

# Projekt grijanja stambene zgrade sustavom daljinskog grijanja

---

**Đuksi, Matija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:235:938394>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-30**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Matija Đuksi**

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
Prof.dr.sc. Igor Balen

Student:  
Matija Đuksi

Zagreb, 2017.

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

Zahvaljujem se mentoru, prof. dr. sc. Igoru Balenu, na stručnim savjetima i pruženoj pomoći pri izradi ovog rada.

Matija Đuksi



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: **Matija ĐUKSI** Mat. br.: 0035191402

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PROJEKT GRIJANJA STAMBENE ZGRADE SUSTAVOM DALJINSKOG GRIJANJA**  
 Naslov rada na engleskom jeziku: **DESIGN OF DISTRICT HEATING SYSTEM FOR RESIDENTIAL BUILDING**

**Opis zadatka:**

Potrebno je proračunati i projektirati sustav grijanja za potrebe višestambene zgrade s 10 stanova površine 700 m<sup>2</sup> na 7 etaža (Po+Pr+1K+2K+3K+4K+Pk), prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Za potrebe grijanja treba predvidjeti niskotemperaturni sustav s podnim grijanjem temperaturnog režima 35/30 °C i s priključkom na gradsku vrelovodnu mrežu. Predvidjeti sustav prisilne ventilacije s povratom topline iz istrošenog zraka prema ventilacijskom zahtjevu. 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 Zagreba.

**Na raspolaganju su energetske izvori:**

- priključak na gradski vrelovod 130/70 °C
- elektro-priključak 220/380V; 50Hz
- vodovodni priključak tlaka 5 bar

**Rad treba sadržavati:**

- prikaz sustava grijanja za stambene zgrade s osnovnim shemama
- toplinsku bilancu za zimsko razdoblje
- 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:**

30. studenog 2016.


**Rok predaje rada:**

- 1. rok:** 24. veljače 2017.
- 2. rok (izvanredni):** 28. lipnja 2017.
- 3. rok:** 22. rujna 2017.


**Predviđeni datumi obrane:**

- 1. rok:** 27.2. - 03.03. 2017.
- 2. rok (izvanredni):** 30. 06. 2017.
- 3. rok:** 25.9. - 29. 09. 2017.

**Zadatak zadao:**

  
 Prof. dr. sc. Igor Balen

**Predsjednik Povjerenstva:**

  
 Prof. dr. sc. Igor Balen

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 1.1. Sustavi daljinskog grijanja [1].....                              | 1  |
| 1.2. Sustavi površinskog grijanja [1].....                             | 2  |
| 1.3. Solarni sustav [3] .....  | 4  |
| 1.4. Sustavi prisilne ventilacije [4].....                             | 6  |
| 2. SUSTAV GRIJANJA.....  | 8  |
| 2.1. Toplinska bilanca stambene zgrade .....                           | 8  |
| 2.1.1. Proračun toplinskih gubitaka prema EN 12831 .....               | 8  |
| 2.2. Dimenzioniranje ogrjevnih tijela .....                            | 11 |
| 2.2.1. Podno grijanje.....   | 11 |
| 2.2.2. Kupaonski cijevni grijač.....                                   | 15 |
| 2.3. Odabir toplinske podstanice.....                                  | 17 |
| 2.4. Dimenzioniranje cjevovoda i odabir pumpe .....                    | 20 |
| 2.4.1. Dimenzioniranje cjevovoda.....                                  | 20 |
| 2.4.2. Dimenzioniranje i odabir pumpe .....                            | 21 |
| 2.5. Dimenzioniranje i odabir ekspanzijske posude .....                | 24 |
| 2.6. Regulacija sustava grijanja .....                                 | 26 |
| 2.6.1. Regulacija primarnog kruga kompaktne toplinske stanice .....    | 26 |
| 2.6.2. Regulacija sekundarnog kruga grijanja zgrade .....              | 26 |
| 2.6.3. Regulacija dogrijača zraka u ventilacijskoj jedinici .....      | 27 |
| 2.7. Sustav mjerenja potrošnje.....                                    | 27 |
| 2.7.1. Sustav mjerenja na primaru kompaktne toplinske stanice .....    | 27 |
| 2.7.2. Sustav kontrolnog mjerenja .....                                | 28 |
| 3. SUSTAV PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE .....                           | 29 |
| 3.1. Proračun PTV-a za potrebe stambene zgrade i odabir spremnika..... | 29 |
| 3.2. Dimenzioniranje i odabir solarnih kolektora.....                  | 30 |
| 3.3. Dimenzioniranje i odabir pumpne stanice.....                      | 33 |
| 3.4. Dimenzioniranje i odabir ekspanzijske posude .....                | 36 |
| 3.5. Regulacija .....  | 37 |
| 3.5.1. Regulacija solarnog kruga.....                                  | 37 |
| 3.5.2. Regulacija vrelovodnog grijača .....                            | 38 |
| 4. SUSTAV PRISILNE VENTILACIJE .....                                   | 39 |
| 4.1. Ventilacijski zahtjevi.....                                       | 39 |
| 4.2. Odabir komponenata ventilacijskog sustava .....                   | 40 |
| 4.3. Proračun pada tlaka ventilacijskog sustava .....                  | 42 |

|   |    |
|---|----|
| 4.4. Odabir ventilacijske jedinice .....                                      | 46 |
| 5. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA.....   | 48 |
| 5.1. Tehnički opis sustava grijanja.....                                      | 48 |
| 5.2. Tehnički opis sustava pripreme potrošne tople vode .....                 | 48 |
| 5.3. Tehnički opis sustava ventilacije .....                                  | 49 |
| 6. ZAKLJUČAK.....   | 50 |
| <br>  |    |
| LITERATURA .....  | 51 |
| PRILOZI.....  | 52 |
| Prilog 1 - Proračun toplinskih gubitaka prema normi EN 12831 .....            |    |
| Prilog 2 - Dimenzioniranje sustava podnog grijanja .....                      |    |
| Prilog 3 - Funkcionalna shema spajanja sustava .....                          |    |
| Prilog 4 - Tehnički crteži kojima se definira raspored i montaža opreme ..... |    |

## POPIS SLIKA

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Slika 1.1  | Primjer sustava daljinskog grijanja [2] .....  | 2  |
| Slika 1.2  | Primjer spajanja solarnog sustava za pripremu PTV-a sa svim potrebnim komponentama [3] ..... | 5  |
| Slika 1.3  | Primjer centralne ventilacije.....   | 7  |
| Slika 2.1  | Sustav postavljanja na mokro [6] .....   | 12 |
| Slika 2.2  | Prikaz dilatacijskih traka [5] .....   | 13 |
| Slika 2.3  | Dijagram za proračun podnog grijanja [5] .....   | 14 |
| Slika 2.4  | Dijagram pada tlaka u cijevi [5] .....   | 15 |
| Slika 2.5  | Kupaonski cijevni grijač s pripadajućim tehničkim podacima [7] .....                         | 16 |
| Slika 2.6  | Kompaktna toplinska stanica K-50 [8].....  | 17 |
| Slika 2.7  | Shematski prikaz kompaktne toplinske stanice [8].....  | 18 |
| Slika 2.8  | Prikaz kritične dionice.....   | 22 |
| Slika 2.9  | Krivulja karakteristike pumpe i krivulja stupnja korisnosti [9].....                         | 23 |
| Slika 2.10 | Ekspanzijska posuda i njezini tehnički podaci [10].....                                      | 25 |
| Slika 3.1  | Bivalentni akumulacijski spremnik PTV-a DUO 1500 [12].....                                   | 30 |
| Slika 3.2  | Vakuumski solarni kolektor Vaciosol CPC12 [13] .....   | 31 |
| Slika 3.3  | Tehnički podaci za vakuumske cijevne kolektore Vaciosol CPC [13] .....                       | 31 |
| Slika 3.4  | Konstruktivna izvedba kompletne stanice [13] .....   | 33 |
| Slika 3.5  | Kritična dionica solarnog sustava .....  | 34 |
| Slika 3.6  | Tehnički podaci i dimenzije pumpne stanice Logasol KS0110 [13] .....                         | 35 |
| Slika 3.7  | Ekspanzijska posuda Reflex N 200 [10].....   | 37 |
| Slika 4.1  | Ventilacijska rešetka OAB 1-15 [14] .....  | 40 |
| Slika 4.2  | Zračni ventil ZOV [14].....  | 40 |
| Slika 4.3  | Regulator konstantnog volumnog protoka RKP-C [14].....                                       | 41 |
| Slika 4.4  | Dogrijač zraka CWW-315 [14] .....  | 41 |
| Slika 4.5  | Prikaz kritične dionice odsisnog kanala .....  | 42 |
| Slika 4.6  | Prikaz kritične dionice tlačnog kanala .....   | 44 |
| Slika 4.7  | Odabrani ventilacijski uređaj VAM1500 [15].....  | 46 |



**POPIS TABLICA**

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Tablica 2.1  | Odabrani koeficijenti prolaza topline .....                 | 9  |
| Tablica 2.2  | Pregled projektnih toplinskih gubitaka po prostorijama..... | 10 |
| Tablica 2.3  | Pregled projektnih toplinskih gubitaka po stanovima.....    | 11 |
| Tablica 2.4  | Potrebni kapacitet kompaktne toplinske stanice.....         | 19 |
| Tablica 2.5  | Protoci i dimenzije cjevovoda stanova .....                 | 20 |
| Tablica 2.6  | Kumulativni protoci po etažama.....                         | 20 |
| Tablica 2.7  | Pad tlaka cjevovoda kritične dionice.....                   | 21 |
| Tablica 2.8  | Ukupni pad tlaka kruga grijanja.....                        | 22 |
| Tablica 2.9. | Karakteristika cjevovoda i odabrana pumpa .....             | 23 |
| Tablica 2.10 | Volumen vode u sustavu .....                                | 24 |
| Tablica 2.11 | Dimenzioniranje i odabir ekspanzijske posude.....           | 25 |
| Tablica 3.1  | Dimenzioniranje spremnika PTV-a.....                        | 29 |
| Tablica 3.2  | Određivanje broja kolektora .....                           | 31 |
| Tablica 3.3  | Proračun pada tlaka kritične dionice .....                  | 35 |
| Tablica 3.4  | Zapremnina čitavog solarnog sustava .....                   | 36 |
| Tablica 4.1  | Odabrana količina zraka po prostorijama i stanovima .....   | 39 |
| Tablica 4.2  | Proračun pada tlaka u kanalu povratnog zraka .....          | 43 |
| Tablica 4.3  | Proračun pada tlaka u kanalu istrošenog zraka.....          | 43 |
| Tablica 4.4  | Proračun pada tlaka u kanalu dobavnog zraka .....           | 45 |
| Tablica 4.5  | Proračun pada tlaka u kanalu vanjskog zraka .....           | 45 |

## POPIS OZNAKA

| Oznaka    | Jedinica       | Opis  |
|-----------|----------------|---|
| $A$       | $m^2$          | površina poprečnog presjeka                       |
| $A_k$     | $m^2$          | površina kolektora                                |
| $A_R$     | $m^2$          | površina prostorije                               |
| $c_w$     | $kJ/(kgK)$     | specifični toplinski kapacitet vode               |
| $d$       | $mm$           | promjer cijevi                                    |
| $D_a$     | $mm$           | promjer cijevi podnog grijanja                    |
| $DF$      | -              | faktor tlaka                                      |
| $DN$      | $mm$           | nazivni promjer čeličnih cijevi                   |
| $dp$      | $Pa$           | pad tlaka   |
| $dt$      | $K$            | temperaturna razlika                              |
| $d_u$     | $mm$           | unutarnji promjer cijevi                          |
| $F_R$     | -              | koeficijent predavanja topline kolektora          |
| $h$       | $h$            | prosječni mjesečni broj dnevnih sati              |
| $I_T$     | $kWh/(m^2dan)$ | Sunčevo ozračenje                                 |
| $k_L$     | $kWh/(m^2K)$   | koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka kolektora |
| $l$       | $m$            | duljina dionice                                   |
| $n$       | -              | potreban broj kolektora                           |
| $Q$       | $W$            | toplinski kapacitet                               |
| $R$       | $Pa/m$         | linijski otpor                                    |
| $t_{hw}$  | $^{\circ}C$    | temperatura hladne vode                           |
| $T_i$     | $^{\circ}C$    | ulazna temperatura vode                           |
| $t_s$     | $^{\circ}C$    | temperatura spremnika                             |
| $U$       | $W/m^2K$       | koeficijent prolaza topline                       |
| $V$       | $m^3/h$        | volumenski protok                                 |
| $V_a$     | $m^3$          | volumen vode u sustavu                            |
| $V_A$     | $m^3$          | zapremnina čitavog solarnog sustava               |
| $V_{min}$ | $m^3$          | minimalni volumen                                 |

|                   |                   |  |
|-------------------|-------------------|--|
| $w$               | m/s               | brzina strujanja   |
| $Z$               | Pa                | lokalni gubici   |
| $A$               | °                 | kut nagiba kolektora i horizontale                         |
| $\rho$            | kg/m <sup>3</sup> | gustoća  |
| $\Sigma\zeta$     | -                 | koeficijent oblika   |
| $\tau\alpha$      | -                 | produkt transmisije i apsorpcije                           |
| $\Phi_{HL}$       | W                 | ukupni projektni toplinski gubici prostorije               |
| $\Phi_{HL,Netto}$ | W                 | projektni gubici transmisije i ventilacije                 |
| $\Phi_{RH}$       | W                 | kapacitet potreban za zagrijavanje zbog prestanka grijanja |
| $\Phi_{V,inf}$    | W                 | projektni infiltracijski gubici                            |
| $\Phi_{V,su}$     | W                 | ventilacijski gubici uslijed mehaničke ventilacije         |
| $\Phi_T$          | W                 | projektni transmisijski gubici                             |
| $\Phi_{V,min}$    | W                 | projektni ventilacijski gubici                             |
| $\theta_{nt}$     | °C                | temperatura prostorije                                     |

## SAŽETAK

Ovaj rad sadrži projektno rješenje sustava grijanja, ventilacije i pripreme potrošne tople vode stambene zgrade na području Grada Zagreba. Zgrada se sastoji od 7 etaža. U nadzemnim etažama se nalazi 10 stanova, a u podrumu parkirna mjesta i strojarnica.

Sustav grijanja izveden je kao centralni toplovodni sustav s priključkom na gradsku vrelovodnu mrežu 120/70°C. Priključak je izveden preko kompaktne toplinske stanice, kojom se dovodi 33,5 kW. Kao ogrjevna tijela koriste se petlje podnog grijanja niskotemperaturnog režima 35/30°C.

Priprema potrošne tople vode je centralnom akumulacijom u bivalentnom spremniku zapremnine 1500 l smještenom u strojarnici. Potrošna topla voda u spremniku zagrijava se solarnim kolektorima i vrelovodnim grijačem iz toplinske podstanice. Deset vakuumskih cijevnih kolektora s po dvanaest cijevi smješteni su na krovu zgrade, orijentirani su prema jugu pod nagibom od 45°C.

Prisilna ventilacija zgrade, ukupnog volumnog protoka 1250 m<sup>3</sup>/h, je izvedena s centralnom rekuperacijom u podrumu zgrade. Nakon rekuperatora nalazi se dogrijač koji zrak dogrijava na temperaturu ubacivanja. Dobavni zrak dovodi se u dnevne boravke i sobe, a povratni se odvodi iz kupaonica i hodnika.

Sustavi grijanja, ventilacije i pripreme potrošne tople vode u potpunosti su opremljeni sa svom potrebnom armaturom i regulacijskim elementima za potpuno automatski rad.

Uz rad je priložena i tehnička dokumentacija koja se sastoji od nacрта na kojima je definiran smještaj opreme po etažama te je priložena i funkcionalna shema spajanja opreme i automatske regulacije.

# 1. UVOD

## 1.1. Sustavi daljinskog grijanja [1]

Sustavi daljinskog grijanja ili toplinarski sustavi predstavljaju način opskrbe potrošača toplinskom energijom za grijanje pomoću vode kao prijenosnika energije koji se na potrebnu temperaturu zagrijava na jednom mjestu za više zgrada ili za cijelo naselje te preko distributivne mreže prenosi do potrošača.

Sustavi daljinskog grijanja mogu se podijeliti na dva osnovna načina:

- prema energetsom stanju prijenosnika energije
- prema vrsti izvora topline u kojem se proizvodi toplinska energija.

Prema energetsom stanju prijenosnika energije sustavi daljinskog grijanja mogu biti:

- vrelovodni, s temperaturom vode  $<120\text{ }^{\circ}\text{C}$
- vrelovodni, s temperaturom vode  $>120\text{ }^{\circ}\text{C}$
- parovodni.

Prema vrsti izvora topline sustavi daljinskog grijanja mogu biti:

- sa zajedničkom proizvodnjom toplinske i električne energije uobičajeno u termoelekttranama-toplanama u kojima se u spojnom (kogeneracijskom) procesu proizvode električna i toplinska energija (takvi su sustavi najveći i uobičajeno se nalaze u većim gradovima)
- s blokovskim kotlovnica za proizvodnju isključivo toplinske energije koja se uobičajeno smješta u većim i manjim naseljima te proizvode toplinsku energiju za manji broj zgrada uz koje se nalaze ili veće infrastrukturne zgrade (npr. bolnice, škole, učilišta i slično)
- sustav industrijskog grijanja, pri čemu se otpadna toplina nastala korištenjem toplinske energije u proizvodno-tehnološkim procesima distribuira i koristi za grijanje stambenih objekata u blizini tvornice.

Na slici 1.1. prikazan je primjer sustava daljinskog grijanja s tri različita izvora topline.

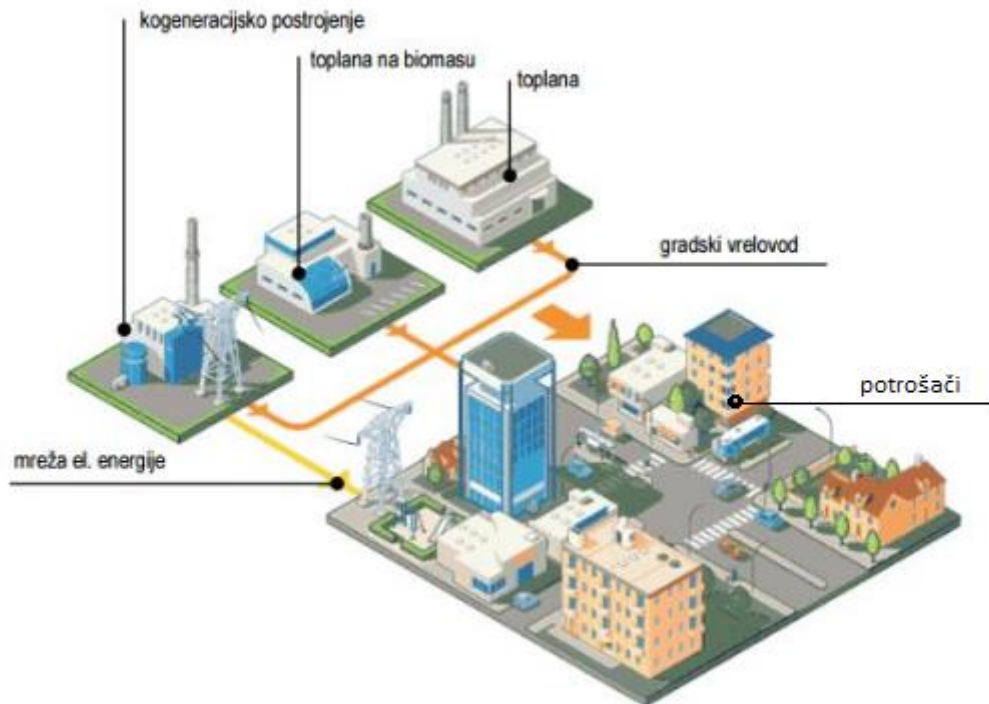
Prednosti sustava daljinskog grijanja su višestruke:

- proizvodnja toplinske energije na jednom mjestu što omogućava visoku tehnološku brigu o samom postrojenju, kvalitetnije održavanje, veliku sigurnost od požara i havarija
- kontrola onečišćenja okoliša štetnim plinovima uz mogućnost kontinuiranih ulaganja u postrojenja u cilju smanjenja emisije štetnih plinova
- mogućnost korištenja više pogonskih goriva, odnosno onih koja su trenutno dostupnija i jeftinija
- korištenje sustava s visokim stupnjem iskoristivosti i ekonomičnosti u primjeni pogonskih goriva
- visoka pogonska sigurnost zahvaljujući naizmjeničnoj upotrebi više izvora
- doprema goriva na samo jedno mjesto, bez potrebe za skladištenjem i korištenjem opasnih tvari u zgradama potrošača

- potreba za manjim, jednostavnijim i sigurnijim postrojenjima u zgradama potrošača kod sustava sa zajedničkom proizvodnjom električne i toplinske energije

U osnovne dijelove sustava daljinskog grijanja ubrajaju se:

- postrojenje za proizvodnju toplinske energije
- razvodna mreža (toplovodi, vrelovodi, parovodi)
- toplinske stanice
- kućne instalacije grijanja (sustav grijanja zgrada)



Slika 1.1 Primjer sustava daljinskog grijanja [2]

## 1.2. Sustavi površinskog grijanja [1]

Sustavi površinskog grijanja kao ogrjevna tijela koriste građevinske elemente, odnosno plohe prostorije: pod, zidove i strop, pri čemu se toplina izmjenjuje zračenjem i konvekcijom, a s obzirom na ogrjevnu plohu dijeli se na:

- podne
- zidne
- stropne

Mogu biti izvedeni kao električni ili toplovodni, pri čemu se koriste snižene temperature ogrjevnog medija (npr. 55/45°C, 40/30°C), a kao izvori topline najčešće služe niskotemperaturni i kondenzacijski kotlovi, solarni sustavi i dizalice topline.

Za primjenu sustava površinskog grijanja nužno je provesti konstrukcijsku prilagodbu građevinskih elemenata, odnosno ploha prostorije kako bi se u njih mogle ugraditi

cijevi, odnosno grijači i ostali elementi sustava, a često je potrebno i postavljanje toplinske izolacije na vanjskoj strani ploha (tj. prema okolišu) kako bi se smanjili toplinski gubici. Uz to, potrebno je pridržavati se smjernica o dopuštenim površinskim temperaturama ogrjevnih ploha čime se ograničava učin.

Pri dimenzioniranju i izvođenju sustava i pri odabiru odgovarajućeg modela ogrjevne plohe valja obratiti pozornost na izvedbu i značajke pokrovnih slojeva, odnosno podnih, zidnih i stropnih obloga. S obzirom na pokrovne slojeve plohe, postoje četiri osnovne izvedbe sustava površinskog grijanja:

- na mokro u estrihu
- na suho u estrihu
- na suho u estrihu u sloju toplinske izolacije
- u suhom podu (samo za podno grijanje).

Isto tako, važna veličina pri dimenzioniranju i izvođenju sustava podnog grijanja je površina ogrjevne plohe. U stambenim je prostorijama ona jednaka ukupnoj, odnosno neto površini prostorije, dok se u kuhinjama i kupaonicama od nje oduzima dio na koji se postavljaju kuhinjski, odnosno kupaonski elementi. Ukupna se površina pri tome može podijeliti na boravišnu koja zauzima najveći dio površine poda i na kojoj se odvija većina aktivnosti u prostoriji te rubnu koja zauzima dio površine poda uz vanjske zidove i prozore širine 1 m.

Cijevni razvod sustava površinskog toplovodnog grijanja sastoji se od polaznih i povratnih vodova od izvora topline do razdjelnika, odnosno razdjelnog ormarića smještenog u prostoriji. Ogrjevna tijela se sastoje od petlji podnog grijanja. Za izradu cijevi ogrjevnog kruga danas se u pravilu koriste polimerni materijali kao što su propilen, polibuten i polietilen. Dimenzije cijevi i duljine petlji pri tome se određuju uz ograničenja, kako se u njima ne bi pojavili ekstremni padovi tlaka, pri čemu padovi tlaka smiju iznositi do 25 kPa.

Prijenos topline s ogrjevne plohe u prostoriji ovisi o protoku ogrjevnog medija i razlici temperatura polaznog i povratnog voda, dimenziji i razmaku cijevi, duljini ogrjevnog kruga, i površini ogrjevne plohe, modelu koji je korišten u proračunu i temperaturi zraka u prostoriji.

Broj ogrjevnih krugova ovisi o potrebnom toplinskom opterećenju, veličini i obliku prostorije, te tehničkim mogućnostima. Pri tome se ogrjevni krug uobičajeno razvodi na četiri osnovna načina:

- usporedno s jednakim smjerovima strujanja
- usporedno sa suprotnim smjerovima strujanja
- spiralno s jednom cijevi
- spiralno s dvije cijevi

### 1.3. Solarni sustav [3]

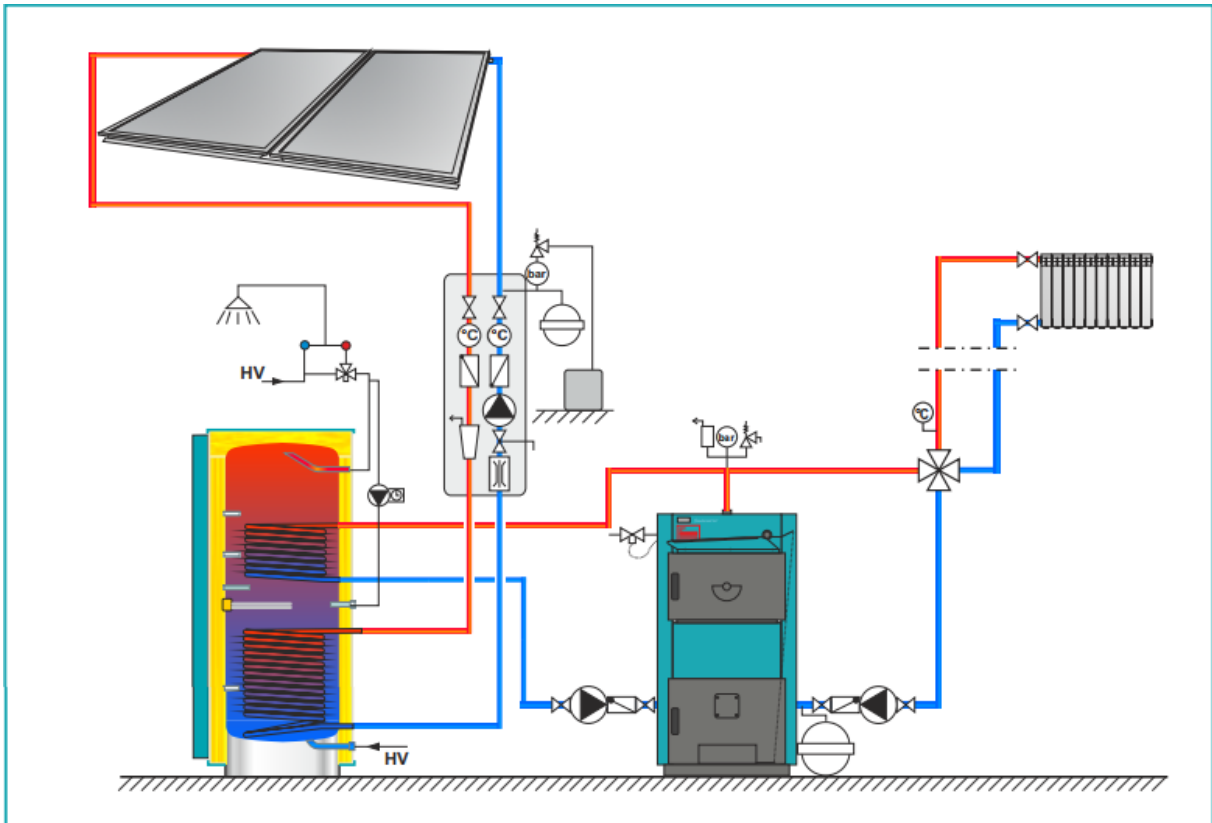
Solarni sustav podrazumijeva korištenje sunčeve energije u sustavima zagrijavanja potrošne tople vode (PTV) i dogrijavanju sustava grijanja. Solarni se sustav sastoji od nekoliko komponenti: solarnih kolektora, solarnog i/ili akumulacijskog spremnika, regulacije, solarne pumpne grupe, ekspanzijske posude te elementa armature i izoliranih cijevi, što se može vidjeti na slici 1.2.. U našim krajevima za cjelogodišnje potrebe PTV-a i grijanja, solarna energija kao samostalni izvor topline nije dovoljna pa nam u sustavima zagrijavanja PTV-a i grijanja, uz solarni sustav, treba i neki drugi izvor topline (kotao na plin ili biomasu (drvo, pelete, sječku...)). Važno je znati da solarni sustavi sakupljaju i spremaju Sunčevu energiju samo kada Sunca ima, tj. ako je vani nekoliko dana oblačno, solarni sustav neće imati tople vode. Iz tog razloga u sustavu moramo imati veliku količinu vode (veliki spremnik) koja može akumulirati Sunčevu energiju kada Sunca ima da bismo toplu vodu mogli trošiti u vrijeme kada Sunca nema (najčešće navečer i ujutro). Komponente solarnog sustava potrebno je pažljivo dimenzionirati da bi zagrijavanje PTV-a i dogrijavanje sustava grijanja moglo kvalitetno raditi. Optimalno dimenzioniran solarni sustav može zadovoljiti od 45% do 75% godišnjih potreba za pripremom PTV-a te oko 30% toplinske energije za grijanje prostora za umjerene kontinentalne klimatske uvjete.

Kod zagrijavanja PTV-a, centralno mjesto solarnog sustava je bivalentni solarni spremnik (spremnik s 2 izmjenjivača). Potrošna voda zagrijava se solarnim kolektorima, a kada nema dovoljno energije od kolektora (Sunca) dogrijavanje se vrši drugim izvorom.

Odabir vrste i broja kolektora ovisi o nekoliko parametara: klimatskom području (kontinentalni i priobalni dio), zakrenutosti kolektora prema jugu i nagiba od horizontale, upotrebi kolektora (samo za PTV ili i za dogrijavanje grijanja), godišnjem dobu, volumenu akumulacijskog spremnika, željenoj temperaturi u bojleru/spremniku itd. U ljetnim mjesecima pločasti i cijevni vakuumski kolektori mogu zagrijati podjednaku količinu vode, dok u prijelaznom razdoblju, proljeće i jesen te zimi, više energije može dati cijevni vakuumski kolektor zbog svoje konstrukcije.

Kut nagiba i usmjeravanje kolektora važni su za optimalan rad solarnog sustava. Kut nagiba kolektora  $\alpha$  je kut između kolektora i horizontale. Optimalni nagib kolektora za Hrvatsku je od 30°- 45°, za cjelogodišnji rad. Kolektori se mogu postaviti od min. 15° do max. 75°. Veći kut kolektora pogodniji je za zimske mjesece (Sunce je nisko), dok je manji kut pogodniji za ljetne mjesece (Sunce je visoko). Mijenjanjem kuta nagiba kolektora jednom mjesečno u odnosu na jedan nagib kroz cijelu godinu, ozračenost bi se povećala za 6% iz čega se može zaključiti da je za naše krajeve prihvatljiv jedan cjelogodišnji nagib kolektora.





Slika 1.2      Primjer spajanja solarnog sustava za pripremu PTV-a sa svim potrebnim komponentama [3]

## 1.4. Sustavi prisilne ventilacije [4]

Ventilacija je proces dovođenja i odvođenja vanjskog zraka u zgradu kroz za to projektirane otvore u svrhu postizanja i održavanja određene kvalitete zraka u unutarnjem prostoru. Kvaliteta zraka u unutarnjem prostoru (eng. Indoor Air Quality) je pojam povezan s ugodnošću, zdravljem i produktivnošću radnika.

Osnovni razlozi za ventilaciju unutarnjeg prostora su:

- dovođenje vanjskog zraka (kisika) u zatvoreni unutarnji prostor,
- razrjeđivanje koncentracije zagađivača u zraku - protok vanjskog zraka može ovisiti o koncentraciji - (nastali CO<sub>2</sub> pri disanju, duhanski dim, miris znoja, tehnološka isparenja...),
- uklanjanje (odsis) zagađivača iz prostora (parkirne garaže, cestovni tuneli, laboratoriji, radionice...),
- uklanjanje topline i vlage iz prostora (zatvoreni bazeni, kuhinje...),
- uspostavljanje željene razdiobe zraka unutar prostora.

Mehanička ili prisilna ventilacija omogućuje prisilno strujanje zraka uslijed rada ventilatora.

Prednosti sustava prisilne ventilacije:

- ne ovisi o vremenskim uvjetima,
- dobra mogućnost regulacije,
- velik izbor opreme,
- pojednostavljen proces projektiranja sustava.

Nedostaci sustava prisilne ventilacije:

- veliki investicijski troškovi,
- velika potrošnja energije,
- problem buke,
- recirkulacija zraka.

Tri osnovne izvedbe sustava prisilne ventilacije:

- tlačna ventilacija - prostor u pretlaku (soba, učionica)
- odsisna ventilacija - prostor u podtlaku (kuhinja, toalet, kupaonica)
- tlačna i odsisna ventilacija (komforna ventilacija, industrijska ventilacija)

Sustav tlačne i odsisne ventilacije naziva se uravnoteženi ili balansirani ukoliko je protok zraka u tlaku i odsisu jednak.

Podjela sustava prisilne ventilacije prema mjestu kondicioniranja zraka:

- sustav centralne ventilacije (priprema zraka se vrši na jednoj centralnoj lokaciji, a zatim se zrak distribuira u prostore)
- decentralizirani (lokalni) sustav ventilacije (priprema zraka se vrši za svaki prostor/zonu zasebno)



Slika 1.3 Primjer centralne ventilacije

## 2. SUSTAV GRIJANJA

### 2.1. Toplinska bilanca stambene zgrade

#### 2.1.1. Proračun toplinskih gubitaka prema EN 12831

Za proračun i projektiranje sustava grijanja stambene zgrade potrebno je proračunati toplinske gubitke zgrade u projektnim uvjetima korištenja. Proračun se provodi u računalnom programu AX3000 prema austrijskoj normi ÖNORM koja je izvedena iz europske norme EN 12831. Osnovni cilj proračuna je određivanje projektnih toplinskih gubitaka koji se zatim koriste za određivanje projektnih toplinskih učina ogrjevnih tijela u zgradi. Sumiranjem toplinskih gubitaka svih grijanih prostorija u zgradi možemo dimenzionirati izvor topline.

