

Projekt grijanja stambene zgrade sustavom s dizalicom topline

Hunić, Domagoj

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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:235:702959>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-17**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Domagoj Hunić

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl. ing.

Student:

Domagoj Hunić

Zagreb, 2015.

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

Zahvaljujem se svojem mentoru prof. dr. sc. Igoru Balenu na pruženoj pomoći i podršci tijekom izrade rada.

Domagoj Hunić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



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

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

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Domagoj HUNIĆ**

Mat. br.: 0035181696

Naslov rada na
hrvatskom jeziku:

**PROJEKT GRIJANJA STAMBENE ZGRADE SUSTAVOM S
DIZALICOM TOPLINE**

Naslov rada na
engleskom jeziku:

**DESIGN OF HEATING SYSTEM WITH HEAT PUMP FOR
RESIDENTIAL BUILDING**

Opis zadatka:

Potrebno je proračunati i projektirati sustav grijanja za potrebe višestambene zgrade s 6 stanova površine 500 m² na 5 etaža (Po+Pr+1K+2K+Pk), prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Rad uključuje proračun potrebne toplinske energije za grijanje tijekom jedne godine uz određivanje energetskog razreda zgrade prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NN 48/14).

Za potrebe grijanja treba predvidjeti niskotemperaturni sustav s dizalicom topline tlo-voda i s podnim grijanjem temperaturnog režima 35/30 °C. Predvidjeti sustav mjerenja potrošnje toplinske energije za svaku vlasničku cjelinu.

Potrebno je riješiti pripremu potrošne tople vode u izvedbi akumulacijskog sustava, pri čemu treba koristiti instalaciju sa sunčevim kolektorima. Zgrada se nalazi na području grada Supetra na otoku Braču.

Na raspolaganju su energetski izvori:

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

Rad treba sadržavati:

- analizu sustava grijanja za stambene zgrade s osnovnim shemama
- toplinsku bilancu za zimsko razdoblje
- godišnju toplinsku bilancu potrebne energije za grijanje
- tehničke proračune koji definiraju izbor opreme
- tehnički opis sustava
- funkcionalnu shemu spajanja i shemu automatske regulacije za potpuno automatski rad postrojenja
- crteže kojima se definira raspored i montaža opreme.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

25. studenog 2014.

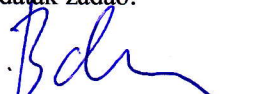
Rok predaje rada:

1. rok: 26. veljače 2015.
2. rok: 17. rujna 2015.

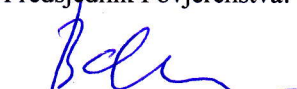
Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 2., 3., i 4. ožujka 2015.
2. rok: 21., 22., i 23. rujna 2015.

Zadatak zadao:


Prof. dr. sc. Igor Balen

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

| | |
|---|-------|
| SADRŽAJ | I |
| POPIS SLIKA | III |
| POPIS TABLICA..... | IV |
| POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE | V |
| POPIS OZNAKA | VI |
| SAŽETAK..... | XVII |
| SUMMARY | XVIII |
| 1. SUSTAVI GRIJANJA ZA STAMBENE ZGRADE..... | 1 |
| 1.1. Toplinska ugodnost | 1 |
| 1.2. Toplinski gubici..... | 2 |
| 1.3. Sustavi grijanja | 6 |
| 2. TOPLINSKA BILANCA ZGRADE | 9 |
| 2.1. Opis zgrade..... | 9 |
| 2.2. Proračun toplinskih gubitaka..... | 9 |
| 2.3. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q_{h,nd}$ | 13 |
| 2.3.1. Pregled osnovnih formula algoritma | 14 |
| 2.3.2. Rezultati proračuna | 17 |
| 3. DIMENZIONIRANJE SUSTAVA GRIJANJA..... | 19 |
| 3.1. Podno grijanje | 19 |
| 3.2. Odabir cijevnih kupaonskih grijača..... | 25 |
| 4. ODABIR DIZALICE TOPLINE TLO - VODA | 27 |
| 5. DIMENZIONIRANJE VODORAVNOG KOLEKTORSKOG POLJA..... | 29 |
| 6. DIMENZIONIRANJE SPREMNIKA PTV-a I SOLARNIH KOLEKTORA | 32 |
| 7. DIMENZIONIRANJE I ODABIR KOMPONENATA SUSTAVA..... | 38 |
| 7.1. Odabir međuspremnika | 38 |
| 7.2. Dimenzioniranje cijevnog razvoda primarnog kruga grijanja..... | 39 |
| 7.4. Odabir recirkulacijske pumpe PTV-a..... | 40 |
| 7.5. Dimenzioniranje cijevnog razvoda solarnog kruga..... | 42 |
| 7.6. Dimenzioniranje ekspanzijske posude za sustav grijanja | 44 |
| 7.7. Dimenzioniranje ekspanzijske posude za solarni sustav | 45 |
| 8. PREGLED ODABRANIH KOMPONENETA SUSTAVA | 46 |
| 9. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA | 48 |
| 9.1. Sustav grijanja | 48 |
| 9.2. Zagrijavanje potrošne tople vode | 49 |
| 9.3. Regulacija sustava | 50 |
| 10. ZAKLJUČAK..... | 52 |
| LITERATURA..... | 53 |

| | |
|--|-----|
| PRILOZI..... | 55 |
| Prilog 1 - Proračun toplinskih gubitaka prema HRN EN 12831 | 56 |
| Prilog 2 - Crteži | 117 |

POPIS SLIKA

| | | |
|-----------|---|----|
| Slika 1. | Usporedba radijatorskog i površinskog grijanja | 1 |
| Slika 2. | Toplinski gubici zgrade..... | 3 |
| Slika 3. | Centralno grijanje i priprema PTV-a sa plinskim kotlom | 6 |
| Slika 4. | Sustav daljinskog grijanja | 7 |
| Slika 5. | Dizalica topline sa tlo kao izvorom topline | 8 |
| Slika 6. | Solarno zagrijavanje potrošne tople vode | 8 |
| Slika 7. | Pregled potrebne mjesečne toplinske energije za grijanje | 17 |
| Slika 8. | Dijagram za proračun sustava: Uponor Tecto ploča, PE-Xa cijevi $\Phi 14 \times 2$ mm | 19 |
| Slika 9. | Dijagram pada tlaka za Uponor PE-Xa cijevi | 20 |
| Slika 10. | Razdjelnik i sabirnik „FHF“ | 24 |
| Slika 11. | Zidni ormarić „UHF2“ | 25 |
| Slika 12. | Kupaonski cijevni grijač „MONDO BND“ | 26 |
| Slika 13. | Dizalica topline „geoTHERM VWS 171/2“ | 28 |
| Slika 14. | „RAUGEO razdjelni šaht“ | 31 |
| Slika 15. | „RAUGEO collect PE-Xa“ površinski kolektori | 31 |
| Slika 16. | Spremnik za PTV „Omega Plus 750“ | 33 |
| Slika 17. | Pločasti kolektor „auroTHERM VFK 145 V“ | 34 |
| Slika 18. | Prikaz potrebne i isporučene sunčeve energije po mjesecima | 35 |
| Slika 19. | Međuspremnik „VPS 500“ | 38 |
| Slika 20. | Pumpa „ALPHA2 25-60“ | 40 |
| Slika 21. | Recirkulacijska pumpa „UP 15-14 B (UT)“ | 41 |
| Slika 22. | Pad tlaka u bakrenoj cijevi 60 % voda, 40 % glikol | 42 |
| Slika 23. | Dvocijevna solarna pumpna stanica „S2 Solar 3“ | 43 |
| Slika 24. | Ekspanzijska posuda kruga grijanja „LR 18“ | 44 |
| Slika 25. | Ekspanzijska posuda solarnog kruga „LR S 40“ | 45 |

POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Unutarnje projektne temperature prostorija | 9 |
| Tablica 2. Koeficijenti prolaza topline | 10 |
| Tablica 3. Minimalni broj izmjena zraka po satu | 10 |
| Tablica 4. Faktor smanjenja temperaturne razlike | 10 |
| Tablica 5. Korekcijski faktor za stambene zgrade | 10 |
| Tablica 6. Toplinski gubici po prostorijama | 11 |
| Tablica 7. Ukupni toplinski gubici | 12 |
| Tablica 8. Ulazni podaci za proračun | 13 |
| Tablica 9. Ostali podaci za proračun | 13 |
| Tablica 10. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje..... | 18 |
| Tablica 11. Proračun podnog grijanja | 21 |
| Tablica 12. Instalirana snaga podnog grijanja..... | 23 |
| Tablica 13. Ukupni rezultati po stanovima | 24 |
| Tablica 14. Rezultati proračuna cijevnih grijača..... | 25 |
| Tablica 15. Tehničke karakteristike dizalice topline „geoTHERM VWS 171/2“ | 27 |
| Tablica 16. Tehničke karakteristike spremnika za PTV „Omega Plus 750“ | 33 |
| Tablica 17. Tehničke karakteristike pločastog kolektora „auroTHERM VFK 145 V“ | 34 |
| Tablica 18. Proračun potrebne površine solarnih kolektora prema HRN EN 15316-4-3 | 36 |
| Tablica 19. Usporedba potrošnje električne energije svih podsustava za pripremu PTV-a..... | 37 |
| Tablica 20. Tehničke karakteristike međuspremnika „VPS 500“ | 38 |
| Tablica 21. Pad tlaka primarnog kruga grijanja | 39 |
| Tablica 22. Pad tlaka kroz cjevovod sekundarnog kruga grijanja..... | 39 |

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

1. Funkcionalna shema spajanja i automatske regulacije
2. Tlocrt podruma - dispozicija opreme
3. Tlocrt prizemlja - dispozicija opreme
4. Tlocrt 1. kata - dispozicija opreme
5. Tlocrt 2. kata - dispozicija opreme
6. Tlocrt krovšta - dispozicija opreme

POPIS OZNAKA

| Oznaka | Jedinica | Opis |
|--------------------|---------------------|---|
| $\Phi_{T,i}$ | [W] | - projektni transmisijski toplinski gubici grijane prostorije |
| $H_{T,ie}$ | [W/K] | - koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu |
| $H_{T,iue}$ | [W/K] | - koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu |
| $H_{T,ig}$ | [W/K] | - stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu |
| $H_{T,ij}$ | [W/K] | - koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature |
| θ_i | [°C] | - unutarnja projektna temperatura grijanog prostora |
| θ_e | [°C] | - vanjska projektna temperatura |
| $\Phi_{V,i}$ | [W] | - ventilacijski toplinski gubici grijane prostorije |
| $H_{V,i}$ | [W/K] | - koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka |
| $\Phi_{RH,i}$ | [W] | - toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja |
| A_i | [m ²] | - površina poda grijanog prostora |
| f_{RH} | [W/m ²] | - korekcijski faktor ovisan o vremenu zagrijavanja i pretpostavljenom padu temperature za vrijeme prekida |
| $\Phi_{HL,i}$ | [W] | - ukupno projektno toplinsko opterećenje prostorije |
| Φ_{HL} | [W] | - ukupno projektno toplinsko opterećenje zgrade |
| $\Sigma\Phi_{T,i}$ | [W] | - suma transmisijskih gubitaka svih prostora bez topline koja se izmjenjuje između dijelova zgrade ili prostorija |

| | | |
|---------------------|----------------------|---|
| $\Sigma\Phi_{V,i}$ | [W] | - suma ventilacijskih gubitaka svih prostora bez toplinu koja se izmjenjuje između dijelova zgrade ili prostorija |
| $\Sigma\Phi_{RH,i}$ | [W] | - suma toplina za zagrijavanje svih prostorija zbog prekida grijanja |
| U | [W/m ² K] | - koeficijent prolaza topline |
| n_{min} | [h ⁻¹] | - minimalan broj izmjena zraka po satu |
| b_u | [-] | - faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir temperaturu negrijanog prostora i vanjsku projekttnu temperaturu |
| θ_i | [°C] | - unutarnja projekttna temperatura |
| A | [m ²] | - površina grijane prostorije |
| ϕ_T | [W] | - transmisijski toplinski gubici |
| ϕ_V | [W] | - ventilacijski toplinski gubici |
| ϕ_{RH} | [W] | - dodatna toplina zbog prekida grijanja |
| ϕ_{UK} | [W] | - ukupni projekttni toplinski gubici |
| ϕ_{uk}/A | [W/m ²] | - ukupni projekttni toplinski gubici svedeni na jedinicu površine prostorije |
| $Q_{H,nd,cont}$ | [kWh] | - potrebna toplinska energija za grijanje pri kontinuiranom radu |
| $Q_{H,ht}$ | [kWh] | - ukupno izmjenjena toplinska energija u periodu grijanja |
| $Q_{H,gn}$ | [kWh] | - ukupni toplinski dobitci zgrade u periodu grijanja |
| $\eta_{H,gn}$ | [-] | - faktor iskorištenja toplinskih dobitaka |
| Q_{Tr} | [kWh] | - izmjenjena toplinska energija transmisijom za proračunsku zonu |

| | | |
|---------------------|---------------------|---|
| Q_{Ve} | [kWh] | - potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju za proračunsku zonu |
| Q_{int} | [kWh] | - unutarnji toplinski dobici zgrade |
| Q_{sol} | [kWh] | - toplinski dobici od Sunčeva zračenja |
| H_{Tr} | [W/K] | - koeficijent transmisijske izmjene topline proračunske zone |
| H_{Ve} | [W/K] | - koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone |
| $\theta_{int,H}$ | [°C] | - unutarnja postavna temperatura grijane zone |
| $\theta_{e,m}$ | [°C] | - srednja vanjska temperatura za proračunski period (sat ili mjesec) |
| t | [h] | - trajanje proračunskog razdoblja |
| q_{spec} | [W/m ²] | - specifični unutarnji dobitak po m ² korisne površine |
| A_k | [m ²] | - korisna površina |
| $\Phi_{sol,mn,k}$ | [W] | - srednji toplinski tok od sunčeva izvora kroz k-ti građevni dio u grijani prostor |
| $\Phi_{sol,mn,u,l}$ | [W] | - srednji toplinski tok od sunčeva izvora kroz l-ti građevni dio u susjedni negrijani prostor |
| $b_{tr,l}$ | [-] | - faktor smanjenja za susjedni negrijani prostor s unutarnjim toplinskim izvorom |
| $\Phi_{sol,k}$ | [W] | - srednji toplinski tok od sunčeva zračenja kroz građevni dio zgrade k |
| $F_{sh,ob}$ | [-] | - faktor zasjenjenja od vanjskih prepreka direktnom upadu sunčevog zračenja |

| | | |
|--------------|------------------------|--|
| $I_{S,K}$ | [W/m ²] | - srednji toplinski tok od sunčevog zračenja na površinu građevnog dijela k za mjesečni proračun |
| $A_{sol,k}$ | [m ²] | - efektivna površina otvora k na koju upada sunčevo zračenje |
| $F_{r,k}$ | [-] | - faktor oblika između otvora k i neba |
| $\Phi_{r,k}$ | [W] | - toplinski tok zračenjem od površine otvora k prema nebu |
| α_H | [-] | - bezdimenzijski parametar ovisan o vremenskoj konstanti zgrade τ |
| γ_H | [-] | - omjer toplinskih dobitaka i ukupne izmjenjene topline transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja |
| $Q_{H,nd}$ | [kWh/a] | - godišnja vrijednost potrebne toplinske energije za grijanje proračunske zone |
| $Q''_{H,nd}$ | [kWh/m ² a] | - godišnja potrebna toplinska energija za grijanje stambene zgrade, svedena na jedinicu korisne površine |
| P_r | [-] | - prostorija |
| K_r | [-] | - krug podnog grijanja |
| A_{kr} | [m ²] | - površina kruga |
| R_t | [m ² K/W] | - toplinski otpor podne obloge |
| T | [cm] | - razmak cijevi |
| L_k | [m] | - duljina kruga |
| Q_{kr} | [W] | - toplinski učin kruga |
| q_m | [kg/h] | - maseni protok vode |
| v | [m/s] | - brzina strujanja vode |

| | | |
|--------------------|---------------------|--|
| R | [mbar/m] | - jedinični pad tlaka |
| Δp_{kr} | [mbar] | - ukupni pad tlaka kroz krug |
| T_i | [°C] | - unutarnja projektna temperatura |
| A_{pr} | [m ²] | - površina prostorije |
| ΔT_m | [°C] | - srednja temperaturna razlika ogrijevnog tijela i zraka u prostoriji |
| Q_n | [W] | - projektni toplinski gubici |
| Q_{pr} | [W] | - pročišćeni toplinski gubici |
| Q_p | [W] | - potrebna snaga podnog grijanja |
| $Q_{inst,p}$ | [W] | - instalirana snaga podnog grijanja |
| A_{uk} | [m ²] | - ukupna površina stana |
| $Q_{n,uk}$ | [W] | - ukupni projektni toplinski gubici po stanu |
| $Q_{pr,uk}$ | [W] | - ukupni pročišćeni toplinski gubici po stanu |
| $Q_{p,uk}$ | [W] | - ukupna potrebna snaga podnog grijanja po stanu |
| $Q_{inst,p,uk}$ | [W] | - ukupna instalirana snaga podnog grijanja po stanu |
| $Q_{h,p}$ | [W] | - potrebna snaga cijevnog grijača |
| $Q_{h,n}$ | [W] | - snaga cijevnog grijača od proizvođača |
| Δp_c | [mbar] | - pad tlaka kroz cijevni grijač |
| $A_{zem,kol,uk}$ | [m ²] | - ukupna površina zemljišta za polaganje vodoravnog kolektorskog polja |
| Φ_{DT} | [W] | - toplinski učin dizalice topline |
| ε_{DT} | [-] | - faktor grijanja dizalice topline |
| q_{tlo} | [W/m ²] | - specifično površinsko odavanje topline tla |
| $L_{uk,min}$ | [m] | - minimalna ukupna duljina cijevi vodoravnog kolektorskog polja |

| | | |
|---------------------|----------------------|--|
| s | [m] | - međusobni razmak cijevi |
| X_p | [-] | - potreban broj petlji vodoravnog kolektorskog polja |
| L_{uk} | [m] | - ukupna duljina vodoravnog kolektorskog polja |
| V_{PM} | [l] | - ukupni volumen posrednog medija |
| $V'_{L,K}$ | [l/m] | - specifični volumen posrednog medija u cijevima vodoravnog kolektorskog polja |
| L_{sp} | [m] | - duljina spojnih cijevi |
| $V'_{L,sp'}$ | [l/m] | - specifični volumen posrednog medija u spojnim cijevima |
| $L_{uk,kr}$ | [m] | - ukupna duljina kruga vodoravnog kolektorskog polja |
| $L_{uk,kr,d}$ | [m] | - ukupna duljina cijevi koja povezuje krugove sa razdjelnikom |
| $d_{u,k}$ | [mm] | - unutarnji promjer cijevi kolektorskog polja |
| $d_{u,sp}$ | [mm] | - unutarnji promjer spojnih cijevi |
| V_p | [l/s] | - protok posrednog medija |
| $\Phi_{DT,r}$ | [kW] | - rashladni učin dizalice topline (isparivača) |
| ρ_{PM} | [kg/m ³] | - gustoća posrednog medija |
| c_{PM} | [J/kgK] | - specifični toplinski kapacitet posrednog medija |
| $\Delta\theta_{PM}$ | [°C] | - razlika temperatura posrednog medija na ulazu i izlazu iz kolektora |
| $\Delta p_{uk,vkp}$ | [Pa] | - ukupni pad tlaka u vodoravnom kolektorskom polju |
| Δp_{pet} | [Pa] | - pad tlaka u jednoj petlji |
| $\Delta p'_{pet}$ | [Pa/m] | - pad tlaka po duljini petlje |

| | | |
|-----------------------|----------------------|--|
| L_{pet} | [m] | - duljina jedne petlje vodoravnog kolektorskog polja |
| Δp_{sp} | [Pa] | - pad tlaka u spojnim cijevima |
| $\Delta p'_{sp}$ | [Pa/m] | - pad tlaka po duljini spojne cijevi |
| Φ | [kW] | - potreban toplinski tok za zagrijavanje PTV-a |
| V_w | [l] | - volumen vode najvećeg trošila |
| ρ_w | [kg/m ³] | - gustoća vode |
| c_w | [kJ/kgK] | - specifični toplinski kapacitet vode |
| θ_{tw} | [°C] | - temperatura tople vode |
| θ_{hw} | [°C] | - temperatura hladne vode |
| n | [-] | - broj stanova |
| φ | [-] | - faktor istovremenosti |
| Φ_{DT} | [kW] | - potreban kapacitet izvora topline |
| Z_b | [h] | - broj sati potrošnje |
| Z_a | [h] | - broj sati zagrijavanja |
| Q_{spr} | [kWh] | - toplinska energija akumulirana u spremniku |
| b | [-] | - dodatak zbog „mrtvog“ prostora ispod grijane površine spremnika |
| k | [-] | - dodatak zbog taloženja kamenca u spremniku |
| θ_s | [°C] | - temperatura tople vode u spremniku |
| $\vartheta_{e,m,avg}$ | [°C] | - prosječna vanjska temperatura u promatranom periodu |
| $Q_{w,sol,us,m}$ | [kWh] | - mjesečno toplinsko opterećenje sunčanog sustava u dijelu koji se odnosi na potrebnu energiju za pripremu PTV-a |

| | | |
|-----------------------|-----------------------|--|
| ϑ_{ref} | [°C] | - referentna temperatura |
| ΔT | [K] | - referentna razlika temperatura |
| X | [-] | - bezdimenzijski faktor |
| I_m | [W/m ²] | - prosječno sunčevo zračenje |
| Y | [-] | - bezdimenzijski faktor |
| $Q_{w,sol,out,m}$ | [kWh] | - isporučena sunčeva energija u sustav |
| p | [-] | - omjer isporučene sunčeve energije i toplinskog opterećenja sunčanog sustava |
| p_{kor} | [-] | - korigirani omjer isporučene sunčeve energije i toplinskog opterećenja sunčanog sustava |
| $Q_{w,sol,out,m,kor}$ | [kWh] | - korigirana isporučena sunčeva energija u sustav |
| $E_{sol,in,m}$ | [kWh/m ²] | - mjesečno sunčevo ozračenje na plohu kolektora |
| $t_{aux,m}$ | [h] | - mjesečno vrijeme rada pumpe |
| $W_{col,aux,m}$ | [kWh] | - pomoćna energija za pogon pumpi kruga kolektora |
| L | [m] | - duljina dionice cjevovoda |
| Q_{inst} | [W] | - instalirana toplinska snaga |
| mc_p | [W/°C] | - vodena vrijednost |
| R | [Pa/m] | - pad tlaka po duljini cjevovoda |
| $R \cdot L$ | [Pa] | - linijski pad tlaka u cjevovodu |
| $\Sigma \zeta$ | [-] | - suma koeficijenata lokalnih otpora strujanja |
| Z | [Pa] | - lokalni pad tlaka u cjevovodu |
| $R \cdot L + Z$ | [Pa] | - ukupni pad tlaka u cjevovodu |

| | | |
|--------------------|--------|--|
| $l_{w,k}$ | [m] | - dužina svih vodova tople vode u podrumu |
| $q_{w,k}$ | [W/m] | - toplinski gubici vodova tople vode smještenih u podrumu |
| $l_{w,s}$ | [m] | - dužina svih vertikalnih vodova tople vode |
| $q_{w,s}$ | [W/m] | - toplinski gubici vertikalnih vodova tople vode |
| Q_w | [W] | - toplinski gubici svih vodova |
| Δp_p | [Pa] | - potrebna dobava recirkulacijske pumpe |
| $\Sigma l \cdot R$ | [Pa] | - ukupni linijski pad tlaka cjevovoda |
| Δp_{RV} | [Pa] | - pad tlaka u nepovratnom ventilu |
| Δp_{TH} | [Pa] | - pad tlaka termostatskog ventila |
| L_{sk} | [m] | - ukupna duljina cjevovoda od spremnika do kolektora i nazad do spremnika |
| w_{gls} | [m/s] | - brzina strujanja glikolne smjese |
| f | [-] | - faktor povećanja linijskih gubitaka cjevovoda zbog lokalnih gubitaka cjevovoda |
| Δp_{kol} | [mbar] | - pad tlaka u jednom kolektoru |
| Δp_{spr} | [mbar] | - pad tlaka u izmjenjivaču topline spremnika |
| Δp_{cj} | [mbar] | - pad tlaka u cjevovodu solarnog kruga |
| Δp_{uk} | [mbar] | - ukupni potreban tlak dobave pumpe solarnog kruga |
| $V_{n,min}$ | [l] | - minimalni volumen zatvorene ekspanzijske posude |

| | | |
|------------|----------------------|---|
| V_e | [l] | - volumen širenja vode izazvan povišenjem temperature vode od 10 °C do maksimalne temperature polaznog voda |
| n | [%] | - postotak širenja vode od 10 °C do 40 °C |
| V_A | [l] | - volumen vode u instalaciji |
| V_V | [l] | - dodatni volumen vode |
| p_e | [bar] | - projektni krajnji tlak (0,5 bar ispod tlaka sigurnosnog ventila) |
| p_0 | [bar] | - primarni tlak ekspanzijske posude (prilikom isporuke) |
| ΔV | [l] | - promjena volumena posrednog medija s promjenom temperature |
| V_D | [l] | - volumen preuzetog sadržaja pare iz kolektora |
| n | [%] | - postotak širenja vode |
| V_{SUS} | [l] | - volumen posrednog medija u sustavu |
| A_k | [m ²] | - površina plohe „k“ kroz koju prolazi toplina |
| U_k | [W/m ² K] | - koeficijent prolaza topline elementa građevine „k“ |
| e_k | [-] | - korekcijski faktor izloženosti koji uzima u obzir klimatske utjecaje |
| l_k | [m] | - dužina linijskog toplinskog mosta između vanjskog okoliša i prostorije |
| Ψ_k | [W/mK] | - linearni koeficijent prolaza topline linearnog toplinskog mosta „l“ |

| | | |
|-----------------|----------------------|--|
| f_{ij} | [-] | - faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir razliku između temperature susjednog prostora i vanjske projektne temperature |
| V_{int} | [m ³] | - volumen prostorije |
| $V_{min,i}$ | [m ³ /h] | - minimalni higijenski protok zraka |
| V_i | [m ³ /s] | - protok zraka u grijani prostor |
| $V_{inf,i}$ | [m ³ /h] | - maksimalni protok zraka u prostoriju usljed infiltracije kroz zazor |
| n_{50} | [h ⁻¹] | - broj izmjena zraka u prostoriji pri razlici tlaka 50 Pa |
| e_i | [-] | - koeficijent zaštićenosti |
| ε_i | [-] | - korekcijski faktor za visinu |
| ρ_{zr} | [kg/m ³] | - gustoća zraka |
| $c_{p,zr}$ | [J/kgK] | - specifični toplinski kapacitet zraka |

SAŽETAK

U ovom završnom radu je proračunat i projektiran sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode stambene zgrade. Sustav grijanja predviđen je kao niskotemperaturni s dizalicom topline tlo-voda i s podnim grijanjem temperaturnog režima 35/30 °C. Proračun projektnih toplinskih gubitaka proveden je prema normi HRN EN 12831. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje je proveden prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ na temelju kojeg je ova zgrada svrstana u pripadajući energetska razred.

