25	59,41
08998/ 1	HVATAČ NEČISTOĆE 5/4"		1,0KOM		92,00	20	25	73,60
09033/ 1	KUGLA.VENTIL SA HOL. 5/4		2,0KOM		126,40	20	25	202,24
09032/ 1	KUGLA.VENTIL SA HOL. 1		4,0KOM		84,632	20	25	270,82
09005/ 1	KUGLASTI VENTIL 1		4,0KOM		57,60	20	25	184,32
00401/ 1	RAZDJELNIK IZOL.HLAĐ.5/4-1 2 KRU.		1,0KOM		1.181,512	20	25	945,21
13004/ 1	GRUNDFOS PUMPA ALPHA1L 25-60/180		2,0KOM		1.248,00	20	25	1.996,80
09133/ 1	NEPOVRATNI VENTIL 1		2,0KOM		57,60	20	25	92,16
09247/ 1	SLAVINA ZA PIP 1/2 KOVINA		2,0KOM		44,00	20	25	70,40
08100/ 1	TERMOMANOMETAR		2,0KOM		120,00	20	25	192,00
08016/ 1	TERMOSTATKI MIŠ VENTIL 1" CALEFF.166001		1,0KOM		611,768	20	25	489,41
01028/ 1	CU CIJEV 35 ŠIPKA		5,0 M		111,848	20	25	447,39
01027/ 1	CU CIJEV 28 ŠIPKA		15,0 M		80,80	20	25	969,60
10482/ 1	IZOLACIJA CIJEVI 35/13mm		6,0 M		8,80	20	25	42,24
10481/ 1	IZOLACIJA CIJEVI 28/13mm		16,0 M		7,60	20	25	97,28
03040/ 1	CU KOL.DVOSTR. 35/90		5,0KOM		52,80	20	25	211,20
03037/ 1	CU KOL.DVOSTR. 28/90		10,0KOM		9,60	20	25	76,80
03378/ 1	PRIJELAZ MS 35-5/4 MUŠKI		6,0KOM		25,60	20	25	122,88
03375/ 1	PRIJELAZ MS 28-1 MUŠKI		10,0KOM		15,368	20	25	122,94
33003/ 1	VALSIR PEX CIJEV 26x3 IZOL		20,0KOM		21,92	20	25	350,72
33086/ 1	VALSIR PRIJEL.KOM.26-1 M		8,0KOM		49,416	20	25	316,26
00081/ 1	ORMARIĆ UNI 110T 600 LAK S UŠI		2,0KOM		552,136	20	25	883,41
00113/ 1	RAZDJELNIK TTO 69 E / 6		2,0KOM		888,784	20	25	1.422,05
00116/ 1	ZAPORNİ SET 1 RSF		2,0KOM		23,20	20	25	37,12
00027/ 1	SPOJNICA KOMPRESIONA 16X2		24,0KOM		14,96	20	25	287,23
	PRIKLJUČNA GARNITURA 1" KUTNA							