Prvo je potrebno odabrati vanjsku projektnu temperaturu iz Meteoroloških parametara u tablicama po postajama sa stranice Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja. Budući da je projektom zadana stambena zgrada u Zagrebu, uzimaju se vrijednosti s meteorološke postaje Zagreb, Maksimir. Iz tablica očitana je vrijednost vanjske projektne temperature od  $-12,8^{\circ}\text{C}$ . Računalni program AX3000 prilikom odabira lokacije automatski dodjeljuje projektnu temperaturu, kao i ostale parametre vezane za lokaciju. Sljedeći korak je određivanje prostorija koje će se grijati te definiranje unutarnjih projektnih temperatura prostorija. U ovom projektu samo su stanovi grijani, a stubišta i podrum nisu. Iako stubišta nisu grijana, gubici iz stanova prema stubištu održavaju temperaturu stubišta, a podrum je cijelom svojom visinom ispod razine tla te se tako osigurava da se temperatura niti jedne prostorije unutar zgrade ne spušta ispod temperature smrzavanja. Odabiru se unutarnje projektne temperature ovisno o namjeni prostorije:

- dnevna soba, spavaća soba i kuhinja  $20^{\circ}\text{C}$
- kupaonica  $24^{\circ}\text{C}$
- stubište  $10^{\circ}\text{C}$ .

Zatim je potrebno odrediti fizikalna i toplinska svojstva ovojnice zgrade. Koeficijenti prolaza topline  $U$  [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ] odabiru se tako da zadovoljavaju aktualne standarde niskoenergetske kuće. Potrebno je još i poznavanje izvedbe toplinskih mostova. Budući da nemamo uvid u način na koji su toplinski mostovi izvedeni na ovoj stambenoj zgradi, pretpostavljeno je da su potencijalni toplinski mostovi projektirani u skladu s hrvatskom normom koja sadrži katalog dobrih rješenja toplinskih mostova. Računalni program AX3000 uračunava toplinske mostove korekcijom koeficijenata prolaza topline  $U$  [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ] ovisno o veličini i tipu toplinskog mosta. U tablici 2.1. prikazane su vrijednosti koeficijenata prolaza topline za pojedine elemente zgrade.

Tablica 2.1 Odabrani koeficijenti prolaza topline

| KOEFICIJENTI PROLAZA TOPLINE         |      | U [W/m <sup>2</sup> K] |
|--------------------------------------|------|------------------------|
| Vanjski zid                          | VZ   | 0,16                   |
| Pregradni zid s grijanim prostorom   | PZG  | 0,5                    |
| Pregradni zid s negrijanim prostorom | PZNG | 0,35                   |
| Pod                                  | P    | 0,18                   |
| Strop                                | S    | 0,18                   |
| Prozor                               | Pr   | 0,9                    |
| Vrata                                | V    | 1,2                    |

Sa sjeverne strane zgrade nalazi se postojeća zgrada te se sjeverni zid računa kao da je pregradni zid s negrijanim prostorom, a s južne strane zgrade je planirana izgradnja zgrade te se taj zid računa kao vanjski zid. S određenim svim ulaznim podacima i dobivenom arhitektonskim crtežima određuju se transmisijski gubici po prostorijama.

Zatim se određuju ventilacijski gubici za prostorije s ventilacijskim sustavom.

Toplinsko opterećenje pojedine prostorije izračunava se pribrajanjem topline, potrebne za zagrijavanje zbog prekida grijanja, transmisijskim i ventilacijskim gubicima. Prekid grijanja događa se noću kada gradska toplana prekida isporuku tople vode, koji traje do 8 sati, a temperatura zgrade se, zbog dobre izolacije, za to vrijeme spusti do 1°C.

Rezultati proračuna po prostorijama dani su u tablici 2.2. dok je rekapitulacija za svaki stan i ukupno za cijelu zgradu dana u tablici 2.3. Detaljan proračun dan je u prilogu.

Tablica 2.2 Pregled projektnih toplinskih gubitaka po prostorijama

| Prostorija    |                | $\theta_{int}$ | $A_R$          | $\Phi_T$ | $\Phi_{V,min}$ | $\Phi_{V,inf}$ | Mehanička ventilacija |                  | $\Phi_{HL,Netto}$ | $\Phi_{RH}$ | $\Phi_{HL}$  |                  |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|-----------------------|------------------|-------------------|-------------|--------------|------------------|
| Oznaka        | Naziv          | °C             | m <sup>2</sup> | W        | W              | W              | $\Phi_{V,su}$         | $\Phi_{V,m,inf}$ | W                 | W           | W            | W/m <sup>2</sup> |
| s1.at         | atelier        | 20             | 39,12          | 613      | 589            | 212            | 82                    |                  | 1202              | 430         | 1632         | 31               |
| s1.wc         | kupaonica      | 24             | 1,89           | 71       | 32             |                |                       | 68               | 139               | 21          | 160          | 74               |
| s2.g          | galerija       | 20             | 90,61          | 1076     | 1364           | 491            | 83                    |                  | 2440              | 997         | 3437         | 27               |
| s2.wc         | kupaonica      | 24             | 2,61           | 40       | 44             |                |                       | 68               | 108               | 29          | 137          | 41               |
| s3.db         | Dnevni boravak | 20             | 30,45          | 497      | 458            | 165            | 82                    |                  | 955               | 335         | 1290         | 31               |
| s3.k          | kuhinja        | 20             | 4,44           | 90       | 134            | 16             |                       |                  | 224               | 49          | 273          | 50               |
| s3.wc         | kupaonica      | 24             | 5,48           | 104      | 93             |                |                       | 82               | 197               | 60          | 257          | 36               |
| s4.db         | Dnevni boravak | 20             | 51,45          | 626      | 775            | 279            | 82                    |                  | 1401              | 566         | 1967         | 27               |
| s4.s1         | Soba 1         | 20             | 13,67          | 206      | 206            | 49             | 41                    |                  | 412               | 150         | 562          | 30               |
| s4.s2         | Soba 2         | 20             | 13,32          | 115      | 201            | 48             | 41                    |                  | 316               | 147         | 462          | 24               |
| s4.wc1        | kupaonica      | 24             | 5,34           | 60       | 90             |                |                       | 82               | 150               | 59          | 209          | 28               |
| s4.wc2        | kupaonica      | 24             | 2,61           | 29       | 44             |                |                       | 82               | 111               | 29          | 139          | 42               |
| s5.db         | Dnevni boravak | 20             | 20,85          | 324      | 314            | 75             | 82                    |                  | 638               | 229         | 867          | 31               |
| s5.k          | kuhinja        | 20             | 4,44           | 90       | 134            | 16             |                       |                  | 224               | 49          | 273          | 50               |
| s5.s          | Soba           | 20             | 9,20           | 168      | 139            | 33             | 41                    |                  | 307               | 101         | 408          | 33               |
| s5.wc         | kupaonica      | 24             | 5,52           | 121      | 93             |                |                       | 82               | 214               | 61          | 275          | 39               |
| s6.db         | Dnevni boravak | 20             | 40,25          | 443      | 606            | 218            | 82                    |                  | 1049              | 443         | 1492         | 26               |
| s6.s1         | Soba           | 20             | 13,67          | 206      | 206            | 49             | 41                    |                  | 412               | 150         | 562          | 30               |
| s6.s2         | Soba           | 20             | 13,32          | 113      | 201            | 48             | 41                    |                  | 314               | 147         | 460          | 24               |
| s6.s3         | Soba           | 20             | 11,05          | 180      | 166            | 40             | 41                    |                  | 346               | 122         | 468          | 31               |
| s6.wc1        | kupaonica      | 24             | 5,34           | 60       | 90             |                |                       | 82               | 150               | 59          | 209          | 28               |
| s6.wc2        | kupaonica      | 24             | 2,61           | 29       | 44             |                |                       | 82               | 111               | 29          | 139          | 42               |
| s7.db         | Dnevni boravak | 20             | 23,45          | 382      | 353            | 85             | 82                    |                  | 735               | 258         | 993          | 31               |
| s7.k          | kuhinja        | 20             | 4,44           | 90       | 134            | 16             |                       |                  | 224               | 49          | 273          | 50               |
| s7.wc         | kupaonica      | 24             | 5,52           | 121      | 93             |                |                       | 82               | 214               | 61          | 275          | 39               |
| s8.db         | Dnevni boravak | 20             | 90,61          | 1091     | 1364           | 491            | 816                   |                  | 2455              | 997         | 3452         | 27               |
| s8.wc         | kupaonica      | 24             | 2,61           | 38       | 44             |                |                       | 82               | 120               | 29          | 148          | 46               |
| s9.db         | Dnevni boravak | 20             | 22,21          | 475      | 334            | 80             | 82                    |                  | 809               | 244         | 1054         | 36               |
| s9.wc         | kupaonica      | 24             | 5,60           | 250      | 95             | 23             |                       | 82               | 354               | 62          | 416          | 63               |
| s10.db        | Dnevni boravak | 20             | 68,69          | 1398     | 1034           | 372            | 82                    |                  | 2432              | 756         | 3188         | 35               |
| s10.wc        | kupaonica      | 24             | 2,94           | 75       | 50             |                |                       | 82               | 157               | 32          | 189          | 53               |
| <b>Ukupno</b> |                |                | <b>613,31</b>  |          | <b>9524</b>    | <b>2806</b>    | <b>1801</b>           |                  | <b>18920</b>      | <b>6750</b> | <b>25666</b> |                  |

Tablica 2.3 Pregled projektnih toplinskih gubitaka po stanovima

| Stanovi         | $\Phi_{HL}$  |
|-----------------|--------------|
| -               | W            |
| Stan 1 / kat 1  | 1792         |
| Stan 2 / kat 1  | 3574         |
| Stan 3 / kat 2  | 1820         |
| Stan 4 / kat 2  | 3339         |
| Stan 5 / kat 3  | 1823         |
| Stan 6 / kat 3  | 3330         |
| Stan 7 / kat 4  | 1541         |
| Stan 8 / kat 4  | 3600         |
| Stan 9 / kat 5  | 1470         |
| Stan 10 / kat 5 | 3377         |
| <b>UKUPNO</b>   | <b>25666</b> |

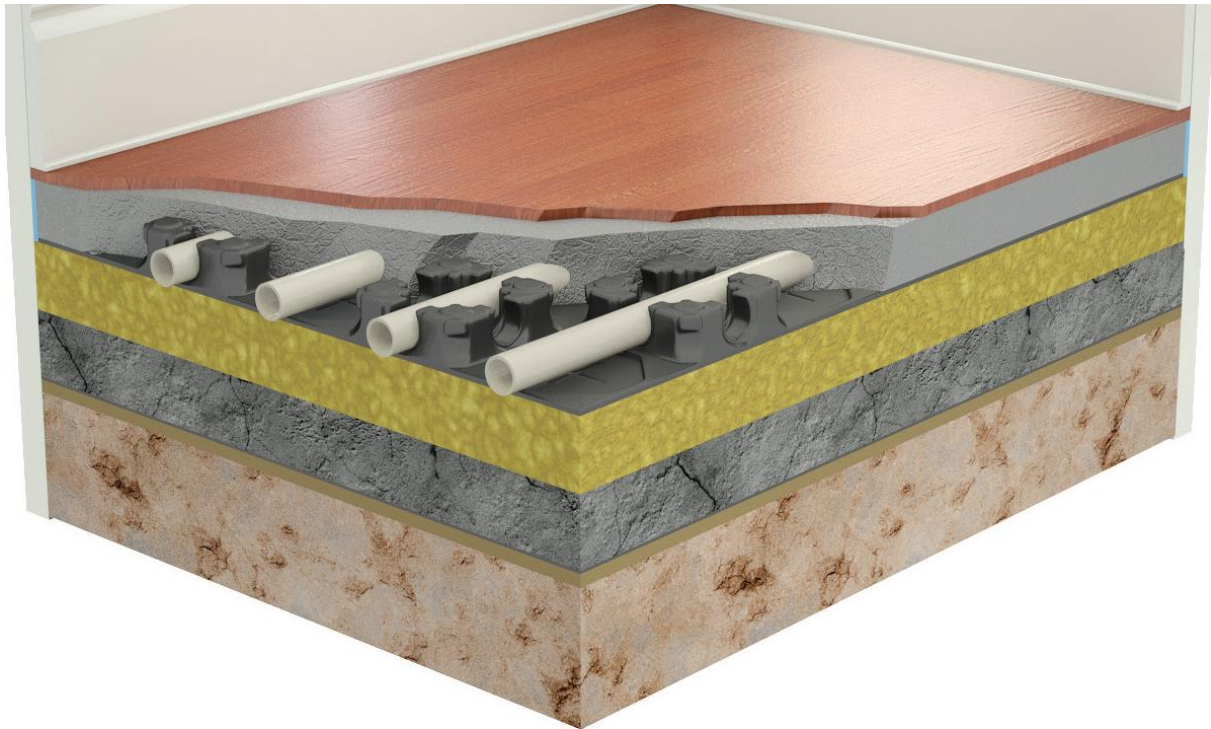
## 2.2. Dimenzioniranje ogrjevnih tijela

### 2.2.1. Podno grijanje

Za centralno grijanje stambene zgrade, kao ogrjevna tijela, koriste se petlje podnog grijanja na temperaturnom režimu 35/30°C. Međutim, zbog nedovoljnog kapaciteta podnog grijanja u kupaonicama, dodaju se još i kupaonski cijevni grijači koji također rade u temperaturnom režimu 35/30°C te nadoknađuju manjak toplinskog kapaciteta. Pri projektiranju potrebno je pridržavati se maksimalnih dopuštenih površinskih temperatura prema HRN EN 1264:

- 29°C u boravišnoj zoni
- 35°C u rubnoj zoni
- 33°C u kupaonicama

Proizvodi koji se koriste za podno grijanje su od proizvođača PIPELIFE iz tehničkog priručnika za projektiranje i izvođenje. Podno grijanje je u izvedbi sustava postavljanja na mokro, odnosno grijaće cijevi su postavljene potpuno u estrih, prema slici 2.1.



Slika 2.1 Sustav postavljanja na mokro [6]

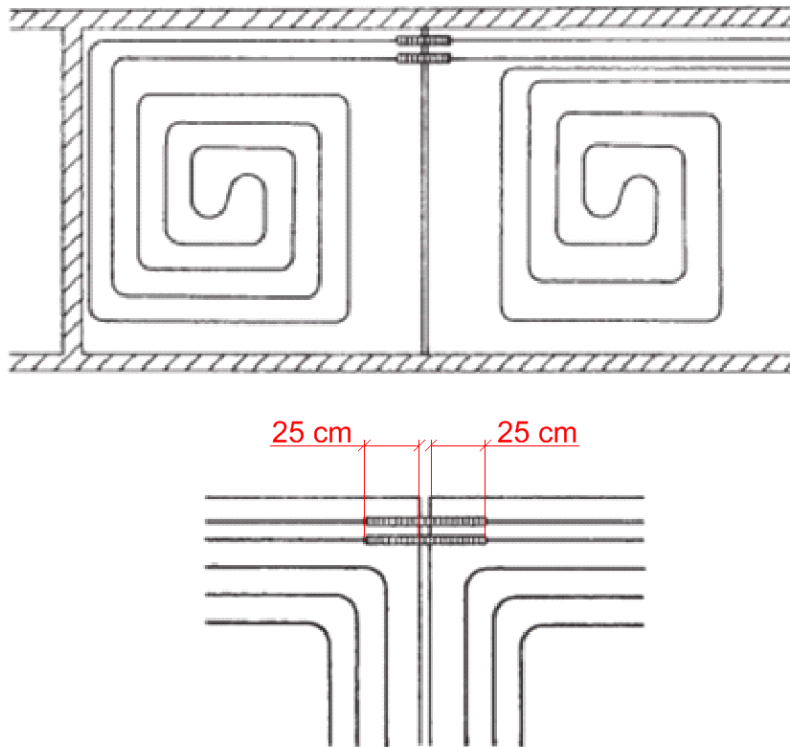
Cijevi PE-Xc dimenzija 18x2,0 mm su pozicionirane uz pomoć sustava „ploča s čepovima“. Dužina cijevi u krugu grijanja ne smije biti veća od 120 m. Izvedba podnog grijanja je u obliku spiralnog razvoda s jednom cijevi, pri čemu treba paziti na najmanji polumjer savijanja, koji za odabrane cijevi iznosi  $5 \times D_a$ , što je jednako 90 mm.

Norma EN 1264 također propisuje i maksimalni koeficijent prolaza topline elementa ispod podnog grijanja koji iznosi  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  te odavanje topline podnog grijanja prema dolje ne smije iznositi više od 25% ogrjevnog kapaciteta, niti više od  $20 \text{ W/m}^2$ , što ova zgrada zadovoljava.

Na zidove i ostale građevinske elemente okomite na podnu plohu (npr. okvirima vrata i stupovima) prije ugradnje estriha postavljaju se rubne izolacijske trake (rubne fuge). Rubne izolacijske trake moraju sezati do površine gotove obloge i omogućiti kretanje od najmanje 5 mm. Kod višeslojnih izolacijskih slojeva rubne izolacijske trake postaviti prije nanošenja zadnjeg izolacijskog sloja. [5]

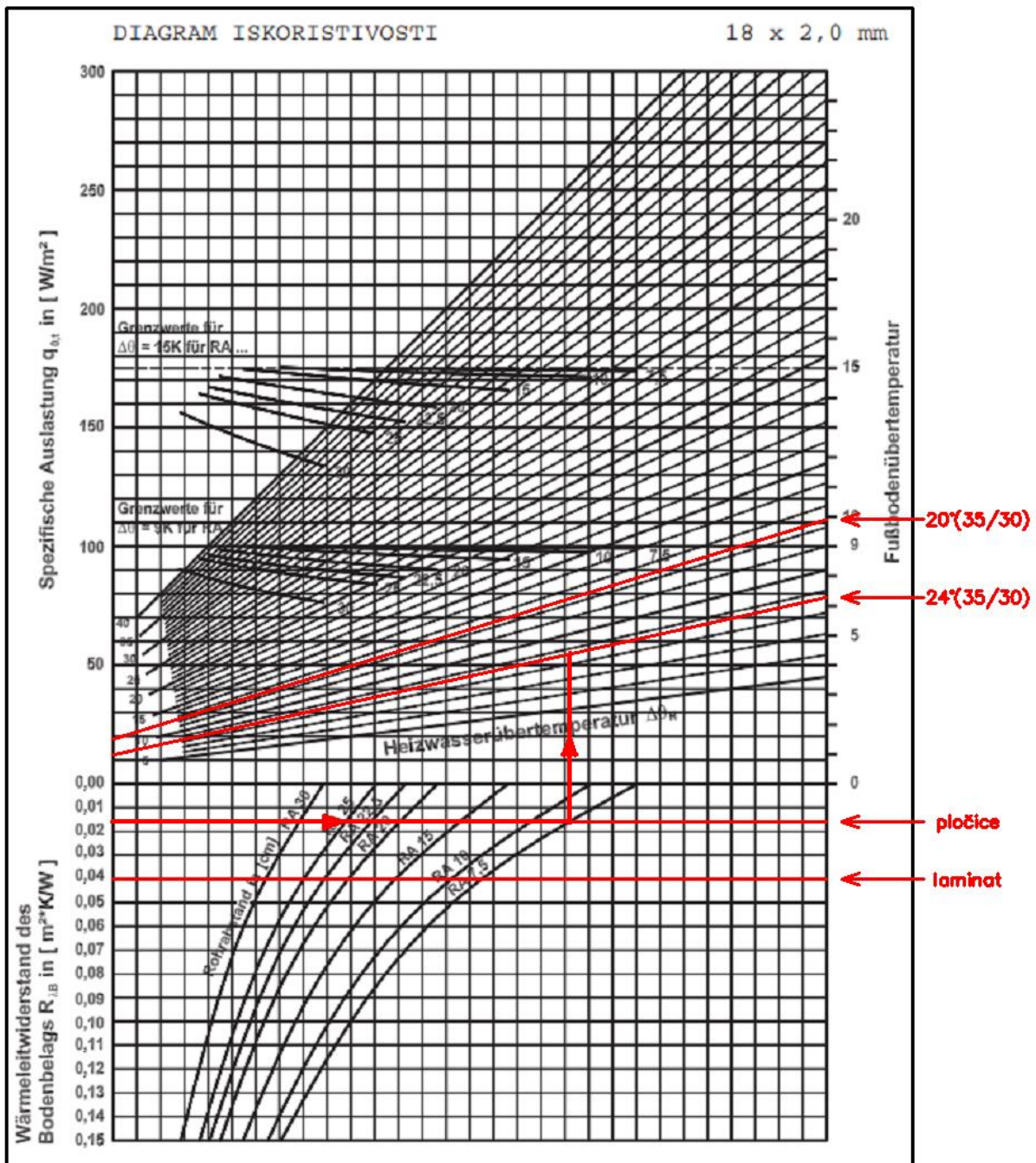
Prema uputama proizvođača površine estriha ne smiju biti veće od  $40 \text{ m}^2$  niti duže od 8 m. Ako su prostorije veće od  $40 \text{ m}^2$  potrebno je uz rubne trake postaviti dilatacijske trake i to tako, da nastanu pravi kutovi, odnosno kvadrati s prethodno navedenim dimenzijama. Odnos stranica polja estriha ne smije prekoračiti odnos od 2:1. Veličinu ogrjevnih krugova prilagoditi poljima estriha. Kako je prikazano u slici 2.2, kod prolaza dilatacijskih traka moraju se upotrijebiti zaštitne cijevi koje sežu cca. 25 cm u svako polje estriha. [5]





Slika 2.2 Prikaz dilatacijskih traka [5]

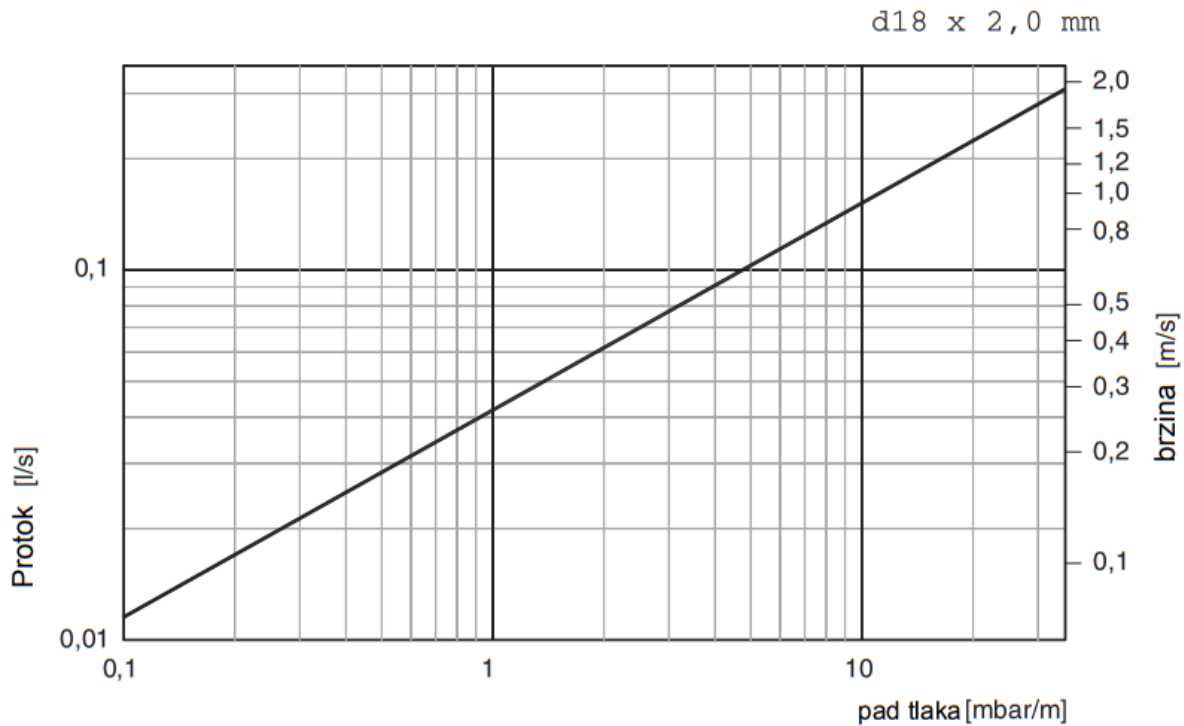
Proračun i dimenzioniranje provedeno je manualnom metodom prema tehničkom priručniku tvrtke PIPELIFE i prikazan u računalnom programu Excel u prilogu. Na slici 2.3. je prikazan postupak odabira razmaka postavljanja cijevi prema vrsti podne obloge, srednje logaritamske temperature i specifičnog opterećenja te na slici 2.4. prikaz dijagrama pada tlaka.



Slika 2.3

Dijagram za proračun podnog grijanja [5]

Na slici 2.3 je prikazan primjer odabira razmaka cijevi za kupaonicu. Iz dijagrama se može vidjeti da je odabrani razmak 75 mm, a specifična snaga koju podno grijanje pri tome daje je  $55 W/m^2$ .



Slika 2.4 Dijagram pada tlaka u cijevi [5]

Pozicije ugradnje opreme, kao i trase cijevnih razvoda jasno su prikazane u grafičkom dijelu projekta.

Prije postavljanja estriha potrebno je provesti testiranje na nepropusnost i ispiranje postrojenja prema uputama proizvođača u tehničkom priručniku. Potrebno je i balansiranje protoka, kako bi svi krugovi bili opskrbljeni s potrebnim protocima vode. Balansiranje se provodi podešavanjem protoka (0-4 l/min) za svaki pojedinačni krug.

### 2.2.2. Kupaonski cijevni grijač

Podno grijanje u kupaonicama i uz najmanji mogući razmak cijevi ne može u potpunosti pokriti toplinske gubitke te se razlika nadoknađuje kupaonskim cijevnim grijačem FIN6/16W proizvođača Gorenje, kapaciteta 1154 W pri temperaturnom režimu 90/70/20°C. Kupaonski cijevni radijator priključuje se direktno na razdjelnik i radi u režimu 35/30°C pri kojem daje 98 W. Odabrani kupaonski cijevni radijator je prikazan na slici 2.5.

# FIN6/16W

**gorenje**  
Life Simplified

## cijevni radiator



Izvedba radijatora: **centralno grijanje**  
Upotreba: **višenamjenski**  
Broj vodoravnih cijevi: **34**  
Oblik okomitih cijevi: **ovalne**  
Udaljenost između priključaka: **570 mm**  
Snaga po temperaturnom režimu SIST EN 442-1: **906 W**  
Snaga po temperaturnom režimu 90/70/20°C: **1.154 W**  
Snaga po temperaturnom režimu 70/60/20°C: **850 W**  
Snaga po temperaturnom režimu 55/45/20°C: **486 W**  
Dimenzije aparata (ŠxVxD): **60 x 167,4 x 10,5 cm**  
Dimenzije zapakiranog aparata (ŠxVxD): **64 x 171,4 x 8,9 cm**  
Neto težina proizvoda: **16,3 kg**  
Bruto težina proizvoda: **17,1 kg**  
Šifra proizvoda: **261055**  
EAN kod: **3830042679387**

Slika 2.5

Kupaonski cijevni grijač s pripadajućim tehničkim podacima [7]

## 2.3. Odabir toplinske podstanice

Toplinska podstanica je dio sustava u kojem se toplinska energija predaje potrošačima u zgradi iz vrelovoda. Kao sustav predaje energije odabire se indirektni priključak u kojem distributer predaje energiju potrošaču preko izmjenjivača topline te su ogrjevni mediji vrelovoda i sustava grijanja zgrade fizički odvojeni. Najčešći primjer u praksi je izvođenje priključka preko kompaktnih toplinskih stanica. Kompaktna toplinska stanica je prikazana na slici 2.6. [8]

Kompaktna stanica je funkcionalno zaokružena cjelina daljinskog centralnog grijanja. Sastavni dijelovi sustava kompakta smješteni su u zajednički okvir čeličnog nosača izvedenog od pravokutno profiliranih cijevi. Konstrukcija nosača zavarene je izvedbe. Na mrežu vrelovoda priključen je primarni krug stanice, a sekundar na toplovodnu mrežu potrošača. Zagrijavanje vode sekundarnog kruga je konvektivno i odvija se u pločastom izmjenjivaču topline. Paketima složenih ploča povećava se efektivna ogrjevna površina po jedinici obujma izmjenjivača pa je on daleko manjih gabarita od klasične izvedbe cijevi u plaštu (shell& tube). Ulazni i izlazni cjevovodi primara i sekundara nositelji su potrebne armature i regulacijske opreme. Zgusnuta konstrukcija kompakta i međusobni položaj komponenata minimizira obujam stanice na određenu veličinu koja se prema nominalnom toplinskom učinku uzima kao standardna. Uniformnost opreme poboljšava uvjete ugradnje na lokaciji i eksploatacije (korištenje i održavanje) te ubrzava intervencije na samoj zgradi. [8]

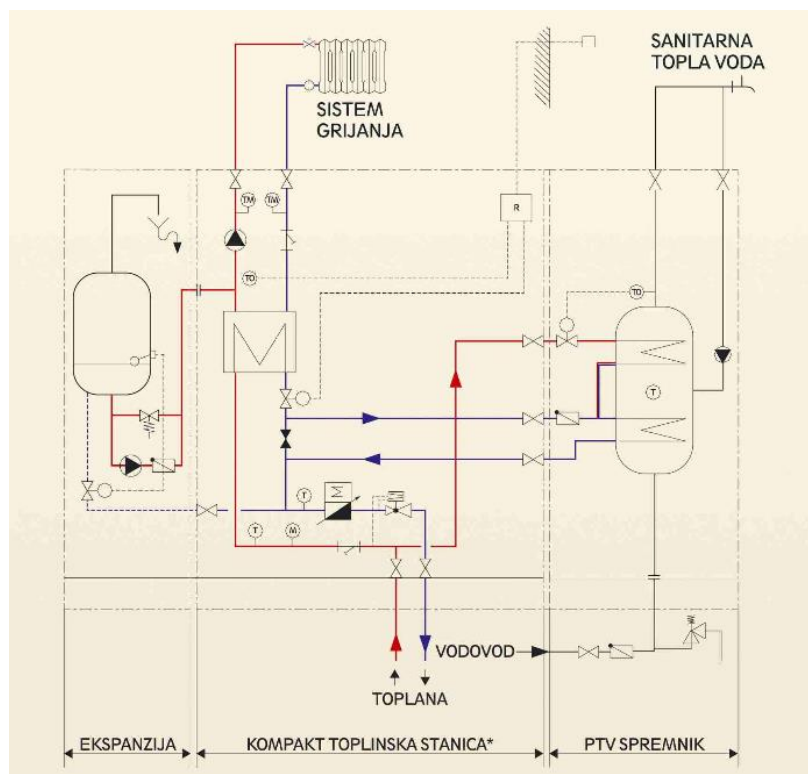


Slika 2.6 Kompaktna toplinska stanica K-50 [8]

Glavna funkcija kompaktne toplinske stanice je da za grijanje zgrade osigura potrebnu količinu topline za zagrijavanje vode, te pomoćna funkcija da na temelju zadane krivulje održava maksimalnu temperaturu povrata primara u zavisnosti od vanjske temperature zraka (npr. ako je vanjska temperatura  $-15^{\circ}\text{C}$  te za to očitana vrijednost temperature u povratu  $64^{\circ}\text{C}$ ). Regulacijom se vrijednost povrata primara drži na  $64^{\circ}\text{C}$  i niže.[8]

Najvažniji elementi toplinske stanice su (prikaz na slici 2.7.) [8]:

- Mjerilo toplinske energije (kalorimetar)
- Regulator diferencijalnog tlaka: za hidrauličko uravnoteženje distribucijskog sustava
- Pločasti izmjenjivač topline za izmjenu topline bez izravnog dodira dva medija različitih temperatura
- Automatska regulacija: za osiguranje temperature polaznog voda sekundarnog kruga sustava grijanja prema vanjskoj temperaturi, odnosno prema potrebama potrošača, a sastoji se od regulacijskog ventila, elektromotornog pogona, regulatora temperature i temperaturnih osjetnika
- Ekspanzijska posuda: za preuzimanje toplinskih dilatacija prijenosnika energije unutar kućne instalacije pri zagrijavanju kod toplinskih stanica indirektnog tipa.



Slika 2.7 Shematski prikaz kompaktne toplinske stanice [8]

U nacrtu broj 1 (funkcionalne sheme grijanja) prikazani su svi dijelovi kompaktne toplinske stanice, dimenzionirana membranska ekspanzijska posuda te priključci na ostale dijelove sustava grijanja.

Prilikom odabira kompaktne toplinske podstanice treba zadovoljiti uvjet kapaciteta pločastog izmjenjivača te uvjet vrste regulacije koji može biti prema sobnom termostatu referentne prostorije ili klizna regulacija prema vanjskoj temperaturi. U ovom slučaju je nemoguće izvesti regulaciju kompaktne toplinske stanice prema referentnoj prostoriji s obzirom da se zgrada sastoji od 10 stambenih jedinica te ne postoji referentna prostorija. Potreban toplinski kapacitet pločastog izmjenjivača određuje se prema potrebnom kapacitetu ogrjevnih tijela, iznosi 33,5 kW, kao što je prikazano u tablici 2.4. te je izabrana prva veća kompaktna toplinska stanica K-50 s najvećim učinkom od 50 kW. Izvedba K-50 kompaktne toplinske stanice zadovoljava oba uvjeta.

Tablica 2.4      Potrebnii kapacitet kompaktne toplinske stanice

| stan                               | kapacitet<br>potreban<br>za podno<br>grijanje<br>W | kapacitet<br>potrebanza<br>radijatore<br>W | ukupno<br>W  |
|------------------------------------|--|--|--------------|
| s10                                | 2515   | 98   | 2613         |
| s9                                 | 1449   | 196  | 1644         |
| s8                                 | 3957   | 0  | 3957         |
| s7                                 | 1482   | 98   | 1580         |
| s6                                 | 3610   | 196  | 3805         |
| s5                                 | 1798   | 98   | 1896         |
| s4                                 | 3628   | 196  | 3824         |
| s3                                 | 1838   | 98   | 1935         |
| s2                                 | 5604   | 0  | 5604         |
| s1                                 | 2551   | 98   | 2648         |
| dogrijač u ventilacijskoj jedinici |  |  | 3969         |
| <b>ukupno</b>                      |  |  | <b>33476</b> |

S obzirom da je temperaturni režim grijanja u zgradi 35/30°C, polazna temperatura na sekundaru preniska je za zagrijavanje potrošne tople vode. Priprema potrošne tople vode izvodi se spajanjem primara direktno na izmjenjivač u akumulacijskom spremniku potrošne tople vode.

## 2.4. Dimenzioniranje cjevovoda i odabir pumpe

### 2.4.1. Dimenzioniranje cjevovoda

Ormarići podnog grijanja spojeni su sa sekundarom kompaktne toplinske stanice toplinski izoliranim čeličnim bešavnim cijevima koje se vode podžbukno. Nakon izlaska iz stana cijevi prolaze kroz ormarić s uređajima za mjerenje potrošnje toplinske energije koji je smješten u hodnik. Cijevi se spajaju u vertikalnom kanalu koji prolazi kroz „neparne“ stanove gdje se spuštaju u podrum te se u podrumu vode pod stropom do strojarnice. U strojarnici se odvaja još jedan ogranak koji se spaja na dogrijač zraka u ventilacijskoj jedinici. Sve cijevi dimenzionirane su prema protoku tako da brzina u njima bude manja od 1 m/s. Polazne i povratne cijevi potrebno je izolirati kako bi se gubici smanjili na minimum. U tablicama su prikazani protoci tople vode po stanovima (slika 2.5) i kumulativno po etažama (slika 2.6), te dodijeljeni nazivni promjeri čeličnih bešavnih cijevi.

