

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:977872>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-19**



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 energetska 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

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

Izvanredni, Proizvodno strojarstvo

(redovni ili izvanredni, proizvodno strojarstvo)

Datum: 21.01.2021.

Potpis nastavnika



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Ivan Ružić, kandidat za prvostupnika ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na 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

U Puli, 7.9.2021.



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 cjeloviti 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

U Puli, 7.9.2021.

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 energetske 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

| | |
|---|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. RAZVOJ STANDARDA O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI | 4 |
| 3. ENERGETSKO SVOJSTVO ZGRADE | 6 |
| 4. KRITERIJI ZA ZGRADE GOTOVO NULTE ENERGIJE (nZEB) | 7 |
| 4.1. Potrebna energija za nZEB zgrade | 9 |
| 4.2 Učinkovitost termotehničkih sustava i njihov utjecaj na isporučenu i primarnu energiju..... | 11 |
| 5. IZRAČUN POTREBNIH ENERGIJA ZA nZEB ZGRADU SA RAČUNALNIM PROGRAMOM | 13 |
| 5.1. Opis stambene zgrade | 14 |
| 5.2. Definiranje opcija pristupačnih energenata | 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 |
| 6. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE TE NJIHOVA INTEGRACIJA S TERMOTEHNIČKIM SUSTAVOM | 24 |
| 7. BILANCIRANJE I ODABIR OPTIMALNOG TERMOTEHNIČKOG SUSTAVA ZA PROJEKTIRANU ZGRADU | 26 |
| 7.1. Termotehnički klima multi split sustav za grijanje i hlađenje te spremnikom sa integriranom 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 |
| 8. ZAKLJUČAK | 41 |
| PRILOZI | 44 |
| POPIS LITERATURE | 54 |
| POPIS SLIKA | 54 |
| POPIS TABLICA | 56 |
| POPIS GRAFIKONA | 56 |
| POPIS PRILOGA | 43 |

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 energetske svojstava zgrada odnosno smanjenje toplinskih ventilacijskih i transmisivnih gubitaka. Energetski kvalitetno projektirana zgrada kao rezultat ima; nisku energetske potrošnju i korištenje energije iz obnovljivih izvora, uz što nižu financijsku 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.

Uzevši u obzir aspekte dostupnosti energenata na lokaciji/zemljištu, 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 daljnjem 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 thoriuma+ 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 financijske 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 pooštavati 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 energetska učinkovitost zgrada želi se postići da se utvrde konkretne mjere za ostvarivanje velikih ušteda energije na postojećim zgradama a isto tako da buduće zgrade budu energetska učinkovitije, a sve u cilju smanjenja potrošnje energije i emisije stakleničkih plinova. U navedenoj direktivi po prvi puta 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 energetske 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 energetske 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 energent 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 financijsku 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:

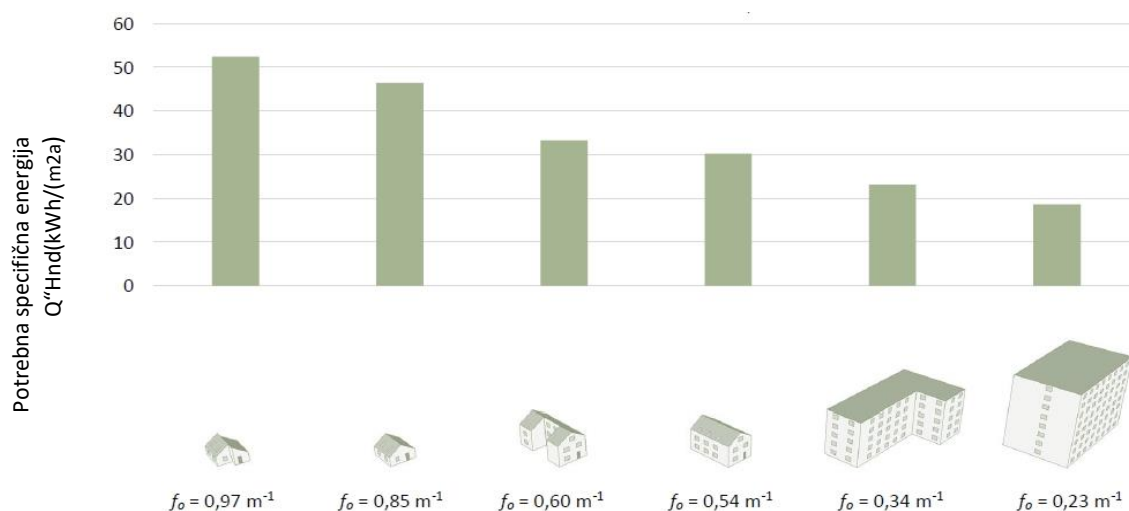
- vrsti (namjeni) zgrade koju možemo podijeliti na:
 - obiteljska kuća,
 - višestambena zgrada,
 - uredska zgrada,
 - zgrada za obrazovanje,
 - zgrada trgovine (na veliko i malo),
 - hotel i restoran,
 - bolnica,
 - sportska dvorana,
 - ostale nestambene zgrade.

- 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/(m²·a)],
- godišnjom primarnom energijom po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade E_{prim} [kWh/(m²·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 energetske 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

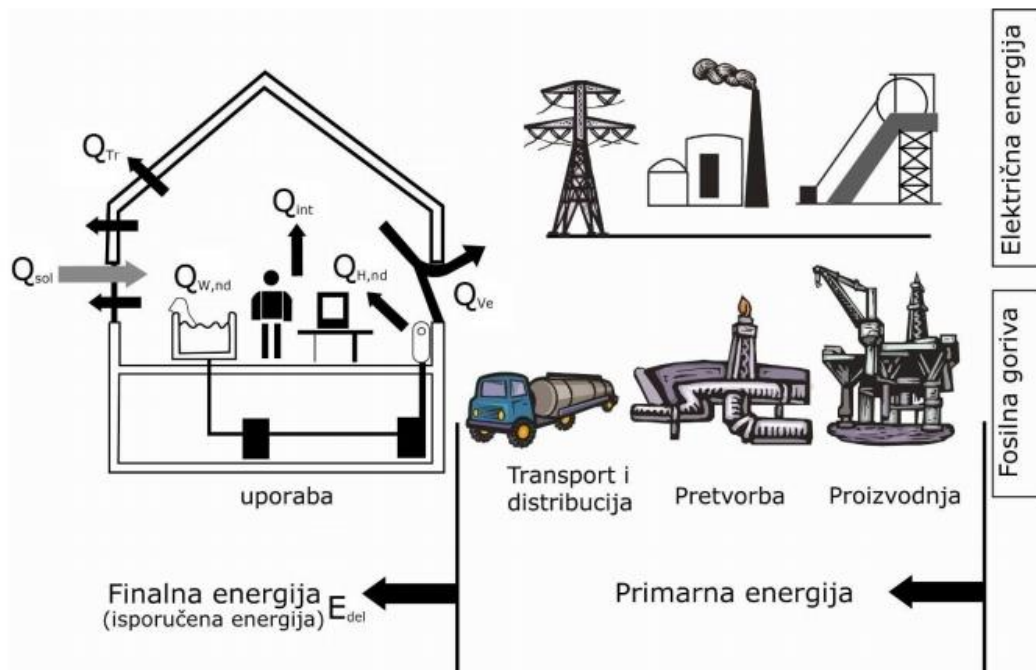
Prema smjernicama za zgrade gotovo nulte energije (2019), u projektiranju termotehničkih sustava za nZEB zgrade razlikuje se nekoliko pojmova energija:

- **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/m²·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/m²·a.
- **Energiju za potrošnu toplu 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 E_{del} , a izražava u kWh/god.
-
- **Primarnu energiju** koja definira energiju sadržanu u energentu uključivo s utrošenom energijom za prikupljanje (iskapanje), obradu i transport energenta

do korisnika. Primarna energija označava se s E_{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 podvrgnuta 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 eksploatacije samog energenta. Faktore primarne energije određuje svaka država članica za sebe. Oni su određeni prema svom utjecaju na okoliš ili prema energetske 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 CO₂.

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 prirodni plin 1.095. Navedeni faktori upotrebljavat će se u proračunima za testiranje hipoteze.

Tablica 1. Energenti sa pripadajućim faktorom primarne energije i emisije CO₂

| Energent | Faktor primarne energije [-] | Emisija CO ₂ [kg CO ₂ /GJ] | Emisija CO ₂ [kg CO ₂ /MWh] |
|-------------------------|------------------------------|--|---|
| Kameni ugljen | 1,0381 | 95,49 | 343,78 |
| Mrki ugljen | 1,0540 | 98,09 | 353,14 |
| Lignit | 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 |
| Sunčeva energija | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| Geotermalna energija | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| Prirodni plin | 1,095 | 61,17 | 220,20 |
| UNP | 1,160 | 72,47 | 260,88 |
| Petrolej | 1,033 | 73,54 | 264,73 |
| Ekstra lako loživo ulje | 1,138 | 83,21 | 299,57 |
| Loživo ulje | 1,130 | 86,20 | 310,31 |
| Električna energija | 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.

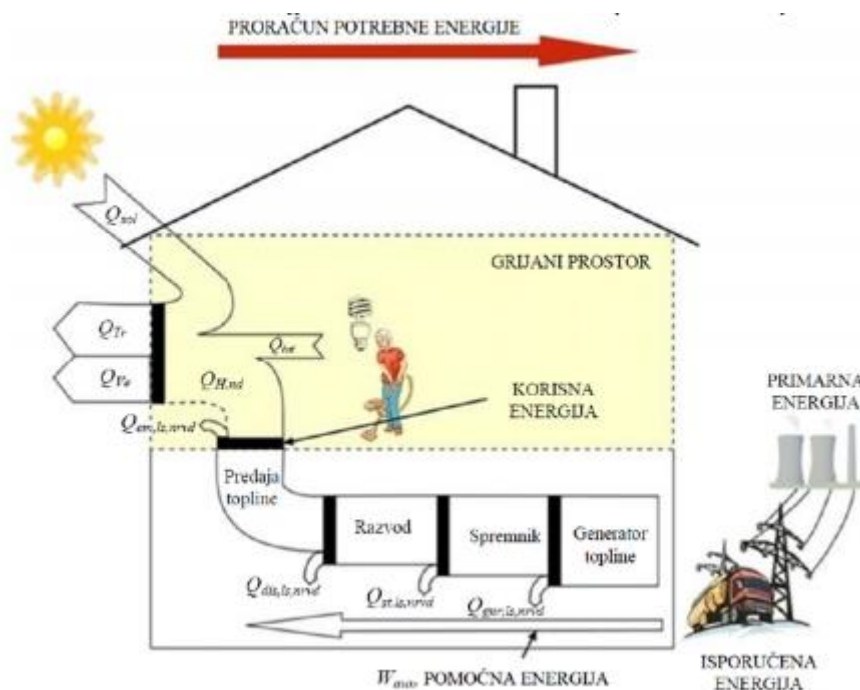
4.2 Učinkovitost termotehničkih sustava i njihov utjecaj na isporučenu i primarnu energiju

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 neizbježno 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-Algorithm_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 software 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://thoriumplus.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 m² po stanu koja se vodi kao projekt pod nazivom *Mali Maj (Z1)*.

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



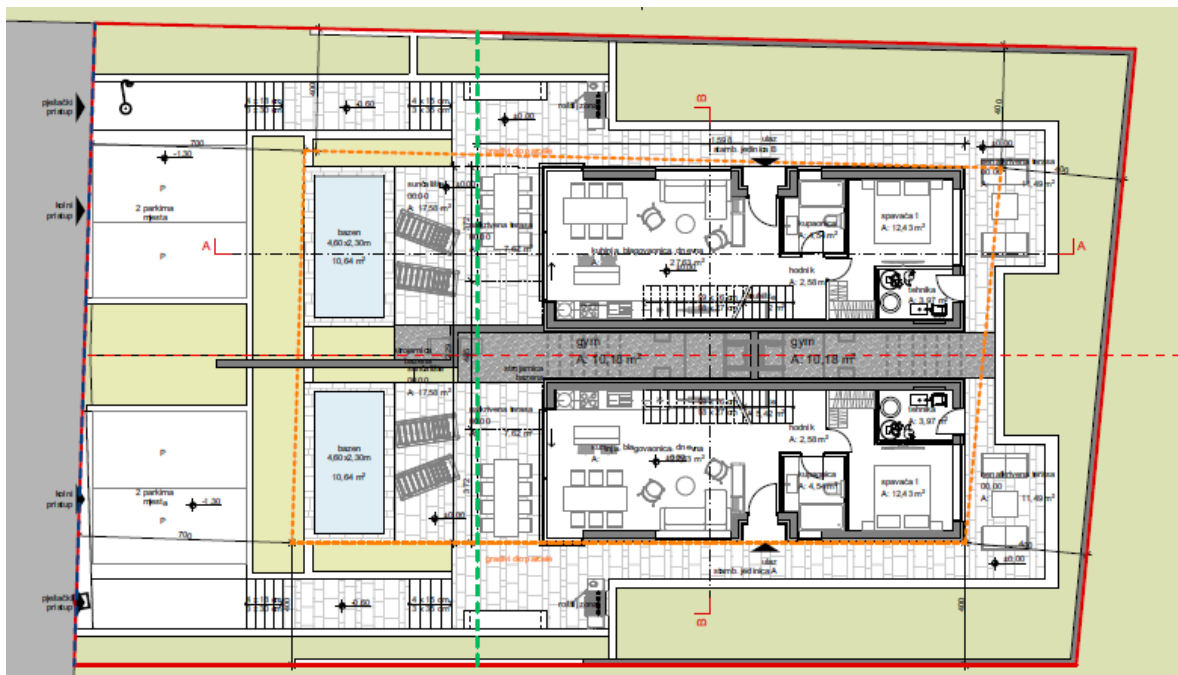
Izvor: Idejni projekt Outlier d.o.o.