**PONUDA****PALMAN THERMO doo****Broj:** 1813

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
**OIB**50385585634

**Datum:** 25/08/21**Mjesto:** POREC**Rok plaćanja:** 09/09/21**Strana:** 2**Ovo nije fiskalizirani račun!**

Šifra	Opis/Napomena	Količina	J.M.	Cijena	Pop%	Por%	Iznos
00117/ 1		2,0KOM		264,00	20	25	422,40
00014/ 1	RASTER PLOČA CL.150 H33	105,0KOM		54,00	20	25	4.536,00
00028/ 1	CIJEV ZA PODNO 16X2,0 MM	1000,0	M	4,80	20	25	3.840,00
31125/ 1	RE RUBNA TRAKA 130x 10mm	100,0	M	12,00	20	25	960,00
31130/ 1	RE OBUJMICA ZA PRIČVRŠČAVANJE	200,0KOM		0,72	20	25	115,20
00012/ 1	ADITIV ZA PLASTIFICIRANJE BETO.	10,0	LIT	35,20	20	25	281,60
00046/ 1	TERMOLEK.POGON 230V/A-2004-10	6,0KOM		100,80	20	25	483,84
08050/ 1	TERMOSTAT SOB.DIG.IMIT 578120	4,0KOM		249,60	20	25	798,72
05422/ 1	RADIJA.KUPAO. 500 x 1400 STAR.	3,0KOM		638,544	20	25	1.532,50
35020/ 1	RAD.VENTIL TERMO 1/2 CU K CAL.	3,0KOM		48,656	20	25	116,77
35021/ 1	RAD.DETENTOR 1/2 CU K CALEFFI	3,0KOM		42,984	20	25	103,16
35061/ 1	SPOJNICA CALEFFI #16 PRES ZA RAD.VENTIL	6,0KOM		21,20	20	25	101,76
06053/ 1	RAD ROZETA PVC 16	6,0KOM		1,76	20	25	8,45
33001/ 1	VALSIR PEX CIJEV 16x2 IZOL.	60,0KOM		9,12	20	25	437,76
00106/ 1	RAZDJEL.ITERA 52 E / 3	1,0KOM		227,136	20	25	181,71
00116/ 1	ZAPORNİ SET 1 RSF	1,0KOM		23,20	20	25	18,56
00117/ 1	PRIKLJUČNA GARNITURA 1" KUTNA	1,0KOM		264,00	20	25	211,20
00027/ 1	SPOJNICA KOMPRESIONA 16X2	6,0KOM		14,96	20	25	71,81
01/ 3	SITNI POTROŠNI MATERIJAL	1,0KOM		4.000,00		25	4.000,00
01/ 3	ELEKTRO RADOVI SA MATERIJALOM	1,0KOM		2.600,00		25	2.600,00
01/ 3	MONTAŽA KOTLA NA PELET + KOTLOVNICA	1,0KOM		7.000,00		25	7.000,00
01/ 3	MONTAŽA KUPAONSKOG RADIJATORA	3,0KOM		750,00		25	2.250,00
01/ 3	MONTAŽA PODNOG GRIJANJA	105,0KOM		75,00		25	7.875,00
01/ 3	PUŠTANJE U POGON BIODOM + IQ1	1,0KOM		1.200,00		25	1.200,00
15016/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 5,6 kW VANJSKA	2,0KOM		8.740,00	20	25	13.984,00
15019/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 2,6kW UNUTARNJA	3,0KOM		1.710,00	20	25	4.104,00
15020/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 3,8kW UNUTARNJA	1,0KOM		1.802,00	20	25	1.441,60
01003/ 1	CU CIJEV ZA KLIMU 1/4" 6,35mm	60,0	M	17,936	20	25	860,93
01004/ 1	CU CIJEV ZA KLIMU 3/8" 9,52mm	60,0	M	25,96	20	25	1.246,08
15000/ 1	NOSAČ KLIME 600 poc.par	2,0KOM		116,00	20	25	185,60
15002/ 1	SET ZA MONTAŽU KLIME M10	2,0KOM		22,40	20	25	35,84
15005/ 1	KUTIJA ZA PDŽBUK.MOTAŽU KLIME	4,0KOM		52,00	20	25	166,40
15029/ 1	SIFON ZA KONDEZAT DN 40	4,0KOM		106,40	20	25	340,48
01040/ 1	EUROFLEX CIJEV ZA ODVOD KOND.FI 16	10,0	M	3,12	20	25	24,96
80433/ 1	GUMENI AMORTIZER 30X20 M8	8,0KOM		22,40	20	25	143,36
01/ 3	MONTAŽA KLIMA UREĐAJA UNUTARNJA	4,0KOM		1.000,00		25	4.000,00
01/ 3	MONTAŽA KLIMA UREĐAJA VANJSKA	2,0KOM		1.200,00		25	2.400,00
01/ 3	DOBAVA I UGRADNJA CIJEVI KONDENZATA 32	40,0KOM		35,00		25	1.400,00

NAPOMENA:

UKOLIKO OBJEKAT NEMA DIMNJAKA, POTREBAN JE INOX IZOLIRANI DIMOVOD:

- VRATAŠCA, T KOMAD, CIJEV 6M, ZAVRŠNI DIO, KAPA, NOSAČI - 7000,00KN
- MONTAŽA DIMOVODA - 2000,00KN

## PONUDA

### PALMAN THERMO doo

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

Broj: 1813

Datum: 25/08/21

Mjesto: POREC

Rok plaćanja: 09/09/21

Strana: 3

Ovo nije fiskalizirani račun!

