

Projekt sustava niskotemperaturnog grijanja i visokotemperaturnog hlađenja zgrade obiteljske vile

Mikloška, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:645760>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Matija Mikloška

Zagreb, godina 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Doc. dr. sc. Darko Smoljan, dipl. ing.

Student:

Matija Mikloška

Zagreb, godina 2020.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

| | |
|--|--------|
| Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje | |
| Datum | Prilog |
| Klasa: | |
| Ur.broj: | |

ZAVRŠNI ZADATAK

Student:

Matija Mikloška

Mat. br.: 0035205914

Naslov rada na
hrvatskom jeziku:

**Projekt sustava niskotemperaturnog grijanja i visokotemperaturnog
hlađenja zgrade obiteljske vile**

Naslov rada na
engleskom jeziku:

**Design of low-temperature heating and high-temperature cooling
system for a family villa building**

Opis zadatka:

Potrebno je proračunati i projektirati sustav grijanja i hlađenja za potrebe obiteljske vile s otvorenim bazenom smještene na području otoka Hvara, površine 207 m² na 2 etaže (Pr+1K), prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Za kuću predvidjeti sustav podnog i zidnog grijanja i hlađenja. Hlađenje prostora se vrši dizalicom topline zrak-voda dok se grijanje vrši s dvojn timer sustavom koji se sastoji od dizalice topline zrak-voda i solarnog sustava. Solarni sustav riješiti u dva odvojena dijela pri čemu jedan služi zagrijavanju vode otvorenog bazena a drugi zagrijavanju potrošne tople vode i grijanju prostora u periodima kada je to moguće.

Rad treba sadržavati:

- pregled sustava grijanja i hlađenja obiteljskih kuća s osnovnim shemama,
- toplinsku bilancu za zimsko i ljetno razdoblje,
- tehničke proračune koji definiraju izbor opreme,
- tehnički opis funkcije sustava,
- funkcionalnu shemu spajanja sustava,
- crteže kojima se definira raspored i montaža opreme.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

28. studenog 2019.

Datum predaje rada:

1. rok: 21. veljače 2020.

2. rok (izvanredni): 1. srpnja 2020.

3. rok: 17. rujna 2020.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 24.2. – 28.2.2020.

2. rok (izvanredni): 3.7.2020.

3. rok: 21.9. - 25.9.2020.

Zadatak zadao:

Doc. dr. sc. Darko Smoljan

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svome mentoru, Doc. dr. sc. Darku Smoljanu na stručnim savjetima i pomoći, te zaposlenicima tvrtki Bosch i Uponor na informacijama o proizvodima i stručnim savjetima prilikom izrade rada.

Matija Mikloška

SADRŽAJ

| | |
|--|-----------|
| POPIS SLIKA | iii |
| POPIS TABLICA..... | v |
| POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE | vi |
| POPIS OZNAKA | vii |
| SAŽETAK..... | viii |
| SUMMARY | ix |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1. Toplinska ugodnost..... | 1 |
| 1.2. Dizalice topline..... | 3 |
| 1.3. Solarni sustavi..... | 5 |
| 1.4. Priprema potrošne tople vode | 7 |
| 1.5. Ogrjevna tijela | 8 |
| 2. TOPLINSKA BILANCA ZGRADE | 10 |
| 2.1. Opis zgrade | 10 |
| 2.2. Proračun projektnog toplinskog opterećenja za sezonu grijanja prema HRN EN 12831 12 | |
| 2.3. Proračun toplinskih dobitaka prema VDI 2078 | 15 |
| 3. SUSTAVI GRIJANJA I HLAĐENJA | 16 |
| 3.1. Podno grijanje..... | 16 |
| 3.2. Kupaonski cijevni grijač | 18 |
| 3.3. Podno hlađenje | 20 |
| 3.4. Odabir klima jedinice kao pomoćnog sustava za hlađenje | 21 |
| 3.5. Povezivanje panelnog grijanja/ hlađenja na toplinski izvor | 23 |
| 3.6. Dizalica topline kao toplinski izvor | 24 |
| 3.7. Odabir međuspremnika (buffera) | 26 |
| 3.8. Dimenzioniranje cjevovoda..... | 27 |
| 3.9. Dimenzioniranje ekspanzijske posude..... | 30 |
| 4. SOLARNI SUSTAV..... | 32 |
| 4.1. Priprema potrošne tople vode | 33 |
| 4.2. Dimenzioniranje i odabir spremnika | 33 |
| 4.3. Solarni kolektor | 37 |
| 4.4. Proračun prikupljene toplinske energije solarnim sustavom..... | 38 |
| 4.5. Dimenzioniranje pumpe solarnog sustava | 40 |
| 4.6. Dimenzioniranje membranske ekspanzijske posude | 44 |
| 4.7. Odabir izmjenjivača topline za grijanje bazena | 46 |
| 5. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA | 47 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 5.1. Sustav grijanja i hlađenja | 47 |
| 5.2. Solarni sustav | 48 |
| 6. ZAKLJUČAK | 49 |
| 7. POPIS LITERATURE | 50 |

POPIS SLIKA

- Slika 1:** Prikaz ovisnosti PMV indeksa o postotku broja nezadovoljnih osoba [1]
- Slika 2:** Monovalentni rad dizalice topline [2]
- Slika 3:** Bivalentno-paralelni rad dizalice topline [2]
- Slika 4:** Bivalentno-alternativni rad dizalice topline [2]
- Slika 5:** Prikaz solarnih kolektora [4]
- Slika 6:** Akumulacijski spremnik sa dizalicom topline za pripremu potrošne tople vode [5]
- Slika 7:** Razdioba temperature po visini prostorije za podno grijanje i radiator [1]
- Slika 8:** Presjek obiteljske vile
- Slika 9:** Tlocrt prizemlja obiteljske vile
- Slika 10:** Tlocrt 1. kata obiteljske vile
- Slika 11:** Građevinski slojevi prilikom mokrog postavljanja podnog grijanja [11]
- Slika 12:** Prikaz montaže cijevi podnog grijanja u ploče za pozicioniranje [12]
- Slika 13:** Prikaz kupaonskog električnog radijatora Della E, Vogel&Noot [13]
- Slika 14:** Način montaže i ugradbene dimenzije kupaonskog električnog radijatora [13]
- Slika 15:** Unutarnja i vanjska klima jedinica FVXM50F/RXM50N9 proizvođača Daikin [14]
- Slika 16:** Razdjelnik Vario S FM proizvođača Uponor s pet priključaka [12]
- Slika 17:** Dimenzije razdjelnika Vario S FM u ovisnosti o broju krugova [12]
- Slika 18:** Prikaz unutarnje i vanjske jedinice dizalice topline „Compress 6000 AW-13/AWE 13-17“ proizvođača Bosch [16]
- Slika 19:** Prikaz niskotlačnog međuspremnik AT500 proizvođača Bosch [17]
- Slika 20:** Prikaz odabrane pumpe „ALPHA 3 25-60 130“, Grundfos [18]
- Slika 21:** Dijagram radne krivulje odabrane pumpe [18]
- Slika 22:** Prikaz izabrane ekspanzijske posude za sustav grijanja/hlađenja [19]
- Slika 23:** Pojednostavljena shema solarnog sustava za potrebe grijanja i pripreme PTV-a [20]
- Slika 24:** Prikaz kombiniranog spremnika „Logalux PL750/2S“ proizvođača Buderus [21]
- Slika 25:** Tehnički podaci za kombinirani spremnik PL750/2S [21]
- Slika 26:** Konstrukcija pločastog kolektora „Logasol SKN 3.0-s“, proizvođača Buderus [21]
- Slika 27:** Mjesečni prikaz dobivene energije putem solarnog sustava u odnosu na potrebe PTV-a, grijanja prostora i zagrijavanja bazena prema simulaciji programa T*SOL
- Slika 28:** Padovi tlaka redova kolektora sa Logasol SKN3.0 ili SKS4.0, uključujući odzračnik i priključni set [21]
- Slika 29:** Brzina strujanja i padovi tlaka po metru bakrene cijevi [21]

Slika 30: Padovi tlaka solarnih spremnika [21]

Slika 31: Dijagram za odabir solarne stanice [21]

Slika 32: Konstrukcijska izvedba kompletne stanice Logasol KS0105 [21]

Slika 33: Membranska ekspanzijska posuda solarnog sustava Imera S12 [19]

Slika 34: Izmjenjivač topline Vagner za grijanje bazena

POPIS TABLICA

Tablica 1: Prikaz količine predane topline s obzirom na razinu fizičke aktivnosti [1]

Tablica 2: Unutarnje projektne temperature po prostorijama

Tablica 3: Vrijednosti koeficijenta prolaza topline za vrste građevinske elemente

Tablica 4: Broj izmjena zraka po prostorijama

Tablica 5: Rezultati proračuna gubitaka topline po prostorijama

Tablica 6: Projektno toplinsko opterećenje prostorija za 23.srpanj

Tablica 7: Instalirani rashladni učinak cijevi za podno hlađenje

Tablica 8: Tehničke karakteristike klima jedinica [15]

Tablica 9: Tehničke karakteristike vanjske jedinice [17]

Tablica 10: Tehničke karakteristike unutarnje jedinice [17]

Tablica 11: Tehničke karakteristike međuspremnik „AT500“, proizvod kao Bosch [17]

Tablica 12: Dimenzioniranje cjevovoda do kritične dionice u programu „MS Excel“

Tablica 13: Zbroj padova tlaka za kritičnu dionicu sustava podnog grijanja/hlađenja

Tablica 14: Izračun ukupnog volumena vode u sustavu

Tablica 15: Izračun parametara za dimenzioniranje ekspanzijske posude

Tablica 16: Tehnički podaci pločastog kolektora „Logasol SKN 3.0-s“, Buderus [21]

Tablica 17: Tehnički podaci kompletne solarne stanice Logasol KS0105 [21]

Tablica 18: Određeni parametri potrebni za izračun minimalnog volumena ekspanzijske posude

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

1. Tlocrt prizemlja – grijanje i hlađenje
2. Tlocrt kata – grijanje i hlađenje
3. Tlocrt krova – grijanje i hlađenje
4. Tlocrt prizemlja – podno grijanje i hlađenje
5. Tlocrt kata – podno grijanje i hlađenje
6. Shema strojarskih instalacija

POPIS OZNAKA

| Oznaka | Jedinica | Opis |
|-------------|--------------------|--|
| U | W/m ² K | Koeficijent prolaza topline |
| Φ_{HL} | W | toplinsko opterećenje prostorije zimi |
| Φ_T | W | transmisijski gubici prostorije |
| Φ_V | W | ventilacijski gubici prostorije |
| Φ_{RH} | W | dodatak zbog nekontinuiranog pogona |
| Φ_{CL} | W | toplinsko opterećenje prostorije ljeti |
| t_i | °C | unutarnja temperatura prostorije |
| Φ_C | W | instalirana snaga podnog hlađenja |
| Q_D | kW | toplinski kapacitet dionice |
| q_v | m ³ /h | volumni protok |
| q_m | kg/s | maseni protok |
| L | m | duljina dionice |
| k | mm | visina hrapavosti cijevi |
| ζ | - | koeficijent oblika |
| w | m/s | brzina |
| R | Pa/m | linijski pad tlaka |
| Z | Pa | lokalni pad tlaka |
| V_A | l | ukupni volume vode u sustavu |
| $V_{n,min}$ | l | Minimalni volumen solarne ekspanzijske posude |
| V_e | l | Volumen širenja vode |
| V_V | l | Dodatni volumen (zaliha) |
| p_e | bar | Projektni krajnji tlak |
| p_0 | bar | Primarni tlak ekspanzijske posude |
| h_{sys} | m | Statička visina instalacije od sredine ekspanzijske do najviše točke sustava |
| p_{sv} | bar | Tlak sigurnosnog ventila |
| n | % | Postotak širenja vode |

SAŽETAK

U ovom radu projektiran je sustav grijanja i hlađenja te pripreme potrošne tople vode obiteljske vile na području otoka Hvara. Kuća se sastoji od 2 etaže, prizemlja i kata. Prizemlje sadrži jednu veliku prostoriju za boravak i nekoliko manjih, među kojima je prostorija za strojarску opremu. Na katu su smještene četiri spavaće sobe i kupaonice te galerija na sobu u prizemlju. Projektni toplinski gubici za zimsko razdoblje su izračunati prema normi HRN EN 12831 te iznose 7,68 kW. Za ljetni period projektno toplinsko opterećenje je računano prema smjernici VDI 2078 te ukupni toplinski dobici iznose 6,53 kW za 23. srpanj kao projektni dan.

Sustav grijanja predviđen je pomoću solarnog sustava kada je to moguće, dok dizalica topline zrak-voda učina 13,12 kW služi za potrebe grijanja u ostatku godine. Vanjska jedinica smještena je na krovu zgrade. U prostorima vile koristi se podno grijanje s temperaturnim režimom 38/30 °C dok je u kupaonicama predviđena dodatna instalacija električnih ljestvi. Za ljetne periode cijevni razvod podnog grijanja služi i za hlađenje prostorija puštanjem vode temperaturnog režima 16/19 °C. U sustav se postavlja međuspremnik ogrjevnе vode zapremnine 497 L koji akumulira toplinsku energiju i omogućuje mirniji rad dizalice topline.

Sustav pripreme potrošne tople vode sastoji se od kombiniranog akumulacijskog spremnika kapaciteta 300 L za sanitarnu vodu i 275 l za ogrjevnу vodu. Potrošna topla voda u spremniku zagrijava se pomoću solarnih kolektora i dizalice topline. Na krov zgrade je postavljeno 5 pločastih kolektora, orijentiranih prema jugu pod nagibom 60°. Ljeti solarni sustav ima mogućnost grijanja vanjskog bazena kada su zadovoljene potrebe pripreme potrošne tople vode.

Uz rad su priloženi proračuni i crteži u kojima je definiran raspored opreme po etažama te funkcionalna shema spajanja sustava i automatske regulacije.

SUMMARY

As part of this thesis heating and cooling systems and a domestic hot water system were designed for the home building at the island of Hvar territory. Building consists of 2 floors, ground and first floor. Ground floor consist of large living room and few small rooms which include machinery room. First floor has 4 bedrooms and 3 bathrooms with a galery also. Total projected heat losses during winter period, calculated according to the HRN EN 12831 standard, are 7,68 kW. For summer period, more precisely 23. of July, calculated heat gains to the VDI 2078 standard are 6,53 kW.

Heating source consist of solar system, which is used whenever it is possible, and air-water heat pump of 13,12 kW, which is used for the rest of the year. Heat pump outside unit is set on the roof. Floor heating with 38/30 °C heating regime is predicted for all rooms inside villa, while in the bathrooms electric ladder radiators are additionally installed.. Floor heating pipe distribution containing water with 16/19 °C temperature regime, is also used for cooling during the summer period. The system is equipped with 475 l hot water tank, which is storage of thermal energy and provides safe work of air-water pump.

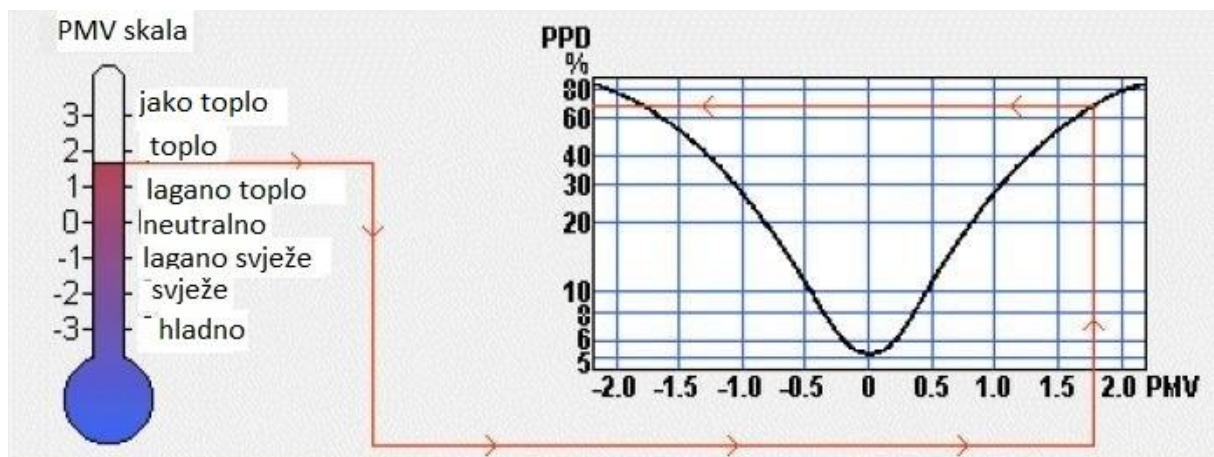
Domestic hot water preparation consist of combined accumulation storage tank with 300 l capacity for domestic water, and 275 l capacity for heat water. Domestic hot water is heated by solar heat exchanger and air-water pump. There are 5 flat plate solar thermal collectors set on the roof, oriented to the south under the slope of 60°. When the need for domestic hot water is fullfiled, solar system can be used for heating the outside pool.

Along with this work, technical documentation and calculations which defines equipment disposition over the floors and the functional scheme of the system and automatic regulation system, are submitted.

1. UVOD

1.1. Toplinska ugodnost

Prema normi ISO 7730, toplinska ugodnost definira se kao stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo toplinskim stanjem okoliša. Budući da svaki pojedinac drugačije podnosi određenu temperaturu, nemoguće je točno odrediti stanje okoliša koje bi zadovoljilo svaku osobu. Iz tog razloga definiraju se određeni parametri toplinske ugodnosti koji bi zadovoljili većinu korisnika. Određivanje udjela (ne)zadovoljnih osoba se vrši pomoću PPD (eng. Predicted Percentage of Dissatisfied) indeksa koji predviđa postotak nezadovoljnih osoba, a određuje se po funkciji od PMV indeksa (eng. Predicted Mean Vote) pomoću kojeg vrednujemo razinu ugone. PMV indeks određuje se pomoću složenih matematičkih izraza iz norme ISO 7730, a predviđa subjektivno ocjenjivanje ugodnosti boravka od grupe ljudi. Skala PMV indeksa se kreće od -3 što opisuje hladne uvjete do +3 što je identično jako toplim uvjetima. [1]



Slika 1: Prikaz ovisnosti PMV indeksa o postotku broja nezadovoljnih osoba [1]

Osnovni parametri koji utječu na toplinsku ugodnost su:

- Temperatura zraka u prostoriji,
- Temperatura ploha prostorije,
- Vlažnost zraka,
- Brzina strujanja zraka,
- Razina odjevenosti,
- Razina fizičke aktivnosti,

- Kvaliteta zraka, buka, namjena prostora, dob...

Navedene parametre karakterizira međusobna zavisnost jednih o drugima. Drugim riječima, pri promjeni jedne veličine, istu razinu ugodnosti je moguće ostvariti isključivo promjenom drugih veličina. Prilikom projektiranja bitno je osigurati toplinsku ugodnost za većinu korisnika unutar zone boravka regulirajući te faktore. Zona boravka je područje u kojem ljudi obitavaju, a definirano je sa 0,5 m udaljenosti od unutarnjih zidova, 1 m od vrata, prozora i vanjskih zidova te sa 1,8 m visine od poda. Temperatura zraka određuje se u rasponu vrijednosti koje zadovoljavaju većinu korisnika. U sezoni grijanja, poželjan temperaturni raspon iznosi 20-22 °C dok u ljetnim mjesecima iznosi 22-26 °C. Za toplinsku ugodnost važan je temperaturni gradijent po visini prostora i preporuka je da ne bude veći od 3 °C od poda do glave korisnika. Temperatura ploha također je važan parametar, jer asimetrične površinske temperature izazivaju neugodan osjećaj ukoliko su velike temperaturne razlike.

Relativna vlažnost nema velik utjecaj na toplinsku ugodnost, ali preporučuje se održavanje u rasponu od 35 do 60% za temperaturu zraka od 20 do 25 °C, nisku razinu odjevenosti te nisku razinu fizičke aktivnosti. Ukoliko je povećana razina fizičke aktivnosti, povećava se latentna toplina, a samim time i relativna vlažnost zraka. Brzina strujanja zraka ima iznimno velik utjecaj na toplinsku ugodnost. Većom brzinom strujanja zraka tijelo brže izmjenjuje toplinu s okolišem. Također bitno je osigurati da strujanje zraka bude približno konstantno u vremenu bez značajnijih turbulencija. Brzine strujanja zraka do 0,25 m/s u zoni boravka prihvatljive su za većinu korisnika. Fizička aktivnost i razina odjevenosti također znatno utječu na razinu toplinske ugodnosti. Odjeća smanjuje toplinske gubitke iz tijela stoga je podijeljena prema vrijednosti toplinskog otpora. Mjerna jedinica koja se uobičajeno koristi za izražavanje toplinskog otpora odjeće naziva se Clo jedinica. Razina fizičke aktivnosti ima velik utjecaj na izmjenu topline tijela i okoliša što je vidljivo iz Tablice 1 koja prikazuje vodeće vrijednosti izmjene topline između tijela i okoliša za temperaturu zraka 22 °C. [1]

| Aktivnost | Stupanj aktivnosti | Predana toplina Φ , [W] |
|--|--------------------|------------------------------|
| mirujući rad uz sjedenje | I | 120 |
| laki fizički rad (sjedenje ili stajanje) | II | 150 |
| srednje teški fizički rad (hodanje) | III | 190 |
| teški fizički rad (rad sa strojem) | IV | >270 |

Tablica 1: Prikaz količine predane topline s obzirom na razinu fizičke aktivnosti [1]

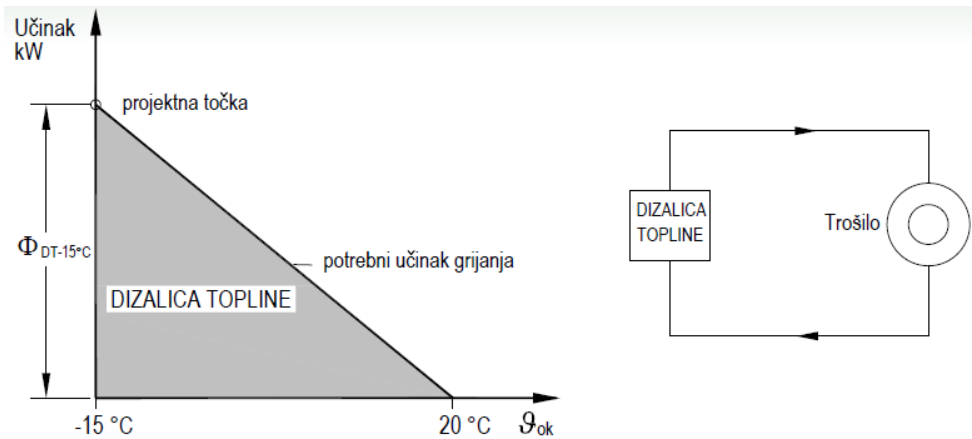
Također, korisnici mogu imati pritužbe i na kvalitetu zraka. Zgrada može biti dobro zabrtvljena s malim brojem izmjena zraka čime raste udio CO₂ u prostoru što može uzrokovati pad koncentracije, a može utjecati i na fizičko zdravlje korisnika. Nadalje, zrak može sadržavati razne čestice, bioaerosole, plinove i mirise koji utječu na kvalitetu zraka.

1.2. Dizalice topline

Dizalice topline su uređaji koji pomoću ljevokretnog kružnog procesa s određenom radnom tvari dovode energiju s niže temperaturne razine na višu uz ulaganje dodatnog rada. Mogu se koristiti kao izvori toplinskog ili rashladnog učina u sustavima grijanja, hlađenja i klimatizacije. Za svoj rad neophodna je pogonska energija koja je funkcija temperaturnih razlika toplinskih spremnika (izvora i ponora). Toplinski izvor je medij ili niže temperature koji predaje toplinu dizalici topline, najčešće iz okoliša. Uglavnom su to vanjski zrak, površinske ili podzemne vode, zemlja (tlo), otpadna toplina itd. Toplinski ponor je medij više temperature kojem se predaje toplinu, a najčešće su to ogrjevni mediji u sustavima grijanja, potrošna topla voda, zrak u prostorijama itd. [2]

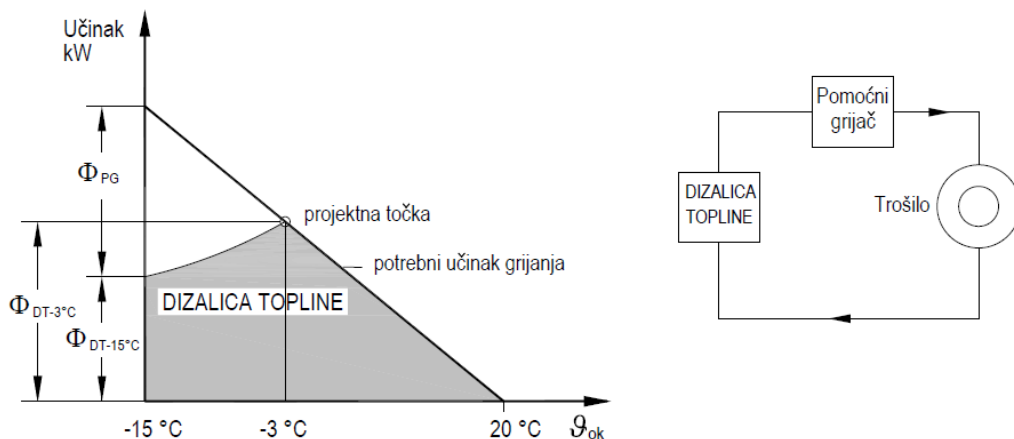
Sustavi grijanja s dizalicom topline mogu biti izvedeni tako da dizalica topline bude jedini izvor topline. Također, dizalica topline može se koristiti u sprezi s drugim izvorima topline. Razlikujemo sljedeće načine rada dizalice topline:

- Monovalentni način rada - Sve toplinske gubitke zgrade (toplinsko opterećenje) pokriva isključivo dizalica topline. Učinak dizalice topline određuje se prema vanjskoj projektnoj temperaturi zraka. Najčešće dizalice topline povezane s tлом (s podzemnom vodom ili tлом kao izvorima topline) rade kao monovalentni sustavi grijanja.



Slika 2: Monovalentni rad dizalice topline [2]

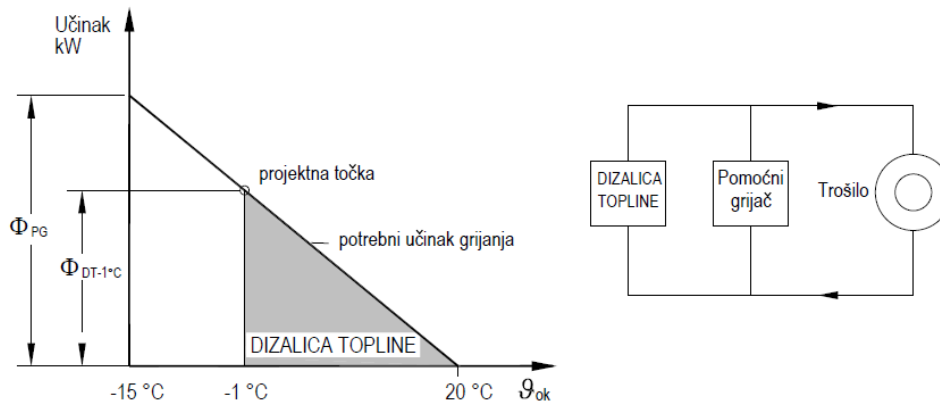
- Bivalentno-paralelni način rada dizalice topline - Do određene vrijednosti vanjske temperature zraka dizalica topline je jedini izvor topline. Daljnjim padom vanjske temperature zraka (npr. -3°C ili niže) uključuje se paralelno još jedan toplinski izvor (npr. plinski bojler) kao pomoć dizalici topline. Priključenje drugog toplinskog izvora, regulacija vodi prema vanjskoj temperaturi zraka i potrebnom učinku grijanja. Ovaj način rada sustava grijanja uglavnom se koristi kod dizalica topline sa zrakom kao izvorom topline.



Slika 3: Bivalentno-paralelni rad dizalice topline [2]

- Bivalentno-alternativni način rada dizalice topline - Do određene vrijednosti vanjske temperature zraka dizalica topline je jedini izvor topline, koja ovisno o karakteristici grijanja odgovara maksimalnoj temperaturi polaznog voda od 55°C . Daljnjim padom vanjske temperature zraka uključuje se drugi izvor topline i on je dalje jedini u radu (npr. plinski bojler). Točka preokretanja izbora sustava grijanja u ovom primjeru iznosi -1°C . Ovaj način rada sustava grijanja koristi se za zgrade s radijatorima kao ogrjevnim

tijelima, temperaturnog režima 90/70 °C ili 80/60 °C budući je potrebna velika snaga izvora kako bi se postigle tako visoke temperature ogrjevne vode, a dizalice topline se pretežito koriste za niskotemperaturne sustave.



Slika 4: Bivalentno-alternativni rad dizalice topline [2]

Najčešće se u praksi koriste kompresijske dizalice topline koje se sastoje od: isparivača, kondenzatora, kompresora i ekspanzijskog ventila kroz koji struji radni medij. Radni ciklus dizalice topline kreće stlačivanjem radne tvari na viši tlak u kompresoru. Stlačena radna tvar u parovitom agregatnom stanju zatim ide u kondenzator, izmjenjivač topline u kojem se hladi i kondenzira tako predajući toplinu ogrjevnoj vodi koja se zagrijava. Prolaskom kroz termoekspanzijski ventil tekućoj radnoj tvari se smanjuje tlak i temperatura. Ohlađena radna tvar dolazi do isparivača u kojem se zagrijava uslijed odvođenja topline od vanjskog izvora (npr. zrak u dizalici topline zrak-voda). [2]

1.3. Solarni sustavi

Sunčevo zračenje je najveći izvor obnovljive energije na Zemlji gdje se pretvara u druge oblike obnovljive energije. Energija Sunčevog zračenja se direktno iskorištava pomoću solarnih kolektora za zagrijavanje vode i zraka, koncentrirajućih kolektora za proizvodnju električne energije te fotonaponskih ćelija za direktnu proizvodnju električne energije. Osim za potrebe grijanja, kolektori se koriste u sklopu sorpcijskih sustava i za hlađenje. Tipične vrijednosti efikasnosti pretvorbe Sunčeve u korisnu energiju iznose oko 50% za toplovodne kolektore (pločaste i vakuumske), 20% za koncentrirajuće kolektore, 10% za fotonaponske ćelije, dok je kod sunčanih sorpcijskih rashladnih sustava odnos rashladnog učinka i pogonske energije Sunčevog zračenja $SPCF < 0,15$. S obzirom na relativno male vrijednosti gustoće energetskog

toka Sunčevog zračenja (manje od 1 kW/m^2), solarni sustavi se u praksi uglavnom koriste za lokalnu opskrbu energijom, primjerice, obiteljskih kuća, autokampova, marina, hotela.

Danas se Sunčeva energija najviše koristi za zagrijavanje vode u sustavima pripreme potrošne tople vode (PTV) i grijanja prostora te za zagrijavanje bazenske vode. U osnovi se sastoje od solarnih kolektora, spremnika tople vode, automatike i pomoćnog izvora topline.

S obzirom na izvedbu postoji nekoliko vrsta solarnih kolektora, a to su:

- pločasti,
- vakuumski,
- neostakljeni,
- koncentrirajući. [3]



Slika 5: Prikaz solarnih kolektora [4]

Jasno je da se sva apsorbirana energija ne uspije predati radnom mediju unutar kolektora, već se dio izmjeni s okolišem i kao takav predstavlja toplinske gubitke kolektora. Korisna toplina dovedena radnom fluidu može se izraziti kao razlika apsorbirane topline i toplinskih gubitaka na okoliš svedenih na temperaturu zraka. Ta je toplina također jednaka toplini izmijenjenoj između apsorberske ploče temperature i fluida u cijevima.