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

- kuhinja, blagovaona i dnevni boravak (27,63 m²)
- hodnik (2,58 m²)
- stubište (2 m²)

- soba 1 (12,43 m²)
- kupaonica (4,54 m²)
- tehnička soba (3,97 m²).

Slika 5. Tlocrt prizemlja zgrade Mali Maj (Z1)

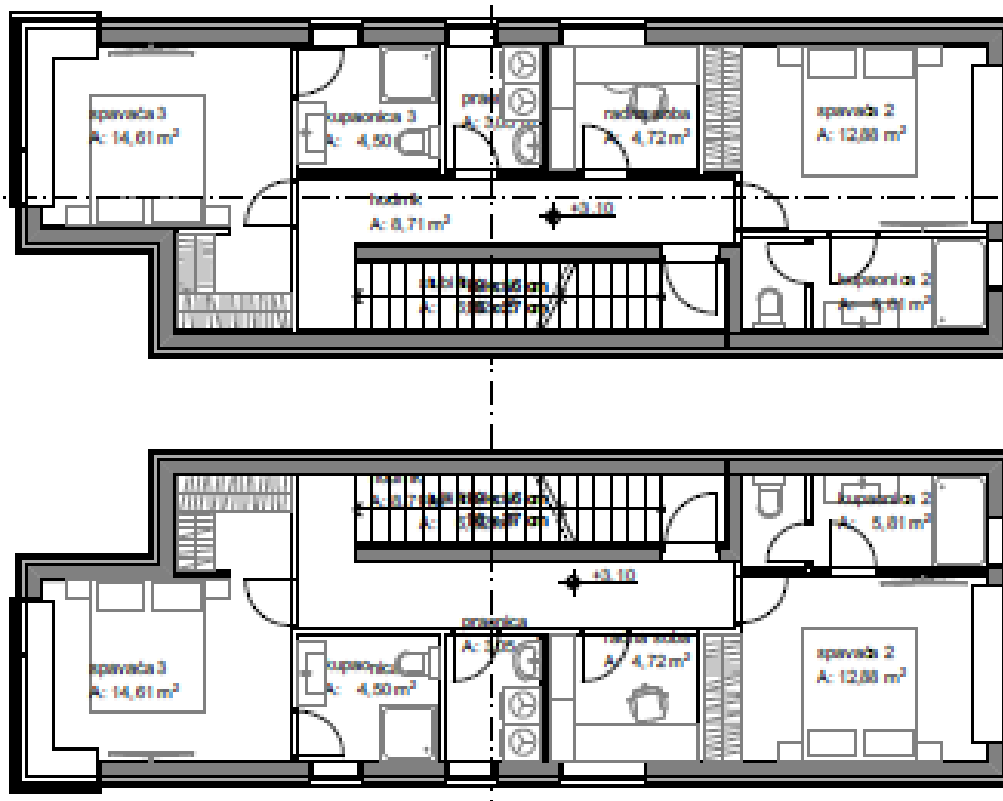


Izvor: Idejni projekt Outlier d.o.o.

Na prvom katu stanova stambene zgrade smješteni su:

- soba 2 (14,61m²)
- kupaonica 2 (4,5m²)
- hodnik (8,71m²)
- praonica (3,05m²)
- radna soba (4,72m²)
- stubište 2 (2m²)
- soba 3 (12,88m²)
- kupaonica 3 (5,81m²).

Slika 6. Tlocrt prvog kata

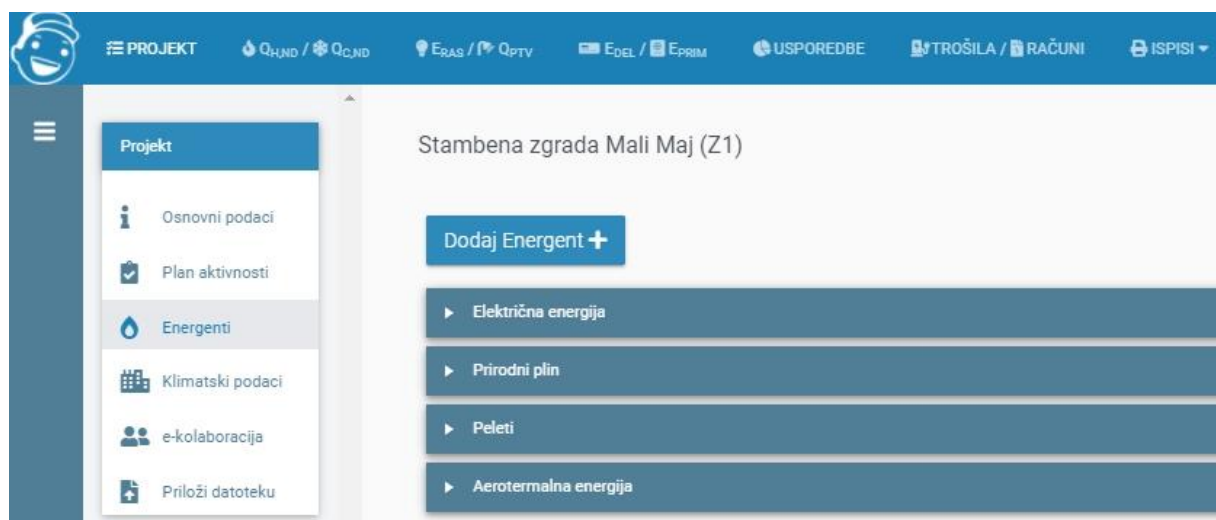


Izvor: Idejni projekt Outlier d.o.o.

5.2. Definiranje opcija pristupačnih energenata

Prilikom izračuna energetske 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



