

Projekt sustava grijanja obiteljske kuće

Perković, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*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:235:235137>

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

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

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Matija Perković

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Igor Balen

Student:

Matija Perković

Zagreb, 2023.

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

Zahvaljujem se mentoru, prof. dr. sc. Igoru Balenu na kontinuiranoj pomoći i savjetima koji su bili od velikog značaja i olakšali izradu ovog rada.

Matija Perković



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite



Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:

Procesno-energetski, konstrukcijski, inženjersko modeliranje i računalne simulacije i brodostrojarski

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Sveučilište u Zagrebu | |
| Fakultet strojarstva i brodogradnje | |
| Datum | Prilog |
| Klasa: 602 - 04 / 23 - 6 / 1 | |
| Ur.broj: 15 - 1703 - 23 - | |

ZAVRŠNI ZADATAK

Student:

Matija Perković

JMBAG: **0035219516**

Naslov rada na hrvatskom jeziku:

Projekt sustava grijanja obiteljske kuće

Naslov rada na engleskom jeziku:

Design of heating system for the single residence

Opis zadatka:

Potrebno je proračunati i projektirati sustav grijanja za potrebe obiteljske kuće smještene na području grada Županje, korisne površine 400 m² na 2 etaže (Pr+1K), prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. U prizemlju kuće nalazi se poslovni prostor korisne površine 50 m². Za kuću predviđjeti sustav podnog i zidnog grijanja. Instalacija niskotemperaturnog grijanja koristi se s temperaturnim režimom tople vode 35/30°C. Kao izvor topline za grijanje predviđjeti dizalicu topline zrak-voda. Potrebno je riješiti pripremu potrošne tople vode u izvedbi akumulacijskog sustava.

Na raspolaganju su energetski izvori:

- elektro-prikљučak 220/380V; 50Hz
- vodovodni priključak tlaka 5 bar

Rad treba sadržavati:

- pregled sustava grijanja obiteljskih kuća s osnovnim shemama,
- toplinski bilancu za zimsko 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 je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

30. 11. 2022.

Datum predaje rada:

1. rok: 20. 2. 2023.
2. rok (izvanredni): 10. 7. 2023.
3. rok: 18. 9. 2023.

Predviđeni datum obrane:

1. rok: 27. 2. – 3. 3. 2023.
2. rok (izvanredni): 14. 7. 2023.
3. rok: 25. 9. – 29. 9. 2023.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Igor Balen

Predsjednik Povjerenstva:

V Soldo

Prof. dr. sc. Vladimir Soldo

SAŽETAK

Projektiran je sustav toplovodnog grijanja kuće na području grada Županje, korisne površine 252 m² na dvije etaže (prizemlje i prvi kat). Kuća se sastoji od stambenog i poslovnog dijela s odvojenim sustavima grijanja. U dijelu prizemlja nalazi se poslovni prostor, dok dio stambene namjene uključuje ostale prostore u prizemlju i prvi kat. Grijanje oba sustava izvedeno je pomoću dizalica topline zrak/voda proizvođača Viessmann. Dizalica topline poslovnog prostora Viessmann Vitocal 111-s, tip AWBT-M 111.A12 na projektnoj vanjskoj temperaturi -15°C i pri polaznoj temperaturi ogrjevne vode 45°C postiže toplinski učin 6 kW. Dizalica topline stambenog prostora Viessmann Vitocal 222-s, tip AWBT-M-E 221.C16 pri istim uvjetima postiže toplinski učin 9,2 kW. Prilikom rada u vršnim opterećenjima, stambenom sustavu grijanja potreban je električni protočni grijач toplinskog učina 6 kW. Oba sustava grijanja sadrže zasebne međuspremnike ogrjevne vode Viessmann Vitocell 100-E/-W zapremnine 200 litara. Pomoću razdjelnika grijanja svaki sustav podijeljen je na dvije grupe: na regulacijsku grupu podnog grijanja temperaturnog režima rada 35/30°C i na regulacijsku grupu ventilokonvektora zajedno s kupaonskim cijevnim grijaćima temperaturnog režima rada 45/40°C. Cjevovodi podnog grijanja izrađeni su od materijala PE-X, dok su ostali cjevovodi u sustavu od bakra. Priprema potrošne tople vode vrši se u akumulacijskim spremnicima integriranim u unutarnjim jedinicama dizalica topline. Spremnik potrošne tople vode stambenog prostora ima zapremninu 220 litara dok spremnik za poslovni prostor ima zapremninu 210 litara. Regulacijske grupe podnog grijanja balansirane su pomoću automatskih balans ventila Danfoss ASV-P i pripadajućeg zapornog ventila ASV-M, dok su ventilokonvektori hidraulički balansirani pomoću Danfoss AB-QM 4.0 tlačno neovisnih balansirajućih i regulacijskih ventila.

SADRŽAJ

| | |
|--|-----|
| POPIS SLIKA | I |
| POPIS TABLICA | II |
| POPIS OZNAKA | III |
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Projektni parametri sustava | 1 |
| 1.2. Ogrjevna tijela | 2 |
| 1.3. Dizalice topline | 5 |
| 2. PRORAČUN PROJEKTNOG TOPLINSKOG OPTEREĆENJA | 9 |
| 2.1. Opis kuće | 9 |
| 2.2. Građevni elementi | 10 |
| 2.3. Proračun toplinskog opterećenja i zadavanje proračunskih parametara | 11 |
| 3. DIMENZIONIRANJE OPREME SUSTAVA GRIJANJA | 16 |
| 3.1. Podno grijanje | 16 |
| 3.2. Razdjelnici podnog grijanja | 19 |
| 3.3. Ventilokonvektori | 21 |
| 3.4. Kupaonski cijevni grijaci | 23 |
| 3.5. Dizalica topline poslovnog prostora | 23 |
| 3.6. Dizalica topline stambenog prostora | 25 |
| 3.7. Međuspremnik ogrjevne vode | 28 |
| 3.8. Cijevni razvod i odabir cirkulacijske pumpe poslovnog prostora | 29 |
| 3.9. Cijevni razvod i odabir cirkulacijske pumpe stambenog prostora | 34 |
| 3.10. Ekspanzijska posuda poslovnog prostora | 36 |
| 3.11. Ekspanzijska posuda stambenog prostora | 38 |
| 3.12. Priprema potrošne tople vode | 39 |
| 3.13. Regulacija sustava grijanja | 42 |
| 4. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA | 45 |
| 4.1. Sustav grijanja stambenog prostora | 45 |
| 4.2. Sustav grijanja poslovnog prostora | 46 |
| 4.3. Regulacija sustava | 46 |
| 4.4. Sustav pripreme potrošne tople vode | 47 |
| 5. ZAKLJUČAK | 48 |

| | |
|--|----|
| LITERATURA | 49 |
| Prilog A - Toplinsko opterećenje grijanja prema HRN EN 12831 | 50 |
| Prilog B – Dimenzioniranje sustava podnog grijanja | 61 |
| Prilog C – Podno grijanje po razdjelnicima | 65 |
| Prilog D – Funkcionalna shema spajanja sustava stambenog prostora..... | 68 |
| Prilog E – Tehnički crteži dispozicije opreme | 69 |

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Zona boravka [1]..... | 1 |
| Slika 2. Razdioba temperature po visini prostorije [1] | 3 |
| Slika 3. Petlje cijevi podnog grijanja [5] | 4 |
| Slika 4. Ventilokonvektor [6] | 4 |
| Slika 5. Cijevni grijač [7]..... | 5 |
| Slika 6. Proces dizalice topline [8] | 6 |
| Slika 7. Dizalica topline u split izvedbi s integriranim spremnikom PTV-a [9]..... | 7 |
| Slika 8. Dizalica topline u monoblok izvedbi sa spremnikom PTV-a [10] | 8 |
| Slika 9. Situacija kuće [11] | 9 |
| Slika 10. Ulično pročelje kuće [11] | 9 |
| Slika 11. Bočno pročelje kuće [11]..... | 10 |
| Slika 12. Rehau Noppen stiropor [13] | 16 |
| Slika 13. Rehau Rautherm $\phi 17 \times 2$ [13]..... | 17 |
| Slika 14. Način ugradnje podnog grijanja [15] | 18 |
| Slika 15. Podna petlja i priključne cijevi | 18 |
| Slika 16. Razdjelnik Rehau HKV-D [13] | 19 |
| Slika 17. Razdjelnici ormarić Rehau UP [13]..... | 21 |
| Slika 18. Ariston Nimbus aquaslim FS [6] | 21 |
| Slika 19. Specifikacije venitokonvektora Ariston Nimbus aquaslim FS [6] | 22 |
| Slika 20. Vogel & Noot Della [7] | 23 |
| Slika 21. Viessmann Vitocal 111-s [16] | 24 |
| Slika 22. Dijagram učina vanjske jedinice 111.A12, 230V [16] | 25 |
| Slika 23. Viessmann Vitocal 222-s [17] | 26 |
| Slika 24. Dijagram učina vanjske jedinice 221.C16, 230V za različite temperature polaza [17] | 27 |
| Slika 25. Viessmann Vitocell 100-E/-W [18] | 28 |
| Slika 26. Shematski prikaz presjeka i priključaka međuspremnika ogrjevne vode [18] | 29 |
| Slika 27. Viessmann Divicon cirkulacijski pumpni set [16]..... | 31 |
| Slika 28. Viessmann razdjelnik [16] | 32 |
| Slika 29. Otpor Viessmann razdjelnika [16]..... | 32 |
| Slika 30. Karakteristika pumpe Wilo Yonos PARA 25/6 [16] | 33 |
| Slika 31. Karakteristika pumpe Wilo Yonos PARA 25/8 [17] | 35 |
| Slika 32. Ekspanzijska posuda Elbi ERP 385/8 [19] | 37 |
| Slika 33. Ekspanzijska posuda Elbi ERP 385/12 [19] | 39 |
| Slika 34. Unutarnja jedinica dizalice topline Vitocal 222-s [17]..... | 41 |
| Slika 35. Kontroler Smatrix Wave Pulse X-265 [20] | 42 |
| Slika 36. Sobni termostat Smatrix Wave T-166 [20]..... | 42 |
| Slika 37. Komunikacijski modul Uponor Smatrix Wave Pulse Com R-208 [20] | 43 |
| Slika 38. Antena Uponor Smatrix Wave Pulse A-265 [20] | 43 |
| Slika 39. Modul za proširenje Smatrix Wave Pulse M-262 [20]..... | 44 |
| Slika 40. Relejni modul Smatrix Wave M-161 [20] | 44 |

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Unutarnja projektna temperatura grijanih prostorija..... | 2 |
| Tablica 2. Koeficijenti prolaska topline..... | 10 |
| Tablica 3. Projektne temperature prostorija..... | 13 |
| Tablica 4. Minimalan broj izmjena zraka prostorije | 13 |
| Tablica 5. Proračun toplinskog opterećenja prostorije P1 Ulaz u software-u IntegraCAD | 14 |
| Tablica 6. Rezultati proračuna toplinskih gubitaka | 15 |
| Tablica 7. Podno grijanje po razdjelnicima | 20 |
| Tablica 8. Instalirani ventilokonvektori..... | 22 |
| Tablica 9. Instalirani cijevni grijajući [7]..... | 23 |
| Tablica 10. Proračun cjevovoda ventilokonvektora poslovnog prostora | 30 |
| Tablica 11. Određivanje kritičnog pada tlaka grupe ventilokonvektora poslovnog prostora | 30 |
| Tablica 12. Određivanje kritičnog pada tlaka grupe podnog grijanja poslovnog prostora..... | 30 |
| Tablica 13. Odabir Divicon cirkulacijskog pumpnog seta poslovnog prostora..... | 31 |
| Tablica 14. Konačni padovi tlaka i projektne radne točke pumpi poslovnog prostora..... | 33 |
| Tablica 15. Odabir Divicon cirkulacijskog pumpnog seta stambenog prostora | 34 |
| Tablica 16. Konačni padovi tlaka i projektne radne točke pumpi stambenog prostora | 35 |
| Tablica 17. Ukupni volumen vode u instalaciji poslovnog prostora | 36 |
| Tablica 18. Ukupni volumen vode u instalaciji stambenog prostora..... | 38 |

POPIS OZNAKA

| OZNAKA | JEDINICA | OPIS |
|-------------------------|----------|--|
| ϑ_U | °C | temperatura prostorije |
| $\varepsilon_{gr}(COP)$ | / | faktor grijanja |
| Φ_{KOND} | W | toplinski učin kondenzatora |
| P_{KOMP} | W | električna snaga kompresora |
| k | W/(m²K) | koeficijent prolaza topline |
| U_k | W/(m²K) | koeficijent prolaza topline |
| R_a | (m²K)/W | vanjski plošni otpor |
| R_i | (m²K)/W | unutarnji plošni otpor |
| Φ_i | W | projektni toplinski gubici |
| $\Phi_{T,i}$ | W | projektni transmisijski gubici topline |
| $\Phi_{V,i}$ | W | projektni ventilacijski gubici topline |
| $\Phi_{RH,i}$ | W | dodatan učin za ponovo zagrijavanje |
| $H_{T,ie}$ | W/K | koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu |
| $\vartheta_{int,i}$ | °C | unutarnja projektna temperatura |
| ϑ_e | °C | vanjska projektna temperatura |
| A_k | m² | površina plohe |
| e_k, e_l | / | korekcijski faktori klimatskih utjecaja |
| ψ_l | W/(mK) | linijski koeficijent prolaza topline linijskog toplinskog mosta |
| l_l | m | duljina linijskog toplinskog mosta |
| V_i | m³/h | volumni protok zraka u grijani prostor |
| $V_{inf,i}$ | m³/h | maksimalni protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore |
| $V_{min,i}$ | m³/h | minimalni higijenski protok zraka |
| n_{min} | 1/h | minimalan broj izmjena zraka |

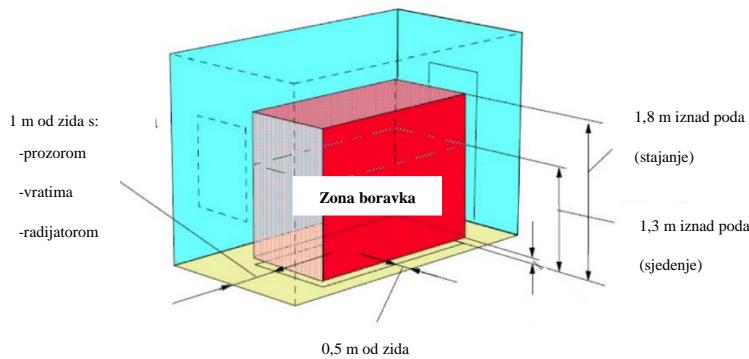
| | | |
|-----------------|-----------------------|---|
| V_i | m^3 | volumen prostorije |
| e_i | / | koeficijent zaštićenosti |
| ε_i | / | korekcijski faktor za visinu |
| t_u | $^\circ\text{C}$ | temperatura prostorije |
| f_{RH} | W/m^2 | korekcijski faktor ovisan o vremenu zagrijavanja i pretpostavljenom padu temperature za vrijeme prekida |
| G_w | / | korekcijski faktor za utjecaj podzemne vode |
| T | m | dubina podzemne vode |
| f_{g1} | / | korekcijski faktor za utjecaj godišnje oscilacije vanjske temperature |
| f_{vi} | / | temperaturni reduksijski faktor |
| Qn | W | toplinsko opterećenje |
| PhiT | W | transmisijski toplinski gubici |
| PhiV | W | ventilacijski toplinski gubici |
| FCCOP | / | koeficijent učinkovitosti ventilkonvektora |
| Φ | W | toplinski učin |
| Φ_{DT} | W | toplinski učin dizalice topline |
| L | m | duljina dionice cjevovoda |
| DN | mm | nazivni promjer cjevovoda |
| d_u | mm | unutarnji promjer cjevovoda |
| v | m/s | brzina strujanja vode |
| Re | / | Reynoldsov broj |
| R | Pa/m | linijski pad tlaka izražen po jedinici duljine |
| λ | / | faktor trenja |
| ξ | / | koeficijent lokalnog otpora |
| Z | Pa | lokalni pad tlaka dionice cjevovoda |
| Δp | Pa | pad tlaka |
| Δp_{RN} | Pa | pad tlaka razdjelnog nosača |
| Δp_D | Pa | pad tlaka Divicon cirkulacijskog pumpnog seta |
| $V_{n,min}$ | l | minimalan volumen ekspanzijske posude |

| | | |
|--------------|-------------|--|
| V_e | l | volumen širenja vode izazvan zagrijavanjem |
| V_V | l | dodatni volumen |
| p_e | bar | projektni krajnji tlak |
| p_0 | bar | primarni tlak |
| p_{sv} | bar | tlak otvaranja sigurnosnog ventila |
| Φ_m | W | maksimalan toplinski tok za zagrijavanje vode |
| φ | / | faktor istovremenosti |
| n | / | broj kada u stanu |
| Φ_k | W | potreban toplinski učin izvora topline za zagrijavanje potrošne tople vode |
| z_A | h | vrijeme trajanja najveće potrošnje potrošne tople vode |
| z_B | h | vrijeme zagrijavanja potrošne tople vode do radne temperature |
| V_s | l | potrebna zapremnina spremnika potrošne tople vode |
| c | (kWh)/(kgK) | specifični toplinski kapacitet vode |
| Δt_s | °C | razlika najviše srednje i najniže dozvoljene temperature u spremnik |
| b | / | faktor mrtvog prostora ispod izmjenjivača |

1. UVOD

1.1. Projektni parametri sustava

Zona boravka predstavlja područje unutar prostora u kojem je projektant dužan postići projektne uvjete poput temperature i vlažnosti zraka. Definirana je kao prostor udaljen 1 metar od zidova s prozorom, vratima ili ogrjevnim tijelom, 0,5 metara od ostalih zidova i 1,8 metara od poda (Slika 1.).



Slika 1. Zona boravka [1]

Zadaća termotehničkog sustava je postići zadovoljavajuću razinu toplinske ugodnosti u prostoru. U toplovodnim sustavima grijanja, toplinska ugodnost se postiže ostvarivanjem zadanih vrijednosti projektnih parametara:

- unutarnje temperature grijanih prostora koja se određuje prema namjeni (Tablica 1.); u skladu sa zahtjevima korisnika prostorija, a navedena je u normi proračuna toplinskog opterećenja HRN EN 12831 [2]. Temperatura zraka u prostoriji kod toplovodnih sustava grijanja služi kao parametar regulacije sustava te njezin odabir ima utjecaj na potrošnju energije sustava i na toplinsku ugodnost.

| Namjena prostorije | $\vartheta_u [^{\circ}\text{C}]$ |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Stambene zgrade | |
| Dnevna, spavaća soba, kuhinja, zahod | 20 |
| Kupaonica | 24 |
| Hodnici i pomoćne grijanje prostorije | 15 |
| Stubišta | 10 |

Tablica 1. Unutarnja projektna temperatura grijanih prostorija

- buke koju termotehnički sustav potencijalno proizvodi. Prilikom odabira opreme i dimenzioniranja sustava, u obzir treba uzeti zvučnu snagu. Najviše dopuštene razine buke regulirane su Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka. Razina buke u vanjskom prostoru zona namijenjenih stalnom stanovanju i/ili boravku ograničena je na 55 dB(A) danju i 40 dB(A) noću [3]. U sustavima grijanja ili hlađenja koji koriste dizalice topline kao izvore toplinske/rashladne energije, pozicioniranje vanjskih jedinica uređaja u okolišu može predstavljati ograničenje pri odabiru opreme. U uputama za projektiranje, proizvođač dizalice topline daje podatke o razini zvučne snage ili razini zvučnog tlaka uređaja.

1.2. Ogrjevna tijela

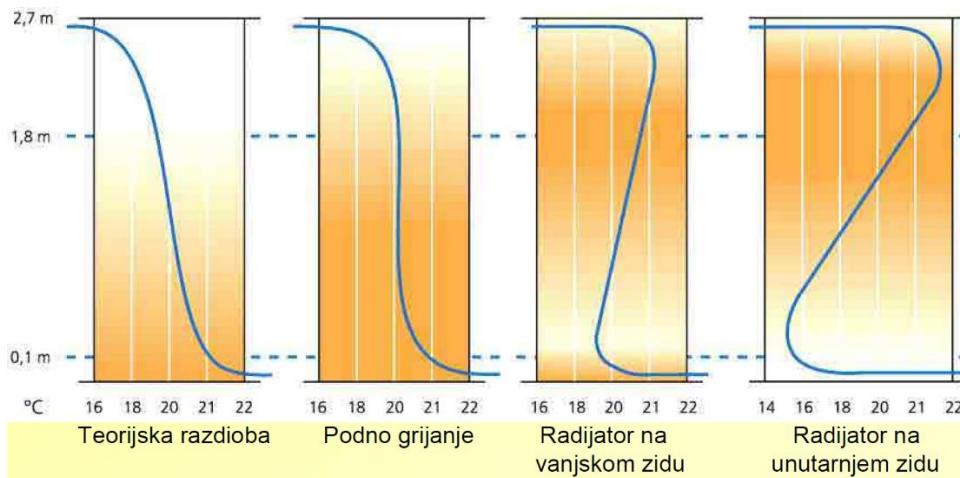
Svaki sustav grijanja mora predati toplinsku energiju namijenjenu za grijanje prostorije. Ogrjevno tijelo je izmjenjivač topline koji prenosi toplinu s ogrjevnog medija na zrak u prostoru.

Tipovi ogrjevnih tijela su [1]:

- člankasta ogrjevna tijela (člankasti radijatori)
- pločasta ogrjevna tijela (pločasti radijatori, ogrjevne ploče)
- konvektori
- cijevni grijaci (cijevni registri, kupaonski i kuhinjski grijaci)
- panelni grijaci (podni/stropni/zidni paneli)

Odabir ogrjevnog tijela utječe na izgled prostora, na investicijski trošak instalacije, na jednostavnost servisiranja kvarova te na toplinsku ugodnost.