Efikasnost kolektora je definirana kao omjer korisne energije predane vodi i energije upadnog Sunčevog zračenja na ravninu kolektora, a najčešće se određuje eksperimentalno mjerenjem topline koja je predana fluidu, tj. ulazne i izlazne temperature fluida i njegovog masenog protoka. Na efikasnost kolektora mogu utjecati različiti parametri, a neki od njih su:

- optimalni kut nagiba kolektora,
- optička svojstva apsorbera i stakla,
- otpor spoja apsorbera i cijevi,
- strujanje radnog fluida. [2]

1.4. Priprema potrošne tople vode

Potrošnom toplom vodom smatra se zagrijana pitka voda najviše do 90 °C koja se koristi u kućanstvu za osobnu higijenu, kuhanje, čišćenje ili za neke druge potrebe. Potrebna količina potrošne tople vode ovisi o namjeni zgrade, broju stanova, navikama potrošača, danu u tjednu i mnogim drugim uvjetima. Sustavi pripreme PTV-a moraju zadovoljiti slijedeće zahtjeve kako bi rad bio funkcionalan.

Dakle, bitno je:

- osigurati PTV potrebne temperature u potrebnoj količini i u relativno kratkom vremenskom periodu,
- osigurati podesivu temperaturu PTV na izljevnim mjestima,
- osigurati higijenski čistu PTV (u standardu pitke vode),
- sustav treba biti siguran u pogonu i jednostavan za korištenje,
- sustav treba biti troškovno povoljan, energetski učinkovit i neškodljiv za okoliš.

S obzirom na način zagrijavanja sustavi pripreme potrošne tople vode dijele se na akumulacijske i protočne sustave. Akumulacijski sustavi se koriste na mjestima gdje je potrebna veća količina PTV-a u relativno kratkom razdoblju (bolnice, hoteli, stambene zgrade) jer se PTV priprema unaprijed i akumulira u spremniku. Kao prednosti akumulacijskog sustava mogu se istaknuti isporuka velike količine PTV-a u kratkom vremenu uz regulabilnu temperaturu, lako pokrivanje vršnog opterećenja i veliki kapacitet vode uz manji izvor topline. Dok su nedostaci koji prate akumulacijski sustav veći potrebni prostor za ugradnju, veća investicija i stajanje vode u spremniku čime se javlja opasnost od pojave legionele, tj. bakterije koja može biti smrtonosna ukoliko se udiše u raspršenom aerosolu. Kako bi se spriječila njezina pojava bitno je vodu zagrijavati na više od 60 °C jer pri toj temperaturi ona ugiba. Također kao preventiva od stajanja vode u sustav se ugrađuje recirkulacijska pumpa koja služi i da se osigura topla voda na izljevnom mjestu odmah prilikom otvaranja slavine. [1]



Slika 6: Akumulacijski spremnik sa dizalicom topline za pripremu potrošne tople vode [5]

1.5. Ogrjevna tijela

Ogrjevnim tijelom smatra se izmjenjivač topline kojim se toplina prenosi s ogrjevnog medija (vode, pare...) na zrak u prostoru. Prilikom odabira ogrjevnog tijela bitno je obratiti pažnju na zahtjeve koje ogrjevno tijelo treba ispunjavati, a neki od njih su:

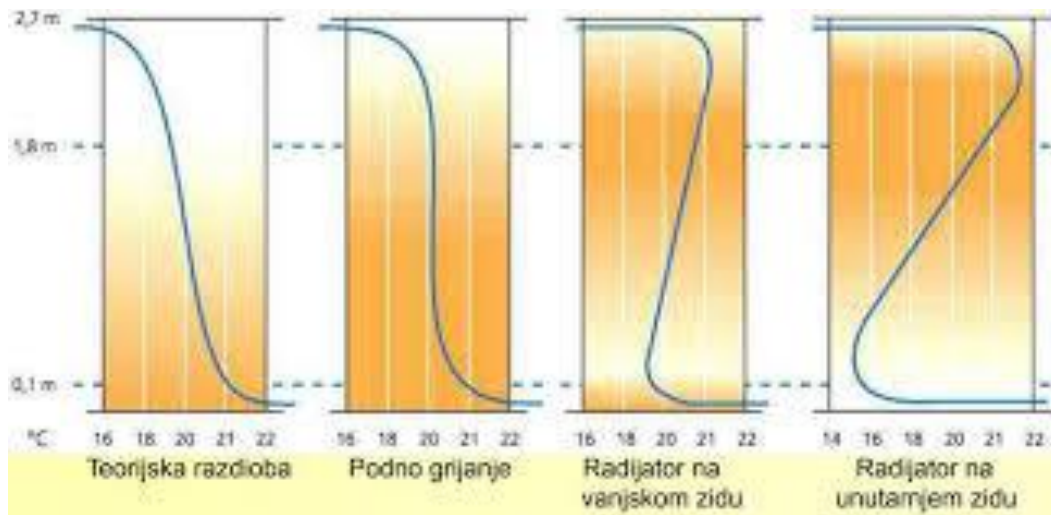
- ravnomjerna razdioba temperature po prostoru,
- visoka učinkovitost,
- mala masa i jednostavna ugradnja,
- jednostavno čišćenje i održavanje,
- postojanost na visoku temperaturu, visok tlak i koroziju,
- izgled koji se uklapa u interijer,
- niska cijena.

Prilikom montaže velik utjecaj na toplinsku ugodnost igra položaj ogrjevnog tijela te je bitno izbjeći pojavu velike razdiobe temperature po visini prostorije. S obzirom na toplinsku ugodnost najpogodnije je postavljanje ogrjevnog tijela na vanjski zid, ako je moguće, ispod prozora jer je to uglavnom mjesto s najvećim toplinskim gubicima. Time se postiže miješanje pothlađenog vanjskog zraka sa zagrijanim zrakom koji se podiže s ogrjevnog tijela. Ogrjevna tijela mogu se podijeliti na sljedeće vrste:

- člankasta ogrjevna tijela (člankasti radijatori),
- pločasta ogrjevna tijela (pločasti radijatori, ogrjevne ploče),
- konvektori,

- cijevni grijači (kupaonski i kuhinjski grijači, cijevni registri),
- panelni grijači (najčešće su podni, a mogu biti i stropni i zidni paneli).

Najpogodniju razdiobu temperature po visini prostorije postiže se podnim, a na Slici 7 može se vidjeti usporedbeni dijagrami sa slučajevima korištenja radijatora na unutarnjem i vanjskom zidu. [6]



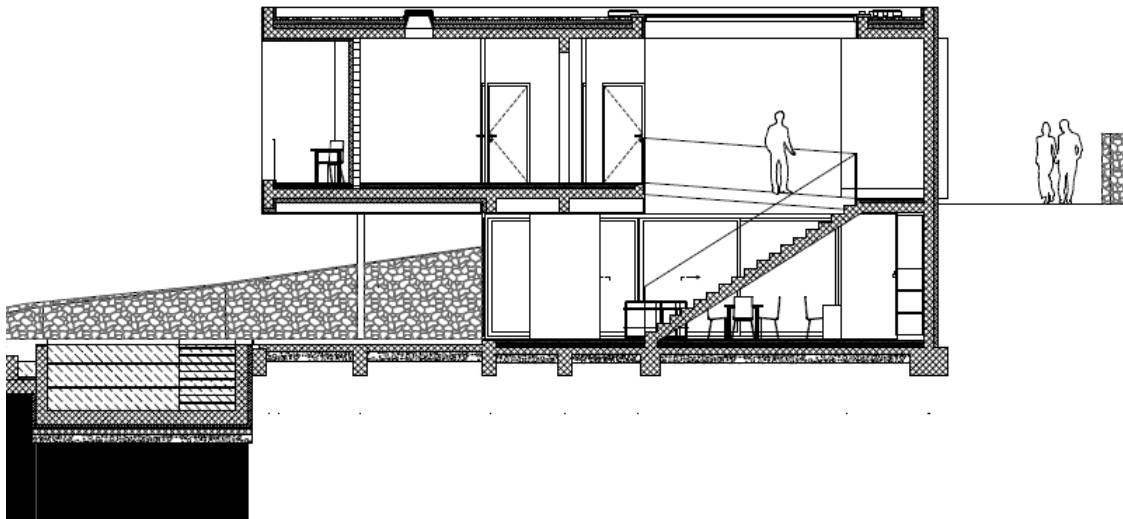
Slika 7: Razdioba temperature po visini prostorije za podno grijanje i radijator [1]

Panelni grijači kao osnovni mehanizam izmjene topline koriste zračenje (60-75 %), a primjenjuju se u niskotemperaturnim sustavima grijanja, npr 35/30 °C, 45/40 °C. Tamo je polazna temperatura ogrjevnog medija do 50 °C. Iz tih razloga je površinsko grijanje (panelno) postalo jedno od poželjnih niskoenergetskih sustava koji ostvaruju visoku toplinsku ugodnost. Kod podnog grijanja moguća je suha i mokra montaža. Suha se odvija postavljanjem cijevi u podlogu, dok se pri mokroj montaži cijevi postavljaju u estrih (plivajući beton). Prilikom ugradnje važno je obratiti pozornost na građevinske elemente poda s obzirom na toplinsku izolaciju i ostvarenu površinsku temperaturu. [1]

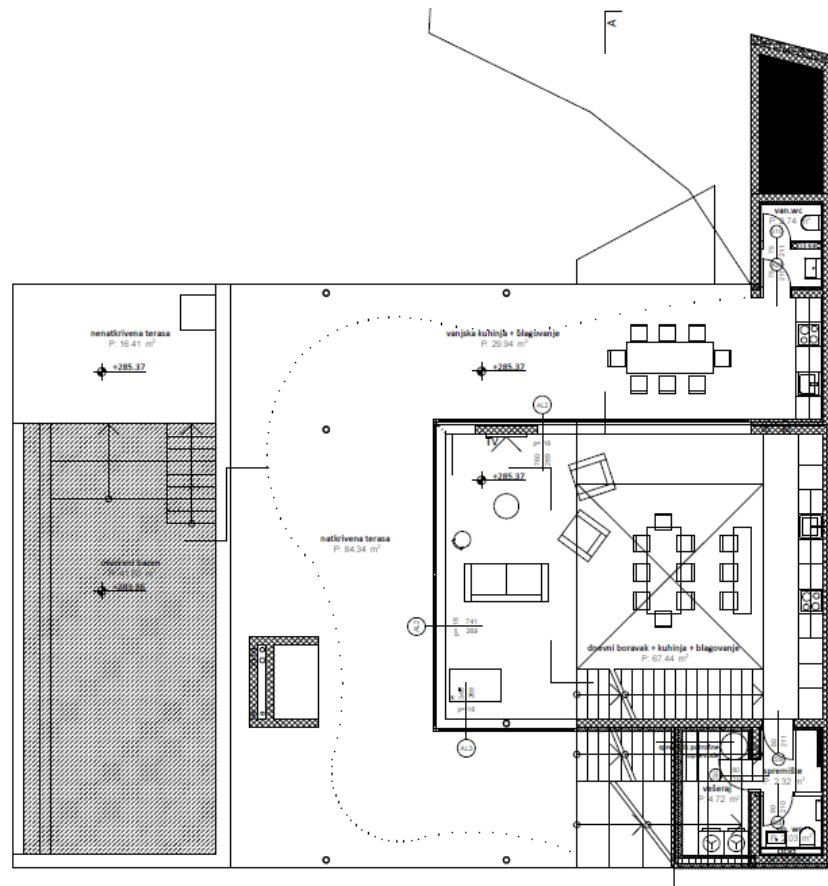
2. TOPLINSKA BILANCA ZGRADE

2.1. Opis zgrade

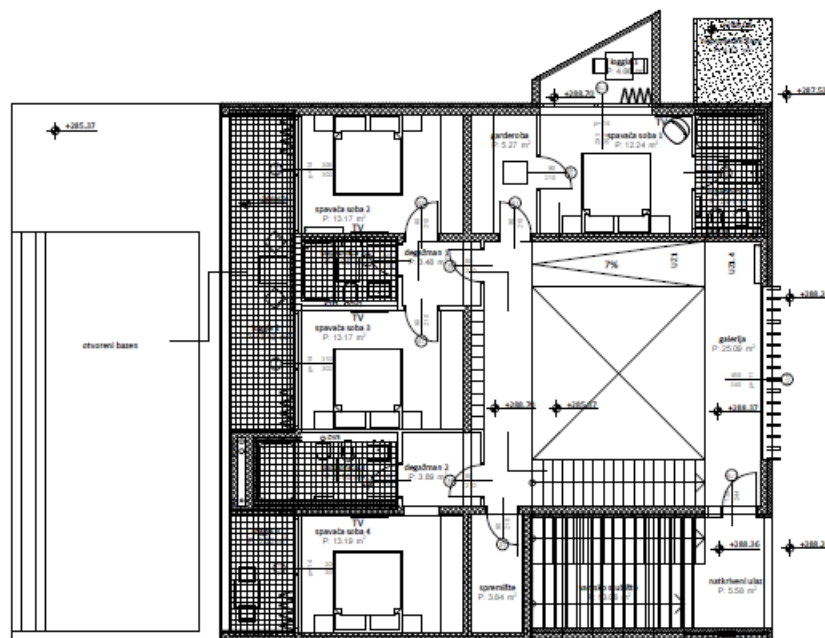
Slobodno stojeća obiteljska vila s pomoćnim građevinama i otvorenim bazenom nalazi se u naselju Brusje na otoku Hvaru. Sastoji se od dvije etaže, prizemlja i kata. U prizemlju se u unutrašnjosti nalazi velika prostorija, koja služi kao dnevni boravak, blagovaona i kuhinja u jednom te nekoliko manjih prostorija čije su namjene spremišta i WC. Također u vanjskom dijelu prizemlja nalaze se dvije natkrivene terase i kuhinja te nenatkriveni bazen površine 42 m². Na prvome katu smještene su spavaće sobe i kupaonice te jedna prostorija koja služi kao galerija na dnevni boravak u prizemlju. Zgrada je duga 15 m, široka 14 m te visoka 8 m. Pretpostavlja se da su sve unutarnje prostorije grijane.



Slika 8: Presjek obiteljske vile



Slika 9: Tlocrt prizemlja obiteljske vile



Slika 10: Tlocrt 1. kata obiteljske vile

2.2. Proračun projektnog toplinskog opterećenja za sezonu grijanja prema HRN EN 12831

Kao prvi korak prilikom projektiranja sustava grijanja obiteljske vile potrebno je proračunati toplinske gubitke zgrade u projektnim uvjetima korištenja koji će poslužiti za dimenzioniranje ogrjevnih tijela. Proračun se radi za stacionarno stanje vanjskog okoliša i prostorije, a prilikom izračuna zanemaruju se svi izvori topline koji se nalaze unutar zgrade jer sustav grijanja mora ostvariti i održati unutarnju projektanu temperaturu za najgore moguće uvijete. Vanjska projektana temperatura je izabrana prema podacima propisanim od Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja (MGiPU) te za lokaciju otoka Hvara ona iznosi $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. U grijanim prostorijama potrebno je odrediti unutarnje projektne temperature prema normi. Odabrane projektne temperature pojedinih prostorija dane su u Tablici 2:

| Prostorija | Unutarnja projektana temperatura [$^{\circ}\text{C}$] |
|--------------------------|---|
| Dnevni boravak i kuhinja | 20 $^{\circ}\text{C}$ |
| Galerija | 20 $^{\circ}\text{C}$ |
| Spavaća soba | 20 $^{\circ}\text{C}$ |
| Kupaonica | 24 $^{\circ}\text{C}$ |
| Garderoba | 20 $^{\circ}\text{C}$ |
| Hodnik | 20 $^{\circ}\text{C}$ |
| Spremište | 20 $^{\circ}\text{C}$ |

Tablica 2: Unutarnje projektne temperature po prostorijama

Norma sadrži dva tipa gubitaka, a to su transmisijski i ventilacijski gubici. Transmisijski gubici nastaju prolazom topline kroz sve površine prostorije, tj. unutarnje i vanjske zidove, pod, krov, prozore i vrata. Najveći utjecaj na izmjenu topline zimi ima koeficijent prolaza topline U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]. [7] U ovom projektu korištene su zadane vrijednosti iz opisa građevinske konstrukcije koje zadovoljavaju aktualne energetske standarde. Vrijednosti koeficijenata prolaza topline građevinskih elemenata prikazani su u Tablici 3.

| Građevni element | Koeficijent prolaza topline U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] |
|------------------|--|
| Vanjski zid | 0,39 |

| | |
|--|------|
| Prozor | 1,00 |
| Vrata | 1,4 |
| Krov | 0,26 |
| Pod na tlu | 0,46 |
| Zid prema tlu | 0,44 |
| Unutarnji zid | 1,1 |
| Međukatna konstrukcija | 0,63 |
| Međukatna konstrukcija prema otvorenom | 0,28 |
| Kupaonska vrata | 2,2 |

Tablica 3: Vrijednosti koeficijenata prolaza topline za vrste građevinske elemente

Prilikom proračuna toplinskih gubitaka od velike je važnosti uzeti utjecaj toplinskih mostova. To su područja većeg intenziteta izmjene topline nastala kao posljedica geometrije ili nehomogenosti građevinskog materijala. Prilikom izvođenja proračuna korištena je pojednostavljena metoda korekcije koeficijenta prolaska topline građevnih dijelova po preporuci u "Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje". Iz tog razloga su U vrijednosti površina povećane za 0,05 W/m²K. [8]

Ventilacijski gubici su oni koji su potrebni za zagrijavanje hladnog vanjskog zraka koji ulazi u prostor infiltracijom ili mehaničkom ventilacijom. Broj izmjena zraka za prostorije se uzima prema higijenskom minimumu. [1]

| Prostorija | Broj izmjena zraka [l/h] |
|-------------------|--------------------------|
| Kupaonica | 1,5 |
| Ostale prostorije | 0,5 |

Tablica 4: Broj izmjena zraka po prostorijama

Izračun toplinskog opterećenja u normi računa se prema općoj formuli:

$$\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH}$$

gdje su:

$$\Phi_{HL} \text{ — toplinsko opterećenje prostorije, [W]}$$

Φ_T — transmisijski gubici prostorije, [W]

Φ_V — ventilacijski gubici prostorije, [W]

Φ_{RH} — dodatak zbog nekontinuiranog pogona, [W]

Zadnji pribrojnik predstavlja dodatak na kapacitet kako bi se, ukoliko dođe do prekida grijanja, unutarnja projektna temperatura mogla ponovno postići u prihvatljivom vremenskom periodu. Sumiranjem toplinskih gubitaka svih grijanih prostorija može se dimenzionirati izvor topline. [7] Proračunom se dobije da prosječni specifični toplinski gubici iznose 42 W/m² što je u skladu s niskoenergetskim standardima. Cijeli proračun proveden je pomoću računalnog programa IntegraCAD, a rezultati proračuna po prostorijama su dani u Tablici 5, dok je proračun svake prostorije dan u prilogu A.

| Prostorija | Φ_{HL} [W] | Φ_{HL} po m ² , [W/m ²] |
|-----------------------|-----------------|---|
| Dnevni boravak (Pr) | 2373 | 36,96 |
| Spremište (Pr) | 48 | 24 |
| WC | 99 | 49,5 |
| Spremište opreme (Pr) | 156 | 35,45 |
| Galerija (kat) | 1162 | 39,66 |
| Spavaća soba 1 (kat) | 513 | 41,37 |
| Kupaonica 1 (kat) | 360 | 70,89 |
| Garderoba (kat) | 165 | 32,35 |
| Spavaća soba 2 (kat) | 640 | 48,12 |
| Kupaonica 2 (kat) | 291 | 72,75 |
| Hodnik 1 (kat) | 58 | 16,57 |
| Spavaća soba 3 (kat) | 480 | 36,09 |
| Kupaonica 3 (kat) | 398 | 72,36 |
| Hodnik 2 (kat) | 64 | 16,41 |
| Spavaća soba 4 (kat) | 632 | 48,24 |
| Spremište | 242 | 57,9 |

Tablica 5: Rezultati proračuna gubitaka topline po prostorijama

2.3. Proračun toplinskih dobitaka prema VDI 2078

Proračun toplinskog opterećenja za ljetne mjeseci odnosno za dane kada je potrebno prostor hladiti vrši se prema smjernici VDI 2078. Naime, proračun toplinskog opterećenja ljeti razlikuje se u svome pristupu od proračuna toplinskog opterećenja u vrijeme grijanja. Ovdje je potrebno uzeti u obzir efekt toplinskog spremnika građevnih dijelova zgrade. Bitno je također razlikovati toplinske dobitke od toplinskog opterećenja. Jedan od primjera jesu toplinski dobitci sunčevog zračenja koji se ne prikazuju u istom vremenskom trenutku kao toplinsko opterećenje budući da npr. zračenje na određeni zid mora prvo zagrijati kako bi taj zid zatim zagrijao prostoriju iznutra. Upravo ovaj efekt značajno utječe na dimenzioniranje opreme stoga nije zanemariv. Toplinsko opterećenje možemo podijeliti u dvije skupine : vanjsko i unutarnje. Tipični izvori unutarnjeg toplinskog opterećenja jesu ljudi, rasvjeta, električni uređaji (npr. računala) dok su izvori vanjskog toplinskog opterećenja infiltracija toplog i vlažnog zraka, dobitci provođenjem kroz zidove i krov, solarni toplinski dobitci kroz ostakljenja te dobitci provođenjem kroz ostakljenja... [9]

Izračun projektnog toplinskog opterećenja provodi se za nekoliko sati u projektnom (najtoplijem) danu da bi se našao maksimalni zbroj svih komponenata toplinskog opterećenja. Za izradu ovog rada korišten je program „IntegraCAD“, koji postupak proračuna značajno olakšava. Na početku je potrebno odabrati jednu od četiri ponuđene klimatske zone. U ovom slučaju odabrana je zona 4. kao najtoplija zona i približno se poklapa sa podacima za otok Hvar. Nužno je odabrati orijentaciju svake prostorije unutar građevine za koju se proračun provodi zbog različitog položaja Sunca tijekom dana. Navode se izvori vanjskih i unutarnjih dobitaka. Za unutarnju projektnu temperaturu odabrano je 26 °C sa 50 % relativne vlažnosti.

U Tablici 6 navedeni su rezultati proračuna sa upisanim projektnim toplinskim opterećenjem za 23. srpnja kao projektni dan, dok su kompletni rezultati proračuna toplinskih dobitaka dani u prilogu B.

| Prostorija | Φ_{CL} [W] | Φ_{CL} po m^2 , [W/m ²] |
|---------------------|-----------------|--|
| Dnevni boravak (Pr) | 3491 | 54,38 |
| Spremište (Pr) | 73 | 36,5 |
| WC (Pr) | 83 | 41,5 |

| | | |
|-----------------------|-----|-------|
| Spremište opreme (Pr) | 66 | 15 |
| Galerija (kat) | 513 | 17,51 |
| Spavaća soba 1 (kat) | 385 | 31,05 |
| Kupaonica 1 (kat) | 183 | 35,88 |
| Garderoba (kat) | 76 | 14,9 |
| Spavaća soba 2 (kat) | 510 | 38,35 |
| Kupaonica 2 (kat) | 115 | 28,75 |
| Hodnik 1 (kat) | 13 | 3,71 |
| Spavaća soba 3 (kat) | 269 | 20,23 |
| Kupaonica 3 (kat) | 136 | 24,73 |
| Hodnik 2 (kat) | 23 | 5,9 |
| Spavaća soba 4 (kat) | 608 | 46,41 |
| Spremište | 98 | 23,44 |

Tablica 6: Projektno toplinsko opterećenje prostorija za 23.srpanj

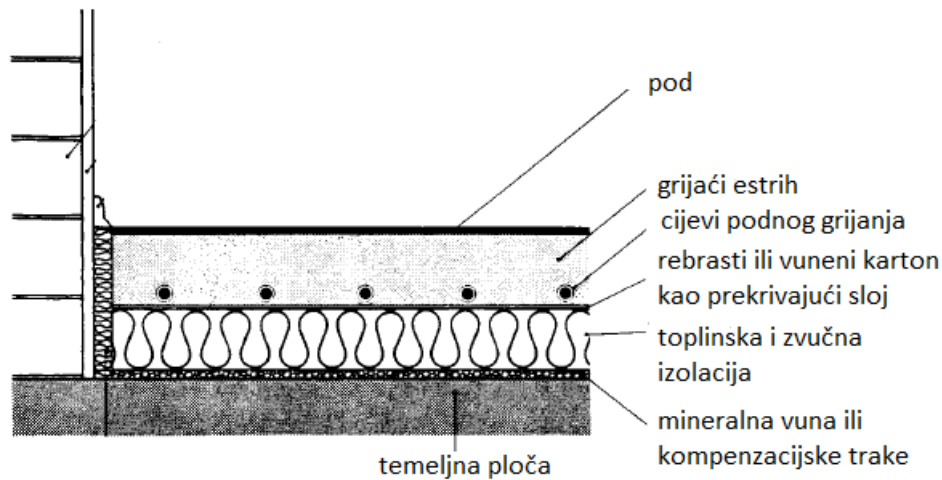
3. SUSTAVI GRIJANJA I HLADENJA

3.1. Podno grijanje

U ovom poglavlju rješavat će se problematika dimenzioniranja podnog grijanja. Cijevne petlje podnog grijanja postavljaju se u sve prostorije koje imaju potrebu za grijanjem. Budući su kupaonice prostorije koje imaju velike gubitke topline po m² površine poda te prelaze iskustvenu granicu od 50 W/m², dodatno se u kupaonice postavljaju električni grijači za ostvarivanje bolje toplinske ugodnosti i lakše postizanje unutarnje projektne temperature. Koriste se podne petlje sa režimom ogrjevnice vode 38/30 °C, pritom ne prelazeći granične temperature poda koje su navedene u normi EN 1264, a iznose:

- 27 °C – za prostorije u kojima ljudi duže borave,
- 29 °C – za prostorije u kojima ljudi kraće borave,
- 35 °C – za rubne zone,
- $t_i + 9$ °C – za kupaonice. [10]

Podno grijanje postavlja se u mokroj izvedbi, odnosno cijevi se potpuno ili djelomično postavljaju u cementni estrih. Detalj postavljanja vidljiv je na Slici 11. Tim načinom polaganja cijevi u estrih dolazi do rasterećenja napetosti materijala, a srednje temperature stijenke cijevi su oko 1,5 °C niže nego kod sustava postavljanja u suhoj izvedbi. Po unosu podataka građevinskih materijala proračunat je otpor podne obloge u vrijednosti 1,62 m²K/W. Maksimalni pad tlaka po krugu podnog grijanja ograničen je na 25 mbar (25kPa).

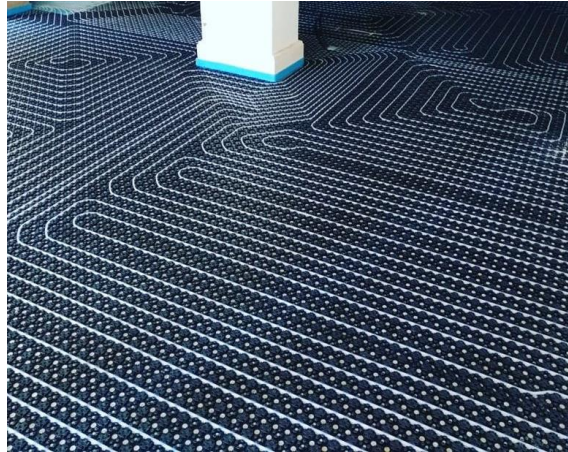


Slika 11: Građevinski slojevi prilikom mokrog postavljanja podnog grijanja [11]

Za podno grijanje koriste se cijevi proizvođača Uponor, tj. „Uponor Comfort pipe plus $\Phi 16 \times 2$ “. Riječ je o cijevima izrađenih od peroksidom umreženog polietilena (PE-Xa), a pozicioniraju se pomoću „Uponor Tecto“ ploče za pozicioniranje. Način postavljanja cijevi u ploču prikazan je na Slici 12. Debljina cementnog estriha iznad cijevi je 45 mm s koeficijentom toplinske vodljivosti 1,2 W/mK.

Prilikom montaže bitno je držati se preporuka:

- za površine veće od 40 m² nužno je postavljanje dilatacijskih traka tako da nastanu pravi kutovi, odnosno kvadrati,
- prilikom postavljanja dilatacijskih traka koriste se zaštitne cijevi koje ulaze 25 cm u svako polje estriha,
- ukupna dužina cijevi u krugu grijanja ne smije biti duža od 120 m,
- kroz rub dilatacijske zone prolaze samo dvije cijevi,
- najveća dužina zone je 8 m. [1]



Slika 12: Prikaz montaže cijevi podnog grijanja u ploče za pozicioniranje [12]

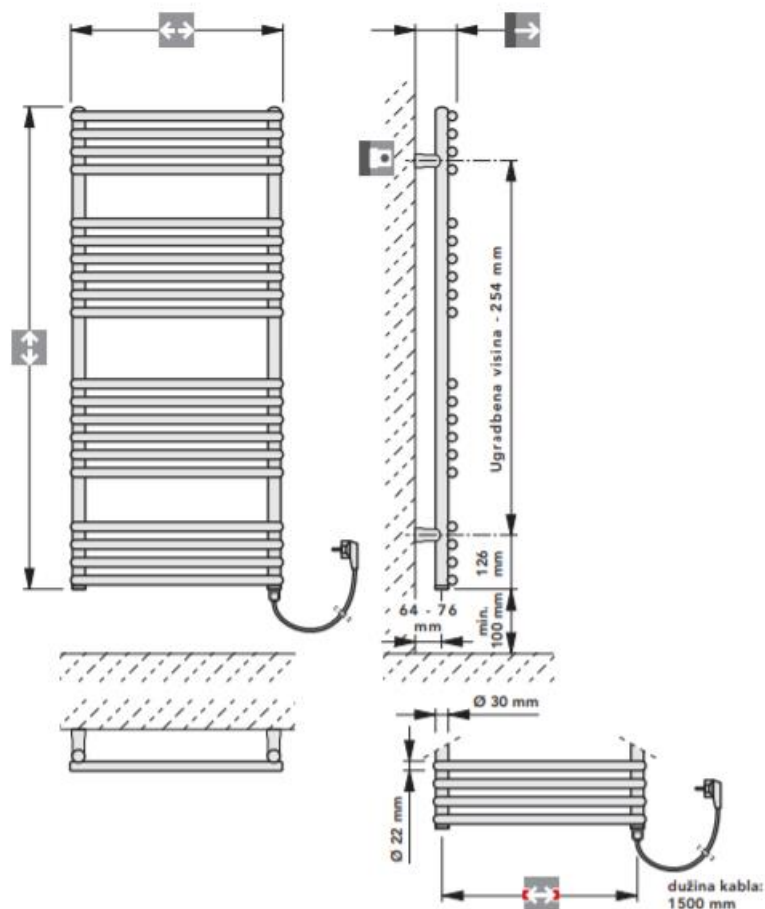
Proračun podnog grijanja rađen je u računalnom programu Uponsor HSE 4.5 i potpuni rezultati dani su u prilogu C.

3.2. Kupaonski cijevni grijač

S obzirom da su vrijednosti gubitaka topline po kvadratu u kupaonicama iznad prosječne vrijednosti od 50 W/m^2 i sa težnjom ostvarivanja veće toplinske ugodnosti odabrano je postavljanje električnog cijevnog grijača. Točnije radi se o modelu proizvođača Vogel&Noot Della E 1100/600 učina 400 W pri temperaturi od 60 °C . Kao prednost navedenog grijača može se navesti regulacija temperature u ovisnosti o korisnikovim željama s obzirom na vremensko razdoblje, također je praktično i za sušenje ručnika. Na slikama ispod prikazan je odabrani model električnog grijača i tehničke karakteristike s navedenim dimenzijama.