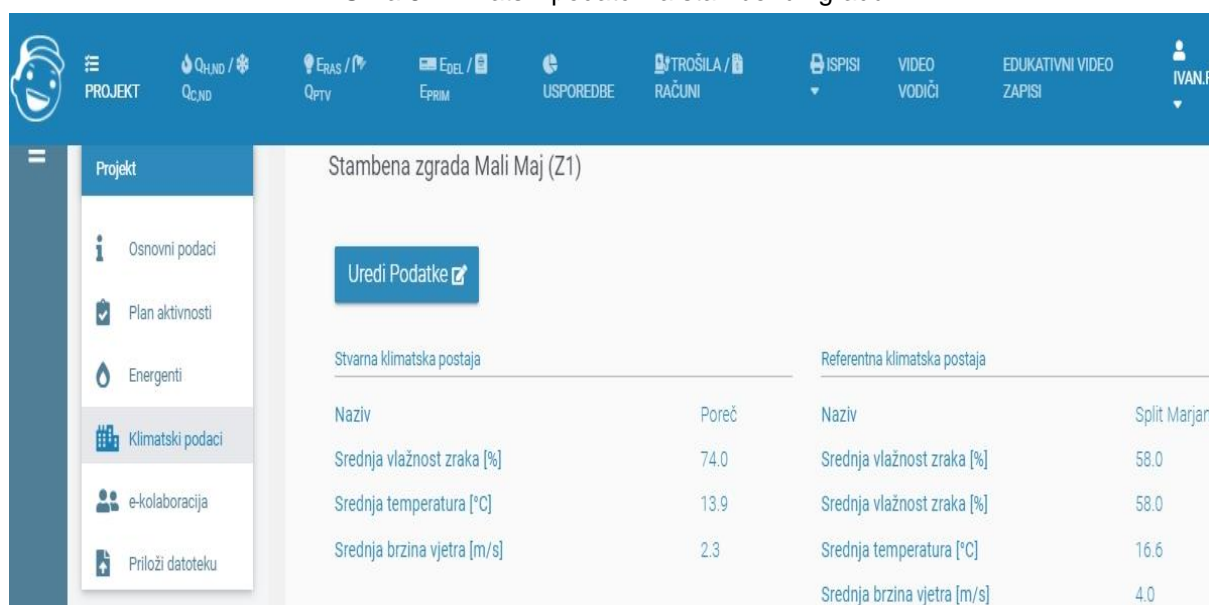
Izvor: ThoriumA+

Infrastruktura za prirodni plin nalazi se neposredno blizu građevinske parcele kao i priključak za električnu energiju. Peleti su također podobni energent s obzirom da su lako dobavljivi, 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 mjesečna 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



| 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 pretpostavljeno je da će se za obje zone dobiti slične rezultate pa će se uzeti u proračun samo 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. Orijentacija 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 | | Rad sustava | |
|--|---|--|---------------|
| Namjena zone | Stambeni dio | Vrijeme rada sustava | S prekidom |
| Jednoobiteljska stambena zgrada | Ne | t_d [h/dan] | 17 |
| | | $d_{use, tj}$ [dan/tj] | 7 |
| 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 |
| | | $d_{use, tj}$ [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 | | Geometrijske karakteristike | |
| 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 etaža | 2 |
| Unutarnja postavna temperatura u sezoni grijanja $\theta_{int, set, H}$ [°C] | 20.0 | Prosječna visina etaže [m] | 3.1 |
| Unutarnja postavna temperatura u sezoni hlađenja $\theta_{int, set, C}$ [°C] | 24.0 | Obujam grijanog dijela zgrade V_g [m ³] | 449.5 |
| | | Obujam grijanog dijela zraka V [m ³] | 334.0 |
| | | Brutto podna površina [m ²] | 145.0 |
| | | Površina zone s vanjskim dimenzijama A_f [m ²] | 145.0 |

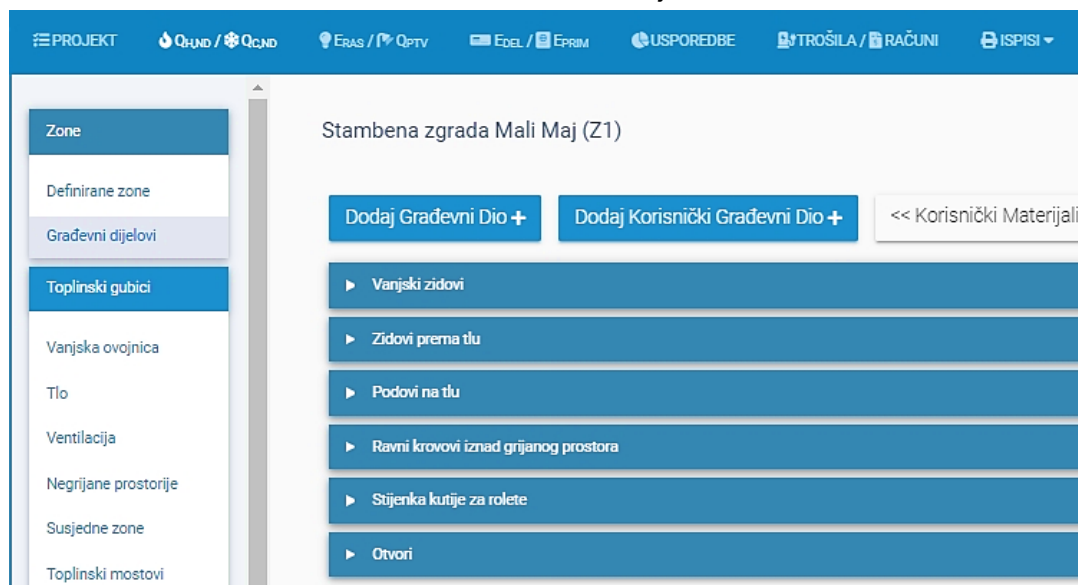
Izvor: ThoriumA+

Podaci koji definiraju zonu Stan 1 su: opći podaci o građevini, rad termotehničkog sustava, unutarnje temperature te geometrijske karakteristike i svi su primijenjeni 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

| ▼ Vanjski zidovi | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------|
| Naziv | d [cm] | U [W/m ² K] | U _{max} [W/m ² K] | Dinamičke topl. karakteristike | |
| | | | | Zad. | zad. |
| Vzpz | 39.00 | 0.34 | 0.45 | Da | Da |
| Korišteni materijali: | | | | | |
| 3.03 Vapneno-cementna žbuka - 2.0 cm | Ispravak za obrnute krovove: | Ispravak za zračne šupljine: | Ispravak za mehaničke pričvrsnice: | | |
| 1.08 Šuplji blokovi od gline - 25.0 cm | --- | --- | --- | | |
| 7.03 Ekstrudirana polistirenska pjena (XPS) prema HRN EN 13164 - 8.0 cm | Dodaj + | Dodaj + | Dodaj + | | |
| 1.15 Prirodni kamen - 4.0 cm | | | | | |

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 najhladnijeg 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 ·a)] | <i>najveća dopuštena</i> | <i>izračunata</i> |
| | 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 ·a)] | <i>najveća dopuštena</i> | <i>izračunata</i> |
| | 50.00 | 37.28 |
| Koeficijent transmisivnog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H'_{tr,adj}$ [W/(m ² K)] | <i>najveći dopušteni</i> | <i>izračunati</i> |
| | 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/(m²·a) a najveća dopuštena iznosi 43.26 kWh/(m²·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/(m²·a) dok je maksimalni propisani iznos 50.00 kWh/(m²·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 bioplinoi.

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

Isporučena energija *E_{del}* 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 [*E_{ren1}*].

Obnovljiva energija proizvedena na lokaciji zgrade [*E_{ren}*] 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:

- $ren = (E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del}) \times 100$

gdje su:

E_{ren} [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 termotehnički 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 daljnjem tekstu klima multisplit sustav) za grijanje i hlađenje a za pripremu potrošne tople vode odabran je spremnik vode sa integriranom dizalicom topline a za grijanje kupaonica odabrani su električni radijatori.