Neto iznos:	122.260,34
Popust ukupno:	14.623,27
Porez ukupno:	26.909,27

Za platiti: Kn \*\*\*\*134.546,34

SLOVIMA: STOTRIDESETČETIRITISUĆE PETSTOČETRDESETŠEST Kn i 34/100

Model/HR01	Poziv na brč 0011-1813-70
IBAN	HR9124020061100089164

SIMON PALMAN ing.mech.

Izradio/la dokument

DIREKTOR:PALMAN BRUNO

## PONUDA

### PALMAN THERMO doo

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

**Broj:** 1815

Datum: 25/08/21

Mjesto: POREC

Rok plaćanja: 09/09/21

Strana: 1

Ovo nije fiskalizirani račun!

Adresa otpreme

**OUTLIER D.O.O.**

VUKOVARSKA 19  
52440 POREČ  
HR Hrvatska

Kupac

**OUTLIER D.O.O.**

VUKOVARSKA 19  
52440 POREČ  
Hrvatska  
OIB: 62225653339

1. PLIN + PODNO + KUP.RADIJATORI + PTV + KLIMA								
Broj Narudžbe	Način otpreme	Vrijedi do datuma: Dat.isporuke.	Org.jed.	St.	Način plać.	Cassa-sconto	Prodao	
		09/01/00	26/08/21		TRANSAK.RN	0,00 /	0	
Šifra	Opis/Napomena	Količina	J.M.	Cijena	Pop%	Por%	Iznos	
401133/ 1	VIESSMANN VITODENS 100-W 19kW CIRKO+120 L PTV1,0KOM	16.978,40	20 25	13.582,72				
42702/ 1	AZ-CIJEV DN60/100 I=1000	2,0KOM		227,00	20 25		363,20	
40195/ 1	AZ-KOLJENO 87 KS D=60/100	2,0KOM		232,00	20 25		371,20	
40125/ 1	AZ-PRIKLJUČAK NA ZID D=60/100	1,0KOM		390,00	20 25		312,00	
14033/ 1	EKSPAN.POSUDA MEMBR.18 L	1,0KOM		204,52	20 25		163,61	
14053/ 1	EXP.POSUDA AC 18 SAN.	1,0KOM		308,296	20 25		246,64	
14064/ 1	NOSAČ ZA EXPANZ.POSUDU 8-50L	2,0KOM		40,00	20 25		64,00	
35001/ 1	SIGUR.VENTIL 1/2 3 bar CALEFFI	1,0KOM		36,80	20 25		29,44	
35004/ 1	SIG.VENTIL 1/2 10 bari CALEFFI	1,0KOM		74,256	20 25		59,41	
08998/ 1	HVATAČ NEČISTOĆE 5/4"	1,0KOM		92,00	20 25		73,60	
09033/ 1	KUGLA.VENTIL SA HOL. 5/4	2,0KOM		126,40	20 25		202,24	
09032/ 1	KUGLA.VENTIL SA HOL. 1	4,0KOM		84,632	20 25		270,82	
09005/ 1	KUGLASTI VENTIL 1	4,0KOM		57,60	20 25		184,32	
00401/ 1	RAZDJELNIK IZOL.HLAĐ.5/4-1 2 KRU.	1,0KOM		1.181,512	20 25		945,21	
13004/ 1	GRUNDFOS PUMPA ALPHA1L 25-60/180	2,0KOM		1.248,00	20 25		1.996,80	
09133/ 1	NEPOVRATNI VENTIL 1	2,0KOM		57,60	20 25		92,16	
09247/ 1	SLAVINA ZA PIP 1/2 KOVINA	2,0KOM		44,00	20 25		70,40	
08100/ 1	TERMOMANOMETAR	2,0KOM		120,00	20 25		192,00	
08016/ 1	TERMOSTATKI MIŠ VENTIL 1" CALEFF.166001	1,0KOM		611,768	20 25		489,41	
01028/ 1	CU CIJEV 35 ŠIPKA	5,0 M		111,848	20 25		447,39	
01027/ 1	CU CIJEV 28 ŠIPKA	15,0 M		80,80	20 25		969,60	
10482/ 1	IZOLACIJA CIJEVI 35/13mm	6,0 M		8,80	20 25		42,24	
10481/ 1	IZOLACIJA CIJEVI 28/13mm	16,0 M		7,60	20 25		97,28	
03040/ 1	CU KOL.DVOSTR. 35/90	5,0KOM		52,80	20 25		211,20	
03037/ 1	CU KOL.DVOSTR. 28/90	10,0KOM		9,60	20 25		76,80	
03378/ 1	PRIJELAZ MS 35-5/4 MUŠKI	6,0KOM		25,60	20 25		122,88	
03375/ 1	PRIJELAZ MS 28-1 MUŠKI	10,0KOM		15,368	20 25		122,94	
33003/ 1	VALSIR PEX CIJEV 26x3 IZOL	20,0KOM		21,92	20 25		350,72	
33086/ 1	VALSIR PRIJEL.KOM.26-1 M	8,0KOM		49,416	20 25		316,26	
00081/ 1	ORMARIĆ UNI 110T 600 LAK S UŠI	2,0KOM		552,136	20 25		883,41	
00113/ 1	RAZDJELNIK TTO 69 E / 6	2,0KOM		888,784	20 25		1.422,05	
00116/ 1	ZAPORNI SET 1 RSF	2,0KOM		23,20	20 25		37,12	
00027/ 1	SPOJNICA KOMPRESIONA 16X2	24,0KOM		14,96	20 25		287,23	
00117/ 1	PRIKLJUČNA GARNITURA 1" KUTNA	2,0KOM		264,00	20 25		422,40	
RASTER PLOČA CL.150 H33								