Tablica 2.5 Protoci i dimenzije cjevovoda stanova

| stan                               | Protok podnog grijanja<br>kg/s | protok radijatora<br>kg/s | ukupno<br>kg/s | ukupno<br>kg/h |      |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------|----------------|------|
| s10                                | 0,120                          | 0,005                     | 0,125          | 450            | DN20 |
| s9                                 | 0,069                          | 0,009                     | 0,079          | 283            | DN20 |
| s8                                 | 0,189                          | 0,000                     | 0,189          | 682            | DN25 |
| s7                                 | 0,071                          | 0,005                     | 0,076          | 272            | DN20 |
| s6                                 | 0,173                          | 0,009                     | 0,182          | 656            | DN25 |
| s5                                 | 0,086                          | 0,005                     | 0,091          | 327            | DN20 |
| s4                                 | 0,174                          | 0,009                     | 0,183          | 659            | DN25 |
| s3                                 | 0,088                          | 0,005                     | 0,093          | 334            | DN20 |
| s2                                 | 0,268                          | 0,000                     | 0,268          | 966            | DN25 |
| s1                                 | 0,122                          | 0,005                     | 0,127          | 456            | DN20 |
| dogrijač u ventilacijskoj jedinici |                                |                           | 0,190          | 684            | DN20 |
| <b>ukupno</b>                      |                                |                           | <b>1,602</b>   | <b>5769</b>    |      |

Tablica 2.6 Kumulativni protoci po etažama

| etaža       | protok<br>kg/s | d<br>mm | DN   |
|-------------|----------------|---------|------|
| k5          | 0,204          | 0,016   | DN25 |
| k4          | 0,469          | 0,024   | DN32 |
| k3          | 0,742          | 0,031   | DN40 |
| k2          | 1,017          | 0,036   | DN50 |
| k1          | 1,412          | 0,042   | DN50 |
| strojarnica | 1,602          | 0,045   | DN50 |

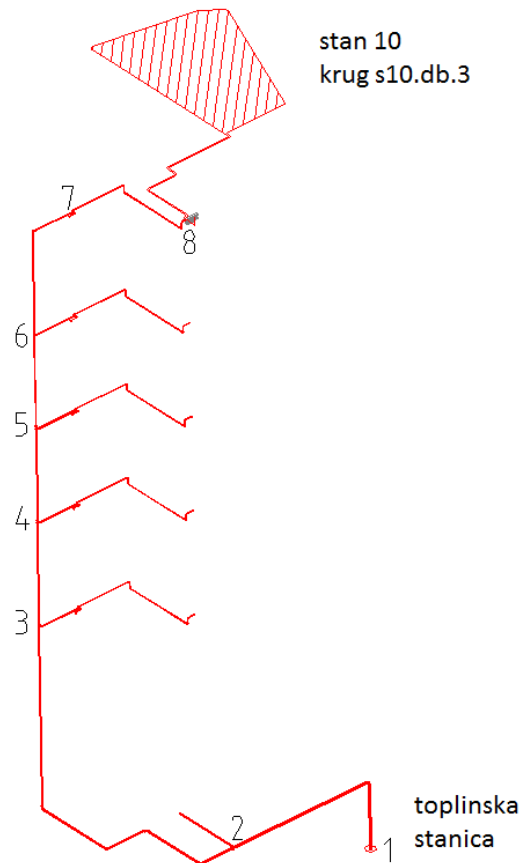


## 2.4.2. Dimenzioniranje i odabir pumpe

Potrebno je provesti proračun pada tlaka i izračun protoka kako bi se odredila pumpa koja odgovara sustavu grijanja stambene zgrade. Odabrana pumpa ugrađuje se na sekundarne kompaktne toplinske stanice. Ukupni protok prikazan je u tablici 2.5. Proračun pada tlaka proveden je u računalnom programu Excel. U tablici 2.7 prikazan je izračun pada tlaka u cjevovodu kritične dionice, prema slici 2.8 s prikazom dionica.

**Tablica 2.7 Pad tlaka cjevovoda kritične dionice**

| dionica                        | toplinski kapacitet | temp. razlika | vol. protok       | unutarnji promjer cijevi | površina popr. presjeka | brzina strujanja | dužina dionice | linijski otpor | linijski gubici | koef. oblika | lokalni gubici | ukupni gubici |
|--------------------------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|----------------|---------------|
|                                | Q (W)               | dt            | V                 | du                       | A                       | w                | l              | R              | R x l           | $\sum \zeta$ | Z              |               |
| br                             | W                   | K             | m <sup>3</sup> /h | mm                       | m <sup>2</sup>          | m/s              | m              | Pa/m           | Pa              |              | Pa             | Pa            |
| 1-2                            | 33476               | 5             | 5,76              | 51,2                     | 0,0021                  | 0,78             | 12,8           | 120            | 1536            | 2            | 604            | 2140          |
| 2-3                            | 29507               | 5             | 5,07              | 51,2                     | 0,0021                  | 0,68             | 24,7           | 95             | 2347            | 4            | 938            | 3285          |
| 3-4                            | 21255               | 5             | 3,66              | 51,2                     | 0,0021                  | 0,49             | 6,2            | 55             | 341             | 1            | 122            | 463           |
| 4-5                            | 15496               | 5             | 2,66              | 43,1                     | 0,0015                  | 0,51             | 6,2            | 75             | 465             | 1            | 129            | 594           |
| 5-6                            | 9794                | 5             | 1,68              | 35,8                     | 0,0010                  | 0,47             | 6,2            | 80             | 496             | 1            | 109            | 605           |
| 6-7                            | 4258                | 5             | 0,73              | 28,5                     | 0,0006                  | 0,32             | 8,8            | 55             | 484             | 4,5          | 229            | 713           |
| 7-8                            | 2613                | 5             | 0,45              | 22,3                     | 0,0004                  | 0,32             | 9,0            | 70             | 630             | 6            | 307            | 937           |
| <b><math>\Delta p =</math></b> |                     |               |                   |                          |                         |                  |                |                |                 |              | <b>8736</b>    |               |



Slika 2.8 Prikaz kritične dionice

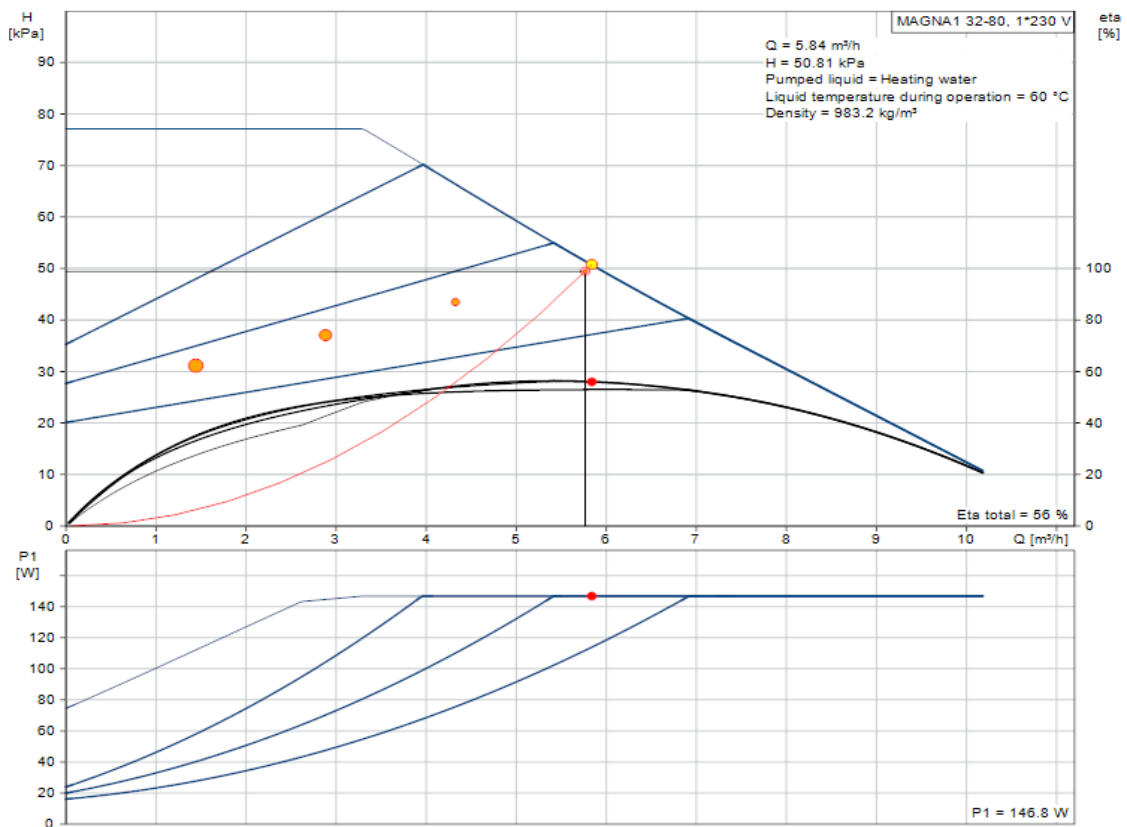
Ukupni pad tlaka u cjevovodu pribraja se padu tlaka u kritičnoj petlji podnog grijanja i padu tlaka u sekundaru kompaktne toplinske stanice u kojoj je dominantan pad tlaka u pločastom izmjenjivaču, što se može vidjeti u tablici 2.8. S obzirom da tvornički ugrađena pumpa u K-50 ne zadovoljava potrebe ovoga sustava grijanja odabire se nova. Prema izračunatim podacima odabire se pumpa u računalnom programu za odabir pumpi proizvođača Grundfos. Odabrana pumpa je MAGNA1 32-80 (slika 2.9). Krivulja karakteristike pumpe i krivulja stupnja korisnosti prikazani su na slici 2.9 zajedno s karakteristikom cjevovoda.

Tablica 2.8 Ukupni pad tlaka kruga grijanja

|  |                 |
|--|-----------------|
| Pad tlaka petlje podnog grijanja       | 25000 Pa        |
| Pad tlaka u mreži grijanja             | 8736 Pa         |
| pad tlaka u sekundarnom dijelu KTS     | 15700 Pa        |
| <b>ukupni pad tlaka kruga grijanja</b> | <b>49436 Pa</b> |

Tablica 2.9. Karakteristika cjevovoda i odabrana pumpa

| Odabir pumpe        |                         |
|---------------------|-------------------------|
| Q                   | 5,769 m <sup>3</sup> /h |
| dp                  | 49,436 kPa              |
| DN32                |                         |
| <b>MAGNA1 32-80</b> |                         |



Slika 2.9

Krivulja karakteristike pumpe i krivulja stupnja korisnosti [9]

## 2.5. Dimenzioniranje i odabir ekspanzijske posude

Zatvorena ekspanzijska posuda služi za preuzimanje toplinskih rastezanja ogrjevnog medija u zatvorenim sustavima grijanja. Membranske ekspanzijske posude moraju odgovarati odredbama EN 13 831 i djelovati tako da porast temperature do najveće pogonske vrijednosti ne dovodi do povećanja tlaka u sustavu kod kojeg će djelovati sigurnosni ventil i/ili graničnik tlaka. Dimenzioniraju se tako da ne može doći do prekoračenja najveće dopuštene temperature koju je odredio proizvođač. Ugrađuju se u povratni vod ili na najniže mjesto u sustavu, pri čemu valja voditi računa o uputama proizvođača, a isto tako moraju biti zaštićene od smrzavanja. Između njih i izvora topline ne smije se nalaziti zaporni element, osim ako postoji potreba za revizijom, ali se tada mora spriječiti njegovo neovlašteno zatvaranje. [1]

Za odabir ekspanzijske posude potrebno je proračunati volumen vode u sustavu. U praksi postoje približne metode koje se koriste za brzi izračun vode u sustavu ili kada nisu dostupne sve informacije o sustavu grijanja. U ovom slučaju su poznate sve informacije o sustavu grijanja te je sustav grijanja relativno jednostavan, što omogućava precizno određivanje količine vode u sustavu, samim time i točan odabir ekspanzijske posude. Na slici 2.10 prikazani su volumeni pojedinih dijelova sustava.

Tablica 2.10 Volumen vode u sustavu

| Volumen vode sustava |              |                      |
|----------------------|--------------|----------------------|
| V podno              | 0,481        | m <sup>3</sup>       |
| V kolektori          | 0,020        | m <sup>3</sup>       |
| V radijatori         | 0,035        | m <sup>3</sup>       |
| V cijevi             | 0,147        | m <sup>3</sup>       |
| <b>V uk</b>          | <b>0,683</b> | <b>m<sup>3</sup></b> |

Proračun ekspanzijske posude proveden je prema uputama iz [1], a sve odabrane i dobivene vrijednosti prikazane su u tablici 2.11. Odabrana je membranska ekspanzijska posuda Reflex N80. Tehnički podaci odabrane ekspanzijske posude prikazani su na slici 2.10.

U kompaktnoj toplinskoj stanici predviđen je priključak za ekspanzijski uređaj dimenzioniran prema njenom nominalnom toplinskom učinku.

Tablica 2.11 Dimenzioniranje i odabir ekspanzijske posude

| ekspanzijska posuda |        |     |
|---------------------|--------|-----|
| Va                  | 0,683  | m3  |
| n                   | 0,545  |     |
| Ve                  | 0,004  | m3  |
| pe                  | 6      | bar |
| h sys               | 19,2   | m   |
| h dod               | 1,5    | m   |
| po                  | 2,07   | bar |
| Vv                  | 0,0003 | m3  |
| Vn,min              | 0,007  | m3  |
| Vn                  | 0,08   | m3  |
| pf,min              | 2,08   | bar |
| pf,max              | 5,30   | bar |
| <b>Reflex N80</b>   |        |     |

### Merkmale

Type: N 80  
 Nominal volume: 80 l  
 Useful volume max: 72 l  
 perm. flow temp. supp. Ins.: 120 °C  
 perm. op. temp. diaphragm: 70 °C  
 perm. op. overpressure: 6 bar  
 Gas inlet press. Ex works: 1,5 bar  
 Diameter: 512 mm  
 Height: 566 mm  
 Net weight: 13,28 kg  
 System connection: R 1  
 Colour: grau



Slika 2.10 Ekspanzijska posuda i njezini tehnički podaci [10]

## 2.6. Regulacija sustava grijanja

U sustav grijanja treba ugraditi i automatsku regulaciju za potpuno automatski rad postrojenja. Automatska regulacija osigurava da sustav radi u potpunosti bez prisustva osobe koja bi upravljala sustavom. Potrebno je samo redovno održavanje koje uključuje kontrolu prije i nakon sezone grijanja te popravak u slučaju kvara.

Regulacija se dijeli na tri odvojena sustava regulacije koji nisu direktno povezani (Regulacija primarnog kruga kompaktne toplinske stanice, regulacija sekundarnog kruga grijanja zgrade, regulacija dogrijača zraka u ventilacijskoj jedinici). Svaki sustav regulacije posjeduje osjetnike koji šalju signal upravljačkom uređaju koji upravlja regulacijskim ventilima i pumpom.

### 2.6.1. Regulacija primarnog kruga kompaktne toplinske stanice

Izmjena topline između medija primarnog i sekundarnog kruga regulira se u izmjenjivaču topline tipa ALFA LAVAL Tip CB 26-34H regulacijskim ventilom VVG 44.15-1,6 proizvođača SIEMENS preko električkog aktuatora SQS 35.50-napon 230V. Aktuatorom upravlja signal koji dobiva od regulatora daljinskog grijanja RVD 235-napon 230 V smještenog u elektro ormariću. Osnovni ulazni signali koje dobiva regulator su s osjetnika temperature smještenog na polazu sekundara i vanjskog termometra. Korekcijski signal je namještena krivulja maksimalne temperature povrata primara zavisno od vanjske temperature. Protok u primaru limitiran je na zadanu vrijednost, a to se izvodi preko regulatora diferencijalnog tlaka- tip AVP 15 NP 16 proizvođača Danfoss. [11]

### 2.6.2. Regulacija sekundarnog kruga grijanja zgrade

Cirkulaciju vode u sekundaru osigurava elektronički regulirana crpka. Glavna karakteristika ovih "pametnih" crpki je da samostalno reguliraju brzinu vrtnje motora na temelju promjene hidrauličkog tlaka mreže grijanja. Odaziv je da se pri povećanju otpora sustava smanji snaga crpke i obrnuto. [11]

Sustav regulacije mora precizno raditi kako se ne bi narušila toplinska ugodnost.

Regulacija se vrši promjenom protoka tople vode kroz petlje. PIPELIFE regulatori pojedinačnih prostorija rade na on-off principu, što znači kada osjetna temperatura u prostoru padne ispod zadane vrijednosti ventili petlje tog prostora se uz pomoć podesnog pogona FT-STAG automatski otvaraju propuštajući tako protok tople vode kroz petlju. Kod prekoračenja zadane vrijednosti ventil se kompletno zatvara. Aktualno podešenje ventila prikazano je na prozoru kućišta (crveno znači da je ventil zatvoren, a crno da je otvoren). Ventil se nalazi na povratu petlje podnog grijanja u podžbuknom ormariću. Bežični termostat sa satom FT-CLT1 konstantno mjeri temperaturu prostorije i uspoređuje je sa zadanom vrijednosti. Kod odstupanja od

zadane vrijednosti senzor šalje signale preko regulacijskog prijemnika u podesni pogon. Bežični regulacijski prijemnik FT-FRV6BA smješten je u ormarić podnog grijanja i na njega se spajaju podesni pogoni. Broj podesnih pogona koji se spajaju na regulacijski prijemnik nije ograničen ali regulacijski prijemnik može upravljati do 6 zona. Regulacijski prijemnici svih stanova žično si povezani s crpkom kruga grijanja te prekidaju rad pumpe ukoliko su svi podesni pogoni u zgradi zatvoreni.

### 2.6.3. Regulacija dogrijača zraka u ventilacijskoj jedinici

Dogrijač zraka nalazi se iza rekuperatora na tlačnoj strani i zagrijava zrak na temperaturu 18°C ukoliko je temperatura nakon rekuperatora preniska. Temperaturni osjetnik nalazi se u tlačnom kanalu iza dogrijača. Osjetnik šalje signal regulatoru koji upravlja elektromotornim ventilom. Ovisno o temperaturi u tlačnom kanalu, elektromotorni ventil propušta veću ili manji količinu tople vode kroz dogrijač. Elektromotorni ventil je u stanju bez napajanja zatvoren te ukoliko ventilatori ne rade, prekinut će biti i protok kroz dogrijač.

## 2.7. Sustav mjerenja potrošnje

Bitan uvjet projektiranja u novije vrijeme je mjerenje potrošnje toplinske energije zasebno za svaku vlasničku cjelinu. Pri tome se sustav treba prilagoditi da se mjerenje vrši kalorimetrima, a ne toplinskim razdjelnicima kako bi bila pravednija raspodjela troškova.

Mjerenje potrošnje toplinske energije vrši se na primaru kompaktne toplinske stanice. Za raspodjelu troškova, kontrolno se mjeri i utrošena energija na ulazu u svaki stan te na priključcima grijača potrošne tople vode i zraka za ventilaciju zgrade.

### 2.7.1. Sustav mjerenja na primaru kompaktne toplinske stanice

Sustav mjerenja potrošnje toplinske energije na primaru kompaktne toplinske stanice, sastoji se od ultrazvučnog kalorimetra tipa 2WR5211-5CC10-6KB9 +R0P proizvođača Siemens. Kalorimetar se isporučuje zajedno s kompaktnom toplinskom stanicom. Nalazi se na povratu primara kompaktne toplinske stanice te mjeri ukupnu potrošnju toplinske energije cijele zgrade, uključujući grijanje za pripremu potrošne tople vode i potrošnje toplinske energije za dogrijavanje zraka u ventilacijskoj jedinici.

## 2.7.2. Sustav kontrolnog mjerenja

Sustav kontrolnog mjerenja sastoji se od ultrazvučnih kalorimetara UH50-A05-00 proizvođača Siemens postavljenih na vodu za grijač ventilacijskog sustava, vodu za grijač potrošne tople vode te na ulazu u svaki stan.

Razvod grijanja u zgradi napravljen je tako da je svaka grana namijenjena za jednu vlasničku cjelinu. Takav razvod olakšava priključivanje kalorimetara na svaku granu i mjerenje svake vlasničke cjeline zasebno. Svaka grana prije spajanja na ormarić podnog grijanja prvo izlazi u hodnik i prolazi kroz limeni ormarić sa staklenim oknom. U ormariću se postavljaju kalorimetri na povratni vod grijanja stana. Ormarić je smješten u hodnik radi lakšeg očitavanja potrošnje pojedinog stana, a okno na ormariću omogućava da se očitavanje može vršiti bez otvaranja ormarića.



### 3. SUSTAV PRIPREME POTROŠNE TOPLE VODE

Za pripremu potrošne tople vode (u daljnjem tekstu PTV) koristi se toplinska energija sunca. Alternativni izvor energije je priključak na vrelovodnu mrežu koji se odvaja u primaru kompaktne toplinske stanice. Priprema PTV-a je centralna, a spremnik se predviđa u strojarnici zgrade.

#### 3.1. Proračun PTV-a za potrebe stambene zgrade i odabir spremnika

Kako bi se mogli odrediti svi dijelovi sustava pripreme PTV-a prvo treba provesti proračun potrebe za PTV-om. Proračun potrebe za PTV-om provodi se prema broju osoba u stambenoj zgradi za srednju potrošnju od 30 l/(osoba dan) vode temperature 60°C prema preporuci u [16], a prikazano u tablici 3.1.

Prema preporuci proizvođača solarnih kolektora [13] odabire se spremnik PTV-a tako da pokriva dvodnevnu potrošnju tople vode.

Tablica 3.1 Dimenzioniranje spremnika PTV-a

|                                 |                 |               |
|---------------------------------|-----------------|---------------|
| dnevna potrošnja PTV-a po osobi | 30              | l/(osoba dan) |
| broj osoba u zgradi             | 25              | osoba         |
| ukupna dnevna potrošnja PTV-a   | 750             | l/dan         |
| zaliha                          | 2               | dana          |
| volumen spremnika PTV-a         | 1500            | l             |
| <b>odabrani spremnik</b>        | <b>DUO 1500</b> |               |

Odabrani spremnik DUO 1500 proizvođača Solarni sistemi Horvatić j.d.o.o. prikazan je na slici 3.1.

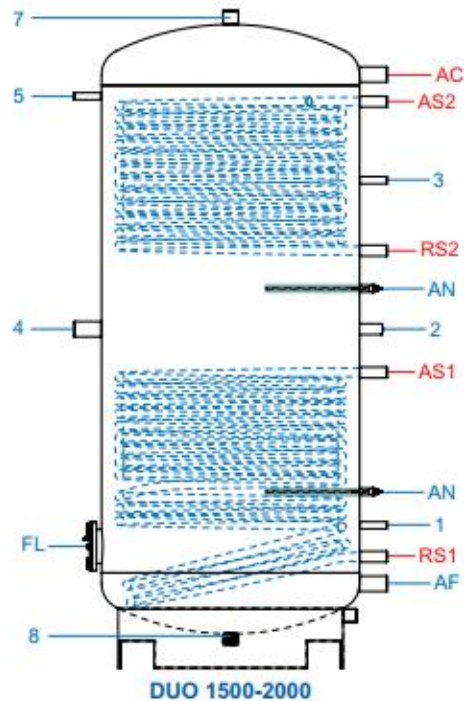
Spremnik je u bivalentnoj izvedbi, odnosno posjeduje dva izmjenjivača. Jedan izmjenjivač je za priključak na solarni sustav, a drugi za priključak na vrelovod.

Proračun potrebne topline za zagrijavanje PTV-a:

$$Q = \frac{V * \rho * c_w * (t_s - t_{hw})}{3600} \quad (3.1.)$$

$$Q = \frac{1,5 * 1000 * 4,178 * (60 - 12)}{3600}$$

$$Q = 83,56 \text{ kWh}$$



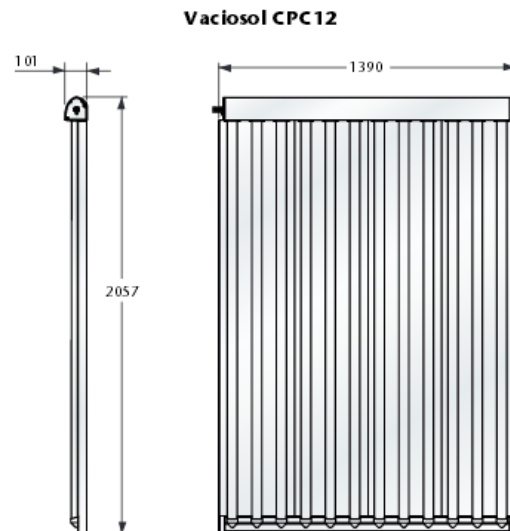
Slika 3.1 Bivalentni akumulacijski spremnik PTV-a DUO 1500 [12]

### 3.2. Dimenzioniranje i odabir solarnih kolektora

Na izbor veličine polja kolektora solarne instalacije za pripremu PTV-a, utječu sljedeći faktori:

- lokacija,
- kut nagiba kolektora,
- usmjerenost kolektora (prema jugu),
- profil potrošnje tople vode.

Odabrani kolektori su vakuumski solarni kolektori Vaciosol CPC12 proizvođača Buderus prikazani na slici 3.2. Kolektori su orijentirani prema jugu pod kutem od 45°. Podaci odabranih solarnih kolektora nalaze se u tablici 3.3.



Slika 3.2 Vakuumski solarni kolektor Vaciosol CPC12 [13]

| Vakuumski cijevni kolektori Vaciosol   |                    |                                      | CPC6                         | CPC12 |
|--|--------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------|
| Broj vakuumskih cijevi   |                    |                                      | 6                            | 12    |
| Način montaže  |                    |                                      | vertikalno                   |       |
| Vanjska površina (bruto površina)  | m <sup>2</sup>     |                                      | 1,43                         | 2,82  |
| Prozirna površina (površina za prolaz svijetla)  | m <sup>2</sup>     |                                      | 1,28                         | 2,56  |
| Zapremina apsorbera  | l                  |                                      | 0,97                         | 1,91  |
| Selektivnost   | Stupanj apsorpcije | %                                    | > 95                         |       |
|  | Stupanj emisije    | %                                    | < 5                          |       |
| Težina   |                    | kg                                   | 24                           | 46    |
| Stupanj djelovanja   | $\eta_b$           | %                                    | 66,5                         |       |
| Efektivni koeficijent prolaza topline  | k1                 | W/(m <sup>2</sup> · K)               | 0,721                        |       |
|  | k2                 | W/(m <sup>2</sup> · K <sup>2</sup> ) | 0,006                        |       |
| Toplinski kapacitet  | c                  | kJ/(m <sup>2</sup> · K)              | 7,974                        |       |
| Nazivni protok   | $\dot{V}$          | l/h                                  | 46                           | 92    |
| Temperatura u stanju mirovanja solarne instalacije   |                    | °C                                   | 295                          |       |
| Max. radni pretlak (ispitni tlak)  |                    | bar                                  | 10                           |       |
| Toplinska energija prikupljena pomoću kolektora (Mindestertragsnachweis <sup>1)</sup> von 525 kWh/(m <sup>2</sup> · a) für BAFA) |                    |                                      | > 525                        |       |
| EG-ispitivanje konstrukcijskog uzorka  |                    |                                      | Z-DDK-MUC-04-1 0002991 9-005 |       |

Slika 3.3 Tehnički podaci za vakuumske cijevne kolektore Vaciosol CPC [13]

Proračun potrebne površine kolektora proveden je u računalnom programu Excel (tablica 3.2.) prema [17]

Tablica 3.2 Određivanje broja kolektora

| mjesec | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $h$    | 10   | 12   | 14   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   | 14   | 13   | 12   | 10   |
| $IT$   | 1607 | 2434 | 3453 | 4310 | 4628 | 4820 | 5020 | 4920 | 4390 | 2854 | 1575 | 1339 |
| $t_i$  | 30   | 35   | 37   | 40   | 45   | 50   | 50   | 50   | 50   | 37   | 30   | 27   |
| $t_o$  | -1   | 0    | 6    | 12   | 17   | 23   | 26   | 27   | 22   | 16   | 9    | 1    |
| $A_k$  | 75,5 | 48,9 | 33,1 | 26,1 | 24,1 | 23,0 | 21,9 | 22,3 | 25,3 | 39,1 | 74,8 | 90,6 |
| $n$    | 29   | 19   | 13   | 10   | 9    | 9    | 9    | 9    | 10   | 15   | 29   | 35   |

$h$ - prosječni mjesečni broj dnevnih sati u 24 sata

$I_t$ - sunčevo ozračenje [kWh/(m<sup>2</sup>dan)]

$t_i$ - ulazna temperatura vode [°C]

$t_o$ - temperatura vanjskog zraka [°C]

$A_K$ - potrebna površina kolektora [m<sup>2</sup>]

$n$ - potreban broj kolektora CPC12 ( $A_{kol}=2,56\text{m}^2$ )

Podaci korišteni za proračun:

$F_R$ - koeficijent predavanja topline kolektora = 0,8 [-]

$T\alpha$ - produkt transmisije i apsorpcije = 0,92 [-]

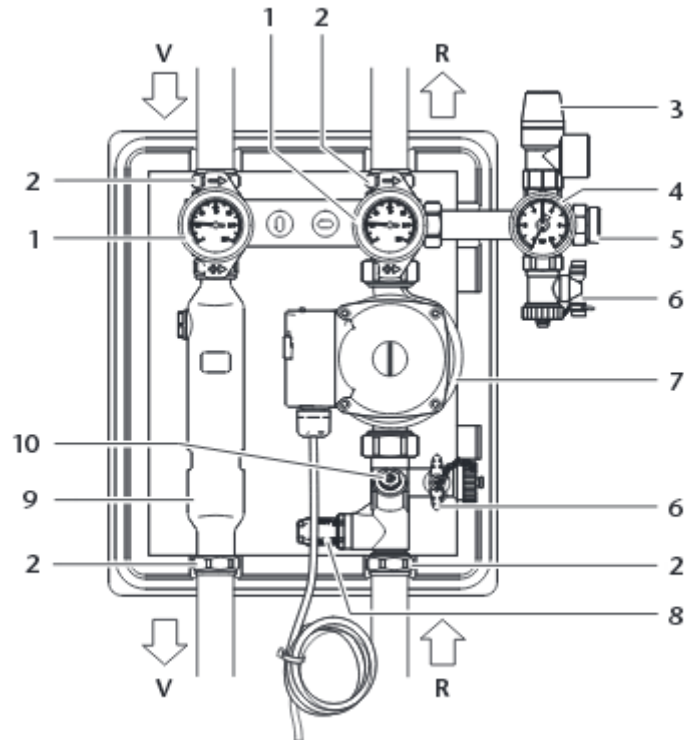
$k_L$ - koeficijent ukupnih toplinskih gubitaka kolektora = 0,721 [kWh/(m<sup>2</sup>K)]

$Q$ - potrebna energija za zagrijavanje PTV-a = 83,56 [kWh]

Proračunom je određena potrebna površina kolektora za potpuno pokrivanje potrebne topline za pripremu PTV-a za svaki mjesec zasebno. Određeno je da 10 vakuumskih kolektora u potpunosti pokrivaju potrebe za zagrijavanje PTV-a u razdoblju od mjeseca travnja do rujna. Ostatak godine se PTV zagrijava većim dijelom pomoću vrelovoda, a solarni kolektori rade kao pomoćni izvor energije u danima kada ima dovoljno sunčeve energije.

### 3.3. Dimenzioniranje i odabir pumpne stanice

Solarna oumpna stanica prikazana je na slici 3.4.



Slika 3.4 Konstrukcijska izvedba kompletne stanice [13]

Oznake na slici 3.4.

V – Polazni vod od kolektora do spremnika

R - Povratni vod od spremnika do kolektora

1 - Kuglasta slavina s termometrom i integriranom gravitacijskom kočnicom

Položaj 0° = gravitacijska kočnica je spremna za funkciju, kuglasta slavina je otvorena

Položaj 45° = gravitacijska kočnica je ručno otvorena

Položaj 90° = kuglasta slavina je zatvorena

2 - Navojni spoj sa steznim prstenom (svi priključci polaznog i povratnog toka)

3 - Sigurnosni ventil

4 - Manometar

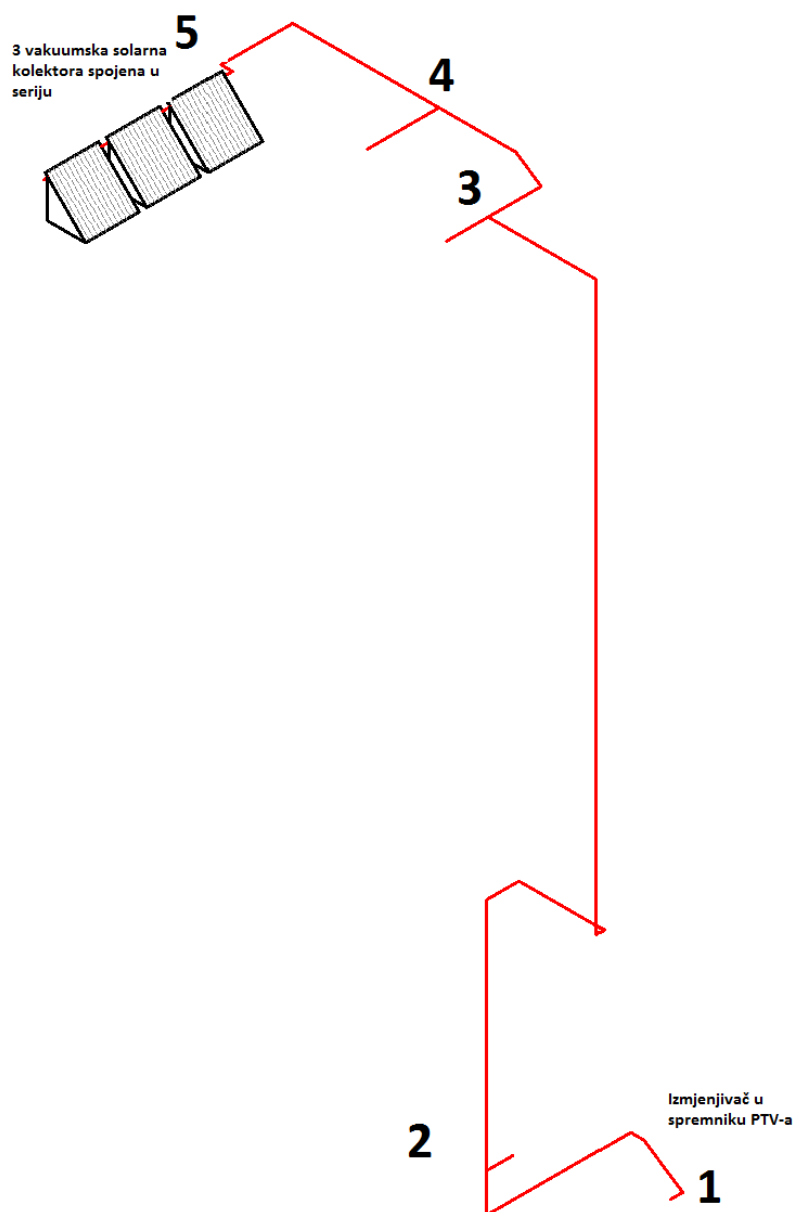
5 - Priključak za membransku ekspanzijsku posudu

6 - Slavina za punjenje i pražnjenje

- 7 - Pumpa solarnog kruga
- 8 - Pokazivač protoka
- 9 - Separator zraka
- 10 - Ventil za reguliranje/zaporni ventil

Pumpna stanica se odabire tako da pumpa koja je ugrađena u pumpnu stanicu zadovoljava karakteristike cjevovoda.