Usporedni termotehnički sustavi odabrani su:

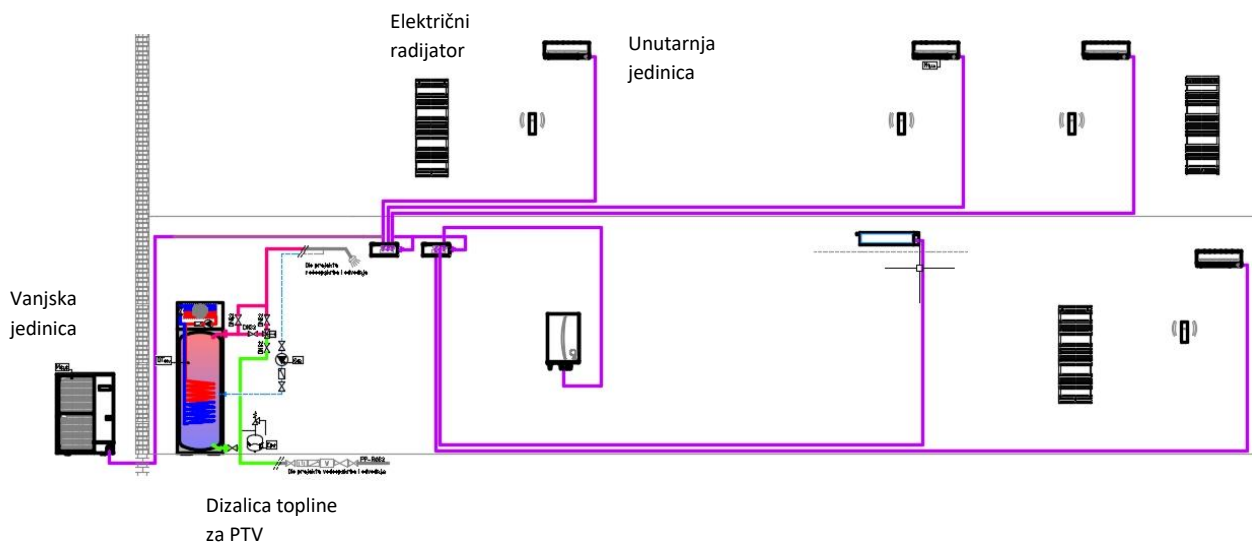
1. Dizalica topline zrak/voda (u daljnjem tekstu DT-z/v) za grijanje i hlađenje te za pripremu potrošne tople vode.
2. Kotao na pelet (u daljnjem tekstu sustav na pelet) za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje.
3. Kondenzacijski plinski kotao (u daljnjem tekstu 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 integriranom 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 zatvoreni (unutarnji) prostor, dok ova dizalica topline upotrebljava toplinu unutarnjeg prostora kako bi zagrijala potrošnu toplu vodu.

Za grijanje kupaonica odabrani su električni radijatori koji su ispunjeni vodom kao radnom tvari koju grije električni grijač. 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 ① | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------------------|---|---------------------|-----------------|------------------|----------------------|
| Sustav | Energent | 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] |
| Stan 1 - Grijanje + hlađenje (DT zrak - zrak) | Aerotermaalna energija | C (1.00) | C (1.00) | 0.00 | 1008.10 | 1008.10 | 1627.08 | 235.90 |
| Stan 1 - PTV (Dizalica topline) | Aerotermaalna 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 |
| E_{del}/m^2 [kWh/m ²] | E_{del} dozvoljeno [kWh/m ²] | | E_{prim}/m^2 [kWh/m ²] | E_{prim} dozvoljeno [kWh/m ²] | | | | |
| 30.57 | - | | 49.34 | 50.00 | | | | |

Izvor: ThoriumA+

Iz tablice 3 vidljivo je da je ukupna pomoćna energija $W_{aux, uk}$ za pogon pomoćnih uređaja sustava iznosi 3324,40 kWh, isporučena energija E_{del} iznosi 3646,99 kWh a emisija CO₂ iznosi 853,40 kg godišnje.

U sljedećoj tablici 4 prikazan je izračun udjela obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji E_{del} .

Tablica 4. Udio obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji E_{del}

| Izračun udjela OIE | | | | | |
|---|------------|-----------|-------|----------------|------------------|
| $E_{ren} = E_{sol, renew} + E_{pv} + E_{HW, hp, renew, in}$ | | | | | 4741.96 |
| $E_{sol, renew}$ | | | | | 0.00 |
| E_{pv} | | | | | 0.00 |
| $E_{HW, hp, renew, in}$ | | | | | 4741.96 |
| $E_{ren1} = Q_{gen, HW, in, renew}$ | | | | | 0.00 |
| E_L | | | | | 0.00 |
| E_{del} | | | | | 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_{ren} | E_{ren1} | E_{del} | E_L | $r_{ren, teh}$ | $r_{ren, termo}$ |
| 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 iščitati 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 E_{prim} koja iznosi 49,34 kWh/m² na samoj granici dozvoljene vrijednosti koja iznosi 50 kWh/m². Na primjer ako bi se u ovom slučaju stavili električni grijači 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

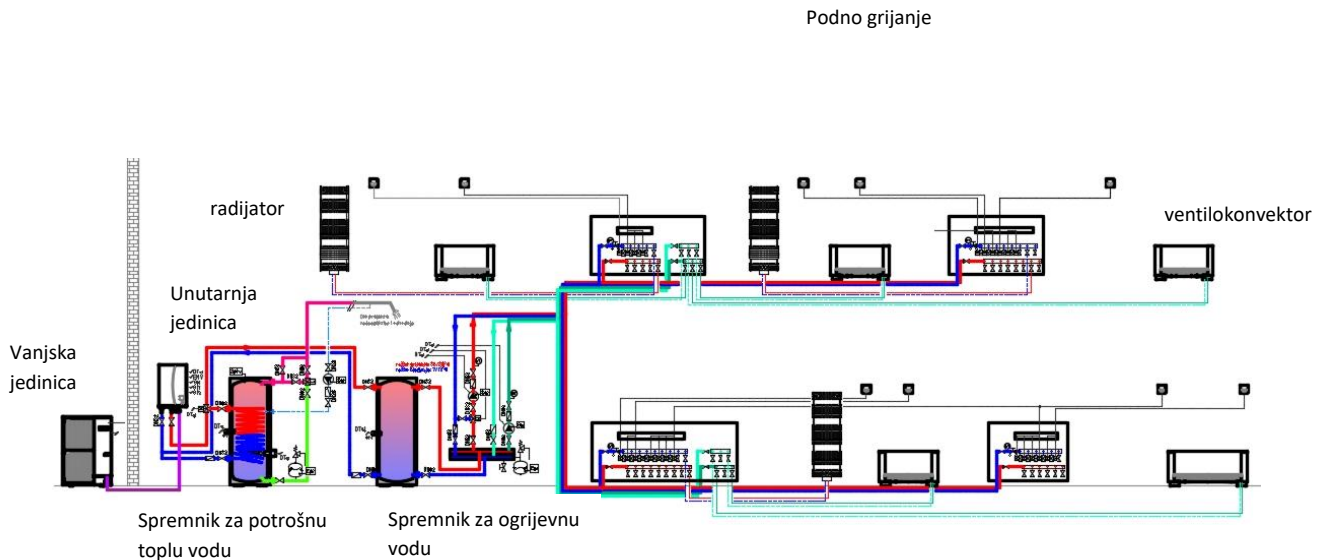
7.2. Dizalica topline zrak/voda za grijanje i hlađenje te za pripremu potrošne tople vode