**PONUDA****PALMAN THERMO doo****Broj:** 1815

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
OIB50385585634

Datum: 25/08/21

Mjesto: POREC

Rok plaćanja: 09/09/21

Strana: 2

**Ovo nije fiskalizirani račun!**

Šifra	Opis/Napomena	Količina	J.M.	Cijena	Pop%	Por%	Iznos
00014/ 1		105,0	KOM	54,00	20	25	4.536,00
00028/ 1	CIJEV ZA PODNO 16X2,0 MM	1000,0	M	4,80	20	25	3.840,00
31125/ 1	RE RUBNA TRAKA 130x 10mm	100,0	M	12,00	20	25	960,00
31130/ 1	RE OBUDICA ZA PRIČVRŠČAVANJE	200,0	KOM	0,72	20	25	115,20
00012/ 1	ADITIV ZA PLASTIFICIRANJE BETO.	10,0	LIT	35,20	20	25	281,60
00046/ 1	TERMOELEK.POGON 230V/A-2004-10	6,0	KOM	100,80	20	25	483,84
08050/ 1	TERMOSTAT SOB.DIG.IMIT 578120	4,0	KOM	249,60	20	25	798,72
05422/ 1	RADIJA.KUPAO. 500 x 1400 STAR.	3,0	KOM	638,544	20	25	1.532,50
35020/ 1	RAD.VENTIL TERMO 1/2 CU K CAL.	3,0	KOM	48,656	20	25	116,77
35021/ 1	RAD.DETENTOR 1/2 CU K CALEFFI	3,0	KOM	42,984	20	25	103,16
35061/ 1	SPOJNICA CALEFFI #16 PRES ZA RAD.VENTIL	6,0	KOM	21,20	20	25	101,76
06053/ 1	RAD ROZETA PVC 16	6,0	KOM	1,76	20	25	8,45
33001/ 1	VALSIR PEX CIJEV 16x2 IZOL.	60,0	KOM	9,12	20	25	437,76
00106/ 1	RAZDJEL.ITERA 52 E / 3	1,0	KOM	227,136	20	25	181,71
00116/ 1	ZAPORNİ SET 1 RSF	1,0	KOM	23,20	20	25	18,56
00117/ 1	PRIKLJUČNA GARNITURA 1" KUTNA	1,0	KOM	264,00	20	25	211,20
00027/ 1	SPOJNICA KOMPRESIONA 16X2	6,0	KOM	14,96	20	25	71,81
01/ 3	SITNI POTROŠNI MATERIJAL	1,0	KOM	4.000,00		25	4.000,00
01/ 3	ELEKTRO RADOVI SA MATERIJALOM	1,0	KOM	2.600,00		25	2.600,00
01/ 3	MONTAŽA KOTLA NA PLIN + KOTLOVNICA	1,0	KOM	7.000,00		25	7.000,00
01/ 3	MONTAŽA KUPAONSKOG RADIJATORA	3,0	KOM	750,00		25	2.250,00
01/ 3	MONTAŽA PODNOG GRIJANJA	105,0	KOM	75,00		25	7.875,00
01/ 3	PUŠTANJE U POGON VITODENS	1,0	KOM	1.000,00		25	1.000,00
15016/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 5,6 kW VANJSKA	2,0	KOM	8.740,00	20	25	13.984,00
15019/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 2,6kW UNUTARNJA	3,0	KOM	1.710,00	20	25	4.104,00
15020/ 1	VIESSMANN VITOCLIMA 300-S 3,8kW UNUTARNJA	1,0	KOM	1.802,00	20	25	1.441,60
01003/ 1	CU CIJEV ZA KLIMU 1/4" 6,35mm	60,0	M	17,936	20	25	860,93
01004/ 1	CU CIJEV ZA KLIMU 3/8" 9,52mm	60,0	M	25,96	20	25	1.246,08
15000/ 1	NOSAČ KLIME 600 poc.par	2,0	KOM	116,00	20	25	185,60
15002/ 1	SET ZA MONTAŽU KLIME M10	2,0	KOM	22,40	20	25	35,84
15005/ 1	KUTIJA ZA PDŽBUK.MOTAŽU KLIME	4,0	KOM	52,00	20	25	166,40
15029/ 1	SIFON ZA KONDEZAT DN 40	4,0	KOM	106,40	20	25	340,48
01040/ 1	EUROFLEX CIJEV ZA ODVOD KOND.FI 16	10,0	M	3,12	20	25	24,96
80433/ 1	GUMENI AMORTIZER 30X20 M8	8,0	KOM	22,40	20	25	143,36
01/ 3	MONTAŽA KLIMA UREĐAJA UNUTARNJA	4,0	KOM	1.000,00		25	4.000,00
01/ 3	MONTAŽA KLIMA UREĐAJA VANJSKA	2,0	KOM	1.200,00		25	2.400,00
01/ 3	DOBAVA I UGRADNJA CIJEVI KONDENZATA 32	40,0	KOM	35,00		25	1.400,00
01/ 3	PLINOVOD BROJILA (ULICA)- KOTAO	35,0	M	180,00		25	6.300,00