Protok kroz jedan solarni kolektor je  $0,92 \text{ m}^3/\text{h}$ , a sustav se sastoji od 10 kolektora te je potreban protok solarnog sustava  $9,2 \text{ m}^3/\text{h}$ . Pad tlaka koji pumpa mora zadovoljiti određuje se za kritičnu dionicu prema slici 3.5.



Slika 3.5 Kritična dionica solarnog sustava

Tablica 3.3 Proračun pada tlaka kritične dionice

|             | volumski protok       | unutarnji promjer cijevi | površina poprečnog presjeka | brzina strujanja | duljina dionice | linijski otpor | linijski gubici | koeficijent oblika | lokalni gubici | ukupni gubici |
|-------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------|----------------|---------------|
| dionica     | V (m <sup>3</sup> /h) | du                       | A                           | w                | l               | R              | R x l           | Σζ                 | Z              |               |
| br          | m <sup>3</sup> /h     | mm                       | m <sup>2</sup>              | m/s              | m               | Pa/m           | Pa              |                    | Pa             | Pa            |
| 1-2         | 0,92                  | 25                       | 0,0005                      | 0,52             | 4,2             | 120            | 508             | 3                  | 407            | 915           |
| 2-3         | 0,92                  | 25                       | 0,0005                      | 0,52             | 73,0            | 120            | 8760            | 9                  | 1221           | 9981          |
| 3-4         | 0,46                  | 20                       | 0,0003                      | 0,41             | 7,0             | 110            | 770             | 2                  | 166            | 936           |
| 4-5         | 0,18                  | 13                       | 0,0001                      | 0,39             | 11,9            | 180            | 2149            | 0                  | 0              | 2149          |
| kolektor    | -                     | -                        | -                           | -                | -               | -              | -               | -                  | -              | 9000          |
| izmjenjivač | -                     | -                        | -                           | -                | -               | -              | -               | -                  | -              | 2500          |

**Δp= 25480**

Prema izračunatom protoku i padu tlaka u tablici 3.3 odabire se pumpna stanica Logasol KS0110 iz dijagrama proizvođača[13]. Tehnički podaci kompletne stanice nalaze se na slici 3.6.

| Kompletna stanica Logasol  |                              |       | KS0110               |
|--|------------------------------|-------|----------------------|
| Broj potrošača   |                              |       | 1                    |
| Dimenzije kućišta  | Visina H                     | mm    | 355                  |
|  | Širina B                     | mm    | 290                  |
|  | Dubina T                     | mm    | 235                  |
| Detaljne mjere   | A                            | mm    | 130                  |
|  | C                            | mm    | 80                   |
|  | E                            | mm    | 50                   |
| Priključna dimenzija bakrene cijevi (navojni spoj sa steznim prstenom) | Polazni tok/<br>povratni tok | mm    | 22 × 1               |
| Priključak ekspanzijske posude   |                              |       | ¾"                   |
| Sigurnosni ventil  |                              | bar   | 6                    |
| Cirkulacijska pumpa  | Tip                          |       | Grundfos Solar 15-70 |
|  | Dužina                       | mm    | 130                  |
| Električno napajanje   |                              | V AC  | 230                  |
| Frekvencija  |                              | Hz    | 50                   |
| Max. primljena snaga   |                              | W     | 125                  |
| Max. jačina struje   |                              | A     | 0,54                 |
| Područje podešavanja graničnika protoka                                |                              | l/min | 2-16                 |
| Težina   |                              | kg    | 7,1                  |

Slika 3.6 Tehnički podaci i dimenzije pumpne stanice Logasol KS0110 [13]

### 3.4. Dimenzioniranje i odabir ekspanzijske posude

Dimenzioniranje ekspanzijske posude provodi se prema uputama proizvođača [13]. Za točan proračun ekspanzijske posude prvo se moraju odrediti volumeni vode u dijelovima instalacija, kako bi se nakon toga mogla izračunati veličina ekspanzijske posude. Izračun volumnih sadržaja prikazan je u tablici 3.4.

Tablica 3.4 Zapremnina čitavog solarnog sustava

|               |        | jed.<br>veličina<br>l | količina | ukupno<br>l |
|---------------|--------|-----------------------|----------|-------------|
| Vkolektora    |        | 1,91                  | 10       | 19,1        |
| Vcijevi       | 15x1   | 0,133                 | 20       | 2,66        |
|               | 22x1   | 0,314                 | 10,2     | 3,20        |
|               | 28x1,5 | 0,491                 | 75,8     | 37,22       |
| Vizmjenjivača |        | 4,2                   | 1        | 4,2         |
|               |        |                       | $V_A =$  | 66,38       |

$$V_{\min} \geq (V_A * 0,1 + V_{\text{Dampf}} * 1,25) * DF \quad (3.2.)$$

$$V_{\min} \geq (66,38 * 0,1 + 24 * 1,25) * 4,86$$

$$V_{\min} \geq 178 \text{ l}$$

$V_{\min}$  – minimalni volumen ekspanzijske posude

$V_A$  – zapremnina čitavog solarnog sustava

$V_{\text{Dampf}}$  – zapremnina kolektora i cjevovoda, koja se nalazi u području pare iznad donjeg ruba kolektora

$DF$  – faktor tlaka

Odabrana ekspanzijska membranska posuda Refleks N 200 s nominalnim volumenom 200 l, prikazana je na slici 3.7.

Da bi se sigurnosni sustav zaštitio od visokih temperatura, ekspanzijska posuda montira se 20 cm do 30 cm iznad pumpne stanice u povratnom toku.



## Merkmale

Type: N 200  
Nominal volume: 200 l  
Useful volume max: 180 l  
perm. flow temp. supp. Ins.: 120 °C  
perm. op. temp. diaphragm: 70 °C  
perm. op. overpressure: 6 bar  
Gas inlet press. Ex works: 1,5 bar  
Diameter: 634 mm  
Height: 758 mm  
Net weight: 23,08 kg  
System connection: R 1  
Colour: grau



Slika 3.7 Ekspanzijska posuda Reflex N 200 [10]

## 3.5. Regulacija

### 3.5.1. Regulacija solarnog kruga

Regulacija solarnog kruga sastoji se od temperaturnog osjetnika u donjem dijelu akumulacijskog spremnika, temperaturnog osjetnika u kolektoru i regulacijskog sklopa koji upravlja radom pumpe.

Regulacija solarne instalacije nadzire da li se solarna energija može akumulirati u solarnom spremniku. U tu svrhu, regulator uspoređuje temperaturu kolektora i temperaturu u donjem dijelu spremnika. Uz dovoljno sunčevo zračenje, tj. pri prekoračenju podešene temperaturne razlike između kolektora i spremnika, uključuje se cirkulacijska pumpa solarnog kruga i provodi se akumulacija vode u spremniku.

Nakon duljeg sunčevog zračenja i uz manju potrošnju tople vode, voda u spremniku dostigne gornju podešenu temperaturu te regulator isključuje pumpu.

Kada je sunčevo zračenje smanjeno dolazi do smanjenja brzine vrtnje pumpe, kako bi se medij koji prolazi kroz kolektor zagrijao na željenu temperaturu. Time se omogućava nastavak akumulacije vode u spremniku uz smanjenu potrošnju

električne energije. Solarna regulacija isključuje pumpu solarnog kruga tek kada je temperatura na izlazu iz kolektora preniska. [13]

### 3.5.2. Regulacija vrelovodnog grijača

Temperaturni osjetnik mjeri temperaturu vode u gornjem dijelu spremnika PTV-a te šalje signal regulacijskom uređaju. Regulacijski uređaj upravlja elektromagnetnim ventilom koji se nalazi na dolaznoj cijevi vrelovoda. Elektromagnetni ventil radi na on-off principu. Ako solarni krug ne može zagrijati vodu u spremniku temperatura u gornjem dijelu spremnika padne ispod zadane temperaturne granice, otvorit će se elektromagnetni ventil.

## 4. SUSTAV PRISILNE VENTILACIJE

### 4.1. Ventilacijski zahtjevi

Niskoenergetske zgrade izvode se tako da imaju jako malu infiltraciju kako bi se smanjili toplinski gubici. Smanjenom infiltracijom javlja se potreba za ugradnjom sustava ventilacije zgrade. Kako bi se održala kvaliteta zraka, zgrada se izvodi sa sustavom prisilne ventilacije. Ventilacijski zahtjevi određuju se prema broju ljudi u zgradi. Određeno je da u „neparnim“ stanovima boravi dvoje ljudi, a u „parnim“ troje. Količina dovedenog zraka po osobi je 50 m<sup>3</sup>/h. Dobavni zrak se dovodi u dnevne boravke i sobe, a povratni zrak se odsisava iz kupaonica i ulaznog dijela dnevnih boravaka.

Odabrani protoci zraka po prostorijama i stanovima prikazani su u tablici 4.1.

Tablica 4.1 Odabrana količina zraka po prostorijama i stanovima

|        | Prostorija |                | Vrsta ventilacije | Količina          | Ukupno            |
|--------|------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | Oznaka     | Naziv          | -                 | m <sup>3</sup> /h | m <sup>3</sup> /h |
| Stan 1 | s1.at      | atelier        | tlak/odsis        | 100/60            | 100/100           |
|        | s1.wc      | kupaonica      | odsis             | 40                |                   |
| Stan 2 | s2.g       | galerija       | tlak/odsis        | 150/110           | 150/150           |
|        | s2.wc      | kupaonica      | odsis             | 40                |                   |
| Stan 3 | s3.db      | Dnevni boravak | tlak/odsis        | 100/60            | 100/100           |
|        | s3.k       | kuhinja        | -                 | -                 |                   |
|        | s3.wc      | kupaonica      | odsis             | 40                |                   |
| Stan 4 | s4.db      | Dnevni boravak | tlak/odsis        | 70/70             | 150/150           |
|        | s4.s1      | Soba 1         | tlak              | 40                |                   |
|        | s4.s2      | Soba 2         | tlak              | 40                |                   |
|        | s4.wc2     | kupaonica      | odsis             | 40                |                   |
| Stan 5 | s5.db      | Dnevni boravak | tlak/odsis        | 60/60             | 100/100           |
|        | s5.k       | kuhinja        | -                 | -                 |                   |
|        | s5.s       | Soba           | tlak              | 40                |                   |
|        | s5.wc      | kupaonica      | odsis             | 40                |                   |
| Stan 6 | s6.db      | Dnevni boravak | tlak/odsis        | 40/70             | 150/150           |
|        | s6.s1      | Soba           | tlak              | 40                |                   |
|        | s6.s2      | Soba           | tlak              | 40                |                   |
|        | s6.s3      | Soba           | tlak              | 30                |                   |
|        | s6.wc1     | kupaonica      | odsis             | 40                |                   |
|        | s6.wc2     | kupaonica      | odsis             | 40                |                   |
| Stan 7 | s7.db      | Dnevni boravak | tlak/odsis        | 100/60            | 100/100           |
|        | s7.k       | kuhinja        | -                 | -                 |                   |
|        | s7.wc      | kupaonica      | odsis             | 40                |                   |

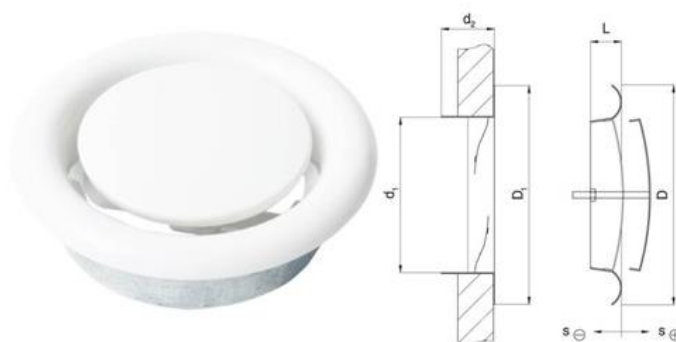
|         |        |                |            |         |         |
|---------|--------|----------------|------------|---------|---------|
| Stan 8  | s8.db  | Dnevni boravak | tlak/odsis | 150/110 | 150/150 |
|         | s8.wc  | kupaonica      | odsis      | 40      |         |
| Stan 9  | s9.db  | Dnevni boravak | tlak/odsis | 100/60  | 100/100 |
|         | s9.wc  | kupaonica      | odsis      | 40      |         |
| Stan 10 | s10.db | Dnevni boravak | tlak/odsis | 150/110 | 150/150 |
|         | s10.wc | kupaonica      | odsis      | 40      |         |

## 4.2. Odabir komponenata ventilacijskog sustava

Odabrane ventilacijske rešetke koje su postavljene u dnevnim boravcima i sobama su OAB 1-15 (slika 4.1). Dimenzije rešetke odabrane su tako da je brzina na rešetkama do 2 m/s te da je pad tlaka do 20 Pa. Rešetke su postavljene tako da ne dođe do direktnog prestrujavanja iz tlačnog u odsisni kanal. Za odsisavanje zraka iz kupaonica koriste se zračni ventili ZOV (slika 4.2).



Slika 4.1 Ventilacijska rešetka OAB 1-15 [14]



Slika 4.2 Zračni ventil ZOV [14]

S obzirom da protoci zraka nisu veliki, odabrani kanali su kružnog poprečnog presjeka tzv. spiro kanali. Spiro kanali imaju manji otpor strujanju i manje propuštanje

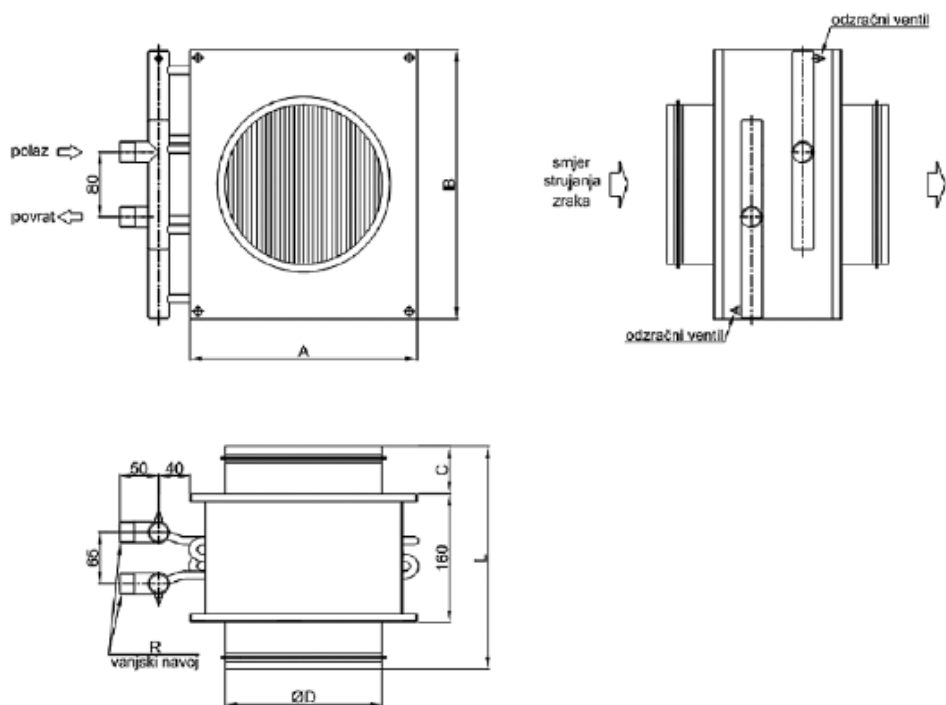
zraka od kanala s pravokutnim poprečnim presjekom. Kanali se vode stubištem do stanova te kroz spuštenu strop ulaznog dijela stana i kupaonica dolaze do rešetki i zračnih ventila.

Regulatori za održavanje konstantnog volumnog protoka u ventilacijskom sustavu su RKP-C (slika 4.3).



Slika 4.3 Regulator konstantnog volumnog protoka RKP-C [14]

Toplovodni dogrijač zraka ventilacijskog sustava je CWW-315 (slika 4.4).



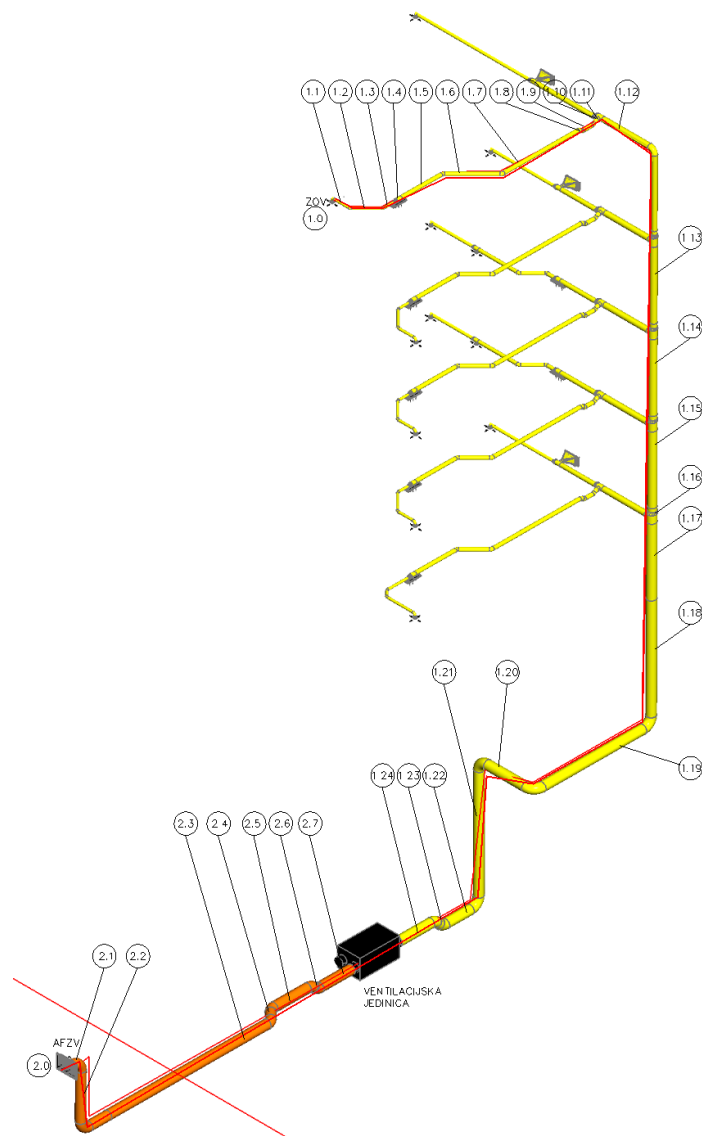
Slika 4.4 Dogrijač zraka CWW-315 [14]

Na kanale vanjskog i istrošenog zraka postavljene su fasadne protukišne rešetke AFŽV s ugrađenom žičanom mrežicom na stražnjoj strani.

Svi odabrani dijelovi ventilacijskog sustava, osim ventilacijske jedinice, su od proizvođača Klimaoprema [14], a njihove pozicije ugradnje jasno su prikazane u grafičkom dijelu projekta.

### 4.3. Proračun pada tlaka ventilacijskog sustava

Proračun pada tlaka ventilacijskog sustava proveden je u računalnom programu AX3000 za kritične dionice te je prikazan u tablicama 4.2 do 4.5. Na slikama su prikazani tlačni (slika 4.6) i odsisni (slika 4.5) kanali.



Slika 4.5

Prikaz kritične dionice odsisnog kanala

Tablica 4.2 Proračun pada tlaka u kanalu povratnog zraka

| DIONICA | VRSTA DIONICE | Dimenzije (mm) |     |     |     |     |     | V<br>m <sup>3</sup> /h | Brzina<br>m/s | R<br>Pa/m | Zeta | Pad tlaka     |              |
|---------|---------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|---------------|-----------|------|---------------|--------------|
|         |               | L/ $\alpha$    | a1  | b1  | a2  | b2  | a3  |                        |               |           |      | lokalni<br>Pa | ukupni<br>Pa |
|         |               |                | d1  | d2  | d3  | d4  |     |                        |               |           |      |               |              |
| ZOV     |               | 0              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,0                    | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 0,0           | 0,0          |
| 1.0     |               | 0              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 40,0                   | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 20,0          | 20,0         |
| 1.1     | Line          | 143            | 80  | 80  | 0   | 0   | 0   | 40,0                   | 2,2           | 1,2       | 0,0  | 0,2           | 20,2         |
| 1.2     | Line          | 673            | 80  | 80  | 80  | 0   | 0   | 40,0                   | 2,2           | 1,2       | 0,1  | 1,0           | 21,2         |
| 1.3     | Line          | 880            | 80  | 80  | 80  | 0   | 0   | 40,0                   | 2,2           | 1,2       | 0,1  | 1,3           | 22,5         |
| 1.4     | T             | 581            | 125 | 125 | 80  | 125 | 0   | 40,0                   | 2,2           | 1,2       | 0,3  | 2,2           | 24,8         |
| 1.5     | Line          | 1655           | 125 | 125 | 0   | 0   | 0   | 100,0                  | 2,3           | 0,7       | 0,0  | 1,2           | 26,0         |
| 1.6     | Line          | 927            | 125 | 125 | 125 | 0   | 0   | 100,0                  | 2,3           | 0,7       | 0,1  | 0,9           | 26,8         |
| 1.7     | Line          | 3374           | 125 | 125 | 125 | 0   | 0   | 100,0                  | 2,3           | 0,7       | 0,1  | 2,7           | 29,5         |
| 1.8     | Line          | 141            | 125 | 125 | 125 | 0   | 0   | 100,0                  | 2,3           | 0,7       | 0,1  | 0,3           | 29,8         |
| 1.9     | Line          | 440            | 125 | 125 | 125 | 0   | 0   | 100,0                  | 2,3           | 0,7       | 0,1  | 0,5           | 30,4         |
| 1.10    | Line          | 141            | 125 | 125 | 125 | 0   | 0   | 100,0                  | 2,3           | 0,7       | 0,1  | 0,3           | 30,7         |
| 1.11    | Branch        | 100            | 180 | 180 | 125 | 125 | 125 | 100,0                  | 2,3           | 0,7       | 2,5  | 7,7           | 38,4         |
| 1.12    | Branch        | 1927           | 250 | 250 | 180 | 180 | 180 | 250,0                  | 2,7           | 0,6       | 3,5  | 16,7          | 55,1         |
| 1.13    | Line          | 2650           | 250 | 250 | 0   | 0   | 0   | 750,0                  | 4,2           | 1,0       | 0,0  | 2,6           | 57,7         |
| 1.14    | T             | 350            | 280 | 280 | 250 | 280 | 0   | 750,0                  | 4,2           | 1,0       | 0,2  | 0,6           | 58,3         |
| 1.15    | Line          | 2650           | 280 | 280 | 0   | 0   | 0   | 1000,0                 | 4,5           | 0,9       | 0,0  | 2,5           | 60,7         |
| 1.16    | T             | 350            | 315 | 315 | 280 | 315 | 0   | 1000,0                 | 4,5           | 0,9       | 0,2  | 0,5           | 61,2         |
| 1.17    | Line          | 2650           | 315 | 315 | 0   | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,0  | 2,1           | 63,3         |
| 1.18    | Line          | 4134           | 315 | 315 | 0   | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,0  | 3,3           | 66,6         |
| 1.19    | Line          | 4419           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 4,3           | 70,9         |
| 1.20    | Line          | 2067           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 2,5           | 73,4         |
| 1.21    | Line          | 4740           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 4,6           | 78,0         |
| 1.22    | Line          | 1371           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 1,9           | 79,9         |
| 1.23    | Line          | 424            | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 1,2           | 81,1         |
| 1.24    | Line          | 1352           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 1,9           | 83,0         |
|         | dp-dyn.       | 0              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1250,0                 | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 11,9          | 0,0          |

Ukupno:

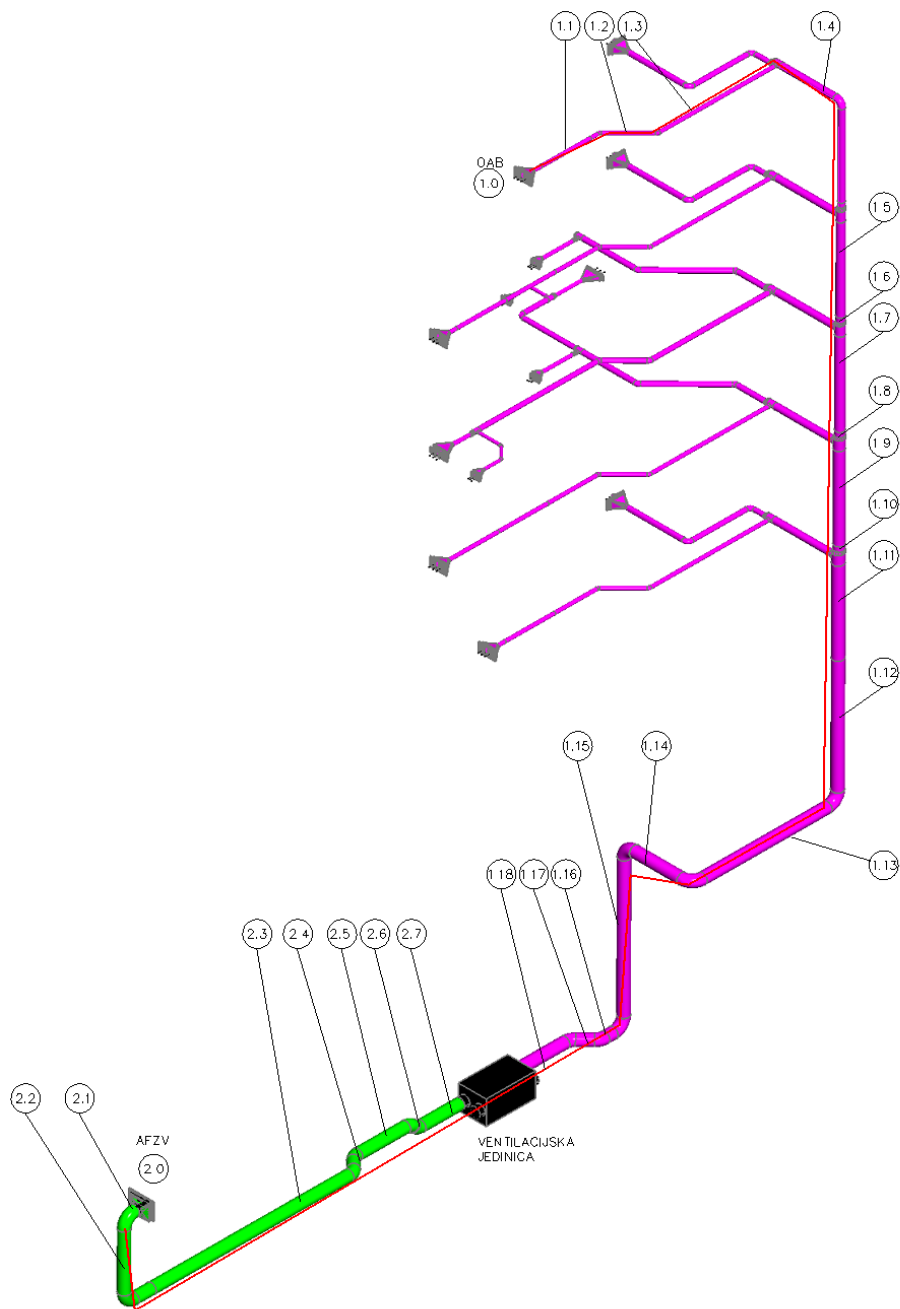
94,9 Pa

Tablica 4.3 Proračun pada tlaka u kanalu istrošenog zraka

| DIONICA | VRSTA DIONICE | Dimenzije (mm) |     |     |     |    |    | V<br>m <sup>3</sup> /h | Brzina<br>m/s | R<br>Pa/m | Zeta | Pad tlaka     |              |
|---------|---------------|----------------|-----|-----|-----|----|----|------------------------|---------------|-----------|------|---------------|--------------|
|         |               | L/ $\alpha$    | a1  | b1  | a2  | b2 | a3 |                        |               |           |      | lokalni<br>Pa | ukupni<br>Pa |
|         |               |                | d1  | d2  | d3  | d4 |    |                        |               |           |      |               |              |
| AFZV    |               | 0              | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0,0                    | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 0,0           | 0,0          |
| 2.0     |               | 0              | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1250,0                 | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 20,0          | 20,0         |
| 2.1     | Line          | 376            | 300 | 300 | 0   | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,0  | 0,4           | 20,4         |
| 2.2     | Line          | 2310           | 300 | 300 | 300 | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,1  | 3,3           | 23,7         |
| 2.3     | Line          | 7154           | 300 | 300 | 300 | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,1  | 8,2           | 31,9         |

|     |         |      |     |     |     |   |   |        |     |     |     |      |      |
|-----|---------|------|-----|-----|-----|---|---|--------|-----|-----|-----|------|------|
| 2.4 | Line    | 600  | 300 | 300 | 300 | 0 | 0 | 1250,0 | 4,9 | 1,0 | 0,1 | 1,6  | 33,6 |
| 2.5 | Line    | 1519 | 300 | 300 | 300 | 0 | 0 | 1250,0 | 4,9 | 1,0 | 0,1 | 2,5  | 36,1 |
| 2.6 | Line    | 297  | 300 | 300 | 300 | 0 | 0 | 1250,0 | 4,9 | 1,0 | 0,1 | 1,3  | 37,4 |
| 2.7 | Line    | 1309 | 300 | 300 | 300 | 0 | 0 | 1250,0 | 4,9 | 1,0 | 0,1 | 2,3  | 39,7 |
|     | dp-dyn. | 0    | 0   | 0   | 0   | 0 | 0 | 1250,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,5 | 0,0  |

|         |         |
|---------|---------|
| Ukupno: | 54,2 Pa |
|---------|---------|



Slika 4.6 Prikaz kritične dionice tlačnog kanala



Tablica 4.4 Proračun pada tlaka u kanalu dobavnog zraka

| DIONICA  | VRSTA DIONICE | Dimenzije (mm) |     |     |     |     |     | V<br>m <sup>3</sup> /h | Brzina<br>m/s | R<br>Pa/m | Zeta | Pad tlaka |        |
|----------|---------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|---------------|-----------|------|-----------|--------|
|          |               | L/ $\alpha$    | a1  | b1  | a2  | b2  | a3  |                        |               |           |      | lokalni   | ukupni |
|          |               |                | d1  | d2  | d3  | d4  |     |                        |               |           |      | Pa        | Pa     |
| OAB 1-15 |               | 0              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0,0                    | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 0,0       | 0,0    |
| 1.0      |               | 0              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 100,0                  | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 10,0      | 10,0   |
| 1.1      | Line          | 4891           | 100 | 100 | 0   | 0   | 0   | 100,0                  | 3,5           | 2,2       | 0,0  | 10,6      | 20,6   |
| 1.2      | Line          | 1095           | 100 | 100 | 100 | 0   | 0   | 100,0                  | 3,5           | 2,2       | 0,1  | 2,9       | 23,5   |
| 1.3      | Branch        | 3716           | 180 | 180 | 100 | 100 | 100 | 100,0                  | 3,5           | 2,2       | 2,1  | 23,6      | 47,1   |
| 1.4      | Branch        | 2037           | 224 | 224 | 180 | 180 | 180 | 250,0                  | 2,7           | 0,6       | 2,7  | 13,4      | 60,5   |
| 1.5      | Line          | 2650           | 224 | 224 | 0   | 0   | 0   | 500,0                  | 3,5           | 0,8       | 0,0  | 2,1       | 62,6   |
| 1.6      | Tee (Passage) | 350            | 250 | 250 | 224 | 250 | 0   | 500,0                  | 3,5           | 0,8       | 0,0  | 0,3       | 62,9   |
| 1.7      | Line          | 2650           | 250 | 250 | 0   | 0   | 0   | 750,0                  | 4,2           | 1,0       | 0,0  | 2,6       | 65,4   |
| 1.8      | Tee (Passage) | 350            | 280 | 280 | 250 | 280 | 0   | 750,0                  | 4,2           | 1,0       | 0,2  | 0,6       | 66,0   |
| 1.9      | Line          | 2650           | 280 | 280 | 0   | 0   | 0   | 1000,0                 | 4,5           | 0,9       | 0,0  | 2,5       | 68,5   |
| 1.10     | Tee (Passage) | 350            | 315 | 315 | 280 | 315 | 0   | 1000,0                 | 4,5           | 0,9       | 0,2  | 0,5       | 69,0   |
| 1.11     | Line          | 2650           | 315 | 315 | 0   | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,0  | 2,1       | 71,1   |
| 1.12     | Line          | 3784           | 315 | 315 | 0   | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,0  | 3,0       | 74,1   |
| 1.13     | Line          | 4419           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 4,3       | 78,4   |
| 1.14     | Line          | 2067           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 2,5       | 80,9   |
| 1.15     | Line          | 4790           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 4,6       | 85,5   |
| 1.16     | Line          | 696            | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 1,4       | 86,9   |
| 1.17     | Line          | 672            | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 1,4       | 88,3   |
| 1.18     | Line          | 1552           | 315 | 315 | 315 | 0   | 0   | 1250,0                 | 4,5           | 0,8       | 0,1  | 2,1       | 90,3   |
|          | dp-dyn.       | 0              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1250,0                 | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 11,9      | 0,0    |

Ukupno:

102,2 Pa

Tablica 4.5 Proračun pada tlaka u kanalu vanjskog zraka

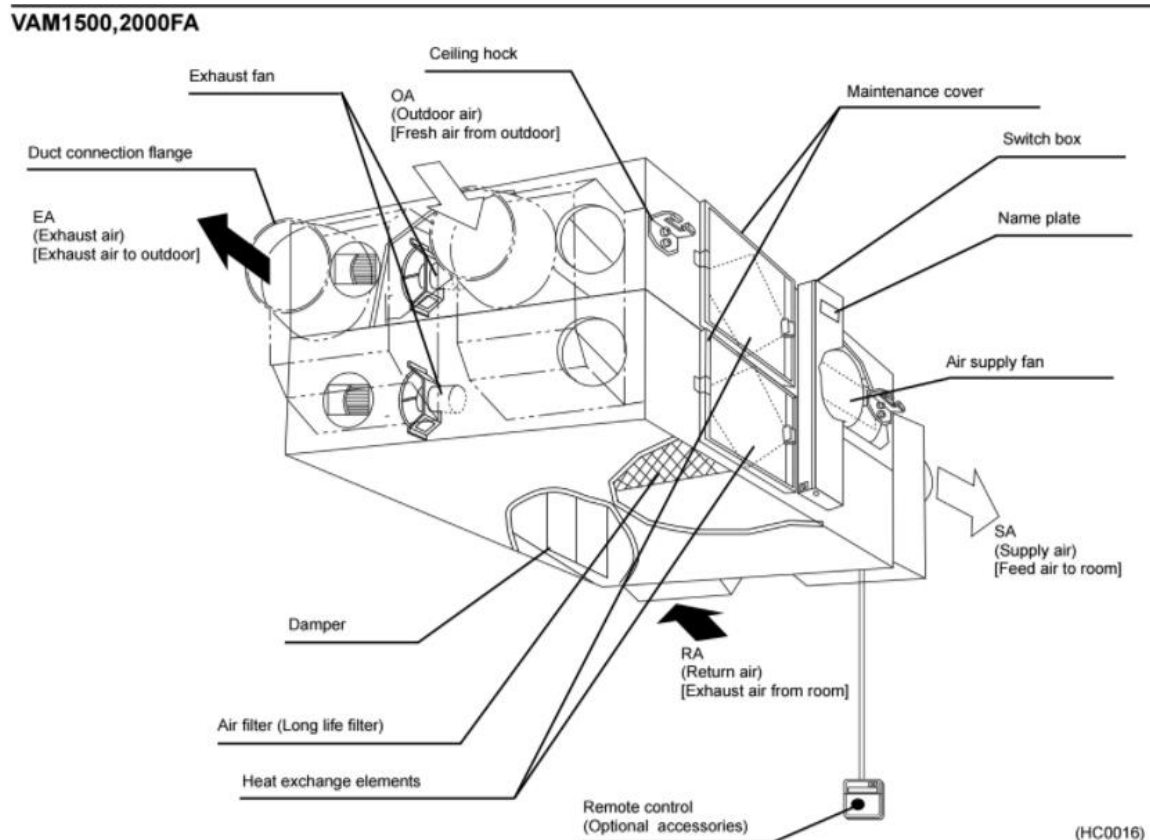
| DIONICA | VRSTA DIONICE | Dimenzije (mm) |     |     |     |    |    | V<br>m <sup>3</sup> /h | Brzina<br>m/s | R<br>Pa/m | Zeta | Pad tlaka |        |
|---------|---------------|----------------|-----|-----|-----|----|----|------------------------|---------------|-----------|------|-----------|--------|
|         |               | L/ $\alpha$    | a1  | b1  | a2  | b2 | a3 |                        |               |           |      | lokalni   | ukupni |
|         |               |                | d1  | d2  | d3  | d4 |    |                        |               |           |      | Pa        | Pa     |
| AFZV    |               | 0              | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0,0                    | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 0,0       | 0,0    |
| 2.0     |               | 0              | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1250,0                 | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 20,0      | 20,0   |
| 2.1     | Line          | 191            | 300 | 300 | 0   | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,0  | 0,2       | 20,2   |
| 2.2     | Line          | 2310           | 300 | 300 | 300 | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,1  | 3,3       | 23,5   |
| 2.3     | Line          | 6960           | 300 | 300 | 300 | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,1  | 8,0       | 31,6   |
| 2.4     | Line          | 600            | 300 | 300 | 300 | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,1  | 1,6       | 33,2   |
| 2.5     | Line          | 1714           | 300 | 300 | 300 | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,1  | 2,7       | 35,9   |
| 2.6     | Line          | 297            | 300 | 300 | 300 | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,1  | 1,3       | 37,2   |
| 2.7     | Line          | 1309           | 300 | 300 | 300 | 0  | 0  | 1250,0                 | 4,9           | 1,0       | 0,1  | 2,3       | 39,6   |
|         | dp-dyn.       | 0              | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1250,0                 | 0,0           | 0,0       | 0,0  | 14,5      | 0,0    |

Ukupno:

54,0 Pa

## 4.4. Odabir ventilacijske jedinice

Ventilacijska jedinica odabire se prema potrebnom volumnom protoku. Tlačni i odsisni ventilatori odabrane ventilacijske jedinice moraju imati raspoloživi tlak veći od izračunatog pada tlaka ventilacijskog sustava. Prema ventilacijskom zahtjevu, ukupni potrebni volumni protok zraka je 1250 m<sup>3</sup>/h te se odabire ventilacijska jedinica VAM1500 proizvođača Daikin s nazivnim protokom zraka od 1500 m<sup>3</sup>/h. VAM1500 je podstropni ventilacijski uređaj s rekuperatorskim izmjenjivačem, što se vidi iz slike 4.7.