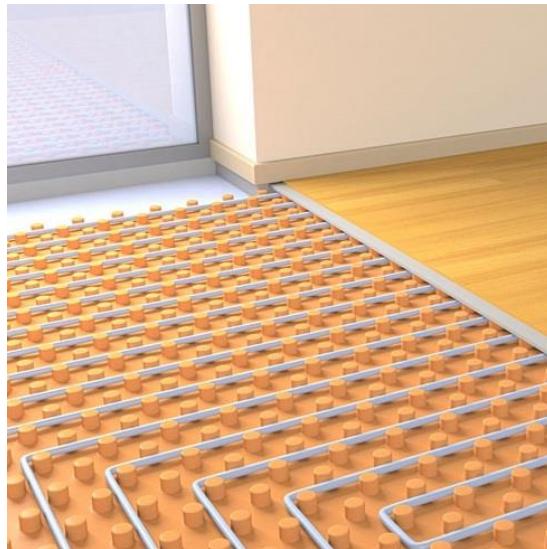
Razlika temperature između stopala i vrata osobe definirana je normom HRN EN 7730 [4] te iznosi maksimalnih 3°C. Odabir ogrjevnih tijela i njihova pozicija u prostoru imaju utjecaj na parametar razlike temperature po visini prostorije. U usporedbi s ostalim ogrjevnim tijelima, podno grijanje ima ujednačeniju raspodjelu temperature u prostoru (Slika 2.), što pogoduje toplinskoj ugodnosti. Sustavi koji koriste ogrjevna tijela poput radijatora ili ventilokonvektora imaju veću promjenu temperature po visini prostorije od podnog grijanja, međutim, ako se postave na vanjske zidove prostorije ta razlika temperature je i dalje unutar propisanih vrijednosti.



Slika 2. Razdioba temperature po visini prostorije [1]

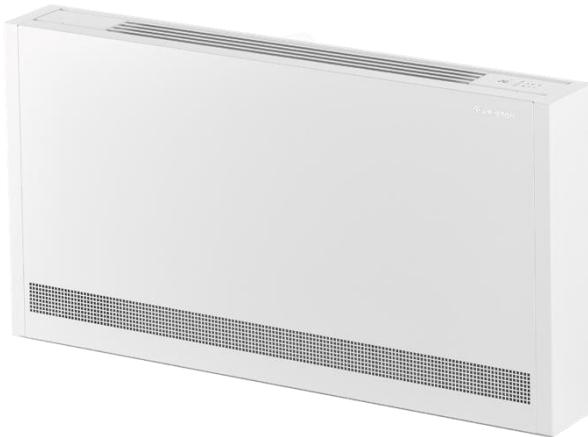
U ovom završnom radu koriste se:

- podno grijanje. Ogrjevno tijelo se sastoji od cijevi postavljenih ispod površine podne obloge (Slika 3.). Najčešći razlozi odabira su toplinska ugodnost i estetski dojam. U ovakvim sustavima primjenjuju se niže polazne temperature vode što pridonosi energetskoj učinkovitosti sustava. Neki od nedostataka sustava podnog grijanja su povećani investicijski troškovi, otežano servisiranje prilikom kvara i znatno veći zahtjevi kvalitete ovojnica zgrade ukoliko se planira kao samostalno ogrjevno tijelo.



Slika 3. Petlje cijevi podnog grijanja [5]

- konvektori, odnosno u današnjoj najpopularnijoj primjeni ventilokonvektori. Ventilokonvektor je uređaj s ugrađenim ventilatorom kojim se regulira toplinski učin uređaja. Prednosti ovih uređaja su male dimenzije i mali sadržaj vode koji pridonosi kratkom vremenu regulacije uređaja prilikom promjene učina. Nedostaci ovog ogrjevnog tijela su izgled (Slika 4.), otežano čišćenje i zvuk ventilatora.



Slika 4. Ventilokonvektor [6]

- cijevni grijači, odnosno kupaonske „ljestve“ (Slika 5.) namijenjene za grijanje prostora i za sušenje ručnika. Odlikuje ih jednostavna konstrukcija, niska cijena i mali ogrjevni učin.

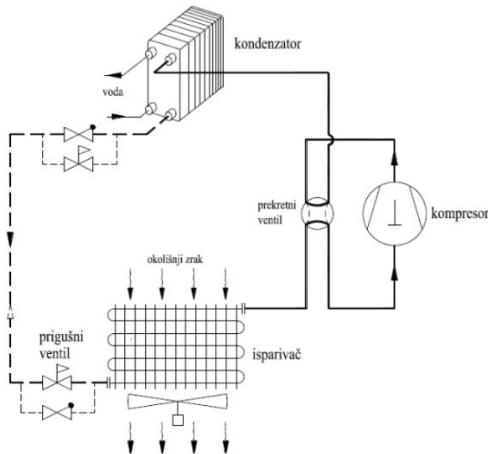


Slika 5. Cijevni grijač [7]

1.3. Dizalice topline

Dizalica topline/toplinska pumpa prikuplja toplinu od izvora na nižoj temperaturi i predaje je trošilu/ponoru na višoj temperaturi. Dizalice topline su uređaji s mogućnosti iskorištavanja topline kondenzacije, najčešće putem prekretanja procesa, čime se postiže da ista dizalica topline može grijati prostor. Da bi dizalica topline bila u mogućnosti prenosi toplinu potrebno je uložiti energiju. U većini slučajeva električnu energiju za pogon kompresora.

Sustav grijanja/hlađenja dizalicom topline sadrži osnovne komponente: kondenzator, prigušni ventil, isparivač, kompresor i prekretni ventil (Slika 6.). U završnom radu grijanja, isparivač se postavlja u vanjski okoliš kako bi se zrak koristio kao toplinski izvor sustava, dok se vodom hlađeni kondenzator nalazi unutar kuće i zagrijava vodu za grijanje i potrošnu toplu vodu.



Slika 6. Proces dizalice topline [8]

Dizalice topline predstavljaju moderan i učinkovit toplinski izvor koji se koristi i u malim stambenim sustavima grijanja/hlađenja kao centralni izvor topline. Svrstavaju se u obnovljive izvore energije, a električna energija koju koriste može biti proizvedena iz obnovljivih izvora poput vjetra ili solarnih panela. Kod grijanja dizalicama topline bitan je učinkovit rad uređaja na koji znatno utječe temperatura toplinskog izvora i ponora. Naime, ukoliko je temperatura toplinskog ponora konstantna (temperatura ogrjevne vode), najveći utjecaj na rad dizalice topline ima promjenjiva temperatura toplinskog izvora (okolišni zrak).

Faktor grijanja (1) je parametar procjene učinkovitosti rada dizalice topline:

$$\varepsilon_{gr}(COP) = \frac{\Phi_{KOND}}{P_{KOMP}} \quad (1)$$

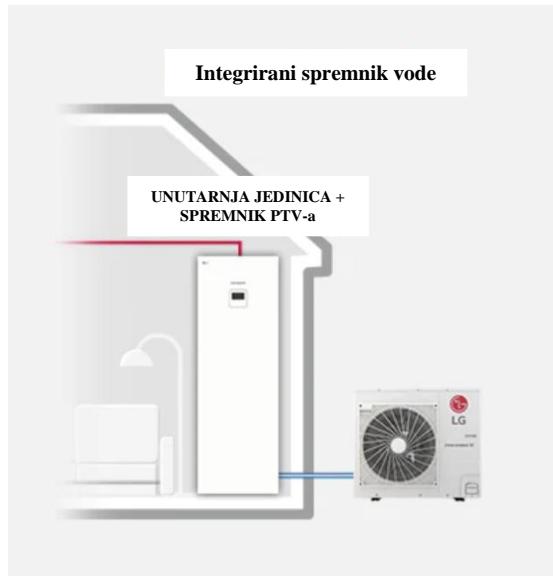
Φ_{KOND} – toplinski učin kondenzatora [W]

P_{KOMP} – električna snaga kompresora [W]

Tipičan raspon vrijednosti faktora grijanja je od 2 do 6. Pomoću te vrijednosti i snage kompresora dobiva se iznos toplinskog učina, odnosno, npr. ako je trenutačna snaga kompresora $P_{KOMP} = 1\text{ kW}$, a faktor grijanja $COP = 3$, dobiva se 3 kilovata toplinskog učina za grijanje ($\Phi_{KOND}=3\text{ kW}$).

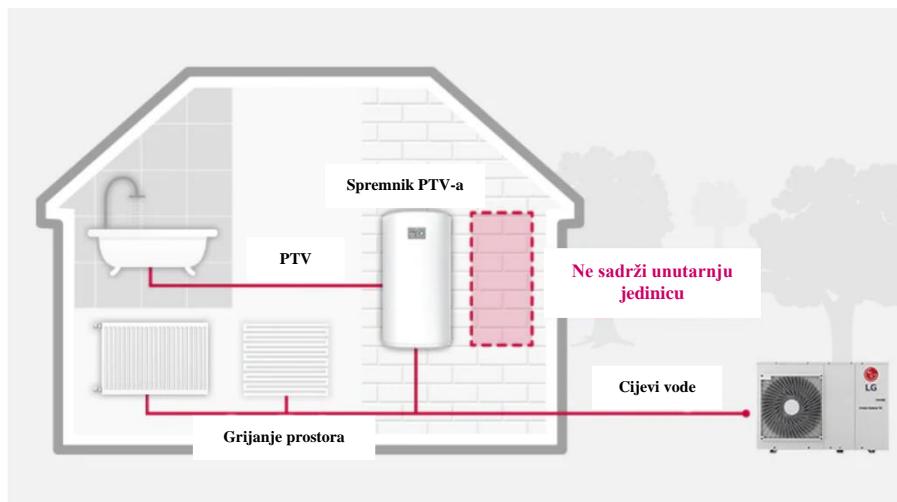
Dizalice topline dolaze u dvije tipične izvedbe:

- razdvojena izvedba (engl. split system) kod koje se kondenzator dizalice topline nalazi u unutarnjem prostoru zajedno s ostalim komponentama uređaja: pumpom, ekspanzijskom posudom, regulacijskim uređajem itd. Ovakve dizalice topline dolaze s integriranim spremnikom potrošne tople vode ili bez njega. U sustavima bez akumulacijskih spremnika potrošne tople vode (PTV-a) unutarnja jedinica (engl. Hydro box) se stavlja na zid i ne zauzima znatan prostor. Nedostatak razdvojene izvedbe je prostor potreban za unutarnju jedinicu s integriranim spremnikom PTV-a (Slika 7.).



Slika 7. Dizalica topline u split izvedbi s integriranim spremnikom PTV-a [9]

- Monoblok izvedba sastoji se od jednog uređaja koji u sebi sadrži sve komponente dizalice topline, a kroz vanjski zid prolaze polazne i povratne cijevi ogrjevne vode. Prednost ovog sustava je ušteda unutarnjeg prostora jer nema unutarnju jedinicu, ali je zato vanjska jedinica ovog uređaja veća. Ukoliko sustav pripreme potrošne tople vode sadrži spremnik PTV-a, taj spremnik nije dio unutarnje jedinice kao kod razdvojene izvedbe i može se smjestiti dalje od dizalice topline na proizvoljnu poziciju (Slika 8.).

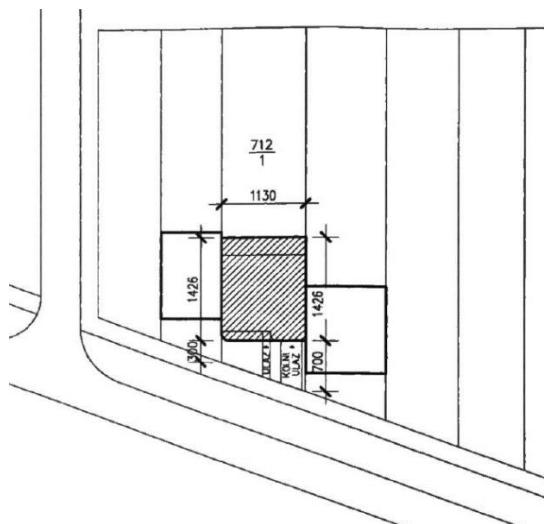


Slika 8. Dizalica topline u monoblok izvedbi sa spremnikom PTV-a [10]

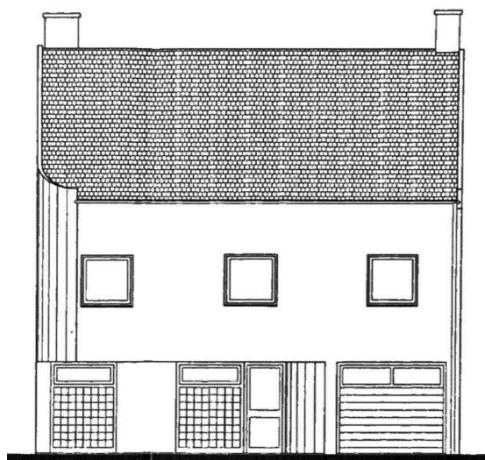
2. PRORAČUN PROJEKTNOG TOPLINSKOG OPTEREĆENJA

2.1. Opis kuće

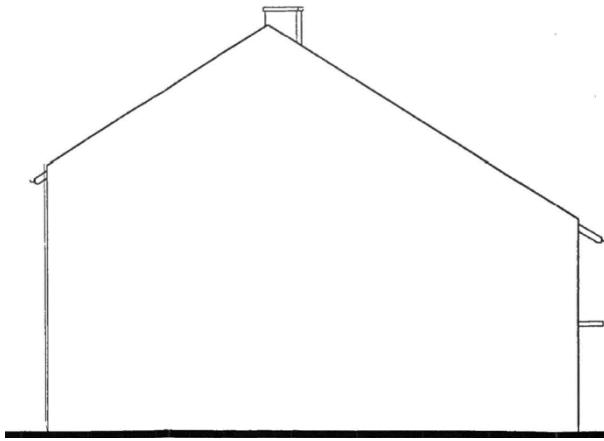
Kuća se nalazi u gradu Županji te je smještena u nizu kuća (Slika 9.). Sastoje se od prizemlja, prvog kata i tavanskog prostora ukupne površine 445 m^2 . Prizemlje je podijeljeno na poslovni prostor namijenjen za liječničku ordinaciju i na stambeni prostor, dok je ostatak kuće isključivo stambene namjene. Pročelja kuće prikazana su na Slikama 10. i 11.



Slika 9. Situacija kuće [11]



Slika 10. Ulično pročelje kuće [11]



Slika 11. Bočno pročelje kuće [11]

2.2. Građevni elementi

Za proračun toplinskog opterećenja potrebni su koeficijenti prolaska topline građevnih elemenata ovojnice kuće. U arhitektonskom projektu određeni su svi potrebni koeficijenti prolaska topline (oznake k ili U_k) (Tablica 2.). Uspoređivanjem koeficijenata prolaska topline s današnjim standardima gradnje navedenima u Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama [12], očito je da su koeficijenti prolaska topline kuće veći. Visok iznos koeficijenata prolaska topline može se povezati s godinom izgradnje (2000. god.) kada su zahtjevi toplinske zaštite prilikom gradnje bili niži.

| Koeficijenti prolaza topline | | | | |
|---------------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Oznaka | Vrsta | Ra (m ² K/W) | Ri (m ² K/W) | k (W/m ² K) |
| Pregradni zid 12cm | Unutarnji zid | 0,13 | 0,13 | 1,980 |
| Z-1 | Vanjski zid | 0,04 | 0,13 | 0,434 |
| Z-2 | Vanjski zid | 0,04 | 0,13 | 0,500 |
| PTA-1 | Strop | 0,13 | 0,13 | 0,361 |
| ST-1 | Strop | 0,13 | 0,13 | 0,294 |
| PT-1 | Pod prema tlu | 0,04 | 0,17 | 0,540 |
| PK-3 | Pod prema tlu | 0,04 | 0,17 | 0,397 |
| PK-1 | Strop | 0,13 | 0,13 | 0,858 |
| PT-2 | Pod prema tlu | 0,04 | 0,17 | 0,540 |
| PT-3 | Pod prema tlu | 0,04 | 0,17 | 0,493 |
| PK-2 | Strop | 0,13 | 0,13 | 0,777 |
| Zid od šupljie staklene opeke 3 | Vanjski zid | 0,04 | 0,13 | 3,500 |
| Pregradni nosivi zid 25cm | Unutarnji zid | 0,13 | 0,13 | 1,253 |
| Unutarnja vrata | Vrata | 0,00 | 0,00 | 2,000 |
| Pozicija 1 | Vrata | 0,00 | 0,00 | 3,500 |
| Pozicija 3 | Vrata | 0,00 | 0,00 | 2,000 |
| Pozicija 2 i 4 | Prozor | 0,00 | 0,00 | 3,500 |
| Pozicija 5 | Vrata | 0,00 | 0,00 | 4,000 |
| Pozicija 6 | Vrata | 0,00 | 0,00 | 3,000 |
| Prozori | Prozor | 0,00 | 0,00 | 3,000 |

Tablica 2. Koeficijenti prolaska topline

2.3. Proračun toplinskog opterećenja i zadavanje proračunskih parametara

Proračun toplinskog opterećenja vrši se prema normi HRN EN 12831 [2] koja definira projektne toplinske gubitke jedne prostorije kao:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad [W] \quad (2)$$

$\Phi_{T,i}$ – projektni transmisijski gubici topline prostorije [W]

$\Phi_{V,i}$ – projektni ventilacijski gubici topline prostorije [W]

$\Phi_{RH,i}$ – dodatan učin za ponovo zagrijavanje prostora [W]

Projektni transmisijski gubici nastaju prolaskom topline kroz građevni element prema okolišu, prostoru grijanom na nižu temperaturu, negrijanom prostoru i prema tlu. Transmisijski gubitak prema vanjskom okolišu definira se kao:

$$\Phi_{T,i} = H_{T,ie} * (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad [W] \quad (3)$$

$H_{T,ie}$ – koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu $\left[\frac{W}{K}\right]$

$\vartheta_{int,i}$ – unutarnja projektna temperatura grijanog prostora [$^{\circ}\text{C}$]

ϑ_e – vanjska projektna temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

Koeficijent $H_{T,ie}$ računa se prema izrazu:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k U_k e_k + \sum_l \psi_l l_l e_l \quad \left[\frac{W}{K}\right] \quad (4)$$

A_k – površina plohe k (zid, strop, pod...) kroz koju prolazi toplina [m^2]

e_k, e_l – korekcijski faktori klimatskih utjecaja

U_k – koeficijent prolaska topline građevnog elementa k [W/m^2K]

l_l – duljina linijskog toplinskog mosta između prostora i vanjskog okoliša [m]

ψ_l – linijski koeficijent prolaza topline linijskog toplinskog mosta l [W/m^2K]

Ventilacijski gubici uslijed infiltracije računaju se prema izrazima:

$$\Phi_{V,i} = 0,34 V_i (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad [W] \quad (5)$$

V_i – protok zraka u grijani prostor $[\frac{m^3}{h}]$

$\vartheta_{int,i}$ – unutarnja projektna temperatura grijanog prostora $[^\circ C]$

ϑ_e – vanjska projektna temperatura $[^\circ C]$

Za iznos volumnog protoka zraka koji ulazi u prostoriju bez sustava mehaničke ventilacije (6) odabire se veća vrijednost dobivena izrazom (7) ili (8) :

$$V_i = \max (V_{inf,i}, V_{min,i}) \quad [\frac{m^3}{h}] \quad (6)$$

$V_{inf,i}$ – maksimalni protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore $[\frac{m^3}{h}]$

$V_{min,i}$ – minimalni higijenski protok zraka $[\frac{m^3}{h}]$

Minimalni higijenski protok zraka računa se prema izrazu:

$$V_{min,i} = n_{min} V_i \quad [\frac{m^3}{h}] \quad (7)$$

V_i – volumen prostorije izračunat prema unutarnjim dimenzijama $[m^3]$

n_{min} – minimalan broj izmjena zraka $[h^{-1}]$

Protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore računa se prema izrazu:

$$V_{inf,i} = 2 V_i n_{50} e_i \varepsilon_i \quad [\frac{m^3}{h}] \quad (8)$$

V_i – volumen prostorije izračunat prema unutarnjim dimenzijama $[m^3]$

n_{50} – broj izmjena zraka u prostoriji pri razlici tlaka $50Pa$ $[h^{-1}]$

e_i – koeficijent zaštićenosti

ε_i – korekcijski faktor za visinu

$n_{50}, e_i, \varepsilon_i$ su tablične vrijednosti iz norme.