Slika 13: Prikaz kupaonskog električnog radijatora Della E, Vogel&Noot [13]



Slika 14: Način montaže i ugradbene dimenzije kupaonskog električnog radijatora [13]

3.3. Podno hlađenje

Panelni sustavi se osim već navedenih prednosti mogu istaknuti i činjenicom da cijevi koje služe za podno grijanje mogu poslužiti i za hlađenje prostorija. Sustavi površinskog hlađenja popularan su izbor zadnjih petnaestak godina iz razloga što daju veću fleksibilnost što se tiče uređenja interijera, ostvaruju jako dobu toplinsku ugodnost, te smanjuju troškove održavanja i pogonske troškove. Kako voda ima veći toplinski kapacitet od zraka, sustav površinskog hlađenja uz pumpu za cirkulaciju vode ostvaruje manju potrošnju energije za isti toplinski tok koji preda kao i zračni sustav. Ovakav sustav osobi koja boravi u prostoru pruža iste uvjete toplinske ugodnosti pri neznatno višim temperaturama unutarnjeg zraka, budući da se jedan dio topline od ljudi odaje zračenjem prema hladnijim plohama. [2]

Za slučaj podnog hlađenja rashladni učin oslobađa se prema temperaturnom režimu 16/19 °C. Bitno je također paziti da temperature poda ne budu ispod onih određenih uvjetima toplinske ugodnosti i osobito da ne budu niže od temperature rosišta. Željeni uvjeti u prostorijama su 26 °C i 50 % relativne vlažnosti pri čemu je temperatura rosišta 14,5 °C što je za 1,5 °C niže od temperature polaza rashladne vode te tako eliminiramo stvaranje kondenzata na površinama i spojnim cijevima na razdjelniku.

Sukladno proračunu podnog grijanja, ovaj je napravljen pomoću dodatka na programski paket „Uponor HSE 4.5“. U Tablici 7 prikazuju se instalirane snage površinskog hlađenja po prostorijama.

| Prostorija | Φ_c [W] |
|-----------------------|--------------|
| Dnevni boravak (Pr) | 1348 |
| Spremište (Pr) | 56 |
| WC (Pr) | 65 |
| Spremište opreme (Pr) | 116 |
| Galerija (kat) | 557 |
| Spavaća soba 1 (kat) | 275 |
| Kupaonica 1 (kat) | 135 |
| Garderoba (kat) | 138 |
| Spavaća soba 2 (kat) | 302 |
| Kupaonica 2 (kat) | 100 |

| | |
|----------------------|-----|
| Hodnik 1 (kat) | 89 |
| Spavaća soba 3 (kat) | 296 |
| Kupaonica 3 (kat) | 162 |
| Hodnik 2 (kat) | 23 |
| Spavaća soba 4 (kat) | 511 |
| Spremište | 119 |

Tablica 7: Instalirani rashladni učinak cijevi za podno hlađenje

Potrebno je naglasiti da, iako su izračunati rashladni učinci za postavljene cijevi, u kupaonicama se neće koristiti podno hlađenje. Glavni razlog je to što bi puštanje režima 16/19 °C vrlo lako moglo dovesti do kondenzacije vlage iz zraka na površinama poda. Samim time dolazilo bi do pojave plijesni i uništavanja keramičke podne obloge. Obzirom da su kupaonice prostorije kratkog boravka, one neće biti hlađene već se mogu eventualno hladiti pod utjecajem susjednih prostorija.

3.4. Odabir klima jedinice kao pomoćnog sustava za hlađenje

Klima jedinica postavlja se kao pomoćna instalacija u periodu hlađenja budući da su ljeti veliki dobitci za prostor boravka u prizemlju prouzrokovani sunčevim zračenjem na staklene stijene koje prekrivaju tri od četiri zida prostorije. Ovim uređajem osigurava se da će u periodu hlađenja prostor moći postići unutarnju projektnu temperaturu od 26 °C. Jasno je da bi te uvijete bilo nemoguće postići samo podnim hlađenjem za koje je proračunom dobiveno da pokriva samo 1348 W od izračunatih 3491 W. Zidno hlađenje u ovoj situaciji također ne bi bilo izvedivo s obzirom da su tri zida gotovo potpuno prekrivena staklenim stijenama dok je četvrti prekriven kuhinjskim elementima.

Iz navedenih razloga odabire se parapetna klima jedinica u mono split izvedbi proizvođača Daikin. Model unutarnje klima jedinice je „FVXM-50F“ koja se postavlja ispod stepenica u prizemlju. Vanjska jedinica postavljena je na krovu, a model je „RXM-50N9“. Rashladni učinak klima jedinice iznosi 5 kW čime su potpuno pokriveni dobitci topline ljeti. Isto tako klima jedinica ima i mogućnost grijanja ukoliko to bude potrebno, a navedeni učin grijanja iznosi 5,8 kW.



Slika 15: Unutarnja i vanjska klima jedinica FVXM50F/RXM50N9 proizvođača Daikin [14]

| unutarnja jedinica | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| dimenzije (VxŠxD) | 600x700x210 mm |
| Električna snaga, priključak | 0,027 / 0,034 kW - 220 V - 50 Hz |
| razina zvučnog tlaka | gr:45/36/32 dBA hl:44/36/32 dBA |
| razina zvučne snage | gr: 58 dBA hl: 57 dBA |
| težina | 14 kg |
| priključak R32 | Ø6,4/12,7 mm |
| vanjska jedinica | |
| dimenzije (VxŠxD) | 735x825x300 mm |
| radna tvar | R-32 |
| razina zvučnog tlaka | gr: 45/36/32 dBA gl: 44/36/32 dBA |

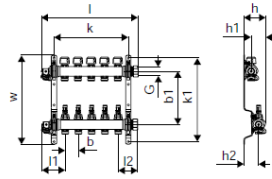
| | |
|--------|-------|
| težina | 47 kg |
|--------|-------|

Tablica 8: Tehničke karakteristike klima jedinica [15]

3.5. Povezivanje panelnog grijanja/ hlađenja na toplinski izvor

Cijevi namijenjene za površinsko grijanje i hlađenje povezuju se na izvor topline u dva kruga. U primarnom krugu polazni i povratni vodovi spajaju međuspremnik ogrjevnice i razdjelni ormarić, dok se u sekundarnom krugu nalaze vodovi koji se prostiru od razdjelnog ormarića do podnih ploha prostorija koje se griju ili hlade. Koriste se podžbukni zidni ormarići tipa „Uponor Vario“ u kojima se nalaze razdjelnici na koje su spojene sve cijevne petlje određenog kata. Prostorije prizemlja kuće povezane su na jedan razdjelnik sa 5 priključaka, dok se na katu nalazi razdjelnik sa 10 priključaka. Odabrani su jednodijelni razdjelnici proizvođača „Uponor model Vario S FM“ s mogućom ugradnjom mjerača protoka i ventila s funkcijom podešavanja protoka. Kompaktne je instalacije te kombiniran s pumpnim grupama, upravljačkim jedinicama i termopogonima.

**Slika 16:** Razdjelnik Vario S FM proizvođača Uponor s pet priključaka [12]



| Kataloški br. | Dimanzija | l | l1 | l2 | G | G1 | b | b1 | b2 | h | h1 | h2 | k | k1 | w | krugovi | p | bar | uPoints | kol.2 | kol.1 | jed. |
|---------------|-------------|-----|----|----|---|-----|----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|---------|---|-----|---------|-------|-------|------|
| 1086538 | 2X3/4 Euro | 210 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 135 | 336 | 355 | 2 | 6 | 100 | | 1 | | kom. |
| 1086539 | 3x3/4 Euro | 260 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 185 | 336 | 355 | 3 | 6 | 120 | | 1 | | kom. |
| 1086540 | 4x3/4 Euro | 310 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 235 | 336 | 355 | 4 | 6 | 140 | | 1 | | kom. |
| 1086541 | 5x3/4 Euro | 360 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 285 | 336 | 355 | 5 | 6 | 160 | 48 | 1 | | kom. |
| 1086542 | 6x3/4 Euro | 410 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 335 | 336 | 355 | 6 | 6 | 180 | 48 | 1 | | kom. |
| 1086543 | 7X3/4 Euro | 460 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 385 | 336 | 355 | 7 | 6 | 210 | 48 | 1 | | kom. |
| 1086544 | 8x3/4 Euro | 510 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 435 | 336 | 355 | 8 | 6 | 230 | | 1 | | kom. |
| 1086545 | 9x3/4 Euro | 560 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 485 | 336 | 355 | 9 | 6 | 250 | | 1 | | kom. |
| 1086546 | 10x3/4 Euro | 610 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 535 | 336 | 355 | 10 | 6 | 270 | | 1 | | kom. |
| 1086547 | 11x3/4 Euro | 660 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 585 | 336 | 355 | 11 | 6 | 300 | | 1 | | kom. |
| 1086548 | 12x3/4 Euro | 710 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 215 | 215 | 80 | 30 | 50 | 635 | 336 | 355 | 12 | 6 | 320 | | 1 | | kom. |
| 1088864 | 13x3/4 Euro | 760 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 201 | 215 | 83 | 30 | 50 | 780 | 316 | 337 | 13 | 6 | 340 | 48 | 1 | | kom. |
| 1088865 | 14X3/4 Euro | 810 | 87 | 73 | 1 | 3/4 | 50 | 201 | 215 | 83 | 30 | 50 | 830 | 316 | 337 | 14 | 6 | 360 | 36 | 1 | | kom. |

Slika 17: Dimenzije razdjelnika Vario S FM u ovisnosti o broju krugova [12]

3.6. Dizalica topline kao toplinski izvor

Za potrebe grijanja prostorija vile i potrošne tople vode prvenstveno je zamišljeno korištenje energije Sunca koja se prikuplja putem solarnih kolektora, no tijekom cijele godine to nije moguće zbog različitog intenziteta sunčevog zračenja i promjenjivog vremena. Iz tog razloga nužno je postavljanje dizalice topline zrak-voda kao pomoćnog sustava koji će se uključivati za potrebe grijanja prostorija zgrade i zagrijavanja sanitarne vode kada solarni sustav to ne može u potpunosti pokriti. Isto tako dizalica topline ima primarnu ulogu u hlađenju prostorija ljeti.

S obzirom na potrebni kapacitete podnog grijanja i hlađenja, koji iznose oko 9,5 kW instalirane snage za grijanje i preko 6 kW za hlađenje, odabrana je dizalica topline model „Compress 6000 AW-13s“ proizvođača Bosch. Dakle radi se o reverzibilnoj dizalici topline zrak-voda za monoenergetske sustave. Sastoji se od vanjske jedinice Compress 6000 AW-13 u monofaznoj izvedbi i unutarnje jedinice „AWE 13-17“ kao dodatnog izvora za grijanje, sa elektro grijačem snage 9 kW. Nazivni toplinski učinak dizalice topline pri prosječnim klimatskim uvjetima iznosi 13,12 kW. Učinak hlađenja kod 35 °C i temperature vode 18 °C iznosi 11,12 kW čime u potpunosti pokrивamo potrebe zgrade.



Slika 18: Prikaz unutarnje i vanjske jedinice dizalice topline „Compress 6000 AW-13/AWE 13-17“ proizvođača Bosch [16]

| Vanjska jedinica | |
|----------------------|----------------|
| Snaga | 13,12 kW |
| COP | 4,05 |
| EER | 3,23 |
| Radna tvar; količina | R410A; 3,3 kg |
| Razina zvučne snage | 53 dB(A) |
| dimenzije (VxDxŠ) | 1695x545x11220 |
| Težina | 154 kg |

Tablica 9: Tehničke karakteristike vanjske jedinice [17]

| Unutarnja jedinica | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Snaga | 9 kW |
| Priključak za R410A | CuØ9,5/15,9 mm |
| Radna tvar; količina | R410A; 3,3 kg |
| Razina zvučnog tlaka | 43 dB(A) |
| dimenzije (VxDxŠ) | 700x485x386 |
| Težina | 35 kg |
| Maksimalni pogonski tlak | 3 bar |
| Minimalni protok (kod otapanja) | 0,56 l/s |
| Ekspanzijska posuda | 10 l |
| Tip pumpe | Grundfos UPM GEO 25-85 PWM |

Tablica 10: Tehničke karakteristike unutarnje jedinice [17]

3.7. Odabir međuspremnika (buffera)

Međuspremnik ogrjevne vode u sustavima s dizalicom topline koriste se prvenstveno zbog akumuliranja toplinske energije što u konačnici rezultira smanjenjem učestalosti paljenja i gašenja kompresora. Također, akumulacijski spremnik omogućuje lakše pokrivanje vršnih opterećenja u sezoni grijanja te pruža fleksibilniji rad pokrivanjem opterećenja u slučaju nepredviđenih zastoja u radu. Standardna inženjerska praksa iskustveno predlaže odabir veličine spremnika ovisno o ogrjevnom učinku izvora topline 20-30 l/kW. S obzirom da se u radu koristi i solarni sustav za grijanje koji je preko izmjenjivača spojen na drugi spremnik u kojemu zagrijava potrošnu toplu vodu, ovaj međuspremnik služi također za pretovar tehničke vode iz solarnog spremnika i akumulaciju toplinske energije. [16] Odabran je međuspremnik proizvođača Bosch model „AT500“, zapremnine 497 l. U tablici ispod dane su tehničke specifikacije međuspremnika.



Slika 19: Prikaz niskotlačnog međuspremnik AT500 proizvođača Bosch [17]

| AT 500 / 3 bar | |
|--|--------------|
| Nazivna zapremnina, l | 500 |
| Stvarna zapremnina, l | 497 |
| Težina neto, kg | 83 |
| Izolacija „Meki“ PU, mm | 50 |
| Maksimalna temperatura, T°C | 95 |
| Max. radna temperatura izmjenjivača topline °C | 110 |
| Nazivni radni tlak, bar | 3 |
| Radni tlak izmjenjivača topline, bar | 6 |
| Gubitak topline (ΔT_{45K}), kW/24h | 2.3 |
| Mjesta za temperaturne osjetnike, kom. | 4 |
| Dimenzije (VxΦD) | 1677xΦ624 mm |

Tablica 11: Tehničke karakteristike međuspremnik „AT500“, proizvod kao Bosch [17]

3.8 Dimenzioniranje cjevovoda

Cijevni razvod sustava za grijanje i hlađenje prostorija u ovom projektu podijeljen je na dva dijela, primarni i sekundarni razvod. Primarni razvod je cjevovod koji povezuje dizalicu topline

sa međuspremnikom odnosno kombiniranim spremnikom u solarnom sustavu. Sekundarnim razvodom se smatra cjevovod između razdjelnika i međuspremnika.

Dimenzioniranje razvoda vrši se na način da se sustav podijeli na dijelove sa konstantnim protocima. Ti dijelovi nazivaju se dionicama te se dimenzioniranju neovisno jedan o drugome. Prvenstveno se zadaje toplinski učinak svake dionice nakon čega se određuje protok ogrjevnog medija. Prema dopuštenim vrijednostima brzine strujanja se potom određuje nazivni promjer određene dionice i jedinični pad tlaka R . Nakon toga se zbrajanjem koeficijenata lokalnih otpora dionice i dodavanjem otpora trenja dolazi do ukupnih padova tlaka u sustavu.

Promjer cijevi primarnog i sekundarnog kruga cjevovoda izabran je s obzirom na instalirani rashladni učinak podnog hlađenja jer je prilikom hlađenja manji pad temperature vode u sustavu te samim time veći protok.

| Dionica | Q_D | q_v | q_m | L | Vrsta | DN/d | k | ζ | w | R | R*L | Z | R*L+Z | Sum(R*L+Z) |
|---------|--------|---------------------|--------|-----|-------|------|--------|---------|-------|--------|------|------|-------|------------|
| (-) | (kW) | (m ³ /h) | (kg/s) | (m) | | | (mm) | (-) | (m/s) | (Pa/m) | (Pa) | (Pa) | (Pa) | (Pa) |
| 1 | 11,120 | 3,187 | 0,885 | 2 | Bakar | 54 | 0,0450 | 1,2 | 0,45 | 57 | 115 | 122 | 237 | 237 |
| 2 | 6,213 | 1,781 | 0,494 | 2 | Bakar | 42 | 0,0450 | 2,3 | 0,41 | 67 | 134 | 197 | 332 | 332 |
| 3 | 5,178 | 1,484 | 0,412 | 8 | Bakar | 42 | 0,0450 | 2,9 | 0,35 | 48 | 388 | 173 | 561 | 561 |
| 4 | 2,793 | 0,801 | 0,222 | 29 | Bakar | 35 | 0,0450 | 1,6 | 0,28 | 42 | 1211 | 61 | 1272 | 1272 |

Tablica 12: Dimenzioniranje cjevovoda do kritične dionice u programu „MS Excel“

Na osnovu najvećeg pada tlaka u sustavu odabire se pumpa koja se postavlja kako bi se omogućilo pravilno strujanje ogrjevne vode u razvodu za grijanje prostorija. Cijevni razvod do najudaljenijeg ogrjevnog tijela predstavlja kritičnu dionicu, tj. dionicu s najvećim padom tlaka.

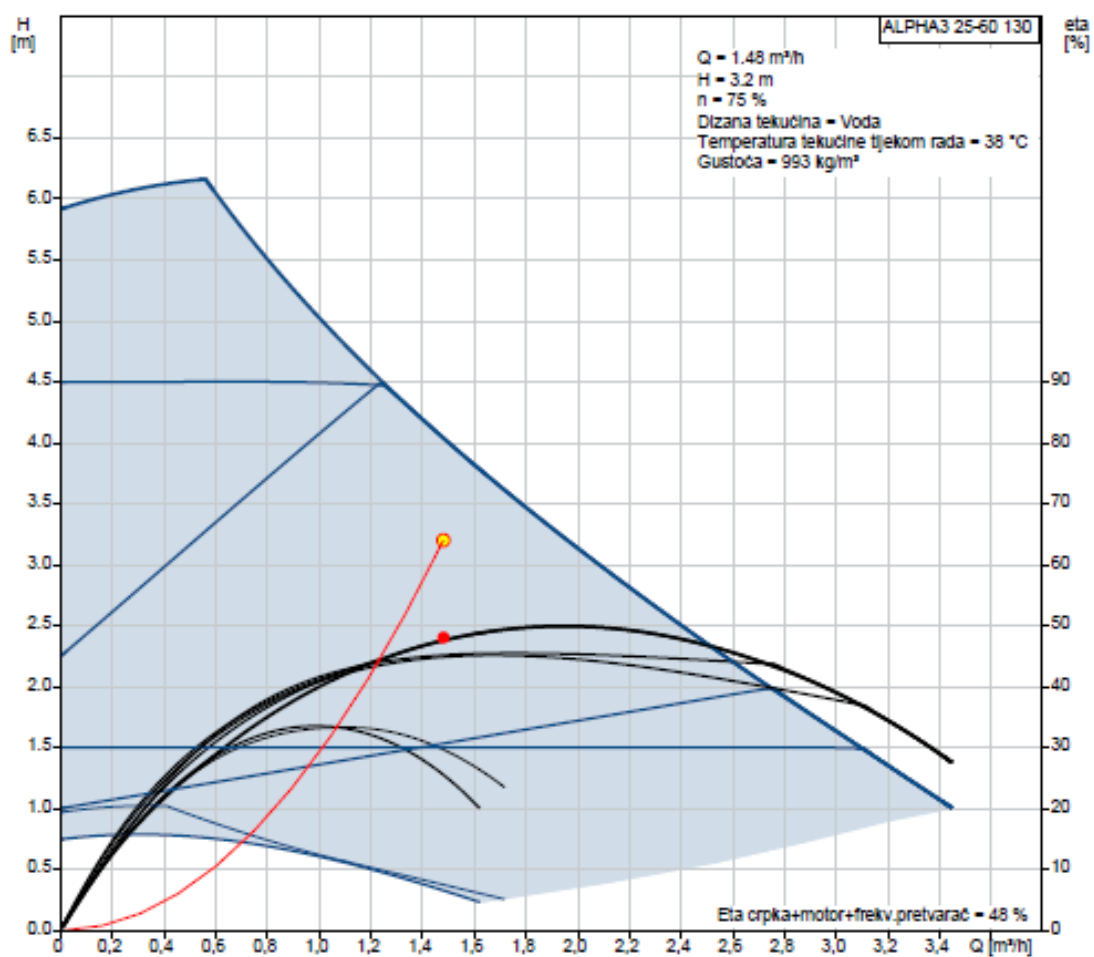
| | |
|---|-------------------|
| pad tlaka na dionicama do razdjelnika R2 | 2,402 kPa |
| pad tlaka najudaljenije petlje podnog grijanja/hlađenja | 1,5 kPa |
| pad tlaka na razdjelniku | 23,23 kPa |
| pad tlaka armature | 4,97 kPa |
| UKUPNO | 32,102 kPa |

Tablica 13: Zbroj padova tlaka za kritičnu dionicu sustava podnog grijanja/hlađenja

Prema izračunatim padovima tlaka kritične dionice odabire se pumpa pomoću internet aplikacije proizvođača pumpi Grundfos. Odabrani model je „ALPHA 3 25-60 130“. Prikaz proizvoda te karakteristike pumpe i cjevovoda dane su u nastavku.



Slika 20: Prikaz odabrane pumpe „ALPHA 3 25-60 130“, Grundfos [18]



Slika 21: Dijagram radne krivulje odabrane pumpe [18]

3.9. Dimenzioniranje ekspanzijske posude

Ekspanzijska posuda služi prvenstveno za kompenzaciju promjene volumena ogrjevnice vode uslijed promjene u temperaturi kako ne bi došlo do pucanja cjevovoda, ali služi također i kao spremnik sa dodatnom zalihom vode ukoliko bi dolazilo do curenja unutar sustava. Isto tako pomoću ekspanzijske posude održava se tlak sustava unutar zadanih granica. Zatvorene ekspanzijske posude se dimenzioniraju tako da ne dolazi do prekoračenja najveće dopuštene temperature koju je odredio proizvođač. Ugradnja je na povratni vod te se posebno pazi da budu zaštićene od smrzavanja. [1]

Prilikom odabira zatvorene ekspanzijske posude potrebno je proračunati volumen vode u sustavu.

| volumen vode u sustavu V_A [l] | |
|----------------------------------|----------------|
| V_{puffer} | 497 |
| V_{spr} | 275 |
| V_{cijevi} | 57,76 |
| V_{podno} | 189,06 |
| UKUPNO | 1018,82 |

Tablica 14: Izračun ukupnog volumena vode u sustavu

Minimalni potrebni volumen zatvorene membranske ekspanzijske posude određuje se jednadžbom:

$$V_{n, \min} = (V_e + V_v) * \frac{p_e + 1}{p_e - p_o}$$

Nakon proračuna minimalnog volumena posude, odabire se prva posuda većeg volumena iz kataloga. Sve odabrane i proračunate vrijednosti prikazane su u tablici ispod.

| | |
|-------------------|-----------|
| h_{sys} | 5 m |
| h_{dod} | 1 m |
| p_0 | 1 bar |
| p_e | 2,5 bar |
| p_{sv} | 3 bar |
| n | 0,65 |
| V_A | 1018,82 l |
| V_v | 5,1 l |
| V_e | 6,62 |
| V_{nmin} | 27,35 l |

Tablica 15: Izračun parametara za dimenzioniranje ekspanzijske posude

Nakon provedenog proračuna, odabrana je membranska ekspanzijska posuda „IMERA R35“, zapremine 35 l.



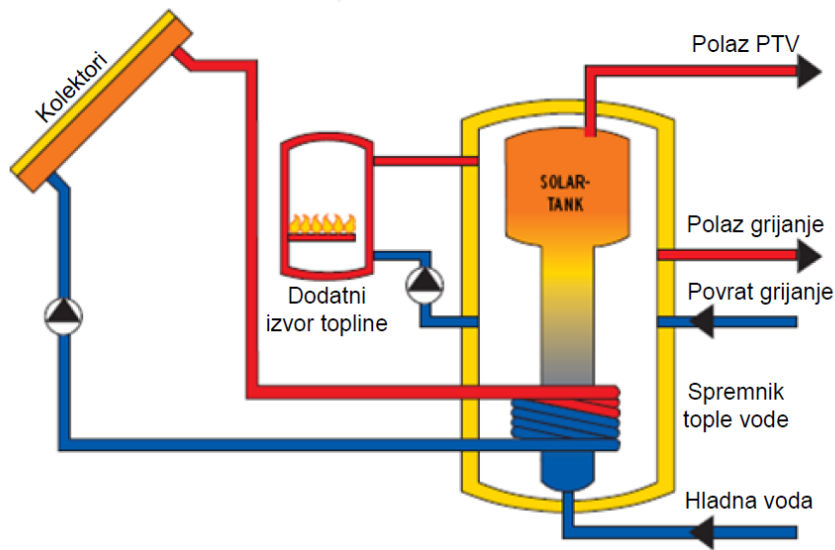
Slika 22: Prikaz izabrane ekspanzijske posude za sustav grijanja/hlađenja [19]

4. SOLARNI SUSTAV

Sunčeva energija ima velik potencijal kao obnovljivi izvor energije, jer je tehnologija pretvorbe od ranije poznata i potvrđena u praksi. Republika Hrvatska ima dobre preduvjete za primjenu te tehnologije obzirom na svoj geografski položaj i ukupnu sunčanu ozračenost. Toplinski sustavi sa sunčanim kolektorima uglavnom se koriste za pripremu potrošne tople vode i potrebe grijanja. Za potrebe ovog projekta odabran je aktivni solarni sustav s prisilnom cirkulacijom ogrjevnog medija za pokrivanje potreba potrošne tople vode i grijanja prostorija. Najčešća primjena aktivnih sustava je za zagrijavanje potrošne tople vode, prije svega zato što potreba za potrošnom toplom vodom postoji tijekom cijele godine. Korištenje sunčeve energije za grijanje prostorija je manje učinkovito, jer je potreba za grijanjem najveća upravo zimi, kada je intenzitet sunčevog zračenja najslabiji. [20]

U ovom slučaju aktivni sustav se sastoji od sljedećih komponenata:

- sunčani kolektori,
- akumulacijski kombinirani spremnik s izmjenjivačem topline,
- dodatni izvor topline,
- cjevovod,
- cirkulacijska pumpa,
- ekspanzijski sustav,
- pripadajuća armatura,
- regulacijsko-upravljački elementi.



Slika 23: Pojednostavljena shema solarnog sustava za potrebe grijanja i pripreme PTV-a [20]

4.1. Priprema potrošne tople vode

Sustav pripreme potrošne tople vode koristi primarno solarne kolektore kao toplinski izvor, a za periode kada to nije moguće pali se dizalica topline zrak-vode koja putem sekundarnog izmjenjivača topline zagrijava potrošnu toplu vodu u spremniku. Sustav je akumulacijski, tj. koristi se kombinirani spremnik tople vode sa izmjenjivačem topline koji je spojen na solarnu stanicu i pločaste kolektore. Bitno je u sustavu imati ugrađenu recirkulacijsku pumpu koja sprječava ohlađivanje vode u cijevima tijekom perioda ne korištenja sustava.

4.2. Dimenzioniranje i odabir spremnika

Proračun potrebe za potrošnom toplom vodom provodi se prema broju izljevniha mjesta (kada) u zgradi za srednju potrošnju od 75 l/(kada*dan) na temperaturi od 45 °C.

Prvenstveno se određuje potrebni toplinski tok za zagrijavanje PTV-a prema formulama:

$$\Phi = V_w * \rho_w * c_w * (t_{HW} - t_{CW}) * n_T * \varphi; [kW]$$

$$\Phi = \frac{75}{1000 * 3600} * 1000 * 4,187 * (45 - 12,5) * 3 * 1; [kW]$$

$$\Phi = 8,5 \text{ kW}$$

Φ – potrebni toplinski tok za zagrijavanje PTV-a, [W]

V_W – volumen najvećeg trošila (tuš 75 l), [l]

ρ_W – gustoća vode, [kg/m³]

c_W – specifični toplinski kapacitet vode, [kJ/kgK]

t_{HW} – temperatura tople vode, [°C]

t_{CW} – temperatura hladne vode, [°C]

n_T – broj trošila, [-]

φ – faktor istovremenosti, [-]

Nakon dobivenog potrebnog toplinskog toka određuje se potrebni kapacitet izvora topline pomoću formula:

$$\Phi_{IT} = \frac{\Phi * z_b}{(z_a + z_b)}; [kW]$$

Φ_{IT} – potrebni kapacitet izvora topline, [kW]

z_a – vrijeme zagrijavanja, [h]

z_b – vrijeme potrošnje, [h]

$$\Phi_{IT} = \frac{8,5 * 2}{(2 + 2)}$$

$$\Phi_{IT} = 4,25 \text{ kW}$$

$$Q_{spr} = \Phi_{IT} * z_a; [kWh]$$

Q_{spr} – toplinska energija u spremniku, [kWh]

$$Q_{spr} = 4,25 * 2$$

$$Q_{spr} = 8,5 \text{ kWh}$$

Nakon što je određena potrebna toplinska energija za zagrijavanje potrošne tople vode određuje se minimalni potrebni volumen spremnika:

$$V_{spr} = \frac{Q_{spr} * b * k}{\rho_W * c_W * (t_S - t_{CW})}; [l]$$

b – dodatak mrtvog prostora, [-]

k – dodatak zbog taloženja kamenca, [-]

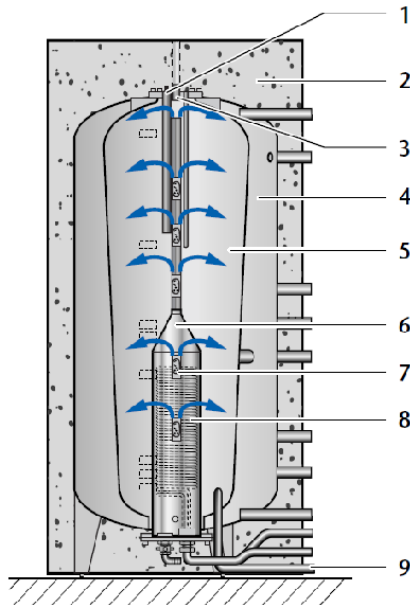
ts – temperatura u spremniku, [°C]

$$V_{spr} = \frac{8,5 * 1000 * 3600 * 1,1 * 1,2}{1000 * 4,187 * (50 - 12,5)}; [l]$$

$$V_{spr} = 257,25 l$$

Na osnovu izračunatog minimalnog potrebnog volumena spremnika i činjenice da solarni sustav pokriva potrebe grijanja zgrade uz pripremu potrošne tople vode odabran je kombinirani spremnik marke Buderus. Riječ je o termosifonskom spremniku pod modelom „Logalux PL750/2S“ sa zapremninom spremnika za potrošnu toplu vodu od 300 l.

Termosifonski kombinirani spremnik „Logalux PL750/2S“ ima konusno oblikovanu unutarnju posudu za pripremu potrošne tople vode. U potrošnoj toploj vodi nalazi se cijev za vođenje tople vode, koja je položena po čitavoj visini spremnika i u koju je ugrađen solarni izmjenjivač topline. Pomoću ovog patentiranog uređaja za slojevitu akumulaciju, postoji mogućnost da se spremnik potrošne tople vode akumulira prema termosifonskom principu. Uz dovoljan intenzitet sunčevog zračenja, u spremniku potrošne tople vode se već nakon kraćeg vremena postiže temperaturni nivo koji je dovoljan za potrošnju tople vode. Sa vanjske strane spremnik potrošne tople okružuje međuspremnik sa tehničkom vodom za grijanje prostora koja se zagrijava ovisno od stanja temperature slojeva vode u unutarnjoj posudi.