- čelična bezšavna cijev 1"
- temeljna boja
- dekordal traka
- traka pazi plin - plinovod
- završna žuta boja

*Iskop, pijesak te zatrpanjanje nisu u cijeni.*

## **PONUDA**

### **PALMAN THERMO doo**

M.VLAŠIĆA 39  
52440 POREČ  
052/432-008  
palman.thermo@pu.t-com.hr  
**OIB50385585634**

**Broj:** 1815

Datum: 25/08/21  
Mjesto: POREC

Rok plaćanja: 09/09/21  
Strana: 3  
**Ovo nije fiskalizirani račun!**

<b>Neto iznos:</b>	116.138,74
<b>Popust ukupno:</b>	15.462,75
<b>Porez ukupno:</b>	25.169,00

**Za platiti: Kn \*\*\*\*125.844,99**

SLOVIMA: STODVADESETPETTISUĆA OSAMSTOČETRDESETČETIRI Kn i 99/100

<b>Model/HR01</b>	<b>Poziv na brc</b> 0011-1815-75
<b>IBAN</b>	HR9124020061100089164

SIMON PALMAN ing.mech.

Izradio/la dokument

**DIREKTOR:PALMAN BRUNO**

## POPIS LITERATURE

1. Berković-Šubić, Mihaela (2013). *Proračun isporučene i primarne energije obiteljske kuće sa sunčanim toplovodnim sustavom*. Diss. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje.
2. Idejni projekt Outlier d.o.o. za stambenu zgradu Mali Maj (2021), arhitektonski ured Andrej Filipović.
3. Računalni program Thorium A+, dostupno na: <http://thoriumaplus.com/>
4. Smjernice za zgrade gotovo nulte energije, Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, 2019.
5. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, dostupno na:  
<https://narodne-novine.nn.hr/search.aspx?upit=Tehni%C4%8dki+propis+o+racionalnoj+uporabi+energije+i+toplinskoj+za%C5%A1a+titulu+zgradama&naslovi=da&sortiraj=0&kategorija=1&rp=10&qtype=3&pretraga=da>
6. Veršić Z. (2020) prezentacija Zahtjevi za prozore u cilju postizanja nZEB standarda Zagreb, 11.03.2020., 7. međunarodna konferencija Dani prozora, Zagreb, Hotel Antunović. dostupno na:  
<https://ift-hrvatska.com/wp-content/uploads/2020/03/09-15-zoran-versic-dani-prozora-2020-versic-4.pdf>