Podno grijanje je dimenzionirano prema dijagramima proizvođača na temelju izračunatih toplinskih gubitaka svake prostorije. Za pripremu potrošne tople vode predviđen je akumulacijski sustav sa bivalentnim spremnikom koji se zagrijava sa solarnim kolektorima, uz podršku dizalice topline i električnog grijača. Na temelju proračuna prema normi HRN EN 15316-4-3 preuzetoj iz „Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama - Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode“, ukupna površina solarnih kolektora od je dovoljna za pokrivanje potrebne toplinske energije za pripremu potrošne tople vode od lipnja do kolovoza. Sustav grijanja i pripreme potrošne tople vode je opremljen sa svom armaturom i regulacijskim elementima potrebnim za potpuno automatski rad. U prilogu se nalaze crteži kojima se definira raspored opreme te funkcionalna shema spajanja i automatske regulacije.

Ključne riječi: podno grijanje, dizalica topline, potrošna topla voda, solarni kolektori

SUMMARY

In this final work is calculated and designed the heating and domestic hot water systems of the residential building. The heating system is designed as a low-temperature with heat pump ground-water and with floor heating temperature regime 35/30 °C. Calculation of project heat losses was carried out according to standard HRN EN 12831. Calculation of annual heat energy use for heating is carried out according to "The algorithm for calculation of the necessary energy for heating and cooling the building according to EN ISO 13790" on the basis of which the building was classified in the corresponding energy class. Floor heating is dimensioned according to the manufacturer's diagrams on the basis of the calculated heat loss in each room.

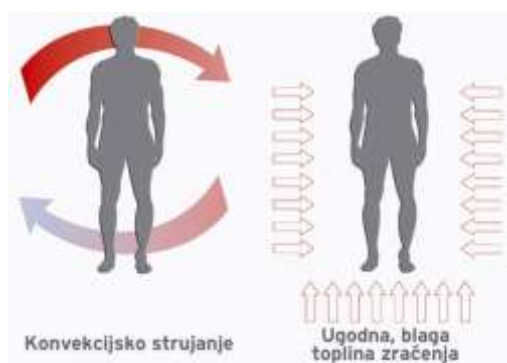
Floor heating is dimensioned according to the manufacturer's diagrams on the basis of the calculated heat loss in each room. Storage system for domestic hot water is designed as an accumulation system with bivalent tank which is heated with solar collectors, with the support of heat pump and electric heater. On the basis of calculations according to standard EN 15316-4-3 taken from "The algorithm for determining the energy requirements and efficiency of HVAC systems in buildings - Systems of heating and domestic hot water ", the total area of solar collectors is sufficient to cover the required heat for domestic hot water from June to August. The heating system and the system of domestic hot water is equipped with all the fittings and the regulatory elements necessary for fully automatic operation. Attached are drawings that define the layout of equipment, with functional scheme of merger and automatic regulation.

Key words: floor heating, heat pump, domestic hot water, solar collectors

1. SUSTAVI GRIJANJA ZA STAMBENE ZGRADE

1.1. Toplinska ugodnost

Ugodnost je svijest jedne ili više osoba o ugodnoj okolini i njezino je postizanje temeljni zadatak svakog sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije. Ona je subjektivan i individualan osjećaj, odnosno nemjerljiva veličina. Kada je riječ o sustavima grijanja uglavnom se misli na toplinsku ugodnost. Prema normi ISO 7730 toplinska ugodnost je stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo sa toplinskim stanjem okoliša. Osnovni faktori koji utječu na toplinsku ugodnost su temperatura zraka u prostoriji, temperatura ploha u prostoriji, vlažnost zraka, brzina strujanja zraka, razina odjevenosti, razina fizičke aktivnosti, kvaliteta zraka, namjena prostora, itd. Toplinska ugodnost je rezultat zajedničkog djelovanja navedenih faktora. Temperatura zraka je jedan od najvažnijih čimbenika ugodnosti pri čemu se neke njezine vrijednosti mogu opisati kao ugodne, a druge kao neugodne ili nepodnošljive. Preporučljive vrijednosti temperature zraka u prostoriji mogu se pronaći u normama. Temperatura u prostoriji raspodijeljena je po slojevima. Kako bi se osigurali uvjeti za postizanje ugodnosti, određena je najveća i preporučena vrijednost prirasta temperature po metru visine prostorije. Najveći dopušteni prirast iznosi 2 °C/m , a preporučuju se vrijednosti najviše do $1,5\text{ °C/m}$ počevši od visine 10 cm iznad poda pri najmanjoj temperaturi zraka 21 °C . Temperatura zraka u prostoriji treba također za postizanje ugodnosti po iznosu biti bliska srednjoj temperaturi ploha prostorije. Strujanje i raspodjela zraka po prostoriji važni su čimbenici osjećaja ugodnosti.

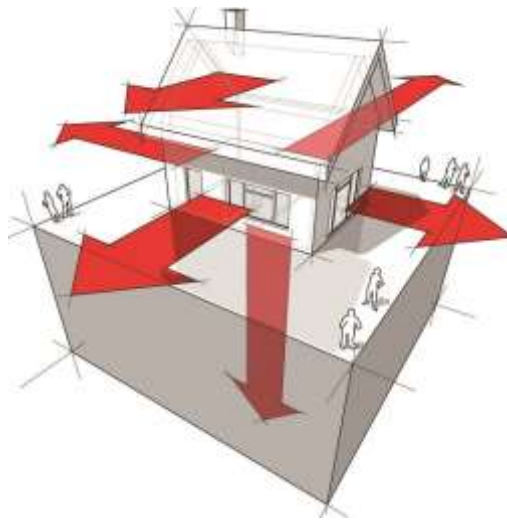


Slika 1. Usporedba radijatorskog i površinskog grijanja [1]

Vlažnost zraka je također jedan od osnovnih faktora ugodnosti i ovisi o namjeni i vrsti prostorije te temperaturi zraka u prostoriji. Pod pojmom kvalitete zraka misli se ponajprije na njegov sastav, odnosno na postojanje raznih tvari koje ga onečišćuju, a neke mogu i uzrokovati alergije kod čovjeka. Razina odjevenosti i razina fizičke aktivnosti su nefizički faktori, a koji imaju veliki utjecaj na osjećaj ugodnosti. Fizička aktivnost osobe uzrokuje odavanje topline. Uz razinu fizičke aktivnosti veliki utjecaj na odavanje topline ima i odjeća odnosno njezini toplinski otpori. Toplinski otpori odjeće se uz jedinicu $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ može izraziti i „jedinicom“ clo, pri čemu vrijedi $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. Ukupna toplina koja se s osobe predaje njezinoj okolini, odnosno zraku u prostoriji dijeli se na osjetnu i latentnu. Osobe nisu samo izvori topline već i vlažnosti, mirisa i ostalih čestica što također utječe na ugodnost [2].

1.2. Toplinski gubici

Za dimenzioniranje sustava grijanja stambene zgrade potrebno je proračunati toplinske gubitke zgrade. Proračun se provodi prema normi HRN EN 12831. Postupak se temelji na sljedećim pretpostavkama: raspodjela temperatura zraka u prostoriji i projektne temperature se smatra jednolikom te se toplinski gubici promatraju u stacionarnom stanju i uz konstantne vrijednosti temperatura i građevinsko-fizikalnih značajki. Osnovni cilj proračuna je određivanje projektnih toplinskih gubitaka koji se zatim koriste za određivanje projektnog toplinskog opterećenja prostorije odnosno zgrade. Proračunom se dobiva potreban toplinski učin za održavanje unutarnje projektne temperature prostorije pri vanjskim projektnim uvjetima. Postupak proračuna toplinskih gubitaka zgrade ili njezinog dijela važan je i za dimenzioniranje izvora topline te se temelji se na podacima dobivenim proračunom toplinskih gubitaka za pojedinu prostoriju. Za proračun projektnih toplinskih gubitaka grijane prostorije razmatraju se transmisijski toplinski gubici kao posljedica provođenja topline kroz okolne plohe prema okolišu i tlu te prema okolnim prostorima s različitim temperaturama i ventilacijski toplinski gubici kao posljedica strujanja zraka kroz ovojnici zgrade [2].



Slika 2. Toplinski gubici zgrade [3]

Projektne transmisivni toplinski gubici nastaju:

- iz grijane prostorije izravno prema vanjskom okolišu zbog provođenja topline kroz građevinske elemente i toplinske mostove koji prostoriju povezuju s okolišem kao što su zidovi, stropovi, podovi itd.
- iz grijane prostorije prema okolišu i zbog provođenja topline kroz negrijane prostore koji se nalaze između prostorije i okoliša
- iz grijane prostorije prema tlu zbog provođenja topline kroz pod, odnosno podrumске zidove u okolno tlo
- provođenjem topline prema susjednim prostorijama grijanim na različitu temperaturu

Projektne transmisivni toplinski gubici grijane prostorije određuju se prema sljedećoj formuli [4]:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (1)$$

gdje su:

$H_{T,ie}$ - koeficijent transmisivnog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu
[W/K]

$H_{T,iue}$ - koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu [W/K]

$H_{T,ig}$ - stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu [W/K]

$H_{T,ij}$ - koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature [W/K]

θ_i - unutarnja projektna temperatura grijanog prostora [°C]

θ_e - vanjska projektna temperatura [°C]

Ventilacijski toplinski gubici računaju se množenjem vrijednosti koeficijenta ventilacijskih toplinskih gubitaka i razlike projektne temperature odnosno prema sljedećoj formuli:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad [W] \quad (2)$$

gdje su:

$H_{V,i}$ - koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka [W/K]

θ_i - unutarnja projektna temperatura grijanog prostora [°C]

θ_e - vanjska projektna temperatura [°C]

U slučaju grijanja s prekidima, potrebno je i izračunavanje dodatnog kapaciteta za zagrijavanje prostorije. Ta dodatna toplina za zagrijavanje ovisi o toplinskom kapacitetu elemenata građevine, vremenu zagrijavanja, temperaturnom padu tijekom prekida te svojstvima sustava regulacije.

Dodatna toplina za prostore sa prekidom grijanja računa se prema sljedećoj formuli:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [W] \quad (3)$$

gdje su:

A_i - površina poda grijanog prostora [m²]

f_{RH} - korekcijski faktor ovisan o vremenu zagrijavanja i pretpostavljenom padu temperature za vrijeme prekida [W/m²]

Izračunavanje ukupnog projektnog toplinskog opterećenja dobiva se zbrajanjem transmisivskih i ventilacijskih gubitaka te dodatnog kapaciteta za ponovno zagrijavanje prema sljedećoj formuli za prostoriju odnosno zgradu:

prostorija:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad [\text{W}] \quad (4)$$

gdje su:

$\Phi_{T,i}$ - transmisivski gubici topline prostorije [W]

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

$\Phi_{RH,i}$ - toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja [W]

zgrada:

$$\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{V,i} + \Sigma\Phi_{RH,i} \quad [\text{W}] \quad (5)$$

gdje su:

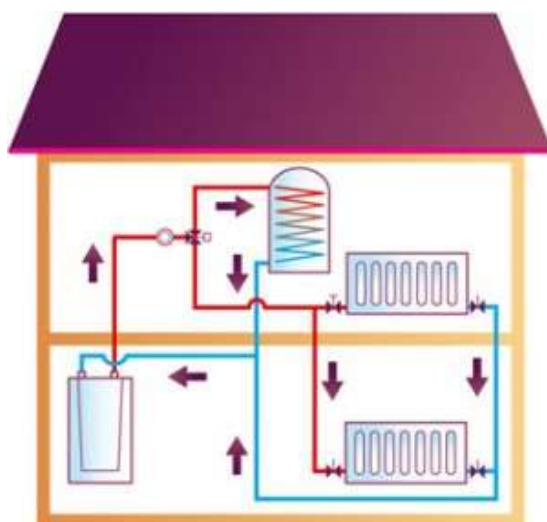
$\Sigma\Phi_{T,i}$ - suma transmisivskih gubitaka svih prostora isključujući toplinu koja se izmjenjuje između dijelova zgrade ili prostorija [W]

$\Sigma\Phi_{V,i}$ - suma ventilacijskih gubitaka svih prostora isključujući toplinu koja se izmjenjuje između dijelova zgrade ili prostorija [W]

$\Sigma\Phi_{RH,i}$ - suma toplina za zagrijavanje svih prostorija zbog prekida grijanja [W]

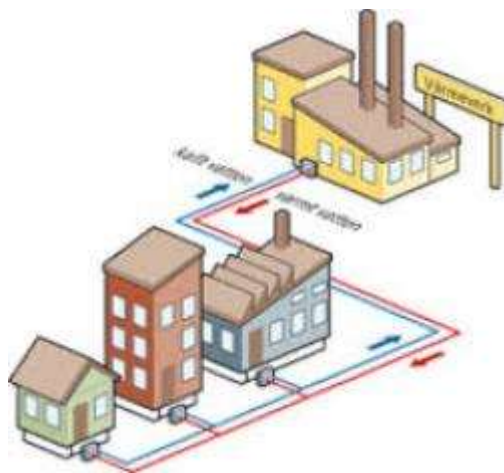
1.3. Sustavi grijanja

Pri odluci o tome koji sustav grijanja odabrati treba voditi računa o građevinsko-fizikalnim svojstvima i arhitektonskim značajkama građevine, raspoloživosti energenata, zahtjevima korisnika te brojnim drugim faktorima. Sustavi centralnog grijanja omogućuju zagrijavanje prostorije pomoću ogrjevnih tijela kroz koje struji ogrjevni medij koji se zagrijava u izvoru topline smještenom na jednom mjestu u građevini. Kotlovi su neizravni izvori topline za sustave grijanja u kojima na jednom mjestu dolazi do pretvorbe kemijske energije sadržane u gorivu u toplinu koja se zatim preko ogrjevnog medija dovodi do ogrjevnih tijela te se preko njih predaje u grijane prostorije. Osnovni tipovi toplovodnih kotlova su klasični kotao, niskotemperaturni kotao i kondenzacijski kotao.



Slika 3. Centralno grijanje i priprema PTV-a sa plinskim kotlom [5]

Kod sustava daljinskog grijanja, umjesto da se toplinska energija proizvodi u svakoj zgradi zasebno, koristi se jedan izvor topline za više zgrada te se toplinska energija prenosi distribucijskim medijem. Daljinsko grijanje ima veću efikasnost i bolju kontrolu zagađenja od lokaliziranih sustava grijanja. Postrojenje daljinskog grijanja često je kombinacija toplane i elektrane odnosno kogeneracijsko postrojenje. Budući da se istovremeno proizvode toplina i struja u istom procesu, koristi se toplina koja bi se inače rasipala pri proizvodnji električne energije.



Slika 4. Sustav daljinskog grijanja [6]

Obnovljivi izvori energije (dizalice topline, geotermalni izvori, sunčeva energija) sve više dobivaju prednost pred konvencionalnim sustavima ponajviše zbog sve većih cijena fosilnih goriva i svijesti o zaštiti okoliša. Najveći razlog koji za sada sprječava veće proširenje sustava sa obnovljivim izvorima energije su visoki investicijski troškovi. Sustavi sa dizalicama topline su jedan od najčešće korištenih takvih sustava. Po definiciji dizalice topline su uređaji koji prenose toplinu sa niže temperaturne razine na višu temperaturnu razinu s ciljem korisne primjene toplinske energije. Princip rada dizalica topline se temelji na ljevokretnom kružnom procesu. Dizalice topline najčešće koriste električnu energiju za pogon kompresora, a kao izvor topline koriste energiju okoliša. Kao toplinski izvori mogu se koristiti okolišnji zrak, podzemne vode, površinske vode i tlo. U ovome radu koristi se dizalica topline sa tлом kao izvorom topline. Podjela takvih dizalica topline prema načinu postavljanja izmjenjivača topline je na okomiti i vodoravni izmjenjivač topline. Vodoravni izmjenjivač topline zahtijeva niže investicijske troškove, ali potrebna je velika površina za polaganje izmjenjivača topline u tlo. Okomiti izmjenjivač topline zahtijeva puno manje površine, ali je skuplja varijanta zbog potrebnih bušotina.



Slika 5. Dizalica topline sa tлом kao izvorom topline [7]

S ciljem iskorištavanja dozračene energije od Sunca danas se sve više koriste solarni sustavi za zagrijavanje potrošne tople vode. Osnovni dijelovi tih sustava su kolektori, spremnik tople vode sa izmjenjivačem topline, solarna stanica sa crpkom i regulacijom te razvod s odgovarajućim radnim medijem. Sustavi mogu biti izvedeni sa prirodnom ili prisilnom cirkulacijom. Kod prirodne cirkulacije strujanje se uspostavlja uslijed razlike gustoća vode u spremniku i kolektoru te nije potrebna pumpa niti regulacija. Kod sustava sa prisilnom cirkulacijom, koji se najčešće koriste, pumpa osigurava cirkulaciju fluida kroz kolektore. Regulacija upravlja radom pumpe te je za uključenje potrebna određena razlika temperature između spremnika i kolektora. U ovome radu solarni kolektori će biti postavljeni na krov stambene zgrade u sklopu akumulacijskog sustava za pripremu potrošne tople vodu uz podršku dodatnog izvora topline.



Slika 6. Solarno zagrijavanje potrošne tople vode [8]

2. TOPLINSKA BILANCA ZGRADE

2.1. Opis zgrade

Zgrada se sastoji od podruma, šest stanova i potkrovlja. Stanovi su raspoređeni na prizemlje i dva kata. Sastoje se od hodnika, dnevne sobe sa kuhinjom, kupaonom i dvije spavaće sobe. Svaki stan ima izlaz na terasu sa jugozapadne strane te izlaz na balkon sa sjeverozapadne strane. Podrum i potkrovlje smatraju se zajedničkim prostorima te služe eventualno kao spremišta i kao prostor za smještaj opreme. Stanovi su simetrični i jednake površine. Stanovi u prizemlju su nešto viši od stanova na prvom i drugom katu. U ovome projektu za potrebe grijanja predviđen je niskotemperaturni sustav s dizalicom topline tlo-voda i s podnim grijanjem temperaturnog režima 35/30 °C.

2.2. Proračun toplinskih gubitaka

Proračun toplinskih gubitaka proveden je prema normi HRN EN 12831 za stambeni kompleks u gradu Supetar na otoku Braču. Potrebni podaci korišteni u proračunu uzeti su za grad Split zbog nedostatka podataka za grad Supetar. Vanjska projektna temperatura iznosi -4 °C. Unutarnje projektne temperature prema normi dane su u tablici 1 u zavisnosti o namjeni prostorije za koju se proračunavaju toplinski gubici. Proračun je napravljen u MS Excelu. Rezultati proračuna po prostorijama dani su u tablici 6 dok je rekapitulacija za svaki stan i ukupno za cijelu zgradu dana u tablici 7. Detaljan proračun dan je u prilogu 1.

| namjena prostorije | unutarnja projektna temperatura, $\theta_{int,i}$ [°C] |
|--------------------------------------|--|
| dnevna, spavaća soba, kuhinja, zahod | 20 |
| kupaonica | 24 |
| hodnici i pomoćne grijane prostorije | 15 |

Tablica 1. Unutarnje projektne temperature prostorija

Vrijednosti koeficijenata prolaza topline U [W/m²K] u ovome projektu nisu bili definirani već su pretpostavljeni tako da mogu omogućiti primjenu podnog odnosno površinskog grijanja. U tablici 2 su dane njihove vrijednosti.

| Oznaka | Građevinski element | koef. prolaza topline , U [W/m^2K] |
|--------|------------------------|--|
| VZ | Vanjski zid | 0,25 |
| UZT | Unutarnji tanki zid | 1 |
| MK | Međukatna konstrukcija | 0,25 |
| ZS | Zid prema stubištu | 0,35 |
| VV | Vanjska vrata | 1 |
| UV | Unutarnja vrata | 1,2 |
| PR | Prozor | 0,9 |
| MBV | Mala balkonska vrata | 0,9 |
| VBV | Velika balkonska vrata | 0,9 |
| UZD | Unutarnji debeli zid | 0,7 |
| K | Krov | 0,25 |

Tablica 2. Koeficijenti prolaza topline

Minimalan broj izmjena zraka po satu n_{min} [h^{-1}] definiran je prema normi i njegove vrijednosti su dane u tablici 3.

| tip prostorije | n_{min} [h^{-1}] |
|---------------------------------|------------------------|
| prostor za boravak | 0,5 |
| kuhinja ili kupaona sa prozorom | 1,5 |

Tablica 3. Minimalni broj izmjena zraka po satu

Norma definira i faktore smanjenja temperaturne razlike kako bi se mogli odrediti transmisijski gubici grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu. Ako je temperatura negrijanog prostora nepoznata onda se uzimaju preporučene vrijednosti navedene u tablici 4.

| Negrijani prostor | b_u |
|---------------------------------|-------|
| stubište sa 1 vanjskim zidom | 0,4 |
| podrum sa prozorima | 0,8 |
| potkrovlje sa izoliranim krovom | 0,7 |

Tablica 4. Faktor smanjenja temperaturne razlike

Transmisijskim i ventilacijskim gubicima treba dodati i dodatnu toplinu za zagrijavanje do projektne temperature prostorije nakon što ona u periodu grijanja padne. U tablici 5 su dane vrijednosti korištene u ovome projektu.

| vrijeme zagrijavanja , [h] | pretpostavljeni pad temperature, K | f_{RH} [W/m^2] |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 2 | 1 | 6 |

Tablica 5. Korekcijski faktor za stambene zgrade

| Prostorija | | θ_i | ϕ_T | ϕ_V | ϕ_{RH} | ϕ_{UK} | A | ϕ_{uk}/A |
|------------|----------------|------------|----------|----------|-------------|-------------|----------------|------------------|
| - | - | °C | W | W | W | W | m ² | W/m ² |
| 1,1 | Ulazni prostor | 20 | 60,24 | 64,63 | 42,9 | 167,77 | 5,91 | 28,38 |
| 1,2 | Dnevni boravak | 20 | 306,6 | 276,33 | 125,1 | 708,03 | 18,54 | 38,18 |
| 1,4 | Kupaonica | 24 | 151,25 | 57,69 | 31,68 | 240,62 | 4,5 | 53,47 |
| 1,5 | Spavaća soba 1 | 20 | 131,14 | 92,49 | 57,66 | 281,29 | 8,44 | 33,32 |
| 1,6 | Spavaća soba 2 | 20 | 233,98 | 102,68 | 64,44 | 401,1 | 9,36 | 42,85 |
| 2,1 | Ulazni prostor | 20 | 60,24 | 64,63 | 42,9 | 167,77 | 5,91 | 28,38 |
| 2,2 | Dnevni boravak | 20 | 306,6 | 276,33 | 125,1 | 708,03 | 18,54 | 38,18 |
| 2,4 | Kupaonica | 24 | 151,25 | 57,69 | 31,68 | 240,62 | 4,5 | 53,47 |
| 2,5 | Spavaća soba 1 | 20 | 131,14 | 92,49 | 57,66 | 281,29 | 8,44 | 33,32 |
| 2,6 | Spavaća soba 2 | 20 | 233,98 | 102,68 | 64,44 | 401,1 | 9,36 | 42,85 |
| 3,1 | Ulazni prostor | 20 | 31,54 | 63,7 | 42,9 | 138,14 | 5,91 | 23,37 |
| 3,2 | Dnevni boravak | 20 | 214,85 | 271,97 | 125,1 | 611,92 | 18,54 | 33,05 |
| 3,4 | Kupaonica | 24 | 124,17 | 56,67 | 31,68 | 212,52 | 4,5 | 47,22 |
| 3,5 | Spavaća soba 1 | 20 | 89,34 | 90,75 | 57,66 | 237,75 | 8,44 | 28,17 |
| 3,6 | Spavaća soba 2 | 20 | 186,55 | 100,93 | 64,44 | 351,92 | 9,36 | 37,59 |
| 4,1 | Ulazni prostor | 20 | 31,54 | 63,7 | 42,9 | 138,14 | 5,91 | 23,37 |
| 4,2 | Dnevni boravak | 20 | 214,85 | 271,97 | 125,1 | 611,92 | 18,54 | 33,05 |
| 4,4 | Kupaonica | 24 | 124,17 | 56,67 | 31,68 | 212,52 | 4,5 | 47,22 |
| 4,5 | Spavaća soba 1 | 20 | 89,34 | 90,75 | 57,66 | 237,75 | 8,44 | 28,17 |
| 4,6 | Spavaća soba 2 | 20 | 186,55 | 100,93 | 64,44 | 351,92 | 9,36 | 37,59 |
| 5,1 | Ulazni prostor | 20 | 56,36 | 63,7 | 42,9 | 162,96 | 5,91 | 27,57 |
| 5,2 | Dnevni boravak | 20 | 292,72 | 271,97 | 125,1 | 689,79 | 18,54 | 37,21 |
| 5,4 | Kupaonica | 24 | 146,22 | 56,67 | 31,68 | 234,57 | 4,5 | 52,12 |
| 5,5 | Spavaća soba 1 | 20 | 124,79 | 90,75 | 57,66 | 273,21 | 8,44 | 32,37 |
| 5,6 | Spavaća soba 2 | 20 | 225,86 | 100,93 | 64,44 | 391,23 | 9,36 | 41,79 |
| 6,1 | Ulazni prostor | 20 | 56,36 | 63,7 | 42,9 | 162,96 | 5,91 | 27,57 |
| 6,2 | Dnevni boravak | 20 | 292,72 | 271,97 | 125,1 | 689,79 | 18,54 | 37,21 |
| 6,4 | Kupaonica | 24 | 146,22 | 56,67 | 31,68 | 234,57 | 4,5 | 52,12 |
| 6,5 | Spavaća soba 1 | 20 | 124,79 | 90,75 | 57,66 | 273,21 | 8,44 | 32,37 |
| 6,6 | Spavaća soba 2 | 20 | 225,86 | 100,93 | 64,44 | 391,23 | 9,36 | 41,79 |