**Pozicije sa slike**

- 1 Magnezijeva anoda
- 2 Toplinska izolacija
- 3 Izlaz tople vode
- 4 Međuspremnik
- 5 Konusna unutarnja posuda
- 6 Cijev za vođenje tople vode
- 7 Gravitacijske zaklopke
- 8 Solarni izmjenjivač topline
- 9 Ulaz hladne vode

Slika 24: Prikaz kombiniranog spremnika „Logalux PL750/2S“ proizvođača Buderus [21]

| Termosifonski kombinirani spremnici Logalux | | | PL750/2S |
|---|---------------------|----------------|-------------|
| Promjer spremnika sa/bez izolacije | ØD/ØD _{sp} | mm | 1000/800 |
| Ulaz hladne vode | ØEK | Zoll | R1 |
| Pražnjenje ogrjevne vode | ØEL | Zoll | R1¼ |
| Pražnjenje solarnog izmjenjivača topline/potrošne tople vode | ØEL1/ØEL2 | Zoll | R¾ |
| Povratni tok spremnika na solarnoj strani | ØRS1 | Zoll | R¾ |
| Polazni tok spremnika na solarnoj strani | ØVS1 | Zoll | R¾ |
| Povratni tok uljnog/plinskog/kondenzacijskog kotla za pripremu PTV | ØRS2 | Zoll | R1¼ |
| Polazni tok uljnog/plinskog/kondenzacijskog kotla za pripremu PTV | ØVS3 | Zoll | R1¼ |
| Povratni tok uljno/plinskog kotla | ØRS3 | Zoll | R1¼ |
| Polazni tok uljno/plinskog kotla | ØVS5 | Zoll | R1¼ |
| Povratni tok kruga grijanja | ØRS4 | Zoll | R1¼ |
| Polazni tok kruga grijanja | ØVS4 | Zoll | R1¼ |
| Povratni tok kotla na kruta goriva | ØRS5 | Zoll | R1¼ |
| Polazni tok kotla na kruta goriva | ØVS2 | Zoll | R1¼ |
| Ulaz cirkulacije | ØEZ | Zoll | R¾ |
| Izlaz tople vode | ØAW | Zoll | R¾ |
| Električni grijač | ØEH | Zoll | R1½ |
| Zapremnina spremnika | | l | 750 |
| Zapremnina čistog dijela sa međuspremnikom | | l | ≈ 275 |
| Ukupni sadržaj potrošne tople vode/Dijela za pripravnost | | l | ≈ 300/≈ 150 |
| Zapremnina solarnog izmjenjivača topline | | l | 1,4 |
| Veličina solarnog izmjenjivača topline | | m ² | 1,0 |
| Toplinski gubici zbog održavanja stanja pripravnosti ¹⁾ | | kWh/24h | 3,7 |
| Koeficijent učinka ²⁾ | N _t | | 3,8 |
| Trajni učinak kod 80/45/10 °C ³⁾ | | kW (l/h) | 28 (688) |
| Broj kolektora | | | → 86/1 |
| Težina (neto) | | kg | 252 |
| Max. radni pretlak (solarnog izmjenjivača topline/ogrjevne vode/tople vode) | | bar | 8/3/10 |
| Max. radna temperatura (ogrjevne vode/tople vode) | | °C | 95/95 |

Slika 25: Tehnički podaci za kombinirani spremnik PL750/2S [21]

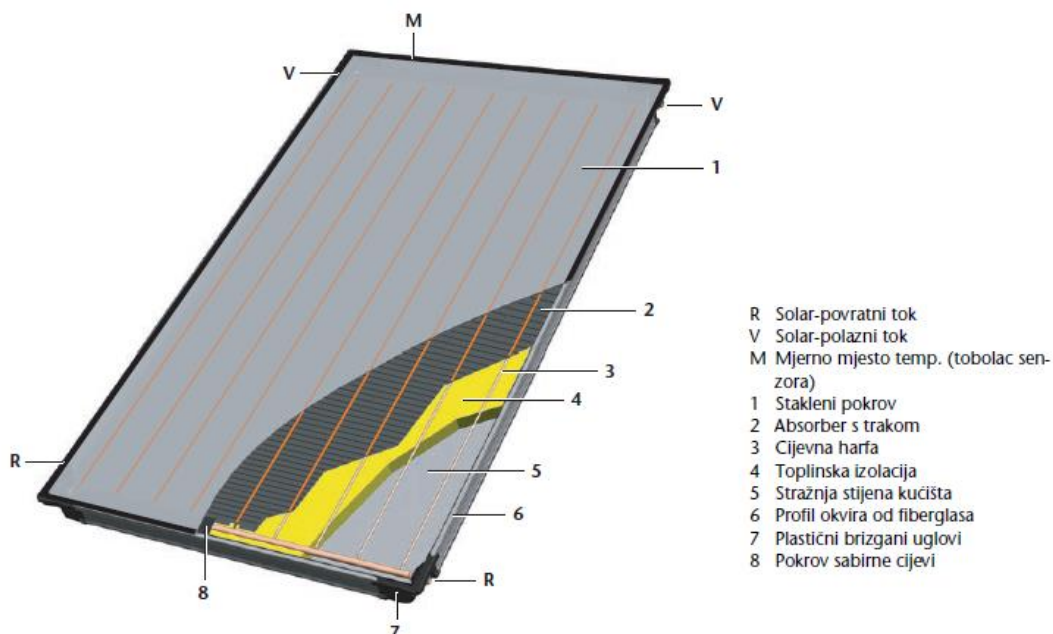
4.3. Solarni kolektor

Solarni kolektor je element koji se koristi za prikupljanje toplinske energije Sunca. Na izbor veličine polja kolektora solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode i potporu sustava grijanja zgrade utječe više faktora, a to su:

- lokacija zgrade,
- namjena,
- orijentacija kolektora,
- kut nagiba kolektora. [3]

S obzirom da se navedena zgrada nalazi na sjevernoj zemljinoj hemisferi, najpogodnija orijentacija kolektora bi bila prema jugu s buduću da je to strana svijeta koja je osunčana tijekom cijele godine. Nastoji se akumulirati što više sunčeve energije u zimskim mjesecima iz razloga što potrebe grijanja nastojimo pokriti u periodima hlađenja, dok su potrebe pripreme potrošne tople vode prisutne cijele godine. Iz tog razloga kolektori se postavljaju pod nagibom od 60°. Prilikom projektiranja bitno je izbjeći da kolektori zasjenjuju jedni druge te pravilno odabrati način spajanja više kolektora.

Ovdje su odabrani pločasti solarni kolektori u vertikalnoj izvedbi Logasol SKN 3.0 –s, proizvođača Buderus. Na slici ispod su navedene konstrukcijske karakteristike navedenog kolektora.



Slika 26: Konstrukcija pločastog kolektora „Logasol SKN 3.0-s“, proizvođača Buderus [21]

| Svojstva | Vrijednost |
|-----------------------------------|---------------------|
| Bruto površina | 2,37 m ² |
| Neto površina | 2,26 m ² |
| Zapremnina apsorbera | 0,86 l |
| Stupanj apsorpcije | 95 % |
| Stupanj emisije | 12% |
| Težina | 41 kg |
| Stupanj djelovanja | 77% |
| Nazivni protok | 50 l/h |
| Max. radni pretlak (ispitni tlak) | 6 bar |
| Max. radna temperatura | 120 °C |
| Dimenzije (VxDxŠ) | 2070x1145x90 mm |

Tablica 16: Tehnički podaci pločastog kolektora „Logasol SKN 3.0-s“, proizvođača Buderus
[21]

4.4. Proračun prikupljene toplinske energije solarnim sustavom

Ovaj proračun se provodi sa svrhom dobivanja optimalnih rezultata vezanih uz potrebnu toplinsku energiju za pripremu potrošne tople vode te dobivenu toplinsku energiju na solarnim kolektorima. Norma prema kojoj se provodi je HRN EN 15316-4-3, a prikazuje mjesečnu potrebu za toplinskom energijom pomoću prosječnih podataka o ozračenosti na mjesečnoj razini.

Navedeni proračun je proveden u računalnom programu Excel po mjesečnoj metodi, a podaci ozračenosti su uzeti iz Državnog hidrometeorološkog zavoda.

Potrebni podaci za proračun su:

- Volumen spremnika potrošne tople vode: $V_{spr}= 300$ l,
- faktori sunčanog spremnika:

| | |
|---|--------|
| a | 1,029 |
| b | -0,065 |
| c | -0,245 |
| d | 0,0018 |

| | |
|---|--------|
| e | 0,0215 |
| f | 0 |

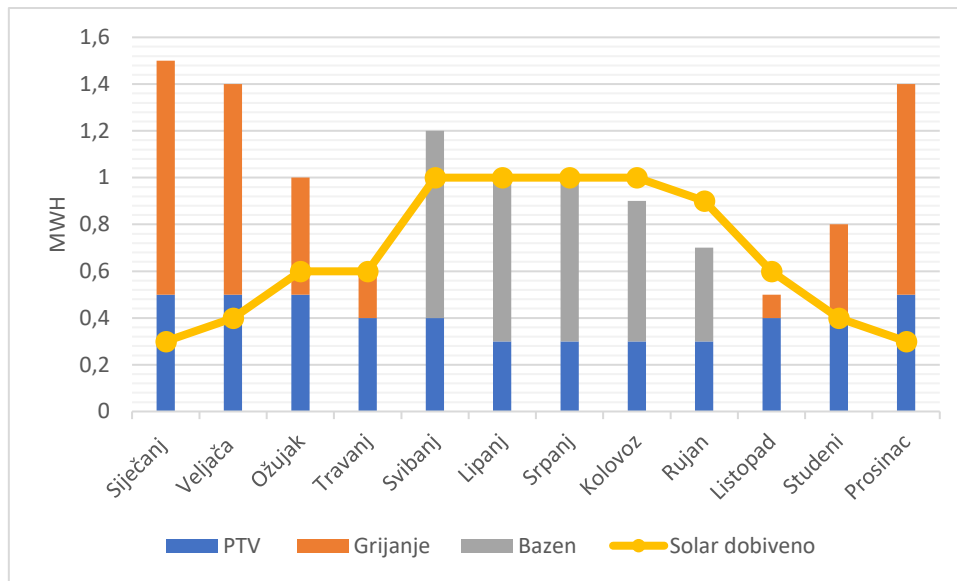
- koeficijenti toplinskih gubitaka kolektora prvog reda [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$],

| | |
|----|-----|
| a1 | 3,5 |
| a2 | 0 |

- faktor učinkovitosti kolektorskog kruga: $\eta_{\text{loop}}=0,9$,
- faktor promjene upadnog kuta zračenja: $\text{IAM} = 0,91$,
- učinkovitost kolektora pri razlici srednje temperature radnog medija i zraka zraka 0K : $\eta_0=0,77$,
- toplinski gubici spremnika i cjevovoda,
- broj dana po mjesecima,
- ozračenost plohe kolektora,
- srednje mjesečne temperature.

Prema rezultatima proračuna odabrana je ukupna solarna površina 12 m^2 , odnosno 5 pločastih kolektora pod nagibom od 60° s ciljem dobivanja više solarne energije zimi kada su veće potrebe grijanja prostorija. Uz to ljeti smanjujemo mogućnost pregrijavanja fluida unutar solarnih kolektora s obzirom da tada zgrada nema potrebe za grijanje prostorija, a sav višak topline na solarnom sustavu može se iskoristiti za grijanje vanjskog bazena kako je i zadano.

Po odabiru opreme solarnog sustava napravljena je simulacija putem programa T*SOL koji prati prinos energije na solarnim sustavima. Na taj način dolazi se do zanimljivih podataka vezanih za ukupnu mjesečnu dobivenu energija putem solarnih kolektora te gubitke unutar sustava. Na grafu ispod vidljivi su usporedbeni mjesečni podaci potrebne energije za pripremu potrošne tople vode, grijanje prostorija i zagrijavanje bazena. Potpuni rezultati simulacije nalaze se u prilogu D.



Slika 27: Mjesečni prikaz dobivene energije putem solarnog sustava u odnosu na potrebe PTV-a, grijanja prostora i zagrijavanja bazena prema simulaciji programa T*SOL

4.5. Dimenzioniranje pumpe solarnog sustava

Za odabir pumpe u solarnom sustavu, isto kao i kod sustava za grijanje/hlađenje, određuje se kritična dionica te računa pad tlaka za najveći protok kroz kolektor koji pumpa mora savladati. Za određivanje ukupnog pada tlaka u sustavu zbrajaju se linijski i lokalni padovi tlaka u cjevovodu te lokalni padovi tlaka svih komponenata u sustavu. Sustav se sastoji od ukupno 5 kolektora. Protok kroz pojedini kolektor iznosi 50 l/h, a ukupan protok je 250 l/h prema formuli od proizvođača navedenoj ispod.

$$V_{A,S} = V_{K,Nenn} * n_K = 50 \frac{l}{h} * n_K$$

$V_{A,S}$ - ukupni protok instalacije solarnog sustava [l/h]

$V_{K,Nenn}$ – nazivni protok kolektora [l/h]

n_K – broj kolektora

Pad tlaka u jednom redu kolektora povećava se sa povećanjem broja kolektora u tom redu. Za izračun pada tlaka u jednom redu kolektora koristimo se tablicom iz projektne podloge proizvođača. Pad tlaka u jednom redu kolektora, uključujući i pad tlaka u priboru za priključak, uzima se iz tablice ispod u ovisnosti od broja kolektora u redu, a u ovom slučaju iznosi 11,1 mbar.

| Broj kolektora | Pad tlaka u redu sa n kolektora | | | | | | | | |
|----------------|--|-----------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Logasol SKN3.0 | | | Logasol SKS4.0 | | | Logasol SKS4.0 | | |
| | vertikalni | | | horizontalni | | | vertikalni i horizontalni | | |
| | kod protoka (nazivnog protoka) za svaki kolektor od: | | | | | | | | |
| n | 50 l/h | 100 l/h ¹⁾ | 150 l/h ²⁾ | 50 l/h | 100 l/h ¹⁾ | 150 l/h ²⁾ | 50 l/h | 100 l/h ¹⁾ | 150 l/h ²⁾ |
| | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar |
| 1 | 1,1 | 4,7 | 10,2 | 0,4 | 1,7 | 4,3 | 30 | 71 | 131 |
| 2 | 1,5 | 6,5 | 13,2 | 1,9 | 6,9 | 14,4 | 31 | 73 | 133 |
| 3 | 2,1 | 13,5 | 26,3 | 5,6 | 18,1 | 35,1 | 32 | 82 | 153 |
| 4 | 6,5 | 22,1 | - | 9,3 | 29,7 | - | 39 | 96 | - |
| 5 | 11,1 | 34,5 | - | 14,8 | 46,8 | - | 44 | 115 | - |
| 6 | 15,2 | - | - | 21,3 | - | - | 49 | - | - |
| 7 | 21,0 | - | - | 28,9 | - | - | 61 | - | - |
| 8 | 28,0 | - | - | 37,6 | - | - | 73 | - | - |
| 9 | 35,9 | - | - | 47,5 | - | - | 87 | - | - |
| 10 | 45,0 | - | - | 58,6 | - | - | 101 | - | - |

Slika 28: Padovi tlaka redova kolektora sa Logasol SKN3.0 ili SKS4.0, uključujući odzračnik i priključni set [21]

Nakon određivanja pada tlaka na solarnim kolektorima izračunava se pad tlaka cjevovoda u solarnom krugu. Proračun nalaže da brzina strujanja u cjevovodima treba biti veća od 0,4 m/s, kako bi se zrak koji se još uvijek nalazi u mediju prijenosniku topline u cjevovodima sa nagibom mogao transportirati do sljedećeg razdjeljivača zraka. Pri brzinama strujanja većim od 1 m/s mogu se pojaviti ometajući šumovi. Proračun pada tlaka u cijevnoj mreži treba uzeti u obzir pojedinačne lokalne otpore.

Podloga za projektiranje od proizvođača kaže da se u praksi kod ovakvih slučajeva često koristi dodatak od 30-50 % na padove tlaka na pravocrtnim dionicama cjevovoda. Odabir brzine strujanja i padova tlaka po metru ravne bakrene cijevi, za mješavinu glikol-voda 50/50 vrši se po tablici ispod. Uzima se bakreni cjevovod CuØ15x1 sa brzinom strujanja medija 0,52 m/s i padom tlaka 4,97 mbar/m.

| Broj kolektora | Protok l/h | Brzina strujanja v i padovi tlaka R u bakrenim cijevima, za dimenzije cijevi | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|--|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| | | 15 x 1 | | 18 x 1 | | 22 x 1 | | 28 x 1,5 | | 35 x 1,5 | |
| | | v m/s | R mbar/m | v m/s | R mbar/m | v m/s | R mbar/m | v m/s | R mbar/m | v m/s | R mbar/m |
| 2 | 100 | 0,21 | 0,93 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 150 | 0,31 | 1,37 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 200 | 0,42 | 3,41 | 0,28 | 0,82 | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 250 | 0,52 | 4,97 | 0,35 | 1,87 | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 300 | 0,63 | 6,97 | 0,41 | 2,5 | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 350 | 0,73 | 9,05 | 0,48 | 3,3 | 0,31 | 1,16 | - | - | - | - |
| 8 | 400 | 0,84 | 11,6 | 0,55 | 4,19 | 0,35 | 1,4 | - | - | - | - |
| 9 | 450 | 0,94 | 14,2 | 0,62 | 5,18 | 0,4 | 1,8 | - | - | - | - |
| 10 | 500 | - | - | 0,69 | 6,72 | 0,44 | 2,12 | - | - | - | - |
| 12 | 600 | - | - | 0,83 | 8,71 | 0,53 | 2,94 | 0,34 | 1,01 | - | - |
| 14 | 700 | - | - | 0,97 | 11,5 | 0,62 | 3,89 | 0,4 | 1,35 | - | - |
| 16 | 800 | - | - | - | - | 0,71 | 4,95 | 0,45 | 1,66 | - | - |
| 18 | 900 | - | - | - | - | 0,8 | 6,12 | 0,51 | 2,06 | 0,31 | 0,62 |
| 20 | 1000 | - | - | - | - | 0,88 | 7,26 | 0,57 | 2,51 | 0,35 | 0,75 |
| 22 | 1100 | - | - | - | - | 0,97 | 8,65 | 0,62 | 2,92 | 0,38 | 0,86 |
| 24 | 1200 | - | - | - | - | - | - | 0,68 | 3,44 | 0,41 | 1,02 |
| 26 | 1300 | - | - | - | - | - | - | 0,74 | 4,0 | 0,45 | 1,21 |
| 28 | 1400 | - | - | - | - | - | - | 0,79 | 4,5 | 0,48 | 1,35 |
| 30 | 1500 | - | - | - | - | - | - | 0,85 | 5,13 | 0,52 | 1,56 |

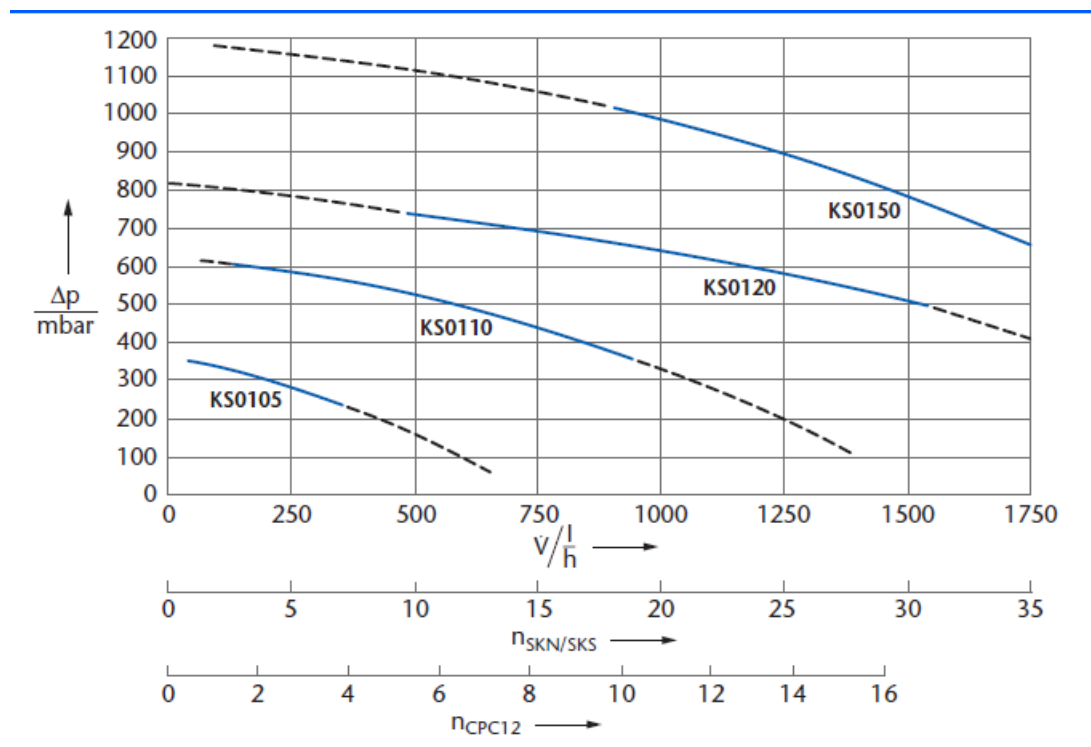
Slika 29: Brzina strujanja i padovi tlaka po metru bakrene cijevi [21]

Pad tlaka solarnog spremnika ovisan je od broja kolektora, odnosno od protoka. Izmjenjivači topline solarnih spremnika zbog svojeg različitog dimenzioniranja imaju različiti pad tlaka. Za približno određivanje pada tlaka treba koristiti sljedeću tablicu. Dakle pad tlaka na solarnom spremniku PL750/2S, spojenim na solarnu instalaciju sa 5 kolektora, iznosi 15 mbar.

| Broj kolektora | Protok l/h | Pad tlaka u solarnom izmjenjivaču topline spremnika Logalux | | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|---|--------------------|-------------------------|--------|----------|-----------|-------|--------|--------|---------------|----------------|
| | | SL300-1 SL300-2 | SL400-2 SL500-2 | SM300 SM400 SM500 | P750 S | PL750/2S | PL1000/2S | PL750 | PL1000 | PL1500 | Duo FWS750 | Duo FWS1000 |
| | | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar | mbar |
| 2 | 100 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 24 | 24 | < 10 | < 10 | < 10 |
| 3 | 150 | 21 | < 10 | < 10 | < 10 | < 10 | 14 | 34 | 34 | < 10 | < 10 | < 10 |
| 4 | 200 | - | 11 | < 10 | < 10 | 11 | 26 | 44 | 44 | 16 | < 10 | < 10 |
| 5 | 250 | - | 15 | < 10 | < 10 | 15 | 39 | 54 | 54 | 24 | < 10 | < 10 |
| 6 | 300 | - | - | - | < 10 | 22 | 54 | 64 | 64 | 33 | < 10 | < 10 |
| 7 | 350 | - | - | - | - | 40 | 90 | 74 | 74 | 44 | - | < 10 |
| 8 | 400 | - | - | - | - | 44 | 97 | 84 | 84 | 55 | - | < 10 |
| 9 | 450 | - | - | - | - | - | 112 | - | - | 69 | - | - |
| 10 | 500 | - | - | - | - | - | 138 | - | - | 83 | - | - |
| 12 | 600 | - | - | - | - | - | - | - | - | 115 | - | - |
| 14 | 700 | - | - | - | - | - | - | - | - | 153 | - | - |
| 16 | 800 | - | - | - | - | - | - | - | - | 195 | - | - |

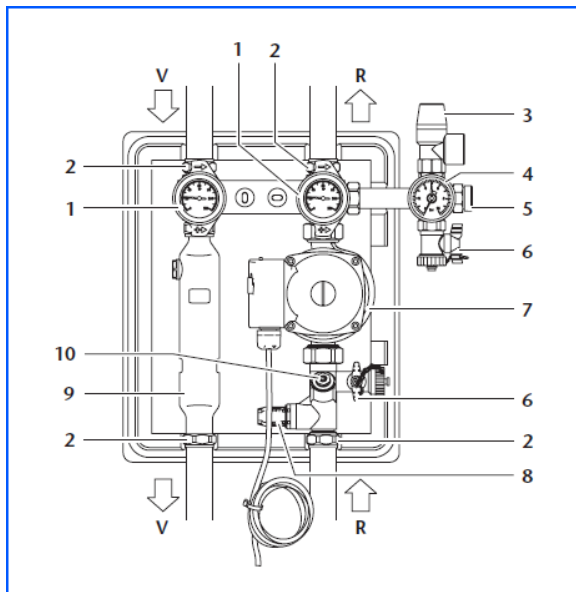
Slika 30: Padovi tlaka solarnih spremnika [21]

Izbor kompletne solarne stanice odabire se na osnovu izračunatih i odabranih podataka o broju kolektora, protoku u krugu kolektora i padovima tlaka. Ukupni pad tlaka u solarnom sustavu iznosi 242,8 mbar te se odabire solarna stanica „Logasol KS0105“.



Slika 31: Dijagram za odabir solarne stanice [21]

Odabrana kompletna stanica Logasol KS0105 sadrži sve potrebne elemente ,kao što su pumpa solarnog kruga, gravitacijska kočnica, sigurnosni ventil, manometar u polaznom i povratnom toku, po jedna kuglasta slavina sa ugrađenim termometrom, graničnik protočne količine i toplinska izolacija te tako tvore montažnu jedinicu. Može se dobiti kao 1-cijevna i 2-cijevna solarna stanica, a ima i četiri različita stupnja učinka.



- V Polazni tok od kolektora do potrošača
 R Povratni tok od potrošača do kolektora
 1 Kuglasta slavina sa termometrom i integriranom gravitacijskom kočnicom
 Položaj 0° = gravitacijska kočnica je spremna za funkciju, kuglasta slavina je otvorena
 Položaj 45° = gravitacijska kočnica je ručno otvorena
 Položaj 90° = kuglasta slavina je zatvorena
 2 Navojni spoj sa steznim prstenom (svi priključci polaznog i povratnog toka)
 3 Sigurnosni ventil
 4 Manometar
 5 Priključak za membransku ekspanzijsku posudu (MAG i AAS/Solar nije sadržan u opsegu isporuke)
 6 Slavina za punjenje i pražnjenje
 7 Pumpa solarnog kruga
 8 Pokazivač protoka
 9 Separator zraka (ne za 1-cijevne solarne stanice)
 10 Ventil za reguliranje/zaporni ventil

Slika 32: Konstrukcijska izvedba kompletne stanice Logasol KS0105 [21]

| | |
|---|--------------------------|
| dimenzije (VxDxŠ) | 355x235x290 mm |
| priključak | CuØ15x1 |
| sigurnosni ventil | 6 bar |
| cirkulacijska pumpa | Grundfos Solar 15-40 130 |
| el. priključak | 230 V, 50 Hz |
| područje podešavanja graničnika protoka | 0,5-6 l/min |
| težina | 7,1 kg |

Tablica 17: Tehnički podaci kompletne solarne stanice Logasol KS0105 [21]

4.6. Dimenzioniranje membranske ekspanzijske posude

Neka solarna instalacija se smatra svojstveno sigurnom, ako membranska ekspanzijska posuda može preuzeti dodatni volumen solarne tekućine koji nastaje isparavanjem radne tekućine u solarnim kolektorima i priključnim cjevovodima (tijekom stanja mirovanja instalacije). Ako solarna instalacija nije svojstveno sigurna, u toku stanja mirovanja instalacije dolazi do reagiranja sigurnosnog ventila. Nakon toga se solarna instalacija mora ponovno staviti u pogon. Dimenzioniranje membranske ekspanzijske posude provodi se na osnovi slijedećih pretpostavki i formula.

$$V_{n, \min} = (V_A * n + V_D) * \frac{p_e + 1}{p_e - p_o}$$

$V_{n, \min}$ - minimalni volumen MAG [1]

V_A - volumen punjenja instalacije [l]

n - koeficijent toplinskog širenja (= 7,3 % kod $\Delta\theta = 100$ K)

V_D - volumen koji isparava u l

p_e - krajnji tlak u bar

p_0 - tlak nakon punjenja u bar

n_K - broj kolektora

V_K - volumen kolektora

$$V_A = V_K * n_K + V_{WT} + V_{KS} + V_R$$

V_{WT} - volumen solarnog izmjenjivača topline

V_{KS} - volumen kompletne stanice Logasol KS

V_R - volumen cjevovoda

Na osnovu navedene formule i dijagrama koji se nalaze u podlogama za projektiranje od proizvođača izračunat je volumen punjenja solarne instalacije i iznosi 10,56 litara.

| | |
|------------|---------|
| h_{stat} | 6 m |
| p_0 | 1,5 bar |
| p_e | 5,4 bar |
| p_{sv} | 6 bar |
| n | 0,073 |
| V_A | 10,56 l |
| V_D | 4,3 l |
| V_{nmin} | 8,32 l |

Tablica 18: Određeni parametri potrebni za izračun minimalnog volumena ekspanzijske posude

Na temelju proračuna odabrana je membranska ekspanzijska posuda Imera S12 volumena 12 litara.



Slika 33: Membranska ekspanzijska posuda solarog sustava Imera S12 [19]

4.7. Odabir izmjenjivača topline za grijanje bazena

Za kriterij odabira izmjenjivača topline bazenskog kruga je vrijeme zagrijavanja bazena od 72 sata. Kao izmjenjivač topline vanjskog bazena za drugi dio solarog kruga odabran je cijevni izmjenjivač proizvođača Vagner, nazivnog toplinskog učina 13,0 kW. Izmjenjivač se naručuje uz standardnu bazensku tehniku koja nije dio ovog projekta.



Slika 34: Izmjenjivač topline Vagner za grijanje bazena

5. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA

U ovom radu dano je rješenje sustava grijanja i hlađenja obiteljske vile na području otoka Hvara. Kuća se sastoji od dvije etaže (prizemlje i kat) ukupne grijane površine 207 m² s vanjskim otvorenim bazenom površine 40 m². Proračun toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje proveden je prema normi HRN EN 12831 i gubici topline za zadanu zgradu iznose 7681 W. Proračun opterećenja zgrade u ljetnom periodu rađen je prema normi VDI 2078 iz koje je dobiveno da dobici topline ljeti iznose 6532 W za 23. srpanj kao projektni dan.

5.1. Sustav grijanja i hlađenja

Sustav grijanja je centralni toplovodni s prisilnom cirkulacijom, a kao ogrjevna tijela služe cijevni razvodi podnog grijanja koji u potpunosti pokrivaju gubitke kuće u zimskim mjesecima. Temperaturni režim grijanja je niskotemperaturni 38/30 °C te ukupna instalirana snaga podnog grijanja iznosi 9453 W. U kupaonicama su postavljeni električni cijevni registri „Della Electric“, snage 400 W, proizvođača Vogel&noot, sa svrhom postizanja veće toplinske ugodnosti. Za vrijeme ljetnih mjeseci hlađenje zgrade postiže se također podnim cijevnim razvodom kada se kroz cijevi pušta voda temperaturnog režima 16/19 °C. Instalacija takvog podnog hlađenja je ukupnog učina 5178 W. Kao pomoć pri ostvarivanju projektnih uvjeta za vrijeme vrućih ljetnih mjeseci postavlja se mono split sustav klima jedinica „FVXM50F/RXM50N9“ proizvođača Daikin kapaciteta 5 kW za prostoriju sa najvećim dobicima topline. Obzirom na visoku godišnju ozračenost otoka Hvara zamišljeno je grijanje prostorija zgrade sunčevom energijom preuzetom na solarnim kolektorima u periodima kada je to moguće. Za vrijeme kada to nije ostvarivo, kao izvor topline služi dizalica topline zrak-voda „Compress 6000 AW-13s/AWE 13-17“, proizvođača Bosch. Za hlađenje prostora ljeti spomenuta dizalica topline služi kao jedini izvor uz rashladni učin od 11 kW. U sklopu sustava grijanja i hlađenja postavljen je Bosch međuspremnik (buffer), model „AT500“, zapremnine 500 l za tehničku vodu. U vrijeme rada solarnog sustava međuspremnik služi za akumulaciju energije pretovarom ugrijane tehničke vode iz kombiniranog spremnika solarnog sustava. Iz međuspremnika se ogrjevna voda zatim dobavlja na dva razdjelnika (po jedan na svakoj etaži), preko kojih se potom medij dijeli na petlje podnog grijanja. Unutarnja jedinica dizalice topline u sebi sadrži pumpu „Grundfos UPM GEO 25-85 PWM“ za pokrivanje padova tlaka u primarnom razvodu sustava. Padove tlaka na sekundarnom dijelu razvoda, dakle od međuspremnika do razdjelnika podnog grijanja/hlađenja, pokriva pumpa „Grundfos APLPHA

3 25-61 130“. Za sustav grijanja/hlađenja dimenzionirana je i odabrana ekspanzijska posuda „Imera R35“.