## POPIS SLIKA

SLIKI 1. PRIKAZ PRIMARNE I ISPORUČENE ENERGIJE .....	10
SLIKI 2. GUBICI TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA.....	12
SLIKI 3. THORIUM A+ RAČUNALNI PROGRAM.....	13
SLIKI 4. STAMBENA ZGRADA U POREČU „MALI MAJ (Z1)“ .....	14
SLIKI 5. TLOCRT PRIZEMLJA ZGRADE MALI MAJ (Z1) .....	15
SLIKI 6. TLOCRT PROVOG KATA.....	16
SLIKI 7. ODABIR ENERGENATA ZA STAMBENU ZGRADU .....	17
SLIKI 8. KLIMATSKI PODATCI ZA STAMBENU ZGRADU.....	18
SLIKI 9. ZONE STAMBENE ZGRADE .....	19
SLIKI 10. ORIJENTACIJA ZGRADE .....	19
SLIKI 11. DEFINIRANJE ZONE STAN1 .....	20
SLIKI 12. GRAĐEVINSKI DIJELOVI .....	21
SLIKI 13. SLOJEVI VANJSKOG ZIDA.....	21
SLIKI 14. SHEMA SPAJANJA MULTI SPLIT SUSTAVA .....	27
SLIKI 15. SHEMA SPAJANJA SUSTAVA DIZALICE TOPLINE ZRAK-VODA .....	30
SLIKI 16. SHEMA SPAJANJA SUSTAVA GRIJANJA KOTLA NA PELET .....	32
SLIKI 17. SHEMA SPAJANJA KLIMA MULTI SPLIT SUSTAVA ZA HLAĐENJE .....	32
SLIKI 17. SHEMA SPAJANJA SUSTAVA GRIJANJA KOTLA NA PLIN.....	34
SLIKI 18. SHEMA SPAJANJA KLIMA MULTI SPLIT SUSTAVA ZA HLAĐENJE.....	35

## POPIS GRAFIKONA

GRAFIKON 1. FAKTORI OBЛИKA PREMA VELИЧINI I RAZVEDENOSTI ZGRADE I POTREBNA ENERGIJA ZA GRIJANJE.....	8
--	---

## POPIS TABLICA

TABLICA 1. ENERGENTI SA PRIPADAJUĆIM FAKTOROM PRIMARNE ENERGIJE I EMISIJE CO <sub>2</sub> .....	11
TABLICA 2. REZULTATI PRORAČUNA ZA ZONU STAN1 SA OPĆIM PODACIMA STAMBENE ZGRADE.....	22
TABLICA 3. REZULTATI PRORAČUNA MULTI SPLIT SUSTAVA.....	28
TABLICA 4. UDIO OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ISPORUČENOJ ENERGIJI EDEL .....	28
TABLICA 5. NZEB UVJETI .....	29
TABLICA 6. REZULTATI PRORAČUNA SUSTAVA DIZALICE TOPLINE ZRAK-VODA .....	30
TABLICA 7. UDIO OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ISPORUČENOJ ENERGIJI EDEL .....	31
TABLICA 8. NZEB UVJETI .....	31
TABLICA 8. REZULTATI PRORAČUNA SUSTAVA KOTAO NA PELET.....	33
TABLICA 9. UDIO OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ISPORUČENOJ ENERGIJI EDEL .....	33
TABLICA 10. NZEB UVJETI .....	34
TABLICA 11. REZULTATI PRORAČUNA SUSTAVA KOTAO NA PLIN I MULTISPLIT KLIMA SUSTAVA ZA HLAĐENJE .....	35
TABLICA 12. UDIO OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ISPORUČENOJ ENERGIJI EDEL .....	36
TABLICA 13. NZEB UVJETI .....	36
TABLICA 14. USPOREDBA KLIMA MULTI SPLIT SUSTAVA I DT ZRAK-VODA .....	37
TABLICA 15. USPOREDBA KLIMA MULTI SPLIT SUSTAVA I SUSTAVA NA PELET.....	38
TABLICA 16. USPOREDBA SUSTAVA DT ZRAK-VODA I SUSTAVA NA PELET .....	39

## POPIS PRILOGA

PRILOG 1. PONUDE DOBAVE I MONTAŽE TERMOTEHNIČKIH SUSTAVA.....	44
---	----