Tablica 6. Toplinski gubici po prostorijama

| Stanovi | ϕ_T | ϕ_V | ϕ_{RH} | ϕ_{UK} |
|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| - | W | W | W | W |
| Stan 1 | 883,22 | 593,82 | 321,78 | 1798,82 |
| Stan 2 | 883,22 | 593,82 | 321,78 | 1798,82 |
| Stan 3 | 646,46 | 584,02 | 321,78 | 1552,26 |
| Stan 4 | 646,46 | 584,02 | 321,78 | 1552,26 |
| Stan 5 | 845,96 | 584,02 | 321,78 | 1751,76 |
| Stan 6 | 845,96 | 584,02 | 321,78 | 1751,76 |
| UKUPNO | 4751,32 | 3523,72 | 1930,68 | 10205,73 |

Tablica 7. Ukupni toplinski gubici

Oznake u tablicama 6 i 7:

θ_i - unutarnja projektna temperatura, A - površina grijane prostorije, ϕ_T - transmisijski toplinski gubici, ϕ_V - ventilacijski toplinski gubici, ϕ_{RH} - dodatna toplina zbog prekida grijanja, ϕ_{UK} - ukupni projektni toplinski gubici, ϕ_{uk}/A - ukupni projektni toplinski gubici svedeni na jedinicu površine prostorije

2.3. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje $Q_{H,nd}$

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ jest računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade. Proračun se provodi prema „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“ i koristi se mjesečna metoda. Ulazni podaci za proračun dani su u tablici 8 za referentnu postaju Split-Marjan.

| mjesec | broj dana | broj sati (h) | $\theta_{e,m}$ (°C) |
|----------|-----------|---------------|---------------------|
| siječanj | 31 | 744 | 7,6 |
| veljača | 28 | 672 | 8,2 |
| ožujak | 31 | 744 | 10,5 |
| travanj | 30 | 720 | 13,9 |
| svibanj | 31 | 744 | 18,7 |
| lipanj | 30 | 720 | 22,5 |
| srpanj | 31 | 744 | 25,4 |
| kolovoz | 31 | 744 | 24,9 |
| rujan | 30 | 720 | 21,4 |
| listopad | 31 | 744 | 16,9 |
| studeni | 30 | 720 | 12,3 |
| prosinac | 31 | 744 | 8,9 |

Tablica 8. Ulazni podaci za proračun

Za proračun su također potrebni površina i koeficijenti prolaza topline pojedinih dijelova zgrade te srednji toplinski tok od sunčeva zračenja za proračunski period. Ostali potrebni podaci dani su u tablici 9.

| | | | |
|---|------------------|--------|------------------|
| unutarnja postavna temperatura zone za grijanje | $\theta_{int,H}$ | 20,4 | °C |
| koeficijent transmisijske izmjene topline proračunske zone | H_{tr} | 245,13 | W/K |
| koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone | H_{ve} | 128,1 | W/K |
| specifični unutarnji dobitak po m ² korisne površine | q_{spec} | 5 | W/m ² |
| korisna površina zgrade | A_k | 280,5 | m ² |

Tablica 9. Ostali podaci za proračun

2.3.1. Pregled osnovnih formula algoritma

Potrebna toplinska energija za grijanje [9]:

$$Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} = Q_{Tr} + Q_{Ve} - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol}) \quad [\text{kWh}] \quad (6)$$

gdje su:

$Q_{H,nd,cont}$ - potrebna toplinska energija za grijanje pri kontinuiranom radu [kWh]

$Q_{H,ht}$ - ukupno izmjenjena toplinska energija u periodu grijanja [kWh]

$Q_{H,gn}$ - ukupni toplinski dobitci zgrade u periodu grijanja [kWh]

$\eta_{H,gn}$ - faktor iskorištenja toplinskih dobitaka [-]

Q_{Tr} - izmjenjena toplinska energija transmisijom za proračunsku zonu [kWh]

Q_{Ve} - potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju za proračunsku zonu [kWh]

Q_{int} - unutarnji toplinski dobitci zgrade [kWh]

Q_{sol} - toplinski dobitci od Sunčeva zračenja [kWh]

Izmjenjena toplinska energija transmisijom i ventilacijom proračunske zone za promatrani period računa se pomoću koeficijenta toplinske izmjene topline H [W/K]:

$$Q_{Tr} = \frac{H_{Tr}}{1000} \cdot (\theta_{int,H} - \theta_e) \cdot t \quad [\text{kWh}] \quad (7)$$

$$Q_{Ve} = \frac{H_{Ve}}{1000} \cdot (\theta_{int,H} - \theta_e) \cdot t \quad [\text{kWh}] \quad (8)$$

gdje su:

H_{Tr} - koeficijent transmisijske izmjene topline proračunske zone [W/K]

H_{Ve} - koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone [W/K]

$\theta_{int,H}$ - unutarnja postavna temperatura grijane zone [°C]

$\theta_{e,m}$ - srednja vanjska temperatura za proračunski period (sat ili mjesec) [°C]

t - trajanje proračunskog razdoblja [h]

Unutarnji toplinski dobitci od ljudi i uređaja računaju se sa vrijednošću 5 W/m^2 ploštine korisne površine za stambene prostore:

$$Q_{int} = \frac{q_{spec} \cdot A_k \cdot t}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (9)$$

gdje su:

q_{spec} - specifični unutarnji dobitak po m^2 korisne površine [W/m^2]

A_k - korisna površina [m^2]

t - proračunsko vrijeme [h]

Solarni toplinski dobitci za promatrani vremenski period:

$$Q_{sol} = \left[\sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right] \cdot t + \left[\sum_k (1 - b_{tr,l}) \cdot \Phi_{sol,mn,u,l} \right] \cdot t \quad [\text{Wh}] \quad (10)$$

gdje su:

$\Phi_{sol,mn,k}$ - srednji toplinski tok od sunčeva izvora kroz k-ti građevni dio u grijani prostor [W]

$\Phi_{sol,mn,u,l}$ - srednji toplinski tok od sunčeva izvora kroz l-ti građevni dio u susjedni negrijani prostor [W]

$b_{tr,l}$ - faktor smanjenja za susjedni negrijani prostor s unutarnjim toplinskim izvorom [-]

Srednji toplinski tok od sunčeva zračenja kroz građevni dio zgrade k:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob} \cdot I_{S,K} \cdot A_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k} \quad [\text{W}] \quad (11)$$

gdje su:

$F_{sh,ob}$ - faktor zasjenjenja od vanjskih prepreka direktnom upadu sunčevog zračenja [-]

$I_{S,K}$ - srednji toplinski tok od sunčevog zračenja na površinu građevnog dijela k za mjesečni proračun [W/m^2]

$A_{sol,k}$ - efektivna površina otvora k na koju upada sunčevo zračenje [m^2]

$F_{r,k}$ - faktor oblika između otvora k i neba [-]

$\Phi_{r,k}$ - toplinski tok zračenjem od površine otvora k prema nebu [W]

Faktor iskorištenja toplinskih dobitaka:

$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - y_H^{a_H}}{1 - y_H^{a_H+1}} \quad \text{za } y_H > 0 \text{ i } y_H \neq 0 \quad (12)$$

$$\eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad \text{za } y_H = 0 \quad (13)$$

$$\eta_{H,gn} = \frac{1}{y_H} \quad \text{za } y_H < 0 \quad (14)$$

gdje su:

a_H - bezdimenzijski parametar ovisan o vremenskoj konstanti zgrade τ [-]

y_H - omjer toplinskih dobitaka i ukupne izmjenjene topline transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja [-]

$$y_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad [-] \quad (15)$$

Godišnja vrijednost potrebne toplinske energije za grijanje proračunske zone izračunava se kao suma pozitivnih mjesečnih vrijednosti:

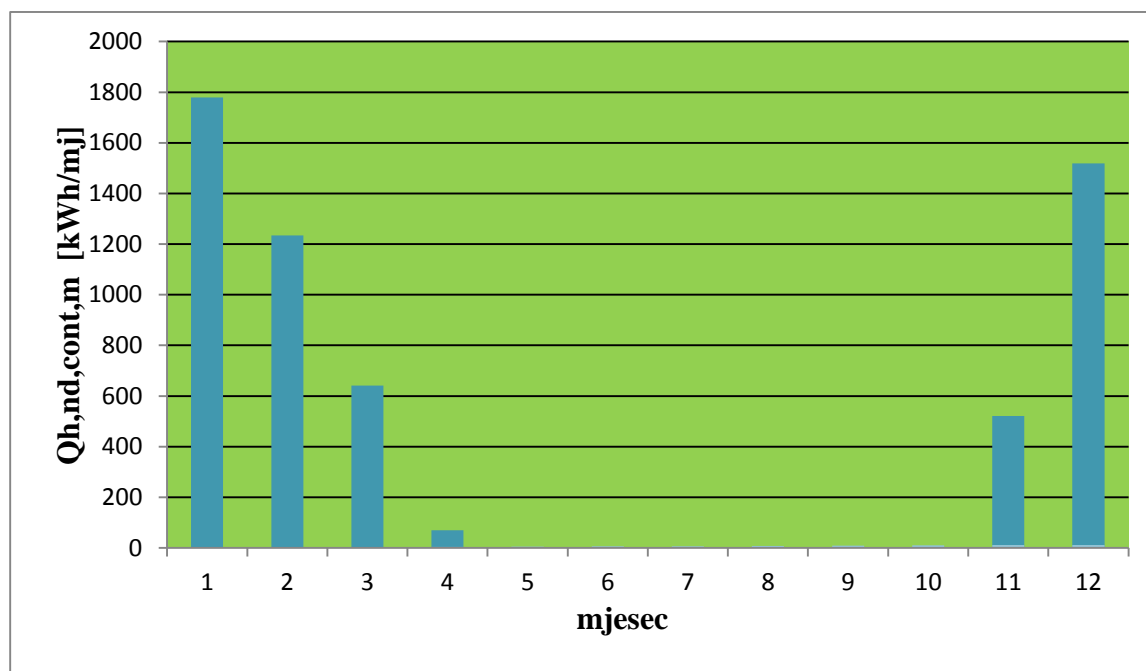
$$Q_{H,nd} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H,nd,m} \quad [\text{kWh/a}] \quad (16)$$

Zahtjevana vrijednost godišnje potrebne toplinske energije za grijanje stambene zgrade, svedena na jedinicu korisne površine izračunava se:

$$Q''_{H,nd} = \frac{Q_{H,nd}}{A_k} \quad [\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}] \quad (17)$$

2.3.2. Rezultati proračuna

Proračun je proveden u MS Excelu i dobivene su mjesečne vrijednosti potrebne toplinske energije za grijanje.



Slika 7. Pregled potrebne mjesečne toplinske energije za grijanje

Godišnja vrijednost potrebne toplinske energije za grijanje proračunske zone izračunava se kao suma pozitivnih mjesečnih vrijednosti te iznosi 5765,381 kWh/a.

Zahtjevana vrijednost godišnje potrebne toplinske energije za grijanje stambene zgrade, svedena na jedinicu korisne površine iznosi 20,55 kWh/m²a.

Prema važećem pravilniku o energetske pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada ova stambena zgrada spada u energetske razred A.

Detaljan proračun proveden u programu MS Excel dan je u tablici 10.

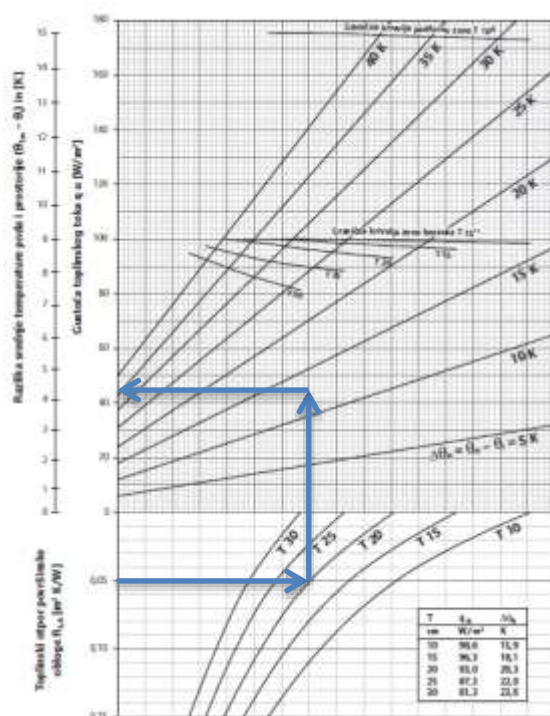
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| <i>mjesec</i> | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| <i>broj dana</i> | - | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| <i>t</i> | h | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 |
| $\vartheta_{s,m}$ | °C | 7,6 | 8,2 | 10,5 | 13,9 | 18,7 | 22,5 | 25,4 | 24,9 | 21,4 | 16,9 | 12,3 | 8,9 |
| $Q_{pr,m}$ | kWh/mj | 2334,4 | 2009,6 | 1805,5 | 1147,2 | 310 | -370,6 | -911,8 | -820,7 | -176,5 | 638,3 | 1429,6 | 2097,3 |
| $Q_{vis,m}$ | kWh/mj | 1219,9 | 1050,2 | 943,5 | 599,5 | 162 | -193,7 | -476,5 | -428,8 | -92,2 | 333,5 | 747 | 1096 |
| Q_{ht} | kWh/mj | 3554,3 | 3059,8 | 2749 | 1746,7 | 472 | -564,3 | -1388,4 | -1249,6 | -268,7 | 971,8 | 2176,6 | 3193,3 |
| $Q_{dnt,m}$ | kWh/mj | 1043,4 | 942,4 | 1043,4 | 1009,8 | 1043,4 | 1009,8 | 1043,4 | 1043,4 | 1009,8 | 1043,4 | 1009,8 | 1043,4 |
| $Q_{sol,m}$ | kWh/mj | 749,2 | 927,1 | 1254,6 | 1517,2 | 2022,8 | 2249,4 | 2302,3 | 1894,9 | 1392,8 | 1212,8 | 788,3 | 652,3 |
| $Q_{h,gn}$ | kWh/mj | 1792,6 | 1869,6 | 2298 | 2527 | 3066,2 | 3259,2 | 3345,7 | 2938,4 | 2402,6 | 2256,2 | 1798,1 | 1695,7 |
| η_h | - | 0,5043 | 0,611 | 0,8359 | 1,4467 | 6,4954 | -5,775 | -2,4098 | -2,3515 | -8,941 | 2,3215 | 0,8261 | 0,531 |
| $\eta_{H,gn}$ | - | 0,9905 | 0,9767 | 0,9174 | 0,6638 | 0,1539 | -0,1732 | -0,415 | -0,4253 | -0,1119 | 0,4288 | 0,9208 | 0,9878 |
| $Q_{h,nd,cont,m}$ | kWh/mj | 1778,6 | 1233,7 | 640,6 | 69,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,2 | 520,7 | 1518,2 |

Tablica 10. Proračun godišnje potrebne toplinske energije za grijanje

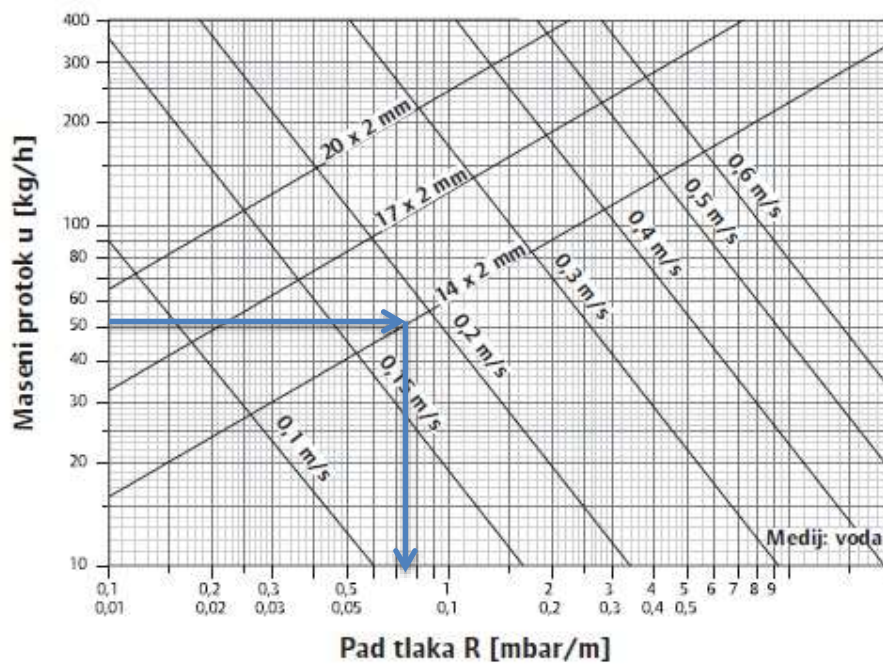
3. DIMENZIONIRANJE SUSTAVA GRIJANJA

3.1. Podno grijanje

Sustav grijanja u ovoj zgradi je projektiran tako da je u svim grijanim prostorijama korišteno podno grijanje, dok se u kupaonicama zbog nedostatne površine uz podno grijanje koriste i cijevni kupaonski grijači. Dimenzioniranje sustava podnog grijanja je provedeno prema dijagramima proizvođača Uponor. Toplinski gubici prostorije kroz elemente odnosno pod u koji je ugrađeno podno grijanje se odbiju od projektnih toplinskih gubitaka prostorije te se tako dobiva potreban toplinski učin. Toplinski učin ovisi o temperaturnom režimu medija, razmaku polaganja cijevi, otporu podne obloge i temperaturi zraka u prostoriji. Pri projektiranju krugova podnog grijanja poštivala su se ograničenja o maksimalnoj dužini cijevi, površini zone te maksimalnom padu tlaka kroz jedan krug. Korištena je Tecto ploča za pozicioniranje cijevi koja se pokriva sa cementnim estrihom debljine 45 mm i toplinske vodljivosti 1,2 W/mK. Korištene su cijevi PE-Xa $\Phi 14 \times 2$. Na slikama 8 i 9 je prikazan postupak projektiranja te je kao primjer korišten krug 1,5p.



Slika 8. Dijagram za proračun sustava: Uponor Tecto ploča, PE-Xa cijevi $\Phi 14 \times 2$ mm [10]



Slika 9. Dijagram pada tlaka za Uponor PE-Xa cijevi [10]

U nastavku su prikazani rezultati proračuna u tablicama 11, 12 i 13.

| P_r | K_r | A_{kr} | R_t | T | L_k | Q_{kr} | q_m | v | R | Δp_{kr} |
|---------------|-------|----------------|--------------------|-----|-------|----------|-------|-------|--------|-----------------|
| - | - | m ² | m ² K/W | cm | m | W | kg/h | m/s | mbar/m | mbar |
| stan 1 | | | | | | | | | | |
| 1,1 | 1,1p | 2,6 | 0,03 | 10 | 26 | 169 | 28,97 | 0,108 | 0,29 | 7,54 |
| 1,2 | 1,2pa | 12,32 | 0,03 | 20 | 61,6 | 591,4 | 101,4 | 0,37 | 2,4 | 147,8 |
| | 1,2pb | 2,5 | 0,03 | 20 | 12,5 | 120 | 20,6 | 0,073 | 0,17 | 2,13 |
| 1,4 | 1,4p | 1,16 | 0,01 | 10 | 11,6 | 56,84 | 9,74 | 0,034 | 0,13 | 1,51 |
| 1,5 | 1,5p | 6,82 | 0,05 | 20 | 34,1 | 300,1 | 51,44 | 0,18 | 0,75 | 25,6 |
| 1,6 | 1,6p | 8,09 | 0,04 | 15 | 53,9 | 428,8 | 73,5 | 0,27 | 1,35 | 72,76 |
| stan 2 | | | | | | | | | | |
| 2,1 | 2,1p | 2,6 | 0,03 | 10 | 26 | 169 | 28,97 | 0,108 | 0,29 | 7,54 |
| 2,2 | 2,2pa | 12,32 | 0,03 | 20 | 61,6 | 591,4 | 101,4 | 0,37 | 2,4 | 147,8 |
| | 2,2pb | 2,5 | 0,03 | 20 | 12,5 | 120 | 20,6 | 0,073 | 0,17 | 2,13 |
| 2,4 | 2,4p | 1,69 | 0,01 | 10 | 16,9 | 82,81 | 14,2 | 0,05 | 0,15 | 2,54 |
| 2,5 | 2,5p | 6,82 | 0,05 | 20 | 34,1 | 300,1 | 51,44 | 0,18 | 0,75 | 25,6 |
| 2,6 | 2,6p | 8,09 | 0,04 | 15 | 53,9 | 428,8 | 73,5 | 0,27 | 1,35 | 72,76 |
| stan 3 | | | | | | | | | | |
| 3,1 | 3,1p | 2,6 | 0,03 | 10 | 26 | 169 | 28,97 | 0,108 | 0,29 | 7,54 |
| 3,2 | 3,2pa | 12,32 | 0,03 | 20 | 61,6 | 591,4 | 101,4 | 0,37 | 2,4 | 147,8 |
| | 3,2pb | 2,5 | 0,03 | 20 | 12,5 | 120 | 20,6 | 0,073 | 0,17 | 2,13 |
| 3,4 | 3,4p | 1,16 | 0,01 | 10 | 11,6 | 56,84 | 9,74 | 0,034 | 0,13 | 1,51 |
| 3,5 | 3,5p | 6,82 | 0,05 | 20 | 34,1 | 300,1 | 51,44 | 0,18 | 0,75 | 25,6 |
| 3,6 | 3,6p | 8,09 | 0,04 | 15 | 53,9 | 428,8 | 73,5 | 0,27 | 1,35 | 72,76 |
| stan 4 | | | | | | | | | | |
| 4,1 | 4,1p | 2,6 | 0,03 | 10 | 26 | 169 | 28,97 | 0,108 | 0,29 | 7,54 |
| 4,2 | 4,2pa | 12,32 | 0,03 | 20 | 61,6 | 591,4 | 101,4 | 0,37 | 2,4 | 147,8 |
| | 4,2pb | 2,5 | 0,03 | 20 | 12,5 | 120 | 20,6 | 0,073 | 0,17 | 2,13 |
| 4,4 | 4,4p | 1,69 | 0,01 | 10 | 16,9 | 82,81 | 14,2 | 0,05 | 0,15 | 2,54 |
| 4,5 | 4,5p | 6,82 | 0,05 | 20 | 34,1 | 300,1 | 51,44 | 0,18 | 0,75 | 25,6 |
| 4,6 | 4,6p | 8,09 | 0,04 | 15 | 53,9 | 428,8 | 73,5 | 0,27 | 1,35 | 72,76 |
| stan 5 | | | | | | | | | | |
| 5,1 | 5,1p | 2,6 | 0,03 | 10 | 26 | 169 | 28,97 | 0,108 | 0,29 | 7,54 |
| 5,2 | 5,2pa | 12,32 | 0,03 | 20 | 61,6 | 591,4 | 101,4 | 0,37 | 2,4 | 147,8 |
| | 5,2pb | 2,5 | 0,03 | 20 | 12,5 | 120 | 20,6 | 0,073 | 0,17 | 2,13 |
| 5,4 | 5,4p | 1,16 | 0,01 | 10 | 11,6 | 56,84 | 9,74 | 0,034 | 0,13 | 1,51 |
| 5,5 | 5,5p | 6,82 | 0,05 | 20 | 34,1 | 300,1 | 51,44 | 0,18 | 0,75 | 25,6 |
| 5,6 | 5,6p | 8,09 | 0,04 | 15 | 53,9 | 428,8 | 73,5 | 0,27 | 1,35 | 72,76 |
| stan 6 | | | | | | | | | | |
| 6,1 | 6,1p | 2,6 | 0,03 | 10 | 26 | 169 | 28,97 | 0,108 | 0,29 | 7,54 |
| 6,2 | 6,2pa | 12,32 | 0,03 | 20 | 61,6 | 591,4 | 101,4 | 0,37 | 2,4 | 147,8 |
| | 6,2pb | 2,5 | 0,03 | 20 | 12,5 | 120 | 20,6 | 0,073 | 0,17 | 2,13 |
| 6,4 | 6,4p | 1,69 | 0,01 | 10 | 16,9 | 82,81 | 14,2 | 0,05 | 0,15 | 2,54 |
| 6,5 | 6,5p | 6,82 | 0,05 | 20 | 34,1 | 300,1 | 51,44 | 0,18 | 0,75 | 25,6 |
| 6,6 | 6,6p | 8,09 | 0,04 | 15 | 53,9 | 428,8 | 73,5 | 0,27 | 1,35 | 72,76 |

Tablica 11. Proračun podnog grijanja

Oznake u tablici 11:

P_r - prostorija, K_r - krug podnog grijanja, A_{kr} - površina kruga, R_t - toplinski otpor podne obloge, T - razmak cijevi, L_k - duljina kruga, Q_{kr} - toplinski učin kruga, q_m - maseni protok vode kroz krug, v - brzina strujanja vode, R - jedinični pad tlaka, Δp_{kr} - ukupni pad tlaka kroz krug

| P_r | T_i | A_{pr} | ΔT_m | Q_n | Q_{pr} | Q_p | $Q_{inst,p}$ |
|---------------|-------|----------------|--------------|--------|----------|--------|--------------|
| - | °C | m ² | °C | W | W | W | W |
| stan 1 | | | | | | | |
| 1,1 | 20 | 5,91 | 12,33 | 167,78 | 12,48 | 155,29 | 169 |
| 1,2 | 20 | 18,54 | 12,33 | 708,03 | 71,13 | 636,89 | 711,36 |
| 1,4 | 24 | 4,5 | 8,25 | 240,62 | 6,49 | 234,12 | 56,84 |
| 1,5 | 20 | 8,44 | 12,33 | 281,29 | 32,73 | 248,56 | 300,08 |
| 1,6 | 20 | 9,36 | 12,33 | 401,1 | 38,83 | 362,27 | 428,77 |
| stan 2 | | | | | | | |
| 2,1 | 20 | 5,91 | 12,33 | 167,78 | 12,48 | 155,29 | 169 |
| 2,2 | 20 | 18,54 | 12,33 | 708,03 | 71,13 | 636,89 | 711,36 |
| 2,4 | 24 | 4,5 | 8,25 | 240,62 | 9,46 | 231,15 | 82,81 |
| 2,5 | 20 | 8,44 | 12,33 | 281,29 | 32,73 | 248,56 | 300,08 |
| 2,6 | 20 | 9,36 | 12,33 | 401,1 | 38,83 | 362,27 | 428,77 |
| stan 3 | | | | | | | |
| 3,1 | 20 | 5,91 | 12,33 | 138,14 | - | 138,14 | 169 |
| 3,2 | 20 | 18,54 | 12,33 | 611,92 | - | 611,92 | 711,36 |
| 3,4 | 24 | 4,5 | 8,25 | 212,52 | - | 212,52 | 56,84 |
| 3,5 | 20 | 8,44 | 12,33 | 237,75 | - | 237,75 | 300,08 |
| 3,6 | 20 | 9,36 | 12,33 | 351,92 | - | 351,92 | 428,77 |
| stan 4 | | | | | | | |
| 4,1 | 20 | 5,91 | 12,33 | 138,14 | - | 138,14 | 169 |
| 4,2 | 20 | 18,54 | 12,33 | 611,92 | - | 611,92 | 711,36 |
| 4,4 | 24 | 4,5 | 8,25 | 212,52 | - | 212,52 | 82,81 |
| 4,5 | 20 | 8,44 | 12,33 | 237,75 | - | 237,75 | 300,08 |
| 4,6 | 20 | 9,36 | 12,33 | 351,92 | - | 351,92 | 428,77 |
| stan 5 | | | | | | | |
| 5,1 | 20 | 5,91 | 12,33 | 162,96 | - | 162,96 | 169 |
| 5,2 | 20 | 18,54 | 12,33 | 689,79 | - | 689,79 | 711,36 |
| 5,4 | 24 | 4,5 | 8,25 | 234,57 | - | 234,57 | 56,84 |
| 5,5 | 20 | 8,44 | 12,33 | 273,2 | - | 273,2 | 300,08 |
| 5,6 | 20 | 9,36 | 12,33 | 391,23 | - | 391,23 | 428,77 |
| stan 6 | | | | | | | |
| 6,1 | 20 | 5,91 | 12,33 | 162,96 | - | 162,96 | 169 |
| 6,2 | 20 | 18,54 | 12,33 | 689,79 | - | 689,79 | 711,36 |
| 6,4 | 24 | 4,5 | 8,25 | 234,57 | - | 234,57 | 82,81 |
| 6,5 | 20 | 8,44 | 12,33 | 273,2 | - | 273,2 | 300,08 |
| 6,6 | 20 | 9,36 | 12,33 | 391,23 | - | 391,23 | 428,77 |

Tablica 12. Instalirana snaga podnog grijanja

Oznake u tablici 12:

P_r - prostorija, T_i - unutarnja projektna temperatura, A_{pr} - površina prostorije, ΔT_m - srednja temperaturna razlika ogrijevnog tijela i zraka u prostoriji, Q_n - projektni toplinski gubici, Q_{pr} - pročišćeni toplinski gubici, Q_p - potrebna snaga podnog grijanja, $Q_{inst,p}$ - instalirana snaga podnog grijanja

| P_r | A_{uk} | $Q_{n,uk}$ | $Q_{pr,uk}$ | $Q_{p,uk}$ | $Q_{inst,p,uk}$ |
|--------|----------------|------------|-------------|------------|-----------------|
| - | m ² | W | W | W | W |
| stan 1 | | | | | |
| ukupno | 46,75 | 1798,83 | 161,67 | 1637,15 | 1666,05 |
| stan 2 | | | | | |
| ukupno | 46,75 | 1798,83 | 164,64 | 1634,18 | 1692,02 |
| stan 3 | | | | | |
| ukupno | 46,75 | 1552,27 | - | 1552,27 | 1666,05 |
| stan 4 | | | | | |
| ukupno | 46,75 | 1552,27 | - | 1552,27 | 1692,02 |
| stan 5 | | | | | |
| ukupno | 46,75 | 1751,77 | - | 1751,77 | 1666,05 |
| stan 6 | | | | | |
| ukupno | 46,75 | 1751,77 | - | 1751,77 | 1692,02 |
| zgrada | | | | | |
| ukupno | 280,5 | 10205,7 | - | 9879,4 | 10074,2 |

Tablica 13. Ukupni rezultati po stanovima

Oznake u tablici 13:

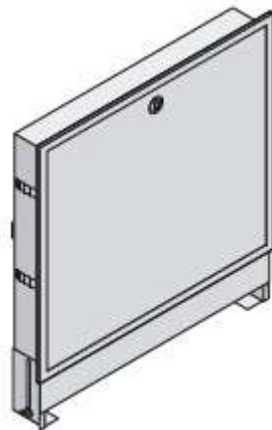
P_r - prostorija, A_{uk} - ukupna površina stana, $Q_{n,uk}$ - ukupni projektni toplinski gubici po stanu, $Q_{pr,uk}$ - ukupni pročišćeni toplinski gubici po stanu, $Q_{p,uk}$ - ukupna potrebna snaga podnog grijanja po stanu, $Q_{inst,p,uk}$ - ukupna instalirana snaga podnog grijanja po stanu

Krugove podnog grijanja potrebno je povezati na razdjelnike te je za sve stanove odabran model: „FHF-7F“ razdjelnik i sabirnik za priključak 7 krugova grijanja proizvođača Danfoss.



Slika 10. Razdjelnik i sabirnik „FHF“ [11]

Također su odabrani zidni ormarići za sve stanove „UHF2“ proizvođača Uponor, visine 820 mm, širine 710 mm i dubine 120 mm.



Slika 11. Zidni ormarić „UHF2“ [10]

3.2. Odabir cijevnih kupaonskih grijača

Budući da podno grijanje u kupaonicama svih stanova ne može do kraja pokriti toplinske gubitke dodaju se kupaonski cijevni grijači proizvođača Očenašek priključeni na razdjelnik podnog grijanja. Odabrana su tri kupaonska radijatora „MONDO BND 750x1850 (1620 W)“ za kupaonice u stanovima 1, 3 i 5 te tri kupaonska radijatora „MONDO BND 750x1650 (1439 W)“ za kupaonice u stanovima 2, 4 i 6. Toplinski učini od proizvođača su dani za temperaturni režim 75/65/20 °C. Preračunato na temperaturni režim u ovome projektu 35/30/24 °C dobije se 171 W toplinskog učina za „MONDO BND 750x1850“ te 152 W toplinskog učina za „MONDO BND 750x1650“. Cijevni grijači u kupaonicama 1,4 i 5,4 ne ostvaruju dovoljan toplinski učin te se koriste u kombinaciji sa „elektro grijačem GT 600 W za kupaonski radijator“. Rezultati proračuna cijevnih grijača prikazani su u tablici 14.

| Pr | T_i | A_{pr} | $Q_{h,p}$ | $Q_{h,n}$ | q_m | v | Δp_c |
|------|-------|----------------|-----------|-----------|-------|-------|--------------|
| - | °C | m ² | W | W | kg/h | m/s | mbar |
| 1,4 | 24 | 4,5 | 177,3 | 171 | 29,31 | 0,04 | 2 |
| 2,4 | 24 | 4,5 | 148,3 | 152 | 26,06 | 0,036 | 1,62 |
| 3,4 | 24 | 4,5 | 155,7 | 171 | 29,31 | 0,04 | 2 |
| 4,4 | 24 | 4,5 | 129,7 | 152 | 26,06 | 0,036 | 1,62 |
| 5,4 | 24 | 4,5 | 177,7 | 171 | 26,06 | 0,04 | 2 |
| 6,4 | 24 | 4,5 | 151,8 | 152 | 29,31 | 0,036 | 1,62 |

Tablica 14. Rezultati proračuna cijevnih grijača

Oznake u tablici 12:

P_r - prostorija, T_i - unutarnja projektna temperatura, A_{pr} - površina prostorije, $Q_{h,p}$ - potrebna snaga cijevnog grijača, $Q_{h,n}$ - snaga cijevnog grijača od proizvođača pri temperaturnom režimu 35/30/24 °C, q_m - maseni protok vode, v - brzina strujanja vode, Δp_c - pad tlaka kroz cijevni grijač



Slika 12. Kupaonski cijevni grijač „MONDO BND“ [12]

4. ODABIR DIZALICE TOPLINE TLO - VODA

Potreban toplinski učin dizalice topline određuje se prema izračunatoj potrebnoj instaliranoj snazi sustava grijanja od 11,04 kW i potrebnoj toplini za zagrijavanje PTV-a od 13,72 kW. Dobiva se ukupni potrebni učin dizalice topline od 24,76 kW. Odabrana je dizalica topline „geoTHERM VWS 171/2“ proizvođača Vaillant. Odabrana dizalica topline ima ogrijevni učin od 16,1 kW i faktor grijanja 2,9 pri temperaturi polaza 55 °C u primarnom krugu prema spremniku PTV-a i međuspremniku te pri temperaturnoj razlici od 5 °C između polaznog i povratnog voda. Električni grijač „VWZ EA 6“ proizvođača Vaillant snage 6 kW koristi se za dogrijavanje PTV-a na konačnu temperaturu od 60 °C. Tehničke karakteristike odabrane dizalice topline dane su u tablici 15.

| Veličina | M. jedinica | Vrijednost |
|--|-------------|--------------------|
| Grijanje, učin (BO/W55 $\Delta T=5K$) | kW | 16,1 |
| Dovedena električna energija | kW | 5,6 |
| Učinski koeficijent (COP) | - | 2,9 |
| Nazivni volumni protok kruga grijanja | l/h | 2973 |
| Preostala visina dobave - krug grijanja, $\Delta T = 5K$ | mbar | 313 |
| Nazivni volumni protok kruga izvora topline | l/h | 3939 |
| Preostala visina dobave - krug izvora topline, $\Delta T = 3K$ | mbar | 277 |
| Temperatura kruga grijanja (min./maks.) | °C | 25/62 |
| Temperatura kruga izvora topline (min./maks.) | °C | -10/20 |
| Maksimalan radni tlak - krug grijanja | bar | 3 |
| Maksimalan radni tlak - krug izvora topline | bar | 3 |
| Priključak polazni/povratni vod grijanja | DN | G 5/4 Φ 28 mm |
| Priključak polazni/povratni vod kruga izvora topline | DN | G 5/4 Φ 28 mm |
| Rashladno sredstvo: | | |
| Tip | - | R407 C |
| Količina | kg | 3,05 |
| Dopušteni radni tlak | MPa | 2,9 |
| Kompresor: | | |
| Tip | - | Scroll |
| Ulje | - | Ester |
| Količina ulja | l | 1,89 |
| Dizalica topline - dimenzije: | | |
| Visina | mm | 1200 |
| Širina | mm | 600 |
| Dubina | mm | 835 |
| Dubina bez prednjeg upravljačkog dijela | mm | 650 |
| Težina | kg | 179 |

Tablica 15. Tehničke karakteristike dizalice topline „geoTHERM VWS 171/2“



Slika 13. Dizalica topline „geoTHERM VWS 171/2“ [13]

Oprema koja se isporučuje sa dizalicom topline:

- atmosferski regulator s prikazom energetske bilance
- cirkulacijska pumpa grijanja
- motorni troputni ventil za zagrijavanje PTV
- fleksibilne cijevi
- elektro - dodatno grijanje 6 kW
- sustav Pro E
- osjetnik temperature spremnika PTV-a
- osjetnik temperature polaznog voda i osjetnik temperature povratnog voda
- cirkulacijska pumpa - glikolna smjesa
- kompenzacijska posuda s rasolinom (6 l) i sigurnosnim ventilom (3 bar)

5. DIMENZIONIRANJE VODORAVNOG KOLEKTORSKOG POLJA

Proračun se provodi prema „Osnove primjene dizalice topline“ [14]:

Vrijednost ukupne površine zemljišta za polaganje vodoravnog kolektorskog polja određuje se jednadžbom:

$$A_{zem,kol,uk} = \frac{\Phi_{DT}}{q_{tlo}} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_{DT}}\right) = \frac{16100}{20} \cdot \left(1 - \frac{1}{2,9}\right) = 527,4 \quad [\text{m}^2] \quad (18)$$

gdje su:

Φ_{DT} - toplinski učin dizalice topline [W]

ε_{DT} - faktor grijanja dizalice topline [-]

q_{tlo} - specifično površinsko odavanje topline tla [W/m²]

Minimalna ukupna duljina cijevi vodoravnog kolektorskog polja određena je jednadžbom:

$$L_{uk,min} = \frac{A_{zem,kol,uk}}{s} = \frac{527,4}{0,8} = 659,26 \quad [\text{m}] \quad (19)$$

gdje je:

s - međusobni razmak cijevi [m]

Potreban broj petlji vodoravnog kolektorskog polja za polietilenske cijevi dimenzija $\Phi 32 \times 2,9$ mm i duljinu petlje 90 m:

$$X_p = \frac{L_{uk,min}}{90} = \frac{659,6}{90} = 7,3 \quad (8) \quad (20)$$

Ukupna duljina vodoravnog kolektorskog polja:

$$L_{uk} = 90 \cdot X_p = 90 \cdot 8 = 720 \quad [\text{m}] \quad (21)$$

Ukupni volumen posrednog medija odnosno smjese vode i propilen-glikola sa masenim udjelom propilen glikola 30 % u cijevima vodoravnog kolektorskog polja i spojnim cijevima za povezivanje s razdjelnikom i sabirnikom određuje se jednadžbom:

$$V_{PM} = X \cdot L_{uk,kr} \cdot V'_{L,K} + L_{uk,kr,d} \cdot V'_{L,K} + L_{sp} \cdot V'_{L,sp} \quad [l] \quad (22)$$

$$V_{PM} = 8 \cdot 90 \cdot 0,539 + 195,5 \cdot 0,539 + 9,8 \cdot 1,3 = 506,2 \quad [l] \quad (23)$$

gdje su:

$L_{uk,kr}$ - ukupna duljina kruga vodoravnog kolektorskog polja [m]

$L_{uk,kr,d}$ - ukupna duljina cijevi koja povezuje krugove sa razdjelnikom [m]

$V'_{L,sp'}$ - specifični volumen posrednog medija u spojnim cijevima [l/m]

$V'_{L,K}$ - specifični volumen posrednog medija u cijevima vodoravnog kolektorskog polja [l/m]

L_{sp} - duljina spojnih cijevi [m]

$$V'_{L,K} = \frac{d_{u,k}^2 \cdot 3,14}{4000} = \frac{26,2^2 \cdot 3,14}{4000} = 0,539 \text{ [l/m]} \quad (24)$$

$$V'_{L,sp'} = \frac{d_{u,sp}^2 \cdot 3,14}{4000} = \frac{40,8^2 \cdot 3,14}{4000} = 1,3 \text{ [l/m]} \quad (25)$$

Protok posrednog medija se određuje jednažbom:

$$V_P = \frac{\Phi_{DT,r}}{\rho_{PM} \cdot c_{PM} \cdot \Delta\theta_{PM}} = \frac{10548 \cdot 1000}{1035 \cdot 3800 \cdot 3} = 0,89 \text{ [l/s]} \quad (26)$$

gdje su:

$\Phi_{DT,r}$ - rashladni učin dizalice topline (isparivača) [kW]

$$\Phi_{DT,r} = \Phi_{DT} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_{DT}}\right) = 16100 \cdot \left(1 - \frac{1}{2,9}\right) = 10,548 \text{ [kW]} \quad (27)$$

ρ_{PM} - gustoća posrednog medija [kg/m³], [15]

c_{PM} - specifični toplinski kapacitet posrednog medija [J/kgK], [15]

$\Delta\theta_{PM}$ - razlika temperatura posrednog medija na ulazu i izlazu iz kolektora [°C]

Ukupni pad tlaka u vodoravnom kolektorskom polju određuje se jednažbom:

$$\Delta p_{uk,vkp} = \Delta p_{pet} + \Delta p_{sp} = 7470 + 2058 = 9528 \text{ [Pa]} \quad (28)$$

gdje su:

Δp_{pet} - pad tlaka u jednoj petlji [Pa]

Δp_{sp} - pad tlaka u spojnim cijevima [Pa]

$$\Delta p_{pet} = \Delta p'_{pet} \cdot L_{pet} = 60 \cdot (90 + 34,5) = 7470 \text{ [Pa]} \quad (29)$$

gdje su:

$\Delta p'_{pet}$ - pad tlaka po duljini petlje [Pa/m], [16]

L_{pet} - duljina jedne petlje vodoravnog kolektorskog polja [m]

$$\Delta p_{sp} = \Delta p'_{sp} \cdot L_{sp} = 210 \cdot 9,8 = 2058 \text{ [Pa]} \quad (30)$$

gdje je:

$\Delta p'_{sp}$ - pad tlaka po duljini spojne cijevi [Pa/m], [16]

Potrebno je povezati petlje vodoravnog kolektorskog polja na razdjelnik i sabirnik. Odabran je „RAUGEO razdjelni šaht“ proizvođača Rehau. Izrađen je od polietilena dimenzija 1000 x 800 x 1150 mm (duljina x širina x visina) i ima priključke za 8 petlji.



Slika 14. „RAUGEO razdjelni šaht“ [17]

Preko vodoravno položenog kolektorskog polja koristi se toplinska energija tla na dubini od 1,5 m, područje bez opasnosti od smrzavanja. Odabrani su „RAUGEO collect PE-Xa“ površinski kolektori dimenzija $\Phi 32 \times 2,9$ mm. Isporučuju se u kolutu. Program isporuke obuhvaća i ostale neophodne komponente kao što su pomoćna sredstva za polaganje, priključni vodovi i dr. Spojne cijevi su dimenzija $\Phi 50 \times 4,6$ mm.



Slika 15. „RAUGEO collect PE-Xa“ površinski kolektori [17]

6. DIMENZIONIRANJE SPREMNIKA PTV-a I SOLARNIH KOLEKTORA

Potreban toplinski tok za zagrijavanje PTV-a [18]:

$$\Phi = V_w \cdot \rho_w \cdot c_w \cdot (\theta_{tw} - \theta_{hw}) \cdot n \cdot \varphi \quad [\text{W}] \quad (31)$$

$$\Phi = \frac{200 \cdot 10^{-3}}{3600} \cdot 1000 \cdot 4,2 \cdot (45 - 10) \cdot 6 \cdot 0,56 = 27,44 \quad [\text{kW}] \quad (32)$$

gdje su:

V_w - volumen vode najvećeg trošila (kada 200 l) [l]

ρ_w - gustoća vode [kg/m^3]

c_w - specifični toplinski kapacitet vode [kJ/kgK]

θ_{tw} - temperatura tople vode [$^{\circ}\text{C}$]

θ_{hw} - temperatura hladne vode [$^{\circ}\text{C}$]

n - broj stanova [-]

φ - faktor istovremenosti [-]

Potreban kapacitet izvora topline (dizalice topline):

$$\Phi_{DT} = \frac{\Phi \cdot Z_b}{Z_a \cdot Z_b} = \frac{27,44 \cdot 2}{2 + 2} = 13,72 \quad [\text{kW}] \quad (33)$$

gdje su:

Z_b - broj sati potrošnje [h]

Z_a - broj sati zagrijavanja [h]

Toplinska energija akumulirana u spremniku:

$$Q_{spr} = Z_a \cdot \Phi_{DT} = 2 \cdot 13,72 = 27,44 \quad [\text{kWh}] \quad (34)$$

Minimalni potrebni volumen spremnika:

$$V_{spr} = \frac{Q_{spr} \cdot b \cdot k}{\rho_w \cdot c_w \cdot (\theta_s - \theta_{hw})} = \frac{27,44 \cdot 3600 \cdot 1000 \cdot 1,1 \cdot 1,2}{1000 \cdot 4,2 \cdot (60 - 10)} = 620,92 \quad [\text{l}] \quad (35)$$

gdje su:

b - dodatak zbog „mrtvog“ prostora ispod grijane površine spremnika [-]

k - dodatak zbog taloženja kamenca u spremniku [-]

θ_s - temperatura tople vode u spremniku [°C]

Odabran je akumulacijski spremnik potrošne tople vode „Omega Plus 750“ proizvođača Evinox Energy. Ima dvije izmjenjivačke površine. Donja izmjenjivačka površina je za solarni sustav. Gornja izmjenjivačka površina je za dogrijavanje primarnim izvorom topline iz sustava grijanja za slučaj kada solarni sustav nije dovoljan za zagrijavanje PTV-a. Za slučaj grijanja PTV-a sa dizalicom topline predviđen je i električni grijač za dogrijavanje na konačnu temperaturu. Tehničke karakteristike spremnika dane su u tablici 16.



Slika 16. Spremnik za PTV „Omega Plus 750“ [19]

| Veličina | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|------------------------------|-----------------|------------|
| Volumen spremnika | l | 750 |
| Visina spremnika | mm | 2075 |
| Promjer spremnika | mm | 950 |
| Maksimalni radni tlak | bar | 10 |
| Gornji izmjenjivač | | |
| Volumen vode | l | 21 |
| Površina | m ² | 5,26 |
| Pad tlaka pri naziv. protoku | mbar | 88,25 |
| Donji izmjenjivač (solarni) | | |
| Volumen vode | l | 14,5 |
| Površina | m ² | 2,2 |
| Pad tlaka pri naziv. protoku | mbar | 34,3 |

Tablica 16. Tehničke karakteristike spremnika za PTV „Omega Plus 750“

Odabran je pločasti kolektor „auroTHERM VFK 145 V“ proizvođača Vaillant. Tehničke karakteristike dane su u tablici 17.

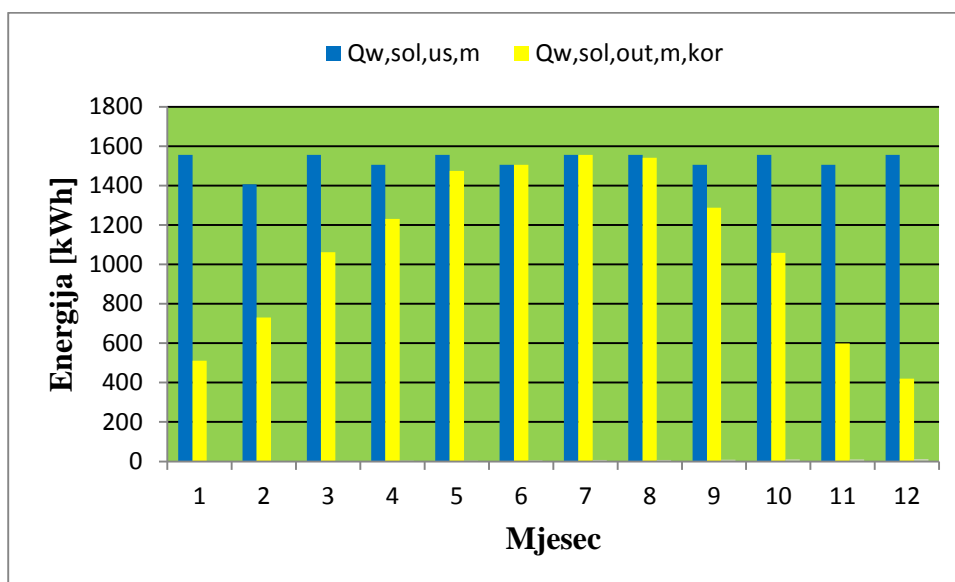


Slika 17. Pločasti kolektor „auroTHERM VFK 145 V“ [13]

| Veličina | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|------------------------------|-----------------|------------|
| Površina (bruto, neto) | m ² | 2,51/2,35 |
| Sadržaj apsorbera | l | 1,85 |
| Bakreni cijevni priključak | mm | 16 |
| Debljina izolacije | mm | 40 |
| Maksimalni radni tlak | bar | 10 |
| Apsorpcija apsorbera | % | 95 |
| Emisija apsorbera | % | 5 |
| Uvodnica solarnoga osjetnika | mm | 6 |
| Stagnacijska temperatura | °C | 171 |
| Dimenzije kolektora | | |
| Visina | mm | 2033 |
| Širina | mm | 1233 |
| Dubina | mm | 80 |
| Težina | kg | 38 |

Tablica 17. Tehničke karakteristike pločastog kolektora „auroTHERM VFK 145 V“

Potrebna površina kolektorskog polja sa kojom želimo dobiti određenu solarnu pokrivenost određuje se prema normi HRN EN 15316-4-3. Norma je preuzeta iz „Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama - Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode“ [20]. Proračun je proveden u programu MS Excel prema klimatskim podacima za grad Split i ostalim podacima definiranim u normi. Odabran je cjelogodišnji nagib kolektora od 22° prema jugozapadu. Cilj je pokrivanje cjelokupne potrošnje u ljetnim mjesecima, a u ostalim mjesecima će solarni sustav raditi uz potporu dodatnog izvora topline.