5.2. Solarni sustav

Solarni sustav predviđen je prvenstveno za pripremu potrošne tople vode te kao podrška grijanju prostorija zgrade kada je to moguće. Isto tako sunčevom energijom preko solarnog sustava se indirektno, putem izmjenjivača topline „Vagner tip 13“, grije vanjski otvoreni bazen. To se ostvaruje preokretanjem strujanja medija solarnog krugu putem troputnih razdjelnih ventila. Sami solarni sustav sastoji se od 5 vertikalnih pločastih kolektora „Logasol SKN 3.0“, ukupne površine 12 m² te kombiniranog solarnog spremnika „PL 750/2S“, ukupnog volumena 700 l, za potrošnu toplu vodu i podršku sustavu grijanja. Kombinirani spremnik radi na termosifonskom principu strujanja vode, a sastoji se od spremnika sanitarne vode (volumena 300 l) i međuspremnik (volumena 275 l) koji ga okružuje sa tehničkom vodom namijenjenom za sustav grijanja. Unutar samog spremnika sanitarne vode je izmjenjivač solarnog sustava putem kojeg se zagrijava prvenstveno potrošna topla voda, a potom i tehnička voda u međuspremniku. Sustav potrošne tople vode dimenzioniran je na dnevnu potrebnu količinu sanitarne vode od 250 l. U solarnom krugu također se nalazi kompaktna solarna jedinica „Logasol KS0105“ koja uključuje cirkulacijsku pumpu „Grundfos Solar 15-40 130“ i potrebnu armaturu. Na solarni sustav je obavezno spojen sigurnosni ventil te membranska ekspanzijska posuda „Imera S12“.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu izrađeno je projektno rješenje termotehničkog sustava grijanja i hlađenja obiteljske kuće na području otoka Hvara. Projektno rješenje obuhvaća pripremu potrošne tople vode, grijanje i hlađenje prostora te dogrijavanje vanjskog otvorenog bazena. Cilj izrade rada bio je napraviti energetske učinkovitu zgradu koja koristi obnovljive izvore energije na najpogodniji mogući način. Obiteljska kuća zadovoljava niskoenergetske standarde s prosječnim specifičnim toplinskim gubicima od 42 W/m². Panelnim sustavom grijanja i hlađenja omogućen je visoki komfor u kući, a korištenjem solarnog sustava i dizalice topline zrak-voda kao toplinskih izvora promiče se gradnja zgrada gotovo nulte energije (nZEB). Temperaturnim režimom 38/30 °C za grijanje i 16/19 °C za hlađenje pokriveni su toplinski gubici, odnosno dobici prostorija, dok je ugodnost na visokoj razini. Solarni kolektori koji su postavljeni na krov zgrade u redu od 5 kolektora na godišnjoj razini prikupe više od 9 MWh toplinske energije čime se zadovoljava većina potreba pripreme potrošne tople vode i dio potreba grijanja prostora zimi. Sustavi grijanja i pripreme potrošne tople vode s dizalicama topline i solarnim kolektorima su tehnologije koje pridonose smanjenju emisije stakleničkih plinova zbog smanjenog korištenja fosilnih goriva. Izrađeni projekt prati trend uporabe niskoenergetskih sustava te je sve zastupljeniji na tržištu.

7. POPIS LITERATURE

- [1] I. Balen: Podloge za predavanja iz kolegija „Grijanje“,FSB, Zagreb
- [2] Priručnik za energetska certificiranje zgrada
- [3] D. Dović: Podloge za predavanja iz kolegija “Obnovljivi izvori energije”, FSB, Zagreb
- [4] <https://www.ekologija.com.hr/solarne-celije-i-fotonaponska-tehnologija/>
- [5] https://www.klimakoncept.hr/hr/dizalice_topline-grijanje_potrosne_tople_vode__ptv/79
- [6] B. Labudović: Priručnik za grijanje, Zagreb: Energetika marketing, 2005
- [7] HRN EN 12831
- [8] V. Soldo, S. Novak, I. Horvat: Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790, FSB, Zagreb, 2017.
- [9] V. Soldo: Podloge za predavanja iz kolegija Hlađenje i dizalice topline, FSB, Zagreb
- [10] Recknagel: Grijanje i klimatizacija, 2004
- [11] PIPELIFE: Tehnički priručnik „Sustav podnog grijanja“
- [12] Uponor, <https://www.uponor.hr/>
- [13] Vogel&Noot, <https://www.vogelundnoot.com/>
- [14] <https://www.klimakoncept.hr>
- [15] <https://my.daikin.eu/portal/>
- [16] <http://bosch-grijanje.hr>
- [17] Bosch Toplinska tehnika, Prodajni katalog 2020./2021.
- [18] Grundfos, <https://product-selection.grundfos.com/>
- [19] <http://termometal.hr>
- [20] I. Balen: Isplativost primjene solarnih sustava za male korisnike, FSB, Zagreb
- [21] Buderus, Projektantske podloge, izdanje 06/2007, solarna tehnika Logasol

**Prilog A – Proračun toplinskog opterećenja zimi
prema normi EN 12831**

Projekt: Vila Brusje

Toplinski gubici prema normi EN 12831

| prizemlie | | Prostorija: | | P2 P-1.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------------------------|---------|-----------------------|----------------------|-------|-------|------|------|-------|---------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|-----|
| Duljina (m) | | 64.20 | | T (m) | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | | Gw | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 64.20 | | f g1 | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.00 | | Broj otvora | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 192.60 | | e i | 0.05 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 519.60 | | f vi | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 0.00 | | V ex (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | | V su (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | | V su,i (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | | n min (1/h) | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta a | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | |
| zid_tlo | zemlji (zid) | I | 1 | 7.30 | 3.10 | 22.63 | + | 22.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.440 | 0.39 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 2.438 | 51 |
| PR | okolici | S | 1 | 7.80 | 2.80 | 21.84 | - | 21.84 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.000 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 21.840 | 458 |
| VZ | okolici | S | 1 | 9.90 | 3.40 | 33.66 | + | 11.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.610 | 96 |
| PR | okolici | Z | 1 | 7.40 | 2.80 | 20.72 | - | 20.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.000 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20.720 | 435 |
| VZ | okolici | Z | 1 | 7.40 | 3.40 | 25.16 | + | 4.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.732 | 36 |
| PR | okolici | J | 1 | 7.30 | 2.80 | 20.44 | - | 20.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.000 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20.440 | 429 |
| VZ | okolici | J | 1 | 8.00 | 3.40 | 27.20 | + | 6.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.636 | 55 |
| pod_tl | zemlji (pod) | hor. | 1 | 64.20 | 1.00 | 64.20 | + | 64.20 | 64.20 | 2.00 | 0.00 | 0.460 | 0.33 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 5.851 | 122 |

Rezultati proračuna

| | | | |
|---------------------------|----|---------------------------|------|
| Phi V,inf (W) | 39 | Phi T,i (W) | 1685 |
| Phi V,min (W) | 96 | Phi V,i (W) | 688 |
| Phi V,mech,inf | 0 | Phi V,mech (W) | 275 |
| Phi V,su (W) | 0 | Phi (W) | 2373 |
| Phi RH (W) | 0 | Phi/A (W/m ²) | 37 |
| Phi/V (W/m ²) | 12 | | |

| prizemlie | | Prostorija: | | P3 P-1.02 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------------------------|---------|-----------------------|----------------------|------|------|------|------|-------|---------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|----|
| Duljina (m) | | 2.00 | | T (m) | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | | Gw | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 2.00 | | f g1 | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.00 | | Broj otvora | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 6.00 | | e i | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 22.00 | | f vi | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 0.00 | | V ex (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | | V su (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | | V su,i (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | | n min (1/h) | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta a | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | |
| zid_tlo | zemlji (zid) | I | 1 | 1.60 | 3.40 | 5.44 | + | 5.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.440 | 0.39 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.586 | 12 |
| MK_ot | okolici | hor. | 1 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | + | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.560 | 11 |
| voreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pod_tl | zemlji (pod) | hor. | 1 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | + | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 0.460 | 0.33 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.182 | 3 |

Rezultati proračuna

| | | | |
|---------------------------|---|---------------------------|----|
| Phi V,inf (W) | 0 | Phi T,i (W) | 27 |
| Phi V,min (W) | 3 | Phi V,i (W) | 21 |
| Phi V,mech,inf | 0 | Phi V,mech (W) | 0 |
| Phi V,su (W) | 0 | Phi (W) | 48 |
| Phi RH (W) | 0 | Phi/A (W/m ²) | 24 |
| Phi/V (W/m ²) | 8 | | |

| prizemlje | | Prostorija: P4 P-1.03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|----------|---------|-----------------------|---------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|----|--|--|
| Duljina (m) | | 2.00 | T (m) | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | Gw | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 2.00 | f g1 | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.00 | Broj otvora | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 6.00 | e i | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 22.00 | f vi | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 0.00 | V ex (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | V su (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | V su,i (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | n min (1/h) | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | | |
| zid_tlo | zemlji (zid) | I | 1 | 1.70 | 3.40 | 5.78 | + | 5.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.440 | 0.39 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.623 | 13 | | |
| VZ | okolici | J | 1 | 1.80 | 3.40 | 6.12 | + | 6.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.387 | 50 | | |
| pod_tl | zemlji (pod) | hor. | 1 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | + | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 0.480 | 0.33 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.182 | 3 | | |
| MK_ot | okolici | hor. | 1 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | + | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.580 | 11 | | |
| voreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | Phi T,i (W) | | | | | | 78 | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 3 | Phi V,i (W) | | | | | | 21 | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | Phi V,mech (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | Phi (W) | | | | | | 99 | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | Phi/A (W/m ²) | | | | | | 49 | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ²) | | | | | | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| prizemlje | | Prostorija: P5 P-1.04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|----------|---------|-----------------------|---------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|----|--|--|
| Duljina (m) | | 4.40 | T (m) | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | Gw | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 4.40 | f g1 | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.00 | Broj otvora | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 13.20 | e i | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 41.20 | f vi | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 0.00 | V ex (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | V su (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | V su,i (m ³ /h) | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | n min (1/h) | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | | |
| VZ | okolici | J | 1 | 1.80 | 3.40 | 6.12 | + | 6.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.387 | 50 | | |
| zid_tlo | zemlji (zid) | Z | 1 | 3.30 | 3.40 | 11.22 | + | 11.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.440 | 0.39 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 1.209 | 25 | | |
| pod_tl | zemlji (pod) | hor. | 1 | 4.40 | 1.00 | 4.40 | + | 4.40 | 4.40 | 2.00 | 0.00 | 0.480 | 0.33 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.401 | 8 | | |
| MK_ot | okolici | hor. | 1 | 4.40 | 1.00 | 4.40 | + | 4.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.232 | 25 | | |
| voreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | Phi T,i (W) | | | | | | 109 | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 7 | Phi V,i (W) | | | | | | 47 | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | Phi V,mech (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | Phi (W) | | | | | | 156 | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | Phi/A (W/m ²) | | | | | | 35 | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ²) | | | | | | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | P1 P0.01 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------|---------|----------------------------|----------------------|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|------|--|
| Duljina (m) | | | | | 29.30 | T (m) | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | | | | 1.00 | Gw | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | | | | 29.30 | f g1 | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | | | | 3.10 | Broj otvora | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | | | | 90.83 | e i | | 0.05 | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | | | | 246.46 | f vi | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | | | | 3.40 | V ex (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int. i (°C) | | | | | 20 | V su (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | | | | - 1 | V su,i (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | | | | 0.00 | n min (1/h) | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | |
| PR | okolici | I | 1 | 4.50 | 3.50 | 15.75 | - | 15.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.000 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.750 | 330 | |
| VZ | okolici | I | 1 | 7.10 | 3.50 | 24.85 | + | 9.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.549 | 74 | |
| VR | okolici | J | 1 | 1.40 | 3.40 | 4.76 | - | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.400 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.664 | 139 | |
| VZ | okolici | J | 1 | 6.00 | 3.50 | 21.00 | + | 16.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.334 | 133 | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 29.30 | 1.00 | 29.30 | + | 29.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.260 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.618 | 160 | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 18 | | Phi T,i (W) | | | | | | | | | | | | | 838 | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 45 | | Phi V,i (W) | | | | | | | | | | | | | 324 | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | | | | | | | | | 130 | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | | | | | | | | | 1162 | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | | | | | | | | | 39 | |
| Phi/V (W/m ²) | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | P2 P0.02 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------|---------|----------------------------|----------------------|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|----|--|
| Duljina (m) | | | | | 3.90 | T (m) | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | | | | 1.00 | Gw | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | | | | 3.90 | f g1 | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | | | | 3.10 | Broj otvora | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | | | | 12.09 | e i | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | | | | 38.18 | f vi | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | | | | 3.40 | V ex (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int. i (°C) | | | | | 20 | V su (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | | | | - 1 | V su,i (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | | | | 0.00 | n min (1/h) | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 3.90 | 1.00 | 3.90 | + | 3.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.260 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.014 | 21 | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | | Phi T,i (W) | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 6 | | Phi V,i (W) | | | | | | | | | | | | | 43 | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | | | | | | | | | 64 | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | | | | | | | | | 16 | |
| Phi/V (W/m ²) | | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | P5 P0.05 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------|---------|----------------------------|----------------------|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|-----|--|
| Duljina (m) | | 13.30 | | | | T (m) | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | | | | Gw | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 13.30 | | | | f g1 | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.10 | | | | Broj otvora | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 41.23 | | | | e i | | 0.03 | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 115.28 | | | | f vi | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 3.40 | | | | V ex (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | | | | V su (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | | | | V su,i (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | | | | n min (1/h) | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | |
| PR | okolici | Z | 1 | 3.10 | 3.00 | 9.30 | - | 9.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.000 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.300 | 195 | |
| VZ | okolici | Z | 1 | 3.30 | 3.50 | 11.55 | + | 2.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.877 | 18 | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 13.30 | 1.00 | 13.30 | + | 13.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.458 | 72 | |
| MK_otvoreno | okolici | hor. | 1 | 8.10 | 1.00 | 8.10 | + | 8.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.288 | 47 | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 5 | | Phi T,i (W) | | | | | | | | | | | | | 333 | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 21 | | Phi V,i (W) | | | | | | | | | | | | | 147 | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | | | | | | | | | 35 | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | | | | | | | | | 480 | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | | | | | | | | | 36 | |
| PhiV (W/m ²) | | | | | | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | P6 P0.06 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------|---------|----------------------------|----------------------|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|----|--|
| Duljina (m) | | 3.50 | | | | T (m) | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | | | | Gw | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 3.50 | | | | f g1 | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.10 | | | | Broj otvora | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 10.85 | | | | e i | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 34.90 | | | | f vi | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 3.40 | | | | V ex (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | | | | V su (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | | | | V su,i (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | | | | n min (1/h) | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 3.50 | 1.00 | 3.50 | + | 3.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.910 | 19 | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | | Phi T,i (W) | | | | | | | | | | | | | 19 | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 5 | | Phi V,i (W) | | | | | | | | | | | | | 39 | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | | | | | | | | | 58 | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | | | | | | | | | 16 | |
| PhiV (W/m ²) | | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | | | | | | P7 P0.07 | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-------------|----|----------|---------|-----------------------|----------------------------|------|------|------|---------------------------|----------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|----|--|--|--|--|
| Duljina (m) | | 4.00 | | | | | T (m) | | | | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | | | | | Gw | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 4.00 | | | | | f g1 | | | | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.10 | | | | | Broj otvora | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 12.40 | | | | | e i | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 39.00 | | | | | f vi | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 3.40 | | | | | V ex (m ³ /h) | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 24 | | | | | V su (m ³ /h) | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | | | | | V su,i (m ³ /h) | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | | | | | n min (1/h) | | | | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | | | | |
| kupaonska vrata | grijanoj prostoriji | I | 1 | 0.90 | 2.10 | 1.89 | - | 1.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.200 | 0.00 | 20 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.665 | 16 | | | | |
| UZ | grijanoj prostoriji | I | 1 | 1.80 | 3.50 | 6.30 | + | 4.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.100 | 0.00 | 20 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.776 | 19 | | | | |
| UZ | grijanoj prostoriji | S | 1 | 2.70 | 3.50 | 9.45 | + | 9.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.100 | 0.00 | 20 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 1.663 | 41 | | | | |
| UZ | grijanoj prostoriji | J | 1 | 2.70 | 3.50 | 9.45 | + | 9.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.100 | 0.00 | 20 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 1.663 | 41 | | | | |
| MK_otvoreno | okolici | hor. | 1 | 4.00 | 1.00 | 4.00 | + | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.120 | 28 | | | | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 4.00 | 1.00 | 4.00 | + | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.040 | 26 | | | | |
| VZ | okolici | Z | 1 | 1.90 | 3.50 | 6.65 | + | 6.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.593 | 64 | | | | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | | | | | Phi T,i (W) | | | | | 238 | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 6 | | | | | Phi V,i (W) | | | | | 53 | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | Phi V,mech (W) | | | | | 0 | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | Phi (W) | | | | | 291 | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | Phi/A (W/m ²) | | | | | 72 | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ²) | | | | | | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | | | | | | P8 P0.08 | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------|---------|-----------------------|----------------------------|-------|------|------|---------------------------|----------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|-----|--|--|--|--|
| Duljina (m) | | 13.30 | | | | | T (m) | | | | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | | | | | Gw | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 13.30 | | | | | f g1 | | | | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.10 | | | | | Broj otvora | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 41.23 | | | | | e i | | | | | 0.03 | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 115.26 | | | | | f vi | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 3.40 | | | | | V ex (m ³ /h) | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | | | | | V su (m ³ /h) | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | | | | | V su,i (m ³ /h) | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | | | | | n min (1/h) | | | | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | | | | |
| PR | okolici | Z | 1 | 3.10 | 3.00 | 9.30 | - | 9.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.000 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.300 | 195 | | | | |
| VZ | okolici | Z | 1 | 3.30 | 3.50 | 11.55 | + | 2.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.877 | 18 | | | | |
| VZ | okolici | S | 1 | 4.50 | 3.50 | 15.75 | + | 15.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.142 | 129 | | | | |
| MK_otvoreno | okolici | hor. | 1 | 13.30 | 1.00 | 13.30 | + | 13.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.724 | 78 | | | | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 13.30 | 1.00 | 13.30 | - | 13.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.458 | 72 | | | | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 5 | | | | | Phi T,i (W) | | | | | 493 | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 21 | | | | | Phi V,i (W) | | | | | 147 | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | Phi V,mech (W) | | | | | 35 | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | Phi (W) | | | | | 640 | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | Phi/A (W/m ²) | | | | | 48 | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ²) | | | | | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | P9 P0.09 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------|---------|-----------------------|----------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|----|--|
| Duljina (m) | | 5.10 | | | | | T (m) | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | | | | | Gw | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 5.10 | | | | | f g1 | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.10 | | | | | Broj otvora | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 15.81 | | | | | e i | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 48.02 | | | | | f vi | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 3.40 | | | | | V ex (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | | | | | V su (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | | | | | V su,i (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | | | | | n min (1/h) | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | |
| VZ | okolici | S | 1 | 1.80 | 3.50 | 6.30 | + | 6.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.457 | 51 | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 5.10 | 1.00 | 5.10 | + | 5.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.326 | 27 | |
| MK_ot | okolici | hor. | 1 | 5.10 | 1.00 | 5.10 | + | 5.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.428 | 30 | |
| voreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | 0 | | | | | Phi T,i (W) | | 109 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | 8 | | | | | Phi V,i (W) | | 56 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | 0 | | | | | Phi V,mech (W) | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | 0 | | | | | Phi (W) | | 165 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | 0 | | | | | Phi/A (W/m ²) | | 32 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ²) | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | P10 P0.10 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------|---------|-----------------------|----------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|-----|--|
| Duljina (m) | | 12.40 | | | | | T (m) | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | 1.00 | | | | | Gw | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | 12.40 | | | | | f g1 | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | 3.10 | | | | | Broj otvora | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | 38.44 | | | | | e i | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | 107.88 | | | | | f vi | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | 3.40 | | | | | V ex (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | 20 | | | | | V su (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | - 1 | | | | | V su,i (m ³ /h) | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | 0.00 | | | | | n min (1/h) | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | |
| PR | okolici | S | 1 | 3.00 | 3.00 | 9.00 | - | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.000 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.000 | 189 | |
| VZ | okolici | S | 1 | 4.20 | 3.50 | 14.70 | + | 5.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.223 | 46 | |
| MK_ot | okolici | hor. | 1 | 12.40 | 1.00 | 12.40 | + | 12.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.472 | 72 | |
| voreno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 12.40 | 1.00 | 12.40 | + | 12.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.224 | 67 | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | 0 | | | | | Phi T,i (W) | | 376 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | 19 | | | | | Phi V,i (W) | | 137 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | 0 | | | | | Phi V,mech (W) | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | 0 | | | | | Phi (W) | | 513 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | 0 | | | | | Phi/A (W/m ²) | | 41 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ²) | | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | P11 P0.11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-------------|----|----------|---------|----------------------------|---------------------------|-------|------|------|------|-------|---------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|-----|--|--|--|--|--|
| Duljina (m) | | | | | 5.10 | T (m) | | | | | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | | | | 1.00 | Gw | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | | | | 5.10 | f g1 | | | | | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | | | | 3.10 | Broj otvora | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | | | | 15.81 | e i | | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | | | | 48.02 | f vi | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | | | | 3.40 | V ex (m ³ /h) | | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | | | | 24 | V su (m ³ /h) | | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | | | | - 1 | V su,i (m ³ /h) | | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | | | | 0.00 | n min (1/h) | | | | | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta a | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | | | | | |
| VZ | okolici | I | 1 | 3.30 | 3.50 | 11.55 | + | 11.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.504 | 112 | | | | | |
| VZ | okolici | S | 1 | 1.80 | 3.50 | 6.30 | + | 6.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.457 | 61 | | | | | |
| MK_otvoreno | okolici | hor. | 1 | 5.10 | 1.00 | 5.10 | - | 5.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.428 | 35 | | | | | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 5.10 | 1.00 | 5.10 | + | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0 | | | | | |
| kupao | grijanoj prostoriji | Z | 1 | 0.90 | 2.10 | 1.89 | - | 1.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.200 | 0.00 | 20 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.685 | 16 | | | | | |
| nska vrata | grijanoj prostoriji | Z | 1 | 3.10 | 3.50 | 10.85 | + | 8.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.100 | 0.00 | 20 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 1.577 | 39 | | | | | |
| UZ | grijanoj prostoriji | J | 1 | 1.80 | 3.50 | 6.30 | + | 6.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.100 | 0.00 | 20 | 1.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 1.109 | 27 | | | | | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | 0 | | Phi T,i (W) | | | | | 293 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | 8 | | Phi V,i (W) | | | | | 67 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | 360 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | 70 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ²) | | | | | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| KAT | | Prostorija: | | | | | P12 P0.12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----|----------|---------|----------------------------|---------------------------|-------|------|------|------|-------|---------|-----|------|------|------|------|-------------|---------|-----|--|--|--|--|--|
| Duljina (m) | | | | | 4.18 | T (m) | | | | | | 5.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | | | | 1.00 | Gw | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | | | | 4.18 | f g1 | | | | | | 1.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | | | | 3.10 | Broj otvora | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | | | | 12.96 | e i | | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | | | | 40.48 | f vi | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | | | | 3.40 | V ex (m ³ /h) | | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | | | | 20 | V su (m ³ /h) | | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | | | | - 1 | V su,i (m ³ /h) | | | | | | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| f RH | | | | | 0.00 | n min (1/h) | | | | | | 0.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta a | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i | | | | | | |
| VZ | okolici | J | 1 | 1.70 | 3.50 | 5.95 | + | 5.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.321 | 48 | | | | | |
| VZ | okolici | I | 1 | 3.50 | 3.50 | 12.25 | + | 12.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.390 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.777 | 100 | | | | | |
| MK_otvoreno | okolici | hor. | 1 | 4.18 | 1.00 | 4.18 | + | 4.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.170 | 24 | | | | | |
| KR | okolici | hor. | 1 | 4.18 | 1.00 | 4.18 | + | 4.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.280 | 0.00 | - 1 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.087 | 22 | | | | | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | 0 | | Phi T,i (W) | | | | | 196 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | 6 | | Phi V,i (W) | | | | | 46 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | 242 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | 57 | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ²) | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Prilog B – Proračun toplinskog opterećenja ljeti prema normi VDI 2078

Projekt: Vila Brusje**Toplinski dobici**

| K1 prizemlie | | P2 P-1.01 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | 64.20 | | | | | | | | | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | 1.00 | | | | | | | | | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | 3.00 | | | | | | | | | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m³) | | 192.60 | | | | | | | | | |
| T | | 4.30 | | O (m²) | | 519.60 | | | | | | | |
| | | | | Ap (m) | | 64.20 | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 | 716 | 736 | 754 | 772 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 80 | 73 | 75 | 78 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 170 | 183 | 191 | 204 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | - 398 | - 434 | - 470 | - 500 | - 507 | - 439 | - 304 | - 164 | - 19 | 88 | 166 | 238 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 149 | 382 | 416 | 553 | 705 | 898 | 1089 | 1234 |
| Infiltracija (W) | | - 241 | - 263 | - 285 | - 304 | - 307 | - 266 | - 185 | - 100 | - 12 | 53 | 100 | 144 |
| Ukupno (W) | | - 639 | - 697 | - 755 | - 804 | - 665 | - 323 | - 73 | 423 | 1640 | 2031 | 2375 | 2668 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 782 | 790 | 800 | 808 | 818 | 826 | 836 | 846 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 79 | 81 | 81 | 83 | 85 | 86 | 87 | 87 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 209 | 219 | 225 | 230 | 237 | 240 | 245 | 248 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 290 | 332 | 358 | 363 | 332 | 285 | 207 | 78 | - 56 | - 144 | - 205 | - 263 |
| Zračenje (W) | | 1275 | 1326 | 1356 | 1334 | 1819 | 1695 | 661 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 175 | 200 | 216 | 219 | 200 | 172 | 125 | 47 | - 34 | - 87 | - 125 | - 160 |
| Ukupno (W) | | 2810 | 2948 | 3036 | 3037 | 3491 | 3304 | 2161 | 1306 | - 90 | - 231 | - 330 | - 423 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 3491 (W) u 17 sati.

| K1 prizemlie | | P3 P-1.02 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | | | 2.00 | | | | | | | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | | | 1.00 | | | | | | | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | | | 3.00 | | | | | | | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m ²) | | | | 6.00 | | | | | | | |
| T | | 4.30 | | | | O (m ²) | | | | 22.00 | | | |
| | | | | | | Ap (m) | | | | 2.00 | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 25 | 27 | 29 | 31 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | - 10 | - 12 | - 15 | - 17 | - 20 | - 18 | - 17 | - 10 | 0 | 12 | 23 | 30 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | - 7 | - 8 | - 8 | - 9 | - 9 | - 8 | - 5 | - 3 | 0 | 1 | 3 | 4 |
| Ukupno (W) | | - 17 | - 20 | - 23 | - 26 | - 29 | - 26 | - 22 | - 9 | 25 | 40 | 55 | 65 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 32 | 34 | 35 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 34 | 33 | 29 | 24 | 20 | 17 | 14 | 10 | 6 | 1 | - 3 | - 6 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 3 | 1 | - 1 | - 2 | - 3 | - 4 |
| Ukupno (W) | | 71 | 73 | 70 | 66 | 26 | 22 | 17 | 11 | 5 | - 1 | - 6 | - 10 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 73 (W) u 14 sati.

| K1 prizemlie | | P4 P-1.03 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | | | 2.00 | | | | | | | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | | | 1.00 | | | | | | | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | | | 3.00 | | | | | | | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m ²) | | | | 6.00 | | | | | | | |
| T | | 4.30 | | | | O (m ²) | | | | 22.00 | | | |
| | | | | | | Ap (m) | | | | 2.00 | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 25 | 27 | 29 | 31 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | - 19 | - 25 | - 30 | - 35 | - 39 | - 38 | - 36 | - 26 | - 10 | 8 | 24 | 39 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | - 22 | - 24 | - 26 | - 28 | - 28 | - 24 | - 17 | - 9 | - 1 | 4 | 9 | 13 |
| Ukupno (W) | | - 41 | - 49 | - 56 | - 63 | - 67 | - 62 | - 53 | - 31 | 14 | 39 | 62 | 83 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 32 | 34 | 35 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 48 | 55 | 58 | 56 | 52 | 45 | 35 | 25 | 14 | 4 | - 4 | - 11 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 16 | 18 | 20 | 20 | 18 | 16 | 11 | 4 | - 3 | - 8 | - 11 | - 14 |
| Ukupno (W) | | 96 | 107 | 113 | 112 | 70 | 61 | 46 | 29 | 11 | - 4 | - 15 | - 25 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 113 (W) u 15 sati.

| K1 prizemlie | | P5 P-1.04 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | | | | | | | | | | | a (m) | 4.40 |
| Orijentacija | J - jug | | | | | | | | | | | b (m) | 1.00 |
| Tip zračenja | ukupno | | | | | | | | | | | c (m) | 3.00 |
| Datum | 23. Srpanj | | | | | | | | | | | V (m ³) | 13.20 |
| T | | 4.30 | | | | | | | | | | O (m ²) | 41.20 |
| | | | | | | | | | | | | Ap (m) | 4.40 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 25 | 27 | 29 | 31 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | - 14 | - 17 | - 20 | - 22 | - 24 | - 25 | - 24 | - 19 | - 11 | 0 | 14 | 26 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | - 16 | - 18 | - 19 | - 20 | - 21 | - 18 | - 12 | - 6 | 0 | 3 | 6 | 9 |
| Ukupno (W) | | - 30 | - 35 | - 39 | - 42 | - 45 | - 43 | - 36 | - 21 | 14 | 30 | 49 | 66 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 32 | 34 | 35 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 36 | 42 | 42 | 39 | 33 | 25 | 18 | 10 | 4 | - 1 | - 5 | - 10 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 12 | 13 | 14 | 15 | 13 | 11 | 8 | 3 | - 2 | - 6 | - 8 | - 10 |
| Ukupno (W) | | 80 | 89 | 91 | 90 | 46 | 36 | 26 | 13 | 2 | - 7 | - 13 | - 20 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 91 (W) u 15 sati.