Slika 4.7 Odabrani ventilacijski uređaj VAM1500 [15]

Tehničke karakteristike ventilacijskog uređaja:

|                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| Tip:                         | VAM1500                |
| Protok zraka:                | 1500 m <sup>3</sup> /h |
| Raspoloživi tlak (eksterni): | 260 Pa                 |
| Brzine ventilatora:          | 3                      |
| Stupanj povrata topline:     | 78%                    |
| Priključak za kanale:        | Ø250                   |
| Dimenzije uređaja:           | 852x726x621 mm         |

Temperatura dobavnog zraka, za projektne uvjete, nakon rekuperacije, iznosi 12,8°C, a odrađene temperatura ubacivanja je 18°C, što za 1250 m<sup>3</sup>/h protoka zraka zahtjeva 2,17 kW. Dobavni zrak će se dogrijati na odabranom dogrijaču zraka CWW-315 kapaciteta 3,3 kW pri temperaturnom režimu 35/30°C.

## 5. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA

Projekt sustava grijanja izveden je za stambenu zgradu na području Grada Zagreba prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Zgrada se sastoji od 7 etaža (podrum, prizemlje, prvi kat, drugi kat, treći kat, četvrti kat i potkrovlje) ukupne tlocrtne površine 700 m<sup>2</sup>. Na etažama od prvog kata do potkrovlja nalaze se po dva grijana stana. U podrumu zgrade se nalazi strojarnica gdje je smještena većina opreme.

### 5.1. Tehnički opis sustava grijanja

Sustav grijanja je izveden kao centralni toplovodni s prisilnom cirkulacijom i površinskim grijanjem temperaturnog režima 35/30°C. Izvor topline je kompaktna toplinska stanica KTS-50. U kompaktnoj toplinskoj stanici se nalazi izmjenjivač topline Tip CB 26-34H u kojem se odvija prijenos topline iz primarnog u sekundarni krug. U kompaktnu toplinsku stanicu je ugrađena pumpa MAGNA1 32-80 koja cirkulira vodu u krugu potrošača. Za održavanje tlaka u sustavu unutar zadanih granica ugrađena je ekspanzijska posuda Reflex N 80 spojena na povratni vod. Razvod od strojarnice do ormarića podnog grijanja je izveden izoliranim čeličnim cijevima. Podno grijanje je u izvedbi sustava postavljanja na mokro, a cijevi PE-Xc dimenzija 18x2,0 mm su pozicionirane uz pomoć sustava „ploča s čepovima“. Podno grijanje je upravljano regulacijom na on-off principu odnosno kada je temperatura u prostoriji niža od zadane podesni pogoni će otvoriti ventile na povratnom vodu podne petlje, a kada temperatura prostorije dosegne postavljenu vrijednost ventil se zatvara.

### 5.2. Tehnički opis sustava pripreme potrošne tople vode

Za pripremu potrošne tople vode koristi se centralni akumulacijski sustav s bivalentnim spremnikom koji se zagrijava solarnim kolektorima. Izračunata dnevna potreba za potrošnom toplom vodom je 750 litara te je odabran spremnik DUO1500 zapremnine 1500 litara. U spremniku se nalaze dva izmjenjivača. Donji izmjenjivač za zagrijavanje PTV-a solarnim sustavom i gornji za zagrijavanje PTV-a vrelovodom. Solarni sustav se sastoji od 10 vakuumskih solarnih kolektora Vaciosol CPC12 smještenih na krovu zgrade. Solarni kolektori orijentirani su prema jugu i nagnuti pod kutem su od 45° od horizontale. Kolektori su dimenzionirani tako da pokrivaju cjelokupnu potrebu za PTV-om tijekom šest mjeseci u godini. Protok medija kroz solarne kolektore regulira pumpa solarnog kruga Grundfos Solar 15-70 koja je smještena u solarnoj pumpnoj stanici KS0110. Medij u solarnom krugu je smjesa u omjeru 65% vode i 35% propilen-glikola. Ekspanzijska posuda solarnog kruga Reflex N 200 spojena je na povratni vod u pumpnoj stanici. U doba godine kada nema dovoljno sunčeve energije priprema PTV-a odvija se preko gornjeg izmjenjivača u akumulacijskom spremniku koji je spojen na vrelovod. Kada temperaturni osjetnik javi

regulatoru da je temperatura u spremniku ispod zadane vrijednosti, regulator će otvoriti ventil te propustiti vodu kroz izmjenjivač.

### 5.3. Tehnički opis sustava ventilacije

Za ventiliranje zgrade koristi se ventilacijski uređaj s rekuperatorom zraka VAM1500 smješten u podrumu. Ventilacijski uređaj preko rekuperatora zraka zagrijava vanjski zrak toplinom povratnog zraka. Dobavni zrak nakon rekuperacije zagrijava se na toplovodnom dogrijaču CWW-315. Zagrijani zrak vodi se spiro kanalima kroz stubište te se na svakom katu odvaja po jedna grana za svaki stan. Na ulazu u svaki stan nalaze se regulatori za održavanje konstantnog volumnog protoka RKP-C koji su namješteni da ne propuštaju više zraka nego što je to projektom predviđeno za taj stan. Kanali se vode u spušenom stropu ulaznih dijelova stana do dobavnih ventilacijskih rešetki OAB 1-15. Odsis zraka iz prostorija odvija se preko zračnih ventila ZOV u kupaonicama, a u ulaznim dijelovima stana preko odsisnih ventilacijskih rešetki OAB 1-15. Odsisni zrak odvodi se spiro kanalima nazad do ventilacijske jedinice u podrumu, a istrošeni zrak izbacuje se u okoliš preko fasadnih protukišnih rešetki AFŽV. Svi kanali ventilacijskog razvoda su izolirani. Ventilacijski uređaj posjeduje zaobilazni vod (bypass) te u slučaju temperaturne razlike vanjskog i unutarnjeg zraka manje od 4°C, povratni i vanjski zrak ne prolaze kroz rekuperator, čime se štedi energija za pogon ventilatora.

## 6. ZAKLJUČAK

U ovom radu izrađeno je projektno rješenje termotehničkog sustava grijanja i ventilacije stambene zgrade s deset stanova na području grada Zagreba. Projektno rješenje obuhvaća i pripremu potrošne tople vode.

Cilj izrade rada je bio napraviti energetske učinkovitu zgradu koja bi koristila obnovljive izvore energije u skladu sa svojim mogućnostima. Također, pri projektiranju su korišteni energetske učinkoviti sustavi.

Stambena zgrada zadovoljava niskoenergetske standarde s prosječnim projektom toplinskim gubicima od  $37 \text{ W/m}^2$  stambenog prostora.

Toplinska energija za potrebe grijanja zgrade dobiva se iz gradske vrelovodne mreže, a toplinska energija gradskog vrelovoda dobivena je iz kogeneracijskog postrojenja. Za pripremu potrošne tople vode koristi se solarna energija koja pokriva 65% godišnje potrebe za toplinskom energijom, a u razdoblju od mjeseca travnja do mjeseca rujna u potpunosti pokriva svu potrebnu energiju. Zrak za ventilaciju zgrade priprema se preko sustava povrata topline i toplovodnog grijača.

Za izvor topline odabrana je kompaktna toplinska stanica s priključkom na gradsku vrelovodnu mrežu koja za potrebe zgrade osigurava 33.5 kW kapaciteta. Kompaktna toplinska stanica preko izmjenjivača topline zagrijava vodu u sekundarnom sustavu na niskotemperaturni režim  $35/30^\circ\text{C}$ . Niskotemperaturnim režimom postiže se da se toplinski gubici u izoliranom cjevovodu svedu na minimum. Također, niskotemperaturni režim  $35/30^\circ\text{C}$  pogodan je za površinsko grijanje. Za ogrjevno tijelo odabrano je podno grijanje koje zbog svoje izvedbe predaje toplinu prostoriji zračenjem, što stvara visoku ugodnost boravka u zgradi.

Za osiguranje kvalitete zraka u zgradi predviđena je mehanička ventilacija prema ventilacijskom zahtjevu od  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  po osobi. Priprema zraka vrši se centralno u ventilacijskoj jedinici sa sustavom povrata topline rekuperacijom. Stupanj povrata topline rekuperatora je 78% što osigurava malu potrebu za dogrijavanjem zraka. Zrak se dogrijava toplovodnim grijačem. Uštede se ostvaruju i zaobilaznim vodom unutar ventilacijske jedinice kojim prolazi zrak kada je razlika vanjske i unutarnje temperature manja od  $4^\circ\text{C}$ . Također, izborom spiro kanala smanjen je otpor strujanju zraka kroz kanal te je smanjeno propuštanje zraka prilikom distribucije.

Potrošna topla voda zagrijava se toplinom prikupljenom na deset vakuumskih solarnih kolektora koji godišnje uštede gotovo 10 MWh toplinske energije u odnosu na pripremu potrošne tople vode konvencionalnim izvorima.

Projektiranje ovakvih niskoenergetskih zgrada prati suvremene trendove racionalnog gospodarenja energijom te smanjenju ispuštanja  $\text{CO}_2$  u okoliš.

## LITERATURA

- [1] B. Labudović: Priručnik za grijanje, Zagreb: Energetika marketing, 2005.
- [2] M. Šivak: „Centralno grijanje, klimatizacija, ventilacija“, 1998.
- [3] Centrometal: Solarni sustavi
- [4] I. Balen: Podloge za predavanja iz kolegija „Klimatizacija“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.
- [5] PIPELIFE: Tehnički priručnik „Sustav podnog grijanja“
- [6] <http://www.purmo.com/images/products/ufh/Naked-pfp.png> [pristupljeno 16.rujna.2017.]
- [7] Gorenje, kupaonski cijevni radijatori, [internet], <raspoloživo na: <http://www.gorenje.hr/proizvodi/grijanje-i-hladjenje/kupaonski-cijevni-radijatori>> , [pristupljeno 5.rujna, 2017.]
- [8] Montmontaža-oprema d.o.o. : „tehnički opis toplinske stanice“
- [9] Grundfos, Quick sizing, [internet], <raspoloživo na: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?time=1505959344561&qcid=228508450>>[pristupljeno 7.rujna, 2017.]
- [10] Reflex, Products, [internet], <raspoloživo na: <http://www.reflex.de/en/products/diaphragm-expansion-vessel/reflex-heating/reflex-n/>> [pristupljeno 7.rujna, 2017.]
- [11] Elektroprojekt d.d. : Izvedbeni projekt, Tipska toplinska stanica-kompakt 50
- [12] Horvatić d.o.o. : Spremnici topline, [internet], <raspoloživo na: <http://www.horvatic.hr/proizvodi/solarni-kolektori-1/> [pristupljeno 12.rujna, 2017.]
- [13] Buderus: Projektantske podloge, izdanje 06/007
- [14] Klimaoprema: Katalog opreme
- [15] Daikin, Ventilation: VAM-Technical data
- [16] I. Balen: Podloge za predavanja iz kolegija „Grijanje“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.
- [17] D. Dović: Podloge za vježbe iz kolegija „Obnovljivi izvori energije“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.

## **Prilog 1 - Proračun toplinskih gubitaka prema normi EN 12831**



# Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZR\TG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s1 **Raum-Nr.:** s1.at **Bez.:** atelier Wohneinheit:

|                             |                  |                       |                                |                 |                       |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C              | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup>  |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                       | <b>Infiltration</b>            |                 |                       |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 5,93 m                | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup>  |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 6,60 m                | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,03 -                |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 39,12 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m                |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m                | Höhenkorrekturfaktor           | $\epsilon =$    | 1,00 -                |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m                | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                       |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m                | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 120 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 105,62 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h     |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                       | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 18 °C                 |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m                | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                   |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m                | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                       |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>   |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                   |

## Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | EW                                    | 1      | 5,60   | 2,70            | 15,12          | 5,40           | 9,72           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,53                         | 83                             |
|   | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
|   | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| S   | EW                                    | 1      | 5,50   | 2,70            | 14,85          | 0,00           | 14,85          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 3,86                         | 127                            |
| E   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,54           | 4,94           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,30                        | -10                            |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 24                        | -0,12           | -0,23                        | -7                             |
| S   | IW                                    | 1      | 1,10   | 2,70            | 2,97           | 0,00           | 2,97           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,18                        | -6                             |
| S   | IW                                    | 1      | 2,00   | 2,70            | 5,40           | 0,00           | 5,40           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,58                         | 19                             |
| E   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 2,42           | 4,06           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,43                         | 14                             |
|   | ID                                    | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 10                        | 0,31            | 0,89                         | 29                             |
| N   | EW                                    | 1      | 6,60   | 2,70            | 17,82          | 1,44           | 16,38          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 4,26                         | 140                            |
|   | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>18,68</b>                 | <b>613,00</b>                  |

## Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 52,81        | 17,96         |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 19,01        | 6,46          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 7,32         | 2,49          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 52,81        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>17,96</b> | <b>589</b>    |

**Netto-Heizlast** 31 W/m<sup>2</sup> 11 W/m<sup>3</sup>  $\Phi_{HL,Netto} =$  **1202,00**

**Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb**  $\Phi_{RH} =$  **430,00**

**Norm-Heizlast**  $\Phi_{HL} =$  **1632,00**

# Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZR\TG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s1 **Raum-Nr.:** s1.wc **Bez.:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |                  |                     |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 24,00 °C            | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                     | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 0,90 m              | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 2,10 m              | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,00 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 1,89 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m              | Höhenkorrekturfaktor           | $\epsilon =$    | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m              | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m              | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 5,10 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 50 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                     | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m              | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m              | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

## Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche | Abzugsfläche | Nettofläche | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |     |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|-----|
|   |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                | Typ |
|   |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           | °C              | $f_i/f_{g2}$                 | W/K                            | W   |
| W   | IW                                    | 1      | 2,10   | 2,70            | 5,67         | 1,54         | 4,13        | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,23                         | 8                              |     |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54         | 0,00         | 1,54        | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |     |
| S   | EW                                    | 1      | 0,90   | 2,70            | 2,43         | 0,00         | 2,43        | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,63                         | 23                             |     |
| E   | IW                                    | 1      | 2,10   | 2,70            | 5,67         | 0,00         | 5,67        | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,38            | 0,75                         | 28                             |     |
| N   | IW                                    | 1      | 0,90   | 2,70            | 2,43         | 0,00         | 2,43        | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,13                         | 5                              |     |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           | <b>1,94</b>     | <b>71,00</b>                 |                                |     |

## Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 2,55         | 0,87          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 0,00         | 0,00          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0,00          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 5,43         | 1,85          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 5,43         |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>1,85</b>  | <b>68</b>     |

**Netto-Heizlast** 74 W/m<sup>2</sup> 27 W/m<sup>3</sup>  $\Phi_{HL,Netto} =$  **139,00**

**Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb**  $\Phi_{RH} =$  **21,00**

**Norm-Heizlast**  $\Phi_{HL} =$  **160,00**

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s2 Raum-Nr.: s2.g Bez: galerija Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 8,46 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 10,71 \text{ m}$                        | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,03 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 90,61 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 122 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| Raumvolumen                 | $V_R = 244,65 \text{ m}^3$                     | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$             |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläch | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |                                      |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                      | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | EW                                   | 1      | 6,14   | 2,70            | 16,59          | 5,40           | 11,19          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,91                         | 95                             |
|   | WE                                   | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
|   | WE                                   | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
| S   | IW                                   | 1      | 1,90   | 2,70            | 5,13           | 0,00           | 5,13           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,55                         | 18                             |
| W   | IW                                   | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 2,42           | 4,06           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,43                         | 14                             |
|   | ID                                   | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 10                        | 0,31            | 0,89                         | 29                             |
| S   | IW                                   | 1      | 3,54   | 2,70            | 9,56           | 0,00           | 9,56           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 1,02                         | 33                             |
| W   | IW                                   | 1      | 2,60   | 2,70            | 7,02           | 0,00           | 7,02           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,75                         | 25                             |
| S   | EW                                   | 1      | 1,72   | 2,70            | 4,65           | 0,00           | 4,65           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,21                         | 40                             |
| ESE   | EW                                   | 1      | 2,80   | 2,70            | 7,56           | 0,90           | 6,66           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,73                         | 57                             |
|   | WE                                   | 1      | 1,50   | 0,60            | 0,90           | 0,00           | 0,90           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 0,90                         | 30                             |
| S   | EW                                   | 1      | 1,02   | 2,70            | 2,76           | 0,00           | 2,76           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,72                         | 24                             |
| ESE   | EW                                   | 1      | 3,24   | 2,70            | 8,75           | 0,00           | 8,75           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,27                         | 75                             |
| N   | EW                                   | 1      | 0,85   | 2,70            | 2,30           | 1,50           | 0,80           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,21                         | 7                              |
|   | WE                                   | 1      | 0,68   | 2,20            | 1,50           | 0,00           | 1,50           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,50                         | 49                             |
| E   | EW                                   | 1      | 3,59   | 2,70            | 9,69           | 7,92           | 1,77           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,46                         | 15                             |
|   | WE                                   | 2      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 7,92                         | 260                            |
| NE  | EW                                   | 1      | 1,16   | 2,70            | 3,13           | 0,00           | 3,13           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,81                         | 27                             |
| N   | IW                                   | 1      | 10,71  | 2,70            | 28,92          | 0,00           | 28,92          | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 3,09                         | 101                            |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                      |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>32,77</b>                 | <b>1076,00</b>                 |

### Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} = 122,32$         | 41,59        | 1364          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} = 44,04$          | 14,97        | 491           |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v = 7,46$  | 2,54         | 83            |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} = 0,00$      | 0,00         | 0             |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} = 122,32$       |              |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>41,59</b> | <b>1364</b>   |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZR\TG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017

Projekt-Bez.: TG\_170903

Geschoss-Nr.: s2 Raum-Nr.: s2.g Bez.: galerija Wohneinheit:

|                             |                  |                       |                                |                 |                       |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C              | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup>  |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                       | <b>Infiltration</b>            |                 |                       |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 8,46 m                | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup>  |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 10,71 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,03 -                |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 90,61 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m                |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m                | Höhenkorrekturfaktor           | $\epsilon =$    | 1,00 -                |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m                | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                       |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m                | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 122 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 244,65 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h     |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                       | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 18 °C                 |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m                | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                   |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m                | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                       |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>   |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                   |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung                                      | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläch | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche       | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   | Typ                                  | n      | b      | h/l             | A              | A <sub>Abzug</sub> | A'             | U                               | $\Delta U_{WB}$                  | $U_c/U_{equiv}$                                 | e/g             | $\theta_u/\theta_b$       | $e_k/b_u$       | H <sub>T</sub>               | $\Phi_T$                       |
|   | --                                   | m      | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup>     | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| <b>Netto-Heizlast</b>                             |                                      |        |        |                 |                |                    |                | 27 W/m <sup>2</sup>             | 10 W/m <sup>3</sup>              | $\Phi_{HL,Netto} =$                             |                 |                           | <b>2440,00</b>  |                              |                                |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                                      |        |        |                 |                |                    |                |                                 |                                  |   |                 |                           | $\Phi_{RH} =$   | <b>997,00</b>                |                                |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                                      |        |        |                 |                |                    |                |                                 |                                  |   |                 |                           | $\Phi_{HL} =$   | <b>3437,00</b>               |                                |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s2 **Raum-Nr.:** s2.wc **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |                  |                     |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 24,00 °C            | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                     | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 1,50 m              | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 1,74 m              | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,00 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 2,61 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m              | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m              | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m              | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 7,05 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 50 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                     | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m              | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m              | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| CE  | CE                                    | 1      | 1,74   | 1,50            | 2,61           | 0,00           | 2,61           | 0,18                            | 0,00                             | 0,18  | b               | 20                        | 0,11            | 0,05                         | 2                              |
| W   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 0,00           | 4,05           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,22                         | 8                              |
| S   | IW                                    | 1      | 1,74   | 2,70            | 4,70           | 0,00           | 4,70           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,26                         | 9                              |
| E   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 0,00           | 4,05           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,22                         | 8                              |
| N   | IW                                    | 1      | 1,74   | 2,70            | 4,70           | 1,54           | 3,16           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,17                         | 6                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>1,12</b>                  | <b>40,00</b>                   |

### Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |    |
|--|----------------------------|--------------|---------------|----|
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 3,52         | 1,20          | 44 |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 0,00         | 0,00          | 0  |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0,00          | 0  |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 5,43         | 1,85          | 68 |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 5,43         |               |    |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>1,85</b>  | <b>68</b>     |    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 41 W/m <sup>2</sup> | 15 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>108,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>29,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>137,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s3 Raum-Nr.: s3.db Bez: Dnevni boravak Wohneinheit:

|                             |                  |                      |                                |                 |                       |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C             | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup>  |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                      | <b>Infiltration</b>            |                 |                       |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 5,44 m               | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup>  |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 5,60 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,03 -                |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 30,45 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m                |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m               | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -                |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m               | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                       |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m               | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 120 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 82,22 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h     |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                      | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 18 °C                 |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m               | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                   |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m               | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                       |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>   |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                   |

| Transmissionswärmeverlust  |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|--|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung   | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|  |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              | $\Phi_T$                       |
|  | Typ                                   | n      | b      | h/l             | A              | $A_{Abzug}$    | $A'$           | U                               | $\Delta U_{WB}$                  | $U_c/U_{equiv}$                                 | e/g             | $\theta_u/\theta_b$       | $e_k/b_u$       | $H_T$                        | $\Phi_T$                       |
|  |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W  | EW                                    | 1      | 5,60   | 2,70            | 15,12          | 5,40           | 9,72           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,53                         | 83                             |
|  | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
|  | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| S  | EW                                    | 1      | 4,00   | 2,70            | 10,80          | 0,00           | 10,80          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,81                         | 92                             |
| E  | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 0,00           | 6,48           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 24                        | -0,12           | -0,28                        | -9                             |
| S  | IW                                    | 1      | 4,60   | 2,70            | 12,42          | 6,94           | 5,48           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| S  | TF                                    | 1      | 2,70   | 2,00            | 0,00           | 0,00           | 5,40           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,58                         | 19                             |
|  | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 24                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| E  | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 2,42           | 4,06           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,43                         | 14                             |
|  | ID                                    | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 10                        | 0,31            | 0,89                         | 29                             |
| N  | IW                                    | 1      | 2,60   | 2,70            | 7,02           | 1,54           | 5,48           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|  | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| N  | EW                                    | 1      | 4,00   | 2,70            | 10,80          | 0,00           | 10,80          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,81                         | 92                             |
|  |                                       | 0      | 0,00   | 0,00            | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00                            | 0,00                             | 0,00  |                 | 0                         | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste <math>H_T</math> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>15,17</b>                 | <b>497,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust  |                            |              |               |
|---|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom   | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel   | $V_{min} =$                | 41,11        | 13,98         |
| aus natürlicher Infiltration  | $V_{inf} =$                | 14,80        | 5,03          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                          | $V_{su} \cdot f_v =$       | 7,32         | 2,49          |
| Abluftüberschuss  | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                           | $V_{therm} =$              | 41,11        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste <math>H_v</math> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>13,98</b> | <b>458</b>    |

|   |                     |                     |                     |                |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 31 W/m <sup>2</sup> | 12 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>955,00</b>  |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>335,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>1290,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s3 **Raum-Nr.:** s3.k **Bez:** kuhinja Wohneinheit:

|                             |                  |                      |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C             | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 1,00 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                      | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 1,85 m               | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 2,40 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,02 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 4,44 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m               | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m               | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m               | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 11,99 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                      | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m               | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | -                    |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m               | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| S   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,54           | 4,94           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| N   | EW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,44           | 5,04           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,31                         | 43                             |
|   | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>2,75</b>                  | <b>90,00</b>                   |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 11,99        | 4,08          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 1,44         | 0,49          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0,00          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 11,99        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>4,08</b>  | <b>134</b>    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 50 W/m <sup>2</sup> | 19 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>224,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>49,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>273,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s3 **Raum-Nr.:** s3.wc **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 24,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 2,28 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 2,40 \text{ m}$                         | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,00 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 5,48 \text{ m}^2$                       | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = \text{ m}^3/\text{h}$            |
| Raumvolumen                 | $V_R = 14,80 \text{ m}^3$                      | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$         |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| FL  | FL                                    | 1      | 2,40   | 2,28            | 5,48           | 0,00           | 5,48           | 0,03                            | 0,00                             | 0,03  | b               | 20                        | 0,11            | 0,01                         | 1                              |
| CE  | CE                                    | 1      | 2,40   | 2,28            | 5,48           | 0,00           | 5,48           | 0,18                            | 0,00                             | 0,18  | b               | 20                        | 0,11            | 0,11                         | 4                              |
| W   | IW                                    | 1      | 2,30   | 2,70            | 6,21           | 0,00           | 6,21           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,34                         | 12                             |
| S   | EW                                    | 1      | 2,36   | 2,70            | 6,37           | 0,00           | 6,37           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,66                         | 61                             |
| E   | IW                                    | 1      | 2,30   | 2,70            | 6,21           | 0,00           | 6,21           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 20                        | 0,11            | 0,24                         | 9                              |
| N   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,54           | 4,94           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,27                         | 10                             |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>2,83</b>                  | <b>104,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |                       |
|--|----------------------------|--------------|-----------------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W         |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} = 7,40$           | 2,52         | 93                    |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} = 0,00$           | 0,00         | 0                     |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v = 0,00$  | 0,00         | 0                     |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} = 6,52$      | 2,22         | 82                    |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} = 7,40$         |              |                       |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            |              | <b>2,52</b> <b>93</b> |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 36 W/m <sup>2</sup> | 13 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>197,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>60,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>257,00</b> |



# Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s4 Raum-Nr.: s4.db Bez: Dnevni boravak Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 7,17 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 7,17 \text{ m}$                         | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,03 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 51,45 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| Raumvolumen                 | $V_R = 138,92 \text{ m}^3$                     | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$             |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 6,00   | 2,70            | 16,20          | 10,34          | 5,86           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| W   | TF                                    | 1      | 2,70   | 2,20            | 0,00           | 0,00           | 5,94           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,63                         | 21                             |
|   | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| S   | IW                                    | 1      | 3,54   | 2,70            | 9,56           | 0,00           | 9,56           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 1,02                         | 33                             |
| W   | IW                                    | 1      | 2,60   | 2,70            | 7,02           | 0,00           | 7,02           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,75                         | 25                             |
| S   | EW                                    | 1      | 1,72   | 2,70            | 4,65           | 0,00           | 4,65           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,21                         | 40                             |
| ESE   | EW                                    | 1      | 2,80   | 2,70            | 7,56           | 0,90           | 6,66           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,73                         | 57                             |
|   | WE                                    | 1      | 1,50   | 0,60            | 0,90           | 0,00           | 0,90           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 0,90                         | 30                             |
| S   | EW                                    | 1      | 1,02   | 2,70            | 2,76           | 0,00           | 2,76           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,72                         | 24                             |
| ESE   | EW                                    | 1      | 3,24   | 2,70            | 8,75           | 0,00           | 8,75           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,27                         | 75                             |
| N   | EW                                    | 1      | 0,85   | 2,70            | 2,30           | 1,50           | 0,80           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,21                         | 7                              |
|   | WE                                    | 1      | 0,68   | 2,20            | 1,50           | 0,00           | 1,50           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,50                         | 49                             |
| E   | EW                                    | 1      | 3,59   | 2,70            | 9,69           | 7,92           | 1,77           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,46                         | 15                             |
|   | WE                                    | 2      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 7,92                         | 260                            |
| NE  | EW                                    | 1      | 1,16   | 2,70            | 3,13           | 0,00           | 3,13           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,81                         | 27                             |
| N   | IW                                    | 1      | 3,26   | 2,70            | 8,80           | 0,00           | 8,80           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,94                         | 31                             |
| W   | IW                                    | 1      | 5,35   | 2,70            | 14,46          | 0,00           | 14,46          | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,88                        | -29                            |
| N   | IW                                    | 1      | 2,04   | 2,70            | 5,51           | 0,00           | 5,51           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,34                        | -11                            |
| E   | IW                                    | 1      | 3,50   | 2,70            | 9,45           | 3,08           | 6,37           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,39                        | -13                            |
|   | ID                                    | 2      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 24                        | -0,12           | -0,45                        | -15                            |
| N   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 1,98           | 2,07           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   |                                       | 0      | 0,00   | 0,00            | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00                            | 0,00                             | 0,00  |                 | 0                         | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>19,01</b>                 | <b>626,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust         |                            |              |               |
|------------------------------|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel    | $V_{min} = 69,46$          | 23,62        | 775           |
| aus natürlicher Infiltration | $V_{inf} = 25,00$          | 8,50         | 279           |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZR\TG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s4 Raum-Nr.: s4.db Bez.: Dnevni boravak Wohneinheit:

|                             |                  |                       |                                |                 |                       |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C              | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup>  |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                       | <b>Infiltration</b>            |                 |                       |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 7,17 m                | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup>  |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 7,17 m                | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,03 -                |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 51,45 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m                |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m                | Höhenkorrekturfaktor           | $\epsilon =$    | 1,00 -                |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m                | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                       |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m                | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 120 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 138,92 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h     |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                       | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 18 °C                 |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m                | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                   |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m                | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                       |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>   |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                   |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung   | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche | Abzugsfläche | Nettofläche | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|--|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|  |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|  |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  | $V_{su} \cdot f_v =$                            | 7,32            |                           | 2,49            | 82                           |                                |
| Abluftüberschuss   |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  | $V_{mech,inf} =$                                | 0,00            |                           | 0,00            | 0                            |                                |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  | $V_{therm} =$                                   | 69,46           |                           |                 |                              |                                |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>23,62</b>                 | <b>775</b>                     |

|   |                     |                     |                     |                |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 27 W/m <sup>2</sup> | 10 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>1401,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>566,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>1967,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s4 **Raum-Nr.:** s4.s1 **Bez:** Soba 1 Wohneinheit:

|                             |                  |                      |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C             | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                      | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 2,54 m               | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 5,38 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,02 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 13,67 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m               | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m               | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m               | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 36,91 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                      | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 18 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m               | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m               | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | EW                                    | 1      | 3,05   | 2,70            | 8,22           | 3,96           | 4,26           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,11                         | 36                             |
|   | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| S   | IW                                    | 1      | 5,30   | 2,70            | 14,31          | 1,98           | 12,33          | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| E   | IW                                    | 1      | 2,11   | 2,70            | 5,71           | 0,00           | 5,71           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,35                        | -11                            |
| N   | IW                                    | 1      | 5,38   | 2,70            | 14,53          | 0,00           | 14,53          | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 1,55                         | 51                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>6,27</b>                  | <b>206,00</b>                  |

### Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 18,45        | 6,27          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 4,43         | 1,51          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 3,66         | 1,24          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 18,45        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>6,27</b>  | <b>206</b>    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 30 W/m <sup>2</sup> | 11 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>412,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>150,00</b> |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>562,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s4 **Raum-Nr.:** s4.s2 **Bez:** Soba 2 Wohneinheit:

|                             |                  |                      |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C             | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                      | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 3,60 m               | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 3,70 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,02 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 13,32 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m               | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m               | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m               | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 35,96 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                      | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 18 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m               | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m               | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | EW                                    | 1      | 3,60   | 2,70            | 9,72           | 3,60           | 6,12           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,59                         | 52                             |
|   | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
| S   | IW                                    | 1      | 3,70   | 2,70            | 9,99           | 4,59           | 5,40           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| S   | TF                                    | 1      | 2,70   | 1,70            | 0,00           | 0,00           | 4,59           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,49                         | 16                             |
| E   | IW                                    | 1      | 3,60   | 2,70            | 9,72           | 1,98           | 7,74           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>3,52</b>                  | <b>115,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust  |                            |              |               |
|---|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom   | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel   | $V_{min} =$                | 17,98        | 201           |
| aus natürlicher Infiltration  | $V_{inf} =$                | 4,32         | 48            |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                          | $V_{su} \cdot f_v =$       | 3,66         | 41            |
| Abluftüberschuss  | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0             |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                           | $V_{therm} =$              | 17,98        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste <math>H_V</math> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>6,11</b>  | <b>201</b>    |

|   |                     |                    |                     |               |
|---|---------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 24 W/m <sup>2</sup> | 9 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>316,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                    | $\Phi_{RH} =$       | <b>147,00</b> |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                    | $\Phi_{HL} =$       | <b>463,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s4 **Raum-Nr.:** s4.wc1 **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |   |                                |   |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 24,00 \text{ }^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$           |
| <b>Raumdaten</b>            |   | <b>Infiltration</b>            |   |
| Raumlänge                   | $l_R = 1,84 \text{ m}$                        | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$            |
| Raubbreite                  | $b_R = 2,90 \text{ m}$                        | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,00 -$                              |
| Raumfläche                  | $A_R = 5,34 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                      |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                        | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                    |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Mechanische Lüftung</b>     |   |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                        | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = \text{ m}^3/\text{h}$           |
| Raumvolumen                 | $V_R = 14,42 \text{ m}^3$                     | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| <b>Erdreich</b>             |   | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                          | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                               |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                         | <b>Zusatzheizleistung</b>      |   |
|                             |   | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$               |
|                             |   | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                    |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 2,90   | 2,70            | 7,83           | 1,54           | 6,29           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,34                         | 13                             |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| E   | IW                                    | 1      | 2,90   | 2,70            | 7,83           | 0,00           | 7,83           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,43                         | 16                             |
| N   | IW                                    | 1      | 1,84   | 2,70            | 4,97           | 0,00           | 4,97           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,38            | 0,66                         | 24                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>1,63</b>                  | <b>60,00</b>                   |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} = 7,21$           | 2,45         | 90            |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} = 0,00$           | 0,00         | 0             |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v = 0,00$  | 0,00         | 0             |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} = 6,52$      | 2,22         | 82            |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} = 7,21$         |              |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>2,45</b>  | <b>90</b>     |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 28 W/m <sup>2</sup> | 10 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>150,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>59,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>209,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s4 **Raum-Nr.:** s4.wc2 **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |   |                                |   |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 24,00 \text{ }^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$           |
| <b>Raumdaten</b>            |   | <b>Infiltration</b>            |   |
| Raumlänge                   | $l_R = 1,50 \text{ m}$                        | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$            |
| Raubbreite                  | $b_R = 1,74 \text{ m}$                        | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,00 -$                              |
| Raumfläche                  | $A_R = 2,61 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                      |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                        | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                    |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Mechanische Lüftung</b>     |   |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                        | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = \text{ m}^3/\text{h}$           |
| Raumvolumen                 | $V_R = 7,05 \text{ m}^3$                      | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| <b>Erdreich</b>             |   | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                          | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                               |
| B'-Wert – raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                         | <b>Zusatzheizleistung</b>      |   |
|                             |   | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$               |
|                             |   | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                    |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 1,54           | 2,51           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,14                         | 5                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| S   | IW                                    | 1      | 1,74   | 2,70            | 4,70           | 0,00           | 4,70           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,26                         | 9                              |
| E   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 0,00           | 4,05           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,22                         | 8                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>0,82</b>                  | <b>29,00</b>                   |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} = 3,52$           | 1,20         | 44            |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} = 0,00$           | 0,00         | 0             |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v = 0,00$  | 0,00         | 0             |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} = 6,52$      | 2,22         | 82            |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} = 6,52$         |              |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>2,22</b>  | <b>82</b>     |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 42 W/m <sup>2</sup> | 16 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>111,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>29,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>140,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s5 Raum-Nr.: s5.db Bez: Dnevni boravak Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 2,42 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 8,60 \text{ m}$                         | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,02 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 20,85 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| Raumvolumen                 | $V_R = 56,30 \text{ m}^3$                      | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$             |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | EW                                    | 1      | 3,20   | 2,70            | 8,64           | 3,96           | 4,68           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,22                         | 40                             |
|   | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| S   | IW                                    | 1      | 8,60   | 2,70            | 23,22          | 10,02          | 13,20          | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| S   | TF                                    | 1      | 2,70   | 2,00            | 0,00           | 0,00           | 5,40           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,58                         | 19                             |
|   | ID                                    | 3      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| E   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 2,42           | 4,06           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,43                         | 14                             |
|   | ID                                    | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 10                        | 0,31            | 0,89                         | 29                             |
| N   | IW                                    | 1      | 2,60   | 2,70            | 7,02           | 1,54           | 5,48           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| N   | EW                                    | 1      | 4,00   | 2,70            | 10,80          | 0,00           | 10,80          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,81                         | 92                             |
|   |                                       | 0      | 0,00   | 0,00            | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00                            | 0,00                             | 0,00  |                 | 0                         | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>9,89</b>                  | <b>324,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |                        |
|--|----------------------------|--------------|------------------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W          |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} = 28,15$          | 9,57         | 314                    |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} = 6,76$           | 2,30         | 75                     |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v = 7,32$  | 2,49         | 82                     |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} = 0,00$      | 0,00         | 0                      |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} = 28,15$        |              |                        |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            |              | <b>9,57</b> <b>314</b> |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 31 W/m <sup>2</sup> | 11 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>638,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>229,00</b> |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>867,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s5 Raum-Nr.: s5.k Bez: kuhinja Wohneinheit:

|                             |                  |                      |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C             | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 1,00 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                      | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 1,85 m               | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 2,40 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,02 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 4,44 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m               | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m               | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m               | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 11,99 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                      | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m               | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | -                    |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m               | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| S   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,54           | 4,94           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| N   | EW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,44           | 5,04           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,31                         | 43                             |
|   | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>2,75</b>                  | <b>90,00</b>                   |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 11,99        | 4,08          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 1,44         | 0,49          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0,00          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 11,99        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>4,08</b>  | <b>134</b>    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 50 W/m <sup>2</sup> | 19 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>224,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>49,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>273,00</b> |



## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s5 **Raum-Nr.:** s5.s **Bez:** Soba Wohneinheit:

|                             |   |                                |   |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$           |
| <b>Raumdaten</b>            |   | <b>Infiltration</b>            |   |
| Raumlänge                   | $l_R = 2,30 \text{ m}$                        | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$            |
| Raubbreite                  | $b_R = 4,00 \text{ m}$                        | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,02 -$                              |
| Raumfläche                  | $A_R = 9,20 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                      |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                        | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                    |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Mechanische Lüftung</b>     |   |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                        | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| Raumvolumen                 | $V_R = 24,84 \text{ m}^3$                     | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$            |
| <b>Erdreich</b>             |   | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                          | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                               |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                         | <b>Zusatzheizleistung</b>      |   |
|                             |   | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$               |
|                             |   | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                    |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | EW                                    | 1      | 2,30   | 2,70            | 6,21           | 1,44           | 4,77           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,24                         | 41                             |
|   | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
| S   | EW                                    | 1      | 4,00   | 2,70            | 10,80          | 0,00           | 10,80          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,81                         | 92                             |
| E   | IW                                    | 1      | 2,30   | 2,70            | 6,21           | 0,00           | 6,21           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,38                        | -12                            |
| N   | IW                                    | 1      | 4,00   | 2,70            | 10,80          | 3,08           | 7,72           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 2      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>5,11</b>                  | <b>168,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 12,42        | 4,22          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 2,98         | 1,01          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 3,66         | 1,24          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 12,42        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>4,22</b>  | <b>139</b>    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 33 W/m <sup>2</sup> | 12 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>307,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>101,00</b> |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>408,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s5 **Raum-Nr.:** s5.wc **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 24,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 2,30 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 2,40 \text{ m}$                         | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,00 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 5,52 \text{ m}^2$                       | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = \text{ m}^3/\text{h}$            |
| Raumvolumen                 | $V_R = 14,90 \text{ m}^3$                      | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$         |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 2,30   | 2,70            | 6,21           | 0,00           | 6,21           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,34                         | 12                             |
| S   | EW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 0,00           | 6,48           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,68                         | 62                             |
| E   | IW                                    | 1      | 2,30   | 2,70            | 6,21           | 0,00           | 6,21           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,38            | 0,83                         | 30                             |
| N   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,54           | 4,94           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,27                         | 10                             |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>3,32</b>                  | <b>121,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust  |                            |              |               |
|---|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom   | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel   | $V_{min} = 7,45$           | 2,53         | 93            |
| aus natürlicher Infiltration  | $V_{inf} = 0,00$           | 0,00         | 0             |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                          | $V_{su} \cdot f_v = 0,00$  | 0,00         | 0             |
| Abluftüberschuss  | $V_{mech,inf} = 6,52$      | 2,22         | 82            |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                           | $V_{therm} = 7,45$         |              |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste <math>H_V</math> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>2,53</b>  | <b>93</b>     |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 39 W/m <sup>2</sup> | 14 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>214,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>61,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>275,00</b> |

# Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s6 Raum-Nr.: s6.db Bez: Dnevni boravak Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 6,34 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 6,34 \text{ m}$                         | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,03 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 40,25 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| Raumvolumen                 | $V_R = 108,68 \text{ m}^3$                     | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$             |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 6,00   | 2,70            | 16,20          | 10,34          | 5,86           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| W   | TF                                    | 1      | 2,70   | 2,20            | 0,00           | 0,00           | 5,94           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,63                         | 21                             |
|   | ID                                    | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| S   | IW                                    | 1      | 3,54   | 2,70            | 9,56           | 0,00           | 9,56           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 1,02                         | 33                             |
| W   | IW                                    | 1      | 2,60   | 2,70            | 7,02           | 0,00           | 7,02           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,75                         | 25                             |
| S   | EW                                    | 1      | 1,72   | 2,70            | 4,65           | 0,00           | 4,65           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,21                         | 40                             |
| ESE   | EW                                    | 1      | 2,80   | 2,70            | 7,56           | 0,90           | 6,66           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,73                         | 57                             |
|   | WE                                    | 1      | 1,50   | 0,60            | 0,90           | 0,00           | 0,90           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 0,90                         | 30                             |
| S   | EW                                    | 1      | 1,02   | 2,70            | 2,76           | 0,00           | 2,76           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,72                         | 24                             |
| ESE   | EW                                    | 1      | 3,24   | 2,70            | 8,75           | 0,00           | 8,75           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,27                         | 75                             |
| N   | EW                                    | 1      | 0,76   | 2,70            | 2,05           | 1,50           | 0,56           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,15                         | 5                              |
|   | WE                                    | 1      | 0,68   | 2,20            | 1,50           | 0,00           | 1,50           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,50                         | 49                             |
| E   | EW                                    | 1      | 1,69   | 2,70            | 4,57           | 3,96           | 0,61           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,16                         | 5                              |
|   | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| N   | IW                                    | 1      | 4,23   | 2,70            | 11,42          | 1,98           | 9,44           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| W   | IW                                    | 1      | 2,20   | 2,70            | 5,94           | 0,00           | 5,94           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,36                        | -12                            |
| N   | IW                                    | 1      | 2,06   | 2,70            | 5,57           | 0,00           | 5,57           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,34                        | -11                            |
| E   | IW                                    | 1      | 3,51   | 2,70            | 9,47           | 3,08           | 6,39           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,39                        | -13                            |
|   | ID                                    | 2      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 24                        | -0,12           | -0,45                        | -15                            |
| N   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 1,98           | 2,07           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   |                                       | 0      | 0,00   | 0,00            | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00                            | 0,00                             | 0,00  |                 | 0                         | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>13,46</b>                 | <b>443,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust         |                            |              |               |
|------------------------------|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel    | $V_{min} = 54,34$          | 18,47        | 606           |
| aus natürlicher Infiltration | $V_{inf} = 19,56$          | 6,65         | 218           |

# Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZR\TG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s6 **Raum-Nr.:** s6.db **Bez.:** Dnevni boravak **Wohneinheit:**

|                             |                                   |                                |                                     |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ °C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$     |
| <b>Raumdaten</b>            |                                   | <b>Infiltration</b>            |                                     |
| Raumlänge                   | $l_R = 6,34 \text{ m}$            | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$      |
| Raubbreite                  | $b_R = 6,34 \text{ m}$            | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,03 -$                        |
| Raumfläche                  | $A_R = 40,25 \text{ m}^2$         | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$            | Höhenkorrekturfaktor           | $\epsilon = 1,00 -$                 |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$              | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                                     |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$            | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| Raumvolumen                 | $V_R = 108,68 \text{ m}^3$        | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$      |
| <b>Erdreich</b>             |                                   | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ °C}$       |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$              | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                         |
| B'-Wert – raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$             | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                                     |
|                             |                                   | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$         |
|                             |                                   | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$              |

## Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche | Abzugsfläche | Nettofläche | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 | $f_i/f_{g2}$              | W/K             | W                            |                                |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                          |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  | $V_{su} \cdot f_v =$                            | 7,32            |                           | 2,49            | 82                           |                                |
| Abluftüberschuss  |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  | $V_{mech,inf} =$                                | 0,00            |                           | 0,00            | 0                            |                                |
| thermisch wirksamer Luftvolumenstrom                                  |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  | $V_{therm} =$                                   | 54,34           |                           |                 |                              |                                |
| <b>Lüftungswärmeverluste <math>H_V</math> und <math>\Phi_V</math></b> |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>18,47</b>                 | <b>606</b>                     |

|   |                     |                     |                     |                |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 26 W/m <sup>2</sup> | 10 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>1049,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>443,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>1492,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s6 **Raum-Nr.:** s6.s1 **Bez:** Soba Wohneinheit:

|                             |                  |                      |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C             | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                      | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 2,54 m               | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 5,38 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,02 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 13,67 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m               | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m               | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m               | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 36,91 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                      | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 18 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m               | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m               | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | EW                                    | 1      | 3,05   | 2,70            | 8,22           | 3,96           | 4,26           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,11                         | 36                             |
|   | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| S   | IW                                    | 1      | 5,30   | 2,70            | 14,31          | 1,98           | 12,33          | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| E   | IW                                    | 1      | 2,11   | 2,70            | 5,71           | 0,00           | 5,71           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,35                        | -11                            |
| N   | IW                                    | 1      | 5,38   | 2,70            | 14,53          | 0,00           | 14,53          | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 1,55                         | 51                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>6,27</b>                  | <b>206,00</b>                  |

### Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 18,45        | 6,27          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 4,43         | 1,51          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 3,66         | 1,24          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 18,45        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            |              | <b>6,27</b>   |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 30 W/m <sup>2</sup> | 11 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>412,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>150,00</b> |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>562,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s6 **Raum-Nr.:** s6.s2 **Bez:** Soba Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 3,60 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 3,70 \text{ m}$                         | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,02 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 13,32 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$         |
| Raumvolumen                 | $V_R = 35,96 \text{ m}^3$                      | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$             |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

| Transmissionswärmeverlust   |                                    |        |        |                 |                |                |                |                              |                               |   |                 |                        |                 |                          |                            |
|---|------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|---|-----------------|------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang s-koeffizient | Korrekturwert für Wärmebrücke | korrigierter Wärmedurchgang s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-koeffizient | Transmissions-Wärmeverlust |
|   |                                    |        |        |                 |                |                |                |                              |                               |   |                 |                        |                 |                          |                            |
|   |                                    | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K           | W/m <sup>2</sup> K            | W/m <sup>2</sup> K                        | b/u             | °C                     | $f_i/f_{g2}$    | W/K                      | W                          |
| W   | EW                                 | 1      | 3,60   | 2,70            | 9,72           | 3,87           | 5,85           | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 1,52                     | 50                         |
|   | WE                                 | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                         | 0,10                          | 1,00                                      |                 | -13                    | 1,00            | 1,44                     | 47                         |
| S   | IW                                 | 1      | 3,70   | 2,70            | 9,99           | 4,59           | 5,40           | 0,50                         | 0,00                          | 0,50                                      | b               | 20                     | 0,00            | 0,00                     | 0                          |
| S   | TF                                 | 1      | 2,70   | 1,70            | 0,00           | 0,00           | 4,59           | 0,35                         | 0,00                          | 0,35                                      | b               | 10                     | 0,31            | 0,49                     | 16                         |
| E   | IW                                 | 1      | 3,60   | 2,70            | 9,72           | 1,98           | 7,74           | 0,50                         | 0,00                          | 0,50                                      | b               | 20                     | 0,00            | 0,00                     | 0                          |
|   | ID                                 | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                         | 0,00                          | 1,20                                      |                 | 20                     | 0,00            | 0,00                     | 0                          |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                    |        |        |                 |                |                |                |                              |                               |   |                 |                        |                 | <b>3,45</b>              | <b>113,00</b>              |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 17,98        | 201           |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 4,32         | 48            |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 3,66         | 41            |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0             |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 17,98        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>6,11</b>  | <b>201</b>    |

|   |                     |                    |                     |               |
|---|---------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 24 W/m <sup>2</sup> | 9 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>314,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                    | $\Phi_{RH} =$       | <b>147,00</b> |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                    | $\Phi_{HL} =$       | <b>461,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s6 **Raum-Nr.:** s6.s3 **Bez:** Soba Wohneinheit:

|                             |   |                                |   |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$           |
| <b>Raumdaten</b>            |   | <b>Infiltration</b>            |   |
| Raumlänge                   | $l_R = 2,61 \text{ m}$                        | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$            |
| Raubbreite                  | $b_R = 4,23 \text{ m}$                        | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,02 -$                              |
| Raumfläche                  | $A_R = 11,05 \text{ m}^2$                     | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                      |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                        | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                    |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Mechanische Lüftung</b>     |   |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                        | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| Raumvolumen                 | $V_R = 29,84 \text{ m}^3$                     | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$            |
| <b>Erdreich</b>             |   | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                          | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                               |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                         | <b>Zusatzheizleistung</b>      |   |
|                             |   | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$               |
|                             |   | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                    |

| Transmissionswärmeverlust  |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|--|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung   | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|  |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|  |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W  | IW                                    | 1      | 3,05   | 2,70            | 8,25           | 0,00           | 8,25           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,50                        | -16                            |
| S  | IW                                    | 1      | 4,23   | 2,70            | 11,42          | 1,98           | 9,44           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|  | ID                                    | 1      | 0,90   | 2,20            | 1,98           | 0,00           | 1,98           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| E  | EW                                    | 1      | 1,73   | 2,70            | 4,67           | 3,96           | 0,71           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,18                         | 6                              |
|  | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| NE   | EW                                    | 1      | 1,27   | 2,70            | 3,44           | 0,00           | 3,44           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,89                         | 29                             |
| N  | IW                                    | 1      | 3,26   | 2,70            | 8,80           | 0,00           | 8,80           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,94                         | 31                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste <math>H_T</math> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>5,47</b>                  | <b>180,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust  |                            |              |               |
|---|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom   | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel   | $V_{min} =$                | 14,92        | 166           |
| aus natürlicher Infiltration  | $V_{inf} =$                | 3,58         | 40            |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                          | $V_{su} \cdot f_v =$       | 3,66         | 41            |
| Abluftüberschuss  | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0             |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                           | $V_{therm} =$              | 14,92        |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste <math>H_V</math> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>5,07</b>  | <b>166</b>    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 31 W/m <sup>2</sup> | 12 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>346,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>122,00</b> |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>468,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s6 Raum-Nr.: s6.wc1 Bez: kupaonica Wohneinheit:

|                             |                  |                      |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 24,00 °C             | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                      | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 1,84 m               | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 2,90 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,00 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 5,34 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m               | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m               | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m               | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 14,42 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                      | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m               | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m               | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 2,90   | 2,70            | 7,83           | 1,54           | 6,29           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,34                         | 13                             |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| E   | IW                                    | 1      | 2,90   | 2,70            | 7,83           | 0,00           | 7,83           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,43                         | 16                             |
| N   | IW                                    | 1      | 1,84   | 2,70            | 4,97           | 0,00           | 4,97           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,38            | 0,66                         | 24                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>1,63</b>                  | <b>60,00</b>                   |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 7,21         | 2,45          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 0,00         | 0,00          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0,00          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 6,52         | 2,22          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 7,21         |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>2,45</b>  | <b>90</b>     |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 28 W/m <sup>2</sup> | 10 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>150,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>59,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>209,00</b> |



## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s6 **Raum-Nr.:** s6.wc2 **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |                  |                     |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 24,00 °C            | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                     | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 1,50 m              | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 1,74 m              | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,00 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 2,61 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m              | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m              | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m              | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 7,05 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                     | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m              | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m              | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 1,54           | 2,51           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,14                         | 5                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| S   | IW                                    | 1      | 1,74   | 2,70            | 4,70           | 0,00           | 4,70           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,26                         | 9                              |
| E   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 0,00           | 4,05           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,22                         | 8                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>0,82</b>                  | <b>29,00</b>                   |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 3,52         | 1,20          |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 0,00         | 0,00          |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0,00          |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 6,52         | 2,22          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 6,52         |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>2,22</b>  | <b>82</b>     |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 42 W/m <sup>2</sup> | 16 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>111,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>29,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>140,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s7 Raum-Nr.: s7.db Bez: Dnevni boravak Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 4,19 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 5,60 \text{ m}$                         | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,02 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 23,45 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| Raumvolumen                 | $V_R = 63,32 \text{ m}^3$                      | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$             |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

| Transmissionswärmeverlust  |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|--|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung   | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|  |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              | Typ                            |
|  |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W  | EW                                    | 1      | 5,60   | 2,70            | 15,12          | 3,96           | 11,16          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,90                         | 95                             |
|  | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| S  | EW                                    | 1      | 2,75   | 2,70            | 7,43           | 0,00           | 7,43           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,93                         | 63                             |
| E  | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 0,00           | 6,48           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,40                        | -13                            |
| S  | IW                                    | 1      | 4,60   | 2,70            | 12,42          | 6,94           | 5,48           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,33                        | -11                            |
| S  | TF                                    | 1      | 2,70   | 2,00            | 0,00           | 0,00           | 5,40           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,58                         | 19                             |
|  | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 24                        | -0,12           | -0,23                        | -7                             |
| E  | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 2,42           | 4,06           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,43                         | 14                             |
|  | ID                                    | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 10                        | 0,31            | 0,89                         | 29                             |
| N  | IW                                    | 1      | 2,60   | 2,70            | 7,02           | 1,54           | 5,48           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|  | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| N  | EW                                    | 1      | 2,75   | 2,70            | 7,43           | 0,00           | 7,43           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,93                         | 63                             |
|  |                                       | 0      | 0,00   | 0,00            | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00                            | 0,00                             | 0,00  |                 | 0                         | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste <math>H_T</math> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>11,66</b>                 | <b>382,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust  |                            |              |               |
|---|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom   | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel   | $V_{min} = 31,66$          | 10,76        | 353           |
| aus natürlicher Infiltration  | $V_{inf} = 7,60$           | 2,58         | 85            |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                          | $V_{su} \cdot f_v = 7,32$  | 2,49         | 82            |
| Abluftüberschuss  | $V_{mech,inf} = 0,00$      | 0,00         | 0             |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                           | $V_{therm} = 31,66$        |              |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste <math>H_v</math> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>10,76</b> | <b>353</b>    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 31 W/m <sup>2</sup> | 12 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>735,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>258,00</b> |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>993,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
 Projekt-Bez.: TG\_170903  
 Geschoss-Nr.: s7 Raum-Nr.: s7.k Bez: kuhinja Wohneinheit:

|                             |                  |                      |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C             | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 1,00 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                      | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 1,85 m               | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 2,40 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,02 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 4,44 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m               | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m               | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m               | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 11,99 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                      | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m               | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | -                    |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m               | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                      | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| S   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,54           | 4,94           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |
| N   | EW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,44           | 5,04           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,31                         | 43                             |
|   | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>2,75</b>                  | <b>90,00</b>                   |

| Lüftungswärmeverlust   |  |  |                            |              |               |     |
|--|--|--|----------------------------|--------------|---------------|-----|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  |  |  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |     |
| aus minimalem Luftwechsel  |  |  | $V_{min} =$                | 11,99        | 4,08          | 134 |
| aus natürlicher Infiltration                                       |  |  | $V_{inf} =$                | 1,44         | 0,49          | 16  |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       |  |  | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0,00          | 0   |
| Abluftüberschuss   |  |  | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          | 0   |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        |  |  | $V_{therm} =$              | 11,99        |               |     |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |  |  |                            | <b>4,08</b>  | <b>134</b>    |     |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 50 W/m <sup>2</sup> | 19 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>224,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>49,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>273,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s7 **Raum-Nr.:** s7.wc **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |  |                                |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------|--|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 24,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$            |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |  |
| Raumlänge                   | $l_R = 2,30 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$             |
| Raubbreite                  | $b_R = 2,40 \text{ m}$                         | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,00 -$                               |
| Raumfläche                  | $A_R = 5,52 \text{ m}^2$                       | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                       |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                     |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |  |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = \text{ m}^3/\text{h}$            |
| Raumvolumen                 | $V_R = 14,90 \text{ m}^3$                      | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$         |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                                |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |  |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$                |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                     |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 2,30   | 2,70            | 6,21           | 0,00           | 6,21           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,34                         | 12                             |
| S   | EW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 0,00           | 6,48           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,68                         | 62                             |
| E   | IW                                    | 1      | 2,30   | 2,70            | 6,21           | 0,00           | 6,21           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,38            | 0,83                         | 30                             |
| N   | IW                                    | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 1,54           | 4,94           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,27                         | 10                             |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>3,32</b>                  | <b>121,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust  |                            |              |               |
|---|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom   | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel   | $V_{min} = 7,45$           | 2,53         | 93            |
| aus natürlicher Infiltration  | $V_{inf} = 0,00$           | 0,00         | 0             |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                          | $V_{su} \cdot f_v = 0,00$  | 0,00         | 0             |
| Abluftüberschuss  | $V_{mech,inf} = 6,52$      | 2,22         | 82            |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                           | $V_{therm} = 7,45$         |              |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste <math>H_V</math> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>2,53</b>  | <b>93</b>     |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 39 W/m <sup>2</sup> | 14 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>214,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>61,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>275,00</b> |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s8 **Raum-Nr.:** s8.db **Bez:** Dnevni boravak **Wohneinheit:**

|                             |  |                                |   |
|-----------------------------|--|--------------------------------|---|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$         |
| <b>Raumdaten</b>            |  | <b>Infiltration</b>            |   |
| Raumlänge                   | $l_R = 8,46 \text{ m}$                         | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$          |
| Raubbreite                  | $b_R = 10,71 \text{ m}$                        | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,03 -$                            |
| Raumfläche                  | $A_R = 90,61 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                    |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                         | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                  |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                           | <b>Mechanische Lüftung</b>     |   |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                         | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$     |
| Raumvolumen                 | $V_R = 244,65 \text{ m}^3$                     | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$          |
| <b>Erdreich</b>             |  | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = \text{ } ^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                           | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 1 -$                             |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Zusatzheizleistung</b>      |   |
|                             |  | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$             |
|                             |  | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                  |

| Transmissionswärmeverlust   |                                    |        |        |                 |                |                |                |                              |                               |   |                 |                        |                 |                          |                            |
|---|------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|---|-----------------|------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang s-koeffizient | Korrekturwert für Wärmebrücke | korrigierter Wärmedurchgang s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-koeffizient | Transmissions-Wärmeverlust |
|   |                                    |        |        |                 |                |                |                |                              |                               |   |                 |                        |                 |                          |                            |
|   |                                    | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K           | W/m <sup>2</sup> K            | W/m <sup>2</sup> K                        | b/u             | °C                     | $f_i/f_{g2}$    | W/K                      | W                          |
| W   | EW                                 | 1      | 6,75   | 2,70            | 18,21          | 5,40           | 12,81          | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 3,33                     | 109                        |
|   | WE                                 | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                         | 0,10                          | 1,00                                      |                 | -13                    | 1,00            | 1,44                     | 47                         |
|   | WE                                 | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                         | 0,10                          | 1,00                                      |                 | -13                    | 1,00            | 3,96                     | 130                        |
| S   | IW                                 | 1      | 3,80   | 2,70            | 10,26          | 5,40           | 4,86           | 0,50                         | 0,00                          | 0,50                                      | b               | 20                     | 0,00            | 0,00                     | 0                          |
| S   | TF                                 | 1      | 2,70   | 2,00            | 0,00           | 0,00           | 5,40           | 0,35                         | 0,00                          | 0,35                                      | b               | 10                     | 0,31            | 0,58                     | 19                         |
| W   | IW                                 | 1      | 2,40   | 2,70            | 6,48           | 2,42           | 4,06           | 0,35                         | 0,00                          | 0,35                                      | b               | 10                     | 0,31            | 0,43                     | 14                         |
|   | ID                                 | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                         | 0,00                          | 1,20                                      |                 | 10                     | 0,31            | 0,89                     | 29                         |
| S   | IW                                 | 1      | 3,54   | 2,70            | 9,56           | 0,00           | 9,56           | 0,35                         | 0,00                          | 0,35                                      | b               | 10                     | 0,31            | 1,02                     | 33                         |
| W   | IW                                 | 1      | 2,60   | 2,70            | 7,02           | 0,00           | 7,02           | 0,35                         | 0,00                          | 0,35                                      | b               | 10                     | 0,31            | 0,75                     | 25                         |
| S   | EW                                 | 1      | 1,72   | 2,70            | 4,65           | 0,00           | 4,65           | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 1,21                     | 40                         |
| ESE   | EW                                 | 1      | 2,80   | 2,70            | 7,56           | 0,90           | 6,66           | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 1,73                     | 57                         |
|   | WE                                 | 1      | 1,50   | 0,60            | 0,90           | 0,00           | 0,90           | 0,90                         | 0,10                          | 1,00                                      |                 | -13                    | 1,00            | 0,90                     | 30                         |
| S   | EW                                 | 1      | 1,02   | 2,70            | 2,76           | 0,00           | 2,76           | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 0,72                     | 24                         |
| ESE   | EW                                 | 1      | 3,24   | 2,70            | 8,75           | 0,00           | 8,75           | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 2,27                     | 75                         |
| N   | EW                                 | 1      | 0,85   | 2,70            | 2,30           | 1,50           | 0,80           | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 0,21                     | 7                          |
|   | WE                                 | 1      | 0,68   | 2,20            | 1,50           | 0,00           | 1,50           | 0,90                         | 0,10                          | 1,00                                      |                 | -13                    | 1,00            | 1,50                     | 49                         |
| E   | EW                                 | 1      | 3,59   | 2,70            | 9,69           | 7,92           | 1,77           | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 0,46                     | 15                         |
|   | WE                                 | 2      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                         | 0,10                          | 1,00                                      |                 | -13                    | 1,00            | 7,92                     | 260                        |
| NE  | EW                                 | 1      | 1,16   | 2,70            | 3,13           | 0,00           | 3,13           | 0,16                         | 0,10                          | 0,26                                      | e               | -13                    | 1,00            | 0,81                     | 27                         |
| N   | IW                                 | 1      | 10,71  | 2,70            | 28,92          | 0,00           | 28,92          | 0,35                         | 0,00                          | 0,35                                      | b               | 10                     | 0,31            | 3,09                     | 101                        |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                    |        |        |                 |                |                |                |                              |                               |   |                 |                        |                 | <b>33,22</b>             | <b>1091,00</b>             |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 122,32       | 41,59         |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 44,04        | 14,97         |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 73,17        | 24,88         |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 0,00         | 0,00          |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 122,32       |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>41,59</b> | <b>1364</b>   |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

Projekt-Nr.: G:\FAX\ZRITG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017

Projekt-Bez.: TG\_170903

Geschoss-Nr.: s8 Raum-Nr.: s8.db Bez.: Dnevni boravak Wohneinheit:

|                             |                  |                       |                                |                 |                       |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C              | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup>  |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                       | <b>Infiltration</b>            |                 |                       |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 8,46 m                | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup>  |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 10,71 m               | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,03 -                |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 90,61 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m                |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m                | Höhenkorrekturfaktor           | $\epsilon =$    | 1,00 -                |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m                | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                       |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m                | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 120 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 244,65 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h     |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                       | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | °C                    |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m                | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 1 -                   |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m                | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                       |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>   |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                   |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläch | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche       | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|--------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|              | Typ                                  | n      | b      | h/l             | A              | A <sub>Abzug</sub> | A'             | U                               | $\Delta U_{WB}$                  | $U_c/U_{equiv}$                                 | e/g             | $\theta_u/\theta_b$       | $e_k/b_u$       | H <sub>T</sub>               | $\Phi_T$                       |
|              | --                                   | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup>     | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |

**Netto-Heizlast** 27 W/m<sup>2</sup> 10 W/m<sup>3</sup>  $\Phi_{HL,Netto} =$  **2455,00**

**Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb**  $\Phi_{RH} =$  **997,00**

**Norm-Heizlast**  $\Phi_{HL} =$  **3452,00**

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s8 **Raum-Nr.:** s8.wc **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |                  |                     |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 24,00 °C            | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                     | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 1,50 m              | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 1,74 m              | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,00 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 2,61 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m              | Höhenkorrekturfaktor           | $\epsilon =$    | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m              | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m              | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 7,05 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                     | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m              | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m              | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| W   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 0,00           | 4,05           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,22                         | 8                              |
| S   | IW                                    | 1      | 1,74   | 2,70            | 4,70           | 0,00           | 4,70           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,26                         | 9                              |
| E   | IW                                    | 1      | 1,50   | 2,70            | 4,05           | 0,00           | 4,05           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,22                         | 8                              |
| N   | IW                                    | 1      | 1,74   | 2,70            | 4,70           | 1,54           | 3,16           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,17                         | 6                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>1,07</b>                  | <b>38,00</b>                   |

### Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 3,52         | 44            |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 0,00         | 0             |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0             |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 6,52         | 82            |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 6,52         |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>2,22</b>  | <b>82</b>     |