Slika 18. Prikaz potrebne i isporučene sunčeve energije po mjesecima

Prema rezultatima proračuna 8 kolektora ukupne površine $18,8 \text{ m}^2$ su dovoljna za pokrivanje potrebne toplinske energije za pripremu PTV-a od lipnja do kolovoza. Potrebna godišnja toplinska energija za pripremu PTV-a iznosi $18.322,24 \text{ kWh}$, a solarnim sustavom je moguće prikupiti godišnje $12.975,15 \text{ kWh}$. Solarni sustav pokriva 71 % godišnje potrebne toplinske energije za zagrijavanje potrošne tople vode. Godišnja potrošnja energije za pogon pumpe kruga kolektora iznosi $125,2 \text{ kWh}$. Detaljan proračun proveden u MS Excelu dan je u tablici 18.

| <i>mjesec</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>broj dana</i> | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| <i>broj sati t_m</i> | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 |
| <i>θ_{e,m,avg}</i> | 7,6 | 8,2 | 10,5 | 13,9 | 18,7 | 22,5 | 25,4 | 24,9 | 21,4 | 16,9 | 12,3 | 8,9 |
| <i>Q_{vi,sol,out,m}</i> | 1556,1 | 1405,5 | 1556,1 | 1505,9 | 1556,1 | 1505,9 | 1556,1 | 1556,1 | 1505,9 | 1556,1 | 1505,9 | 1556,1 |
| <i>θ_{ref}</i> | 87,368 | 86,576 | 83,54 | 79,052 | 72,716 | 67,7 | 63,872 | 64,532 | 69,152 | 75,092 | 81,164 | 85,652 |
| <i>ΔT</i> | 79,768 | 78,376 | 73,04 | 65,152 | 54,016 | 45,2 | 38,472 | 39,632 | 47,752 | 58,192 | 68,864 | 76,752 |
| <i>X</i> | 3,0998 | 3,0457 | 2,8383 | 2,5318 | 2,0990 | 1,7564 | 1,4950 | 1,5401 | 1,8556 | 2,2613 | 2,6760 | 2,9826 |
| <i>I_m</i> | 94,15 | 137,2 | 177,3 | 213,5 | 250,6 | 280,44 | 284,74 | 254,69 | 213,24 | 167,76 | 104 | 80,6 |
| <i>Y</i> | 0,5727 | 0,8346 | 1,0785 | 1,2987 | 1,5244 | 1,7060 | 1,7321 | 1,5493 | 1,2972 | 1,0205 | 0,6326 | 0,4903 |
| <i>Q_{vi,sol,out,m,kor}</i> | 511,71 | 730,03 | 1061,0 | 1230,7 | 1473,6 | 1567,0 | 1658,6 | 1541,0 | 1287,6 | 1058,2 | 598,37 | 420,64 |
| <i>p</i> | 0,3288 | 0,5193 | 0,6818 | 0,8172 | 0,9469 | 1,0405 | 1,0658 | 0,9902 | 0,8550 | 0,6800 | 0,3973 | 0,2703 |
| <i>p_{kor}</i> | 0,3288 | 0,5193 | 0,6818 | 0,8172 | 0,9469 | 1 | 1 | 0,9902 | 0,8550 | 0,6800 | 0,3973 | 0,2703 |
| <i>Q_{vi,sol,out,m,kor}</i> | 511,71 | 730,03 | 1061,0 | 1230,7 | 1473,6 | 1505,9 | 1556,1 | 1541,0 | 1287,6 | 1058,2 | 598,37 | 420,64 |
| <i>E_{sol,in,m}</i> | 70,04 | 92,19 | 131,9 | 153,69 | 186,41 | 201,95 | 211,81 | 189,46 | 153,54 | 124,82 | 74,86 | 59,97 |
| <i>t_{aux,m}</i> | 84,864 | 111,70 | 159,81 | 186,21 | 225,86 | 244,69 | 256,63 | 229,55 | 186,03 | 151,23 | 90,704 | 72,662 |
| <i>W_{col,aux,m}</i> | 5,3124 | 6,9925 | 10,004 | 11,657 | 14,139 | 15,317 | 16,065 | 14,370 | 11,645 | 9,4675 | 5,6780 | 4,5486 |

Tablica 18. Proračun potrebne površine solarnih kolektora prema HRN EN 15316-4-3

Potrošna topla voda se zagrijava sa tri podsustava za proizvodnju toplinske energije. To su solarni kolektori, dizalica topline i električni grijač te sva tri podsustava koriste električnu energiju. Solarni sustav pokriva 71 % ukupne toplinske energije za pripremu potrošne tople vode što je višestruko više u odnosu na dizalicu topline i električni grijač, a potroši najmanje električne energije. Usporedba potrošnje električne energije sva tri podsustava dana je u tablici 19.

| Veličina | Mj. jedinica | Solarni kolektori | Dizalica topline | El. grijač | Ukupno |
|----------------|--------------|-------------------|------------------|------------|---------|
| Toplina | kWh/a | 12975,1 | 3742,9 | 1604,1 | 18322,2 |
| Pokrivenost | - | 0,71 | 0,2 | 0,09 | 1 |
| El. energija | kWh/a | 125,2 | 1290,6 | 1604,1 | 3019,9 |
| Udio u el. en. | - | 0,04 | 0,43 | 0,53 | 1 |

Tablica 19. Usporedba potrošnje električne energije svih podsustava za pripremu PTV-a

7. DIMENZIONIRANJE I ODABIR KOMPONENATA SUSTAVA

7.1. Odabir međuspremnika

Međuspremnik topline u sustavu grijanja i pripreme potrošne tople vode s dizalicom topline služi za poboljšavanje pogonskih uvjeta, odnosno za smanjivanje učestalosti uključivanja dizalice topline, pokrivanje vršne potrošnje i opskrbu toplinom u vrijeme kada dizalica topline zbog raznih razloga ne radi. Prema uputama proizvođača volumen spremnika treba iznositi 20 - 30 l/kW toplinskog učina dizalice topline [14]. Odabran je međuspremnik „VPS 500“ proizvođača Vaillant. Tehničke karakteristike odabranog međuspremnika dane su u tablici 20.



Slika 19. Međuspremnik „VPS 500“ [13]

| Veličina | Mj. jedinica | Vrijednost |
|--|--------------|------------------------|
| Visina | mm | 1950 |
| Širina bez izolacije | mm | 600 |
| Širina sa izolacijom | mm | 780 |
| Dodatni prostor potreban za vrijeme postavljanja | mm | 2040 |
| Težina praznog spremnika bez izolacije | kg | 61 |
| Težina napunjenog spremnika sa izolacijom | kg | 576 |
| Zapremina spremnika | l | 500 |
| Dopušteni radni tlak | bar | 3 |
| Dopuštena maksimalna temperatura | °C | 95 |
| Priključci za grijanje | - | 8 x R 11/2" |
| Odzračivanje | - | 1 x R 11/2" gore |
| Temperaturni osjetnici | - | 3 x R 3/4", 1 x R 1/2" |

Tablica 20. Tehničke karakteristike međuspremnika „VPS 500“

7.2. Dimenzioniranje cijevnog razvoda primarnog kruga grijanja

Primarni krug se sastoji od cjevovoda koji povezuje dizalicu toline sa spremnikom za potrošnu toplu vodu i međuspremnikom, a kritična dionica je ona koja povezuje dizalicu topline sa spremnikom potrošne tople vode. Ukupni pad tlaka primarnog kruga je 1728,6 Pa. Pumpa dizalice topline sa visinom dobave od 31300 Pa može savladati ukupni pad tlaka primarnog kruga. U tablici 21. je prikazan detaljan proračun.

| Dionica | L | Q_{inst} | mc_p | q_m | DN | w | R | $R \cdot L$ | $\Sigma \zeta$ | Z | $R \cdot L + Z$ |
|---------|------|------------|--------|-------|------|------|------|-------------|----------------|-------|-----------------|
| - | m | W | W/°C | kg/s | mm | m/s | Pa/m | Pa | - | Pa | Pa |
| 1 | 0,32 | 16200 | 3220 | 0,76 | 32 | 0,8 | 200 | 64 | 2,5 | 800 | 864 |
| 2 | 1,84 | 5156,8 | 1011,3 | 0,24 | 25 | 0,44 | 100 | 184 | 7 | 677,6 | 861,6 |

Tablica 21. Pad tlaka primarnog kruga grijanja

7.3. Dimenzioniranje cijevnog razvoda sekundarnog kruga grijanja

Ukupni pad tlaka kritične dionice je zbroj pada tlaka kritičnog kruga grijanja (krug 6.2pa), pada tlaka na razdjelniku te pada tlaka kroz cjevovod od međuspremnika do kritičnog kruga grijanja.

| Dionica | L | Q_{inst} | mc_p | q_m | DN | w | R | $R \cdot L$ | $\Sigma \zeta$ | Z | $R \cdot L + Z$ |
|---------|-------|------------|--------|-------|------|------|------|-------------|----------------|------|-----------------|
| - | m | W | W/°C | kg/s | mm | m/s | Pa/m | Pa | - | Pa | Pa |
| 1 | 17,67 | 5521,6 | 1104,3 | 0,26 | 25 | 0,5 | 120 | 2120 | 3 | 375 | 2495 |
| 2 | 2,9 | 3677,5 | 735,5 | 0,17 | 25 | 0,32 | 55 | 159,5 | 2 | 102 | 261,5 |
| 3 | 2,85 | 1833,5 | 366,7 | 0,09 | 20 | 0,26 | 50 | 142,5 | 1 | 33,8 | 176,3 |

Tablica 22. Pad tlaka kroz cjevovod sekundarnog kruga grijanja

Ukupni pad tlaka sekundarnog kruga grijanja iznosi 20.606,1 Pa. Odabrana je pumpa „ALPHA2 25-60“ proizvođača Grundfos. Odabrane su čelične bešavne cijevi DN 32 ($\Phi 42,4 \times 3,2$), DN 25 ($\Phi 33,7 \times 3,25$) i DN 20 ($\Phi 26,9 \times 2,6$) tvrtke Fabema Metali.



Slika 20. Pumpa „ALPHA2 25-60“ [21]

7.4. Odabir recirkulacijske pumpe PTV-a

Proračun je proveden prema „Grejanje i klimatizacija“ [22]:

Volumenski protok vode recirkulacijske pumpe:

$$V_p = \frac{Q_w}{2,4} = \frac{l_{w,k} \cdot q_{w,k} + l_{w,s} \cdot q_{w,s}}{2,4} = \frac{14,3 \cdot 11 + 29,4 \cdot 7}{2,4} = 151,3 \text{ [l/h]} \quad (36)$$

gdje su:

- $l_{w,k}$ - dužina svih vodova tople vode u podrumu [m]
- $q_{w,k}$ - toplinski gubici vodova tople vode smještenih u podrumu [W/m]
- $l_{w,s}$ - dužina svih vertikalnih vodova tople vode [m]
- $q_{w,s}$ - toplinski gubici vertikalnih vodova tople vode [W/m]
- Q_w - toplinski gubici svih vodova [W]

Odabran je promjer voda za recirkulaciju od 15 mm. Brzina strujanja vode je 0,22 m/s.

Pad tlaka:

$$\Delta p_p = 1,3 \cdot (\Sigma l \cdot R) + \Delta p_{RV} + \Delta p_{TH} \text{ [Pa]} \quad (37)$$

$$\Delta p_p = 1,3 \cdot (8,94 \cdot 50 + 29,8 \cdot 15) + 600 + 5000 = 6762,2 \text{ [Pa]} \quad (38)$$

gdje su:

- Δp_p - potrebna dobava recirkulacijske pumpe [Pa]
- $\Sigma l \cdot R$ - ukupni linijski pad tlaka cjevovoda [Pa]
- Δp_{RV} - pad tlaka u nepovratnom ventilu [Pa]
- Δp_{TH} - pad tlaka termostatskog ventila [Pa]

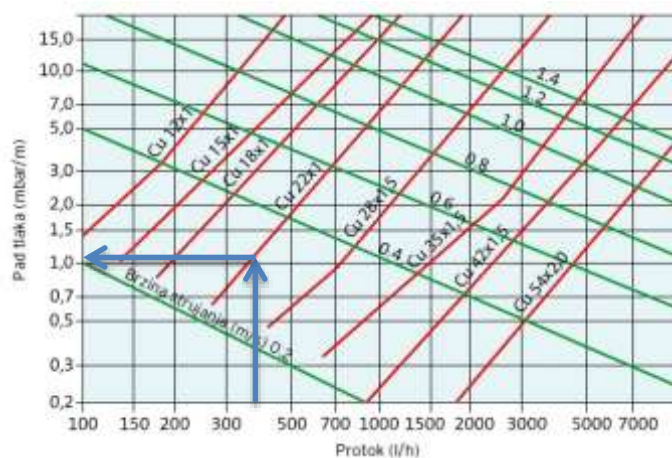
Odabrana je recirkulacijska pumpa sa vremenskim uključivanjem „UP 15-14 B (UT)“ proizvođača Grundfos.



Slika 21. Recirkulacijska pumpa „UP 15-14 B (UT)“ [23]

7.5. Dimenzioniranje cijevnog razvoda solarnog kruga

Kako bi se postigla optimalna predaja topline kolektora njima mora prostrujati minimalni volumenski protok po m^2 kolektorske površine. Ne smije se prekoračiti minimalni volumenski protok od $15 \text{ l/m}^2\text{h}$ kolektorske površine što se naziva low-flow načinom rada [13]. Pridržavajući se navedenog ograničenja za 8 pločastih kolektora ukupne površine $18,8 \text{ m}^2$ proizlazi ukupni protok od 400 l/h odnosno 50 l/h po kolektoru. Pad tlaka u bakrenim cijevima je očitao iz dijagrama na slici 22.



Slika 22. Pad tlaka u bakrenoj cijevi 60 % voda, 40 % glikol [13]

U dijagramu na slici 22 prikazan je primjer očitavanja linijskog pada tlaka u bakrenoj cijevi $\text{Cu } \Phi 22 \times 1$ koji iznosi $1,1 \text{ mbar/m}$.

Ostali podaci za proračun:

- ukupna duljina cjevovoda od spremnika do kolektora i nazad do spremnika ($L_{sk} = 51,5 \text{ m}$)
- brzina strujanja glikolne smjese ($w_{gl,s} = 0,27 \text{ m/s}$)
- faktor povećanja linijskih gubitaka cjevovoda zbog lokalnih gubitaka cjevovoda ($f = 1.5$)
- pad tlaka u jednom kolektoru ($\Delta p_{kol} = 25 \text{ mbar}$)
- pad tlaka u izmjenjivaču topline spremnika PTV-a ($\Delta p_{spr} = 34,3 \text{ mbar}$)

Potreban tlak dobave pumpe solarnog kruga je zbroj pada tlaka u cjevovodu, pada tlaka u kolektoru te pada tlaka u izmjenjivaču topline spremnika PTV-a:

$$\Delta p_{uk} = \Delta p_{cj} + \Delta p_{kol} + \Delta p_{spr} = 67,19 + 25 + 34,3 = 126,49 \quad [\text{mbar}] \quad (39)$$

Odabrana je dvocijevna solarna pumpna stanica „S2 Solar 3“ proizvođača Regulus.



Slika 23. Dvocijevna solarna pumpna stanica „S2 Solar 3“ [24]

Solarna stanica sadrži:

- cirkulacijsku pumpu Wilo ST 25/6 2-12 l/min, 3/4“ M
- manometar
- 2 termometra na polaznom i povratnom vodu
- ventile za punjenje i pražnjenje
- sigurnosni solarni ventil, 6 bar
- separator zraka
- zaporni ventil
- solarni nepovratni ventil
- mjerač protoka sa kontrolom protoka
- izlaz za priključak ekspanzijske posude

7.6. Dimenzioniranje ekspanzijske posude za sustav grijanja

Minimalni volumen zatvorene ekspanzijske posude određuje se jednadžbom [18]:

$$V_{n,min} = (V_e + V_V) \cdot \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} = (2,05 + 3) \cdot \frac{2,5 + 1}{2,5 - 1,4} = 16,07 \quad [l] \quad (40)$$

gdje su:

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

$$V_e = \frac{n \cdot V_A}{100} = \frac{0,72 \cdot 283,8}{100} = 2,05 \quad [l] \quad (41)$$

n - postotak širenja vode od 10 °C do 40 °C [%]

V_A - volumen vode u instalaciji [l]

V_V - dodatni volumen (zaliha) - oko 5 % volumena vode u instalaciji, min. 3 l [l]

p_e - projektni krajnji tlak (0,5 bar ispod tlaka sigurnosnog ventila) [bar]

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

Odabrana je ekspanzijska posuda „LR 18“ volumena 18 l proizvođača Varem.



Slika 24. Ekspanzijska posuda kruga grijanja „LR 18“ [25]

7.7. Dimenzioniranje ekspanzijske posude za solarni sustav

Minimalni volumen zatvorene ekspanzijske posude određuje se jednadžbom [18]:

$$V_{n,min} = (\Delta V + V_D + V_V) \cdot \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} = (5,1 + 14,8 + 2) \cdot \frac{5,5 + 1}{5,5 - 1,4} = 34,72 \text{ [l]} \quad (42)$$

gdje su:

ΔV - promjena volumena posrednog medija s promjenom temperature [l]

$$\Delta V = V_{SUS} \cdot \frac{n}{100} = 59,75 \cdot \frac{8,5}{100} = 5,1 \text{ [l]} \quad (43)$$

V_D - volumen preuzetog sadržaja pare iz kolektora, $V_D = V_{KOL}$ [l]

n - postotak širenja vode [%]

V_{SUS} - volumen posrednog medija u sustavu [l]

V_V - dodatna količina vode uslijed oscilacija tlaka u sustavu [l]

p_e - projektni krajnji tlak (0,5 bar ispod tlaka sigurnosnog ventila) [bar]

p_0 - primarni tlak [bar]

Odabrana je ekspanzijska posuda „LR S 40“ volumena 40 l proizvođača Varem



Slika 25. Ekspanzijska posuda solarnog kruga „LR S 40“ [25]

8. PREGLED ODABRANIH KOMPONENETA SUSTAVA

Podno grijanje, Uponsor:

- sustav Tecto
- dimenzije cijevi: PE-Xa $\Phi 14 \times 2$ [mm]
- ukupno krugova: 36
- ukupna instalirana snaga: 10.074,2 [W]

Cijevni kupaonski grijači „MONDO BND“, Očenašek:

- dimenzije: širina x visina, 750x1850 [mm] (3 grijača), 750x1650 [mm] (3 grijača)
- ukupna instalirana snaga: 969 [W]
- elektro grijač „GT 600“ snage 600 [W] (2 elektro grijača)

Dizalica topline „geoTHERM VWS 171/2“, Vaillant:

- ogrijevni učin: 16,1 [kW]
- dovedena električna energija: 5,6 [kW]
- faktor grijanja: 2,9 [-]

Električni grijač „VWZ EA 6“, Vaillant:

- snaga: 6 [kW]

Površinski kolektori „RAUGEO collect PE-Xa“, Rehau:

- promjer cijevi: $\Phi 32 \times 2,9$ [mm]
- duljina cijevi: 720 [m]
- površina zemljišta za polaganje: 527,4 [m²]
- dubina polaganja: 1,5 [m]

Spremnik za PTV „Omega Plus 750“, Evinox Energy:

- volumen spremnika: 750 [l]
- promjer spremnika: 950 [mm]
- visina spremnika: 2075 [mm]

Pločasti kolektor „auroTHERM VFK 145 V“, Vaillant:

- Površina (bruto/neto): 2,51/2,35 [m²]
- Dimenzije: 2033 x 1233 x 80 [mm], (visina x širina x dubina)

Međuspremnik „VPS 500“, Vaillant:

- volumen spremnika: 500 [l]
- visina: 1850 [mm]
- širina sa izolacijom: 780 [mm]

Cirkulacijska pumpa „ALPHA2 25-60“, Grundfos:

- potrebna električna energija: 45 [W]
- ugradbena duljina: 180 [mm]

Recirkulacijska pumpa „UP 15-14 B (UT)“, Grundfos:

- dimenzije: 80/205 [mm] (duljina/visina)
- potrebna električna energija: 25 [W]

Cirkulacijska pumpa „Wilo ST 25/6“, Wilo:

- dimenzije: 180/100 mm (duljina/visina)
- potrebna električna energija: 40 [W]

Ekspanzijska posuda „LR 18“, Varem:

- volumen posude: 18 [l]
- dimenzije: 270/415 [mm] (širina/visina)

Ekspanzijska posuda „LR S 40“, za solarni sustav, Varem:

- volumen posude: 40 [l]
- dimenzije: 320/580 [mm] (širina/visina)

9. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA

9.1. Sustav grijanja

Projekt sustava grijanja za potrebe višestambene zgrade na području grada Supetra na otoku Braču je izveden prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Zgrada sadrži šest stanova i ukupne je tlocrtne površine 671,5 m². Ukupna površina grijanog prostora zgrade je 280,5 m². Sustav grijanja izveden je kao niskotemperaturni s dizalicom topline tlo-voda i s podnim grijanjem temperaturnog režima 35/30 °C. Odabrana je dizalica topline „geoTHERM VWS 171/2“ proizvođača Vaillant koja ima ogrijevni učin od 16,1 kW i faktor grijanja 2,9 pri temperaturi polaza 55 °C u primarnom krugu prema spremniku PTV-a i međuspremniku te pri temperaturnoj razlici od 5 °C između polaznog i povratnog voda. Dizalica topline sadrži cirkulacijsku pumpu za glikolnu smjesu (smjesa 70 % vode i 30 % propilen glikola) u vodoravnom kolektorskom polju i cirkulacijsku pumpu za vodu u primarnom krugu grijanja. Sadrži također kompenzacijsku posudu od 6 litara, sigurnosni ventil, a radna tvar je zeotropna smjesa R407C. Ukupna površina vodoravnog kolektorskog polja iznosi 527,4 m² i sastoji se od 8 krugova PE cijevi dimenzija $\Phi 32 \times 2,9$ ukupne duljine 720 m i ukopanih u tlo na dubini 1,5 m. U sustavu grijanja nalazi se još i ekspanzijska posuda „LR 18“ volumena 18 litara proizvođača Varem te međuspremnik topline „VPS 500“ proizvođača Vaillant koji služi za poboljšavanje pogonskih uvjeta, odnosno za smanjivanje učestalosti uključivanja dizalice topline, pokrivanje vršne potrošnje i opskrbu toplinom u vrijeme kada dizalica topline zbog raznih razloga ne radi. Sekundarni krug grijanja se proteže od međuspremnika do krugova podnog grijanja. Podno grijanje je dimenzionirano prema dijagramima proizvođača Uponor i korišten je sustav Tecto. Ukupna instalirana snaga podnog grijanja je 10.074,2 W. U kupaonicama su zbog nedovoljnog toplinskog učina podnog grijanja postavljeni i cijevni kupaonski grijači „MONDO BND“ proizvođača Očenašek povezani na razdjelnike i sabirnike podnog grijanja. Ukupna instalirana snaga sustava grijanja je stoga 11.043,2 W. Korišten je razdjelno sabirni set „FHF-7F“ proizvođača Danfoss koji ima priključke za sedam krugova grijanja. Smješteni su u zidne ormariće „UHF2“ proizvođača Uponor. Na temelju proračunatog pada tlaka kritične dionice sekundarnog kruga grijanja kao cirkulacijska pumpa sekundarnog kruga grijanja odabrana je pumpa „ALPHA2 25-60“ sa frekventnom regulacijom proizvođača Grundfos. Zbog hidrauličkog uravnoteženja sustava ugrađeni su na

vertikalama i prije svakog razdjelnika regulatori diferencijalnog tlaka „ASV-PV“ proizvođača Danfoss. Kod svakog stana odnosno prije svakog razdjelnika podnog grijanja ugrađena su mjerila toplinske energije odnosno ultrazvučni kalorimetri „SONOMETER 1100 HE“ proizvođača Danfoss. Njihov je zadatak mjerenje potrošnje toplinske energije što čine mjerenjem protoka vode i razlike temperatura polaznog i povratnog voda.