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 | Energent | 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] |
| 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_{del}/m^2 [kWh/m ²] | E_{del} dozvoljeno [kWh/m ²] | | E_{prim}/m^2 [kWh/m ²] | | E_{prim} dozvoljeno [kWh/m ²] | | | |
| 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 CO₂ 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 | | | | | |
|--|------------|-----------|-------|---------------|-----------------|
| $E_{ren} = E_{sol,renew} + E_{pv} + E_{HW, hp, ren, in}$ | 4518.91 | | | | |
| $E_{sol,renew}$ | 0.00 | | | | |
| E_{pv} | 0.00 | | | | |
| $E_{HW, hp, ren, in}$ | 4518.91 | | | | |
| $E_{ren1} = Q_{gen, HW, in, ren, ew}$ | 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 iščitati 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^2 | 33.80 | 43.26 | DA | |
| ✓ | $Q_{C,nd}^*$ | kWh/m^2 | 37.28 | 50.00 | DA | |
| ✓ | E_{prim}^* | kWh/m^2 | 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.

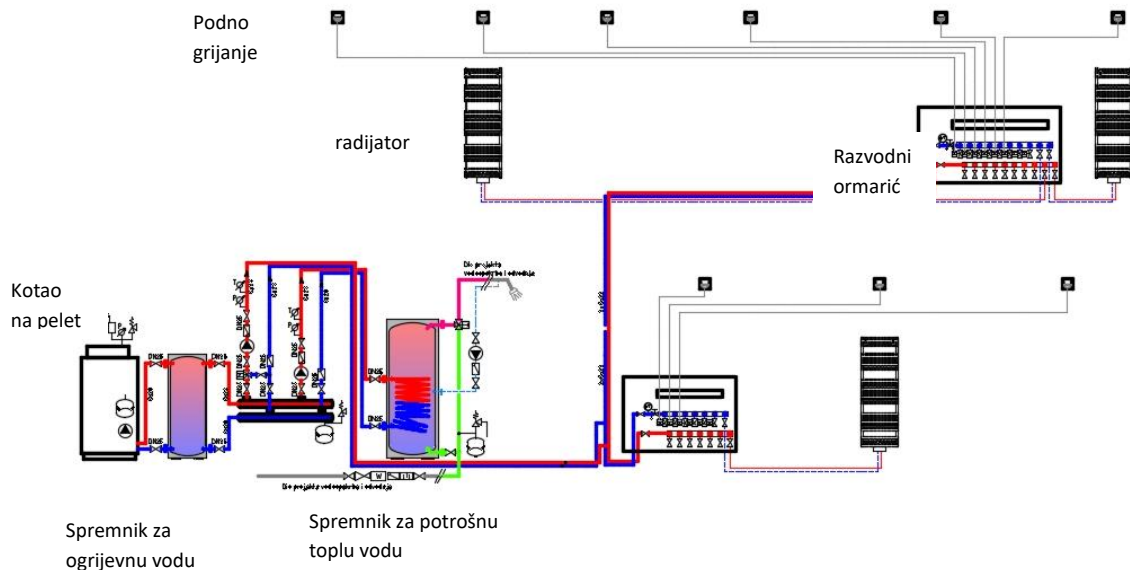
Izvor: ThoriumA+

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 ogrjevnu vodu iz kojeg putem razvoda zagrijanu vodu se vodi kroz cijevi podnog grijanja za grijanje prostorija (slika 16)

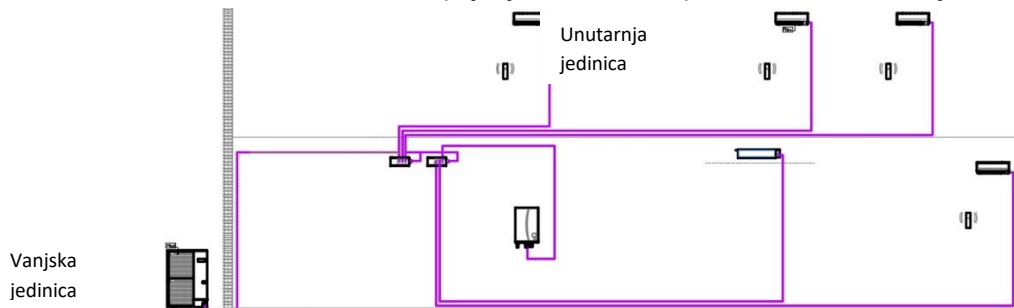
Slika 16. Shema spajanja sustava grijanja kotla na pelet



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 kotlom na pelet za grijanje i multisplit klimom za hlađenje koji su prikazani u tablici 8.

Tablica 8. Rezultati proračuna sustava kotao na pelet

| Stvarna postaja za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------------------|---|---------------------|-----------------|------------------|-------------|
| Sustav | Energent | 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] |
| 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_{del}/m^2 [kWh/m ²] | E_{del} dozvoljeno [kWh/m ²] | | E_{prim}/m^2 [kWh/m ²] | E_{prim} dozvoljeno [kWh/m ²] | | | | |
| 104.55 | - | | 26.86 | 50.00 | | | | |

Izvor: ThoriumA+

Iz tablice 8 vidljivo je da je ukupna pomoćna energija $W_{aux,uk}$ za pogon pomoćnih uređaja sustava iznosi 1120,32 kWh, isporučena energija E_{del} iznosi 12473,24 kWh a emisija CO_2 iznosi 648,15 kg godišnje.

U sljedećoj tablici (tablica 9) prikazan je izračun udjela obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji E_{del} .