Za proračun toplinskog opterećenja potrebno je zadati:

- temperature prostorija (Tablica 3.):

| Kat prostorije | Oznaka prostorije | Prostorija | tu (°C) |
|----------------|-------------------|----------------|------------|
| K1 | P1 | Ulaz | 15 |
| K1 | P4 | Ordinacija | 22 |
| K1 | P8 | Utilitu | 15 |
| K1 | P9 | Garaža | 5 |
| K1 | P10 | Ostava | 5 |
| K2 | P6 | Garderoba | 19 |
| K2 | P9 | Kupaona | 22 |
| K2 | P10 | Sanitarni čvor | 22 |
| K3 | T | Tavan | -10 |
| - | Ostale prostorije | - | 20 |

Tablica 3. Projektne temperature prostorija

- minimalni broj izmjena zraka prostorija u slučaju prirodne ventilacije (Tablica 4.):

| Prostorija | $n_{\min} [h^{-1}]$ |
|------------|---------------------|
| Kupaone | 1,5 |
| WC | 1,5 |
| Kuhinja | 1,5 |
| Ostalo | 0,5 |

Tablica 4. Minimalan broj izmjena zraka prostorije

Proračun toplinskog opterećenja svake prostorije vrši se u programu IntegraCAD zadavanjem dimenzija, unutarnje temperature, broja izmjena zraka prostorije i unošenjem podatka potrebnih za izračun transmisijskih gubitaka kao i toplinskih mostova (Tablica 5).

| Toplinski gubici | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|-------|----------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|------|------|-------|-------|------|-----------------|------|------|------|------|-------|-------------|-------------|
| Prizemlje | | Prostorija: | | P1 Ulaz | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Duljina (m) | | | 3,25 | T (m) | | 5,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Širina (m) | | | 1,77 | Gw | | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | | 5,75 | f g1 | | 1,45 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | | 2,60 | Broj otvora | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | | 14,96 | e i | | 0,02 | | | | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | | 37,61 | f vi | | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | | 0,00 | V ex (m ³ /h) | | 0,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | | 15 | V su (m ³ /h) | | 0,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | | - 14 | 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/S (m) | A (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) |
| Pozicija 1 | okolici | J | 1 | 1,10 | 2,30 | 2,53 - | 2,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,500 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,855 | 256 |
| Pozicija 2 | okolici | J | 1 | 1,90 | 2,30 | 4,37 - | 4,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,500 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 15,30 | 443 |
| Z-1 | okolici | J | 1 | 3,25 | 2,90 | 9,43 + | 2,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,088 | 31 |
| Pregradni nosivi zid 25cm negrijanoj prostoriji | I | 1 | 1,77 | 2,90 | 5,13 + | 5,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,211 | 64 | |
| PT-1 | zemlj (pod) | hor. | 1 | 3,25 | 1,77 | 5,75 + | 5,75 | 3,25 | 3,54 | 0,00 | 0,540 | 0,31 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,52 | 0,00 | 1,337 | 38 |
| TM Poz 1 ispod | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,140 | 4 |
| TM Poz 1 iznad | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,130 | 3 |
| TM Poz 1 bočno | okolici (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,560 | 16 |
| TM Poz 2 ispod | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,280 | 8 |
| TM Poz 2 bočno | okolici (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 0,460 | 13 |
| TM Poz 2 iznad | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,280 | 8 |
| TM spoj zid pod | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,387 | 11 |
| TM spoj zid strop | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,387 | 11 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | 4 | Phi T,i (W) | | 910 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | 7 | Phi V,i (W) | | 74 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | 0 | Phi V,mech (W) | | 41 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | 0 | Phi (W) | | 984 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | 0 | Phi/A (W/m ²) | | 171 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | 65 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tablica 5. Proračun toplinskog opterećenja prostorije P1 Ulaz u software-u IntegraCAD

Nakon proračuna toplinskog opterećenja svih prostorija kuće iz programa se preuzima skupni prikaz, odnosno toplinska bilanca kuće (Tablica 6.) u kojoj se nalazi toplinsko opterećenje pojedine prostorije potrebno za dimenzioniranje ogrjevnih tijela kao i za odabir izvora topline.

| Toplinska bilanca | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|------------|--------------|--------------|-------------|
| Prizemlje | | | | | | |
| P | Prostorija | A (m ²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) |
| P1 | Ulaz | 5 | 15 | 984 | 910 | 74 |
| P2 | Čekaonica | 18 | 20 | 1538 | 1069 | 282 |
| P3 | Sestra | 14 | 20 | 876 | 651 | 225 |
| P4 | Ordinacija | 15 | 22 | 953 | 700 | 253 |
| P5 | WC | 4 | 20 | 133 | 0 | 133 |
| P6 | Sanit.- garderob.čvor | 4 | 20 | 382 | 167 | 215 |
| P7 | Hodnik-stubište | 15 | 20 | 670 | 438 | 232 |
| P8 | Utilitu | 20 | 15 | 1360 | 1095 | 265 |
| Ukupno: | | | | 6896 | 5030 | 1679 |
| 1. KAT | | | | | | |
| P | Prostorija | A (m ²) | tu (°C) | Qn (W) | PhiT (W) | PhiV (W) |
| P1 | Hodnik | 10 | 20 | 314 | 157 | 157 |
| P2 | Dnevni boravak | 36 | 20 | 2097 | 1550 | 547 |
| P3 | Kuhinja | 10 | 20 | 758 | 297 | 461 |
| P4 | Trpezarija | 11 | 20 | 1163 | 994 | 169 |
| P5 | Soba | 13 | 20 | 1163 | 956 | 207 |
| P6 | Garderoba | 5 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| P7 | Soba | 11 | 20 | 825 | 646 | 179 |
| P8 | Soba | 16 | 20 | 1158 | 909 | 249 |
| P9 | Kupaona | 6 | 22 | 665 | 342 | 323 |
| P10 | Sanitarni čvor | 4 | 22 | 396 | 168 | 228 |
| P11 | Stepenište | 4 | 20 | 190 | 52 | 138 |
| Ukupno: 1. KAT | | | | 8729 | 6071 | 2658 |
| Ukupno: | | | | 15625 | 11101 | 4337 |

Tablica 6. Rezultati proračuna toplinskih gubitaka

Ukupno projektno toplinsko opterećenje kuće iznosi 15,625 kW. Sastoјi se od toplinskog opterećenja poslovnog prostora 3,882 kW i toplinskog opterećenja stambenog prostora u iznosu preostalih 11,743 kW. Također, iz programa se može očitati podatak o prosječnim gubicima po jedinici grijane korisne površine koji iznosi 67 W/m². Koristeći podno grijanje obično se ne postiže traženi učin zbog ograničenja temperature poda i hidrauličkog balansa sustava. Dodatno ogrjevno tijelo instalira se za ostvarivanje potrebnog toplinskog učina.

3. DIMENZIONIRANJE OPREME SUSTAVA GRIJANJA

Projektno toplinsko opterećenje zahtijeva ugradnju ventilokonvektora u prostorima gdje se podnim grijanjem ne postiže traženi toplinski učin. Ventilokonvektori su namijenjeni za rad prema potrebi i u vršnim opterećenjima sustava. Temperatura polaza ogrjevne vode za ventilokonvektore iznosi 45°C da bi se osigurao pravilan rad, dok podno grijanje radi s temperaturom polaza ogrjevne vode 35°C .

Zbog razdvajanja naplate toplinske energije, sustav grijanja izvodi se kao dvije potpuno odvojene instalacije poslovnog i stambenog dijela. Toplinski izvori obje instalacije su dizalice topline spojene na električna brojila vlastitog prostora.

3.1. Podno grijanje

Prilikom projektiranja petlji podnog grijanja određuje se sustav polaganja cijevi. Odabrani sustav Rehau Noppen stiropor omogućava postavljanje cijevi u traženom rasporedu polaganjem cijevi između čepova stiropornih ploča (Slika 12.).



Slika 12. Rehau Noppen stiropor [13]

Odabране su cijevi podnih petlji Rehau Rautherm $\phi 17 \times 2$ izrađene od peroksidom umreženog polietilena (PE-Xa) (Slika 13.).

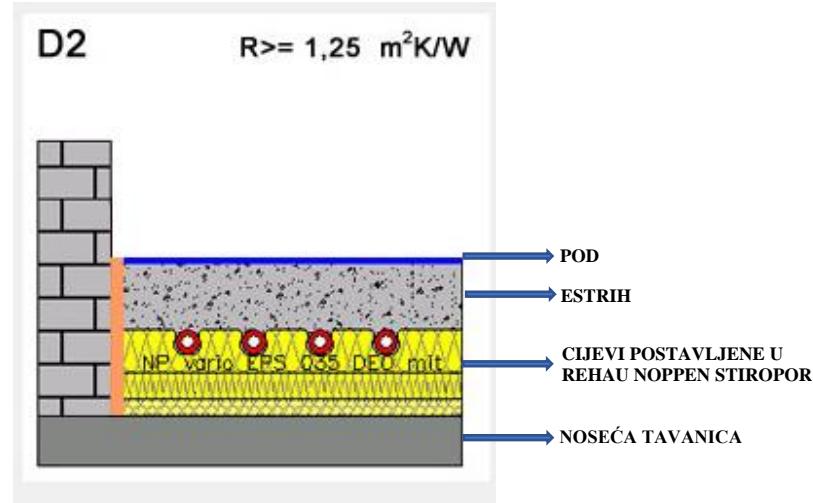


Slika 13. Rehau Rautherm $\phi 17 \times 2$ [13]

Prije početka dimenzioniranja petlji određuje se:

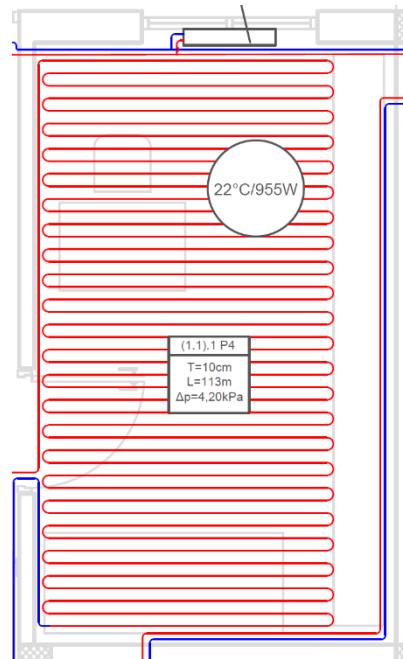
- temperaturni režim podnog grijanja 35/30°C
- maksimalna duljina podne petlje 120 m kao iskustveno odabrana vrijednost
- maksimalan pad tlaka petlje 22 kPa
- način ugradnje podnog grijanja (Slika 14.)
- podna obloga u svakoj prostoriji zbog izolacijskog utjecaja na prijenos topline (keramičke pločice ili parket hrasta)
- površina prostorije u kojoj se postavlja podna petlja i maksimalna temperatura poda prema namjeni prostorije (27°C za duži boravak i 31°C za kupaone)

Odabran je mokri sustav ugradnje cijevi podnog grijanja (Slika 14.). Cijevi su postavljene kao na Slici 12. te se pokrivaju tekućim estrihom. Nedostatak mokrih sustava ugradnje su povećana inertnost ogrjevnih površina i zbog toga slabija mogućnost regulacije [14].



Slika 14. Način ugradnje podnog grijanja [15]

Petlje se polažu u obliku meandra (Slika 15.) i ne postavljaju se ispod namještaja koji je u kontaktu s površinom poda (ormari, kreveti, kupaonske kade, itd.). Također, u proračunu svake petlje pridodaje se duljina pripadajućih priključnih cijevi koje vode do razdjelnog ormara zbog dodatnog toplinskog učina i utjecaja na hidraulički proračun.

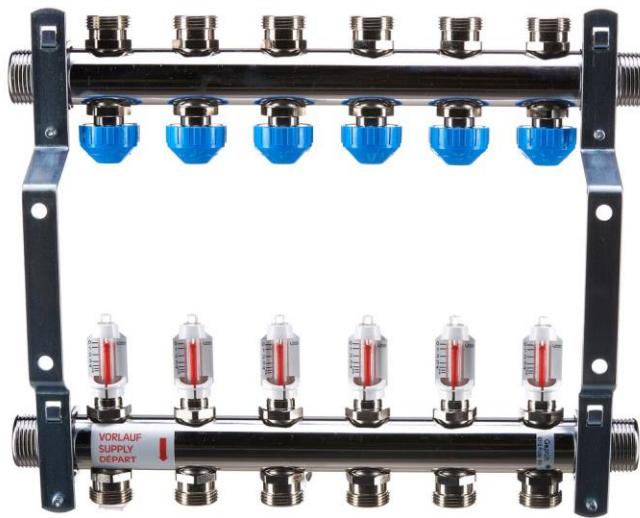


Slika 15. Podna petlja i priključne cijevi

U software-u IntegraCAD provodi se račun optimalne konfiguracije petlji za svaku prostoriju prema unesenim podacima te, uz moguće preinake zbog postizanja potrebnog toplinskog učina ili hidrauličkog balansa, se dobiva konačna konfiguracija pojedine petlje.

3.2. Razdjelnici podnog grijanja

Odabrani su razdjelnici Rehau HKV-D izrađeni od nehrđajućeg čelika. Isporučuju se u veličinama za spajanje od 2 do 12 krugova podnog grijanja s mjeračima protoka (Slika 16.).



Slika 16. Razdjelnik Rehau HKV-D [13]

Instalirani razdjelnici:

- stambenog prostora
 - HKV-D 02 razdjelnik s dva priključka u prizemlju
 - HKV-D 09 razdjelnik s devet priključaka na prvom katu
- poslovnog prostora
 - HKV-D 06 razdjelnik sa šest priključaka u prizemlju

Podaci potrebni za dimenzioniranje izvora topline, cjevovoda i cirkulacijskih pumpi dostupni su u Tablici 7.

| Podno grijanje po razdjelnicima | |
|--|------------------------|
| Ulaz na Prizemlje | |
| REHAU HKV-D 06 (1.1).1 | |
| Temperatura polaza: | 35,0 (°C) |
| Temperatura povrata: | 31,9 (°C) |
| Broj priključaka: | 6 |
| Ukupna površina | 43,9 (m ²) |
| Duljina cijevi: | 439,7 (m) |
| Instalirani učin | 2282 (W) |
| Uk. instalirani učin | 2584 (W) |
| Volumni protok: | 11,99 (l/min) |
| Maksimalni pad tlaka | 111,6 (mbar) |
| Ulaz na Prizemlje | |
| REHAU HKV-D 02 (1.1).2 | |
| Temperatura polaza: | 35,0 (°C) |
| Temperatura povrata: | 31,5 (°C) |
| Broj priključaka: | 2 |
| Ukupna površina | 12,4 (m ²) |
| Duljina cijevi: | 124,0 (m) |
| Instalirani učin | 970 (W) |
| Uk. instalirani učin | 1052 (W) |
| Volumni protok: | 4,34 (l/min) |
| Maksimalni pad tlaka | 108,8 (mbar) |
| Ulaz na 1. KAT | |
| REHAU HKV-D 09 (2.1).1 | |
| Temperatura polaza: | 35,0 (°C) |
| Temperatura povrata: | 32,0 (°C) |
| Broj priključaka: | 9 |
| Ukupna površina | 87,3 (m ²) |
| Duljina cijevi: | 756,4 (m) |
| Instalirani učin | 4244 (W) |
| Uk. instalirani učin | 4862 (W) |
| Volumni protok: | 23,44 (l/min) |
| Maksimalni pad tlaka | 280,7 (mbar) |

Tablica 7. Podno grijanje po razdjelnicima

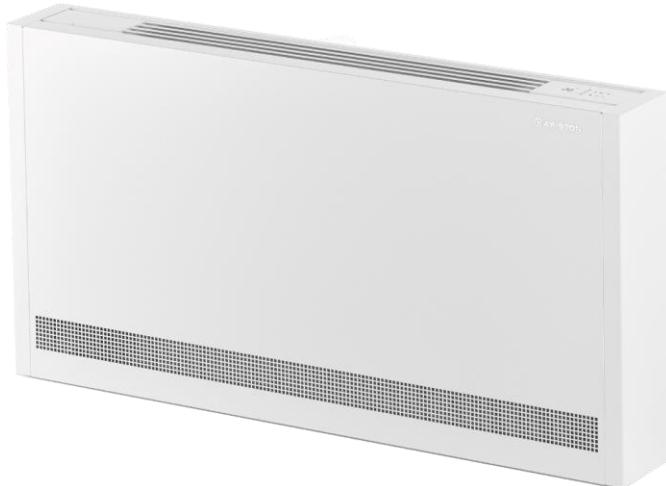
Svaki razdjelnik podnog grijanja mora se smjestiti u vlastiti razdjelni ormarić Rehau UP (Slika 17.) koji se instalira podžbukno.



Slika 17. Razdjelni ormarić Rehau UP [13]

3.3. Ventilokonvektori

U većini prostorija potrebno je uz podno grijanje instalirati ventilokonvektore. Odabrani su ventilokonvektori Ariston Nimbus aquaslim FS (Slika 18.).



Slika 18. Ariston Nimbus aquaslim FS [6]

Svaki ventilokonvektor je odabran (Tablica 8.) da većinu vremena radi na prvoj ili drugoj brzini vrtnje ventilatora zbog smanjenja buke prilikom pogona. Za odabranu veličinu ventilokonvektora specificirani su toplinski učin, pad tlaka i volumni protok vode (Slika 19.), pomoću kojih se dimenzioniraju cjevovodi i cirkulacijska pumpa sustava.

| KAT | PROSTORIJA | TOPLINSKO OPTEREĆENJE | TOPL. UČIN PODNOG GRIJANJA | PREOSTALI POTREBAN TOPL. UČIN | VENTILOKONVEKTOR | TOPLINSKI UČIN VENTILOKONVEKTORA | |
|-----|----------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------------|------|
| 0. | P1 ULAZ | 984 | 364 | 620 | 10 FS | 780 | [W] |
| | P2 ČEKAONICA | 1538 | 671 | 867 | | | |
| | P3 SESTRA | 876 | 705 | 171 | | | |
| | P4 ORDINACIJA | 953 | 368 | 585 | | | |
| | P6 SANIT.-GARD. ČVOR | 382 | 136 | 246 | | | |
| | P8 UTILYTU | 1360 | 0 | 1360 | | 20FS | 1530 |
| 1. | P2 DNEVNI BORAVAK | 2097 | 1244 | 853 | 10FS | 780 | [W] |
| | P3 KUHINJA | 758 | 295 | 463 | | | |
| | P4 TRPEZARIJA | 1163 | 371 | 792 | | | |
| | P5 SOBA | 1163 | 463 | 700 | | | |
| | P7 SOBA | 825 | 404 | 421 | | | |
| | P8 SOBA | 1158 | 501 | 657 | | | |

Tablica 8. Instalirani ventilokonvektori

| TEHNIČKI PODATCI | | 10 | 20 |
|-------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| HLAĐENJE | + | | |
| GRIJANJE pri 45°C | - | | |
| Ukupni učinak | | 0,57/0,78/1,02 kW | 0,82/1,53/2,21 kW |
| Priklučna snaga | | 5/7/11 W | 4/8/19 W |
| Pad tlaka vode | | 2,6/6,8/9,1 kPa | 1,5/4,3/9,2 kPa |
| Protok vode | | 0,10/0,14/0,19 m ³ /h | 0,14/0,27/0,41 m ³ /h |
| FCCOP | | C | B |
| Razina buke | | 33/44/51 dB | 35/45/53 dB |

Slika 19. Specifikacije venitlokonvektora Ariston Nimbus aquaslim FS [6]

3.4. Kupaonski cijevni grijači

U prostore kupaona umjesto ventilokonvektora ugrađuju se cijevni grijači Vogel & Noot Della (Slika 20.). Lokalna regulacija toplinskog učina vrši se pomoću termostatskih radijatorskih ventila.



Slika 20. Vogel & Noot Della [7]

Instalirana su dva cijevna grijača u stambenom prostoru (Tablica 9.) :

| KAT | PROSTORIJA | TOPLINSKO OPTEREĆENJE | TOPL. UČIN PODNOG GRIJANJA | PREOSTALI POTREBAN TOPL. UČIN | CJEVNI GRIJAČ | TOPLINSKI UČIN CJEVNOG GRIJAČA | |
|-----|--------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----|
| 1. | P9 KUPAONA | 665 | 209 | 456 | 1764x750 mm | 392 | [W] |
| | P10 SANITARNI ČVOR | 396 | 142 | 254 | 1470x600 mm | 249 | |

Tablica 9. Instalirani cijevni grijači [7]

3.5. Dizalica topline poslovnog prostora

Potreban toplinski učin dizalice topline za temperaturu polaznog voda 45°C i projektnu vanjsku temperaturu zraka -15°C iznosi $\Phi = 5,7 \text{ kW}$. [16]

Odabrana je dizalica topline Viessmann Vitocal 111-s (Slika 21.) tip AWBT-M 111.A12 u razdvojenoj izvedbi (engl. split system).

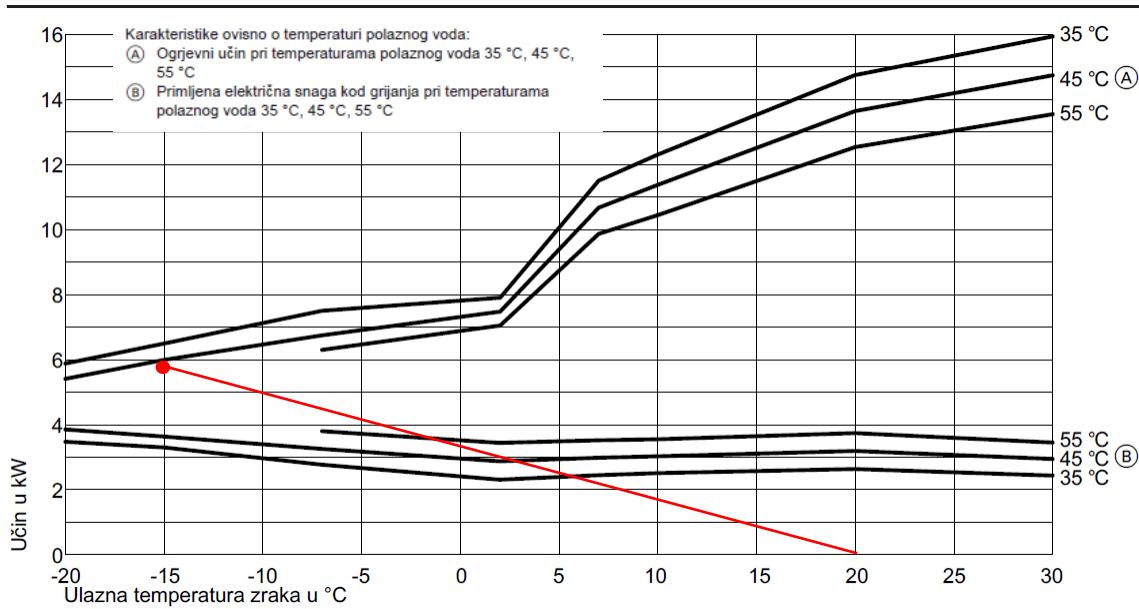


Slika 21. Viessmann Vitocal 111-s [16]

Dizalica topline zrak/voda Viessmann Vitocal 111-s na električni pogon s vanjskom i unutarnjom jedinicom dolazi s regulacijskim uređajem Vitotronic 200, visokoučinkovitom cirkulacijskom crpkom za sekundarni krug, 3-putnim preklopnim ventilom, membranskom tlačnom ekspanzijskom posudom od 10 litara i sigurnosnom grupom. Također, unutarnja jedinica sadrži integrirani spremnik potrošne tople vode volumena 210 litara. [16]

Minimalna temperatura okolišnjeg zraka pri kojoj je dopuštena uporaba iznosi -20°C , a maksimalna temperatura vode polaznog cjevovoda iznosi 55°C . Oba parametra nisu prekoračena u završnom radu.