| K2 KAT | | P1 P0.01 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | | | | | | | | | | | a (m) | 29.30 |
| Orijentacija | J - jug | | | | | | | | | | | b (m) | 1.00 |
| Tip zračenja | ukupno | | | | | | | | | | | c (m) | 3.10 |
| Datum | 23. Srpanj | | | | | | | | | | | V (m ³) | 90.83 |
| T | | 4.30 | | | | | | | | | | O (m ²) | 246.46 |
| | | | | | | | | | | | | Ap (m) | 29.30 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 179 | 184 | 187 | 192 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 20 | 18 | 18 | 19 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | - 40 | - 58 | - 75 | - 91 | - 99 | - 84 | - 49 | - 12 | 29 | 61 | 66 | 112 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 139 | 266 | 326 | 293 | 186 | 73 | 33 |
| Infiltracija (W) | | - 114 | - 124 | - 134 | - 143 | - 145 | - 125 | - 87 | - 47 | - 5 | 25 | 47 | 68 |
| Ukupno (W) | | - 154 | - 182 | - 209 | - 234 | - 215 | - 70 | 130 | 287 | 516 | 474 | 411 | 424 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 195 | 197 | 199 | 202 | 204 | 205 | 206 | 210 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 134 | 156 | 173 | 184 | 183 | 176 | 157 | 122 | 80 | 52 | 28 | 7 |
| Zračenje (W) | | 28 | 24 | 20 | 16 | 12 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 82 | 94 | 102 | 103 | 94 | 81 | 59 | 22 | - 16 | - 41 | - 59 | - 75 |
| Ukupno (W) | | 458 | 491 | 514 | 525 | 514 | 491 | 448 | 375 | 64 | 11 | - 31 | - 68 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 525 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P2 P0.02 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------|-------|
| Tip prostora | M - srednje | | | | | | | | | | | a (m) | 3.90 | |
| Orijentacija | J - jug | | | | | | | | | | | b (m) | 1.00 | |
| Tip zračenja | ukupno | | | | | | | | | | | c (m) | 3.10 | |
| Datum | 23. Srpanj | | | | | | | | | | | V (m ³) | 12.09 | |
| T | | | | | | | | | | | | 4.30 | O (m ²) | 38.18 |
| | | | | | | | | | | | | | Ap (m) | 3.90 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Transmisija (W) | | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Infiltracija (W) | | - 15 | - 16 | - 17 | - 19 | - 19 | - 16 | - 11 | - 6 | 0 | 3 | 6 | 9 | |
| Ukupno (W) | | - 4 | - 6 | - 8 | - 11 | - 12 | - 10 | - 5 | - 1 | 5 | 8 | 11 | 14 | |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Transmisija (W) | | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Infiltracija (W) | | 11 | 12 | 13 | 13 | 12 | 10 | 7 | 2 | - 2 | - 5 | - 7 | - 10 | |
| Ukupno (W) | | 17 | 19 | 22 | 23 | 23 | 22 | 20 | 15 | 11 | 8 | 5 | 2 | |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 23 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P3 P0.03 | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------|--------|
| Tip prostora | M - srednje | | | | | | | | | | | a (m) | 13.10 | |
| Orijentacija | J - jug | | | | | | | | | | | b (m) | 1.00 | |
| Tip zračenja | ukupno | | | | | | | | | | | c (m) | 3.10 | |
| Datum | 23. Srpanj | | | | | | | | | | | V (m ³) | 40.61 | |
| T | | | | | | | | | | | | 4.30 | O (m ²) | 113.62 |
| | | | | | | | | | | | | | Ap (m) | 13.10 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 172 | 178 | 181 | 185 | |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 17 | 17 | 18 | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 31 | 34 | 36 | 38 | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Transmisija (W) | | - 63 | - 79 | - 94 | - 108 | - 114 | - 109 | - 88 | - 53 | - 11 | 31 | 74 | 115 | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | |
| Infiltracija (W) | | - 50 | - 55 | - 60 | - 64 | - 64 | - 56 | - 39 | - 21 | - 2 | 11 | 21 | 30 | |
| Ukupno (W) | | - 113 | - 134 | - 154 | - 172 | - 177 | - 162 | - 121 | - 51 | 213 | 277 | 338 | 397 | |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 | |
| Osobe (W) | | 190 | 192 | 195 | 197 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Rasvjeta (W) | | 18 | 19 | 19 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 40 | 42 | 44 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Transmisija (W) | | 148 | 173 | 182 | 180 | 166 | 144 | 116 | 80 | 44 | 15 | - 7 | - 28 | |
| Zračenje (W) | | 20 | 28 | 67 | 124 | 145 | 96 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Infiltracija (W) | | 37 | 42 | 45 | 46 | 42 | 36 | 26 | 9 | - 7 | - 18 | - 26 | - 33 | |
| Ukupno (W) | | 453 | 496 | 552 | 612 | 353 | 276 | 168 | 89 | 37 | - 3 | - 33 | - 61 | |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 612 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P4 P0.04 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|--|--|--|--|--|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | | | | | 5.50 | | | | | | | | | | | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | | | | | 3.10 | | | | | | | | | | | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m³) | | | | | | 17.05 | | | | | | | | | | | |
| T | | 4.30 | | | | | | O (m²) | | | | | | 51.30 | | | | | |
| | | | | | | | | Ap (m) | | | | | | 5.50 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | | | | | | |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 | | | | | | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 17 | 17 | 18 | | | | | | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Transmisija (W) | | 6 | 0 | -4 | -10 | -12 | -15 | -16 | -14 | -11 | -7 | 0 | 6 | | | | | | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Infiltracija (W) | | -64 | -70 | -75 | -80 | -81 | -70 | -49 | -26 | -3 | 14 | 28 | 38 | | | | | | |
| Ukupno (W) | | -58 | -70 | -79 | -90 | -93 | -85 | -65 | -39 | 2 | 24 | 43 | 62 | | | | | | |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | | | | | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | | | | | | |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 | | | | | | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Rasvjeta (W) | | 18 | 19 | 19 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Transmisija (W) | | 15 | 27 | 42 | 58 | 68 | 72 | 66 | 53 | 40 | 26 | 18 | 11 | | | | | | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Infiltracija (W) | | 46 | 53 | 57 | 58 | 53 | 45 | 33 | 12 | -9 | -23 | -33 | -42 | | | | | | |
| Ukupno (W) | | 79 | 99 | 118 | 136 | 121 | 117 | 99 | 65 | 31 | 3 | -15 | -31 | | | | | | |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 136 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P5 P0.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--|--|--|--|--|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | | | | | 13.30 | | | | | | | | | | | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | | | | | 3.10 | | | | | | | | | | | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m³) | | | | | | 41.23 | | | | | | | | | | | |
| T | | 4.30 | | | | | | O (m²) | | | | | | 115.26 | | | | | |
| | | | | | | | | Ap (m) | | | | | | 13.30 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | | | | | | |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 | | | | | | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 172 | 176 | 181 | 185 | | | | | | |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 17 | 17 | 18 | | | | | | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Transmisija (W) | | -34 | -44 | -53 | -62 | -66 | -57 | -35 | -12 | 13 | 32 | 46 | 61 | | | | | | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | | | | | | |
| Infiltracija (W) | | -31 | -33 | -36 | -39 | -39 | -34 | -23 | -12 | -1 | 6 | 12 | 18 | | | | | | |
| Ukupno (W) | | -65 | -77 | -89 | -101 | -104 | -88 | -54 | -6 | 207 | 240 | 266 | 293 | | | | | | |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | | | | | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | | | | | | |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 | | | | | | |
| Osobe (W) | | 190 | 192 | 195 | 197 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Rasvjeta (W) | | 18 | 19 | 19 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Transmisija (W) | | 73 | 85 | 93 | 99 | 97 | 91 | 80 | 58 | 34 | 18 | 4 | -8 | | | | | | |
| Zračenje (W) | | 16 | 29 | 80 | 138 | 152 | 110 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Infiltracija (W) | | 22 | 25 | 27 | 28 | 25 | 22 | 16 | 6 | -4 | -11 | -16 | -20 | | | | | | |
| Ukupno (W) | | 319 | 350 | 414 | 482 | 274 | 223 | 130 | 64 | 30 | 7 | -12 | -28 | | | | | | |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 482 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P6 P0.06 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | | | | | | | | | | | a (m) | 3.50 |
| Orijentacija | J - jug | | | | | | | | | | | b (m) | 1.00 |
| Tip zračenja | ukupno | | | | | | | | | | | c (m) | 3.10 |
| Datum | 23. Srpanj | | | | | | | | | | | V (m ³) | 10.85 |
| T | | 4.30 | | | | | | | | | | O (m ²) | 34.90 |
| | | | | | | | | | | | | Ap (m) | 3.50 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | - 13 | - 14 | - 16 | - 17 | - 17 | - 15 | - 10 | - 5 | 0 | 3 | 5 | 8 |
| Ukupno (W) | | - 3 | - 5 | - 8 | - 10 | - 10 | - 9 | - 5 | 0 | 4 | 7 | 9 | 13 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 9 | 11 | 12 | 12 | 11 | 9 | 7 | 2 | - 1 | - 4 | - 7 | - 9 |
| Ukupno (W) | | 15 | 18 | 20 | 21 | 21 | 20 | 18 | 14 | 11 | 7 | 4 | 1 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 21 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P7 P0.07 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | | | | | | | | | | | a (m) | 4.00 |
| Orijentacija | J - jug | | | | | | | | | | | b (m) | 1.00 |
| Tip zračenja | ukupno | | | | | | | | | | | c (m) | 3.10 |
| Datum | 23. Srpanj | | | | | | | | | | | V (m ³) | 12.40 |
| T | | 4.30 | | | | | | | | | | O (m ²) | 39.00 |
| | | | | | | | | | | | | Ap (m) | 4.00 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 25 | 27 | 29 | 31 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 6 | 2 | - 3 | - 7 | - 12 | - 13 | - 16 | - 16 | - 14 | - 11 | - 6 | - 1 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | - 48 | - 50 | - 55 | - 58 | - 59 | - 51 | - 35 | - 19 | - 2 | 10 | 19 | 27 |
| Ukupno (W) | | - 40 | - 48 | - 58 | - 65 | - 71 | - 64 | - 51 | - 31 | 9 | 26 | 42 | 57 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 32 | 34 | 35 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 5 | 12 | 24 | 37 | 51 | 60 | 62 | 56 | 44 | 32 | 20 | 13 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 33 | 38 | 41 | 42 | 38 | 33 | 24 | 9 | - 6 | - 16 | - 24 | - 30 |
| Ukupno (W) | | 70 | 84 | 100 | 115 | 89 | 93 | 88 | 65 | 38 | 16 | - 4 | - 17 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 115 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P8 P0.08 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--|--|--|--|--|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | | | | | 13.30 | | | | | | | | | | | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | | | | | 3.10 | | | | | | | | | | | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m ³) | | | | | | 41.23 | | | | | | | | | | | |
| T | | 4.30 | | | | | | O (m ²) | | | | | | 115.26 | | | | | |
| | | | | | | | | Ap (m) | | | | | | 13.30 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | | | | | | |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 | | | | | | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 172 | 176 | 181 | 185 | | | | | | |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 17 | 17 | 18 | | | | | | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Transmisija (W) | | - 64 | - 80 | - 95 | - 110 | - 113 | - 103 | - 76 | - 47 | - 16 | 10 | 33 | 59 | | | | | | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | | | | | | |
| Infiltracija (W) | | - 51 | - 56 | - 61 | - 65 | - 65 | - 57 | - 39 | - 21 | - 2 | 11 | 21 | 30 | | | | | | |
| Ukupno (W) | | - 115 | - 136 | - 156 | - 175 | - 177 | - 157 | - 111 | - 50 | 177 | 223 | 262 | 303 | | | | | | |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | | | | | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | | | | | | |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 | | | | | | |
| Osobe (W) | | 190 | 192 | 195 | 197 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Rasvjeta (W) | | 18 | 19 | 19 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Transmisija (W) | | 81 | 100 | 113 | 122 | 123 | 119 | 105 | 76 | 40 | 12 | - 11 | - 32 | | | | | | |
| Zračenje (W) | | 20 | 29 | 69 | 128 | 150 | 99 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Infiltracija (W) | | 37 | 43 | 46 | 47 | 43 | 36 | 26 | 10 | - 7 | - 18 | - 26 | - 34 | | | | | | |
| Ukupno (W) | | 346 | 383 | 442 | 514 | 316 | 254 | 158 | 86 | 33 | - 6 | - 37 | - 66 | | | | | | |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 514 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P9 P0.09 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | | | | | 5.10 | | | | | | | | | | | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | | | | | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | | | | | 3.10 | | | | | | | | | | | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m ³) | | | | | | 15.81 | | | | | | | | | | | |
| T | | 4.30 | | | | | | O (m ²) | | | | | | 48.02 | | | | | |
| | | | | | | | | Ap (m) | | | | | | 5.10 | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | | | | | | |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 | | | | | | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 25 | 27 | 29 | 31 | | | | | | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Transmisija (W) | | 3 | - 1 | - 5 | - 8 | - 12 | - 13 | - 14 | - 12 | - 10 | - 7 | - 4 | 1 | | | | | | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Infiltracija (W) | | - 19 | - 21 | - 23 | - 25 | - 25 | - 21 | - 15 | - 8 | - 1 | 4 | 8 | 11 | | | | | | |
| Ukupno (W) | | - 16 | - 22 | - 28 | - 33 | - 37 | - 34 | - 29 | - 16 | 14 | 24 | 33 | 43 | | | | | | |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | | | | | |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | | | | | | |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 | | | | | | |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Rasvjeta (W) | | 32 | 34 | 35 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Transmisija (W) | | 7 | 14 | 18 | 22 | 25 | 28 | 29 | 29 | 25 | 20 | 14 | 8 | | | | | | |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Infiltracija (W) | | 14 | 16 | 17 | 18 | 16 | 14 | 10 | 3 | - 2 | - 7 | - 10 | - 13 | | | | | | |
| Ukupno (W) | | 53 | 64 | 70 | 76 | 41 | 42 | 39 | 32 | 23 | 13 | 4 | - 5 | | | | | | |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 76 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P10 P0.10 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | | | | | | | | | 12.40 | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | | | | | | | | | 1.00 | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | | | | | | | | | 3.10 | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m³) | | | | | | | | | | 38.44 | |
| T | | 4.30 O (m²) | | | | | | | | | | 107.88 | |
| | | Ap (m) | | | | | | | | | | 12.40 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 172 | 178 | 181 | 185 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 17 | 17 | 18 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | - 35 | - 44 | - 52 | - 61 | - 65 | - 55 | - 35 | - 12 | 12 | 30 | 44 | 58 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 21 | 20 | 25 | 31 | 36 | 40 | 43 |
| Infiltracija (W) | | - 48 | - 52 | - 57 | - 60 | - 61 | - 53 | - 36 | - 20 | - 2 | 10 | 20 | 28 |
| Ukupno (W) | | - 83 | - 96 | - 109 | - 121 | - 110 | - 87 | - 51 | 5 | 229 | 269 | 302 | 332 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 190 | 192 | 195 | 197 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 18 | 19 | 19 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 70 | 81 | 89 | 94 | 93 | 88 | 76 | 55 | 32 | 16 | 3 | - 8 |
| Zračenje (W) | | 43 | 41 | 37 | 32 | 27 | 24 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 35 | 40 | 43 | 43 | 40 | 34 | 25 | 9 | - 6 | - 17 | - 25 | - 31 |
| Ukupno (W) | | 356 | 373 | 383 | 386 | 160 | 146 | 113 | 64 | 26 | - 1 | - 22 | - 39 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 386 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P11 P0.11 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | | | | | | | | | 5.10 | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | | | | | | | | | 1.00 | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | | | | | | | | | 3.10 | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m³) | | | | | | | | | | 15.81 | |
| T | | 4.30 O (m²) | | | | | | | | | | 48.02 | |
| | | Ap (m) | | | | | | | | | | 5.10 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 50 | 55 | 58 | 62 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | - 19 | - 28 | - 37 | - 46 | - 54 | - 49 | - 43 | - 19 | 8 | 34 | 52 | 60 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | - 59 | - 64 | - 70 | - 75 | - 75 | - 65 | - 45 | - 24 | - 3 | 13 | 24 | 35 |
| Ukupno (W) | | - 78 | - 92 | - 107 | - 121 | - 129 | - 114 | - 88 | - 34 | 55 | 102 | 134 | 157 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 64 | 68 | 70 | 73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 59 | 57 | 55 | 56 | 56 | 57 | 53 | 47 | 35 | 20 | 5 | - 7 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 43 | 49 | 53 | 54 | 49 | 42 | 30 | 11 | - 8 | - 21 | - 30 | - 39 |
| Ukupno (W) | | 166 | 174 | 178 | 183 | 105 | 99 | 83 | 58 | 27 | - 1 | - 25 | - 46 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 183 (W) u 16 sati.

| K2 KAT | | P12 P0.12 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tip prostora | M - srednje | a (m) | | 4.18 | | | | | | | | | |
| Orijentacija | J - jug | b (m) | | 1.00 | | | | | | | | | |
| Tip zračenja | ukupno | c (m) | | 3.10 | | | | | | | | | |
| Datum | 23. Srpanj | V (m ³) | | 12.96 | | | | | | | | | |
| T | | 4.30 | | O (m ²) | | 40.48 | | | | | | | |
| | | | | Ap (m) | | 4.18 | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 18.30 | 17.60 | 16.90 | 16.30 | 16.20 | 17.50 | 20.10 | 22.80 | 25.60 | 27.70 | 29.20 | 30.60 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 32 | 34 | 35 | 37 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | - 24 | - 32 | - 41 | - 48 | - 43 | - 39 | - 17 | 11 | 40 | 62 | 74 | 78 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | - 48 | - 53 | - 57 | - 61 | - 62 | - 53 | - 37 | - 20 | - 2 | 10 | 20 | 29 |
| Ukupno (W) | | - 72 | - 85 | - 98 | - 109 | - 105 | - 92 | - 54 | - 6 | 70 | 106 | 129 | 144 |
| | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Unutr. temp. (°C) | | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Vanj. temp. (°C) | | 31.60 | 32.40 | 32.90 | 33.00 | 32.40 | 31.50 | 30.00 | 27.50 | 24.90 | 23.20 | 22.00 | 20.90 |
| Osobe (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rasvjeta (W) | | 37 | 38 | 39 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Strojevi i uređaji (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prolaz materijala kroz prostoriju (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sus. prostorije (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostalo (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Transmisija (W) | | 77 | 75 | 74 | 70 | 65 | 55 | 43 | 31 | 17 | 5 | - 6 | - 16 |
| Zračenje (W) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Infiltracija (W) | | 35 | 40 | 43 | 44 | 40 | 34 | 25 | 9 | - 6 | - 17 | - 25 | - 32 |
| Ukupno (W) | | 149 | 153 | 156 | 154 | 105 | 89 | 68 | 40 | 11 | - 12 | - 31 | - 48 |

Dnevni maksimum za 23. Srpanj iznosi 156 (W) u 15 sati.

Prilog C – Dimenzioniranje sustava podnog grijanja

GENERAL RESULTS

| | | |
|---|-------------|---|
| No. of sources | 1 | |
| Total number of terminal units | 19 | |
| Total number of pipe-runs | 8 | |
| Total number of manifolds | 2 | |
| Total number of pumps | 0 | |
| Spec. total rooms heat loss Q [W] | 7681 | |
| Spec. total req. heat output of other TU's [W] | 0 | |
| Spec. total rooms req. heat output Qreq. [W] | 7681 | |
| Calculation standards: | | |
| Floor heating standard | | EN 1264: 1:2011 2:2013 3,4:2009 5:2008 |

Source - (virtual): "{virtual}", Application: Heating engineering, Medium: Water

| | | |
|--|-------------|-------------|
| Source elevation [m] | 0 | |
| Supply and return temperature [°C] | 38 | 31.2 |
| Total output [W] | 9453 | |
| Total output of convector radiators Qrad [W] | 0 | |
| Total output of radiant heating Qrh [W] | 8274 | |
| Total output of other heaters [W] | 0 | |
| Heat gains from pipe-runs accounted for in balance [W] | 0 | |
| Not utilized heat loss of pipe-runs [W] | 64 | |
| Losses of radiant heating (outside building) [W] | 1115 | |
| Losses of radiant heating (inside building) [W] | 1009 | |
| Available pressure [kPa] | 25.1 | |
| Pressure drop along critical route [kPa] | 25.1 | |
| Pressure drop on critical terminal unit [kPa] | 20.1 | |
| Press. drop on source [kPa] | 0 | |
| Flow rate in source [kg/h] | 1333.3 | |
| Critical receptor | HF P1.02 | |
| Critical TU route length [m] | 57 | |
| Capacity of system incl. terminal units [dm ³] | 155 | |

RH GENERAL RESULTS

| # | Source Name / Symbol | Component feeding the control circuit Name / Symbol | ts [°C] | tr [°C] | Qreq. [W] | Result.Qrh [W] | Flow [kg/h] for external losses | Flow- [kg/h] | | |
|-------------------------|--------------------------------|--|---------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| Control circuits | | | | | | | | | | |
| 1 | Source - (virtual) / (virtual) | Source - (virtual) / (virtual) | 38 | 31.2 | 7681 | 8274 | 1333.3 | 263.7 | | |
| Manifolds | | | | | | | | | | |
| Manifold symbol | Control circuit | Storey | Building unit | No. of circ. | Total pipe len. [m] | ts [°C] | tr [°C] | Flow [kg/h] | Δpmin [kPa] | Δp [kPa] |
| R1 | 1 | 0 Suteran | Default | 5 | 480.8 | 38 | 30 | 467.7 | 14.9 | 23.74 |
| R2 | 1 | 1 Prizemlje | 1 | 10 | 771 | 38 | 31.9 | 865.7 | 23.23 | 23.23 |

PIPE RUNS

| PT | Pipe-run symbol | Symbol of conn. p.r. | Q [W] | Diameter [mm] | L [m] | R [Pa/m] | ζ | R*L+Z [Pa] | Press. drop [Pa] | v [m/s] | G [kg/h] | Insul. [mm] | Δt [K] | tinlet [°C] | q [W/m] | Qpr [W] |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------|----------------|-----------------|---------------|------------------------|------------|-------------|----------------|-----------|----------------|------------|------------|
| Source - (virtual): (virtual) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Group: Ungrouped components | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | | | 5051 | 32 x 2,9 | 3 | 103 | 0.3 | 335 | 335 | 0.45 | 866 | 40 | 0.01 | 38 | 3 | 9 |
| S | | | 5051 | 32 x 2,9 | 3 | 103 | 0.3 | 335 | 335 | 0.45 | 866 | 40 | 0.01 | 38 | 3 | 9 |
| S | | | 3223 | 25 x 2,3 | 3 | 115 | 0.9 | 415 | 415 | 0.4 | 468 | 25 | 0.02 | 38 | 3 | 10 |
| R | | | 5051 | 32 x 2,9 | 3 | 103 | 0.3 | 335 | 335 | 0.45 | 866 | 40 | 0.01 | 31.9 | 2 | 6 |
| R | | | 5051 | 32 x 2,9 | 3 | 103 | 0.3 | 335 | 335 | 0.45 | 866 | 40 | 0.01 | 31.9 | 2 | 6 |
| R | | | 3223 | 25 x 2,3 | 3 | 115 | 0.9 | 415 | 415 | 0.4 | 468 | 25 | 0.01 | 30 | 2 | 6 |
| S | SV | | 8274 | 40 x 3,7 | 3 | 78 | 0.3 | 259 | 259 | 0.45 | 1333 | 40 | 0.01 | 38 | 4 | 11 |
| R | SV | | 8274 | 40 x 3,7 | 3 | 78 | 0.3 | 259 | 259 | 0.45 | 1333 | 40 | 0 | 31.2 | 2 | 7 |
| Manifold Symbol | Symbol of conn. p.r. | | Q flow [W] | Flow rate [kg/h] | Z [Pa] | tinlet [°C] | No. of ports | | | | | | | | | |
| R1 | / | | 3223 | 467.7 | 0 | 38 | 5 | | | | | | | | | |
| R2 | / | | 5051 | 865.7 | 0 | 38 | 10 | | | | | | | | | |

ROOM LIST

| Room Symbol | ti [°C] | No. of radiators | Q [W] | Qreq. [W] | Qrh [W] | Qrad. [W] | Result. Qrh [W] | Result. Qrad. [W] | Result. Qpr [W] | Heat loss coverage [%] |
|--|------------|---------------------|----------|--------------|------------|--------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Storey 0, Elevation 0,0m, Building unit Default | | | | | | | | | | |
| P0.01 | 20 | 4 rh | 0 | 2373 | 2373 | 0 | 2814 | 0 | 0 | 119 |
| P0.02 | 20 | 1 rh | 0 | 48 | 48 | 0 | 89 | 0 | 0 | 185 |
| P0.03 | 20 | 1 rh | 0 | 99 | 99 | 0 | 104 | 0 | 0 | 105 |
| P0.04 | 20 | 1 rh | 0 | 156 | 156 | 0 | 216 | 0 | 0 | 139 |
| Storey 1, Elevation 2,8m, Building unit 01 | | | | | | | | | | |
| 102 | 20 | 1 rh | 0 | 242 | 242 | 0 | 242 | 0 | 0 | 100 |
| P1.02 | 20 | 1 rh | 0 | 632 | 632 | 0 | 620 | 0 | 0 | 98 |
| P1.03 | 20 | 1 rh | 0 | 64 | 64 | 0 | 142 | 0 | 0 | 223 |
| P1.04 | 24 | 1 rh | 0 | 398 | 398 | 0 | 277 | 0 | 0 | 70 |
| P1.05 | 20 | 1 rh | 0 | 480 | 480 | 0 | 596 | 0 | 0 | 124 |
| P1.06 | 20 | 1 rh | 0 | 58 | 58 | 0 | 125 | 0 | 0 | 215 |
| P1.07 | 24 | 1 rh | 0 | 291 | 291 | 0 | 169 | 0 | 0 | 58 |
| P1.08 | 20 | 1 rh | 0 | 640 | 640 | 0 | 640 | 0 | 0 | 100 |
| P1.09 | 20 | 1 rh | 0 | 165 | 165 | 0 | 287 | 0 | 0 | 174 |
| P1.10 | 20 | 1 rh | 0 | 513 | 513 | 0 | 560 | 0 | 0 | 109 |
| P1.11 | 24 | 1 rh | 0 | 360 | 360 | 0 | 231 | 0 | 0 | 64 |
| P1.12 | 20 | 1 rh | 0 | 1162 | 1162 | 0 | 1162 | 0 | 0 | 100 |

RH RESULTS

| HZ symbol | Q: | Q: | Δt | PZ: | area: | VA: | tfs/q | Area: | Qfeeds: | No. of: | Total len.: | Flow: | Press.drop: | Valve |
|--------------------------------------|-------|--------|-----|-----|-------------------|------|--------------------------|--------|---------|---------|-------------|--------|------------------|-------|
| Covering Rlb [(m ² ·K)/W] | req.: | surp.: | [K] | OZ: | [m ²] | [mm] | [°C]/[W/m ²] | feeds: | [W] | circ.: | pipes: | [kg/h] | pipe + fit.: | set. |
| | [W] | [W] | | | | | | pass.: | | | feed+circ.: | [m/s] | s.v.; r.v. [kPa] | |

Storey: 0 Suteran; Building unit: Default

Double apartment manifold: R1; Supplied by: (virtual) (ts = 38,0 °C)
No. of outlets: 5; Settings on: r.v.; G: 467,7 kg/h; Δpmin 14,90 kPa; Δp 23,74 kPa

Room: P0.01; ti = 20 °C; Q req. = 2373 W; Q surplus = + 441 W; Result. Qrh = 2814 W;
No. of HZs: 4;

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|---|-----|------|-----|---------|-----|-------|--|------------|-------|-------------|-------|
| P0.01_a Normal parquet - 0,100 | 521 | 98 | 8 | OZ: | 13,6 | 150 | 24,4/45 | | | | 102,1 | 100,0 | 9,80 | 1,35 |
| | | | | | | | | | | | 11,2+90,9 | 0,246 | 0,84; 13,10 | l/min |
| P0.01_b Normal parquet - 0,100 | 583 | 109 | 8 | OZ: | 15,2 | 150 | 24,4/45 | | | | 112,4 | 110,2 | 12,78 | 1,57 |
| | | | | | | | | | | | 10,9+101,5 | 0,271 | 1,02; 9,95 | l/min |
| P0.01_c Normal parquet - 0,100 | 485 | 91 | 8 | OZ: | 12,7 | 150 | 24,4/45 | | | | 90,7 | 88,4 | 7,03 | 1,35 |
| | | | | | | | | | | | 6,1+84,6 | 0,217 | 0,66; 16,06 | l/min |
| P0.01_d Normal parquet - 0,100 | 784 | 143 | 8 | OZ: | 20,1 | 150 | 24,4/45 | 4,4 | 213,8 | | 106,1 | 103,4 | 10,79 | 1,57 |
| | | | | | | | | | | | 1,6+104,6 | 0,254 | 0,90; 12,05 | l/min |

Room: P0.04; ti = 20 °C; Q req. = 156 W; Q surplus = + 60 W; Result. Qrh = 216 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|----|---|-----|-----|-----|---------|--|--|--|-----------|-------|-------------|-------|
| P0.04 Normal parquet - 0,100 | 156 | 60 | 8 | OZ: | 4,8 | 150 | 24,4/45 | | | | 69,4 | 65,6 | 3,20 | 0,90 |
| | | | | | | | | | | | 37,7+31,7 | 0,161 | 0,36; 20,18 | l/min |

| HZ symbol | Q: | Q: | Δt | PZ: | area: | VA: | tfs/q | Area: | Qfeeds: | No. of: | Total len.: | Flow: | Press.drop: | Valve |
|--------------------------------------|-------|--------|-----|-----|-------------------|------|--------------------------|--------|---------|---------|-------------|--------|------------------|-------|
| Covering Rlb [(m ² ·K)/W] | req.: | surp.: | [K] | OZ: | [m ²] | [mm] | [°C]/[W/m ²] | feeds: | [W] | circ.: | pipes: | [kg/h] | pipe + fit.: | set. |
| | [W] | [W] | | | | | | pass.: | | | feed+circ.: | [m/s] | s.v.; r.v. [kPa] | |

Storey: 0 Suteran; Building unit: Default

Zones heated by pipe feeds, supplied by source: (virtual)

Room: P0.02; ti = 20 °C; Q req. = 48 W; Q surplus = + 41 W; Result. Qrh = 89 W;
No. of HZs: 0; incl. to other manifolds: 0; HZs heated by pipe feeds: 1;

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----|----|--|--|-----|-----|--|-----|----|--|--|--|--|--|
| P0.02 Normal parquet - 0,100 | 48 | 41 | | | 2,2 | 100 | | 1,7 | 89 | | | | | |
|---------------------------------|----|----|--|--|-----|-----|--|-----|----|--|--|--|--|--|

Room: P0.03; ti = 20 °C; Q req. = 99 W; Q surplus = + 5 W; Result. Qrh = 104 W;
No. of HZs: 0; incl. to other manifolds: 0; HZs heated by pipe feeds: 1;

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----|---|--|--|-----|-----|--|-----|-------|--|--|--|--|--|
| P0.03 Thin ceramic tiles - 0,011 | 99 | 5 | | | 1,8 | 100 | | 1,2 | 103,9 | | | | | |
|-------------------------------------|----|---|--|--|-----|-----|--|-----|-------|--|--|--|--|--|

| HZ symbol | Q: | Q: | Δt | PZ: | area: | VA: | tfs/q | Area: | Qfeeds: | No. of: | Total len.: | Flow: | Press.drop: | Valve |
|--------------------------------------|-------|--------|-----|-----|-------------------|------|--------------------------|--------|---------|---------|-------------|--------|------------------|-------|
| Covering Rlb [(m ² ·K)/W] | req.: | surp.: | [K] | OZ: | [m ²] | [mm] | [°C]/[W/m ²] | feeds: | [W] | circ.: | pipes: | [kg/h] | pipe + fit.: | set. |
| | [W] | [W] | | | | | | pass.: | | | feed+circ.: | [m/s] | s.v.; r.v. [kPa] | |

Storey: 1 Prizemlje; Building unit: 01

Double apartment manifold: R2; Supplied by: (virtual) (ts = 38,0 °C)
No. of outlets: 10; Settings on: r.v.; G: 865,7 kg/h; Δpmin 23,23 kPa; Δp 23,23 kPa

Room: 102; ti = 20 °C; Q req. = 242 W; Q surplus = 0 W; Result. Qrh = 242 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|--|-----|-----|-----|-----|---------|--|--|--|-----------|-------|-------------|-------|
| 102 Normal parquet - 0,100 | 242 | | 4,4 | OZ: | 4,2 | 100 | 25,5/58 | | | | 82,7 | 123,8 | 11,40 | 1,80 |
| | | | | | | | | | | | 40,9+41,8 | 0,304 | 1,29; 10,55 | l/min |

Room: P1.02; ti = 20 °C; Q req. = 632 W; Q surplus = -12 W; Result. Qrh = 620 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|---------|--|--|--|-----------|-------|------------|-------|
| P1.02 Normal parquet - 0,100 | 632 | -12 | 6,7 | OZ: | 13 | 150 | 24,6/48 | | | | 126,7 | 133,7 | 20,10 | 2,02 |
| | | | | | | | | | | | 40,4+86,4 | 0,328 | 1,50; 1,63 | l/min |