**Netto-Heizlast** 46 W/m<sup>2</sup> 17 W/m<sup>3</sup>  $\Phi_{HL,Netto} =$  **120,00**

**Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb**  $\Phi_{RH} =$  **29,00**

**Norm-Heizlast**  $\Phi_{HL} =$  **149,00**

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s9 **Raum-Nr.:** s9.db **Bez:** Dnevni boravak **Wohneinheit:**

|                             |                                   |                                |                                     |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ °C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$     |
| <b>Raumdaten</b>            |                                   | <b>Infiltration</b>            |                                     |
| Raumlänge                   | $l_R = 4,71 \text{ m}$            | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$      |
| Raubbreite                  | $b_R = 4,71 \text{ m}$            | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,02 -$                        |
| Raumfläche                  | $A_R = 22,21 \text{ m}^2$         | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$            | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$              |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$              | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                                     |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$            | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| Raumvolumen                 | $V_R = 59,97 \text{ m}^3$         | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$      |
| <b>Erdreich</b>             |                                   | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ °C}$       |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$              | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                         |
| B'-Wert – raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$             | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                                     |
|                             |                                   | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$         |
|                             |                                   | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$              |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| CE  | CE                                    | 1      | 4,71   | 4,71            | 22,21          | 0,00           | 22,21          | 0,18                            | 0,00                             | 0,18  | b               | -13                       | 1,00            | 4,00                         | 131                            |
| W   | EW                                    | 1      | 4,10   | 2,70            | 11,07          | 3,96           | 7,11           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,85                         | 61                             |
|   | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96           | 0,00           | 3,96           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |
| S   | EW                                    | 1      | 4,10   | 2,70            | 11,07          | 0,00           | 11,07          | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,88                         | 94                             |
| E   | IW                                    | 1      | 2,10   | 2,70            | 5,67           | 0,00           | 5,67           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,61                         | 20                             |
| S   | IW                                    | 1      | 2,00   | 2,70            | 5,40           | 0,00           | 5,40           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,58                         | 19                             |
| E   | IW                                    | 1      | 2,70   | 2,70            | 7,29           | 2,42           | 4,87           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,52                         | 17                             |
|   | ID                                    | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42           | 0,00           | 2,42           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 10                        | 0,31            | 0,89                         | 29                             |
| W   | IW                                    | 1      | 0,70   | 2,70            | 1,89           | 0,00           | 1,89           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,12                        | -4                             |
| N   | IW                                    | 1      | 4,10   | 2,70            | 11,07          | 0,00           | 11,07          | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,68                        | -22                            |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>14,49</b>                 | <b>475,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} = 29,98$          | 10,19        | 334           |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} = 7,20$           | 2,45         | 80            |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v = 7,32$  | 2,49         | 82            |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} = 0,00$      | 0,00         | 0             |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} = 29,98$        |              |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>10,19</b> | <b>334</b>    |

|   |                     |                     |                     |                |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 36 W/m <sup>2</sup> | 14 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>809,00</b>  |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>244,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>1053,00</b> |



## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s9 **Raum-Nr.:** s9.wc **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |   |                                |   |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 24,00 \text{ }^\circ\text{C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$           |
| <b>Raumdaten</b>            |   | <b>Infiltration</b>            |   |
| Raumlänge                   | $l_R = 1,40 \text{ m}$                        | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$            |
| Raubbreite                  | $b_R = 4,00 \text{ m}$                        | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,02 -$                              |
| Raumfläche                  | $A_R = 5,60 \text{ m}^2$                      | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                      |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$                        | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$                    |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$                          | <b>Mechanische Lüftung</b>     |   |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$                        | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = \text{ m}^3/\text{h}$           |
| Raumvolumen                 | $V_R = 15,12 \text{ m}^3$                     | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$        |
| <b>Erdreich</b>             |   | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$                          | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                               |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$                         | <b>Zusatzheizleistung</b>      |   |
|                             |   | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$               |
|                             |   | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$                    |

| Transmissionswärmeverlust   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| CE  | CE                                    | 1      | 4,00   | 1,40            | 5,60           | 0,00           | 5,60           | 0,18                            | 0,00                             | 0,18  | b               | -13                       | 1,00            | 1,01                         | 37                             |
| W   | EW                                    | 1      | 1,40   | 2,70            | 3,78           | 0,00           | 3,78           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,98                         | 36                             |
| S   | IW                                    | 1      | 4,00   | 2,70            | 10,80          | 1,54           | 9,26           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,50                         | 19                             |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| E   | IW                                    | 1      | 1,40   | 2,70            | 3,78           | 0,00           | 3,78           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,21                         | 8                              |
| N   | EW                                    | 1      | 4,00   | 2,70            | 10,80          | 1,44           | 9,36           | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 2,43                         | 90                             |
|   | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44           | 0,00           | 1,44           | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 53                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>6,77</b>                  | <b>250,00</b>                  |

| Lüftungswärmeverlust   |                            |              |               |
|--|----------------------------|--------------|---------------|
| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} = 7,56$           | 2,57         | 95            |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} = 1,81$           | 0,62         | 23            |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v = 0,00$  | 0,00         | 0             |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} = 6,52$      | 2,22         | 82            |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} = 8,34$         |              |               |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                            | <b>2,83</b>  | <b>104</b>    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 63 W/m <sup>2</sup> | 23 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>354,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>62,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>416,00</b> |

# Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZR\TG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s10 **Raum-Nr.:** s10.db **Bez.:** Dnevni boravak **Wohneinheit:**

|                             |                                   |                                |                                     |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} = 20,00 \text{ °C}$ | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} = 0,50 \text{ h}^{-1}$     |
| <b>Raumdaten</b>            |                                   | <b>Infiltration</b>            |                                     |
| Raumlänge                   | $l_R = 8,29 \text{ m}$            | Luftwechselrate                | $n_{50} = 3,00 \text{ h}^{-1}$      |
| Raubbreite                  | $b_R = 8,29 \text{ m}$            | Koeffizient Abschirmklasse     | $e = 0,03 -$                        |
| Raumfläche                  | $A_R = 68,69 \text{ m}^2$         | Höhe über Erdreich             | $h = 0,00 \text{ m}$                |
| Geschosshöhe                | $h_G = 2,70 \text{ m}$            | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon = 1,00 -$              |
| Deckendicke                 | $d = 0,00 \text{ m}$              | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                                     |
| Raumhöhe                    | $h_R = 2,70 \text{ m}$            | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| Raumvolumen                 | $V_R = 185,46 \text{ m}^3$        | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} = \text{m}^3/\text{h}$      |
| <b>Erdreich</b>             |                                   | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} = 18 \text{ °C}$       |
| Tiefe unter Erdreich        | $z = 0,00 \text{ m}$              | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v = 0 -$                         |
| B'-Wert – raumweise (x)     | $B' = 0,00 \text{ m}$             | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                                     |
|                             |                                   | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} = 11 \text{ W/m}^2$         |
|                             |                                   | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} = 1 \text{ h}$              |

## Transmissionswärmeverlust

| Orientierung   | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche | Abzugsfläche | Nettofläche | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |                |
|--|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|----------------|
|  |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                | Typ            |
|  |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              | W                              |                |
| CE   | CE                                    | 1      | 8,29   | 8,29            | 68,69        | 0,00         | 68,69       | 0,18                            | 0,00                             | 0,18  | b               | -13                       | 1,00            | 12,36                        | 406                            |                |
| W  | EW                                    | 1      | 6,69   | 2,70            | 18,08        | 5,40         | 12,68       | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 3,30                         | 108                            |                |
|  | WE                                    | 1      | 1,80   | 2,20            | 3,96         | 0,00         | 3,96        | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 3,96                         | 130                            |                |
|  | WE                                    | 1      | 0,90   | 1,60            | 1,44         | 0,00         | 1,44        | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 1,44                         | 47                             |                |
| S  | IW                                    | 1      | 3,80   | 2,70            | 10,26        | 5,40         | 4,86        | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,00            | 0,00                         | 0                              |                |
| S  | TF                                    | 1      | 2,70   | 2,00            | 0,00         | 0,00         | 5,40        | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,58                         | 19                             |                |
| W  | IW                                    | 1      | 2,45   | 2,70            | 6,61         | 2,42         | 4,19        | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,45                         | 15                             |                |
|  | ID                                    | 1      | 1,10   | 2,20            | 2,42         | 0,00         | 2,42        | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 10                        | 0,31            | 0,89                         | 29                             |                |
| S  | IW                                    | 1      | 4,70   | 2,70            | 12,68        | 3,12         | 9,56        | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 1,02                         | 33                             |                |
| S  | TF                                    | 1      | 2,70   | 1,16            | 0,00         | 0,00         | 3,12        | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,81                         | 27                             |                |
| ESE  | EW                                    | 1      | 7,31   | 2,70            | 19,74        | 14,52        | 5,22        | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 1,36                         | 44                             |                |
|  | WE                                    | 1      | 3,00   | 2,20            | 6,60         | 0,00         | 6,60        | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 6,60                         | 216                            |                |
|  | WE                                    | 2      | 1,80   | 2,20            | 3,96         | 0,00         | 3,96        | 0,90                            | 0,10                             | 1,00  |                 | -13                       | 1,00            | 7,92                         | 260                            |                |
| NE   | EW                                    | 1      | 0,83   | 2,70            | 2,25         | 0,00         | 2,25        | 0,16                            | 0,10                             | 0,26  | e               | -13                       | 1,00            | 0,59                         | 19                             |                |
| N  | IW                                    | 1      | 3,26   | 2,70            | 8,80         | 0,00         | 8,80        | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 0,94                         | 31                             |                |
| W  | IW                                    | 1      | 1,85   | 2,70            | 5,01         | 0,00         | 5,01        | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,31                        | -10                            |                |
| N  | IW                                    | 1      | 2,04   | 2,70            | 5,51         | 1,54         | 3,97        | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,24                        | -8                             |                |
|  | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54         | 0,00         | 1,54        | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 24                        | -0,12           | -0,23                        | -7                             |                |
| E  | IW                                    | 1      | 2,21   | 2,70            | 5,98         | 0,00         | 5,98        | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 24                        | -0,12           | -0,36                        | -12                            |                |
| N  | IW                                    | 1      | 5,38   | 2,70            | 14,53        | 0,00         | 14,53       | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,31            | 1,55                         | 51                             |                |
|  |                                       | 0      | 0,00   | 0,00            | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00                            | 0,00                             | 0,00  |                 | 0                         | 0,00            | 0,00                         | 0                              |                |
| <b>Transmissionswärmeverluste <math>H_T</math> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |              |              |             |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              | <b>42,63</b>                   | <b>1398,00</b> |

## Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom                  | $V_i$<br>m³/h             | $H_v$<br>W/K | $\Phi_v$<br>W |
|--|---------------------------|--------------|---------------|
| aus minimalem Luftwechsel                    | $V_{min} = 92,73$         | 31,53        | 1034          |
| aus natürlicher Infiltration                 | $V_{inf} = 33,38$         | 11,35        | 372           |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom | $V_{su} \cdot f_v = 7,32$ | 2,49         | 82            |
| Abluftüberschuss                             | $V_{mech,inf} = 0,00$     | 0,00         | 0             |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>  | $V_{therm} = 92,73$       |              |               |

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZR\TG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s10 **Raum-Nr.:** s10.db **Bez.:** Dnevni boravak **Wohneinheit:**

|                             |                  |                       |                                |                 |                       |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 20,00 °C              | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup>  |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                       | <b>Infiltration</b>            |                 |                       |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 8,29 m                | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup>  |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 8,29 m                | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,03 -                |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 68,69 m <sup>2</sup>  | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m                |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m                | Höhenkorrekturfaktor           | $\epsilon =$    | 1,00 -                |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m                | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                       |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m                | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | 120 m <sup>3</sup> /h |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 185,46 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | m <sup>3</sup> /h     |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                       | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 18 °C                 |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m                | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                   |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m                | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                       |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>   |
|                             |                  |                       | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                   |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung   | Kurz-Bezeichnung Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche | Abzugsfläche | Nettofläche | Wärmedurchgang s-koeffizient | Korrekturwert für Wärmebrücke | korrigierter Wärmedurchgang s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlustkoeffizient | Transmissionswärmeverlust |
|--|------------------------------------|--------|--------|-----------------|--------------|--------------|-------------|------------------------------|-------------------------------|---|-----------------|------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
|  |                                    |        |        |                 |              |              |             |                              |                               |   |                 |                        |                 |                         |                           |
|  |                                    |        |        |                 |              |              |             |                              |                               |   |                 |                        |                 | 31,53                   | 1034                      |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>v</sub> und <math>\Phi_v</math></b> |                                    |        |        |                 |              |              |             |                              |                               |   |                 |                        |                 |                         |                           |

**Netto-Heizlast** 35 W/m<sup>2</sup> 13 W/m<sup>3</sup>  **$\Phi_{HL,Netto} =$**  **2432,00**

**Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb**  **$\Phi_{RH} =$  756,00**

**Norm-Heizlast**  **$\Phi_{HL} =$  3188,00**

## Berechnung der Norm-Heizlast nach EN 12831 H7500 (ausführliches Verfahren)

**Projekt-Nr.:** G:\FAX\ZRTG\TG\_170903\TG\_170903 03. September 2017  
**Projekt-Bez.:** TG\_170903  
**Geschoss-Nr.:** s10 **Raum-Nr.:** s10.wc **Bez:** kupaonica Wohneinheit:

|                             |                  |                     |                                |                 |                      |
|-----------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Norm-Innentemperatur</b> | $\theta_{int} =$ | 24,00 °C            | <b>Mindest-Luftwechselrate</b> | $n_{min} =$     | 0,50 h <sup>-1</sup> |
| <b>Raumdaten</b>            |                  |                     | <b>Infiltration</b>            |                 |                      |
| Raumlänge                   | $l_R =$          | 1,60 m              | Luftwechselrate                | $n_{50} =$      | 3,00 h <sup>-1</sup> |
| Raubbreite                  | $b_R =$          | 1,84 m              | Koeffizient Abschirmklasse     | $e =$           | 0,00 -               |
| Raumfläche                  | $A_R =$          | 2,94 m <sup>2</sup> | Höhe über Erdreich             | $h =$           | 0,00 m               |
| Geschosshöhe                | $h_G =$          | 2,70 m              | Höhenkorrekturfaktor           | $\varepsilon =$ | 1,00 -               |
| Deckendicke                 | $d =$            | 0,00 m              | <b>Mechanische Lüftung</b>     |                 |                      |
| Raumhöhe                    | $h_R =$          | 2,70 m              | Zuluftvolumenstrom             | $V_{su} =$      | m <sup>3</sup> /h    |
| Raumvolumen                 | $V_R =$          | 7,94 m <sup>3</sup> | Abluftvolumenstrom             | $V_{ex} =$      | 60 m <sup>3</sup> /h |
| <b>Erdreich</b>             |                  |                     | Temperatur Zuluft              | $\theta_{su} =$ | 20 °C                |
| Tiefe unter Erdreich        | $z =$            | 0,00 m              | Temperatur-Reduktionsfaktor    | $f_v =$         | 0 -                  |
| B'-Wert - raumweise (x)     | $B' =$           | 0,00 m              | <b>Zusatzheizleistung</b>      |                 |                      |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizfaktor            | $f_{RH} =$      | 11 W/m <sup>2</sup>  |
|                             |                  |                     | Wiederaufheizzeit              | $h_{RH} =$      | 1 h                  |

### Transmissionswärmeverlust

| Orientierung  | Kurz-Bezeichnung<br>Begrenzungsfläche | Anzahl | Breite | Höhe bzw. Länge | Bruttofläche   | Abzugsfläche   | Nettofläche    | Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Korrekturwert für<br>Wärmebrücke | korrigierter<br>Wärmedurchgang<br>s-koeffizient | Wärmeverlust an | angrenzende<br>Temperatur | Korrekturfaktor | Wärmeverlust-<br>koeffizient | Transmissions-<br>Wärmeverlust |
|---|---------------------------------------|--------|--------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
|   |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 |                              |                                |
|   |                                       | --     | m      | m               | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | W/m <sup>2</sup> K              | W/m <sup>2</sup> K               | W/m <sup>2</sup> K                              | b/u             | °C                        | $f_i/f_{g2}$    | W/K                          | W                              |
| CE  | CE                                    | 1      | 1,84   | 1,60            | 2,94           | 0,00           | 2,94           | 0,18                            | 0,00                             | 0,18  | b               | -13                       | 1,00            | 0,53                         | 19                             |
| W   | IW                                    | 1      | 1,60   | 2,70            | 4,32           | 0,00           | 4,32           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,24                         | 9                              |
| S   | IW                                    | 1      | 1,84   | 2,70            | 4,97           | 1,54           | 3,43           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,19                         | 7                              |
|   | ID                                    | 1      | 0,70   | 2,20            | 1,54           | 0,00           | 1,54           | 1,20                            | 0,00                             | 1,20  |                 | 20                        | 0,11            | 0,20                         | 7                              |
| E   | IW                                    | 1      | 1,60   | 2,70            | 4,32           | 0,00           | 4,32           | 0,50                            | 0,00                             | 0,50  | b               | 20                        | 0,11            | 0,24                         | 9                              |
| N   | IW                                    | 1      | 1,84   | 2,70            | 4,97           | 0,00           | 4,97           | 0,35                            | 0,00                             | 0,35  | b               | 10                        | 0,38            | 0,66                         | 24                             |
| <b>Transmissionswärmeverluste H<sub>T</sub> und <math>\Phi_T</math></b> |                                       |        |        |                 |                |                |                |                                 |                                  |   |                 |                           |                 | <b>2,06</b>                  | <b>75,00</b>                   |

### Lüftungswärmeverlust

| Bestimmung Luftvolumenstrom  | $V_i$<br>m <sup>3</sup> /h | $H_V$<br>W/K | $\Phi_V$<br>W |    |
|--|----------------------------|--------------|---------------|----|
| aus minimalem Luftwechsel  | $V_{min} =$                | 3,97         | 1,35          | 50 |
| aus natürlicher Infiltration                                       | $V_{inf} =$                | 0,00         | 0,00          | 0  |
| thermisch wirksamer mech. Zuluftvolumenstrom                       | $V_{su} \cdot f_v =$       | 0,00         | 0,00          | 0  |
| Abluftüberschuss   | $V_{mech,inf} =$           | 6,52         | 2,22          | 82 |
| <b>thermisch wirksamer Luftvolumenstrom</b>                        | $V_{therm} =$              | 6,52         |               |    |
| <b>Lüftungswärmeverluste H<sub>V</sub> und <math>\Phi_V</math></b> |                            | <b>2,22</b>  | <b>82</b>     |    |

|   |                     |                     |                     |               |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| <b>Netto-Heizlast</b>                             | 53 W/m <sup>2</sup> | 20 W/m <sup>3</sup> | $\Phi_{HL,Netto} =$ | <b>157,00</b> |
| <b>Zusatz-Heizlast unterbrochener Heizbetrieb</b> |                     |                     | $\Phi_{RH} =$       | <b>32,00</b>  |
| <b>Norm-Heizlast</b>                              |                     |                     | $\Phi_{HL} =$       | <b>189,00</b> |

## **Prilog 2 – Dimenzioniranje sustava podnog grijanja**

## s1.wc

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 24            | °C                 |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 1,66          | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 160           | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,015         | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 6             | m                  |
|  |             |               |                    |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>96,39</b>  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>8,25</b>   | °C                 |
|  |             |               |                    |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>    | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33         | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 55            | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>55,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>91,3</b>   | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>68,7</b>   | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>34,13</b>  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>34,13</b>  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>1,66</b>   | m <sup>2</sup>     |
|  |             |               |                    |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8         | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,14</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0065</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,3927</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2             | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,6           | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>68,86</b>  | mbar               |

## s1.at.1

|  |             |        |                    |  |
|--|-------------|--------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35     | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30     | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20     | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 14,7   | m <sup>2</sup>     |  |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 700    | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 8,5    | m                  |  |
|  |             |        |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 47,62  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | 12,33  | °C                 |  |
|  |             |        |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | 22,5   | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44   | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48     | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 47,6   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 700    | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 0      | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 82,27  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | 82,27  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 14,70  | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |        |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8  | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0511 | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 3,0668 | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,4    | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 20     | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 135,2  | mbar               |  |

## s1.at.2

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 15,4 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 750  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 7,2  | m                  |

|                                |      |              |                  |
|--------------------------------|------|--------------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | <b>48,70</b> | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | <b>12,33</b> | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>22,5</b>  | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 4,44         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 48           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | <b>48,0</b>  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | <b>739,2</b> | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | <b>10,8</b>  | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | <b>82,78</b> | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | <b>1</b>     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>82,78</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | <b>15,40</b> | m <sup>2</sup>   |

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8         | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0539</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>3,2313</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,5           | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 25            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>149,2</b>  | mbar               |



### s1.at.3

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 3,44 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 150  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 1,2  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 43,60 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |               |                  |
|---|-----------|---------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>30</b>     | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 33,3          | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 40            | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 40,0          | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 137,6         | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 12,4          | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 116,95        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1             |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>116,95</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 3,44          | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8        | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0106       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,6349       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,3          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,9          | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>35,99</b> | mbar               |

## s2.wc

|                                |      |       |                    |
|--------------------------------|------|-------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.   | Tul  | 35    | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp. | Tizl | 30    | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 24    | °C                 |
| grijaća površina poda          | Afb  | 2,61  | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 137   | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,015 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5     | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 52,49 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijaća nadtemperatura | Duh  | 8,25  | °C               |

|   |           |       |                  |
|---|-----------|-------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | 7,5   | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 13,33 | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 55    | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 52,5  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 137   | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 0     | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 44,79 | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | 44,79 | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 2,61  | m <sup>2</sup>   |

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8  | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,14   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0100 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,5971 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2      | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,6    | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 90,18  | mbar               |

## s2.g.1

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.                 | Tul         | 35           | °C                 |
| srednja grijača povratna temp.               | Tizl        | 30           | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20           | °C                 |
| grijača površina poda                        | Afb         | 16,6         | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 800          | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04         | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 4,1          | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 48,19        | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijača nadtemperatura               | Duh         | 12,33        | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>22,5</b>  | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44         | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48           | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 48,0         | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 796,8        | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 3,2          | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 81,90        | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1            |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>81,90</b> | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 16,60        | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8        | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0581       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 3,4831       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2            | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 30           | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>193,8</b> | mbar               |

## s2.g.2

|                                |      |       |                    |
|--------------------------------|------|-------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35    | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30    | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20    | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 15,45 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 600   | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04  | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 2,8   | m                  |

|                                |      |              |                  |
|--------------------------------|------|--------------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | <b>38,83</b> | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | <b>12,33</b> | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>30</b>    | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 3,33         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 40           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | <b>38,8</b>  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | <b>600</b>   | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | <b>0</b>     | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | <b>57,05</b> | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | <b>1</b>     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>57,05</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | <b>15,45</b> | m <sup>2</sup>   |

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8         | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0466</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>2,7948</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,5           | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 20            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>105,6</b>  | mbar               |

### s2.g.3

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 4,48          | m <sup>2</sup>     |  |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 200           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 5,6           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>44,64</b>  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>30</b>     | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 3,33          | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 40            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>40,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>179,2</b>  | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>20,8</b>   | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>26,12</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>26,12</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>4,48</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8         | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0138</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,8269</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,15          | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 1,5           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>5,418</b>  | mbar               |  |

## s2.g.4

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.                 | Tul         | 35     | °C                 |
| srednja grijača povratna temp.               | Tizl        | 30     | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20     | °C                 |
| grijača površina poda                        | Afb         | 18,3   | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 850    | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04   | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 7,8    | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 46,45  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijača nadtemperatura               | Duh         | 12,33  | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | 22,5   | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44   | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48     | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 46,4   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 850    | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 0      | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 96,85  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | 96,85  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 18,30  | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8  | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0625 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 3,7502 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2      | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 30     | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 223,7  | mbar               |

## s2.g.5

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 19,9          | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 800           | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 0,2           | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>40,20</b>  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>30</b>     | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 3,33          | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 40            | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>40,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>796</b>    | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>4</b>      | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>66,67</b>  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>66,67</b>  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>19,90</b>  | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8         | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0612</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>3,6729</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2             | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 30            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>163,3</b>  | mbar               |

## s2.g.5

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 5,8           | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 200           | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 3,2           | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>34,48</b>  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>30</b>     | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 3,33          | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 40            | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>34,5</b>   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>200</b>    | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>0</b>      | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>25,71</b>  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>25,71</b>  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>5,80</b>   | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | -12,8         | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0162</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,9695</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,15          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 2,5           | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>6,357</b>  | mbar               |



### s3.db.1

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 22,4          | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 1050          | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 5,6           | m                  |
|  |             |               |                    |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>46,88</b>  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |
|  |             |               |                    |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>22,5</b>   | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44          | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48            | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>46,9</b>   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>1050</b>   | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>0</b>      | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>110,66</b> | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>110,66</b> | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>22,40</b>  | m <sup>2</sup>     |
|  |             |               |                    |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0553</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>3,3152</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,8           | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 30            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>229,2</b>  | mbar               |

## s3.db.2

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 5,75          | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 276           | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 1,3           | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>48,00</b>  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>22,5</b>   | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44          | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48            | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>48,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>276</b>    | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>0</b>      | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>28,13</b>  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>28,13</b>  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>5,75</b>   | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0145</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,8714</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,15          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 2             | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>6,22</b>   | mbar               |

### s3.wc

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 24            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 3,02          | m <sup>2</sup>     |  |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 257           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,015         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 4,9           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>85,10</b>  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>8,25</b>   | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>    | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33         | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 55            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>55,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>166,1</b>  | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>90,9</b>   | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>50,06</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>50,06</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>3,02</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,14</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0090</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,5385</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1           | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,6           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>5,606</b>  | mbar               |  |

### s3.k

|  |             |              |                    |  |
|--|-------------|--------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35           | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30           | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20           | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 2,22         | m <sup>2</sup>     |  |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 273          | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,015        | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 4,3          | m                  |  |
|  |             |              |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 122,97       | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | 12,33        | °C                 |  |
|  |             |              |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>   | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33        | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 80           | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 80,0         | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 177,6        | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 95,4         | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 38,19        | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1            |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>38,19</b> | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 2,22         | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |              |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,14         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0092       | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,5529       | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1          | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,6          | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>4,419</b> | mbar               |  |

## s4.s1

|  |             |              |                    |  |
|--|-------------|--------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35           | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30           | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20           | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 13,66        | m <sup>2</sup>     |  |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 562          | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 6,1          | m                  |  |
|  |             |              |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 41,14        | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | 12,33        | °C                 |  |
|  |             |              |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>30</b>    | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 3,33         | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 40           | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 40,0         | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 546,4        | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 15,6         | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 57,69        | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1            |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>57,69</b> | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 13,66        | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |              |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0288       | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 1,7252       | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,5          | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 8            | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>36,84</b> | mbar               |  |

## s4.s2

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijaća površina poda          | Afb  | 13,3 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 462  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5,5  | m                  |

|                                |      |              |                  |
|--------------------------------|------|--------------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | <b>34,74</b> | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijaća nadtemperatura | Duh  | <b>12,33</b> | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>30</b>    | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 3,33         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 40           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | <b>34,7</b>  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | <b>462</b>   | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | <b>0</b>     | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | <b>55,29</b> | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | <b>1</b>     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>55,29</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | <b>13,30</b> | m <sup>2</sup>   |

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0243</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>1,4587</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,4           | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 5             | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>27,12</b>  | mbar               |

## s4.wc1

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 24   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 3,22 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 209  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 6,4  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 64,91 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 8,25  | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>7,5</b>   | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 13,33        | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 55           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 55,0         | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 177,1        | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 31,9         | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 55,72        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1            |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>55,72</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 3,22         | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0097       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,5821       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,9          | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>6,472</b> | mbar               |

## s4.wc2

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 24   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 2,26 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 139  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5    | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 61,50 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 8,25  | °C               |

|   |           |       |                  |
|---|-----------|-------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | 7,5   | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 13,33 | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 55    | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 55,0  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 124,3 | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 14,7  | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 40,13 | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | 40,13 | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 2,26  | m <sup>2</sup>   |

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0068 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,4085 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1    | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,3    | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 4,313  | mbar               |



## s4.db.1

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 18,3 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 900  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5,8  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 49,18 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |       |                  |
|---|-----------|-------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | 22,5  | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 4,44  | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 48    | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 48,0  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 878,4 | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 21,6  | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 92,85 | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | 92,85 | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 18,30 | m <sup>2</sup>   |

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0462 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 2,7734 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,4    | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 20     | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 150    | mbar               |

## s4.db.2

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 21,2 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 1000 | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5,8  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 47,17 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |               |                  |
|---|-----------|---------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>22,5</b>   | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 4,44          | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 48            | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 47,2          | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 1000          | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 0             | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 105,73        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1             |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>105,73</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 21,20         | m <sup>2</sup>   |

|  |             |            |                    |
|--|-------------|------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045      | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4        | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20         | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612      | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17       | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0526     | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 3,1574     | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,4        | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 22         | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>170</b> | mbar               |

### s4.db.3

|  |        |        |                    |
|--|--------|--------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.                 | Tul    | 35     | °C                 |
| srednja grijača povratna temp.               | Tizl   | 30     | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint   | 20     | °C                 |
| grijača površina poda                        | Afb    | 2,66   | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje                          | Qnf    | 100    | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib    | 0,04   | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo     | 5,8    | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes   | 37,59  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijača nadtemperatura               | Duh    | 12,33  | °C                 |
| razmaci cijevi                               | RA     | 30     | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp    | 3,33   | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax | 45     | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg    | 37,6   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg    | 100    | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr     | 0      | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L      | 20,46  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n      | 1      |                    |
| duljina kruga                                | L*     | 20,46  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk    | 2,66   | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su     | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu     | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun    | 20     | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru     | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro     | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK    | 0,0053 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK    | 0,3157 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R      | 0,1    | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv    | 0,1    | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | Dphk   | 2,146  | mbar               |

## s5.wc

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |
| srednja grijača povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 24            | °C                 |
| grijača površina poda                        | Afb         | 3,02          | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 275           | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 4,7           | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>91,06</b>  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijača nadtemperatura               | Duh         | <b>8,25</b>   | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>    | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33         | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 55            | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>55,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>166,1</b>  | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>108,9</b>  | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>49,66</b>  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>49,66</b>  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>3,02</b>   | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0091</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,5459</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1           | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,8           | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>5,766</b>  | mbar               |

## s5.k

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 2,22          | m <sup>2</sup>     |  |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 273           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,015         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 4,3           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>122,97</b> | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>    | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33         | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 80            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>80,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>177,6</b>  | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>95,4</b>   | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>38,19</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>38,19</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>2,22</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,14</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0092</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,5529</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1           | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,6           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>4,419</b>  | mbar               |  |

## s5.s

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 9,2           | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 408           | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 6,9           | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>44,35</b>  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>22,5</b>   | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44          | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48            | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>44,3</b>   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>408</b>    | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>0</b>      | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>54,65</b>  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>54,65</b>  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>9,20</b>   | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0215</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>1,2882</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,3           | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 4             | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>20,39</b>  | mbar               |

## s5.db.1

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 12,8 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 610  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5,5  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 47,66 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>22,5</b>  | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 4,44         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 48           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 47,7         | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 610          | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 0            | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 67,83        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1            |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>67,83</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 12,80        | m <sup>2</sup>   |

|  |             |             |                    |
|--|-------------|-------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045       | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4         | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20          | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612       | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17        | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0321      | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 1,9260      | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,6         | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 10          | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>50,7</b> | mbar               |

## s5.db.2

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |
| srednja grijača povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |
| grijača površina poda                        | Afb         | 5,75          | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 270           | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 5,5           | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>46,96</b>  | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijača nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>22,5</b>   | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44          | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48            | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>47,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>270</b>    | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>0</b>      | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>36,53</b>  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>36,53</b>  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>5,75</b>   | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0142</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,8525</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,3           | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 4             | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>14,96</b>  | mbar               |



## s6.s1

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.                 | Tul         | 35           | °C                 |
| srednja grijača povratna temp.               | Tizl        | 30           | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20           | °C                 |
| grijača površina poda                        | Afb         | 13,66        | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 562          | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04         | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 6,1          | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 41,14        | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijača nadtemperatura               | Duh         | 12,33        | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>30</b>    | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 3,33         | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 40           | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 40,0         | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 546,4        | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 15,6         | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 57,69        | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1            |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>57,69</b> | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 13,66        | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0288       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 1,7252       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,5          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 8            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>36,84</b> | mbar               |

## s6.s2

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35           | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30           | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20           | °C                 |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 13,3         | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 460          | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04         | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 5,5          | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 34,59        | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | 12,33        | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>30</b>    | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 3,33         | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 40           | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 34,6         | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 460          | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 0            | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 55,29        | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1            |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>55,29</b> | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 13,30        | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0242       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 1,4524       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,4          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 5            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>27,12</b> | mbar               |

### s6.s3

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijaća ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijaća povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijaća površina poda          | Afb  | 13,5 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 468  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 10   | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 34,67 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijaća nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>30</b>    | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 3,33         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 40           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 34,7         | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 468          | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 0            | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 64,96        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1            |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>64,96</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 13,50        | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0246       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 1,4776       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,4          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 5            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>30,98</b> | mbar               |

## s6.wc1

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 24            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 3,22          | m <sup>2</sup>     |  |
| ogrijaće opterećenje                         | Qnf         | 209           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 6,4           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>64,91</b>  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>8,25</b>   | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>    | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33         | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 55            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>55,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>177,1</b>  | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>31,9</b>   | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>55,72</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>55,72</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>3,22</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0097</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,5821</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1           | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,9           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>6,472</b>  | mbar               |  |

## s6.wc2

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 24   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 2,26 | m <sup>2</sup>     |
| ogrijaće opterećenje           | Qnf  | 139  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5    | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 61,50 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 8,25  | °C               |

|   |           |       |                  |
|---|-----------|-------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | 7,5   | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 13,33 | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 55    | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 55,0  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 124,3 | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 14,7  | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 40,13 | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | 40,13 | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 2,26  | m <sup>2</sup>   |

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0068 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,4085 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1    | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,3    | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 4,313  | mbar               |

## s6.db.1

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 20,4 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 1000 | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 3,1  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 49,02 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>22,5</b>  | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 4,44         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 48           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 48,0         | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 979,2        | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 20,8         | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 96,78        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1            |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>96,78</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 20,40        | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0515       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 3,0917       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,7          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 22           | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>186,5</b> | mbar               |

## s6.db.2

|  |             |        |                    |  |
|--|-------------|--------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35     | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30     | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20     | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 7      | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 330    | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 0,3    | m                  |  |
|  |             |        |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 47,14  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | 12,33  | °C                 |  |
|  |             |        |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | 22,5   | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44   | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48     | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 47,1   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 330    | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 0      | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 31,68  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | 31,68  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 7,00   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |        |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0174 | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 1,0419 | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,4    | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 22     | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 66,35  | mbar               |  |

### s6.db.3

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 3,52 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 200  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 3,8  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 56,82 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |        |                  |
|---|-----------|--------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | 22,5   | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 4,44   | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 53     | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 53,0   | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 186,56 | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 13,44  | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 23,23  | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1      |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | 23,23  | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 3,52   | m <sup>2</sup>   |

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0098 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,5890 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1    | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,9    | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 3,223  | mbar               |