U projektnim podacima proizvođača provjerava se dostupan toplinski učin dizalice topline za svaku radnu točku sustava i uspoređuje s toplinskim opterećenjem pri istoj okolišnoj temperaturi (Slika 22.).



Slika 22. Dijagram učina vanjske jedinice 111.A12, 230V [16]

Na Slici 22. crvenim pravcem prikazane su sve radne točke sustava, odnosno toplinska opterećenja ovisno o okolišnoj temperaturi. Vidljivo je da za svaku radnu točku sustava grijanja, dizalica topline ima mogućnost proizvesti veći toplinski učin od potrebnog. U kritičnoj radnoj točki pri vanjskoj temperaturi zraka -15°C toplinsko opterećenje od $\Phi = 5,7 \text{ kW}$ namireno je proizvedenim toplinskim učinom od $\Phi_{DT} = 6 \text{ kW}$.

3.6. Dizalica topline stambenog prostora

Potreban toplinski učin dizalice topline za temperaturu polaznog voda 45°C i projektnu vanjsku temperaturu zraka -15°C iznosi $\Phi = 13,55 \text{ kW}$. [17]

Odabrana je dizalica topline Viessmann Vitocal 222-s (Slika 23.) tip AWBT-M-E 221.C16 u razdvojenoj izvedbi (engl. split system).

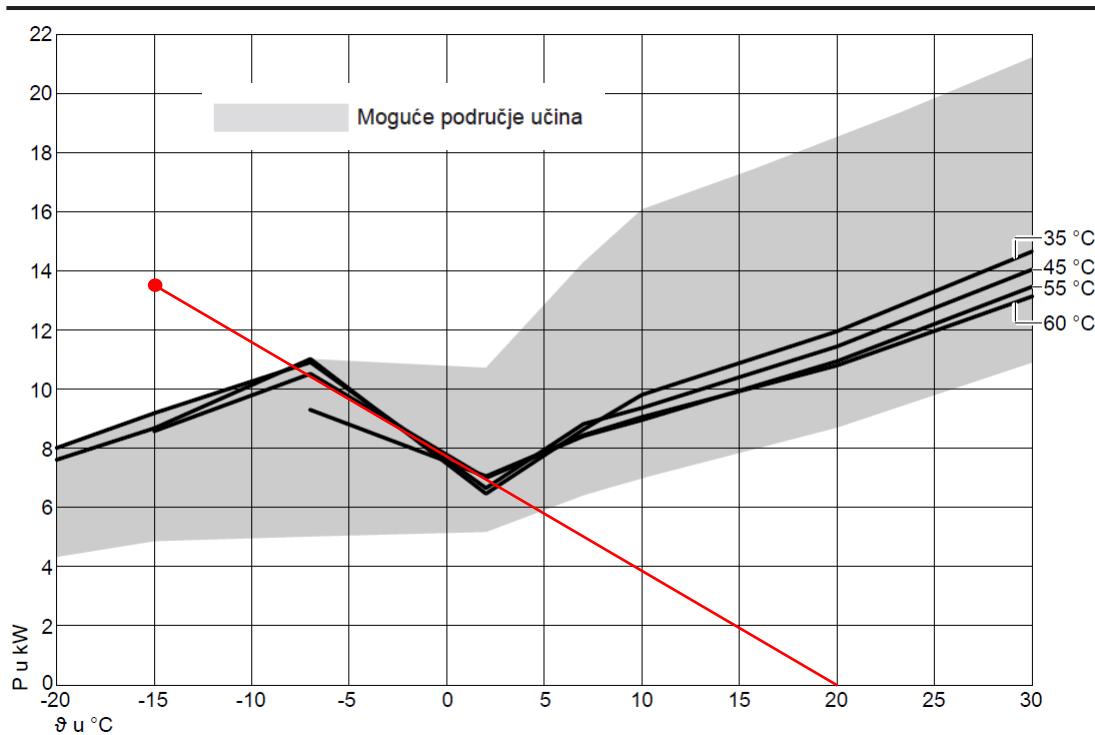


Slika 23. Viessmann Vitocal 222-s [17]

Dizalica topline zrak/voda Viessmann Vitocal 222-s na električni pogon s vanjskom i unutarnjom jedinicom dolazi s regulacijskim uređajem Vitotronic 200, visokoučinkovitom cirkulacijskom crpkom za sekundarni krug, 3-putnim preklopnim ventilom, membranskom tlačnom ekspanzijskom posudom od 10 litara i sigurnosnom grupom. Također, unutarnja jedinica sadrži integrirani spremnik potrošne tople vode volumena 220 litara. [17]

Minimalna temperatura okolišnjeg zraka pri kojoj je dopuštena uporaba iznosi -20°C , a maksimalna temperatura polaznog voda iznosi 60°C . Oba parametra nisu prekoračena u završnom radu.

U projektnim podacima proizvođača provjerava se dostupan toplinski učin dizalice topline za svaku radnu točku sustava i uspoređuje s toplinskim opterećenjem pri istoj okolišnoj temperaturi (Slika 24.).



Slika 24. Dijagram učina vanjske jedinice 221.C16, 230V za različite temperature polaza [17]

Dizalica topline stambenog prostora pri projektnoj temperaturi vanjskog zraka -15°C ima toplinski učin od 9,2 kW, što je 4,35 kW manje od iznosa instaliranog toplinskog učina. Manjak toplinskog učina proizvodi se protočnim električnim grijačem snage $\Phi_{\text{EL}} = 6 \text{ kW}$ u unutarnjoj jedinici dizalice topline.

Na Slici 24. vidljivo je da se protočni električni grijač ogrjevne vode koristi za grijanje prilikom vanjskih temperatura nižih od $-7,5^{\circ}\text{C}$.

3.7. Međuspremnik ogrjevne vode

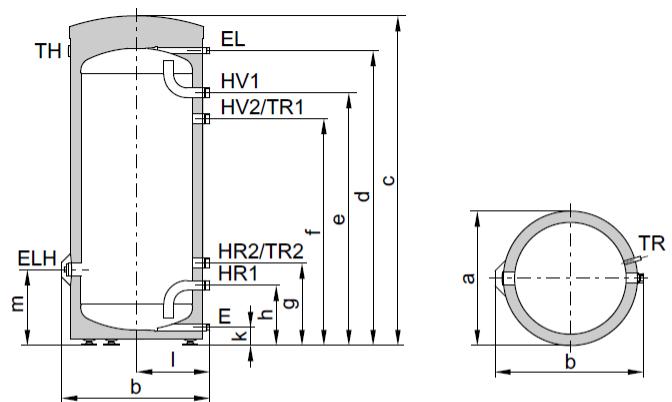
Stambeni i poslovni dio kuće imaju zasebne međuspremnike ogrjevne vode Viessmann Vitocell 100-E/-W (Slika 25.).



Slika 25. Viessmann Vitocell 100-E/-W [18]

Volumen čeličnog spremnika Vitocell 100-E/-W iznosi 200 litara. Isporučuje se s dvije zavarene uranjajuće čahure, jednim termometrom, nogama za postavljanje i montiranim toplinskom izolacijom. [18]

Poprečni presjek spremnika i priključci prikazani su Slikom 26.



Vitocell 100-E/W (tip SVW, 200 litara)

E Pražnjenje
 EL Odzračivanje
 ELH Kolčak Rp 1½ za električni grijач EHE
 HR Povratni vod ogrjevne vode

HV Polazni vod ogrjevne vode
 TH Termometar
 TR Uranjačuća čahura za osjetnik temperature spremnika, odn.
 regulator temperature

Slika 26. Shematski prikaz presjeka i priključaka međuspremnika ogrjevne vode [18]

3.8. Cijevni razvod i odabir cirkulacijske pumpe poslovnog prostora

Za odabir cirkulacijske pumpe potrebno je dimenzionirati cjevovode sustava i odrediti kritičan pad tlaka.

Cijevni razvod izведен je dvocijevno te prilikom proračuna dijeli se na dionice konstantnog volumnog protoka ogrjevne vode. Nakon određivanja duljine cijevi i masenog protoka vode odabire se promjer cijevi dostatan da pad tlaka po jedinici duljine bude manji od $R < 100 \text{ Pa/m}$. Ukupni pad tlaka dionice dobiva se zbrajanjem linijskog i lokalnih padova tlaka.

Međuspremnik ogrjevne vode (Slika 25.) dijeli instalaciju na primarni krug dizalice topline i na sekundarni krug potrošača. Sekundarni krug podijeljen je na regulacijske grupe ventilokonvektora i podnog grijanja. Svaka regulacijska grupa ima pripadajući cijevni razvod i cirkulacijsku pumpu.

U Tablici 10. prikazan je postupak proračuna pada tlaka pojedine dionice cjevovoda ventilokonvektora poslovnog dijela kuće.

| Ventilokonvektori poslovnog prostora | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|----------------|-------------------|---------------------|------|----------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|-----|---------|-------|--|
| | L | Toplinski učin | Vodena vrijednost | q _m vode | DN | d _u | v | ε (k/d) | Re | λ | R | R*L | Σ ξ | Z | RL+Z | |
| Dionica | m | W | mc _w | kg/s | mm | mm | m/s | / | / | / | Pa/m | Pa | | Pa | Pa | |
| 0 | 7 | 4080 | 873,66167 | 0,20928532 | DN25 | 25 | 0,43012 | 6E-05 | 17037 | 0,027 | 99,08 | 693,558 | 5 | 458,452 | 1152 | |
| 1 | 4,8 | 3060 | 655,246253 | 0,15696399 | DN25 | 25 | 0,32259 | 6E-05 | 12778 | 0,029 | 60,02 | 288,1 | 4 | 206,303 | 494,4 | |
| 2 | 4,75 | 2040 | 436,830835 | 0,10464266 | DN20 | 20 | 0,33603 | 8E-05 | 10648 | 0,031 | 85,54 | 406,308 | 4,5 | 251,835 | 658,1 | |
| 3 | 26,15 | 1020 | 218,415418 | 0,05232133 | DN15 | 16 | 0,26252 | 9E-05 | 6655,1 | 0,035 | 74,47 | 1947,29 | 12 | 409,888 | 27457 | |

Tablica 10. Proračun cjevovoda ventilokonvektora poslovnog prostora

Dionica cjevovoda 0 (Tablica 10.) označava cjevovod neposredno nakon cirkulacijske pumpe, dok dionica 3 označava najudaljeniji cjevovod od cirkulacijske pumpe.

Do kritičnog pada tlaka cjevovoda dolazi se zbrajanjem svih padova tlaka dionica koje prethode krajnjoj dionici (Tablica 11.). Iznos kritičnog pada tlaka cjevovoda koji završava dionicom 3 iznosi 30 kPa (Tablica 11.).

| Krajnja dionica | Pripadajuće dionice | Δp ukupno |
|-----------------|---------------------|-----------|
| 3 | 0+1+2+3 | 30 kPa |

Tablica 11. Određivanje kritičnog pada tlaka grupe ventilokonvektora poslovnog prostora

Volumni protok kroz pumpu određen je specifikacijom ventilokonvektora (Slika 19.). Instalirana su 4 uređaja Nimbus aquaslim 10FS svaki specificiranog protoka vode $0,19 \text{ m}^3/\text{h}$, što znači da ukupni protok vode kroz pumpu iznosi $0,76 \text{ m}^3/\text{h}$.

Cjevovod za podno grijanje povezuje cirkulacijsku pumpu s razdjelnikom podnog grijanja. Iznos pada tlaka tog cjevovoda izračunat je istim principom kao i za ventilokonvektore. Dobivenom padu tlaka cjevovoda (Tablica 12.) pribraja se pad tlaka na razdjelniku podnog grijanja i pad tlaka kritične petlje podnog grijanja isписан u Tablici 7. za razdjelnik (1.1).1.

| Δp cjevovoda | Δp razdjelnika i podne petlje | Δp ukupno |
|--------------|-------------------------------|-----------|
| 17 | 11 | 28 kPa |

Tablica 12. Određivanje kritičnog pada tlaka grupe podnog grijanja poslovnog prostora

Kritičan pad tlaka cjevovoda podnog grijanja iznosi 28 kPa, uz potreban volumni protok pumpe $0,72 \text{ m}^3/\text{h}$ očitan iz Tablice 7. za razdjelnik (1.1).1.

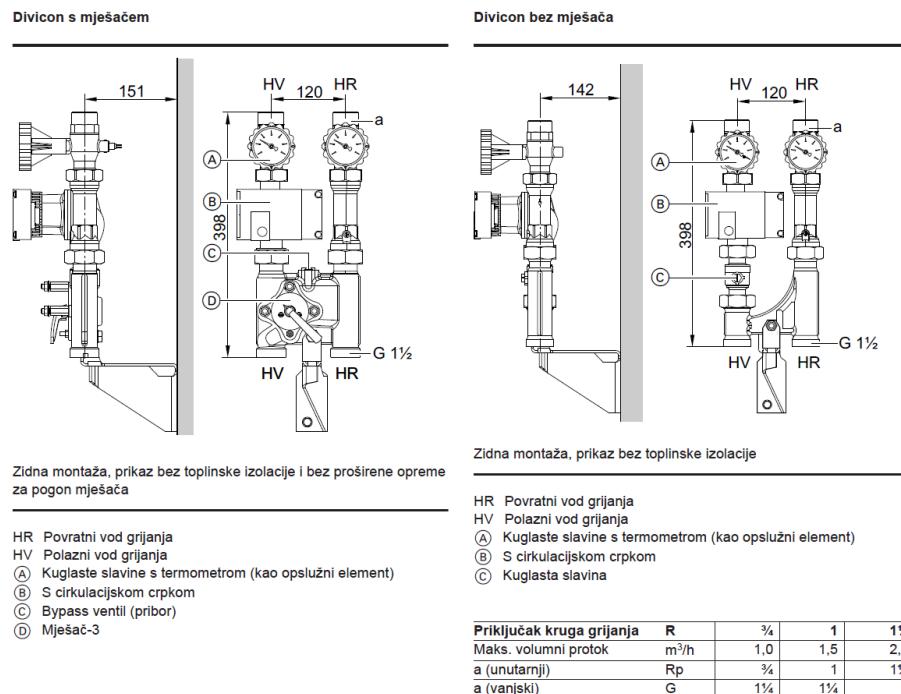
Proizvođač Viessmann nudi kompletno rješenje opreme za tip sustava s dvije odvojene regulacijske grupe. Za svaku grupu koristi se Viessmann Divicon cirkulacijski pumpni set (Slika 27.) koji sadržava pumpu, termometre i moguću izvedbu s mješaćem povratne vode.

Za obje regulacijske grupe odabire se Viessmann Divicon cirkulacijski pumpni set R=3/4" (Tablica 13.) prema maksimalnom dopuštenom protoku vode naznačenom na Slici 27. :

| | $q_v [m^3/h]$ | Viessmann Divicon R= 3/4 " |
|-------------------|---------------|-----------------------------------|
| Ventilokonvektori | 0,72 | Dopušten protok vode do 1 m^3/h |
| Podno grijanje | 0,76 | |

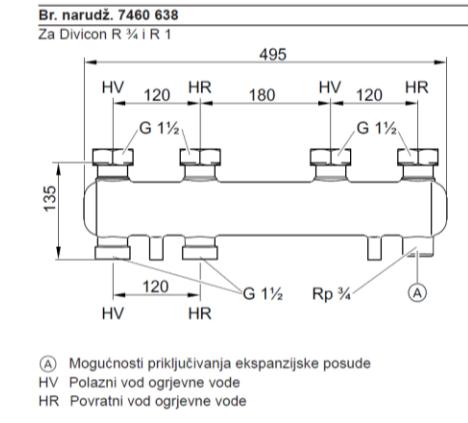
Tablica 13. Odabir Divicon cirkulacijskog pumpnog seta poslovnog prostora

Viessmann Divicon cirkulacijski pumpni set za podno grijanje sadrži mješać namijenjen za postizanje temperature polaznog voda 35°C miješanjem povratne ogrjevne vode.



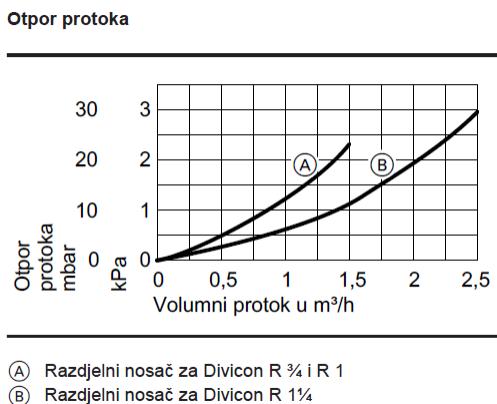
Slika 27. Viessmann Divicon cirkulacijski pumpni set [16]

Prema veličini priključka kruga grijanja ($R=3/4"$) Divicon cirkulacijskih pumpnih setova, odabran je Viessmann razdjelnik (Slika 28.). Divicon cirkulacijski pumpni setovi postavljaju se na razdjelnik koji se povezuje s međuspremnikom ogrjevne vode.



Slika 28. Viessmann razdjelnik [16]

Odabrani Viessmann razdjelnik predstavlja lokalni pad tlaka koji će se naknadno uključiti u hidraulički proračun. Pad tlaka razdjelnika na koji su priključeni Divicon cirkulacijski pumpni setovi $R=3/4"$ prikazan je karakterističnom krivuljom „A“ na Slici 29. i iznosi $\Delta p_{RN} = 0,8 \text{ kPa}$ očitan za volumne protoke iz Tablice 13.

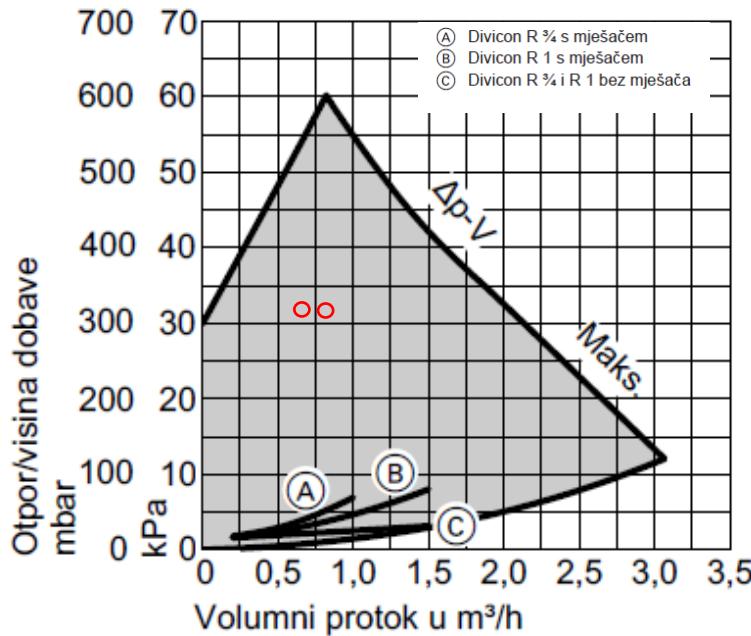


Slika 29. Otpor Viessmann razdjelnika [16]

Na temelju protoka vode iz Tablice 13. i padova tlaka pojedine grupe potrošača iz Tablice 11. i Tablice 12., za obje regulacijske grupe, odabrana je ista Wilo Yonos PARA 25/6 energetski štedljiva visokoučinkovita cirkulacijska pumpa s pogonom varijabilnog diferencijalnog tlaka.

Odabirom pumpe određen je lokalni pad tlaka Viessmann Divicon cirkulacijskih pumpnih setova koji će se naknadno uključiti u hidraulički proračun. Iz Slike 30. očitava se pad tlaka Divicon cirkulacijskog pumpnog seta za:

- ventilokonvektore $\Delta p_D = 2,5 \text{ kPa}$ bez mješača prikazan karakterističnom krivuljom „A“
- podno grijanje $\Delta p_{DM} = 5 \text{ kPa}$ s mješačem prikazan karakterističnom krivuljom „C“



Slika 30. Karakteristika pumpe Wilo Yonos PARA 25/6 [16]

U Tablici 14. definirani su ukupni padovi tlaka (uključujući Viessmann razdjelnik i Divicon cirkulacijski pumpni set) koji određuju radnu točku pojedine pumpe. Na Slici 30. se ponovno provjerava jesu li radne točke iz Tablice 14. i dalje unutar radnog područja pumpe.

| Krug | Δp kritične dionice | Δp razdjelnika | Δp Divicon | Δp ukupno | | Potreban volumni protok |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-----|-------------------------|
| Podno grijanje | 28 | 0,8 | 5 | 33,8 | kPa | 0,72 m³/h |
| Ventilokonvektori | 30 | 0,8 | 2,5 | 33,3 | kPa | 0,76 m³/h |

Tablica 14. Konačni padovi tlaka i projektne radne točke pumpi poslovnog prostora

3.9. Cijevni razvod i odabir cirkulacijske pumpe stambenog prostora

Cijevni razvod stambenog dijela kuće principijelno je isti kao i cijevni razvod poslovnog prostora te je korišten isti tip opreme, ali zbog različitih instaliranih toplinskih učina i duljina cjevovoda oprema se dimenzionira odvojeno.

Kritičan pad tlaka cjevovoda ventilokonvektora stambenog prostora iznosi $\Delta p = 33 \text{ kPa}$ uz volumni protok vode od $1,85 \text{ m}^3/\text{h}$.

Kritičan pad tlaka cjevovoda podnog grijanja stambenog prostora iznosi $\Delta p = 41 \text{ kPa}$ uz volumni protok vode od $1,67 \text{ m}^3/\text{h}$.