Room: P1.04; ti = 24 °C; Q req. = 398 W; Q surplus = -121 W; Result. Qrh = 277 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|------|---|-----|-----|-----|---------|--|--|--|-----------|-------|-------------|-------|
| P1.04 Thin ceramic tiles - 0,011 | 398 | -121 | 5 | OZ: | 4,2 | 100 | 30,2/66 | | | | 71,7 | 94,1 | 6,13 | 1,35 |
| | | | | | | | | | | | 29,8+41,8 | 0,231 | 0,74; 16,36 | l/min |

Room: P1.05; ti = 20 °C; Q req. = 480 W; Q surplus = + 116 W; Result. Qrh = 596 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----|---|-----|------|-----|---------|--|--|--|-----------|-------|-------------|-------|
| P1.05 Normal parquet - 0,100 | 480 | 116 | 8 | OZ: | 13,2 | 150 | 24,4/45 | | | | 103,9 | 89,7 | 8,25 | 1,35 |
| | | | | | | | | | | | 16,1+87,8 | 0,220 | 0,67; 14,31 | l/min |

Room: P1.07; ti = 24 °C; Q req. = 291 W; Q surplus = -122 W; Result. Qrh = 169 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|------|---|-----|-----|-----|---------|--|--|-----------|-------|-------------|-------|
| P1.07 | 291 | -122 | 5 | OZ: | 2.6 | 100 | 30,2/66 | | | 43,2 | 54,6 | 0,92 | 0,67 |
| Thin ceramic tiles - 0,011 | | | | | | | | | | 17,6+25,6 | 0,134 | 0,25; 22,06 | l/min |

Room: P1.08; ti = 20 °C; Q req. = 640 W; Q surplus = 0 W; Result. Qrh = 640 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----|--|-----|-----|------|-----|---------|--|--|-----------|-------|------------|-------|
| P1.08 | 640 | | 6.3 | OZ: | 13.2 | 150 | 24,7/49 | | | 110,4 | 125,7 | 15,71 | 1,80 |
| Normal parquet - 0,100 | | | | | | | | | | 22,6+87,8 | 0,309 | 1,32; 6,20 | l/min |

Room: P1.09; ti = 20 °C; Q req. = 165 W; Q surplus = +122 W; Result. Qrh = 287 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----|-----|---|-----|-----|-----|---------|-----|------|----------|-------|-------------|-------|
| P1.09 | 165 | 122 | 6 | OZ: | 5.3 | 100 | 25,2/55 | 0.7 | 36.8 | 54,4 | 51,6 | 1,11 | 0,67 |
| Normal parquet - 0,100 | | | | | | | | | | 8,6+45,8 | 0,127 | 0,22; 21,90 | l/min |

Room: P1.10; ti = 20 °C; Q req. = 513 W; Q surplus = +47 W; Result. Qrh = 560 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----|----|---|-----|------|-----|---------|-----|------|-----------|-------|-------------|-------|
| P1.10 | 513 | 47 | 8 | OZ: | 12.2 | 150 | 24,4/45 | 2.1 | 99.6 | 79,6 | 67,8 | 3,89 | 0,90 |
| Normal parquet - 0,100 | | | | | | | | | | 11,7+67,9 | 0,167 | 0,39; 18,96 | l/min |

Room: P1.11; ti = 24 °C; Q req. = 360 W; Q surplus = -129 W; Result. Qrh = 231 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|------|---|-----|-----|-----|---------|--|--|-----------|-------|-------------|-------|
| P1.11 | 360 | -129 | 5 | OZ: | 3.5 | 100 | 30,2/66 | | | 58,8 | 77,6 | 3,59 | 1,13 |
| Thin ceramic tiles - 0,011 | | | | | | | | | | 24,0+34,8 | 0,190 | 0,50; 19,14 | l/min |

Room: P1.12; ti = 20 °C; Q req. = 1162 W; Q surplus = 0 W; Result. Qrh = 1162 W;
No. of HZs: 1;

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|--|-----|-----|----|-----|---------|------|-------|----------|-------|-------------|-------|
| P1.12 | 1162 | | 6.1 | OZ: | 24 | 150 | 24,7/49 | 18.3 | 883.6 | 39,5 | 47,1 | 0,74 | 0,67 |
| Normal parquet - 0,100 | | | | | | | | | | 1,6+37,9 | 0,116 | 0,19; 22,31 | l/min |

Storey: 1 Prizemlje; Building unit: 01

Zones heated by pipe feeds, supplied by source: (virtual)

Room: P1.03; ti = 20 °C; Q req. = 64 W; Q surplus = +78 W; Result. Qrh = 142 W;
No. of HZs: 0; incl. to other manifolds: 0; HZs heated by pipe feeds: 1;

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----|----|--|-----|-----|-----|--|-----|-------|--|--|--|--|
| P1.03 | 64 | 78 | | OZ: | 3.9 | 100 | | 2.7 | 142.5 | | | | |
| Normal parquet - 0,100 | | | | | | | | | | | | | |

Room: P1.06; ti = 20 °C; Q req. = 58 W; Q surplus = +67 W; Result. Qrh = 125 W;
No. of HZs: 0; incl. to other manifolds: 0; HZs heated by pipe feeds: 1;

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----|----|--|-----|-----|-----|--|-----|-------|--|--|--|--|
| P1.06 | 58 | 67 | | OZ: | 3.5 | 100 | | 2.3 | 124.8 | | | | |
| Normal parquet - 0,100 | | | | | | | | | | | | | |

RH INSTALLATION PARAMETERS

| HZ symbol Covering RAb [(m ² ·K)/W] | PZ: OZ: | area [m ²] | VA: [mm] | Pipe type Pipe laying pattern | No. of circ. | Total len. pipes feed+circ. | Valve: set. | Floor build-up |
|---|------------|---------------------------|-------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
|---|------------|---------------------------|-------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|----------------|

Storey: 0 Suteran; Building unit: Default

Double apartment manifold: R1; No. of outlets: 5; Type: Uponor Vario S manifold FM; s.v.: Thermostatic valve; r.v.: Smart FM; Manifold cabinet: Uponor Vario cabinet in-wall PT;

Room: P0.01, No. of HZs: 4

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|-----|---|--|---------------------|---------------|--|
| P0.01_a Normal parquet - 0,100 | OZ: | 13.6 | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | | 102,1 11,2+90,9 | 1,35 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 PRO insulation plate PRO 20 mm Uponor Multi foil 0.2 mm |
| P0.01_b Normal parquet - 0,100 | OZ: | 15.2 | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 1 | | 112,4 10,9+101,5 | 1,57 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 PRO insulation plate PRO 20 mm Uponor Multi foil 0.2 mm |
| P0.01_c Normal parquet - 0,100 | OZ: | 12.7 | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | | 90,7 6,1+84,6 | 1,35 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 PRO insulation plate PRO 20 mm Uponor Multi foil 0.2 mm |
| P0.01_d Normal parquet - 0,100 | OZ: | 20.1 | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 1 | | 106,1 1,6+104,6 | 1,57 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 PRO insulation plate PRO 20 mm Uponor Multi foil 0.2 mm |

Room: P0.04, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|
| P0.04 Normal parquet - 0,100 | OZ: | 4.8: | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | 69,4 37,7+31,7 | 0,90 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 PRO insulation plate PRO 20 mm Uponor Multi foil 0.2 mm |
|---------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|

Storey: 0 Suteran; Building unit: Default

Zones heated by pipe feeds, supplied by source: (virtual)

Room: P0.02, No. of HZs: 0

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|--|------|-----|--|--|--|--|
| P0.02 Normal parquet - 0,100 | | 2.2: | 100 | | | | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 PRO insulation plate PRO 20 mm Uponor Multi foil 0.2 mm |
|---------------------------------|--|------|-----|--|--|--|--|

Room: P0.03, No. of HZs: 0

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|------|-----|--|--|--|--|
| P0.03 Thin ceramic tiles - 0,011 | | 1.8: | 100 | | | | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 PRO insulation plate PRO 20 mm Uponor Multi foil 0.2 mm |
|-------------------------------------|--|------|-----|--|--|--|--|

Storey: 1 Prizemlje; Building unit: 01

Double apartment manifold: R2; No. of outlets: 10; Type: Uponor Vario S manifold FM; s.v.: Thermostatic valve; r.v.: Smart FM; Manifold cabinet: Uponor Vario cabinet in-wall PT;

Room: 102, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|
| 102 Normal parquet - 0,100 | OZ: | 4.2: | 100 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | 82,7 40,9+41,8 | 1,80 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|-------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|

Room: P1.02, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----|-----|---|--------------------|---------------|--|
| P1.02 Normal parquet - 0,100 | OZ: | 13: | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 1 | 126,7 40,4+86,4 | 2,02 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|---------------------------------|-----|-----|-----|---|--------------------|---------------|--|

Room: P1.04, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|
| P1.04 Thin ceramic tiles - 0,011 | OZ: | 4.2: | 100 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | 71,7 29,8+41,8 | 1,35 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|-------------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|

Room: P1.05, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------|-----|---|--------------------|---------------|--|
| P1.05 Normal parquet - 0,100 | OZ: | 13.2: | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 1 | 103,9 16,1+87,8 | 1,35 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|---------------------------------|-----|-------|-----|---|--------------------|---------------|--|

Room: P1.07, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|
| P1.07 Thin ceramic tiles - 0,011 | OZ: | 2.6: | 100 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | 43,2 17,6+25,6 | 0,87 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|-------------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|

Room: P1.08, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------|-----|---|--------------------|---------------|--|
| P1.08 Normal parquet - 0,100 | OZ: | 13.2: | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 1 | 110,4 22,6+87,8 | 1,80 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|---------------------------------|-----|-------|-----|---|--------------------|---------------|--|

Room: P1.09, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|------|-----|---|------------------|---------------|--|
| P1.09 Normal parquet - 0,100 | OZ: | 5.3: | 100 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | 54,4 8,6+45,8 | 0,87 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|---------------------------------|-----|------|-----|---|------------------|---------------|--|

Room: P1.10, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------|-----|---|-------------------|---------------|--|
| P1.10 Normal parquet - 0,100 | OZ: | 12.2: | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 1 | 79,8 11,7+67,9 | 0,90 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|---------------------------------|-----|-------|-----|---|-------------------|---------------|--|

Room: P1.11, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|
| P1.11 Thin ceramic tiles - 0,011 | OZ: | 3.5: | 100 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | 58,8 24,0+34,8 | 1,13 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|-------------------------------------|-----|------|-----|---|-------------------|---------------|--|

Room: P1.12, No. of HZs: 1

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|----|-----|---|------------------|---------------|--|
| P1.12 Normal parquet - 0,100 | OZ: | 24 | 150 | Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0 Spiral pipe pattern Coils: Coil 2 | 39,5 1,6+37,9 | 0,67 l/min | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|---------------------------------|-----|----|-----|---|------------------|---------------|--|

Storey: 1 Prizemlje; Building unit: 01

Zones heated by pipe feeds, supplied by source: (virtual)

Room: P1.03, No. of HZs: 0

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|--|-----|-----|--|--|--|--|
| P1.03 Normal parquet - 0,100 | | 3,9 | 100 | | | | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|---------------------------------|--|-----|-----|--|--|--|--|

Room: P1.06, No. of HZs: 0

System same as default: Tecto Nub

| | | | | | | | |
|---------------------------------|--|-----|-----|--|--|--|--|
| P1.06 Normal parquet - 0,100 | | 3,5 | 100 | | | | Screed with screed additive VD 450: 6,4 cm (Su: 4,5cm) Uponor Tecto nub panel 30-2 |
|---------------------------------|--|-----|-----|--|--|--|--|

LIST OF COMPONENTS ON PIPE-RUNS

| Catalogue | Component name | Catalogue code | ζ | kv | Press. drop [Pa] |
|---|---|------------------|---------|----|------------------|
| Source - (virtual): (virtual) | | | | | |
| Group: Ungrouped components | | | | | |
| Pipe-run (S) : G=865,7 kg/h, Diameter: 32 x 2,9 mm, Insulation: PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 35 mm - 40 mm | | | | | |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS tee - RS 2 | Comp. on piperun | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E evolution ring white - 32 | 1057456 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS adapter Q&E PL Q&E - RS 2 - 32 | 1047022 | 0,25 | - | 25 |
| Pipe-run (S) : G=865,7 kg/h, Diameter: 32 x 2,9 mm, Insulation: PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 35 mm - 40 mm | | | | | |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E evolution ring white - 32 | 1057456 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E adapter male thread PL W - 32 - 1"MT | 1008730 | 0,25 | - | 25 |
| Pipe-run (S) : G=467,7 kg/h, Diameter: 25 x 2,3 mm, Insulation: PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 25 mm - 25 mm | | | | | |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS tee - RS 2 | Comp. on piperun | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E adapter male thread PL - 25 - 1"MT | 1047863 | 0,63 | - | 50 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E evolution ring white - 25 | 1057455 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E evolution ring white - 25 | 1057455 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS adapter Q&E PL Q&E - RS 2 - 25 | 1047021 | 0,25 | - | 20 |
| Pipe-run (R) : G=865,7 kg/h, Diameter: 32 x 2,9 mm, Insulation: PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 35 mm - 40 mm | | | | | |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E evolution ring white - 32 | 1057456 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E adapter male thread PL W - 32 - 1"MT | 1008730 | 0,25 | - | 25 |
| Pipe-run (R) : G=865,7 kg/h, Diameter: 32 x 2,9 mm, Insulation: PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 35 mm - 40 mm | | | | | |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS tee - RS 2 | Comp. on piperun | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E evolution ring white - 32 | 1057456 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS adapter Q&E PL Q&E - RS 2 - 32 | 1047022 | 0,25 | - | 25 |
| Pipe-run (R) : G=467,7 kg/h, Diameter: 25 x 2,3 mm, Insulation: PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 25 mm - 25 mm | | | | | |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS tee - RS 2 | Comp. on piperun | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E adapter male thread PL - 25 - 1"MT | 1047863 | 0,63 | - | 50 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E evolution ring white - 25 | 1057455 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E evolution ring white - 25 | 1057455 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS adapter Q&E PL Q&E - RS 2 - 25 | 1047021 | 0,25 | - | 20 |

Pipe-run (S) : G=1333,3 kg/h, Diameter: 40 x 3,7 mm, Insulation: PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 42 mm - 40 mm

| | | | | | |
|------------------|---|---------|------|---|----|
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS coupling - RS 2 | 1029144 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS adapter Q&E PL Q&E - RS 2 - 40 | 1047023 | 0.25 | - | 25 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E ring with stop edge natural - 40 | 1045464 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS tee - RS 2 | 1029142 | - | - | 0 |

Pipe-run (R) : G=1333,3 kg/h, Diameter: 40 x 3,7 mm, Insulation: PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 42 mm - 40 mm

| | | | | | |
|------------------|---|---------|------|---|----|
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS coupling - RS 2 | 1029144 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS adapter Q&E PL Q&E - RS 2 - 40 | 1047023 | 0.25 | - | 25 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor Q&E ring with stop edge natural - 40 | 1045464 | - | - | 0 |
| UPONOR EEI PE-Xa | Uponor RS tee - RS 2 | 1029142 | - | - | 0 |

COILS ALLOCATION

| Coil No | Total coil length [m] | HZ Length [m] | Remaining [m] |
|---|--------------------------|------------------|------------------|
| Coil 1 Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0, Coil 640 m | 640 | 639.23 | 0.77 |
| <i>HZ Symbol</i> | <i>HZ Length [m]</i> | | |
| P1.02 | 126.75 | | |
| P0.01_b | 112.41 | | |
| P1.08 | 110.44 | | |
| P0.01_d | 106.14 | | |
| P1.05 | 103.92 | | |
| P1.10 | 79.57 | | |
| Coil 2 Uponor Comfort Pipe Plus 16 x 2,0, Coil 640 m | 640 | 612.52 | 27.48 |
| <i>HZ Symbol</i> | <i>HZ Length [m]</i> | | |
| P0.01_a | 102.11 | | |
| P0.01_c | 90.71 | | |
| 102 | 82.72 | | |
| P1.04 | 71.67 | | |
| P0.04 | 69.42 | | |
| P1.11 | 58.8 | | |
| P1.09 | 54.39 | | |
| P1.07 | 43.19 | | |
| P1.12 | 39.5 | | |
| Summary | 1280 | 1251.74 | 28.26 |

BILL MAT. – PIPES**Pipes&fittings (Planned components)****UPONOR EEI PE-Xa**

| Pipes - UPONOR EEI PE-Xa | | | | |
|--|-----------|----------------|----------|------|
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Uponor Radi Pipe natural PN6 in coils | 25 x 2,3 | 1022689 | 6 | m |
| Uponor Radi Pipe natural PN6 in coils | 32 x 2,9 | 1001220 | 12 | m |
| Uponor Radi Pipe natural PN6 in coils | 40 x 3,7 | 1008979 | 6 | m |
| Pipe fittings - UPONOR EEI PE-Xa | | | | |
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Uponor Q&E adapter male thread PL | 25 - 1"MT | 1047863 | 2 | pcs. |
| Uponor Q&E adapter male thread PL W | 32 - 1"MT | 1008730 | 2 | pcs. |
| Uponor Q&E evolution ring white | 25 | 1057455 | 4 | pcs. |
| Uponor Q&E evolution ring white | 32 | 1057456 | 4 | pcs. |
| Uponor Q&E ring with stop edge natural | 40 | 1045464 | 2 | pcs. |
| Uponor RS adapter Q&E PL Q&E | RS 2 - 25 | 1047021 | 2 | pcs. |
| Uponor RS adapter Q&E PL Q&E | RS 2 - 32 | 1047022 | 2 | pcs. |
| Uponor RS adapter Q&E PL Q&E | RS 2 - 40 | 1047023 | 2 | pcs. |
| Uponor RS coupling | RS 2 | 1029144 | 2 | pcs. |
| Uponor RS tee | RS 2 | 1029142 | 2 | pcs. |

BILL MAT. – INSULATION**List of insulation (Planned components)****Standard insulation catalogue**

| Lagging - Standard insulation catalogue | | | | |
|---|-------|----------------|----------|------|
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 25 mm | 25 mm | | 6 | m |
| PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 35 mm | 40 mm | | 12 | m |
| PU foam lagging, $\lambda(20^{\circ}\text{C})=0,036\text{W/mK}$ inner diam. 42 mm | 40 mm | | 6 | m |

BILL MAT. – RH COMPONENTS**List of components RH (Planned components)****Uponor Home Comfort**

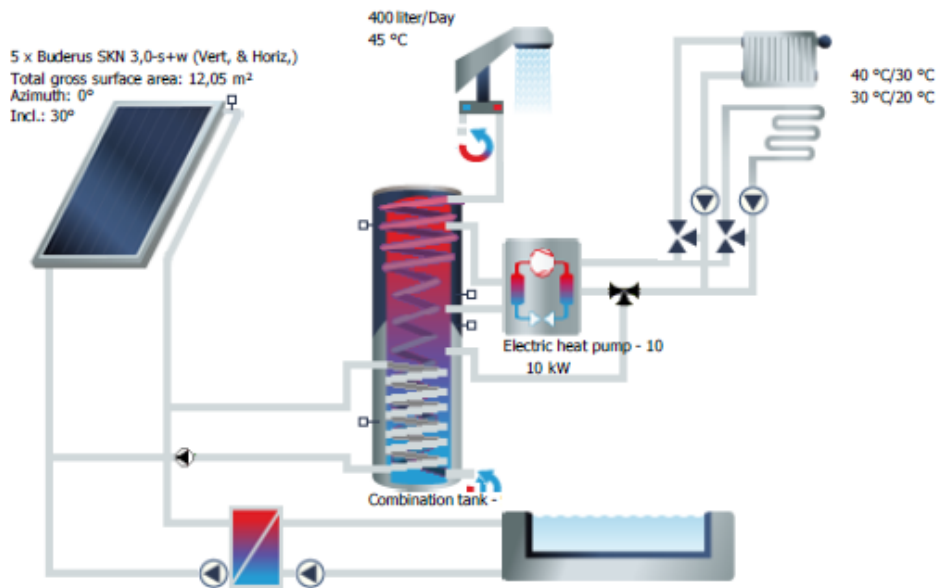
| Coils - Uponor Home Comfort | | | | |
|---|----------------------|----------------|----------|------|
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Uponor Comfort Pipe Plus | 16 x 2,0, Coil 640 m | 1062046 | 1280 | m |
| Pipe fittings - Uponor Home Comfort | | | | |
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Uponor Vario compression adapter PEX 16 x 3/4 | | 1065284 | 30 | pcs. |
| Manifolds - Uponor Home Comfort | | | | |
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Uponor Vario S manifold FM | 5 out | 1086541 | 1 | pcs. |
| Uponor Vario S manifold FM | 10 out | 1086546 | 1 | pcs. |
| Manifold cabinets - Uponor Home Comfort | | | | |
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Uponor Vario cabinet in-wall PT | PT 565x123mm | 1046991 | 1 | pcs. |
| Uponor Vario cabinet in-wall PT | PT 952x123mm | 1046994 | 1 | pcs. |

| Structural slabs - Uponor Home Comfort | | | | |
|--|-----------------------------|----------------|----------|----------------|
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Uponor Tecto nub panel | 30-2 | 1005478 | 174 | m ² |
| Insulation plates - Uponor Home Comfort | | | | |
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| PRO insulation plate | PRO 20 mm | any producer | 71 | m ² |
| Uponor Multi foil | 0.2 mm | 1005049 | 78 | m ² |
| Circuit control system - Uponor Home Comfort | | | | |
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Actuators 24V | Uponor Smart actuator 24V S | 1087778 | 15 | pcs. |
| Accessories - Uponor Home Comfort | | | | |
| Product | Size | Catalogue code | Quantity | Unit |
| Uponor Minitec edging strip, self-adh. | | 1005267 | 209 | m |
| Uponor Multi bend support string plastic 18 | | 1000118 | 30 | pcs. |
| Uponor Multi joint profile PP | | 1090229 | 16 | m |
| Uponor Multi marking set | | 1000083 | 16 | set |
| Uponor Multi screed additive VD 450 | | 1000084 | 32 | l |
| Uponor Tecto diagonal pipe fixation | | 1005482 | 32 | pcs. |
| Uponor Tecto double strip element, foil | | 1005484 | 9 | m |
| Uponor Tecto expansion element 30-2 | | 1005480 | 16 | m |
| Uponor Tecto expansion element foil | | 1005481 | 32 | m |

PIPES SUMMARY

| Type | Catalogue code | Short | Insulated: [m] | In corr. pipe: [m] | Non-insulated: [m] | User specified: [m] | Sized: [m] | Existing: [m] | Under design: [m] | For RH [m] |
|---|----------------|----------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------|------------------|----------------------|---------------|
| Uponor Comfort Pipe Plus16 x 2,0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1251.7 |
| Uponor Radi Pipe natural PN6 in coils25 x 2,3 | 1022689 | radi_PN6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 |
| Uponor Radi Pipe natural PN6 in coils32 x 2,9 | 1001220 | radi_PN6 | 12 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 12 | 0 |
| Uponor Radi Pipe natural PN6 in coils40 x 3,7 | 1008979 | radi_PN6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 |

Prilog D – Rezultati simulacije solarnog sustava u računalnom programu T*SOL



Results of annual simulation

| | | |
|---|----------------------|----------------------------------|
| Installed collector power: | 8,44 kW | |
| Installed solar surface area (gross): | 12,05 m ² | |
| Irradiation on to collector surface (active): | 22,22 MWh | 1.843,60 kWh/m ² |
| Energy delivered by collectors: | 9,29 MWh | 770,57 kWh/m ² |
| Energy delivered by collector loop: | 8,55 MWh | 709,43 kWh/m ² |
| DHW heating energy supply: | 4,82 MWh | |
| Space-heating energy supply: | 5,73 MWh | |
| Solar contribution to combination tank: | 5,38 MWh | |
| Energy swimming pool solar system: | 3,17 MWh | |
| Energy from auxiliary heating: | 8,2 MWh | |
| Electricity savings: | | 3.419,4 kWh |
| CO2 emissions avoided: | | 2.277,35 kg |
| Total solar fraction: | | 39,7 % |
| Average swimming pool temp: | | 28,61 °C |
| Pool temperature above 22 °C: | | 99,7 % of operating hours |
| System efficiency: | | 38,5 % |

Site data

Climate data

| | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Location: | SPLIT\MARJAN |
| Climate data record: | SPLIT\MARJAN |
| Total annual global irradiation: | 1578,168 kWh/m ² |
| Latitude: | 43,51 ° |
| Longitude: | -16,43 ° |

Domestic hot water

| | |
|----------------------------|---------------------------------|
| Average daily consumption: | 400 l |
| Desired temperature: | 45 °C |
| Consumption profile: | Multi-family dwelling |
| Cold water temperature: | February:14 °C / August:19,5 °C |
| Circulation: | Yes |

Space-heating

| | |
|--------------------------------------|-------------|
| Standard building peak heating load: | 6 kW |
| Standard external temperature: | -2,19 °C |
| HT design temperatures: | 40 °C/30 °C |
| LT design temperatures: | 30 °C/20 °C |

Outdoor pool

| | |
|--------------------|-------------------|
| Pool area: | 40 m ² |
| Auxiliary heating: | No |

System components

Collector loop

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Manufacturer: | Bosch Thermotechnology Corp. |
| Type: | Buderus SKN 3,0-s+w (Vert, & Horiz,) |
| Number: | 5,00 |
| Total gross surface area: | 12,05 m ² |
| Total active solar surface area: | 12,05 m ² |
| Tilt angle: | 30 ° |
| Azimuth: | 0 ° |

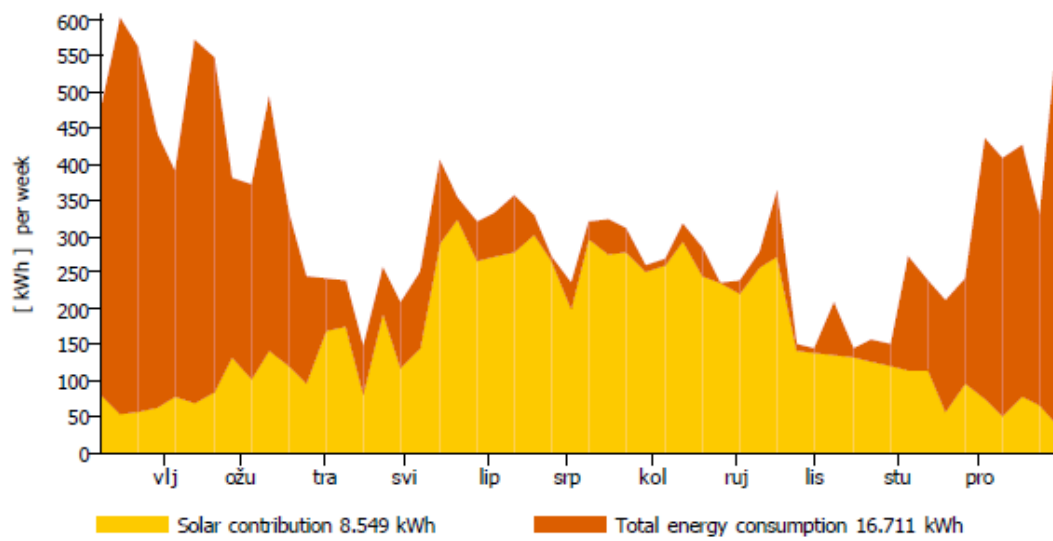
Combination tank (int HX)

| | |
|---------------|------------------------|
| Manufacturer: | Standard |
| Type: | Combination tank - 900 |
| Volume: | 900 l |

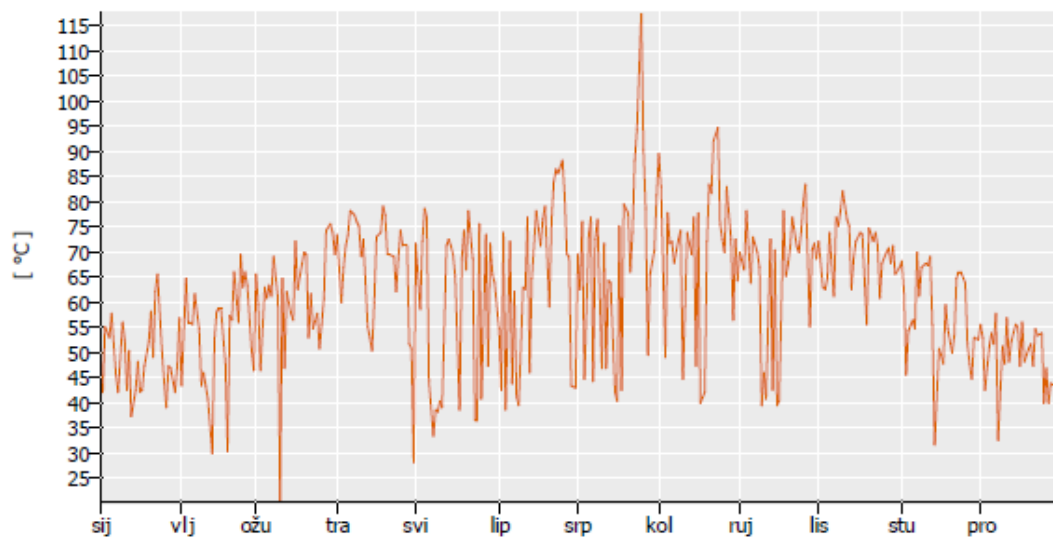
Auxiliary heating

| | |
|-----------------|-------------------------|
| Manufacturer: | Standard |
| Type: | Electric heat pump - 10 |
| Nominal output: | 10 kW |

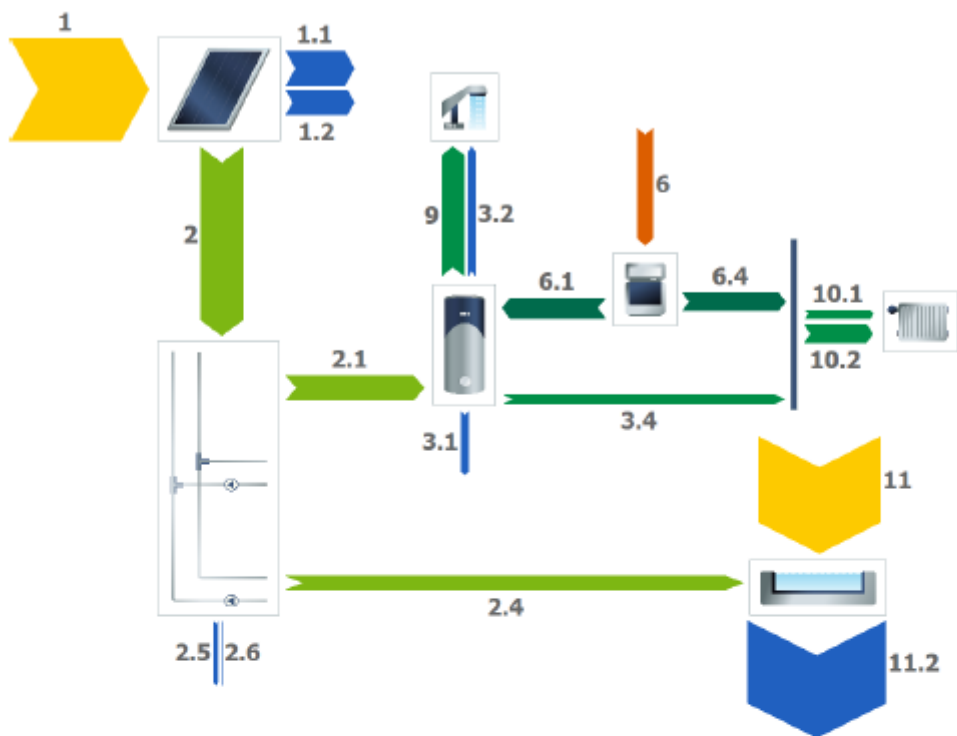
Solar energy consumption as percentage of total consumption