9.2. Zagrijavanje potrošne tople vode

Za pripremu potrošne tople vode koristi se akumulacijski sustav sa bivalentnim spremnikom koji se zagrijava sa solarnim kolektorima, uz podršku dizalice topline i električnog grijača. Solarni kolektori pokrivaju cjelokupnu potrebu za PTV-om samo tijekom ljetnih mjeseci. Nakon provedenog proračuna preko faktora istovremenosti odabran je akumulacijski bivalentni spremnik potrošne tople vode „Omega Plus 750“ volumena 750 litara proizvođača Evinox Energy. Ima dvije izmjenjivačke površine. Donja izmjenjivačka površina je za solarni sustav. Gornja izmjenjivačka površina je za dogrijavanje primarnim izvorom topline iz sustava grijanja za slučaj kada solarni sustav nije dovoljan za zagrijavanje PTV-a. U spremnik je ugrađen i električni grijač „VWZ EA 6“ proizvođača Vaillant snage 6 kW koji se koristi za dogrijavanje PTV-a na konačnu temperaturu od 60 °C. Kolektorsko polje se sastoji od osam paralelno spojenih pločastih kolektora „auroTHERM VFK 145 V“ proizvođača Vaillant. Kolektori su ukupne površine 18,8 m² te su postavljeni na krov pod nagibom 22° orijentirani prema jugozapadu. Solarni sustav pokriva 71 % ukupne potrebne toplinske energije za pripremu potrošne tople vode. Sustav radi sa prisilnom cirkulacijom preko cirkulacijske pumpe „ST 25/6“ proizvođača Wilo koja se nalazi u dvocijevnoj solarnoj stanici „S2 Solar 3“ proizvođača Regulus. Za solarni krug je odabrana ekspanzijska posuda „LR S 40“ volumena 40 litara proizvođača Varem. Razvodni cjevovod tople vode je stalno ispunjen toplom vodom sve do trošila PTV-a i ako kroz neko vrijeme nema potrošnje vode dolazi do pada temperature. Zbog toga je ugrađen recirkulacijski vod sa recirkulacijskom pumpom „UP 15-14 B (UT)“ proizvođača Grundfos. Na taj način se omogućuje miješanje ohlađene vode u cijevima sa toplom vodom iz spremnika PTV-a te se tako održava stalna temperatura vode na izljevnom mjestu

9.3. Regulacija sustava

Za regulaciju primarnog kruga grijanja koristi se „Energetski bilancni atmosferski regulator“ proizvođača Vaillant koji je sadržan u opremi koja se isporučuje sa dizalicom topline. Upravlja sa svim komponentama primarnog kruga grijanja, a glavni su mu zadaci regulacija temperature polaznog voda i održavanje potrebne temperature PTV-a. Na regulator su priključene pumpa primarnog kruga grijanja, pumpa sekundarnog kruga grijanja, pumpa vodoravnog kolektorskog polja i recirkulacijska pumpa. Preko troputnog razdjelnog ventila regulator usmjerava vodu prema međuspremniku ili spremniku PTV-a ukoliko osjetnici (osjetnik temperature spremnika PTV-a „SP“, osjetnik temperature međuspremnika „VF 1“ i osjetnik temperature povratnog voda „RF 1“) pokazuju manju temperaturu u odnosu na postavljenu vrijednost. Regulacija temperature polaznog voda se vrši u ovisnosti o vanjskoj temperaturi koju pokazuje osjetnik vanjske temperature smješten izvan zgrade. Ukoliko dolazi do snižavanja vanjske temperature regulator podiže temperaturu polaznog voda prema međuspremniku do maksimalnih 55 °C, a u slučaju porasta vanjske temperature snižava temperaturu polaznog voda. Preko troputnog miješajućeg ventila smještenog iza međuspremnika „VRM“ regulator također regulira i temperaturu polaznog voda prema sekundarnom krugu grijanja. Ta temperatura polaza se prati preko osjetnika temperature polaznog voda „VF 2“. Uz osjetnik temperature polaznog voda smješten je i graničnik maksimalne temperature polaza koji sprječava prekoračenje maksimalne temperature polaza prema razdjelnicima od 35 °C.

Kao sustav regulacije sekundarnog kruga grijanja koristi se „Danfoss link“ proizvođača Danfoss te se regulacija vrši promjenom protoka kroz krugove podnog grijanja. Željena temperatura prostorije se podešava na sobnom termostatu „Danfoss link RS“ koji bežično komunicira sa centralnom kontrolnom jedinicom „Danfoss link CC“. U petlje podnog grijanja kod priključka na sabirnik, smješteni su zonski ventili „RA“ sa elektrotermičkim pogonom „TWA-A/NC“ koji su žično povezani sa regulacijskom jedinicom „Danfoss link HC“ koja također bežično komunicira sa „Danfoss link CC“. Centralna kontrolna jedinica „Danfoss link CC“ bežično šalje signal prema regulacijskoj jedinici „Danfoss link HC“ koja otvara ili zatvara zonske ventile pojedinih krugova za tu prostoriju preko pogona ventila „TWA-A/NC“. Centralne kontrolne jedinice „Danfoss link CC“ su povezane sa dizalicom topline.

Kao sustav regulacije solarnog kruga koristi se solarni regulator „auroMATIC 560“ proizvođača Vaillant. Solarni regulator upravlja pumpom solarnog kruga. Ima osjetnik temperature kolektora, osjetnik temperature spremnika PTV-a i osjetnik temperature polaza prema kolektoru. U ovisnosti o razlici temperature na izlazu iz kolektora i temperature spremnika PTV-a regulator uključuje ili isključuje pumpu solarnog kruga.

10. ZAKLJUČAK

Budući da je u okviru ovoga rada trebalo koristiti niskotemperaturni sustav s dizalicom topline tlo-voda i sa podnim grijanjem temperaturnog režima 35/30 °C, vrijednosti koeficijenta prolaza topline građevnih elemenata su pretpostavljene kako bi omogućile primjenu takvog sustava grijanja. S obzirom da je stambena zgrada smještena na području grada Supetra na otoku Braču koji ima blagu mediteransku klimu, godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici korisne površine zgrade iznosi 20,55 kWh/m²a što prema važećem pravilniku o energetske pregledima građevina i energetskom certificiranju zgrada ovu stambenu zgradu svrstava u energetski razred A. Sustavi grijanja i pripreme potrošne tople vode sa dizalicama topline i solarnim kolektorima (obnovljivi izvori energije) donose mnoge prednosti u odnosu na klasične sustave grijanja i pripreme potrošne tople vode. Neke od prednosti su: veća toplinska ugodnost, smanjena potrošnja energenata, relativno brzi povrat investicije, smanjenje emisije stakleničkih plinova itd. Razlog zašto se ovakvi sustavi zasada toliko često ne koriste su visoki investicijski troškovi.

LITERATURA

- [1] Harreither, <http://www.harreither.com/hr/ugodnost/ugodnost/> - svibanj 2015.
- [2] Skupina autora: Priručnik za grijanje, Energetika marketing, Zagreb, 2005.
- [3] Audax, <http://www.audax.com.au/house-loses-energy/> - svibanj 2015.
- [4] HRN EN 12831
- [5] DIY Explore, <http://www.diyexplore.com/heating/basic-information-for-potential-buyers-of-a-central-heating-system> - lipanj 2015.
- [6] Energetske zadruge, <http://www.energetskezadruge.hr/novost/daljinsko-oblasno-grijanje-u-danskoj/225> - lipanj 2015.
- [7] Herz, http://herzmediaserver.com/data/_www/hrv/katalozi/commotherm_lw-a_deutsch_1seiter_%28d02-2009%29_v1.0.pdf - lipanj 2015.
- [8] Bošnjaković M.: Predavanje - Energija sunčevog zračenja za grijanje i pripremu tople vode, Slavonski Brod
- [9] Soldo V., Novak S.: Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790, Zagreb
- [10] Uponsor, Tehničke smjernice - Grijanje i hlađenje u objektu, 2009.
- [11] Danfoss, Katalog grijanja
- [12] Termometal, <http://www.termometal.hr/proizvodi/kupaonski-radijatori/kupaonski-radijatori-mondo/> - srpanj 2015.
- [13] Vaillant, Projektantske podloge
- [14] Skupina autora : Osnove primjene dizalice topline, Energetika marketing, Zagreb, 2009.
- [15] M. Conde Engineering, <http://www.mrc-eng.com/Downloads/Brine%20Properties.pdf> - kolovoz 2015.
- [16] Rehau, <http://www.rehau.com/download/1044796/raugeo-tehnicka-informacija.pdf> - kolovoz 2015.

- [17] Rehau, [http://www.rehau.com/hr-hr/gradnja/obnovljivi-izvori-energije/geotermija - srpanj](http://www.rehau.com/hr-hr/gradnja/obnovljivi-izvori-energije/geotermija-srpanj), 2015.
- [18] Balen I.: kolegij „Grijanje“ - predavanja i vježbe, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
- [19] Evinox Energy, <http://www.evinoxenergy.co.uk/Evinox-Central-Plant-Energy-Centers/Indirect-Calorifiers-and-Storage-Tanks/Omega-Twin-Coil-Tanks> - svibanj 2015.
- [20] Dović D., Soldo V., Švaić S.: Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama - Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode, Zagreb
- [21] Grundfos, <http://hr.grundfos.com/products/find-product.html> - kolovoz 2015.
- [22] Rechnagel, Sprenger, Schramek, Čeperković: Grijanje i klimatizacija, Interklima, 2012.
- [23] Termometal, <http://www.termometal.hr/proizvodi/centralno-grijanje/grundfos-pumpe-za-centralno-grijanje/grundfos-cirkulacijska-pumpa-za-sanitarnu-vodu-bu-15-14/1663/> - kolovoz 2015.
- [24] Regulus, http://www.tehno-dom.hr/solarni-pribor-i-oprema/detail/31-solarni-pribor-i-oprema/vmj_hunk/156-s2-dvocijevna-solarna-pumpna-stanica?sef=hcfp - kolovoz 2015.
- [25] Varem, <http://www.varem.com/pg.asp?cd=999&mnpath=/0/745/768&lk=745&titolo=> - kolovoz 2015.

PRILOZI

Prilog 1 - Proračun toplinskih gubitaka prema HRN EN 12831

Prilog 2 - Crteži

Prilog 3 - CD-R disc

Prilog 1 - Proračun toplinskih gubitaka prema HRN EN 12831

| Prizemlje/Stan 1 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|--------------------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: ulazni prostor | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | | - |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | JI | 1,5 | 2,9 | 4,35 | 0,35 | 0,4 | 0,609 |
| ZS | zid prema stub. | SI | 2,75 | 2,9 | 5,875 | 0,35 | 0,4 | 0,8225 |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 5,91 | 1 | 5,91 | 0,25 | 0,8 | 1,182 |
| VV | vanjska vrata | SI | 1 | 2,1 | 2,1 | 1 | 0,4 | 0,84 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ | | W/K | 3,4535 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| - | | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | W/K | 0 |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | | 3,4535 |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|---------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| UZT | unut. tanki zid | JZ | 1,85 | 2,9 | 3,895 | 1 | -0,166 | -0,6492 | |
| UV | unutarnja vrata | JZ | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | -0,166 | -0,294 | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,9432 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 60,248 W | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | | m^3/h |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | | |
| 16 | 0,5 | 8 | | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | | |
| 16 | 3 | 0,03 | 1 | 2,88 | | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | | |
| 0,00222 | 1,2 | 1010 | 2,69331 | | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 64,6394 W | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | | W |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | | |
| 7,15 | 6 | 42,9 W | | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W | |
| | | | | | | | | 167,787 W | |

| Prizemlje/Stan 1 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: dnevni boravak i kuhinja | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2 | 2,9 | 4,84 | 0,25 | 1 | 1,21 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,025 | 2,9 | 2,972 | 0,25 | 1 | 0,743 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,675 | 2,9 | 7,757 | 0,25 | 1 | 1,93925 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 4,5 | 2,9 | 10,11 | 0,25 | 1 | 2,5275 |
| VBV | velika balk. vr. | SZ | 1,4 | 2,1 | 2,94 | 0,9 | 1 | 2,646 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 9,92975 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 9,92975 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 18,54 | 1 | 18,54 | 0,25 | 0,8 | 3,708 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 3,708 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 3,708 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|---------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| UZD | unut. zid debeli | JI | 2,55 | 2,9 | 7,395 | 0,7 | -0,166 | -0,8628 | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,8628 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 306,6 W | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | | m^3/h |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | | |
| 50,43 | 0,68 | 34,2924 | | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | | |
| 50,43 | 3 | 0,03 | 1 | 9,0774 | | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | | |
| 0,0095 | 1,2 | 1010 | 11,514 | | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 276,336 W | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | | W |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | | |
| 20,85 | 6 | 125,1 W | | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W | |
| | | | | | | | | 708,036 W | |

| Prizemlje/Stan 1 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|-------------------------------|---|---------------------------|
| Prostorija: kupaonica | | | | | $\vartheta_{int,i} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | | $\vartheta_e = -4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JZ | 1,9 | 2,9 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1775 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,72 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 1,8975 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 1,8975 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 4,5 | 1 | 4,5 | 0,25 | 0,8 | 0,9 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0,9 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0,9 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | SZ | 2,55 | 2,9 | 7,395 | 0,7 | 0,1428 | 0,7395 |
| UZT | unut. zid tanki | SI | 1,85 | 2,9 | 3,895 | 1 | 0,1428 | 0,55643 |
| UZT | unut. zid tanki | JI | 2,55 | 2,9 | 7,395 | 1 | 0,1428 | 1,05643 |
| UV | unutarnja vrata | SI | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | 0,1428 | 0,252 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | 2,60436 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 151,252 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m^3/h | | |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | |
| 12,24 | 0,5 | 6,12 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | |
| 12,24 | 3 | 0,03 | 1 | 2,2034 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,0017 | 1,2 | 1010 | 2,0604 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 57,6912 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 5,28 | 6 | 31,68 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 240,623 W |

| Prizemlje/Stan 1 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 1 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,625 | 2,9 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1775 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,8 | 2,9 | 7,16 | 0,25 | 1 | 1,79 |
| VZ | vanjski zid | JI | 1,625 | 2,9 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1775 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 5,009 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 5,009 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 8,44 | 1 | 8,44 | 0,25 | 0,8 | 1,688 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 1,688 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 1,688 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------|---------------------------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZT | unut. zid tanki | SZ | 2,55 | 2,9 | 7,395 | 1 | -0,166 | -1,2325 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | -1,2325 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | | |
| | | | | | | 131,148 W | | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 22,95 | 0,5 | 11,475 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | |
| 22,95 | 3 | 0,03 | 1 | | 4,131 | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00318 | 1,2 | 1010 | 3,85416 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | | |
| | | | | | | 92,4998 W | | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 9,61 | 6 | 57,66 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ W | | |
| | | | | | | 281,308 W | | |

| Prizemlje/Stan 1 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 2 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JI | 4,575 | 2,9 | 12,3 | 0,25 | 1 | 3,075 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,525 | 2,9 | 5,56 | 0,25 | 1 | 1,39 |
| PR | prozor | JI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| MBV | mala balk. vrata | JZ | 0,8 | 2,2 | 1,76 | 0,9 | 1 | 1,584 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 6,913 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 6,913 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | SI | 2,375 | 2,9 | 6,887 | 0,35 | 0,4 | 0,96418 |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 9,36 | 1 | 9,36 | 0,25 | 0,8 | 1,872 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 2,83618 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 2,83618 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------|---------------------------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | 0 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 233,98 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 25,46 | 0,5 | 12,73 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | |
| 25,46 | 3 | 0,03 | 1 | | 4,5828 | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00353 | 1,2 | 1010 | 4,27836 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 102,681 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 10,74 | 6 | 64,44 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 401,101 W |

| Prizemlje/Stan 2 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|----------|------------------------------|------------------------------|
| Prostorija: ulazni prostor | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | | - |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | Jl | 1,5 | 2,9 | 4,35 | 0,35 | 0,4 | 0,609 |
| ZS | zid prema stub. | JZ | 2,75 | 2,9 | 5,875 | 0,35 | 0,4 | 0,8225 |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 5,91 | 1 | 5,91 | 0,25 | 0,8 | 1,182 |
| VV | vanjska vrata | JZ | 1 | 2,1 | 2,1 | 1 | 0,4 | 0,84 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ | | W/K | 3,4535 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | W/K | 0 |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | | 3,4535 |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|---------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| UZT | unut. tanki zid | SI | 1,85 | 2,9 | 3,895 | 1 | -0,166 | -0,6492 | |
| UV | unutarnja vrata | SI | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | -0,166 | -0,294 | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,9432 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 60,248 W | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | | m^3/h |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | | |
| 16 | 0,5 | 8 | | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | | |
| 16 | 3 | 0,03 | 1 | 2,88 | | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | | |
| 0,00222 | 1,2 | 1010 | 2,69331 | | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 64,6394 W | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | | W |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | | |
| 7,15 | 6 | 42,9 W | | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W | |
| | | | | | | | | 167,787 W | |

| Prizemlje/Stan 2 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: dnevni boravak i kuhinja | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SI | 2 | 2,9 | 4,84 | 0,25 | 1 | 1,21 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,025 | 2,9 | 2,972 | 0,25 | 1 | 0,743 |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,675 | 2,9 | 7,757 | 0,25 | 1 | 1,93925 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 4,5 | 2,9 | 10,11 | 0,25 | 1 | 2,5275 |
| VBV | velika balk. vr. | SZ | 1,4 | 2,1 | 2,94 | 0,9 | 1 | 2,646 |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 9,92975 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 9,92975 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 18,54 | 1 | 18,54 | 0,25 | 0,8 | 3,708 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 3,708 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 3,708 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------|-----------------------|----------|-------------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | JI | 2,55 | 2,9 | 7,395 | 0,7 | -0,166 | -0,8628 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | -0,8628 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 306,6 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | |
| | | | | | | m^3/h | | |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | |
| 50,43 | 0,68 | | 34,2924 | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | | e_i | | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | |
| 50,43 | 3 | | 0,03 | | 1 | 9,0774 | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | | $c_{p,zr}$, J/kgK | | $H_{V,i}$, W/K | | | |
| 0,0095 | 1,2 | | 1010 | | 11,514 | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 276,336 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | |
| | | | | | | W | | |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | |
| 20,85 | 6 | | 125,1 W | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 708,036 W |

| Prizemlje/Stan 2 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|-------------------------------|---|------------------------------|
| Prostorija: kupaonica | | | | | $\vartheta_{int,i} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | | $\vartheta_e = -4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SI | 1,9 | 2,9 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1775 |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,72 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 1,8975 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 1,8975 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 4,5 | 1 | 4,5 | 0,25 | 0,8 | 0,9 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0,9 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0,9 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | SZ | 2,55 | 2,9 | 7,395 | 0,7 | 0,1428 | 0,7395 |
| UZT | unut. zid tanki | JZ | 1,85 | 2,9 | 3,895 | 1 | 0,1428 | 0,55643 |
| UZT | unut. zid tanki | JI | 2,55 | 2,9 | 7,395 | 1 | 0,1428 | 1,05643 |
| UV | unutarnja vrata | JZ | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | 0,1428 | 0,252 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | 2,60436 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 151,252 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m^3/h | | |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | |
| 12,24 | 0,5 | 6,12 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | |
| 12,24 | 3 | 0,03 | 1 | 2,2034 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,0017 | 1,2 | 1010 | 2,0604 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 57,6912 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 5,28 | 6 | 31,68 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 240,623 W |

| Prizemlje/Stan 2 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 1 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,625 | 2,9 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1775 |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,8 | 2,9 | 7,16 | 0,25 | 1 | 1,79 |
| VZ | vanjski zid | JI | 1,625 | 2,9 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1775 |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 5,009 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 5,009 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 8,44 | 1 | 8,44 | 0,25 | 0,8 | 1,688 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 1,688 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 1,688 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------|---------------------------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZT | unut. zid tanki | SZ | 2,55 | 2,9 | 7,395 | 1 | -0,166 | -1,2325 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -1,2325 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 131,148 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 22,95 | 0,5 | 11,475 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | |
| 22,95 | 3 | 0,03 | 1 | | 4,131 | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00318 | 1,2 | 1010 | 3,85416 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 92,4998 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 9,61 | 6 | 57,66 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 281,308 W |

| Prizemlje/Stan 2 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 2 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JI | 4,575 | 2,9 | 12,3 | 0,25 | 1 | 3,075 |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,525 | 2,9 | 5,56 | 0,25 | 1 | 1,39 |
| PR | prozor | JI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| MBV | mala balk. vrata | SI | 0,8 | 2,2 | 1,76 | 0,9 | 1 | 1,584 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 6,913 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 6,913 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | JZ | 2,375 | 2,9 | 6,887 | 0,35 | 0,4 | 0,96418 |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 9,36 | 1 | 9,36 | 0,25 | 0,8 | 1,872 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 2,83618 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 2,83618 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|--|------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | 0 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | |
| | | | | | | | | | 233,98 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | | |
| 25,46 | 0,5 | 12,73 | | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | | |
| 25,46 | 3 | 0,03 | 1 | 4,5828 | | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | | |
| 0,00353 | 1,2 | 1010 | 4,27836 | | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | |
| | | | | | | | | | 102,681 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | | |
| 10,74 | 6 | 64,44 W | | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ W | |
| | | | | | | | | | 401,101 W |

| Kat 1/Stan 3 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Prostorija: ulazni prostor | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | JI | 1,5 | 2,85 | 4,275 | 0,35 | 0,4 | 0,5985 |
| ZS | zid prema stub. | SI | 2,75 | 2,85 | 5,737 | 0,35 | 0,4 | 0,80318 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| VV | vanjska vrata | SI | 1 | 2,1 | 2,1 | 1 | 0,4 | 0,84 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ | | W/K | 2,24168 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | W/K | 0 |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZT | unut. tanki zid | JZ | 1,85 | 2,85 | 3,8 | 1 | -0,166 | -0,6333 |
| UV | unutarnja vrata | JZ | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | -0,166 | -0,294 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | -0,9273 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | | |
| | | | | | | 31,5443 W | | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 15,77 | 0,5 | 7,885 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 15,77 | 3 | 0,03 | 1 | 2,8386 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00219 | 1,2 | 1010 | 2,65428 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | | |
| | | | | | | 63,7027 W | | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 7,15 | 6 | 42,9 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ W | | |
| | | | | | | 138,147 W | | |

| Kat 1/Stan 3 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: dnevni boravak i kuhinja | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2 | 2,85 | 4,74 | 0,25 | 1 | 1,185 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,025 | 2,85 | 2,92 | 0,25 | 1 | 0,73 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,675 | 2,85 | 7,62 | 0,25 | 1 | 1,905 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 4,5 | 2,85 | 9,88 | 0,25 | 1 | 2,47 |
| VBV | velika balk. vr. | SZ | 1,4 | 2,1 | 2,94 | 0,9 | 1 | 2,646 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 9,8 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 9,8 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | JI | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 0,7 | -0,166 | -0,8478 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,8478 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 214,852 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 49,5 | 0,68 | 33,66 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 49,5 | 3 | 0,03 | 1 | 8,91 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00935 | 1,2 | 1010 | 11,3322 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 271,973 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 20,85 | 6 | 125,1 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 611,925 W |

| Kat 1/Stan 3 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|------------------------|---|---------------------------|
| Prostorija: kupaonica | | | | | $\vartheta_{int,i} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ | | $\vartheta_e = -4 \text{ }^\circ\text{C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W/m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JZ | 1,9 | 2,85 | 4,62 | 0,25 | 1 | 1,155 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,72 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 1,875 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 1,875 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W/m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | SZ | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 0,7 | 0,1428 | 0,7267 |
| UZT | unut. zid tanki | SI | 1,85 | 2,85 | 3,8 | 1 | 0,1428 | 0,54286 |
| UZT | unut. zid tanki | JI | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 1 | 0,1428 | 1,03814 |
| UV | unutarnja vrata | SI | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | 0,1428 | 0,252 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | 2,5597 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 124,172 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 12 | 0,5 | 6 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 12 | 3 | 0,03 | 1 | 2,16 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00167 | 1,2 | 1010 | 2,02404 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 56,6731 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 5,28 | 6 | 31,68 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 212,525 W |

| Kat 1/Stan 3 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 1 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,625 | 2,85 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1575 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,8 | 2,85 | 7,16 | 0,25 | 1 | 1,755 |
| VZ | vanjski zid | JI | 1,625 | 2,85 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1575 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 4,934 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 4,934 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------|---------------------------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZT | unut. zid tanki | SZ | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 1 | -0,166 | -1,2112 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -1,2112 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 89,348 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 22,53 | 0,5 | 11,265 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | |
| 22,53 | 3 | 0,03 | 1 | | 4,0554 | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00312 | 1,2 | 1010 | 3,78144 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 90,7546 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 9,61 | 6 | 57,66 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 237,763 W |

| Kat 1/Stan 3 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 2 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JI | 4,575 | 2,85 | 12,08 | 0,25 | 1 | 3,02 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,525 | 2,85 | 5,43 | 0,25 | 1 | 1,3575 |
| PR | prozor | JI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| MBV | mala balk. vrata | JZ | 0,8 | 2,2 | 1,76 | 0,9 | 1 | 1,584 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 6,8255 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 6,8255 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | SI | 2,375 | 2,85 | 6,768 | 0,35 | 0,4 | 0,94752 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0,94752 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0,94752 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | 0 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 186,552 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 24,99 | 0,5 | 12,495 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 24,99 | 3 | 0,03 | 1 | 4,4982 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00347 | 1,2 | 1010 | 4,20564 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 100,935 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 10,74 | 6 | 64,44 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 351,928 W |

| Kat 1/Stan 4 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|----------|------------------------------|------------------------------|
| Prostorija: ulazni prostor | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | Jl | 1,5 | 2,85 | 4,275 | 0,35 | 0,4 | 0,5985 |
| ZS | zid prema stub. | JZ | 2,75 | 2,85 | 5,737 | 0,35 | 0,4 | 0,80318 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| VV | vanjska vrata | JZ | 1 | 2,1 | 2,1 | 1 | 0,4 | 0,84 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ | | W/K | 2,24168 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | W/K | 0 |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|----------|-----------------------|--|----------|------------------------------|---------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| UZT | unut. tanki zid | SI | 1,85 | 2,85 | 3,8 | 1 | -0,166 | -0,6333 | |
| UV | unutarnja vrata | SI | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | -0,166 | -0,294 | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,9273 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 31,5443 W | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | | m^3/h |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | | |
| 15,77 | 0,5 | 7,885 | | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | |
| 15,77 | 3 | 0,03 | 1 | | 2,8386 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | | |
| 0,00219 | 1,2 | 1010 | 2,65428 | | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 63,7027 W | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | | W |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | | |
| 7,15 | 6 | 42,9 W | | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W | |
| | | | | | | | | 138,147 W | |

| Kat 1/Stan 4 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: dnevni boravak i kuhinja | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SI | 2 | 2,85 | 4,74 | 0,25 | 1 | 1,185 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,025 | 2,85 | 2,92 | 0,25 | 1 | 0,73 |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,675 | 2,85 | 7,62 | 0,25 | 1 | 1,905 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 4,5 | 2,85 | 9,88 | 0,25 | 1 | 2,47 |
| VBV | velika balk. vr. | SZ | 1,4 | 2,1 | 2,94 | 0,9 | 1 | 2,646 |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 9,8 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 9,8 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | JI | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 0,7 | -0,166 | -0,8478 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,8478 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 214,852 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 49,5 | 0,68 | 33,66 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 49,5 | 3 | 0,03 | 1 | 8,91 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00935 | 1,2 | 1010 | 11,3322 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 271,973 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 20,85 | 6 | 125,1 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 611,925 W |