Za obje regulacijske grupe odabire se Viessmann Divicon cirkulacijski pumpni set $R=1\frac{1}{4}''$ (Tablica

15.) prema dopuštenom rasponu protoka vode naznačenom na Slici 27. :

| | $q_v [\text{m}^3/\text{h}]$ | Viessmann Divicon $R=1\frac{1}{4}''$ |
|-------------------|-----------------------------|--|
| Ventilokonvektori | 1,85 | Dopušten protok vode od 1,5 do 2,5 m^3/h |
| Podno grijanje | 1,67 | |

Tablica 15. Odabir Divicon cirkulacijskog pumpnog seta stambenog prostora

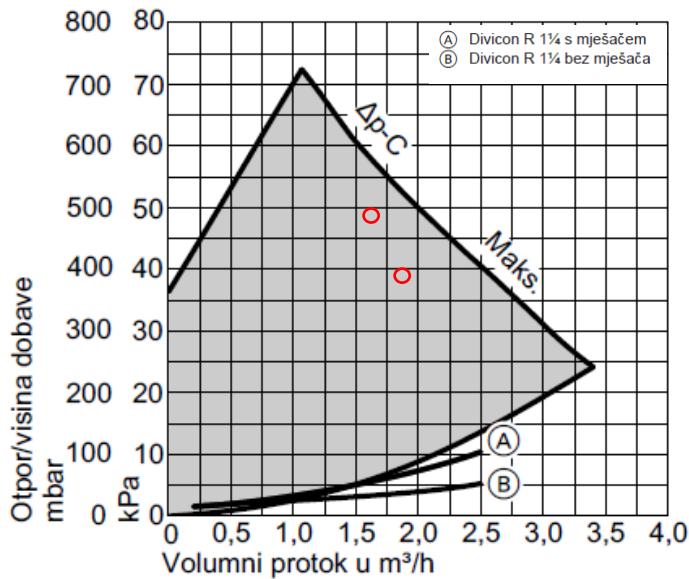
Viessmann Divicon cirkulacijski pumpni set za podno grijanje sadrži mješač.

Pad tlaka razdjelnika na koji su priključeni Divicon cirkulacijski pumpni setovi $R=1\frac{1}{4}''$ prikazan je karakterističnom krivuljom „B“ na Slici 29. i iznosi $\Delta p_{RN} = 1,5 \text{ kPa}$ očitan za volumne protoke iz Tablice 15.

Za obje regulacijske skupine stambenog prostora kuće odabrane su pumpe Wilo Yonos PARA 25/8.

Iz Slike 31. očitava se pad tlaka Divicon cirkulacijskog pumpnog seta za:

- ventilokonvektore $\Delta p_D = 4 \text{ kPa}$ bez mješača prikazan karakterističnom krivuljom „B“
- podno grijanje $\Delta p_{DM} = 6 \text{ kPa}$ s mješačem prikazan karakterističnom krivuljom „A“



Slika 31. Karakteristika pumpe Wilo Yonos PARA 25/8 [17]

U Tablici 16. definirani su ukupni padovi tlaka (uključujući Viessmann razdjelnik i Divicon cirkulacijski pumpni set) koji određuju radnu točku pojedine pumpe. Na Slici 31. se ponovno provjerava jesu li radne točke iz Tablice 16. i dalje unutar radnog područja pumpe.

| Krug | Δp kritične dionice | Δp razdjelnika | Δp Divicon | Δp ukupno | | Potreban volumni protok |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-----|-----------------------------|
| Podno grijanje | 41 | 1,5 | 6 | 48,5 | kPa | 1,67 m³/h |
| Ventilokonvektori | 33 | 1,5 | 4 | 38,2 | kPa | 1,85 m³/h |

Tablica 16. Konačni padovi tlaka i projektne radne točke pumpi stambenog prostora

3.10. Ekspanzijska posuda poslovnog prostora

Potrebno je izračunati minimalan volumen ekspanzijske posude prema izrazu [1]:

$$V_{n,min} = (V_e + V_V) \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} [l] \quad (9)$$

V_e – volumen širenja vode izazvan povišenjem temperature vode od 10°C do maksimalne temperature polaznog voda [l]

V_V – dodatni volumen, oko 0,5% volumena vode u instalaciji, ali min. 3 litre [l]

p_e – projektni krajnji tlak, kod sustava koji rade na tlakovima manjim od 5 bar, uzima se 0,5 bar ispod tlaka sigurnosnog ventila [bar]

p_0 – primarni tlak ekspanzijske posude (tlak prilikom isporuke) [bar]

Odabran je tlak otvaranja sigurnosnog ventila $p_{sv} = 3,5$ bar.

Projektni krajnji tlak računa se prema izrazu:

$$p_e = p_{sv} - 0,5 = 3,5 - 0,5 = 2,5 \text{ bar} \quad (10)$$

p_{sv} – tlak otvaranja sigurnosnog ventila [bar]

Odabran je primarni tlak $p_0 = 1$ bar koji odgovara primarnom tlaku ekspanzijske posude u dizalici topline.

Potrebno je odrediti volumen vode u cijeloj instalaciji (Tablica 17.):

| | Volumen vode [l] |
|------------------|------------------|
| Cijevni razvod | 24 |
| Spremnik vode | 200 |
| Podne petlje | 80 |
| Dizalica topline | 20 |
| Ukupno | 324 |

Tablica 17. Ukupni volumen vode u instalaciji poslovnog prostora

Ukupni volumen vode u instalaciji iznosi $V_A = 324$ l.

Volumen širenja vode računa se prema izrazu:

$$V_e = \frac{n*V_A}{100} = \frac{1,405*324}{100} = 4,55l \quad (11)$$

$n = 1,405$ [1] – postotak širenja vode od temperature 10°C do 55°C [%]

$V_A = 324\text{l}$ – volumen vode u cijeloj instalaciji grijanja [l]

Dodatni volumen iznosi $V_V = 3\text{l}$.

Prema formuli (9) računa se minimalni volumen zatvorene ekspanzijske posude:

$$V_{n,min} = (V_e + V_V) \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} = (3 + 4,55) * \frac{2,5 + 1}{2,5 - 1} = 18l$$

Unutarnja jedinica dizalice topline ima ugrađenu ekspanzijsku posudu od 10 litara te se ekspanzijska posuda dimenzionira za preostali volumen vode:

$$V'_{n,min} = V_{n,min} - 10 = 18 - 10 = 8l \quad (12)$$

$V'_{n,min}$ – traženi volumen zatvorene ekspanzijske posude [l]

$V_{n,min}$ – minimalni volumen ekspanzijske posude [l]

Odabrana je ekspanzijska posuda Elbi ERP 385/8 zapremnine 8 litara (Slika 32.).



Slika 32. Ekspanzijska posuda Elbi ERP 385/8 [19]

Odabrana membranska ekspanzijska posuda postavlja se u prostor s ostalom opremom i spaja se na Viessmann razdjelnik (Slika 28. priključak „A“).

3.11. Ekspanzijska posuda stambenog prostora

Odabran je tlak otvaranja sigurnosnog ventila $p_{sv} = 3,5$ bar.

Iz formule (10) projektni krajnji tlak iznosi $p_e = 2,5$ bar.

Odabran je primarni tlak $p_0 = 1$ bar.

Potrebito je odrediti volumen vode u cijeloj instalaciji (Tablica 18.):

| | Volumen vode [l] |
|------------------|------------------|
| Cijevni razvod | 99 |
| Spremnik vode | 200 |
| Podne petlje | 117 |
| Dizalica topline | 20 |
| Ukupno | 436 |

Tablica 18. Ukupni volumen vode u instalaciji stambenog prostora

Ukupni volumen vode u instalaciji iznosi $V_A = 436$ l.

Iz formule (11) koristeći $n = 1,66$ [1] i $V_A = 436$ l dobiva se $V_e = 7,2$ l.

Dodatni volumen iznosi $V_V = 3$ l.

Prema formuli (9) računa se minimalni volumen zatvorene ekspanzijske posude:

$$V_{n,min} = (V_e + V_V) \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} = (7,2 + 3) * \frac{2,5 + 1}{2,5 - 1} = 24l$$

Prema formuli (12) dobiva se $V'_{n,min} = 12$ l.

Odabrana je ekspanzijska posuda Elbi ERP 385/12 zapremnine 8 litara (Slika 33.).



Slika 33. Ekspanzijska posuda Elbi ERP 385/12 [19]

Odabrana membranska ekspanzijska posuda postavlja se u prostor s ostalom opremom i spaja se na Viessmann razdjelnik (Slika 28. priključak „A“).

3.12. Priprema potrošne tople vode

Obje dizalice topline opremljene su integriranim spremnikom potrošne tople vode. Dizalica poslovnog prostora ima spremnik volumena 210 litara koji je dovoljno velik za pripremanje potrošne tople vode poslovnog prostora zato što taj prostor nema niti jedno izljevno mjesto poput kade ili tuš kabine (sadrži nekolika slavina koje zahtijevaju male volumne protoke vode).

Za prostor stambene namjene proračunava se veličina spremnika prema odgovarajućem broju izljevnih mjesta.

Maksimalan toplinski tok za zagrijavanje vode pri temperaturi vode 40°C i specifičnom toplinskom kapacitetu vode $c = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ kWh/kgK}$ iznosi [14]:

$$\Phi_m = 7 * \varphi * n = 7 * 1,15 * 1 = 8,05 \text{ kW} \quad (13)$$

$\varphi = 1,15$ [14] – faktor istovremenosti

$n = 1$ – broj kada u stanu

Potreban toplinski učin izvora topline za zagrijavanje PTV-a iznosi:

$$\Phi_k = \frac{\Phi_m * z_B}{z_B + z_A} = \frac{8,05 * 2}{2 + 2} = 4,025 \text{ kW} \quad (14)$$

Φ_m – maksimalan toplinski tok za zagrijavanje vode [kW]

$z_B = 2h$ – vrijeme zagrijavanja vode do radne temperature spremnika [h]

$z_A = 2h$ – vrijeme trajanja najveće potrošnje [h]

Potrebna zapremnina spremnika iznosi:

$$V_s = \frac{z_A * \Phi_k}{c * \Delta t_s} * b = \frac{2 * 4,025}{1,16 * 10^{-3} * 50} * 1,1 = 153 \text{ l} \quad (15)$$

$z_A = 2h$ – vrijeme trajanja najveće potrošnje [h]

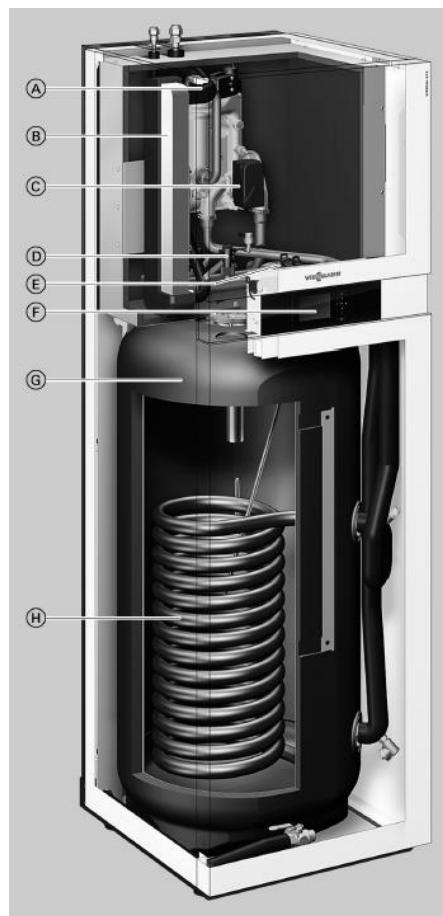
Φ_k – potreban toplinski učin izvora topline za zagrijavanje PTV – a [kW]

$c = 1,16 * 10^{-3} \frac{\text{kWh}}{\text{kgK}}$ – specifični toplinski kapacitet vode [$\frac{\text{kWh}}{\text{kgK}}$]

$\Delta t_s = 50^\circ\text{C}$ [2] – razlika najviše srednje i najniže dozvoljene temperature u spremniku [$^\circ\text{C}$]

$b = 1,1$ [2] – faktor mrtvog prostora ispod izmjenjivača

Minimalna potrebna zapremnina spremnika potrošne vode iznosi 153 litre dok se u dizalici topline nalazi spremnik zapremnine 220 litara.



Slika 34. Unutarnja jedinica dizalice topline Vitocal 222-s [17]

U donjem dijelu unutarnje jedinice dizalice topline nalazi se spremnik potrošne tople vode označen slovom „G“, a slovom „H“ označen je izmjenjivač topline za grijanje spremnika PTV-a (Slika 34.)

3.13. Regulacija sustava grijanja

Regulacija sustava stambenog i poslovnog dijela kuće vrši se po jednakom principu rada koristeći regulacijske uređaje proizvođača Uponor.

Svaki razdjelnik podnog grijanja opremljen je kontrolerom Uponor Smatrix Wave Pulse X-265 (Slika 35.) čija je funkcija regulirati protok ogrjevne vode kroz petlje podnog grijanja pomoću aktuatora na termoelektrični pogon. Kontroler je smješten unutar razdjelnog ormarića pripadajućeg razdjelnika podnog grijanja i njime se upravlja prema temperaturama prostorija postavljenim na sobnim termostatima Uponor Smatrix Wave T-166 (Slika 36.).



Slika 35. Kontroler Smatrix Wave Pulse X-265 [20]



Slika 36. Sobni termostat Smatrix Wave T-166 [20]

Kontroler je opremljen komunikacijskim modulom Uponor Smatrix Wave Pulse Com R-208 (Slika 37.) koji uspostavlja vezu između sustava Uponor Smatrix Pulse, aplikacije Uponor Smatrix Pulse i Uponor oblaka [20]. Ukoliko u sustavu postoji drugi razdjelnik podnog grijanja s vlastitim kontrolerom, taj kontroler se oprema antenom Uponor Smatrix Wave Pulse A-265 (Slika 38.) umjesto komunikacijskog modula i podređen je kontroleru s komunikacijskim modulom. Antena i komunikacijski modul se postavljaju na zid u blizini pripadajućih kontrolera.



Slika 37. Komunikacijski modul Uponor Smatrix Wave Pulse Com R-208 [20]



Slika 38. Antena Uponor Smatrix Wave Pulse A-265 [20]

Za razdjeljike podnog grijanja s više od 8 priključaka, odnosno kada je potrebno upravljati s više od osam aktuatora, na kontroler je potrebno postaviti modul za proširenje Uponor Smatrix Wave Pulse M-262 (Slika 39.) koji omogućava spajanje šest dodatnih aktuatora (krugova podnog grijanja).



Slika 39. Modul za proširenje Smatrix Wave Pulse M-262 [20]

Ventilokonvektori sustava opremljeni su relejnim modulima Uponor Smatrix Wave M-161 (Slika 40.) registriranim na pripadajući termostat. Postavljaju se na zid u blizini pripadajućih ventilokonvektora.



Slika 40. Relejni modul Smatrix Wave M-161 [20]

4. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA

Projektiran je sustav toplovodnog grijanja kuće na području grada Županje, korisne površine 252 m² na dvije etaže (prizemlje i prvi kat). Kuća se sastoji od stambenog i poslovnog dijela. Izračunati su projektni toplinski gubici za stambeni dio 11,743 kW te za poslovni dio 3,882 kW. Ispis proračuna toplinskih gubitaka daje se u prilogu rada. Svaki dio kuće ima zasebni sustav grijanja, a oprema je smještena u zajedničkoj strojarnici u prizemlju kuće.

4.1. Sustav grijanja stambenog prostora

Izvor topline sustava grijanja je dizalica topline zrak/voda proizvođača Viessmann. Dizalica topline Viessmann Vitocal 222-s, tip AWBT-M-E 221.C16 na projektnoj vanjskoj temperaturi -15°C i pri polaznoj temperaturi ogrjevne vode 45°C postiže toplinski učin 9,2 kW . Prilikom rada u vršnim opterećenjima potreban je električni grijач toplinskog učina 6 kW. Sustav je opremljen međuspremnikom ogrjevne vode Viessmann Vitocell 100-E/-W zapremnine 200 litara. Pomoću razdjelnika grijanja, sustav se dijeli na dvije grupe: na regulacijsku grupu podnog grijanja temperaturnog režima rada 35/30°C i na regulacijsku grupu ventilokonvektora zajedno s kupaonskim cijevnim grijачima temperaturnog režima rada 45/40°C. Temperaturni režim podnog grijanja postiže se miješanjem povratne ogrjevne vode u cirkulacijskom pumpnom setu Viessmann Divicon. Razdjelnici podnog grijanja Rehau HKV-D s mjeračima protoka smješteni su u podžbukne razdjelne ormariće Rehau UP. U instalaciji stambenog prostora koriste se pumpe sekundarnih krugova Wilo Yonos PARA 25/8. Uz ekspanzijsku posudu od 10 litara uključenu u unutarnju jedinicu dizalice topline, sustav je opremljen ekspanzijskom posudom Elbi ERP 385/12 zapremnine 12 litara. Cjevovodi podnog grijanja izrađeni su od materijala PE-X, dok su ostali cjevovodi u sustavu bakreni s cijevnom izolacijom Armaflex. Instalirani učin podnog grijanja stambenog prostora iznosi 5914 W. Uz podno grijanje postavljeno je 8 ventilokonvektora Ariston Nimbus aquaslim FS, ukupnog toplinskog učina 6990 W. U kupaonama se nalaze dva cijevna grijaća Vogel&Noot Della ukupnog toplinskog učina 641 W. Regulacijska grupa podnog grijanja hidraulički je balansirana pomoću automatskog balans ventila Danfoss ASV-P DN40 i pripadajućeg zapornog ventila ASV-M DN40. Svaki od ventilokonvektora hidraulički je balansiran pomoću vlastitog tlačno neovisnog balansirajućeg i regulacijskog ventila; Nimbus

aquaslim 20FS pomoću Danfoss AB-QM 4.0 DN20, a preostalih 7 ventilokonvektora Nimbus aquaslim 10FS pomoću Danfoss AB-QM 4.0 DN15LF.

4.2. Sustav grijanja poslovnog prostora

Sustav poslovnog prostora izведен je analogno sustavu grijanja stambenog prostora izuzev sljedećih razlika. Dizalica topline Viessmann Vitocal 111-s, tip AWBT-M 111.A12 na projektnoj vanjskoj temperaturi -15°C i pri polaznoj temperaturi ogrjevne vode 45°C postiže toplinski učin 6 kW. Koriste se pumpe sekundarnih krugova Wilo Yonos PARA 25/6. Uz ekspanzijsku posudu od 10 litara uključenu u unutarnju jedinicu dizalice topline sustav je opremljen ekspanzijskom posudom Elbi ERP 385/8 zapremnine 8 litara. Instalirani učin podnog grijanja poslovnog prostora iznosi 2584 W. Uz podno grijanje postavljena su 4 ventilokonvektora Ariston Nimbus aquaslim 10FS, ukupnog toplinskog učina 3120 W. Regulacijska grupa podnog grijanja hidraulički je balansirana pomoću automatskog balans ventila Danfoss ASV-P DN25 i pripadajućeg zapornog ventila ASV-M DN25. Svaki ventilokonvektor je hidraulički balansiran pomoću vlastitog tlačno neovisnog balansirajućeg i regulacijskog ventila Danfoss AB-QM 4.0 DN15LF.

4.3. Regulacija sustava

Stambeni i poslovni prostor imaju isti princip regulacije sustava. Dizalice topline se isporučuju s regulacijskim uređajem Vitotronic 200, tip WO1C proizvođača Viessmann. Uređaj Vitotronic 200 ima funkciju isključivanja dizalice topline, regulacije primarne i sekundarnih cirkulacijskih pumpi i regulacije zadane temperature u međuspremniku ogrjevne vode pomoću uronjenog osjetnika temperature. Pomoću vanjskog osjetnika temperature, uređaj Vitotronic 200 regulira polaznu temperaturu ogrjevne vode prema zadanoj karakteristici grijanja. Regulaciju mješača koji ostvaruje traženu temperaturu polazne vode za podno grijanje također vrši uređaj Vitotronic 200 pomoću motornog pogona mješača i regulacijskog osjetnika temperature u polaznom vodu podnog grijanja. Regulacija potrošača izvodi se pomoću uređaja proizvođača Uponor kako je opisano u poglavlju o regulaciji sustava grijanja 3.13. Svaki razdjelnik podnog grijanja opremljen je Uponor Smatrix Wave PULSE X-265 kontrolerom čija je funkcija regulirati protok ogrjevne vode kroz petlje podnog grijanja pomoću aktuatora na termoelektrični pogon. Ventilokonvektori sustava

opremljeni su relejnim modulima Uponor Smatrix Wave M-161 registriranim na pripadajući sobni termostat. Kupaonski cijevni grijajući stambenog prostora reguliraju se lokalno pomoću termostatskih radijatorskih ventila. Temperatura u prostorijama se zadaje na sobnim termostatima Uponor Smatrix Wave T-166. Glavni kontroler povezan je s regulacijskim uređajem Vitotronic 200 koji pokreće sekundarne pumpe i regulira njihov rad.

4.4. Sustav pripreme potrošne tople vode

Oba sustava pripremaju potrošnu topalu vodu u akumulacijskim spremnicima integriranim u unutarnjim jedinicama dizalica topline. Spremnik potrošne tople vode stambenog prostora ima zapremninu 220 litara, dok spremnik poslovnog prostora ima zapremninu 210 litara. Unutar spremnika nalazi se izmjenjivač topline namijenjen za grijanje potrošne tople vode u obliku cijevne zavojnice kroz koju dizalica topline, putem troputnog preklopног ventila, propušta ogrjevnu vodu. Pregrijavanje vode u svrhu zaštite od Legionele izvedeno je pomoću protočnog grijajućeg električne snage 9 kW. Regulacijski prioritet zagrijavanja ima potrošna topla voda sustava.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu projektiran je sustav grijanja kuće na području grada Županje. Odabrana kuća izgrađena je 2000. godine što se očituje povećanim toplinskim gubicima shodno tadašnjim zahtjevima za toplinskom zaštitom zgrade i standardom gradnje. Prosječni specifični gubici topline iznose 70 W/m^2 što je znatno više od današnjih mjerila niskoenergetske gradnje. Svrha rada bila je instalirati sustav s obnovljivim izvorom energije u kuću postojećeg stanja i postići visoku razinu toplinske ugodnosti.