Tablica 9. Udio obnovljivih izvora energije u isporučenoj energiji E_{del}

| 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 |
| $E_{ren1} = Q_{gen, HW, in, renew}$ | | | | | 11352.92 |
| E_L | | | | | 0.00 |
| E_{del} | | | | | 12473.24 |
| $r_{ren, teh} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del} + E_L)) * 100$ | | | | | 91.02 |
| $r_{ren, termo} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del})) * 100$ | | | | | 91.02 |
| Udjeli OIE | | | | | |
| E_{ren} | E_{ren1} | E_{del} | E_L | $r_{ren, teh}$ | $r_{ren, termo}$ |
| 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 |
| ✓ | η_{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 | 26.86 | 50.00 | DA |
| ✓ | Udio OIE | % | 91.02 | 30.00 | DA |

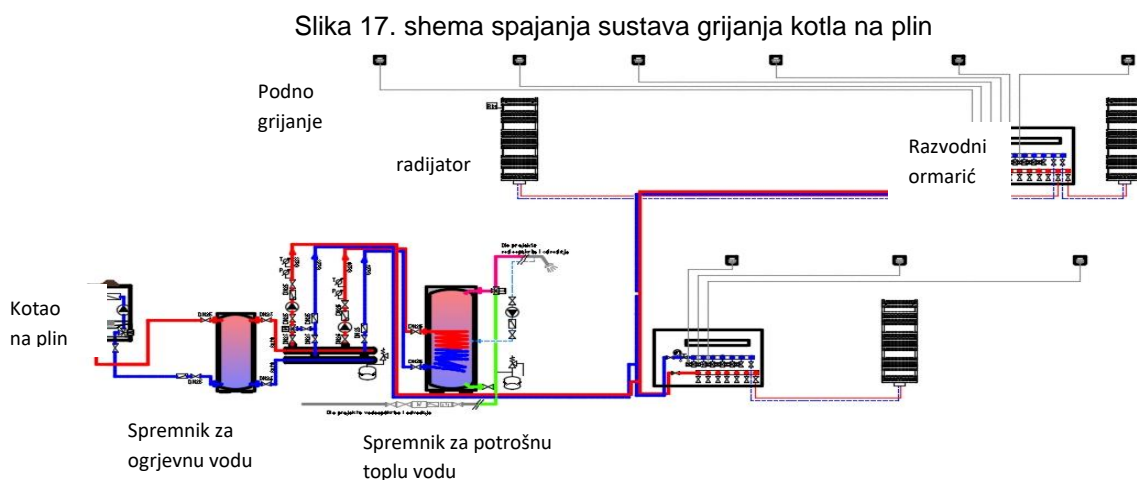
Zona zadovoljava NZEB uvjete za potrebe izrade projekta racionalne uporabe energije i očuvanja topline.

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.

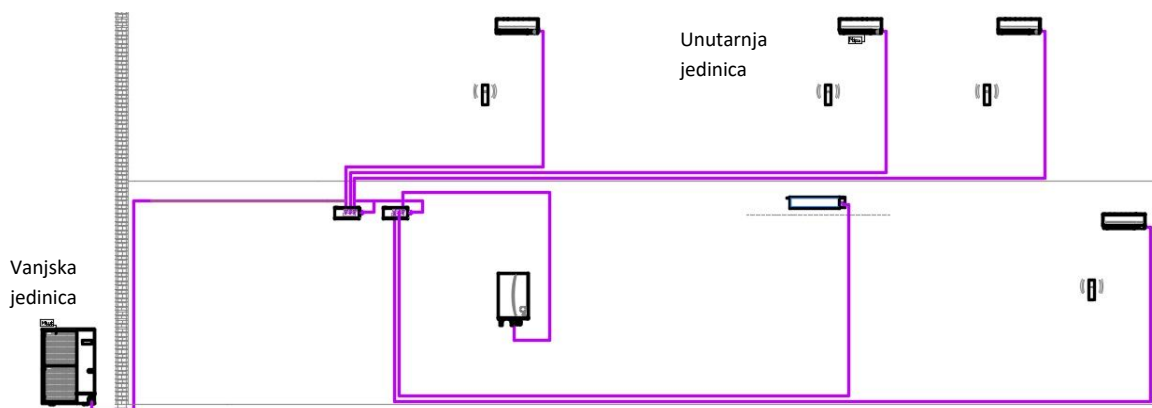
7.4 Kondenzacijski plinski kotao za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje.

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.



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 kotlom 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 | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|-----------------|------------------|----------------|
| Sustav | Energent | 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] |
| 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) | Aerotermaalna 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 ²] | E_{del} dozvoljeno [kWh/m ²] | | E_{prim}/m^2 [kWh/m ²] | | E_{prim} dozvoljeno [kWh/m ²] | | | |
| 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 |
| $r_{ren,teh} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del} + E_L)) * 100$ | 0.00 |
| $r_{ren,termo} = ((E_{ren} + E_{ren1}) / (E_{ren} + E_{del})) * 100$ | 0.00 |
| Udjeli OIE | |
| E_{ren} | E_{ren1} |
| 0.00 | 0.00 |
| E_{del} | E_L |
| 9044.81 | 0.00 |
| $r_{ren,teh}$ | $r_{ren,termo}$ |
| 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 |
| ✓ | η_{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/m² više primarne energije od dozvoljenih 50 kWh/m² 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 integriranom dizalicom topline a za grijanje kupaoonica odabrani su električni radijatori (u daljnjem tekstu Klima multi split sustav)
2. Dizalica topline zrak/voda za grijanje i hlađenje te za pripremu potrošne tople vode (u daljnjem tekstu sustav DT zrak-voda)
3. Kotao na pelet za grijanje i pripremu potrošne tople vode, klima multisplit sustav za hlađenje (u daljnjem 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 | Energent | $Q_{gen, in, uk}$ [kWh] | $W_{aux, uk}$ [kWh] | Cijena energenata [kn] | E_{del} [kWh] | E_{prim} [kWh] | CO_2 [kg] |
|---|---|-----------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| Referentni sustavi | | | | | | | | |
| Stan 1 - Grijanje + hlađenje (DT zrak - zrak) | Stan 1 | Aerotermaina energija | 0.00 | 1737.11 | 1737.11 | 1737.11 | 2803.69 | 406.48 |
| Stan 1 - PTV (Dizalica topline) | Stan 1 | Aerotermaina 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 |
| Zamjenski sustavi | | | | | | | | |
| SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda) | SM1: Stan 1 - Grijanje + PTV (DT zrak - voda) + Hlađenje (DT zrak-voda) | Aerotermaina 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) | Aerotermaina 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 |
| Uštede | | | -4515.11 | 771.16 | 1093.75 | -251.34 | 1765.32 | 255.94 |
| Uštede [%] | | | -108.80 | 19.02 | 24.99 | -5.74 | 24.99 | 24.99 |

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 CO₂ (24,99 %). Uzevši 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 | | | |
|--|--|------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|------------------|----------------------|----------------|
| | | | | | E_{del} [kWh] | E_{prim} [kWh] | CO ₂ [kg] | |
| Referentni sustavi | | | | | | | | |
| Stan 1 - Grijanje + hlađenje (DT zrak - zrak) | Stan 1 | Aerotermaalna energija | 0.00 | 1737.11 | 1737.11 | 1737.11 | 2803.69 | 406.48 |
| Stan 1 - PTV (Dizalica topline) | Stan 1 | Aerotermaalna 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 |
| Zamjenski sustavi | | | | | | | | |
| 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) | Aerotermaalna 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 |
| Uštede | | | ----- | 2204.08 | -2014.50 | -8826.25 | 2681.64 | 205.24 |
| Uštede [%] | | | | 54.38 | -46.04 | -201.70 | 37.97 | 20.04 |

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 CO₂ za 20,04 % manja u odnosu na klima multisplit sustav.