| Kat 1/Stan 4 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|------------------------|---|------------------------------|
| Prostorija: kupaonica | | | | | $\vartheta_{int,i} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ | | $\vartheta_e = -4 \text{ }^\circ\text{C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W/m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SI | 1,9 | 2,85 | 4,62 | 0,25 | 1 | 1,155 |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,72 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | | 1,875 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | | 0 |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | | 1,875 |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W/m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | | 0 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | | 0 |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | | 0 |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | SZ | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 0,7 | 0,1428 | 0,7267 |
| UZT | unut. zid tanki | JZ | 1,85 | 2,85 | 3,8 | 1 | 0,1428 | 0,54286 |
| UZT | unut. zid tanki | JI | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 1 | 0,1428 | 1,03814 |
| UV | unutarnja vrata | JZ | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | 0,1428 | 0,252 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | 2,5597 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 124,172 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | m ³ /h |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 12 | 0,5 | 6 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 12 | 3 | 0,03 | 1 | 2,16 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00167 | 1,2 | 1010 | 2,02404 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 56,6731 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | W |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 5,28 | 6 | 31,68 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 212,525 W |

| Kat 1/Stan 4 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 1 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,625 | 2,85 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1575 |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,8 | 2,85 | 7,16 | 0,25 | 1 | 1,755 |
| VZ | vanjski zid | JI | 1,625 | 2,85 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1575 |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 4,934 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 4,934 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| UZT | unut. zid tanki | SZ | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 1 | -0,166 | -1,2112 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -1,2112 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 89,348 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m^3/h | | |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | |
| 22,53 | 0,5 | 11,265 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | |
| 22,53 | 3 | 0,03 | 1 | 4,0554 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00312 | 1,2 | 1010 | 3,78144 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 90,7546 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 9,61 | 6 | 57,66 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 237,763 W |

| Kat 1/Stan 4 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|--------------------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 2 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JI | 4,575 | 2,85 | 12,08 | 0,25 | 1 | 3,02 |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,525 | 2,85 | 5,43 | 0,25 | 1 | 1,3575 |
| PR | prozor | JI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| MBV | mala balk. vrata | SI | 0,8 | 2,2 | 1,76 | 0,9 | 1 | 1,584 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 6,8255 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 6,8255 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | JZ | 2,375 | 2,85 | 6,768 | 0,35 | 0,4 | 0,94752 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0,94752 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0,94752 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------|---------------------------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | 0 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 186,552 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 24,99 | 0,5 | 12,495 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | |
| 24,99 | 3 | 0,03 | 1 | | 4,4982 | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00347 | 1,2 | 1010 | 4,20564 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 100,935 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 10,74 | 6 | 64,44 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 351,928 W |

| Kat 2/Stan 5 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|----------|------------------------------|------------------------------|
| Prostorija: ulazni prostor | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | JI | 1,5 | 2,85 | 4,275 | 0,35 | 0,4 | 0,5985 |
| ZS | zid prema stub. | SI | 2,75 | 2,85 | 5,737 | 0,35 | 0,4 | 0,80318 |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 5,91 | 1 | 5,91 | 0,25 | 0,7 | 1,03425 |
| VV | vanjska vrata | SI | 1 | 2,1 | 2,1 | 1 | 0,4 | 0,84 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ | | W/K | 3,27593 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | W/K | 0 |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|---------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| UZT | unut. tanki zid | JZ | 1,85 | 2,85 | 3,8 | 1 | -0,166 | -0,6333 | |
| UV | unutarnja vrata | JZ | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | -0,166 | -0,294 | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,9273 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 56,3663 W | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | | m^3/h |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | | |
| 15,77 | 0,5 | 7,885 | | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | | |
| 15,77 | 3 | 0,03 | 1 | 2,8386 | | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | | |
| 0,00219 | 1,2 | 1010 | 2,65428 | | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 63,7027 W | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | | W |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | | |
| 7,15 | 6 | 42,9 W | | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W | |
| | | | | | | | | 162,969 W | |

| Kat 2/Stan 5 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: dnevni boravak i kuhinja | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2 | 2,85 | 4,74 | 0,25 | 1 | 1,185 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,025 | 2,85 | 2,92 | 0,25 | 1 | 0,73 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,675 | 2,85 | 7,62 | 0,25 | 1 | 1,905 |
| VZ | vanjski zid | SZ | 4,5 | 2,85 | 9,88 | 0,25 | 1 | 2,47 |
| VBV | velika balk. vr. | SZ | 1,4 | 2,1 | 2,94 | 0,9 | 1 | 2,646 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 9,8 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 9,8 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 18,54 | 1 | 18,54 | 0,25 | 0,7 | 3,2445 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 3,2445 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 3,2445 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------|---------------------------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | JI | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 0,7 | -0,166 | -0,8478 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | -0,8478 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad W$ | | |
| | | | | | | 292,72 W | | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min} \quad m^3/h$ | | |
| $V_{int} \quad , \quad m^3$ | $n_{min} \quad , \quad h^{-1}$ | $V_{min,i} \quad , \quad m^3/h$ | | | | | | |
| 49,5 | 0,68 | 33,66 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| $V_{int} \quad , \quad m^3$ | $n_{50} \quad , \quad h^{-1}$ | e_i | ε_i | | $V_{inf,i} \quad , \quad m^3/h$ | | | |
| 49,5 | 3 | 0,03 | 1 | | 8,91 | | | |
| $V_i = \max (V_{inf,i} , V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| $V_i \quad , \quad m^3/s$ | $\rho_{zr} \quad , \quad kg/m^3$ | $c_{p,zr} \quad , \quad J/kgK$ | $H_{V,i} \quad , \quad W/K$ | | | | | |
| 0,00935 | 1,2 | 1010 | 11,3322 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad W$ | | |
| | | | | | | 271,973 W | | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad W$ | | |
| $A_i \quad , \quad m^2$ | $f_{RH} \quad , \quad W/m^2$ | $\Phi_{RH,i} \quad , \quad W$ | | | | | | |
| 20,85 | 6 | 125,1 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad W$ | | |
| | | | | | | 689,793 W | | |

| Kat 2/Stan 5 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|------------------------|---|------------------------------|
| Prostorija: kupaonica | | | | | $\vartheta_{int,i} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | | $\vartheta_e = -4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W/m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JZ | 1,9 | 2,85 | 4,62 | 0,25 | 1 | 1,155 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,72 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 1,875 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 1,875 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W/m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 4,5 | 1 | 4,5 | 0,25 | 0,7 | 0,78875 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0,7875 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0,7875 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | SZ | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 0,7 | 0,1428 | 0,7267 |
| UZT | unut. zid tanki | SI | 1,85 | 2,85 | 3,8 | 1 | 0,1428 | 0,54286 |
| UZT | unut. zid tanki | JI | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 1 | 0,1428 | 1,03814 |
| UV | unutarnja vrata | SI | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | 0,1428 | 0,252 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | 2,5597 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 146,222 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | m ³ /h |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 12 | 0,5 | 6 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 12 | 3 | 0,03 | 1 | 2,16 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00167 | 1,2 | 1010 | 2,02404 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 56,6731 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | W |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 5,28 | 6 | 31,68 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 234,575 W |

| Kat 2/Stan 5 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 1 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,625 | 2,85 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1575 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,8 | 2,85 | 7,16 | 0,25 | 1 | 1,755 |
| VZ | vanjski zid | JI | 1,625 | 2,85 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1575 |
| PR | prozor | JZ | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 4,934 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 4,934 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 8,44 | 1 | 8,44 | 0,25 | 0,7 | 1,477 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 1,477 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 1,477 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| UZT | unut. zid tanki | SZ | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 1 | -0,166 | -1,2112 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -1,2112 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 124,796 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | |
| 22,53 | 0,5 | 11,265 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | |
| 22,53 | 3 | 0,03 | 1 | 4,0554 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00312 | 1,2 | 1010 | 3,78144 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 90,7546 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 9,61 | 6 | 57,66 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 273,211 W |

| Kat 2/Stan 5 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|--------------------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 2 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JI | 4,575 | 2,85 | 12,08 | 0,25 | 1 | 3,02 |
| VZ | vanjski zid | JZ | 2,525 | 2,85 | 5,43 | 0,25 | 1 | 1,3575 |
| PR | prozor | JI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| MBV | mala balk. vrata | JZ | 0,8 | 2,2 | 1,76 | 0,9 | 1 | 1,584 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 6,8255 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 6,8255 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | JZ | 2,375 | 2,85 | 6,768 | 0,35 | 0,4 | 0,94752 |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 9,36 | 1 | 9,36 | 0,25 | 0,7 | 1,638 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 2,58552 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 2,58552 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------|---------------------------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | 0 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | | |
| | | | | | | 225,864 W | | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 24,99 | 0,5 | 12,495 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | |
| 24,99 | 3 | 0,03 | 1 | | 4,4982 | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00347 | 1,2 | 1010 | 4,20564 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | | |
| | | | | | | 100,935 W | | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 10,74 | 6 | 64,44 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ W | | |
| | | | | | | 391,24 W | | |

| Kat 2/Stan 6 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Prostorija: ulazni prostor | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | W/K | - |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | | - |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | J1 | 1,5 | 2,85 | 4,275 | 0,35 | 0,4 | 0,5985 |
| ZS | zid prema stub. | JZ | 2,75 | 2,85 | 5,737 | 0,35 | 0,4 | 0,80318 |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 5,91 | 1 | 5,91 | 0,25 | 0,7 | 1,03425 |
| VV | vanjska vrata | JZ | 1 | 2,1 | 2,1 | 1 | 0,4 | 0,84 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ | | W/K | 3,27593 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | W/K | 0 |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | | 3,27593 |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|---------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| UZT | unut. tanki zid | SI | 1,85 | 2,85 | 3,8 | 1 | -0,166 | -0,6333 | |
| UV | unutarnja vrata | SI | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | -0,166 | -0,294 | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,9273 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 56,3663 W | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | | m^3/h |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | | |
| 15,77 | 0,5 | 7,885 | | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | | |
| 15,77 | 3 | 0,03 | 1 | 2,8386 | | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | | |
| 0,00219 | 1,2 | 1010 | 2,65428 | | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 63,7027 W | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | | W |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | | |
| 7,15 | 6 | 42,9 W | | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W | |
| | | | | | | | | 162,969 W | |

| Kat 2/Stan 6 | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|--------|
| Prostorija: dnevni boravak i kuhinja | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| VZ | vanjski zid | SI | 2 | 2,85 | 4,74 | 0,25 | 1 | 1,185 | |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,025 | 2,85 | 2,92 | 0,25 | 1 | 0,73 | |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,675 | 2,85 | 7,62 | 0,25 | 1 | 1,905 | |
| VZ | vanjski zid | SZ | 4,5 | 2,85 | 9,88 | 0,25 | 1 | 2,47 | |
| VBV | velika balk. vr. | SZ | 1,4 | 2,1 | 2,94 | 0,9 | 1 | 2,646 | |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 | |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ | | W/K | | 9,8 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | W/K | | 0 |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | | | 9,8 |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 18,54 | 1 | 18,54 | 0,25 | 0,7 | 3,2445 | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ | | W/K | | 3,2445 |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| - | - | | - | - | - | - | - | | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | W/K | | 0 |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | | | 3,2445 |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | JI | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 0,7 | -0,166 | -0,8478 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -0,8478 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 292,72 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 49,5 | 0,68 | 33,66 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zatore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 49,5 | 3 | 0,03 | 1 | 8,91 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00935 | 1,2 | 1010 | 11,3322 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 271,973 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 20,85 | 6 | 125,1 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 689,793 W |

| Kat 2/Stan 6 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|--------|----------|--|-------------------------------|---|------------------------------|
| Prostorija: kupaonica | | | | | $\vartheta_{int,i} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | | $\vartheta_e = -4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SI | 1,9 | 2,85 | 4,62 | 0,25 | 1 | 1,155 |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,72 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 1,875 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 1,875 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 4,5 | 1 | 4,5 | 0,25 | 0,7 | 0,78875 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 0,7875 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ |
| - | - | | | - | m | W/mK | - | W/K |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| - | - | | | - | - | - | - | - |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 0,7875 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|-------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| UZD | unut. zid debeli | SZ | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 0,7 | 0,1428 | 0,7267 |
| UZT | unut. zid tanki | JZ | 1,85 | 2,85 | 3,8 | 1 | 0,1428 | 0,54286 |
| UZT | unut. zid tanki | JI | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 1 | 0,1428 | 1,03814 |
| UV | unutarnja vrata | JZ | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 1,2 | 0,1428 | 0,252 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | 2,5597 |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 146,222 W |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 12 | 0,5 | 6 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 12 | 3 | 0,03 | 1 | 2,16 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00167 | 1,2 | 1010 | 2,02404 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W |
| | | | | | | | | 56,6731 W |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 5,28 | 6 | 31,68 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W |
| | | | | | | | | 234,575 W |

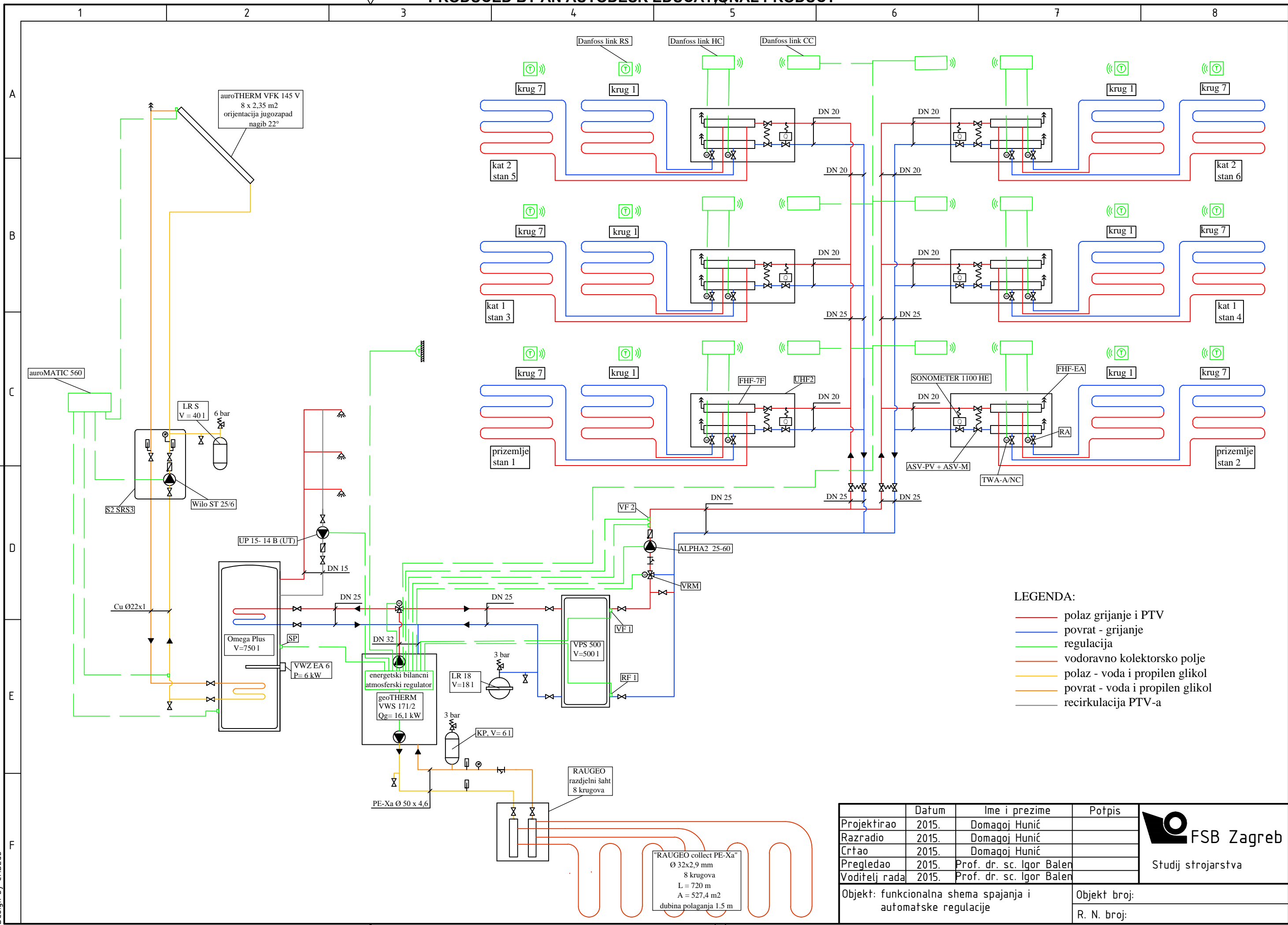
| Kat 2/Stan 6 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 1 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | SZ | 1,625 | 2,85 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1575 |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,8 | 2,85 | 7,16 | 0,25 | 1 | 1,755 |
| VZ | vanjski zid | JI | 1,625 | 2,85 | 4,71 | 0,25 | 1 | 1,1575 |
| PR | prozor | SI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 4,934 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 4,934 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građ. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 8,44 | 1 | 8,44 | 0,25 | 0,7 | 1,477 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 1,477 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 1,477 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|--|----------|------------------------------|---------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K | |
| UZT | unut. zid tanki | SZ | 2,55 | 2,85 | 7,267 | 1 | -0,166 | -1,2112 | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | | -1,2112 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 124,796 W | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ | | | m^3/h |
| V_{int} , m^3 | n_{min} , h^{-1} | $V_{min,i}$, m^3/h | | | | | | | |
| 22,53 | 0,5 | 11,265 | | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazor | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | | |
| V_{int} , m^3 | n_{50} , h^{-1} | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m^3/h | | | | | |
| 22,53 | 3 | 0,03 | 1 | 4,0554 | | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | | |
| V_i , m^3/s | ρ_{zr} , kg/m^3 | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | | |
| 0,00312 | 1,2 | 1010 | 3,78144 | | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ | | W | |
| | | | | | | | | 90,7546 W | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ | | | W |
| A_i , m^2 | f_{RH} , W/m^2 | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | | |
| 9,61 | 6 | 57,66 W | | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ | | W | |
| | | | | | | | | 273,211 W | |

| Kat 2/Stan 6 | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|------------|--|----------|------------------------------|---------------------------|
| Prostorija: spavaća soba 2 | | | | | $\vartheta_{int,i} = 20\text{ °C}$ | | $\vartheta_e = -4\text{ °C}$ | |
| Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | e_k | $A_k \cdot U_k \cdot e_k$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| VZ | vanjski zid | JI | 4,575 | 2,85 | 12,08 | 0,25 | 1 | 3,02 |
| VZ | vanjski zid | SI | 2,525 | 2,85 | 5,43 | 0,25 | 1 | 1,3575 |
| PR | prozor | JI | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 0,9 | 1 | 0,864 |
| MBV | mala balk. vrata | SI | 0,8 | 2,2 | 1,76 | 0,9 | 1 | 1,584 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K | | 6,8255 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | e_k | $l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ W/K | | 0 | |
| Ukupni koef. gubitaka prema vanj. okolišu | | | | | $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot e_k$ | | 6,8255 | |
| Transmisijski gubici kroz negrijane prostore prema vanjskom okolišu | | | | | | | | |
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | b_u | $A_k \cdot U_k \cdot b_u$ |
| - | - | - | m | m | m^2 | W/m^2K | - | W/K |
| ZS | zid prema stub. | JZ | 2,375 | 2,85 | 6,768 | 0,35 | 0,4 | 0,94752 |
| MK | međukonstruk. | HOR. | 9,36 | 1 | 9,36 | 0,25 | 0,7 | 1,638 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suma svih elemenata | | | | | $\Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K | | 2,58552 | |
| Oznaka | toplinski most prema vanj. okolišu | | str. sv. | duž. l_k | Ψ_k | b_u | $l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | |
| - | - | | - | m | W/mK | - | W/K | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| - | - | | - | - | - | - | - | |
| Suma toplinskih mostova | | | | | $\Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ W/K | | 0 | |
| Uk. koef. gub. kroz negrij. pro. prema v. ok. | | | | | $H_{T,iue} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma l_k \cdot \Psi_k \cdot b_u$ | | 2,58552 | |

| Transmisijski gubici kroz prostore grijane na različitu temperaturu | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--|----------|------------------------------|
| Oznaka | građe. element | str. sv. | dužina | šir./vi. | A_k | U_k | f_{ij} | $A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ |
| - | - | - | m | m | m ² | W/m ² K | - | W/K |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ukupni koef. gubitaka kroz prostore grijane na različitu tem. | | | | | | $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ | 0 | |
| UKUPNI TRANSMISIJSKI GUBICI TOPLINE | | | | | | $\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | | |
| | | | | | | 225,864 W | | |
| Ventilacijski toplinski gubici | | | | | | | | |
| Bez ventilacijskog sustava | | | | | | | | |
| Minimalni higijenski protok zraka | | | | | | $V_{min,i} = V_{int} \cdot n_{min}$ m ³ /h | | |
| V_{int} , m ³ | n_{min} , h ⁻¹ | $V_{min,i}$, m ³ /h | | | | | | |
| 24,99 | 0,5 | 12,495 | | | | | | |
| Maks. protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore | | | | | | $V_{inf,i} = 2 \cdot V_{int} \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$ | | |
| V_{int} , m ³ | n_{50} , h ⁻¹ | e_i | ε_i | $V_{inf,i}$, m ³ /h | | | | |
| 24,99 | 3 | 0,03 | 1 | 4,4982 | | | | |
| $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$ | | | | | | | | |
| V_i , m ³ /s | ρ_{zr} , kg/m ³ | $c_{p,zr}$, J/kgK | $H_{V,i}$, W/K | | | | | |
| 0,00347 | 1,2 | 1010 | 4,20564 | | | | | |
| UKUPNI VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI | | | | | | $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$ W | | |
| | | | | | | 100,935 W | | |
| TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA | | | | | | $\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W | | |
| A_i , m ² | f_{RH} , W/m ² | $\Phi_{RH,i}$, W | | | | | | |
| 10,74 | 6 | 64,44 W | | | | | | |
| TOPLINSKO OPTEREĆENJE PROSTORIJE | | | | | | $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$ W | | |
| | | | | | | 391,24 W | | |

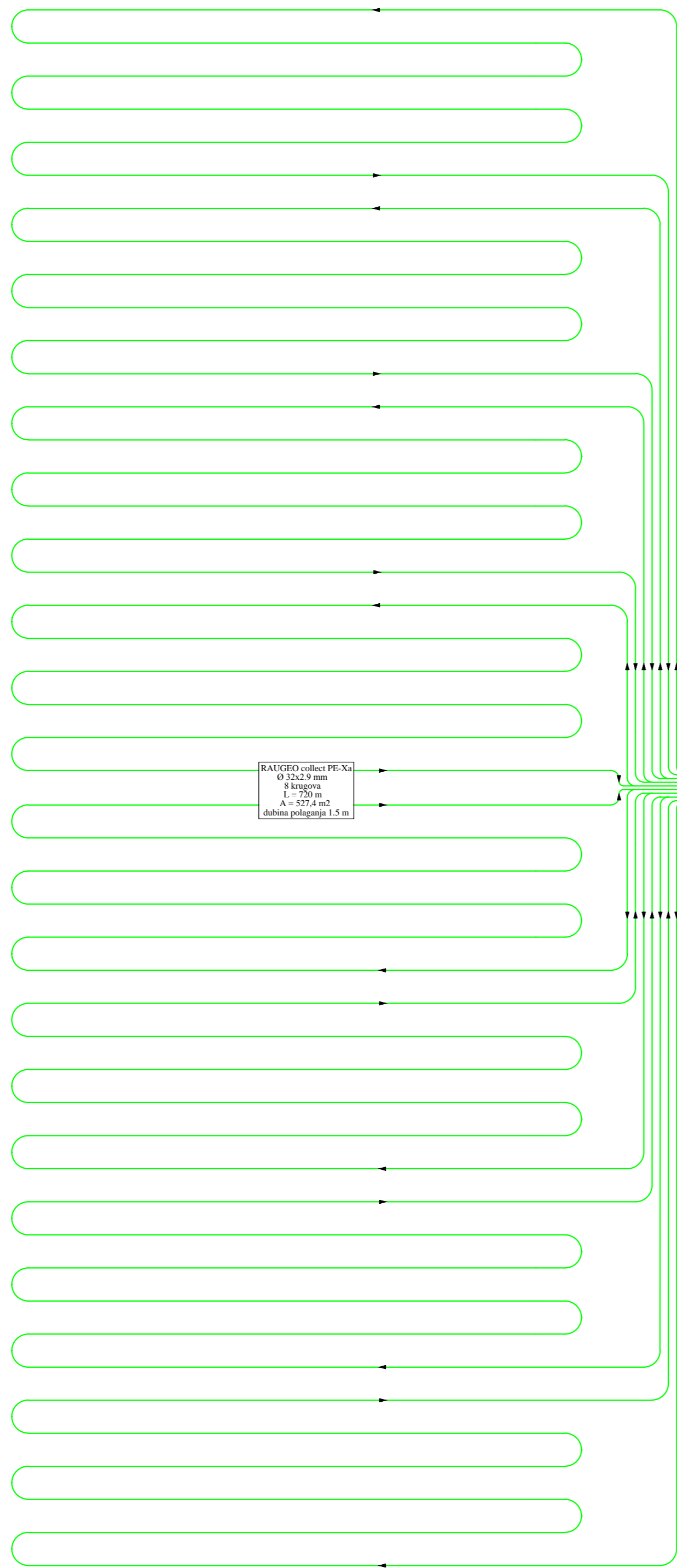
Prilog 2 - Crteži



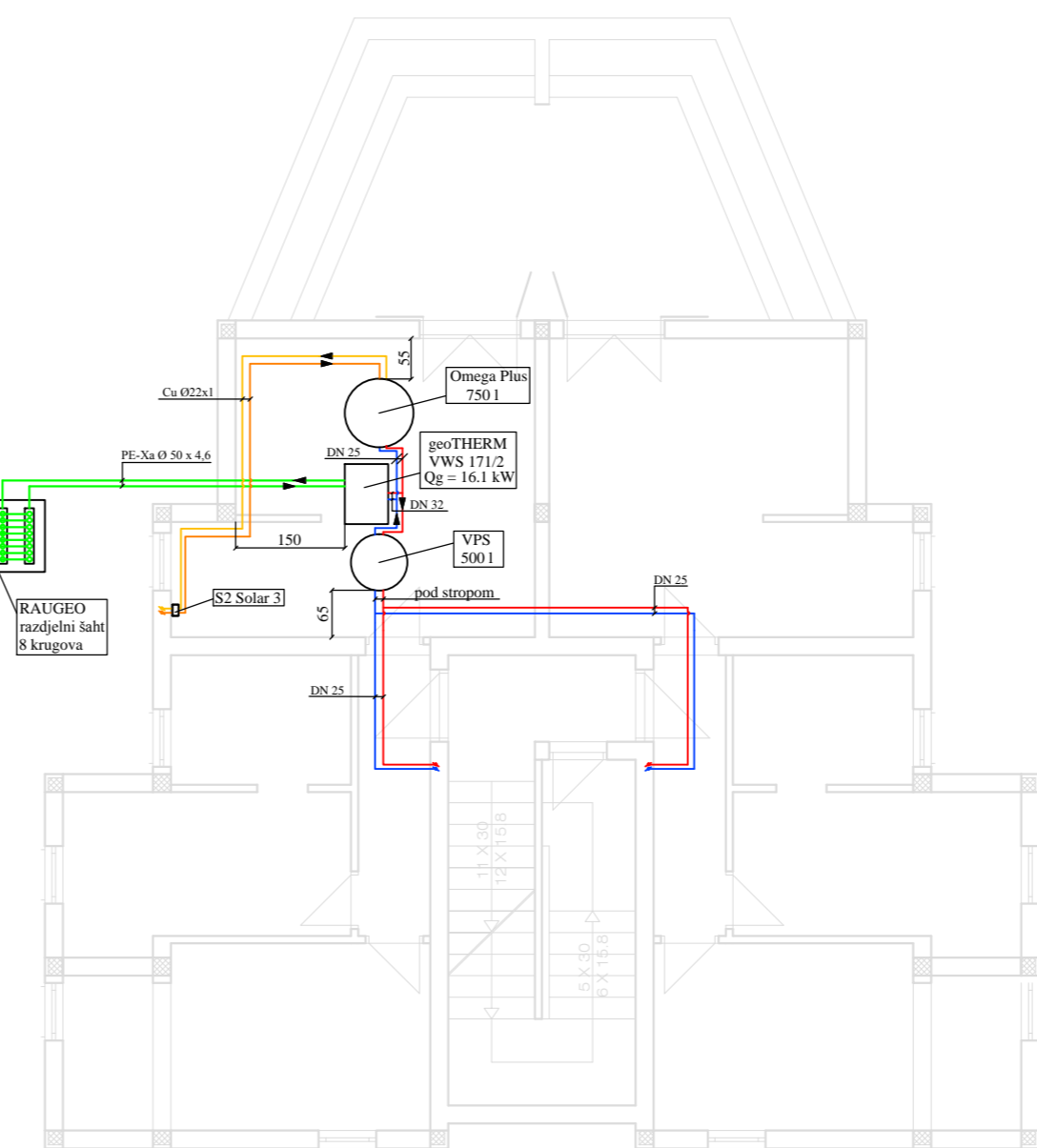
- LEGENDA:**
- polaz grijanje i PTV
 - povrat - grijanje
 - regulacija
 - vodoravno kolektorsko polje
 - polaz - voda i propilen glikol
 - povrat - voda i propilen glikol
 - recirkulacija PTV-a