Odabrani izvor topline je dizalica topline zrak/voda koja predstavlja visokoučinkoviti, obnovljivi, niskotemperaturni izvor energije s polaznom temperaturom ogrjevne vode do 45°C . Toplinski učin dizalice topline poslovnog prostora iznosi 6 kW, dok toplinski učin dizalice topline stambenog prostora iznosi 9,2 kW. U svrhu maksimalne toplinske ugodnosti odabрано је подно гrijanje svih prostorija kuće koje radi na temperaturnom režimu $35/30^\circ\text{C}$. Kao posljedica stanja vanjske ovojnice kuće prilikom vršnog opterećenja sustava za grijanje su potrebni i ventilokonvektori koji rade na temperaturnom režimu $45/40^\circ\text{C}$. Daljnje energetsko unaprjeđenje sustava postiglo bi se poboljšanjem toplinskih svojstava ovojnice kuće što bi omogućilo uklanjanje ventilokonvektora i smanjivanje polazne temperature ogrjevne vode na 35°C . Smanjena temperatura polaza vode uzrokovala bi manju potrošnju energije.

Kuća je podijeljena na stambeni i poslovni dio. Toplinski učin dizalice topline poslovnog dijela kuće iznosi 6 kW, dok toplinski učin dizalice topline stambenog dijela iznosi 9,2 kW. Potrošna topla voda priprema se u akumulacijskim spremnicima integriranim u dizalicama topline koji imaju zapreminu 220 litara u stambenom i 210 litara u poslovnom prostoru.

Iako sustav postiže niske pogonske troškove, troškovi investicije znatno su veći u usporedbi sa sustavima koji koriste neobnovljive izvore energije poput plina.

Ovim radom pokazuje se mogućnost postavljanja modernog sustava s obnovljivim izvorom energije u kuću srednje razine toplinske zaštite kod slučajeva kada nije moguće izvršiti obnovu ovojnice. Ovakvim rješenjem sustav prati današnje ekološke standarde i postiže nisku emisiju štetnih plinova.

LITERATURA

- [1] I. Balen: Podloge za predavanja iz kolegija "Grijanje", FSB, Zagreb
- [2] HRN EN 12831
- [3] Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka, 2021, Narodne novine, Zagreb, 143.
- [4] HRN EN 7730
- [5] Termometal, <https://termometal.hr/rotex-oprema-za-podno-grijanje-grupa-345/>
- [6] Ariston, <https://www.ariston.com/hr-hr/products/ventilokonvektori/ventilokonvektori/nimbus-aquaslim-fs/>
- [7] Vogel&Noot, https://www.vogelundnoot.com/hr/della_kupaonski_radijatori.htm
- [8] V. Soldo: Podloge za predavanja iz kolegija "Hlađenje i dizalice topline", FSB, Zagreb
- [9] Samsung, <https://www.lg.com/global/business/heating-split>
- [10] Samsung, <https://www.lg.com/global/business/heating-monobloc>
- [11] Tehnoprojekt d.d., 'Glavni projekt obiteljska kuća', Vinkovci, 2000.
- [12] Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, 2020, Narodne novine, Zagreb, 102.
- [13] Rehau, <https://www.rehau.com/group-en>
- [14] Recknagel, Šprenger, Šramek, Čeperković: Grejanje i klimatizacija, Vrnjačka Banja, 2004.
- [15] IntegraCAD, <https://integracad.com/>
- [16] Viessmann, Projektantske podloge „Vitocal 111-s“
- [17] Viessmann, Projektantske podloge „Vitocal 222-s“
- [18] Viessmann, Informacijski list „Vitocell 100-E/-W“
- [19] Elbi, Informacijski list Elbi ERP serija ekspanzijskih posuda
- [20] Uponor, Tehnički list s informacijama „Smatrix“

Prilog A - Toplinsko opterećenje grijanja prema HRN EN 12831

Projekt: Obiteljska kuća**Toplinski gubici**

| Prizemlje | | Prostorija: | | P1 Ulaz | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|--------------------|----|---------------------|---------|----------|---------|-------|------|------|------|-------|-----------------|----------------|------|------|------|------|-------------|-------------|--|
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/S (m) | A O (m²) | A' (m²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pozicija 1 | okolici | J | 1 | 1,10 | 2,30 | 2,53 | - | 2,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,500 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,855 256 | |
| Pozicija 2 | okolici | J | 1 | 1,90 | 2,30 | 4,37 | - | 4,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,500 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 15,295 443 | |
| Z-1 | okolici | J | 1 | 3,25 | 2,90 | 9,43 | + | 2,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,088 31 | |
| Pregadni nosivi zid 25cm | negriranjo prostoriji | I | 1 | 1,77 | 2,90 | 5,13 | + | 5,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,211 64 | |
| PT-1 | zemlji (pod) | hor. | 1 | 3,25 | 1,77 | 5,75 | + | 5,75 | 3,25 | 3,54 | 0,00 | 0,540 | 0,31 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,52 | 0,00 | 1,337 38 | |
| TM Poz 1 ispod | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,140 4 | |
| TM Poz 1 iznad | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,130 3 | |
| TM Poz 2 bočno | okolici (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,560 16 | |
| TM Poz 2 ispod | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,280 8 | |
| TM Poz 2 bočno | okolici (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 0,460 13 | |
| TM Poz 2 iznad | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,280 8 | |
| TM spoj zid pod | negriranjo prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,387 11 | |
| TM spoj zid strop | negriranjo prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,387 11 | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | 4 | | | | | | | | | Phi T,i (W) | | | | | | 910 | |
| Phi V,min (W) | | | | | 7 | | | | | | | | | Phi V,i (W) | | | | | | 74 | |
| Phi V,mech,inf | | | | | 0 | | | | | | | | | Phi V,mech (W) | | | | | | 41 | |
| Phi V,su (W) | | | | | 0 | | | | | | | | | Phi (W) | | | | | | 984 | |
| Phi RH (W) | | | | | 0 | | | | | | | | | Phi/A (W/m²) | | | | | | 171 | |
| Phi/V (W/m³) | | | | | 65 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prizemlje | | Prostorija: | | P2 Čekaonica | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/S (m) | A O (m²) | A' (m²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pozicija 2 | okolici | J | 1 | 1,90 | 2,30 | 4,37 | - | 4,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,500 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 15,295 520 | |
| Z-1 | okolici | J | 1 | 3,48 | 2,90 | 10,09 | + | 5,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,460 83 | |
| Z-1 | okolici | Z | 1 | 5,39 | 2,90 | 15,63 | + | 15,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,721 228 | |
| Pozicija 10 | grijanjo prostoriji | I | 1 | 0,91 | 1,99 | 1,81 | - | 1,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,000 | 0,00 | 15 | 1,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,532 18 | |
| Pregadni nosivi zid 25cm | grijanjo prostoriji | I | 1 | 1,77 | 2,90 | 5,13 | + | 3,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 15 | 1,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,610 20 | |
| PT-3 | zemlji (pod) | hor. | 1 | 5,39 | 3,48 | 18,76 | | 18,76 | 8,87 | 4,23 | 0,00 | 0,490 | 0,30 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,59 | 0,00 | 4,800 163 | |
| TM Poz 2 ispod | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,280 9 | |
| TM Poz 2 bočno | okolici (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 0,460 15 | |
| TM Poz 2 iznad | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,280 9 | |
| TM Kut Z-1 | okolici (Toplinski most) | JZ | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,030 1 | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | 0 | | | | | | | | | Phi T,i (W) | | | | | | 1069 | |
| Phi V,min (W) | | | | | 24 | | | | | | | | | Phi V,i (W) | | | | | | 282 | |
| Phi V,mech,inf | | | | | 0 | | | | | | | | | Phi V,mech (W) | | | | | | 0 | |
| Phi V,su (W) | | | | | 0 | | | | | | | | | Phi (W) | | | | | | 1538 | |
| Phi RH (W) | | | | | 188 | | | | | | | | | Phi/A (W/m²) | | | | | | 82 | |
| Phi/V (W/m³) | | | | | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Prizemlje | | | | Prostorija: | | P3 Sestra | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|------|----|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|------|-------|------|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|----------------|-------------------|-----|
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pozicija 6 | okolici | S | 1 | 1,00 | 2,40 | 2,40 | - | 2,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,200 | 244 | |
| Pozicija 8 | okolici | S | 1 | 1,20 | 1,60 | 1,92 | - | 1,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,760 | 195 | |
| Z-1 | okolici | S | 1 | 2,90 | 2,90 | 8,41 | + | 4,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,759 | 59 | |
| PT-2 | zemlji (pod) | hor. | 1 | 5,17 | 2,90 | 14,99 | + | 14,99 | 2,90 | 10,34 | 0,00 | 0,540 | 0,23 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,59 | 0,00 | 2,941 | 100 |
| TM Poz 6 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,130 | 4 |
| TM Poz 6 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,120 | 4 |
| TM Poz 6 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,580 | 19 |
| TM Poz 8 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,140 | 4 |
| TM Poz 8 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,140 | 4 |
| TM Poz 8 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,380 | 12 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 16 | | Phi T,i (W) | | | | | 651 | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 19 | | Phi V,i (W) | | | | | 225 | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | 189 | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | 876 | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | 58 | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prizemlje | | | | | | | | Prostorija: | | | | | P4 Ordinacija | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pozicija 7 | okolici | S | 1 | 1,40 | 1,60 | 2,24 | - | 2,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,720 | 241 |
| Z-1 | okolici | S | 1 | 3,07 | 2,90 | 8,90 | + | 6,66 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,864 | 103 |
| Pozicija 10 | grijanoj prostoriji | Z | 1 | 0,91 | 1,99 | 1,81 | - | 1,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,000 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,201 | 7 |
| Pogradni zid 12cm | grijanoj prostoriji | Z | 1 | 5,17 | 2,90 | 14,99 | + | 13,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,980 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 1,450 | 52 |
| Pogradni nosivi zid 25cm | grijanoj prostoriji | I | 1 | 5,17 | 2,90 | 14,99 | + | 14,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 15 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 3,643 | 131 |
| Pogradni nosivi zid 25cm | grijanoj prostoriji | J | 1 | 3,07 | 2,90 | 8,90 | + | 8,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,618 | 22 |
| PT-3 | zemlji (pod) | hor. | 1 | 3,07 | 5,17 | 15,87 | + | 15,87 | 3,07 | 10,34 | 0,00 | 0,490 | 0,23 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,61 | 0,00 | 3,234 | 116 |
| TM Poz 7 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,170 | 6 |
| TM Poz 7 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 0,170 | 6 |
| TM Poz 7 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,380 | 13 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 12 | | Phi T,i (W) | | | | | 700 | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 21 | | Phi V,i (W) | | | | | 253 | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | 141 | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | 953 | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | 60 | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 23 | | | | | | | | | | | | | | | |

| Prizemlje | | Prostorija: | | P5 WC | |
|----------------------------|-------|----------------------------|--|--------------|--|
| Duljina (m) | 2,52 | T (m) | | 5,00 | |
| Širina (m) | 1,76 | Gw | | 1,00 | |
| Površina (m ²) | 4,44 | f g1 | | 1,45 | |
| Visina (m) | 2,60 | Broj otvora | | 0 | |
| Volumen (m ³) | 11,53 | e i | | 0,00 | |
| Opošje (m ²) | 31,13 | 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) | - 14 | V su,i (m ³ /h) | | 0,00 | |
| f RH | 0,00 | n min (1/h) | | 1,00 | |
| Korekcijski faktor - fh,i | 1,00 | | | | |

| Rezultati proračuna | | | | | |
|----------------------------|----|---------------------------|--|-----|--|
| Phi V,inf (W) | 0 | Phi T,i (W) | | 0 | |
| Phi V,min (W) | 12 | Phi V,i (W) | | 133 | |
| Phi V,mech,inf | 0 | Phi V,mech (W) | | 0 | |
| Phi V,su (W) | 0 | Phi (W) | | 133 | |
| Phi RH (W) | 0 | Phi/A (W/m ²) | | 30 | |
| Phi/V (W/m ³) | 11 | | | | |

| Prizemlje | | Prostorija: | | P6 Sanit.- garderob.čvor | |
|----------------------------|-------|----------------------------|--|---------------------------------|--|
| Duljina (m) | 2,71 | T (m) | | 5,00 | |
| Širina (m) | 1,76 | Gw | | 1,00 | |
| Površina (m ²) | 4,77 | f g1 | | 1,45 | |
| Visina (m) | 2,60 | Broj otvora | | 1 | |
| Volumen (m ³) | 12,40 | e i | | 0,02 | |
| Opošje (m ²) | 32,78 | 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) | - 14 | V su,i (m ³ /h) | | 0,00 | |
| f RH | 0,00 | n min (1/h) | | 1,50 | |
| Korekcijski faktor - fh,i | 1,00 | | | | |

| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/S (m) | A O | A' | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|----------|-----------|----------|----------|------------|------------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|--------------------|--------------------|----|
| | | | | | | (m ²) | (m ²) | | | | | | | | | | | | | | |
| Pozicija 9 | okolici | S | 1 | 0,80 | 0,60 | 0,48 | - | 0,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,440 | 49 |
| Z-1 | okolici | S | 1 | 1,76 | 2,90 | 5,10 | + | 4,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,987 | 67 |
| PT-2 | zemlji (pod) | hor. | 1 | 2,71 | 1,76 | 4,77 | | 4,77 | 1,85 | 5,16 | 0,00 | 0,540 | 0,28 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,59 | 0,00 | 1,139 | 38 |
| TM Poz 13 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,100 | 3 |
| TM Poz 13 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,100 | 3 |
| TM Poz 13 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,140 | 4 |
| TM Kut Z-1 | okolici (Toplinski most) | SZ | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,030 | 1 |

| Rezultati proračuna | | | | | |
|----------------------------|----|---------------------------|--|-----|--|
| Phi V,inf (W) | 4 | Phi T,i (W) | | 167 | |
| Phi V,min (W) | 19 | Phi V,i (W) | | 215 | |
| Phi V,mech,inf | 0 | Phi V,mech (W) | | 40 | |
| Phi V,su (W) | 0 | Phi (W) | | 382 | |
| Phi RH (W) | 0 | Phi/A (W/m ²) | | 80 | |
| Phi/V (W/m ³) | 30 | | | | |

| Prizemlje | | | Prostorija: | | | P7 Hodnik-stubište | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|--------------------|----------|---------|--------------------|---------|-------|------|------|------|-------|-----------------|-----|------|------|----------------|----------------|-------------|-------------|-----|
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/S (m) | A O (m²) | A' (m²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pozicija 3 | grijanog prostoriji | J | 1 | 1,10 | 2,60 | 2,86 | + | 2,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,000 | 0,00 | 15 | 1,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,841 | 28 |
| Pozicija 4 | grijanog prostoriji | J | 1 | 1,90 | 2,60 | 4,94 | + | 4,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,500 | 0,00 | 15 | 1,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 2,543 | 86 |
| Pregadni nosivi zid 25cm | negrijanog prostoriji | J | 1 | 1,00 | 2,90 | 2,90 | + | 2,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,599 | 54 |
| Pozicija 10 | negrijanog prostoriji | I | 1 | 0,91 | 1,99 | 1,81 | - | 1,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,597 | 54 |
| Pregadni nosivi zid 25cm | negrijanog prostoriji | I | 1 | 2,97 | 2,90 | 8,61 | + | 6,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 5 | 0,00 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,750 | 127 |
| TM Poz 10 iznad | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,083 | 2 |
| TM Poz 10 ispod | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,090 | 3 |
| TM Poz 10 bočno | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | I | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 0,360 | 12 |
| TM kut pregradnog zida | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | JI | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,075 | 2 |
| TM spoj zid strop | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 0,735 | 25 |
| TM spoj zid pod | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,98 | 0,735 | 25 |
| TM spoj zid pod | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,248 | 8 |
| TM spoj zid strop | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,248 | 8 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | Phi T,i (W) | | 438 | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 20 | | | | | | | | | | | | Phi V,i (W) | | 232 | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | Phi V,mech (W) | | 0 | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | Phi (W) | | 670 | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | Phi/A (W/m²) | | 43 | |
| Phi/V (W/m³) | | | | | | 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prizemlje | | | Prostorija: | | | P8 Utility | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/S (m) | A O (m²) | A' (m²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pozicija 6 | okolici | S | 1 | 1,00 | 2,40 | 2,40 | - | 2,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,200 | 208 |
| Pozicija 8 | okolici | S | 1 | 1,20 | 1,60 | 1,92 | - | 1,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,760 | 167 |
| Z-1 | okolici | S | 1 | 3,48 | 2,90 | 10,09 | + | 5,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,430 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,481 | 72 |
| Z-1 | okolici | I | 1 | 5,95 | 2,90 | 17,25 | + | 17,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,430 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,418 | 215 |
| Pozicija 10 | negrijanog prostoriji | J | 1 | 0,91 | 1,99 | 1,81 | - | 1,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,248 | 36 |
| Pregadni zid 12cm | negrijanog prostoriji | J | 1 | 3,48 | 2,90 | 10,09 | + | 8,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,980 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,653 | 163 |
| PT-2 | zemlji (pod) | hor. | 1 | 5,95 | 3,48 | 20,71 | | 20,71 | 9,43 | 4,39 | 0,00 | 0,540 | 0,29 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,52 | 0,00 | 4,504 | 130 |
| TM Poz 6 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,130 | 3 |
| TM Poz 6 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,120 | 3 |
| TM Poz 6 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,580 | 16 |
| TM Poz 8 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,140 | 4 |
| TM Poz 8 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,140 | 4 |
| TM Poz 8 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,380 | 11 |
| TM Kut Z-1 | okolici (Toplinski most) | SI | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,030 | 0 |
| TM spoj zid strop | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,767 | 22 |
| TM spoj zid pod | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 1,15 | 0,767 | 22 |
| TM Poz 10 iznad | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,073 | 2 |
| TM Poz 10 ispod | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,080 | 2 |
| TM Poz 10 bočno | negrijanog prostoriji (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 0,320 | 9 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 23 | | | | | | | | | | | Phi T,i (W) | | 1095 | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 27 | | | | | | | | | | | Phi V,i (W) | | 265 | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | Phi V,mech (W) | | 223 | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | Phi (W) | | 1360 | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | Phi/A (W/m²) | | 65 | | |
| Phi/V (W/m³) | | | | | | 25 | | | | | | | | | | | | | | | |

| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P1 Hodnik | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|-------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|-------|------|------|------|-------|-----------------------|-----|------|------|------|------|----------------|-------------------|-------|
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pregradni zid 12cm | negrijanjo prostoriji | J | 1 | 1,27 | 2,90 | 3,68 | + | 3,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,980 | 0,00 | 19 | 1,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,214 | 7 |
| PTA-1 | negrijanjo prostoriji | hor. | 1 | 10,47 | 1,00 | 10,47 | + | 10,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | -10 | 1,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,326 | 113 |
| PK-2 | negrijanjo prostoriji | hor. | 1 | 1,34 | 1,74 | 2,33 | | 2,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,780 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,802 | 27 |
| PK-2 | grijanjo prostoriji | hor. | 1 | 1,34 | 0,55 | 0,74 | | 0,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,780 | 0,00 | 15 | 1,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,085 | 2 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,105 | 3 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,045 | 1 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,030 | 1 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | Z | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,030 | 1 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P2 Dnevni boravak | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Posicija 6 | okolici | S | 1 | 1,00 | 2,40 | 2,40 | - | 2,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,200 | 244 |
| Posicija 8 | okolici | S | 1 | 1,20 | 1,60 | 1,92 | - | 1,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,760 | 195 |
| Posicija 7 | okolici | S | 1 | 1,40 | 1,60 | 2,24 | - | 2,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,720 | 228 |
| Z-1 | okolici | S | 1 | 7,04 | 2,90 | 20,42 | + | 13,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,960 | 202 |
| PTA-1 | negrijanjo prostoriji | hor. | 1 | 7,04 | 5,17 | 36,40 | + | 36,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | -10 | 1,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,562 | 393 |
| TM Poz 6 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,130 |
| TM Poz 6 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,120 | 4 |
| TM Poz 6 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,580 |
| TM Poz 8 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,140 | 4 |
| TM Poz 8 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,140 | 4 |
| TM Poz 8 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,380 | 12 |
| TM Poz 7 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,170 | 5 |
| TM Poz 7 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,170 | 5 |
| TM Poz 7 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,380 | 12 |
| TM Kut Z-1 | okolici (Toplinski most) | SZ | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,030 | 1 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,32 | 3,480 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | Z | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,71 | 2,565 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,090 | 3 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,030 | 1 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 47 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 22 | | | | | | | | | | | | | | | |

| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P3 Kuhinja | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|-------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|-------|------|------|-------|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|----------------|-------------------|-----|
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Z-1 | okolici | I | 1 | 2,46 | 2,90 | 7,13 | + | 7,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,066 | 104 |
| PTA-1 | negrijanoj prostoriji | hor. | 1 | 2,46 | 4,16 | 10,23 | + | 10,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,250 | 110 |
| PK-1 | grijanoj prostoriji | hor. | 1 | 3,47 | 2,46 | 8,54 | | 8,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,860 | 0,00 | - 15 | 1,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 1,080 | 36 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,81 | 1,215 | 41 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,060 | 2 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,060 | 2 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | Z | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,030 | 1 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P4 Trpezarija | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Z-1 | okolici | S | 1 | 1,00 | 2,40 | 2,40 | - | 2,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,200 | 244 |
| Pozicija 6 | okolici | S | 1 | 1,20 | 1,60 | 1,92 | - | 1,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,760 | 195 |
| Pozicija 8 | okolici | S | 1 | 4,16 | 2,90 | 12,06 | + | 7,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,328 | 113 |
| Z-1 | okolici | I | 1 | 2,71 | 2,90 | 7,86 | + | 7,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,380 | 114 |
| PTA-1 | negrijanoj prostoriji | hor. | 1 | 4,16 | 2,71 | 11,27 | | 11,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,580 | 121 |
| PK-2 | grijanoj prostoriji | hor. | 1 | 3,48 | 2,71 | 9,43 | | 9,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,780 | 0,00 | - 15 | 1,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 1,082 | 36 |
| TM Poz 6 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,130 | 4 | |
| TM Poz 6 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,120 | 4 | |
| TM Poz 6 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,580 | 19 | |
| TM Poz 8 ispod | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,140 | 4 | |
| TM Poz 8 iznad | okolici (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,140 | 4 | |
| TM Poz 8 bočno | okolici (Toplinski most) | S | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,380 | 12 | |
| TM Kut Z-1 | okolici (Toplinski most) | Sl | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,030 | 1 | |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,89 | 1,335 | 45 | |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,37 | 2,055 | 69 | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 39 | | | | | | | | | | | | | | | |

| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P5 Soba | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|--------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------|------|------|-------|-----------------------|-----|------|------|------|------|----------------|-------------------|
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) |
| Pozicija 7 | okolici | J | 1 | 1,40 | 1,60 | 2,24 | - | 2,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,720 | 228 |
| Z-1 | okolici | J | 1 | 3,48 | 2,90 | 10,09 | + | 7,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,375 | 114 |
| Z-1 | okolici | Z | 1 | 3,81 | 2,90 | 11,05 | + | 11,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,752 | 161 |
| Pozicija 14 | negrijanoj prostoriji | I | 1 | 1,60 | 2,60 | 4,16 | - | 4,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,000 | 0,00 | 19 | 1,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,245 |
| Pregradni nosivi zid 25cm | negrijanoj prostoriji | I | 1 | 4,41 | 2,90 | 12,79 | + | 8,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 19 | 1,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,317 |
| PTA-1 | negrijanoj prostoriji | hor. | 1 | 13,78 | 1,00 | 13,78 | + | 13,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | -10 | 1,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,377 |
| PK-2 | okolici | hor. | 1 | 1,43 | 3,48 | 4,98 | | 4,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,780 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,884 |
| TM Poz 7 iznad | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 5 |
| TM Poz 7 ispod | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 5 |
| TM Poz 7 bočno | okolici (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 3,880 |
| TM Kut Z-1 | okolici (Toplinski most) | JZ | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 1 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | Z | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,26 | 1,890 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,15 | 1,725 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,060 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | -10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,045 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 10 | | Phi T,i (W) | | | | | 956 | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 18 | | Phi V,i (W) | | | | | 207 | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | 116 | | | | | | | |
| Phi V,su (WV) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | 1163 | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | 84 | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 32 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P6 Garderoba | | | | | | | | | | | | | | |
| Duljina (m) | | | | | | 4,41 | | T (m) | | | | | 5,00 | | | | | | | |
| Sirina (m) | | | | | | 1,27 | | Gw | | | | | 1,00 | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | | | | | 5,60 | | f g1 | | | | | 1,45 | | | | | | | |
| Visina (m) | | | | | | 2,60 | | Broj otvora | | | | | 0 | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | | | | | 14,56 | | e i | | | | | 0,00 | | | | | | | |
| Opošje (m ²) | | | | | | 40,74 | | f vi | | | | | 1,00 | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | | | | | 3,10 | | V ex (m ³ /h) | | | | | 0,00 | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | | | | | 19 | | V su (m ³ /h) | | | | | 0,00 | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | | | | | -14 | | V su,i (m ³ /h) | | | | | 0,00 | | | | | | | |
| f RH | | | | | | 0,00 | | n min (1/h) | | | | | 0,00 | | | | | | | |
| Korekcijski faktor - fh,i | | | | | | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | | Phi T,i (W) | | | | | 0 | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 0 | | Phi V,i (W) | | | | | 0 | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | 0 | | | | | | | |
| Phi V,su (WV) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | 0 | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | 0 | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |

| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P7 Soba | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|--------------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|------|------|------|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|----------------|-------------------|-----|
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pozicija 7 | okolici | J | 1 | 1,40 | 1,60 | 2,24 | - | 2,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,720 | 228 |
| Z-1 | okolici | J | 1 | 2,45 | 2,90 | 7,11 | + | 4,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,094 | 71 |
| Pregradni zid 12cm | negrijanoj prostoriji | Z | 1 | 4,41 | 2,90 | 12,79 | + | 12,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,980 | 0,00 | - 19 | 1,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,745 | 25 |
| PTA-1 | negrijanoj prostoriji | hor. | 1 | 11,93 | 1,00 | 11,93 | + | 11,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,790 | 128 |
| PK-2 | okolici | hor. | 1 | 2,45 | 1,43 | 3,50 | + | 3,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,780 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,730 | 92 |
| PK-2 | negrijanoj prostoriji | hor. | 1 | 1,27 | 1,00 | 1,27 | + | 1,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,780 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,437 | 14 |
| PK-2 | grijanoj prostoriji | hor. | 1 | 1,97 | 1,65 | 3,25 | + | 3,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,780 | 0,00 | 15 | 1,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,373 | 12 |
| TM Poz 7 iznad | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 5 |
| TM Poz 7 ispod | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 5 |
| TM Poz 7 bočno | okolici (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 380 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,81 | 41 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,045 | 1 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,075 | 2 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | Z | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,060 | 2 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 9 | | Phi T,i (W) | | | | | | | 646 | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 16 | | Phi V,i (W) | | | | | | | 179 | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | | | 100 | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | | | 825 | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | | | 69 | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P8 Soba | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pozicija 7 | okolici | J | 1 | 1,40 | 1,60 | 2,24 | - | 2,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,720 | 228 |
| Z-1 | okolici | J | 1 | 4,01 | 2,90 | 11,63 | + | 9,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,038 | 137 |
| PK-2 | negrijanoj prostoriji | hor. | 1 | 16,55 | 1,00 | 16,55 | + | 16,55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,780 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,695 | 193 |
| PTA-1 | negrijanoj prostoriji | hor. | 1 | 16,55 | 1,00 | 16,55 | + | 16,55 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,257 | 178 |
| TM Poz 7 iznad | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 5 |
| TM Poz 7 ispod | okolici (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,17 | 5 |
| TM Poz 7 bočno | okolici (Toplinski most) | J | 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 380 |
| TM Kut Z-1 | okolici (Toplinski most) | JZ | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,030 | 1 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,32 | 1,980 | 67 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1,46 | 2,190 | 74 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | Z | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,075 | 2 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,045 | 1 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 12 | | Phi T,i (W) | | | | | | | 909 | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | 22 | | Phi V,i (W) | | | | | | | 249 | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | Phi V,mech (W) | | | | | | | 139 | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | Phi (W) | | | | | | | 1158 | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | Phi/A (W/m ²) | | | | | | | 70 | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 26 | | | | | | | | | | | | | | | |

| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P9 Kupaona | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|------|-------------|-------------|------------|--------------------------|-------------------------|------|------|------|------|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|----------------|-------------------|----|
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Z-1 | okolici | Z | 1 | 2,76 | 2,90 | 8,00 | + | 8,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,430 | 0,00 | - 14 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,440 | 123 | |
| Pregradni zid 12cm | grijanjo prostoriji | J | 1 | 2,45 | 2,90 | 7,11 | + | 7,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,980 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,782 | 28 |
| Pregradni nosivi zid 25cm | grijanjo prostoriji | S | 1 | 2,45 | 2,90 | 7,11 | + | 7,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,494 | 17 |
| Pozicija 12 | grijanjo prostoriji | I | 1 | 0,71 | 1,99 | 1,41 | - | 1,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,000 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,157 | 5 |
| Pregradni zid 12cm | grijanjo prostoriji | I | 1 | 2,76 | 2,90 | 8,00 | + | 6,59 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,980 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,725 | 26 |
| PTA-1 | negrijanjo prostoriji | hor. | 1 | 2,45 | 2,76 | 6,76 | + | 6,76 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 0,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,163 | 77 |
| PK-1 | grijanjo prostoriji | hor. | 1 | 2,45 | 2,76 | 6,76 | + | 6,76 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,860 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,323 | 11 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | Z | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,91 | 1,324 | 47 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,029 | 1 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,044 | 1 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,029 | 1 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | | | 26 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | | | 37 | | | | | | | | | | | | | |
| 1. KAT | | | Prostorija: | | | P10 Sanitarni čvor | | | | | | | | | | | | | | | |
| OZ | Stijena prema | SS | Br | Duž. (m) | V/Š (m) | A O (m ²) | A' (m ²) | P | B' | Z | U | Ueq | Theta u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| Pregradni zid 12cm | grijanjo prostoriji | J | 1 | 2,09 | 2,90 | 6,06 | + | 6,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,980 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,667 | 24 |
| Pozicija 13 | grijanjo prostoriji | Z | 1 | 0,61 | 1,99 | 1,21 | - | 1,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,000 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,134 | 4 |
| Pregradni zid 12cm | grijanjo prostoriji | Z | 1 | 2,29 | 2,90 | 6,64 | + | 5,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,980 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,597 | 21 |
| Pregradni nosivi zid 25cm | grijanjo prostoriji | S | 1 | 2,09 | 2,90 | 6,06 | + | 6,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,250 | 0,00 | 20 | 1,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,421 | 15 |
| PK-1 | negrijanjo prostoriji | hor. | 1 | 2,09 | 1,74 | 3,64 | | 3,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,860 | 0,00 | 5 | 1,00 | 0,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,478 | 53 |
| PK-1 | grijanjo prostoriji | hor. | 1 | 0,55 | 2,09 | 1,15 | | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,860 | 0,00 | 15 | 1,00 | 0,00 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,192 | 6 |
| TM tavan vanjski zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | I | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,76 | 1,105 | 39 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | S | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,029 | 1 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | Z | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,029 | 1 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanjo prostoriji (Toplinski most) | J | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,45 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,029 | 1 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,min (W) | | | | | | | | 19 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,mech,inf | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,su (W) | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi RH (W) | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | | | 31 | | | | | | | | | | | | | |

| 1. KAT | | Prostorija: | | P11 Stepenište | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|-------------|----|----------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|---|------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|----------------|-------------------|-------|
| Duljina (m) | | | | 1,13 | T (m) | | | | | 5,00 | | | | | | | | | | | |
| Sirina (m) | | | | 4,05 | Gw | | | | | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| Površina (m ²) | | | | 4,58 | f g1 | | | | | 1,45 | | | | | | | | | | | |
| Visina (m) | | | | 2,60 | Broj otvora | | | | | 0 | | | | | | | | | | | |
| Volumen (m ³) | | | | 11,90 | e i | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | |
| Oplošje (m ²) | | | | 36,09 | f vi | | | | | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| Visina iznad tla (m) | | | | 3,10 | V ex (m ³ /h) | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | |
| Theta int, i (°C) | | | | 20 | V su (m ³ /h) | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | |
| Theta e (°C) | | | | - 14 | V su,i (m ³ /h) | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | |
| f RH | | | | 0,00 | n min (1/h) | | | | | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| 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 u/as (°C) | ek | bu | fij | fg2 | TM | H T,i (W/K) | Phi T,i (W) | |
| PTA-1 | negrijanoj prostoriji | hor. | | 1 | 1,13 | 4,05 | 4,58 | + | 4,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,360 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,455 |
| TM tavan pregradni zid | negrijanoj prostoriji (Toplinski most) | S | | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | - 10 | 1,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,075 |
| Rezultati proračuna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phi V,inf (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | 52 |
| Phi V,min (W) | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | | | 138 |
| Phi V,mech,inf | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Phi V,su (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | 190 |
| Phi RH (W) | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | 41 |
| Phi/V (W/m ³) | | | | | | 16 | | | | | | | | | | | | | | | |

Prilog B – Dimenzioniranje sustava podnog grijanja

Projekt: Obiteljska kuća

Podno grijanje

G1-Instalacija grijanja \ Ulaz na Prizemlje (1.1)

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 06 (1.1).1

| | |
|---------------------------|------------------------|
| Temperatura polazne vode | 35,0 (°C) |
| Temperatura povratne vode | 31,9 (°C) |
| Broj priključaka | 6 |
| Uk. površina petlji | 43,9 (m ²) |
| Uk. duljina cijevi | 439,7 (m) |
| Instalirani učin | 2282 (W) |
| Uk. instalirani učin | 2584 (W) |
| Uk. volumen medija | 58,37 (l) |
| Uk. protok | 715,50 (kg/h) |
| | 11,16 (kPa) |

| P | Tip | Obloga | D (mm) | R _{laB} (m ² K/W) | A (m ²) | T (mm) | t _p (°C) | q (W/m ²) | Δt (°C) | I (m) | l _d (m) | Q _{i(k)} (W) | Q _{uk} (W) | m (kg/h) | w (m/s) | Δp (kPa) | Poz. vent. |
|---|-----|--------|-----------|--|------------------------|-----------|------------------------|--------------------------|------------|----------|-----------------------|--------------------------|------------------------|-------------|------------|-------------|---------------|
|---|-----|--------|-----------|--|------------------------|-----------|------------------------|--------------------------|------------|----------|-----------------------|--------------------------|------------------------|-------------|------------|-------------|---------------|

Prizemlje \ P1 Ulaz

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|-----|--|----|--|--|--|--|
| 84X4 | X | Keramičke pločice | 13 | 0,012 | 0,2 | 100 | 23,7 | 96,7 | 3,5 | 1,6 | | 15 | | | | |
|------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|-----|--|----|--|--|--|--|

Prizemlje \ P2 Čekaonica

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|----------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|-----|------|
| 83 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 6,8 | 100 | 24,5 | 47,0 | 3,0 | 68,2 | 7,7 | 321 | 429 | 122,9 | 0,3 | 7,6 | 2,50 |
| 84 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 6,8 | 100 | 24,5 | 46,1 | 3,5 | 68,2 | 14,0 | 314 | 474 | 116,6 | 0,2 | 7,6 | 2,50 |
| 83X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,2 | 100 | 24,5 | 47,0 | 3,0 | 2,3 | | 11 | | | | | |
| 84X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,2 | 100 | 24,5 | 46,1 | 3,5 | 2,1 | | 10 | | | | | |
| 50X2 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,3 | 100 | 24,8 | 49,8 | 1,5 | 3,0 | | 15 | | | | | |

Prizemlje \ P3 Sestra

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|
| 101 | B | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 8,7 | 100 | 26,0 | 63,6 | 6,0 | 87,0 | 7,8 | 553 | 661 | 94,7 | 0,2 | 6,2 | 1,00 |
| 90X4 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,8 | 100 | 27,1 | 77,1 | 1,5 | 8,0 | | 62 | | | | | |
| 101X1 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,6 | 100 | 26,0 | 63,6 | 6,0 | 5,8 | | 37 | | | | | |
| 100X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,3 | 100 | 26,0 | 63,6 | 6,0 | 3,0 | | 19 | | | | | |
| 50X3 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,3 | 100 | 27,1 | 77,1 | 1,5 | 2,5 | | 19 | | | | | |
| 83X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,2 | 100 | 26,7 | 72,8 | 3,0 | 2,0 | | 15 | | | | | |
| 90X6 | Y | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | | | | | 1,5 | 7,8 | | | | | | | |

Prizemlje \ P4 Ordinacija

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|----------------|----|-------|------|-----|------|------|-----|-------|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|
| 100 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 10,4 | 100 | 25,4 | 33,9 | 6,0 | 104,0 | 9,0 | 353 | 474 | 67,9 | 0,1 | 4,2 | 0,25 |
| 100X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,4 | 100 | 25,4 | 33,9 | 6,0 | 4,3 | | 15 | | | | | |

Prizemlje \ P5 WC

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|-----|------|
| 50 | B | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 2,6 | 100 | 27,1 | 77,1 | 1,5 | 26,0 | 11,0 | 200 | 304 | 174,6 | 0,4 | 6,8 | 2,50 |
| 50X1 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,3 | 100 | 27,1 | 77,1 | 1,5 | 2,5 | | 19 | | | | | |

Prizemlje \ P6 Sanit.-garderob.čvor

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|-----|------|
| 90 | B | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 1,7 | 100 | 27,1 | 77,1 | 1,5 | 17,1 | 19,8 | 132 | 242 | 138,8 | 0,3 | 4,5 | 1,00 |
| 90X1 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,1 | 50 | 28,0 | 88,1 | 1,5 | 1,0 | | 4 | | | | | |

Prizemlje \ P7 Hodnik-stubište

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|--|----|--|--|--|--|--|
| 84X3 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 1,0 | 100 | 26,6 | 71,3 | 3,5 | 10,3 | | 73 | | | | | |
| 83X3 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,3 | 100 | 26,7 | 72,8 | 3,0 | 3,4 | | 25 | | | | | |
| 50X4 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,3 | 100 | 27,1 | 77,1 | 1,5 | 3,0 | | 23 | | | | | |
| 90X5 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,3 | 100 | 27,1 | 77,1 | 1,5 | 3,0 | | 23 | | | | | |
| 101X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,2 | 100 | 26,0 | 63,6 | 6,0 | 2,0 | | 13 | | | | | |
| 100X3 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,2 | 100 | 26,0 | 63,6 | 6,0 | 1,7 | | 11 | | | | | |

| REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 02 (1.1).2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|------------------------|-----------|--|------------------------|-----------|------------------------|--------------------------|------------|----------|-----------------------|--------------------------|------------------------|-------------|------------|-------------|---------------|
| Temperatura polazne vode | | 35,0 (°C) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura povratne vode | | 31,5 (°C) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Broj priključaka | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uk. površina petlji | | 12,4 (m ²) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uk. duljina cijevi | | 124,0 (m) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalirani učin | | 970 (W) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uk. instalirani učin | | 1052 (W) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uk. volumen medija | | 16,46 (l) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uk. protok | | 259,20 (kg/h) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 10,88 (kPa) | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | Tip | Obloga | D (mm) | R _{laB} (m ² K/W) | A (m ²) | T (mm) | t _p (°C) | q (W/m ²) | Δt (°C) | I (m) | I _d (m) | Q _{i(k)} (W) | Q _{uk} (W) | m (kg/h) | w (m/s) | Δp (kPa) | Poz. vent. |
| Prizemlje \ P1 Ulaz | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 102 | B | Keramičke pločice | 13 | 0,012 | 3,4 | 100 | 23,8 | 98,2 | 3,0 | 34,0 | 12,5 | 334 | 459 | 131,7 | 0,3 | 5,2 | 1,00 |
| 102X1 | X | Keramičke pločice | 13 | 0,012 | 0,2 | 100 | 23,8 | 98,2 | 3,0 | 1,5 | | 15 | | | | | |
| Prizemlje \ P7 Hodnik-stubište | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | B | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 7,3 | 100 | 26,5 | 69,8 | 4,0 | 73,5 | 4,0 | 513 | 593 | 127,5 | 0,3 | 8,3 | 2,50 |
| 110X1 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,4 | 100 | 26,5 | 69,8 | 4,0 | 4,0 | | 28 | | | | | |
| 102X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 1,1 | 100 | 26,7 | 72,8 | 3,0 | 11,0 | | 80 | | | | | |

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 09 (2.1).1

| | |
|---------------------------|-------------------------------|
| Temperatura polazne vode | 35,0 (°C) |
| Temperatura povratne vode | 32,0 (°C) |
| Broj priključaka | 9 |
| Uk. površina petlji | 87,3 (m ²) |
| Uk. duljina cijevi | 756,4 (m) |
| Instalirani učin | 4244 (W) |
| Uk. instalirani učin | 4862 (W) |
| Uk. volumen medija | 100,39 (l) |
| Uk. protok | 1398,90 (kg/h) 28,07 (kPa) |

| P | Tip | Obloga | D (mm) | R _{laB} (m ² K/W) | A (m ²) | T (mm) | t _p (°C) | q (W/m ²) | Δt (°C) | I (m) | Id (m) | Qi(k) (W) | Quk (W) | m (kg/h) | w (m/s) | Δp (kPa) | Poz. vent. |
|---|-----|--------|-----------|--|------------------------|-----------|------------------------|--------------------------|------------|----------|-----------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|---------------|
|---|-----|--------|-----------|--|------------------------|-----------|------------------------|--------------------------|------------|----------|-----------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|---------------|

1. KAT \ P1 Hodnik

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|--|-----|--|--|--|--|--|
| 129X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 2,1 | 150 | 25,5 | 58,6 | 5,0 | 14,0 | | 124 | | | | | |
| 130X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 2,1 | 150 | 25,5 | 58,6 | 5,0 | 14,0 | | 124 | | | | | |
| 118X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,6 | 100 | 27,0 | 75,7 | 2,0 | 6,5 | | 49 | | | | | |
| 131X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 1,3 | 100 | 26,7 | 72,8 | 3,0 | 13,0 | | 95 | | | | | |
| 121X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,7 | 100 | 26,6 | 71,3 | 3,5 | 7,2 | | 51 | | | | | |
| 119X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,3 | 100 | 26,7 | 72,8 | 3,0 | 2,8 | | 20 | | | | | |
| 120X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,4 | 100 | 26,5 | 69,8 | 4,0 | 4,0 | | 28 | | | | | |
| 122X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 1,1 | 100 | 27,1 | 77,1 | 1,5 | 11,0 | | 85 | | | | | |
| 123X2 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,5 | 100 | 27,2 | 78,5 | 1,0 | 5,0 | | 39 | | | | | |

1. KAT \ P2 Dnevni boravak

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|----------------|----|-------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|------|------|
| 129 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 13,6 | 150 | 23,9 | 39,4 | 5,0 | 89,4 | 25,0 | 534 | 834 | 143,4 | 0,3 | 15,0 | 1,00 |
| 130 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 13,6 | 150 | 23,9 | 39,4 | 5,0 | 89,4 | 23,0 | 534 | 821 | 141,1 | 0,3 | 14,3 | 0,50 |
| 129X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 1,7 | 150 | 23,9 | 39,4 | 5,0 | 11,0 | | 66 | | | | | |
| 130X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 1,4 | 150 | 23,9 | 39,4 | 5,0 | 9,0 | | 54 | | | | | |
| 131X3 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 1,2 | 100 | 24,5 | 47,0 | 3,0 | 12,0 | | 56 | | | | | |

1. KAT \ P3 Kuhinja

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|------|
| 118 | B | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 3,6 | 100 | 27,0 | 75,7 | 2,0 | 36,0 | 9,5 | 272 | 377 | 162,3 | 0,3 | 7,3 | 0,50 |
| 118X1 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,3 | 100 | 27,0 | 75,7 | 2,0 | 3,0 | | 23 | | | | | |

1. KAT \ P4 Trpezarija

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|----------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|------|------|
| 131 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 7,3 | 100 | 24,5 | 47,0 | 3,0 | 73,0 | 31,0 | 343 | 602 | 172,5 | 0,4 | 18,7 | 2,50 |
| 131X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,6 | 100 | 24,5 | 47,0 | 3,0 | 6,0 | | 28 | | | | | |