Uzevši 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 financijska investicija u odnosu na sustav klima multisplit, moguće je **prihvatiti 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 sustava na pelet (tablica 16)

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

| Uredi | | Ukloni | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|---------------|--|--|
| Ime sustava | Zona | Energent | $Q_{gen, in, uk}$ [kWh] | $W_{aux, uk}$ [kWh] | Cijena energenata [kn] | E_{del} [kWh] | E_{prim} [kWh] | CO_2 [kg] | | |
| Referentni sustavi | | | | | | | | | | |
| 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 | | |
| Zamjenski sustavi | | | | | | | | | | |
| 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 | | |
| Ukupno | | | 11352.92 | 1849.32 | 6390.49 | 13202.25 | 4381.22 | 818.74 | | |
| Uštede | | | -7687.88 | 1432.92 | -3108.25 | -8574.90 | 916.32 | -50.70 | | |
| Uštede [%] | | | | 43.66 | -94.70 | -185.31 | 17.30 | -6.60 | | |

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 energent 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. Udovoljavanje 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 odrađen 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 zadataka, odnosno projektiranja jer uz svu detaljnost, dobije se iskaznica energetske 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 energetske 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 primjeren 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 primjeren 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

PONUĐA**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 | | | TRANS AK.RN | 0,00 / | 0 | |
| Šifra | Opis/Napomena | Količina | J.M. | Cijena | Pop% | Por% | Iznos | |
| 41117/ 1 | VISSMANN 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 | VISSMANN BUS SPOJNI VOD 15 M | | 1,0KOM | 282,00 | 20 | 25 | 225,60 | |
| 40302/ 1 | VISSMANN URANJAJUĆI OSJET.TEMP. | | 4,0KOM | 585,00 | 20 | 25 | 1.872,00 | |
| 40036/ 1 | VISSMANN TERMOSTAT ZA ZAŠTITU OD SMRZAVANJA | | 1,0KOM | 943,00 | 20 | 25 | 754,40 | |
| 40210/ 1 | VISSMANN VITOTROL 200 SOBNI KOREKTOR | | 1,0KOM | 980,00 | 20 | 25 | 784,00 | |
| 400303/ 1 | VISSMANN 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 | 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 | |
| 08997/ 1 | HVATAČ 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 | | | | | | | |

Copyright Aura Soft 2001.

PROGRAM SMIJE KORISTITI SAMO ZA VLASTITE POTREBE PALMAN THERMO d.o.o. - Poreč

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: 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 | VENTILCONVEKTOR 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 | RAZDJEL.ITERA 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: STOČETRDESETČETIRITISUČE STOČETIRI Kn i 11/100

| | |
|-----------|---------------------------|
| ModelHR01 | 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 |
| | | 09/01/00 | 26/08/21 | | | TRANSAK.RN | 0,00 / | | 0 |
| Šifra | Opis/Napomena | | Količina | J.M. | Cijena | Pop% | Por% | Iznos | |
| 05422/ 1 | RADIJA.KUPAO. 500 x 1400 STAR. | | 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 KONDEZATA 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 | |
| - poqon na vanski zrak | | | | | | | | | |
| 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 DVIJE 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: ŠEZDESETOSAMTISUĆA SEDAMSTOPEDESETDVIJE Kn i 39/100

| | |
|-----------|---------------------------|
| ModelHR01 | 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 WFI | 1,0KOM | | 4.800,00 | 7 | 25 | 4.464,00 |
| 03930/ 1 | DIMOVDNI 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 | 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 |
| | PRIKLJUČNA GARNITURA 1" KUTNA | | | | | | |

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: 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 PRIČVRŠĆAVANJE | 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 | TERMOELEK.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 | ZAPORNI 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 | VISSMANN VITOClima 300-S 5,6 kW VANJSKA | 2,0KOM | | 8.740,00 | 20 | 25 | 13.984,00 |
| 15019/ 1 | VISSMANN VITOClima 300-S 2,6kW UNUTARNJA | 3,0KOM | | 1.710,00 | 20 | 25 | 4.104,00 |
| 15020/ 1 | VISSMANN 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 KONDEZATA 32 | 40,0KOM | | 35,00 | | 25 | 1.400,00 |

NAPOMENA:

UKOLIKO OBJEKAT NEMA DIMNJAKA, POTREBAN JE INOX IZOLIRANI DIMOVOD:

- VRATAŠKA, 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 | VISSMANN 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 | | | | | | |

Copyright Aura Soft 2001.

PROGRAM SMIJE KORISTITI SAMO ZA VLASTITE POTREBE PALMAN TERMO d.o.o. - Poreč

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: 2

Ovo nije fiskalizirani račun!

| Šifra | Opis/Napomena | Količina | J.M. | Cijena | Pop% | Por% | Iznos |
|----------|--|----------|------|----------|------|------|-----------|
| 00014/ 1 | | 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 | TERMOELEK.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 | ZAPORNI 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 PLIN + 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 VITODENS | 1,0KOM | | 1.000,00 | | 25 | 1.000,00 |
| 15016/ 1 | VISSMANN VITOClima 300-S 5,6 kW VANJSKA | 2,0KOM | | 8.740,00 | 20 | 25 | 13.984,00 |
| 15019/ 1 | VISSMANN VITOClima 300-S 2,6kW UNUTARNJA | 3,0KOM | | 1.710,00 | 20 | 25 | 4.104,00 |
| 15020/ 1 | VISSMANN 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 KONDEZATA 32 | 40,0KOM | | 35,00 | | 25 | 1.400,00 |
| 01/ 3 | PLINOVD BROJILO (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 zatrpavanje 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!

| | |
|----------------|------------|
| Neto iznos: | 116.138,74 |
| Popust ukupno: | 15.462,75 |
| Porez ukupno: | 25.169,00 |

Za platiti: Kn **125.844,99**

SLOVIMA: STODVADESETPETTISUĆA OSAMSTOĆETRDESETČETIRI Kn i 99/100

| | | | |
|-------|-----------------------|--------------|--------------|
| Model | HR01 | Poziv na brč | 0011-1815-75 |
| IBAN | 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%20ki+propis+o+racionalnoj+uporabi+energije+i+toplinskoj+za%20a1titi+u+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

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

POPIS GRAFIKONA

| | |
|--|---|
| GRAFIKON 1. FAKTORI OBLIKA PREMA VELIČINI I RAZVEDENOSTI ZGRADE I POTREBNA ENERGIJA ZA GRIJANJE..... | 8 |
|--|---|

POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| TABLICA 1. ENERGENTI SA PRIPADAJUĆIM FAKTOROM PRIMARNE ENERGIJE I EMISIJE CO ₂ | 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 |
|---|----|