Daily maximum collector temperature



Energy balance schematic



Legend

| | | |
|------|--|-----------|
| 1 | Irradiation on to collector surface (active) | 22 MWh |
| 1.1 | Optical collector losses | 8 MWh |
| 1.2 | Thermal collector losses | 5 MWh |
| 2 | Energy from collector array | 9 MWh |
| 2.1 | Solar energy to storage tank | 5 MWh |
| 2.4 | Solar energy to swimming pool | 3 MWh |
| 2.5 | Internal piping losses | 670 kWh |
| 2.6 | External piping losses | 67 kWh |
| 3.1 | Tank losses | 1.557 kWh |
| 3.2 | Circulation losses | 1.441 kWh |
| 3.4 | Tank to space-heating | 1.962 kWh |
| 6 | Final energy | 3 MWh |
| 6.1 | Supplementary energy to tank | 4 MWh |
| 6.4 | Supplementary energy to space-heating | 4 MWh |
| 9 | DHW energy from tank | 5 MWh |
| 10.1 | Heat to HT heating | 1.719 kWh |
| 10.2 | Heat to LT heating | 4 MWh |
| 11 | Swimming pool irradiation | 27 MWh |
| 11.2 | Swimming pool losses | 30 MWh |

Glossary

- 1 **Irradiation on to collector surface (active)**
Solar energy irradiated onto tilted collector area (active surface area)
- 1.1 **Optical collector losses**
Reflection and other losses
- 1.2 **Thermal collector losses**
Heat conduction and other losses
- 2 **Energy from collector array**
Energy output at collector array outlet (i.e. before piping)
- 2.1 **Solar energy to storage tank**
Energy from collector loop to storage tank (minus piping losses)
- 2.4 **Solar energy to swimming pool**
Energy from collector loop to swimming pool (minus piping losses)
- 2.5 **Internal piping losses**
Internal piping losses
- 2.6 **External piping losses**
External piping losses
- 3.1 **Tank losses**
Heat losses via surface area
- 3.2 **Circulation losses**
Circulation piping losses
- 3.4 **Tank to space-heating**
Heat from tank to HT/LT heating. For tanks with circulation, there is a solar contribution and a contribution from the water mixed into the tank.
- 6 **Final energy**
Final energy supply to system. This can be from natural gas, oil or electricity (not including solar energy) and takes efficiency into account.
- 6.1 **Supplementary energy to tank**
Supplementary energy (e.g. boiler) to tank
- 6.4 **Supplementary energy to space-heating**
Supplementary energy (e.g. boiler) to HT/LT heating
- 9 **DHW energy from tank**
Heat from tank (excluding circulation) for DHW consumption
- 10.1 **Heat to HT heating**
Heat to high-temperature heating
- 10.2 **Heat to LT heating**
Heat to low-temperature heating
- 11 **Swimming pool irradiation**
Energy irradiated onto swimming pool
- 11.2 **Swimming pool losses**
Swimming pool losses, i.e. evaporation, radiation and heat conduction

Results of annual simulation

| Year | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Savings Electricity in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| CO2 emissions avoided in kg | | | | | | | | | | | | |
| 2.277 | 70 | 106 | 153 | 160 | 314 | 302 | 320 | 301 | 230 | 153 | 98 | 71 |
| Total solar fraction in % | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 12 | 21 | 39 | 63 | 58 | 72 | 81 | 86 | 79 | 78 | 29 | 14 |
| DHW solar fraction in % | | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Heating solar fraction in % | | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| System efficiency in % | | | | | | | | | | | | |
| 38 | 26 | 30 | 31 | 30 | 50 | 46 | 47 | 47 | 42 | 31 | 29 | 26 |
| Energy swimming pool solar system in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Swimming pool solar fraction in % | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Results of annual simulation

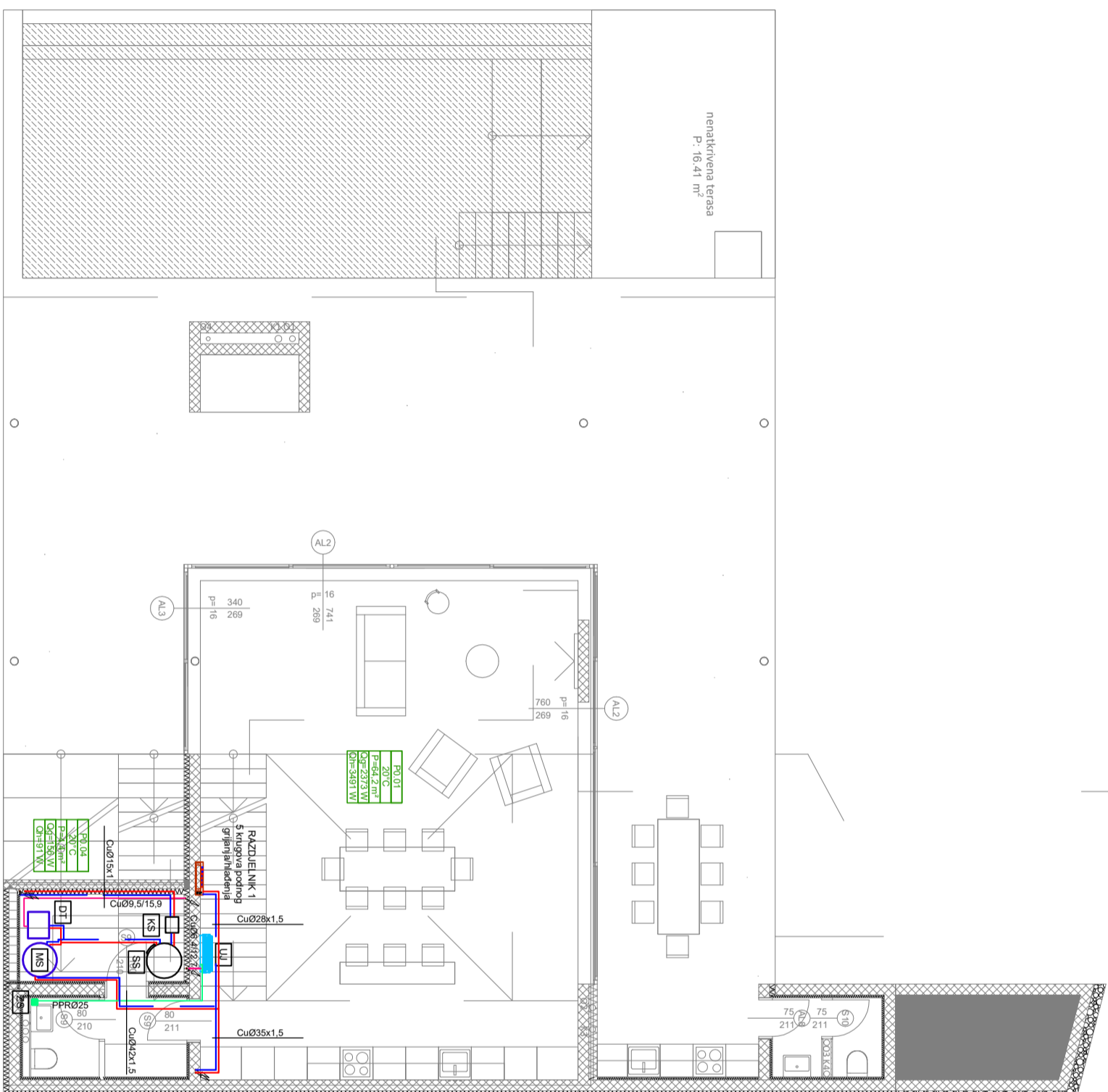
| Year | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Energy: Aux heating in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2 | 1 | 0,9 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,9 | 2 |
| Solar contribution to combination tank in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| Energy from boiler to tank in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,8 |
| Boiler energy to heating in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 0,8 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,9 |
| Global radiation - horizontal in kWh/m² | | | | | | | | | | | | |
| 1.578 | 53 | 75 | 121 | 153 | 198 | 213 | 216 | 189 | 143 | 106 | 62 | 48 |
| Wind speed in m/s | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| DHW heating energy supply in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| DHW heating energy requirement in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| Circulation losses in kWh | | | | | | | | | | | | |
| 1.441 | 116 | 104 | 118 | 119 | 120 | 126 | 133 | 134 | 120 | 123 | 111 | 116 |
| DHW temperature in °C | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Preset DHW consumption in m³ | | | | | | | | | | | | |
| 146 | 14 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 | 11 | 11 | 13 | 12 | 14 |
| DHW - consumption in m³ | | | | | | | | | | | | |
| 94 | 10 | 9 | 9 | 8 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 10 |
| Heating energy requirement in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | 1 | 0,8 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,6 | 1 |
| Energy from collector loop in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| Collector loop output to tank in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| Collector loop output to swimming pool in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Collector loop efficiency in % | | | | | | | | | | | | |
| 38 | 26 | 30 | 31 | 30 | 50 | 46 | 47 | 47 | 42 | 31 | 29 | 26 |

Results of annual simulation

| Year | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Specific global radiation onto inclined surface area in kWh/m ² | | | | | | | | | | | | |
| 1.844 | 85 | 111 | 153 | 169 | 196 | 203 | 210 | 200 | 172 | 155 | 105 | 84 |
| Spec. global radiation onto inclined, shaded surface in kWh/m ² | | | | | | | | | | | | |
| 1.844 | 85 | 111 | 153 | 169 | 196 | 203 | 210 | 200 | 172 | 155 | 105 | 84 |
| Irradiation onto gross surface area -unshaded- in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Irradiation onto gross surface area in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Irradiation onto active solar surface area -unshaded- in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Irradiation onto active surface area in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Optical losses in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| Losses - external piping in kWh | | | | | | | | | | | | |
| 67 | 5 | 5 | 7 | 8 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 5 | 5 |
| Losses - internal piping in kWh | | | | | | | | | | | | |
| 670 | 28 | 35 | 54 | 69 | 48 | 72 | 82 | 82 | 63 | 69 | 40 | 29 |
| Thermal collector losses in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| Pumpenenergie in kWh | | | | | | | | | | | | |
| 308 | 16 | 18 | 24 | 23 | 35 | 36 | 37 | 36 | 29 | 23 | 18 | 16 |
| Transferred energy in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Primary loop inlet temperature in °C | | | | | | | | | | | | |
| 38 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 35 | 38 | 40 | 40 | 38 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Primary loop return temperature in °C | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 27 | 31 | 33 | 33 | 30 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Secondary return temperature in °C | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 24 | 27 | 29 | 29 | 27 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Secondary loop inlet temperature in °C | | | | | | | | | | | | |
| 35 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 32 | 35 | 37 | 37 | 35 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Primary loop heat flow in W/K | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 133 | 117 | 120 | 103 | 66 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Results of annual simulation

| Year | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|
| Secondary loop heat flow in W/K | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 130 | 114 | 118 | 100 | 65 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Tank losses in kWh | | | | | | | | | | | | |
| 1.557 | 97 | 93 | 119 | 134 | 137 | 149 | 162 | 164 | 144 | 146 | 112 | 101 |
| Change in internal energy in kWh | | | | | | | | | | | | |
| -3,1 | 0,2 | 4 | 12 | -12,1 | 3 | 7 | 18 | -17,9 | 1 | -5,8 | -11,1 | -1,1 |
| Heating return increase energy in kWh | | | | | | | | | | | | |
| 1.962 | 395 | 385 | 331 | 181 | 7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 45 | 254 | 366 |
| Energy from boiler in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2 | 1 | 0,9 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,9 | 2 |
| Primary energy equivalent in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,7 |
| Consumption Electricity in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,7 |
| High temperature space-heating loop energy in kWh | | | | | | | | | | | | |
| 1.719 | 440 | 368 | 231 | 89 | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 22 | 189 | 377 |
| Low temperature space-heating loop energy in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 0,9 | 0,5 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,4 | 0,9 |
| Operating temperature in °C | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 25 | 28 | 30 | 30 | 27 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Total losses in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 0,7 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0,8 |
| Change of energy content (pool) in kWh | | | | | | | | | | | | |
| -91,4 | 86 | 98 | 297 | -86,9 | 837 | 85 | 232 | -33,2 | -800,1 | -130,8 | -555,2 | -121,4 |
| Radiation gains in MWh | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 0,8 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1,0 | 0,7 |



P003
20°C
P=2 m²
QH=98 W
QH=113 W

P002
20°C
P=2 m²
QH=98 W
QH=113 W

P001
20°C
P=2 m²
QH=98 W
QH=113 W

Napomena:
- odvod kondenzata iz uređajla vodi u min. prirodnom padu od 1% PPR cijevima do najbližeg odvoda ili vertikalne nepovoljnijim putem, a na odvod se spaja preko sifona sa zaštitom od povrata neugodnih mirisa.
- freonski razvod u vanjskom prostoru, dodatno se izdirla mineralnom vunom u aluminijskim plaštu

ZS - Zidni sifon DN32

U - Parapetna klima jedinica
FYXM-50F, proizvod kao Daikin
QH=5 kW
Dimenzije (VxŠxD)= 600x700x210mm
Radna var. R32

HLADNJE:

KS - kompletna stanica solarnog sustava
Logasol (KS0105), proizvod kao Buderus
Dimenzije (VxŠxD): 355x235x290 mm
Težina: 7,1 kg

SS - Lugalux kombinirani spremnik PL750/2S,
proizvod kao Buderus
Dimenzije (ØxV) = 1000/800x1920 mm

MS - AT500, proizvod kao Bosch
Niskotlačni međuspremnik tehničke vode
Vapn=500
dimenzije (VxØD): 1677xØ624 mm

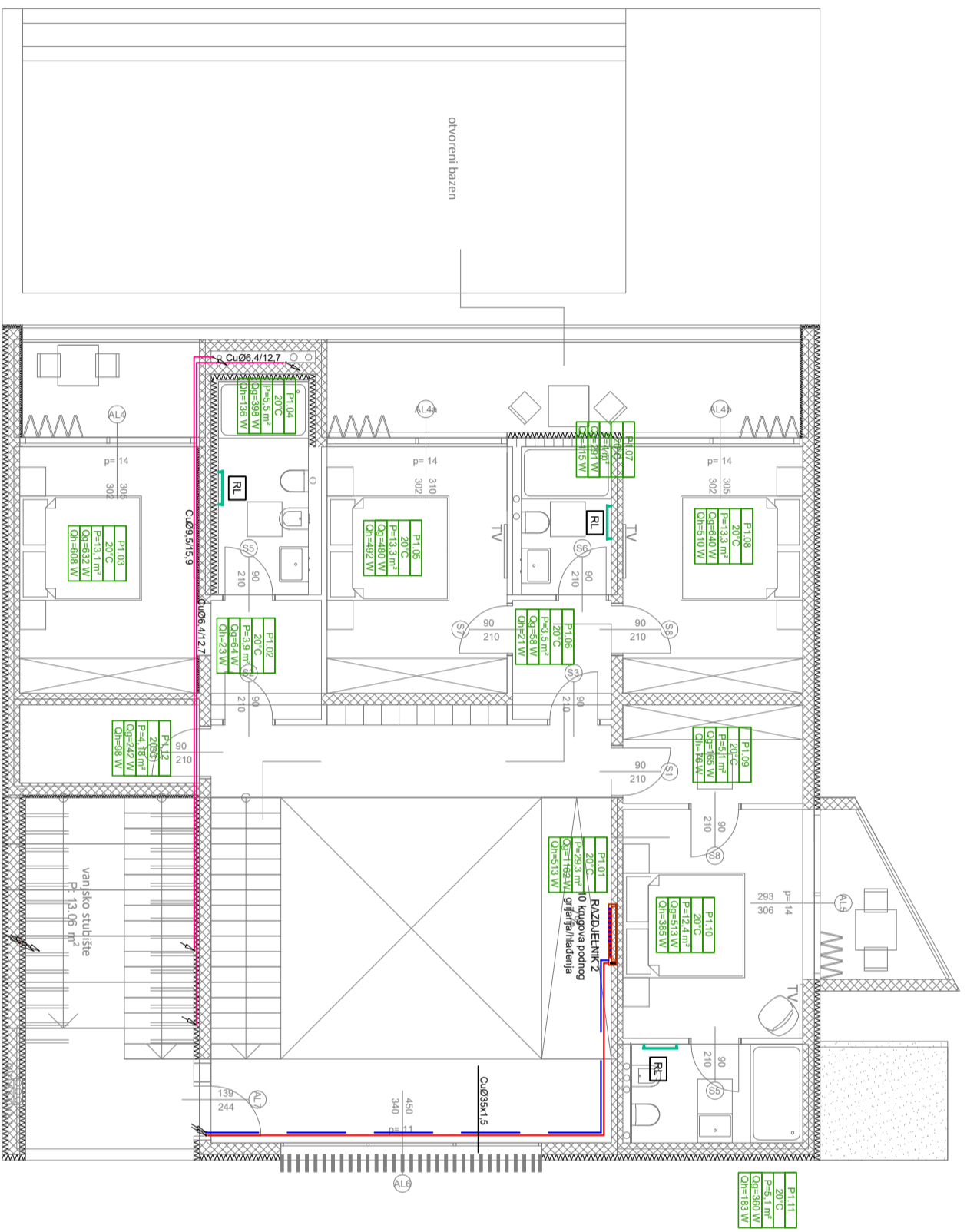
DT - Compress 6000 AWE 13-17, proizvod kao Bosch
Dizalica topline zrak-voda
Qg=13,12kW, Qh=8,86kW/
Dimenzije (VxØxŠ): 700x386x485
Težina: 35 kg

LEGENDA:

GRUPLANJE:

| | | |
|---|---------------------------------------|--------|
| Objekt: | Tloct prizemlja - grijanje i hlađenje | |
| Mjerilo: | M1:100 | |
| Projektrao | Ime i prezime | Potpis |
| Razradio | Marija Mikišićka | |
| Crtao | Marija Mikišićka | |
| Pregledao | | |
|  | | |
| Objekt: | Mjerilo: | M1:100 |
| Tloct prizemlja - grijanje i hlađenje | List broj: | 1 |





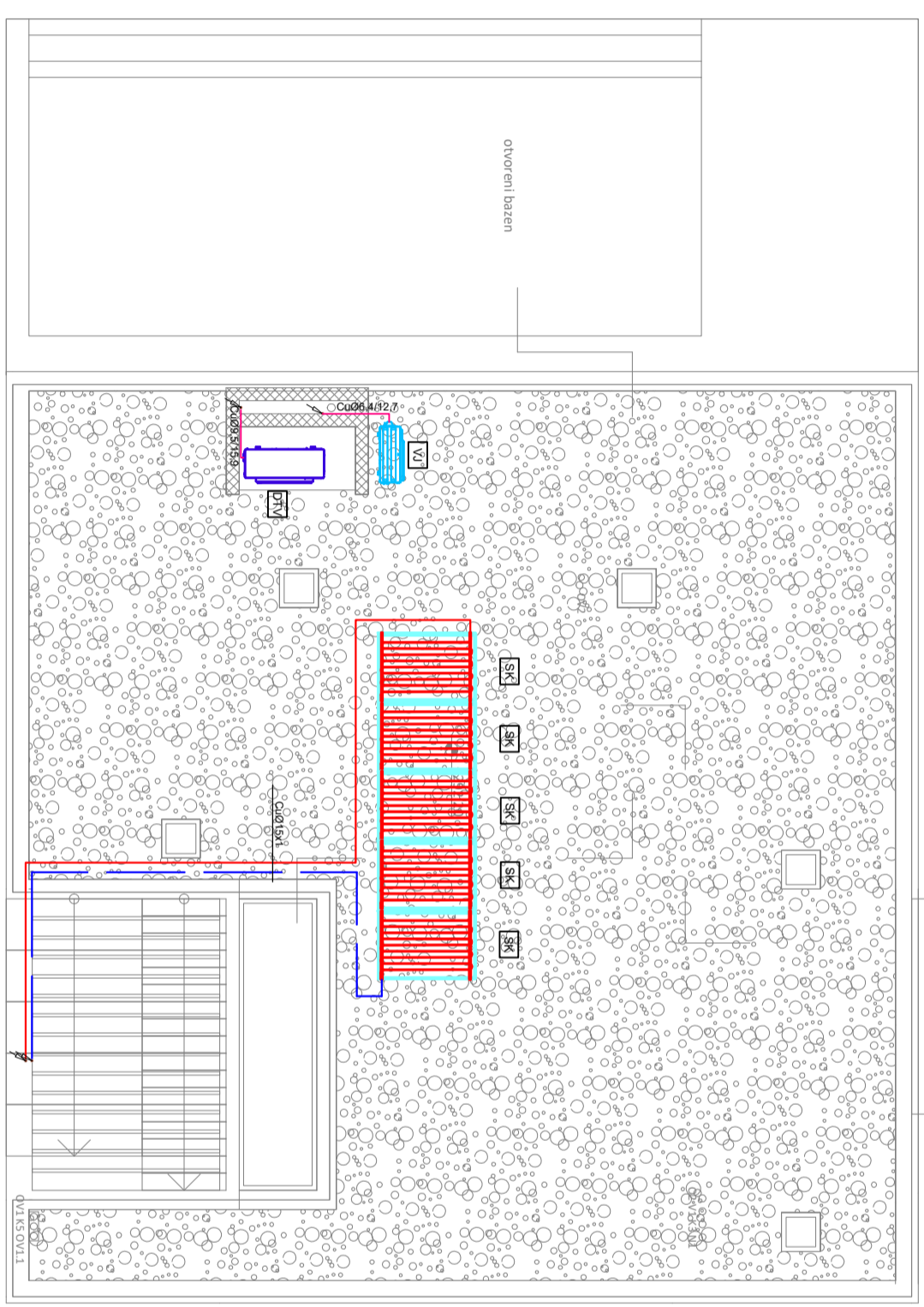
LEGENDA:
 GRUPLANJE:
 RL - Električna dekorativna loptica
 Džulja electric 1100x600 mm
 Proizvod kao Vogel&noet
 Qg=400W

Napomena:
 - freonski razvod u vanjskom prostoru, dodatno se izolira mineralnom vunom u aluminjskim plaštu

1
 2

| Objekt: | Datum | Ime i prezime | Polpis |
|-----------------------------------|-------------|-----------------|--------|
| Tloort kata - grijanje i hlađenje | Projektirao | Matija Mikloška | |
| | Razradio | Matija Mikloška | |
| | Crtao | Matija Mikloška | |
| | Pregledao | | |
| Mjerilo: | M1:100 | | |
| List broji: | 2 | | |





otvoreni bazen

A

LEGENDA:

GRILANJE:

SK - Pločasti solarni kolektor Logasol SKN 3.0-s
Proizvod kao Buderus
Površina: 2,26 m²
Dimenzije (VXDŠ): 2070x1145x90 mm
Težina: 41 kg

DTV - Vanjska jedinica dizalice topline
zrak - voda

Compress 6000 AW-13s
Proizvod kao Bosch
Qg=13,12 kW, QH=11,12 kW
Dimenzije (VXDŠ): 1695x545x1122 mm
Težina: 154 kg

HLADENJE:

VU - Vanjska klima jedinica u monospilit izvedbi,
RXM50N9, proizvod kao Daikin
QH=5 kW
Dimenzije (VXDŠ): 735x625x300 mm
Radna tvar: R32
Težina: 47 kg

Napomena:

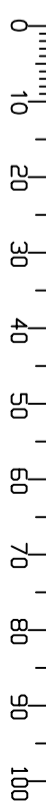
- freonski razvod u vanjskom prostoru, dodatno se izolira mineralnom vunom u aluminijskim plaštima

1
2

| Datum | Ime i prezime | Potpis |
|-------------|----------------|--------|
| Projektirao | Matija Mikićka | |
| Razradio | Matija Mikićka | |
| Crtao | Matija Mikićka | |
| Pregledao | | |

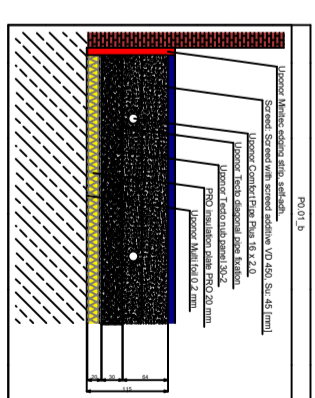


| | |
|------------------------------------|--------|
| Objekt: | M1:100 |
| Tlocrt krova - grijanje i hlađenje | 3 |





nenatkrivena terasa
P: 16,41 m²



P0.01 +20 °C
Q_{req}: 237,3 W

| UPONOR | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Napredak RH | | | | | | | | | |
| G = 4077 (W/m) | | | | | | | | | |
| Δp = 237,34 (kPa) | | | | | | | | | |
| Δp = 14,80 (kPa) | | | | | | | | | |
| No. Terminal unit | | | | | | | | | |
| No. | L | A | VA | G | Δp (3) | Δp (5) | Δp (7) | Δp (9) | Δp (11) |
| 1 P0.01 a | 106,4 | 20,1 | 150 | 103,4 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 |
| 2 P0.01 b | 112,4 | 15,2 | 150 | 110,2 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 |
| 3 P0.01 c | 102,1 | 13,8 | 150 | 100,0 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| 4 P0.01 d | 80,7 | 12,7 | 150 | 80,4 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| 5 P0.01 e | | | | | | | | | |

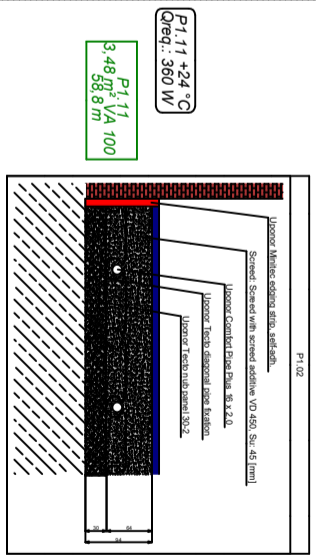
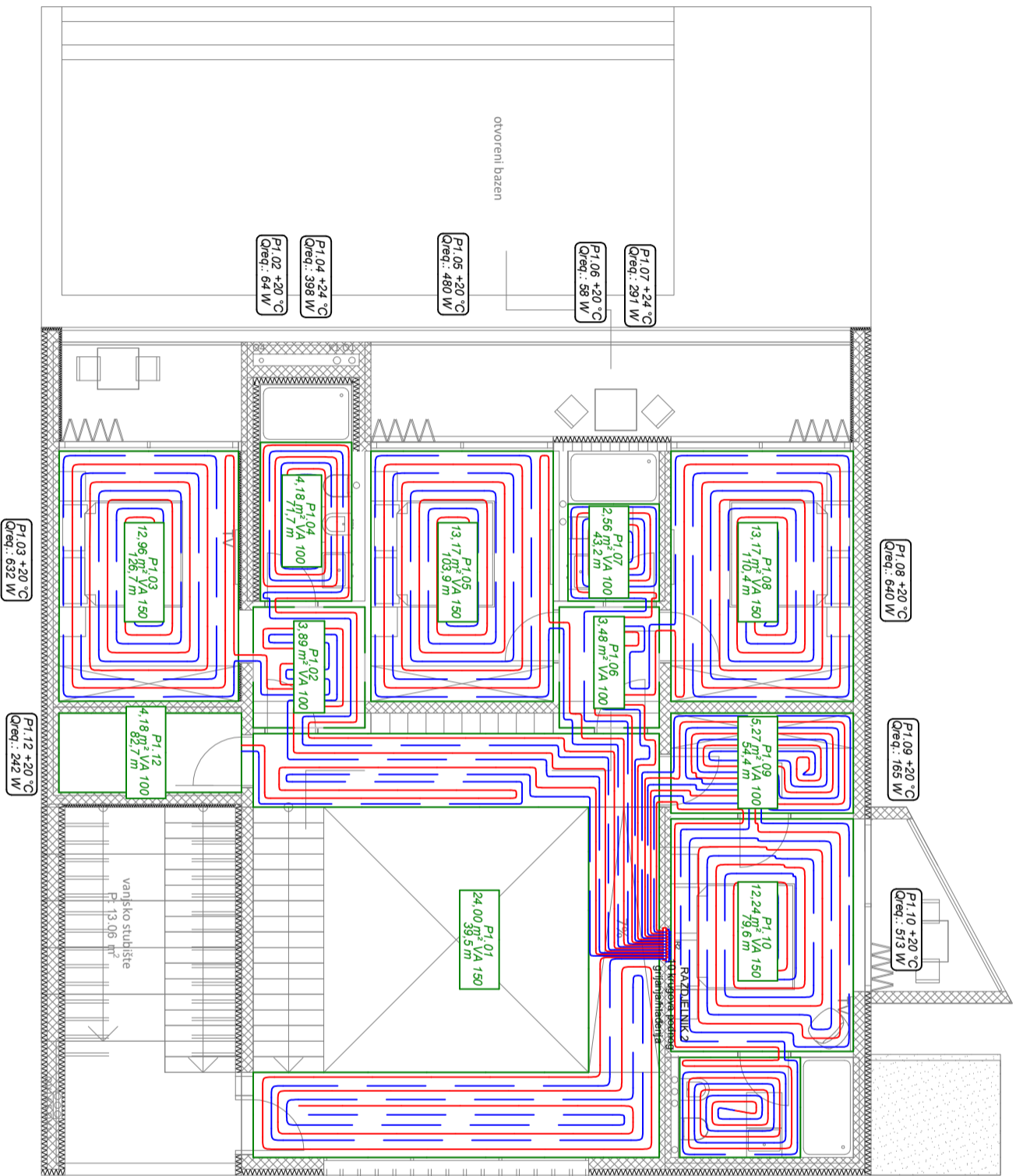
P0.02 +20 °C
Q_{req}: 48 W

P0.03 +20 °C
Q_{req}: 99 W

P0.04 +20 °C
Q_{req}: 156 W

| | | |
|---|----------------|----------------|
| Objekt: | Mjerto: M1:100 | |
| Tloct prizemlja - Podno grijanje i hlađenje | List broji: 4 | |
| Projektitrao | Datum | Ime i prezime |
| Razradio | | Marija Mikiška |
| Crtao | | Marija Mikiška |
| Pregledao | | |





UPONOR

Standard 82
Type: Ujuxtopl Vario S rounded fin
h = 38.0 (T)
p = 318.0 (T)
d = 10.0 (T)
d_{ext} = 23.23 (T)
d_{int} = 23.23 (T)

| No. | To | From | Unit | L | A | VA | G | Start (S) | End (S) |
|----------|-----|-------|------|-------|------|-----|-------|-----------|---------|
| P1.11 | 100 | 315 | 100 | 54.8 | 3.5 | 100 | 7.4 | 0.26 | 0.26 |
| P1.10 | 100 | 432 | 100 | 54.4 | 5.3 | 100 | 51.6 | 0.22 | 0.22 |
| 4 P1.08 | 100 | 110.4 | 100 | 169.4 | 13.2 | 100 | 125.7 | 1.32 | 1.32 |
| 5 P1.07 | 100 | 43.2 | 2.5 | 103.9 | 13.2 | 100 | 54.6 | 0.25 | 0.25 |
| 6 P1.05 | 100 | 103.9 | 100 | 103.9 | 13.2 | 100 | 80.7 | 0.07 | 0.07 |
| P1.04 | 100 | 43.2 | 100 | 79.7 | 4.2 | 100 | 34.1 | 0.14 | 0.14 |
| 8 P1.12 | 100 | 82.7 | 100 | 82.7 | 4.2 | 100 | 123.8 | 1.29 | 1.29 |
| 10 P1.01 | 100 | 39.5 | 100 | 38.5 | 24.0 | 100 | 47.1 | 0.19 | 0.19 |

P1.01 +20 °C
Qreq.: 1162 W

P1.11 +24 °C
Qreq.: 360 W

P1.11
348.88 m² VA 100

| | | |
|-------------|--|--------|
| Objekt: | Tloctrt kata - Podno grijanje i hlađenje | |
| Mjerilo: | M1:100 | |
| List broji: | 5 | |
| Datum | Ime i prezime | Polpis |
| Projektirao | Marija Mikloška | |
| Razradio | Marija Mikloška | |
| Crtao | Marija Mikloška | |
| Pregledao | | |



1 2 3 4 5 6 7 8

A

B

C

D

E

F