1. KAT \ P5 Soba

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|----------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|------|------|
| 121 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 9,6 | 100 | 24,5 | 46,1 | 3,5 | 95,6 | 11,9 | 441 | 594 | 146,0 | 0,3 | 14,5 | 1,00 |
| 121X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,4 | 100 | 24,5 | 46,1 | 3,5 | 3,7 | | 17 | | | | | |
| 121X3 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,1 | 100 | 24,5 | 46,1 | 3,5 | 1,0 | | 5 | | | | | |

1. KAT \ P7 Soba

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|----------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-------|-----|------|------|
| 119 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 8,0 | 100 | 24,5 | 47,0 | 3,0 | 80,0 | 8,9 | 376 | 493 | 141,4 | 0,3 | 11,3 | 0,50 |
| 119X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,4 | 100 | 24,5 | 47,0 | 3,0 | 4,1 | | 19 | | | | | |
| 119X3 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,2 | 100 | 24,5 | 47,0 | 3,0 | 2,0 | | 9 | | | | | |

1. KAT \ P8 Soba

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|----------------|----|-------|------|-----|------|------|-----|-------|------|-----|-----|-------|-----|------|------|
| 120 | B | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 10,4 | 100 | 24,4 | 45,1 | 4,0 | 104,5 | 10,5 | 472 | 614 | 131,9 | 0,3 | 13,0 | 0,50 |
| 120X1 | X | Parket (hrast) | 25 | 0,119 | 0,6 | 100 | 24,4 | 45,1 | 4,0 | 6,5 | | 29 | | | | | |

1. KAT \ P9 Kupaona

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|-----|------|
| 122 | B | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 3,0 | 100 | 28,2 | 66,2 | 1,5 | 30,0 | 12,5 | 199 | 325 | 186,6 | 0,4 | 8,7 | 0,50 |
| 122X1 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,2 | 100 | 28,2 | 66,2 | 1,5 | 1,5 | | 10 | | | | | |

1. KAT \ P10 Sanitarni čvor

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------------------|----|-------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|------|
| 123 | B | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 2,0 | 100 | 28,3 | 67,6 | 1,0 | 20,0 | 6,1 | 135 | 202 | 173,7 | 0,4 | 4,7 | 0,50 |
| 123X1 | X | Keramičke pločice | 10 | 0,010 | 0,1 | 100 | 28,3 | 67,6 | 1,0 | 1,1 | | 7 | | | | | |

Prilog C – Podno grijanje po razdjelnicima

Projekt: Obiteljska kuća

Podno grijanje po razdjelnicima

G1-Instalacija grijanja \ Ulas na Prizemlje (1.1)

REHAU-razdjeljivač s mjeracom protoka HKV-D 06 (1.1).1

| | |
|-------------------------------|------------------------|
| Temperatura polazne vode: | 35,0 (°C) |
| Temperatura povratne vode: | 31,9 (°C) |
| Broj priključaka: | 6 |
| Ukupna površina petlji: | 43,9 (m ²) |
| Duljina cijevi: | 439,7 (m) |
| Instalirani učin | 2282 (W) |
| Uk. instalirani učin | 2584 (W) |
| Maseni protok: | 11,99 (l/min) |
| Maksimalni pad tlaka sustava: | 111,6 (mbar) |

| P | I (m) | w (m/s) | Δt (°C) | Maseni protok: (l/min) | Δp (mbar) | Poz. vent. |
|---|----------|------------|------------|------------------------------|--------------|---------------|
|---|----------|------------|------------|------------------------------|--------------|---------------|

Prizemlje \ P1 Ulas

Podno

Prizemlje \ P2 Čekaonica

Podno

| | | | | | | |
|----|------|------|-----|------|------|------|
| 83 | 75,9 | 0,26 | 3,0 | 2,06 | 76,0 | 2,50 |
| 84 | 82,2 | 0,25 | 3,5 | 1,95 | 76,0 | 2,50 |

Prizemlje \ P3 Sestra

Podno

| | | | | | | |
|-----|------|------|-----|------|------|------|
| 101 | 94,8 | 0,20 | 6,0 | 1,59 | 62,0 | 1,00 |
|-----|------|------|-----|------|------|------|

Prizemlje \ P4 Ordinacija

Podno

| | | | | | | |
|-----|-------|------|-----|------|------|------|
| 100 | 113,0 | 0,14 | 6,0 | 1,14 | 42,0 | 0,25 |
|-----|-------|------|-----|------|------|------|

Prizemlje \ P5 WC

Podno

| | | | | | | |
|----|------|------|-----|------|------|------|
| 50 | 37,0 | 0,37 | 1,5 | 2,93 | 68,0 | 2,50 |
|----|------|------|-----|------|------|------|

Prizemlje \ P6 Sanit.- garderob.čvor

Podno

| | | | | | | |
|----|------|------|-----|------|------|------|
| 90 | 36,8 | 0,29 | 1,5 | 2,33 | 45,0 | 1,00 |
|----|------|------|-----|------|------|------|

Prizemlje \ P7 Hodnik-stubište

Podno

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

G1-Instalacija grijanja \ Ulas na Prizemlje (1.1)

REHAU-razdjeljivač s mjeracom protoka HKV-D 02 (1.1).2

| | |
|-------------------------------|------------------------|
| Temperatura polazne vode: | 35,0 (°C) |
| Temperatura povratne vode: | 31,5 (°C) |
| Broj priključaka: | 2 |
| Ukupna površina petlji: | 12,4 (m ²) |
| Duljina cijevi: | 124,0 (m) |
| Instalirani učin | 970 (W) |
| Uk. instalirani učin | 1052 (W) |
| Maseni protok: | 4,34 (l/min) |
| Maksimalni pad tlaka sustava: | 108,8 (mbar) |

| P | I (m) | w (m/s) | Δt (°C) | Maseni protok: (l/min) | Δp (mbar) | Poz. vent. |
|---|----------|------------|------------|------------------------------|--------------|---------------|
|---|----------|------------|------------|------------------------------|--------------|---------------|

Prizemlje \ P1 Ulas

Podno

| | | | | | | |
|-----|------|------|-----|------|------|------|
| 102 | 46,5 | 0,28 | 3,0 | 2,21 | 52,0 | 1,00 |
|-----|------|------|-----|------|------|------|

Prizemlje \ P7 Hodnik-stubište

Podno

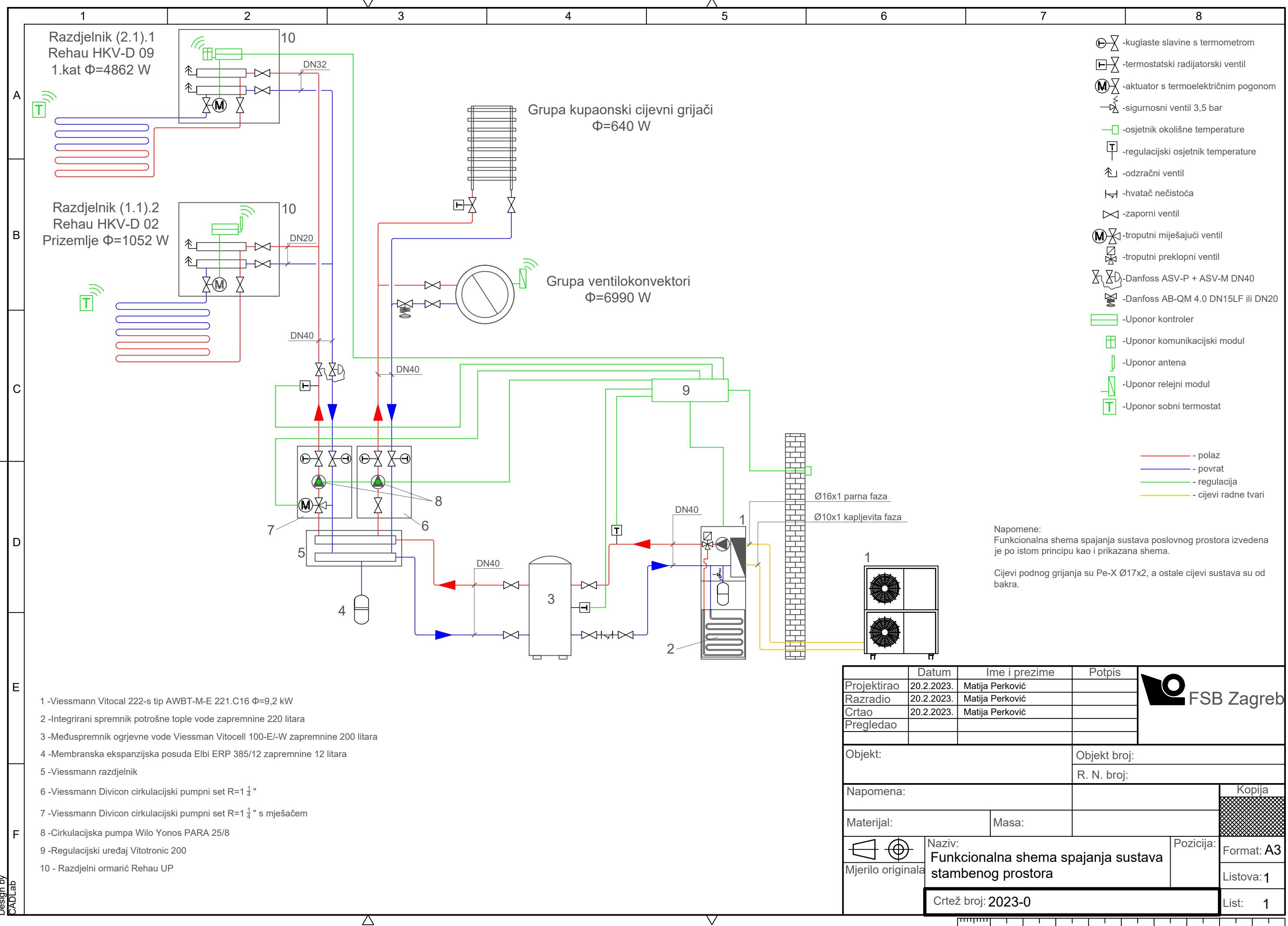
| | | | | | | |
|-----|------|------|-----|------|------|------|
| 110 | 77,5 | 0,27 | 4,0 | 2,14 | 83,0 | 2,50 |
|-----|------|------|-----|------|------|------|

G1-Instalacija grijanja \ Ulaz na 1. KAT (2.1)**REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 09 (2.1).1**

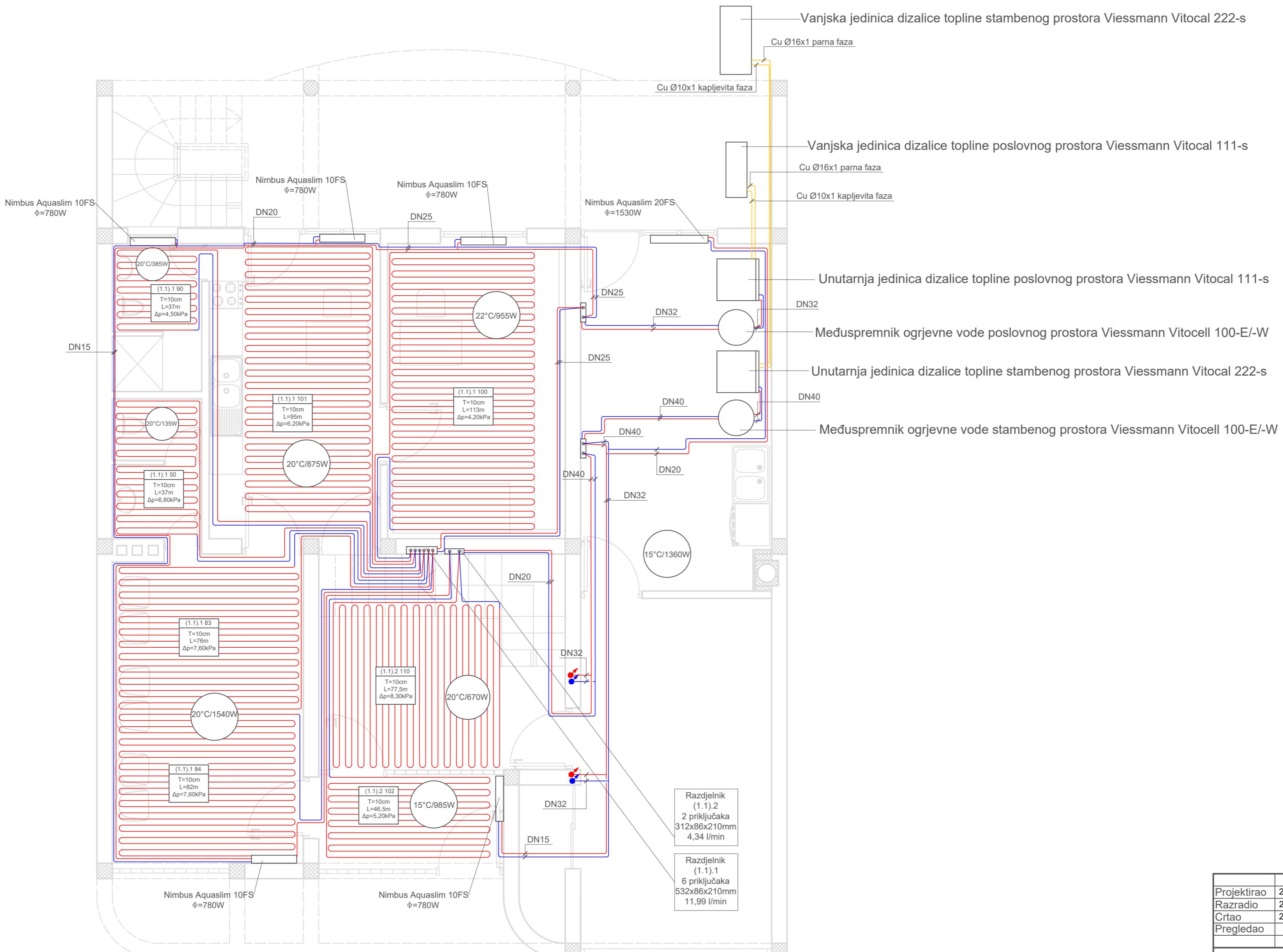
| | |
|-------------------------------|------------------------|
| Temperatura polazne vode: | 35,0 (°C) |
| Temperatura povratne vode: | 32,0 (°C) |
| Broj priključaka: | 9 |
| Ukupna površina petlji: | 87,3 (m ²) |
| Duljina cijevi: | 756,4 (m) |
| Instalirani učin | 4244 (W) |
| Uk. instalirani učin | 4862 (W) |
| Maseni protok: | 23,44 (l/min) |
| Maksimalni pad tlaka sustava: | 280,7 (mbar) |

| P | I (m) | w (m/s) | Δt (°C) | Maseni protok: (l/min) | Δp (mbar) | Poz. vent. |
|------------------------------------|----------|------------|------------|------------------------------|--------------|---------------|
| 1. KAT \ P2 Dnevni boravak | | | | | | |
| Podno | | | | | | |
| 129 | 114,4 | 0,30 | 5,0 | 2,40 | 150,0 | 1,00 |
| 130 | 112,4 | 0,30 | 5,0 | 2,36 | 143,0 | 0,50 |
| 1. KAT \ P3 Kuhinja | | | | | | |
| Podno | | | | | | |
| 118 | 45,5 | 0,34 | 2,0 | 2,72 | 73,0 | 0,50 |
| 1. KAT \ P4 Trpezarija | | | | | | |
| Podno | | | | | | |
| 131 | 104,0 | 0,36 | 3,0 | 2,89 | 187,0 | 2,50 |
| 1. KAT \ P5 Soba | | | | | | |
| Podno | | | | | | |
| 121 | 107,5 | 0,31 | 3,5 | 2,45 | 145,0 | 1,00 |
| 1. KAT \ P7 Soba | | | | | | |
| Podno | | | | | | |
| 119 | 88,9 | 0,30 | 3,0 | 2,37 | 113,0 | 0,50 |
| 1. KAT \ P8 Soba | | | | | | |
| Podno | | | | | | |
| 120 | 115,0 | 0,28 | 4,0 | 2,21 | 130,0 | 0,50 |
| 1. KAT \ P9 Kupaona | | | | | | |
| Podno | | | | | | |
| 122 | 42,5 | 0,39 | 1,5 | 3,13 | 87,0 | 0,50 |
| 1. KAT \ P10 Sanitarni čvor | | | | | | |
| Podno | | | | | | |
| 123 | 26,1 | 0,37 | 1,0 | 2,91 | 47,0 | 0,50 |

Prilog D – Funkcionalna shema spajanja sustava stambenog prostora



Prilog E – Tehnički crteži dispozicije opreme



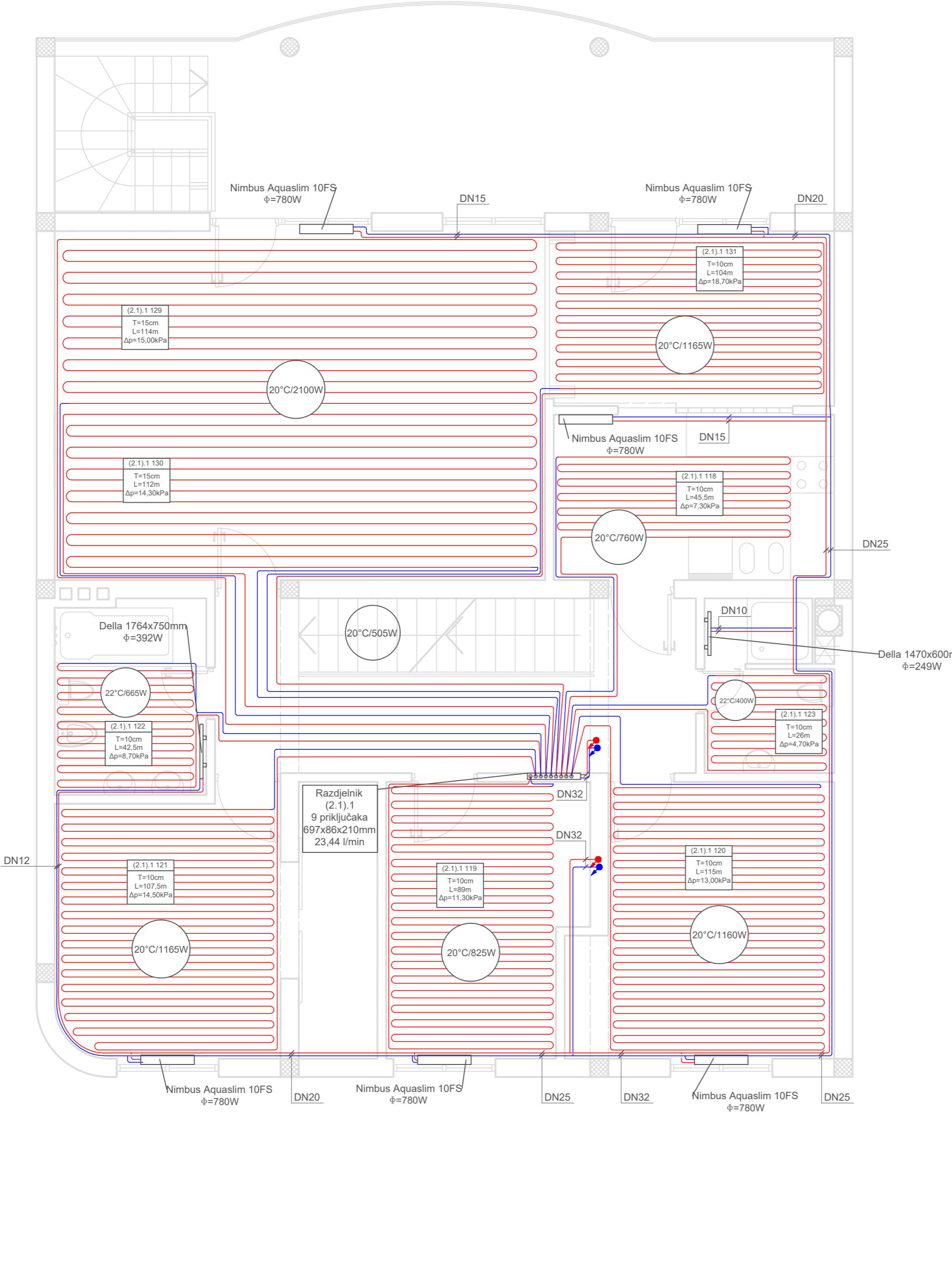
Napomena:
Cijevi podnog grijanja su Pe-X Ø17x2, a
ostale cijevi sustava su od bakra.

- polaz
- povrat
- cijevi radne tvari

| | | | | |
|---|--------------------|------------------------------------|--------|--|
| | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| Projektirao | 25.02.23 | Matija Perković | | |
| Razradio | 25.02.23 | Matija Perković | | |
| Crtao | 25.02.23 | Matija Perković | | |
| Pregledao | | | | |
| Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | R. N. broj: | | |
| Napomena: | | | | Kopija |
| Materijal: | | Masa: | |  |
|   | Naziv: | Raspored opreme - prizemlje | | Format: A2 |
| Mjerilo originala | | | | Pozicija: |
| 1:50 | Crtež broj: 2023-1 | | | Listova: 2 |
| | | | | List: 1 |

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

A
B
C
D
E
F
G
H



Napomena:
Cijevi podnog grijanja su Pe-X Ø17x2, a ostale cijevi sustava su od bakra.

— polaz
— povrat
— cijevi radne tvari

| | Datum | Ime i prezime | Potpis |
|-------------------|----------------------------|-----------------|--------------------|
| Projektirao | 25.02.23 | Matija Perković | |
| Razradio | 25.02.23 | Matija Perković | |
| Crtao | 25.02.23 | Matija Perković | |
| Pregledao | | | |
| Objekt: | | Objekt broj: | |
| | | R. N. broj: | |
| Napomena: | | | Kopija |
| Materijal: | | Masa: | |
| Mjerilo originala | Naziv: | Pozicija: | Format: A2 |
| | | | |
| 1:50 | Raspored opreme - prvi kat | Listova: 2 | |
| | | | List: 2 |
| | | | Crtež broj: 2023-2 |