| | Datum | Ime i prezime | Potpis |
|---|-------|--------------------------|--------------|
| Projektirao | 2015. | Domaqoj Hunić | |
| Razradio | 2015. | Domaqoj Hunić | |
| Crtao | 2015. | Domaqoj Hunić | |
| Pregledao | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | |
| Voditelj rada | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | |
| Objekt: funkcionalna shema spajanja i automatske regulacije | | | Objekt broj: |
| | | | R. N. broj: |



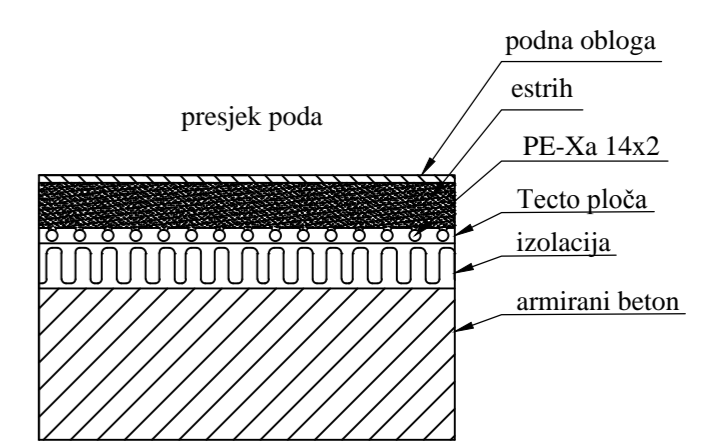
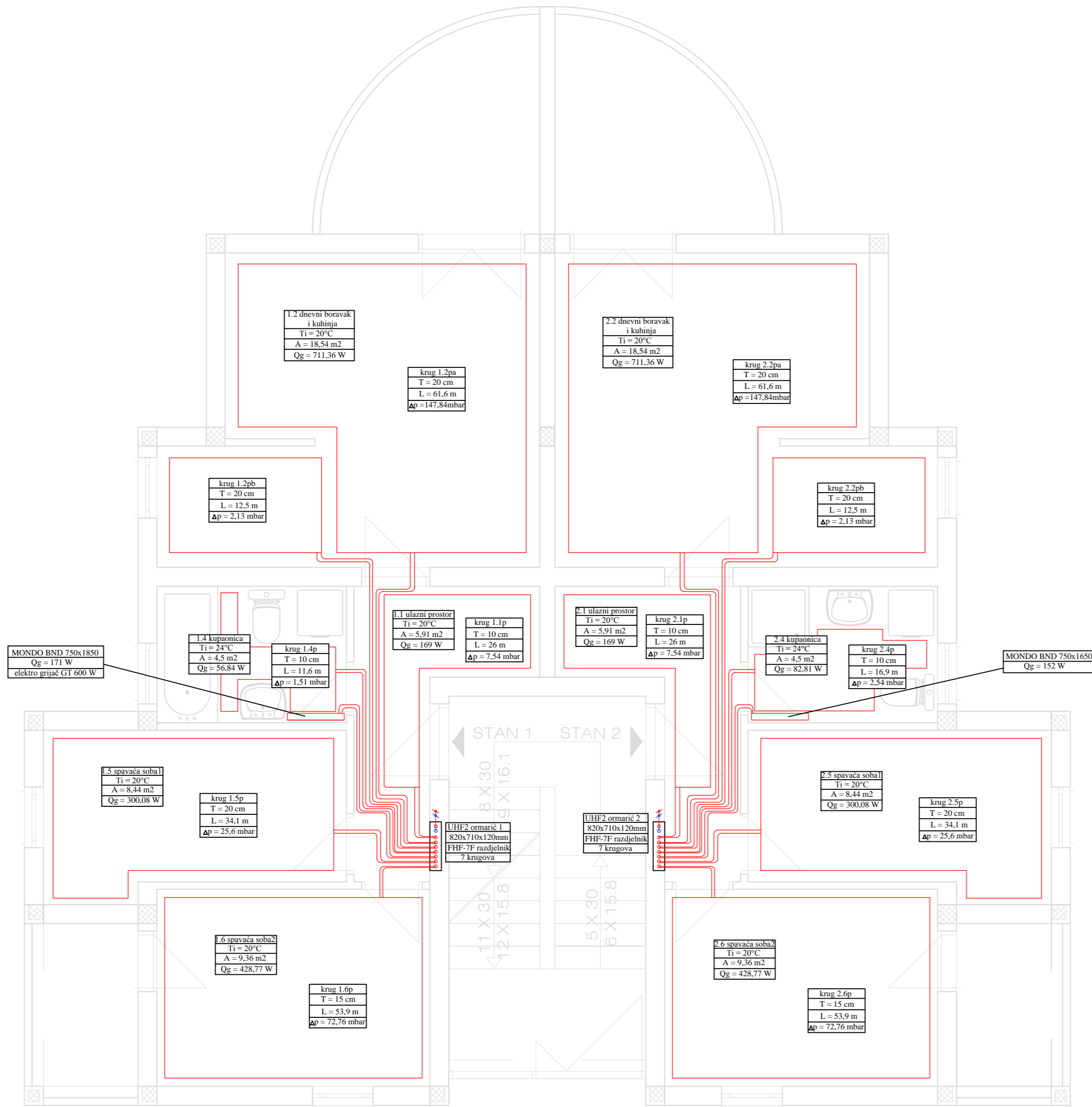


RAUGEO collect PE-Xa
 Ø 32x2.9 mm
 8 krugova
 L = 720 m
 A = 527.4 m²
 dubina polaganja 1.5 m

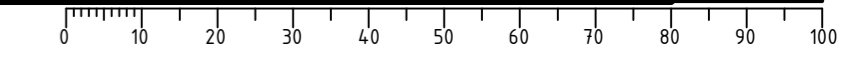


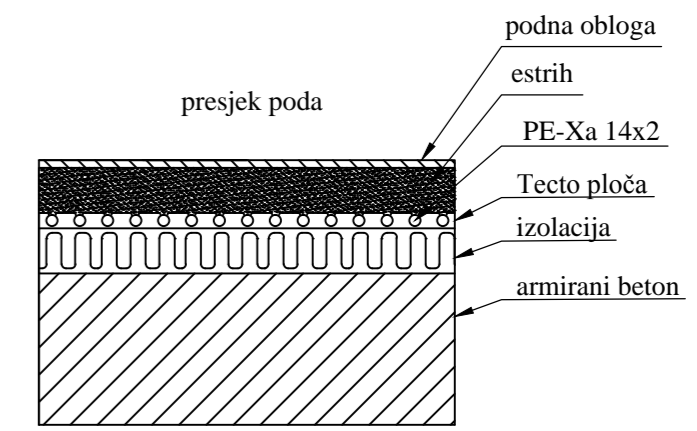
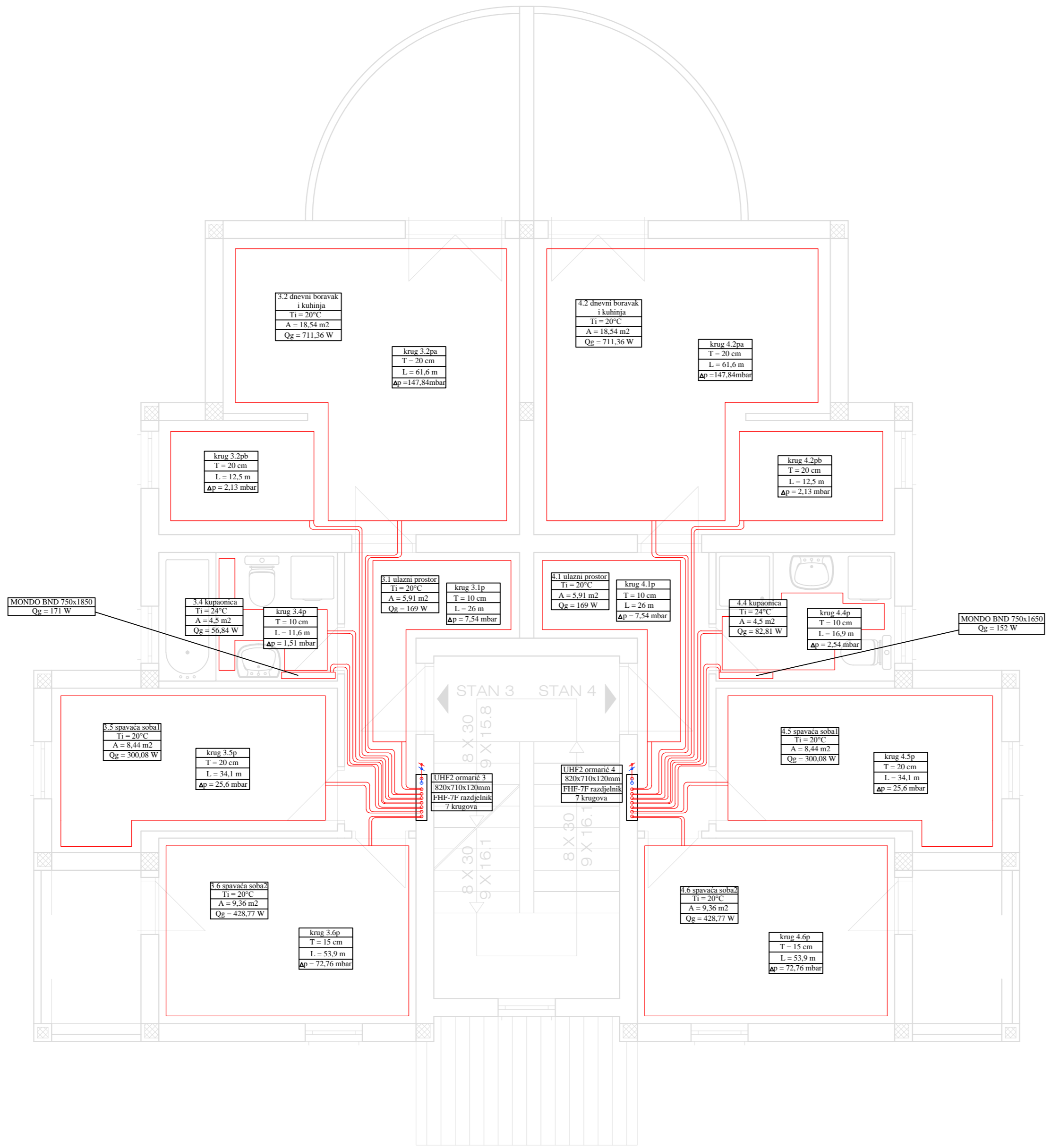
- LEGENDA:
- vodoravno kolektorsko polje
 - grijanje - polazni vod
 - grijanje - povratni vod
 - polaz - voda i propilen glikol
 - povrat - voda i propilen glikol


| | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------|-------------|---|
| Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  Studij strojarstva |
| Razradio | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Crtao | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Pregledao | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | | |
| Voditelj rada | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | | |
| Objekt: projekt grijanja stambene zgrade sustavom s dizalicom topline | | Objekt broj: | | |
| | | R. N. broj: | | |
| Napomena: | | | Kopija | |
| Materijal: | | Masa: | ZAVRŠNI RAD | |
|  | Naziv: | | Pozicija: | Format: A2 |
| Mjerilo originala | tlocrt podruma – dispozicija opreme | | | Listova: 6 |
| 1 : 100 | Crtež broj: | | 2 | List: 2 |

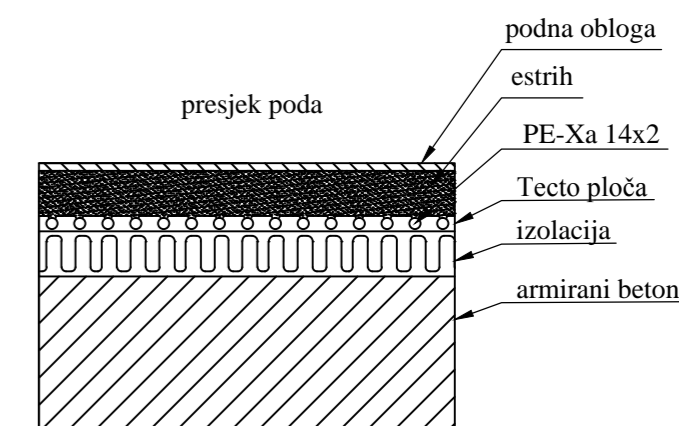
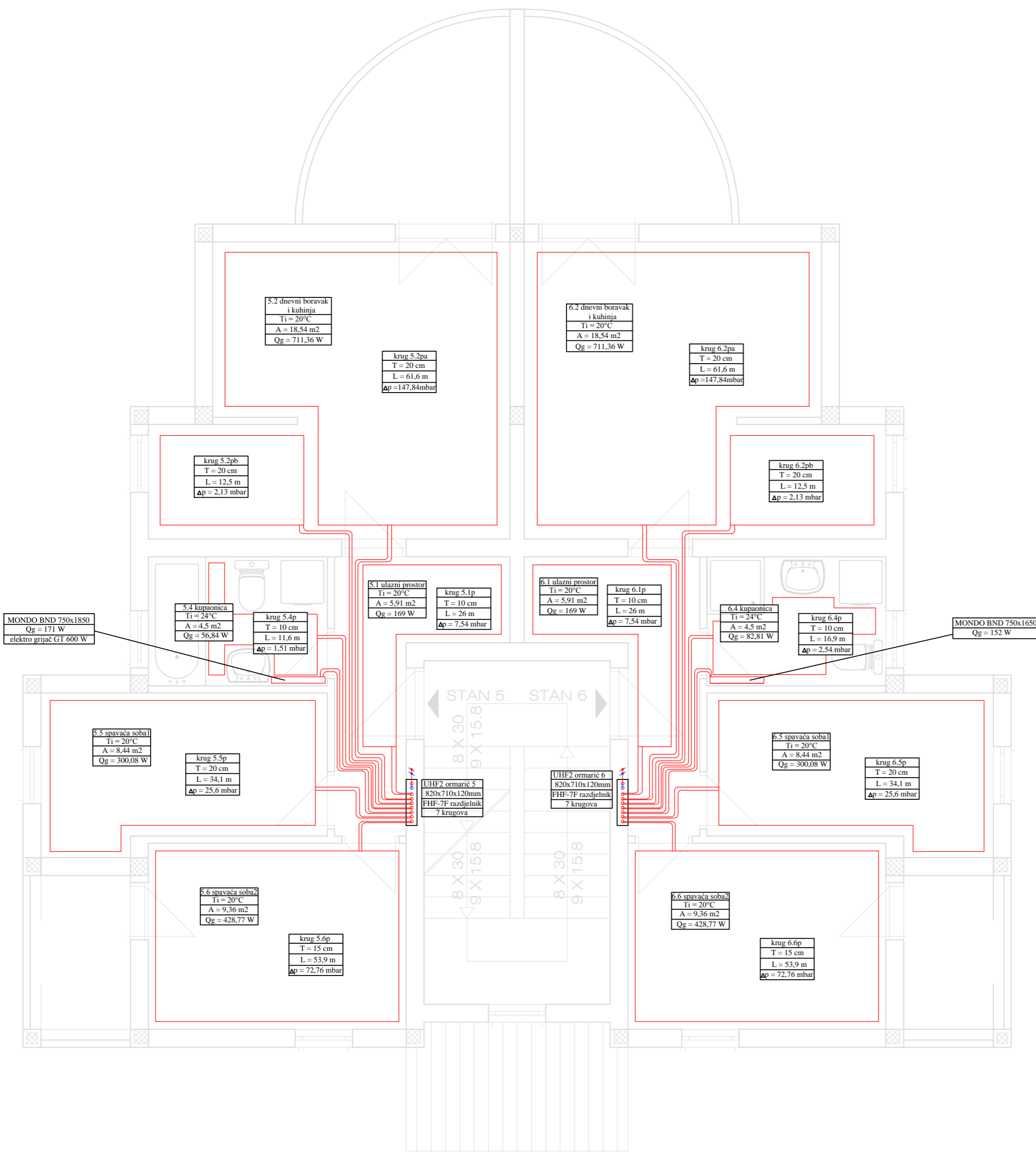


| | | | | |
|---|--|--------------------------|-------------|------------------------|
| Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis | Studij strojarstva |
| Razradio | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Crtao | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Pregledao | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | | |
| Voditelj rada | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | | |
| Objekt: projekt grijanja stambene zgrade sustavom s dizalicom topline | | Objekt broj: | | |
| Napomena: | | R. N. broj: | | |
| Materijal: | | Masa: | ZAVRŠNI RAD | Kopija |
| Mjerilo originala | Naziv: tlocrt prizemlja - dispozicija opreme | | Pozicija: | Format: A2 |
| 1 : 50 | Crtež broj: 3 | | | Listova: 6 |
| | | | | List: 3 |

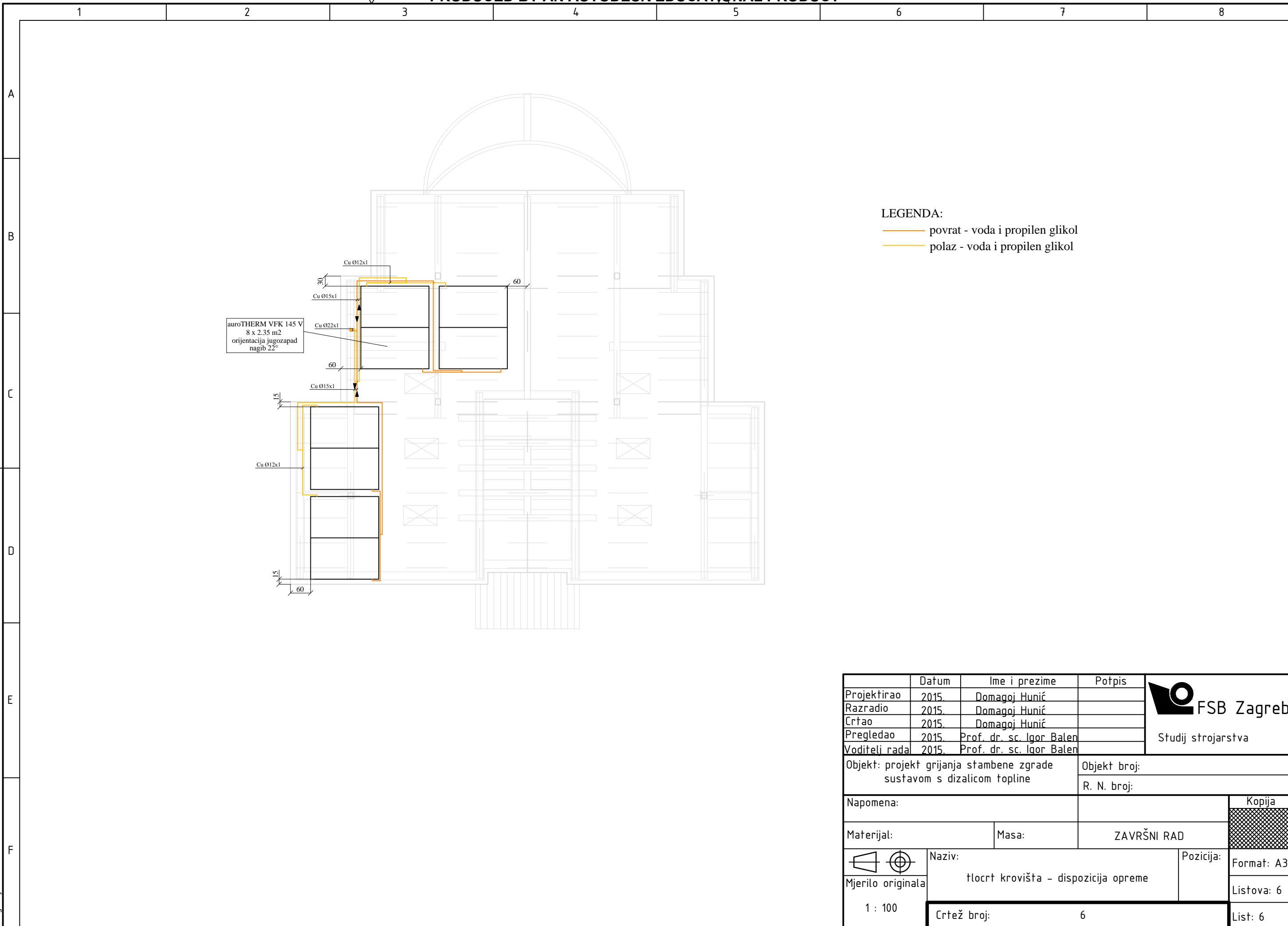




| | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------|------------|---|
| Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  Studij strojarstva |
| Razradio | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Crtao | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Pregledao | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Baler | | |
| Voditelj rada | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Baler | | |
| Objekt: projekt grijanja stambene zgrade sustavom s dizalicom topline | | Objekt broj: | | |
| Napomena: | | R. N. broj: | | Kopija |
| Materijal: | Masa: | ZAVRŠNI RAD | | |
| Mjerilo originala | Naziv: | Pozicija: | Format: A2 | |
| 1 : 50 | tlocrt 1. kata - dispozicija opreme | | Listova: 6 | |
| Crtež broj: | 4 | | List: 4 | |


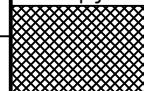




| | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------|------------|---|
| Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  Studij strojarstva |
| Razradio | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Crtao | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Pregledao | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | | |
| Voditelj rada | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | | |
| Objekt: projekt grijanja stambene zgrade sustavom s dizalicom topline | | Objekt broj: | | |
| Napomena: | | R. N. broj: | | Kopija |
| Materijal: | Masa: | ZAVRŠNI RAD | | |
| Mjerilo originala | Naziv: | Pozicija: | Format: A2 | |
| 1 : 50 | tlocrt 2. kata - dispozicija opreme | | Listova: 6 | |
| Crtež broj: | 5 | | List: 5 | |



LEGENDA:

- povrat - voda i propilen glikol
- polaz - voda i propilen glikol

| | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------|--------------|---|
| Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  Studij strojarstva |
| Razradio | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Crtao | 2015. | Domagoj Hunić | | |
| Pregledao | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | | |
| Voditelj rada | 2015. | Prof. dr. sc. Igor Balen | | |
| Objekt: projekt grijanja stambene zgrade sustavom s dizalicom topline | | | Objekt broj: | |
| | | | R. N. broj: | |
| Napomena: | | | | Kopija |
| Materijal: | | Masa: | ZAVRŠNI RAD |  |
|   | Naziv: | | Pozicija: | Format: A3 |
| Mjerilo originala | tlocrt krovišta - dispozicija opreme | | | Listova: 6 |
| 1 : 100 | Crtež broj: 6 | | | List: 6 |