## s7.wc

|  |             |              |                    |  |
|--|-------------|--------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35           | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30           | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 24           | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 3,02         | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 275          | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 4,7          | m                  |  |
|  |             |              |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 91,06        | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | 8,25         | °C                 |  |
|  |             |              |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>   | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33        | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 55           | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 55,0         | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 166,1        | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 108,9        | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 49,66        | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1            |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>49,66</b> | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 3,02         | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |              |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0091       | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,5459       | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1          | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,8          | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>5,766</b> | mbar               |  |

## s7.k

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 2,22          | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 273           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,015         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 4,3           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>122,97</b> | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>    | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33         | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 80            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>80,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>177,6</b>  | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>95,4</b>   | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>38,19</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>38,19</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>2,22</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,14</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0092</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,5529</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1           | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,6           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>4,419</b>  | mbar               |  |

## s7.db.1

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 15,4          | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 730           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 5,5           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>47,40</b>  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>22,5</b>   | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44          | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>47,4</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>730</b>    | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>0</b>      | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>79,38</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>79,38</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>15,40</b>  | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0384</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>2,3049</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,9           | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 12            | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>83,44</b>  | mbar               |  |

## s7.db.2

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.                 | Tul         | 35           | °C                 |
| srednja grijača povratna temp.               | Tizl        | 30           | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20           | °C                 |
| grijača površina poda                        | Afb         | 5,75         | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje                          | Qnf         | 270          | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04         | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 1,2          | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 46,96        | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijača nadtemperatura               | Duh         | 12,33        | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>22,5</b>  | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44         | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48           | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 47,0         | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 270          | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 0            | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 27,93        | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1            |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>27,93</b> | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 5,75         | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0142       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,8525       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 1,5          | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>4,293</b> | mbar               |

## s8.wc

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 24            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 2,61          | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 148           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,015         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 5             | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>56,70</b>  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>8,25</b>   | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>    | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33         | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 55            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>55,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>143,55</b> | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>4,45</b>   | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>44,79</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>44,79</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>2,61</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,14</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0078</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,4654</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2             | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,6           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>90,18</b>  | mbar               |  |

## s8.db.1

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 16,6 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 800  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 4,1  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 48,19 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>22,5</b>  | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 4,44         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 48           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 48,0         | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 796,8        | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 3,2          | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 81,90        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1            |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>81,90</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 16,60        | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0419       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 2,5158       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2            | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 30           | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>193,8</b> | mbar               |

## s8.db.2

|                                |      |       |                    |
|--------------------------------|------|-------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35    | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30    | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20    | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 15,45 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 600   | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04  | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 2,8   | m                  |

|                                |      |              |                  |
|--------------------------------|------|--------------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | <b>38,83</b> | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | <b>12,33</b> | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>30</b>    | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 3,33         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 40           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | <b>38,8</b>  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | <b>600</b>   | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | <b>0</b>     | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | <b>57,05</b> | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | <b>1</b>     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>57,05</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | <b>15,45</b> | m <sup>2</sup>   |

|  |             |               |                    |
|--|-------------|---------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0316</b> | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>1,8944</b> | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,5           | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 20            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>105,6</b>  | mbar               |

### s8.db.3

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 4,48 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 200  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5,6  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 44,64 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>30</b>    | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 3,33         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 40           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 40,0         | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 179,2        | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 20,8         | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 26,12        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1            |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>26,12</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 4,48         | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0094       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,5658       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,15         | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 1,5          | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>5,418</b> | mbar               |



## s8.db.4

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 18,3 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 850  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 7,8  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 46,45 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |       |                  |
|---|-----------|-------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | 22,5  | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 4,44  | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 48    | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 46,4  | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 850   | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 0     | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 96,85 | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1     |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | 96,85 | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 18,30 | m <sup>2</sup>   |

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0447 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 2,6838 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2      | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 30     | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 223,7  | mbar               |

## s8.db.5

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 19,9          | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 800           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 0,2           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>40,20</b>  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>30</b>     | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 3,33          | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 40            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>40,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>796</b>    | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>4</b>      | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>66,67</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>66,67</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>19,90</b>  | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0419</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>2,5133</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 2             | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 30            | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>163,3</b>  | mbar               |  |

## s8.db.6

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 5,8           | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 230           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 3,2           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>39,66</b>  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>30</b>     | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 3,33          | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 40            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>39,7</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>230</b>    | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>0</b>      | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>25,71</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>25,71</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>5,80</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0121</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,7262</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,15          | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 2,5           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>6,357</b>  | mbar               |  |

## s9.wc

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 24            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 3,86          | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 416           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,015         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 3,7           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>107,77</b> | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>8,25</b>   | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>7,5</b>    | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33         | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 55            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>55,0</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>212,3</b>  | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>203,7</b>  | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>58,85</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>58,85</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>3,86</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,14</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0115</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,6883</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1           | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 1,5           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>7,385</b>  | mbar               |  |

## s9.db.1

|                                |      |       |                    |
|--------------------------------|------|-------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35    | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30    | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20    | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 16,81 | m <sup>2</sup>     |
| grijaće opterećenje            | Qnf  | 900   | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04  | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 2,3   | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 53,54 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |        |                  |
|---|-----------|--------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | 15     | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 6,67   | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 57     | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 53,5   | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 900    | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 0      | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 116,72 | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1      |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | 116,72 | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 16,81  | m <sup>2</sup>   |

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0474 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 2,8416 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,3    | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 20     | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 171,7  | mbar               |

## s9.db.2

|  |             |               |                    |  |
|--|-------------|---------------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35            | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30            | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20            | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 4,2           | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 200           | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04          | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 0,1           | m                  |  |
|  |             |               |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | <b>47,62</b>  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | <b>12,33</b>  | °C                 |  |
|  |             |               |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | <b>22,5</b>   | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44          | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48            | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | <b>47,6</b>   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | <b>200</b>    | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | <b>0</b>      | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | <b>18,85</b>  | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | <b>1</b>      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | <b>18,85</b>  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | <b>4,20</b>   | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |               |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045         | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4           | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20            | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612         | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | <b>0,17</b>   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,0105</b> | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | <b>0,6315</b> | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1           | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,9           | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>2,785</b>  | mbar               |  |

## s10.wc

|  |             |        |                    |
|--|-------------|--------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.                 | Tul         | 35     | °C                 |
| srednja grijača povratna temp.               | Tizl        | 30     | °C                 |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 24     | °C                 |
| grijača površina poda                        | Afb         | 1,31   | m <sup>2</sup>     |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 189    | W                  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,015  | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 8,2    | m                  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 144,27 | W/m <sup>2</sup>   |
| srednja grijača nadtemperatura               | Duh         | 8,25   | °C                 |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | 7,5    | cm                 |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 13,33  | m/m <sup>2</sup>   |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 55     | W/m <sup>2</sup>   |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 55,0   | W/m <sup>2</sup>   |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 72,05  | W                  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 116,95 | W                  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 33,86  | m                  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 1      |                    |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | 33,86  | m                  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 1,31   | m <sup>2</sup>     |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,14   | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0039 | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,2336 | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1    | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,1    | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 3,486  | mbar               |

## s10.db.1

|  |             |        |                    |  |
|--|-------------|--------|--------------------|--|
| srednja grijaća ulazna temp.                 | Tul         | 35     | °C                 |  |
| srednja grijaća povratna temp.               | Tizl        | 30     | °C                 |  |
| temp. Prostorije                             | Tint        | 20     | °C                 |  |
| grijaća površina poda                        | Afb         | 32,9   | m <sup>2</sup>     |  |
| grijaće opterećenje                          | Qnf         | 1550   | W                  |  |
| toplinski otpor obloga                       | Rib         | 0,04   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| udaljenost kruga od ormarića                 | Lo          | 2,4    | m                  |  |
|  |             |        |                    |  |
| specifično opterećenje                       | qdes        | 47,11  | W/m <sup>2</sup>   |  |
| srednja grijaća nadtemperatura               | Duh         | 12,33  | °C                 |  |
|  |             |        |                    |  |
| razmaci cijevi                               | <b>RA</b>   | 22,5   | cm                 |  |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>            | RAp         | 4,44   | m/m <sup>2</sup>   |  |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja  | qpgmax      | 48     | W/m <sup>2</sup>   |  |
| specifična snaga podnog grijanja             | qpg         | 47,1   | W/m <sup>2</sup>   |  |
| kapacitet podnog grijanja                    | Qpg         | 1550   | W                  |  |
| nedovoljno kapaciteta                        | Qr          | 0      | W                  |  |
| potrebna duljina podnog grijanja             | L           | 150,88 | m                  |  |
| broj krugova podnog grijanja                 | n           | 2      |                    |  |
| duljina kruga                                | <b>L*</b>   | 77,84  | m                  |  |
| površina grijaćeg kruga                      | Ahk         | 16,45  | m <sup>2</sup>     |  |
|  |             |        |                    |  |
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045  | m                  |  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4    | W/mK               |  |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20     | °C                 |  |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612  | m <sup>2</sup> K/W |  |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17   | m <sup>2</sup> K/W |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0408 | kg/s               |  |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 2,4470 | kg/min             |  |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1      | mbar/m             |  |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 15     | mbar               |  |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | 92,84  | mbar               |  |



## s10.db.2

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 4,7  | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 150  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 4,8  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 31,91 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>30</b>    | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 3,33         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 40           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 31,9         | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 150          | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 0            | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 25,25        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1            |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>25,25</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 4,70         | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0079       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,4736       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,1          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 0,5          | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>3,025</b> | mbar               |

## s10.db.3

|                                |      |      |                    |
|--------------------------------|------|------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35   | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30   | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20   | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 15,6 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 900  | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04 | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 5,5  | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 57,69 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

|   |           |               |                  |
|---|-----------|---------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>15</b>     | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 6,67          | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 57            | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 57,0          | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 889,2         | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 10,8          | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 115,05        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1             |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>115,05</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 15,60         | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0468       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 2,8075       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 1,3          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 20           | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>169,6</b> | mbar               |

## s10.db.4

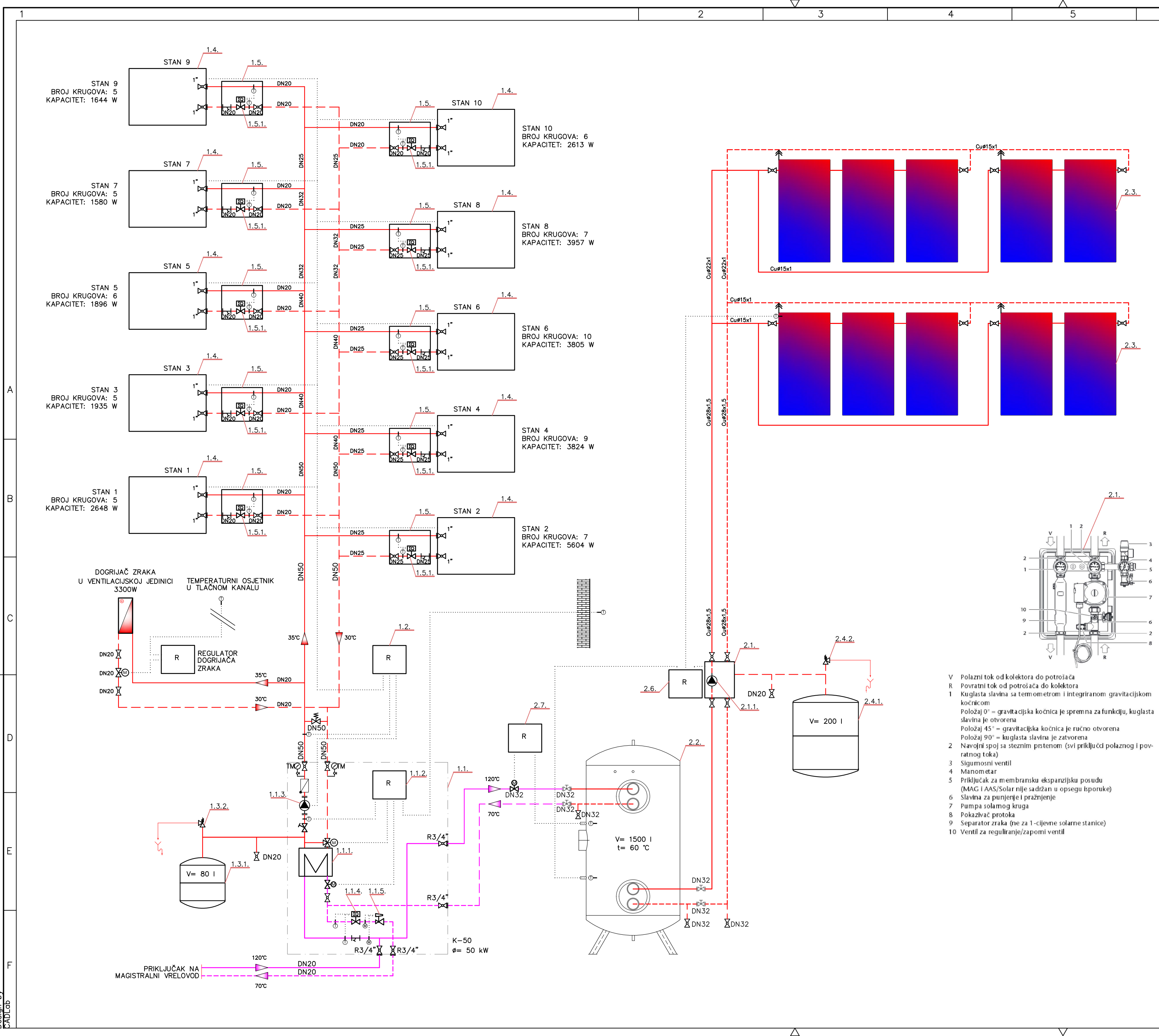
|                                |      |       |                    |
|--------------------------------|------|-------|--------------------|
| srednja grijača ulazna temp.   | Tul  | 35    | °C                 |
| srednja grijača povratna temp. | Tizl | 30    | °C                 |
| temp. Prostorije               | Tint | 20    | °C                 |
| grijača površina poda          | Afb  | 12,85 | m <sup>2</sup>     |
| grijače opterećenje            | Qnf  | 400   | W                  |
| toplinski otpor obloga         | Rib  | 0,04  | m <sup>2</sup> K/W |
| udaljenost kruga od ormarića   | Lo   | 0,2   | m                  |

|                                |      |       |                  |
|--------------------------------|------|-------|------------------|
| specifično opterećenje         | qdes | 31,13 | W/m <sup>2</sup> |
| srednja grijača nadtemperatura | Duh  | 12,33 | °C               |

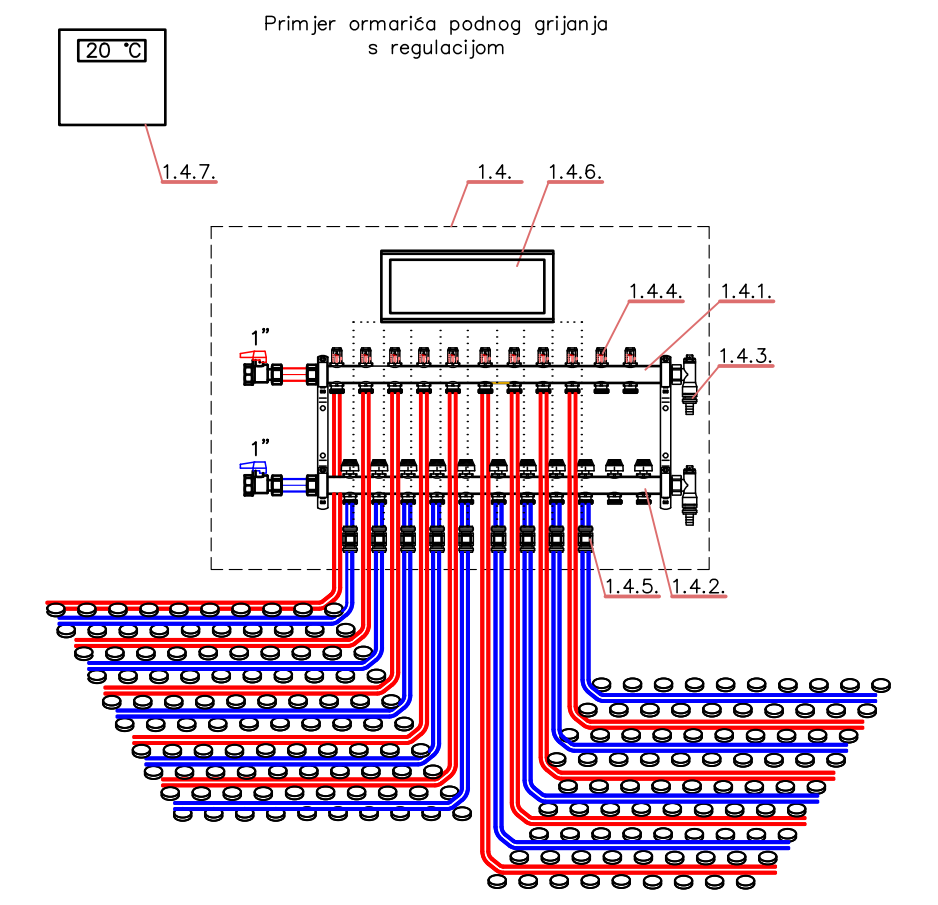
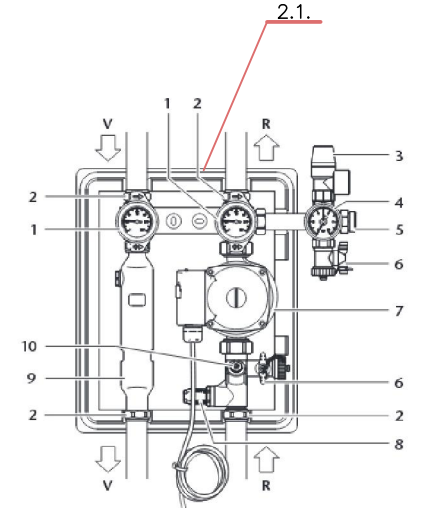
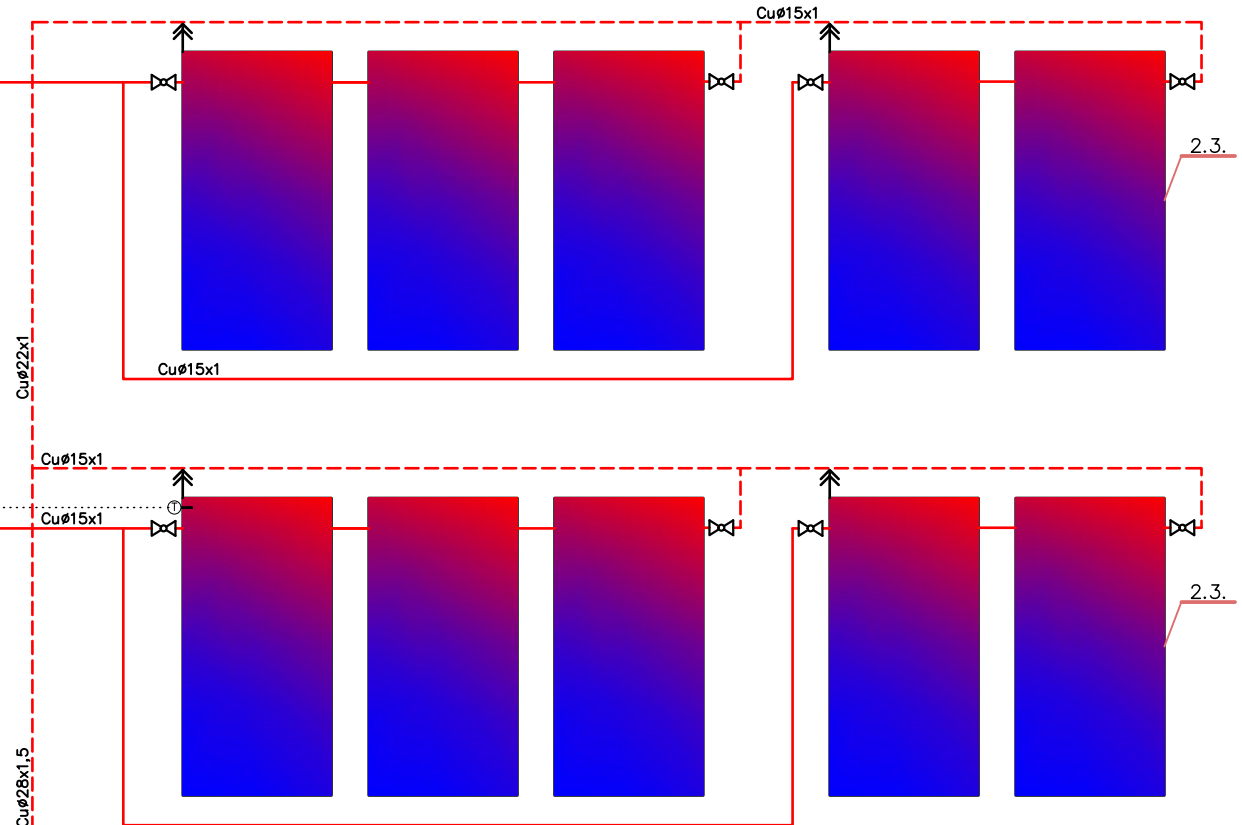
|   |           |              |                  |
|---|-----------|--------------|------------------|
| razmaci cijevi                              | <b>RA</b> | <b>30</b>    | cm               |
| količina cijevi po m <sup>2</sup>           | RAp       | 3,33         | m/m <sup>2</sup> |
| maksimalna specifična snaga podnog grijanja | qpgmax    | 40           | W/m <sup>2</sup> |
| specifična snaga podnog grijanja            | qpg       | 31,1         | W/m <sup>2</sup> |
| kapacitet podnog grijanja                   | Qpg       | 400          | W                |
| nedovoljno kapaciteta                       | Qr        | 0            | W                |
| potrebna duljina podnog grijanja            | L         | 43,19        | m                |
| broj krugova podnog grijanja                | n         | 1            |                  |
| duljina kruga                               | <b>L*</b> | <b>43,19</b> | m                |
| površina grijaćeg kruga                     | Ahk       | 12,85        | m <sup>2</sup>   |

|  |             |              |                    |
|--|-------------|--------------|--------------------|
| debljina sloja iznad cijevi                  | Su          | 0,045        | m                  |
| toplinska provodnost sloja iznad cijevi      | lu          | 1,4          | W/mK               |
| temp. Prostora ispod podnog gr.              | Tun         | 20           | °C                 |
| donji djelomični otpor prolaza topline poda  | Ru          | 1,612        | m <sup>2</sup> K/W |
| gornji djelomični otpor prolaza topline poda | Ro          | 0,17         | m <sup>2</sup> K/W |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 0,0210       | kg/s               |
| količina protoka grijaćeg kruga              | mHK         | 1,2629       | kg/min             |
| spec. gubitak zbog trenja u cijevima         | R           | 0,3          | mbar/m             |
| pad tlaka na otvorenom ventilu               | Dpv         | 5            | mbar               |
| pad tlaka grijaćeg kruga                     | <b>Dphk</b> | <b>17,96</b> | mbar               |

## **Prilog 3 – Funkcionalna shema spajanja sustava**

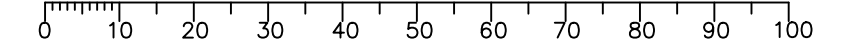


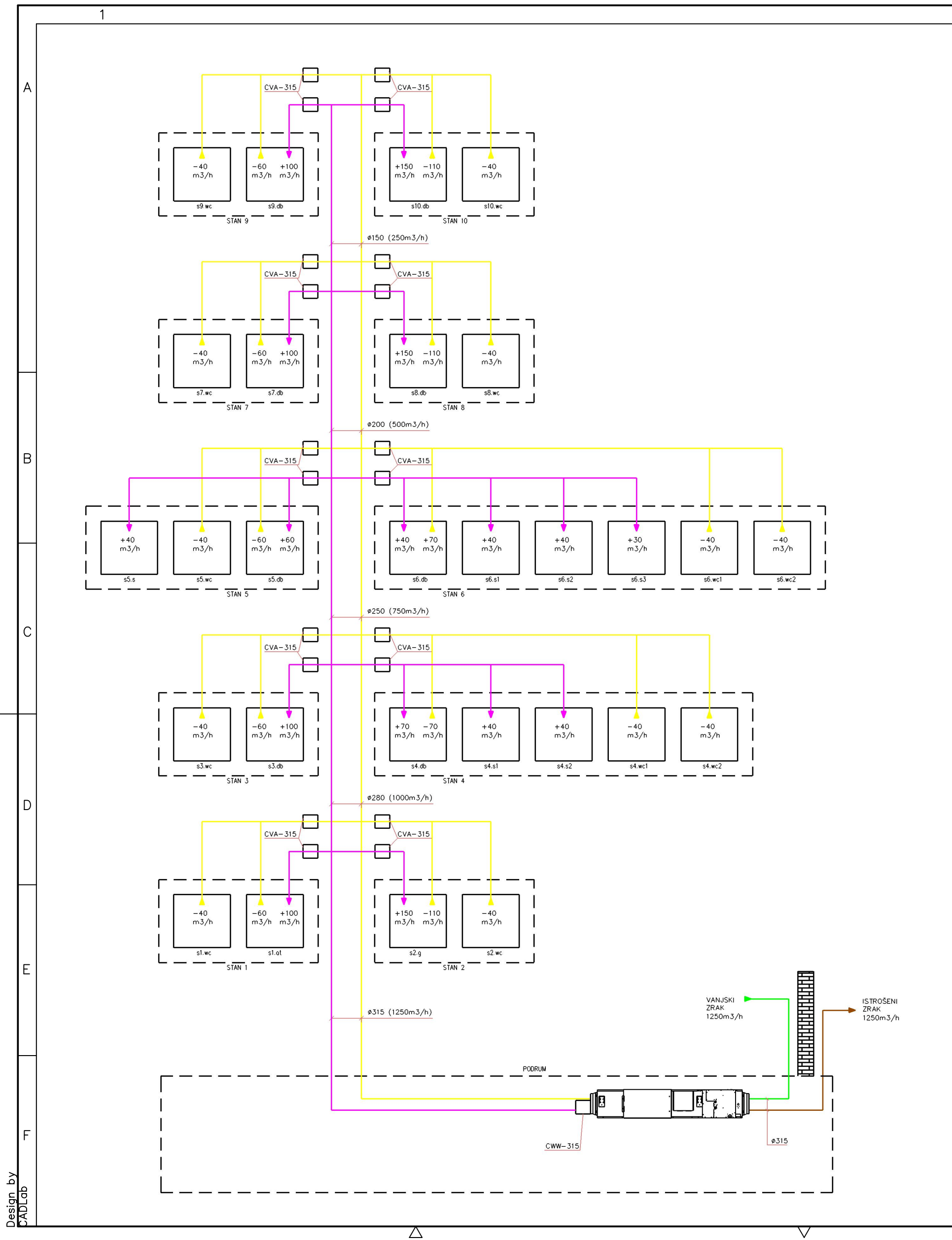
- Legenda:**
1. krug grijanja
  - 1.1. kompaktna toplinska stanica K-50
  - 1.1.1. izmjenjivač toplina Alfa Laval CB 27-34 H
  - 1.1.2. regulacijski sklop za vrelod
  - 1.1.3. pumpa Grundfoss MAGNAT 32-80 N
  - 1.1.4. ultrazvučni mjerac topline tipa 2WR5211-5CC10-6KB9 +ROP proizvođača Siemens
  - 1.1.5. regulator diferencijalnog tlaka-tip AVP 15 NP 16 proizvođača Danfoss
  - 1.2. regulacijski sklop za grijanje
  - 1.3. membranska ekspanzijska posuda Reflex N80
  - 1.3.2. sigurnosni ventil DN15, 3 bara
  - 1.4. ormarić podnog grijanja
  - 1.4.1. razdjelnik podnog grijanja
  - 1.4.2. sabirnik podnog grijanja
  - 1.4.3. završni komad s odzakom i ventilom za pražnjenje
  - 1.4.4. ventil za finu regulaciju
  - 1.4.5. ventil G3/4" s podesnim pogonom FT-STAG
  - 1.4.6. bežični regulacijski razdjelnik FT-FRV6BA
  - 1.4.7. bežični termostat sa satom FT-CLT1
  - 1.5. ormarić kalorimetra
  - 1.5.1. ultrazvučni kalorimetar Siemens UH50-A05-00, DN20
  2. krug grijanja PTV-a
  - 2.1. kompaktna stanica Logasol KS0110
  - 2.1.1. pumpa Grundfoss Solar 25-70
  - 2.2. akumulacijski spremnik Horvatić DUO 1500
  - 2.3. vakuumski cijevni kolektor Vaciosol CPC12
  - 2.4.1. membranska ekspanzijska posuda Reflex N200
  - 2.4.2. sigurnosni ventil 3/4", 6 bara
  - 2.5. kalorimetar Siemens UH50-A05-00
  - 2.6. regulator solarnog sustava
  - 2.7. regulator grijanja PTV-a vrelodromom
- zaporni ventil  
 hvatač nečistoća  
 nepovratna zaklopka  
 osjetnik temperature  
 osjetnik tlaka  
 elektromotorni ventil  
 troputni mješajući ventil  
 prestrujni ventil  
 termo-manometar  
 kalorimetar  
 odvod  
 odzračni ventil



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

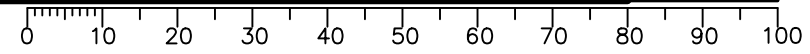
|   |         |   |        |                                       |
|---|---------|---|--------|---------------------------------------|
| Projektirao   | Datum   | Ime i prezime   | Potpis |                                       |
| Razradio  | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |                                       |
| Crtao   | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |                                       |
| Pregledao   |         |   |        |                                       |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |         | Objekt broj:<br>R. N. broj:   |        |                                       |
| Napomena:   |         | Kopija  |        |                                       |
| Materijal:  |         | Masa:   |        |                                       |
| Mjerilo originala                                   |         | Naziv:<br>Funkcionalna shema spajanja i shema automatske regulacije |        | Pozicija:<br>Format: A2<br>Listova: 1 |
|   |         | Crtež broj: 1   |        | List: 1                               |



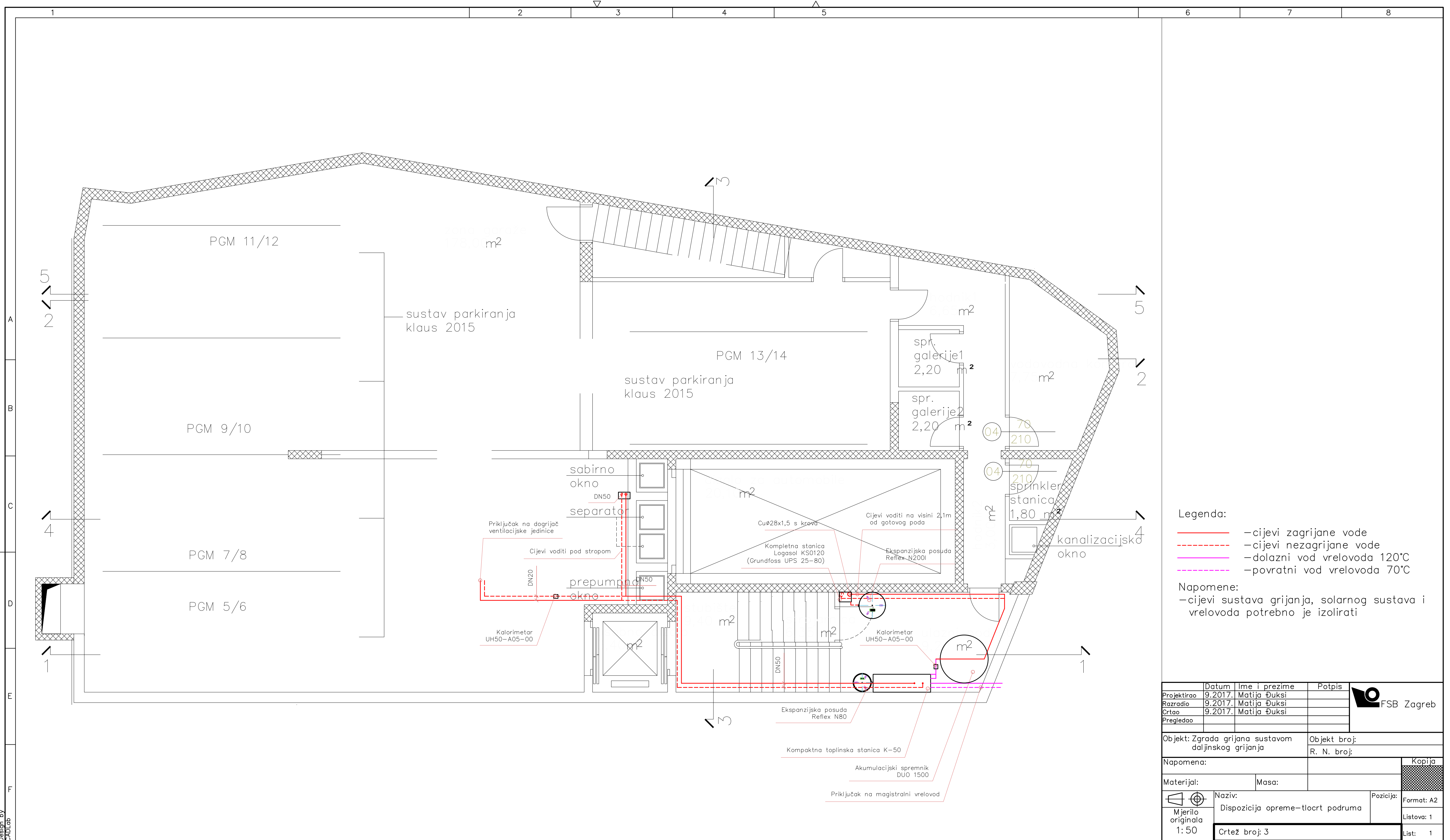


- LEGENDA:
- - Tlačni kanal
  - - Odsisni kanal
  - - Kanal vanjskog zraka
  - - Kanal istrošenog zraka

|   |         |               |                                     |        |
|---|---------|---------------|-------------------------------------|--------|
| Projektirao   | Datum   | Ime i prezime | Potpis                              |        |
| Razradio  | 9.2017. | Matija Đuksi  |                                     |        |
| Crtao   | 9.2017. | Matija Đuksi  |                                     |        |
| Pregledao   |         |               |                                     |        |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |         | Objekt broj:  |                                     |        |
|   |         | R. N. broj:   |                                     |        |
| Napomena:   |         |               |                                     | Kopija |
| Materijal:  |         | Masa:         | Format: A3<br>Listova: 1<br>List: 1 |        |
| Naziv:  |         | Pozicija:     |                                     |        |
| Shema spajanja ventilacije                          |         |               |                                     |        |
| Crtež broj: 2                                       |         |               |                                     |        |



**Prilog 4 – Tehnički crteži kojima se definira raspored i montaža  
opreme**



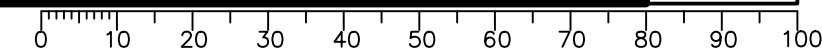
**Legenda:**

- — cijevi zagrijane vode
- — cijevi nezagrijane vode
- — dolazni vod vrelovoda 120°C
- — povratni vod vrelovoda 70°C

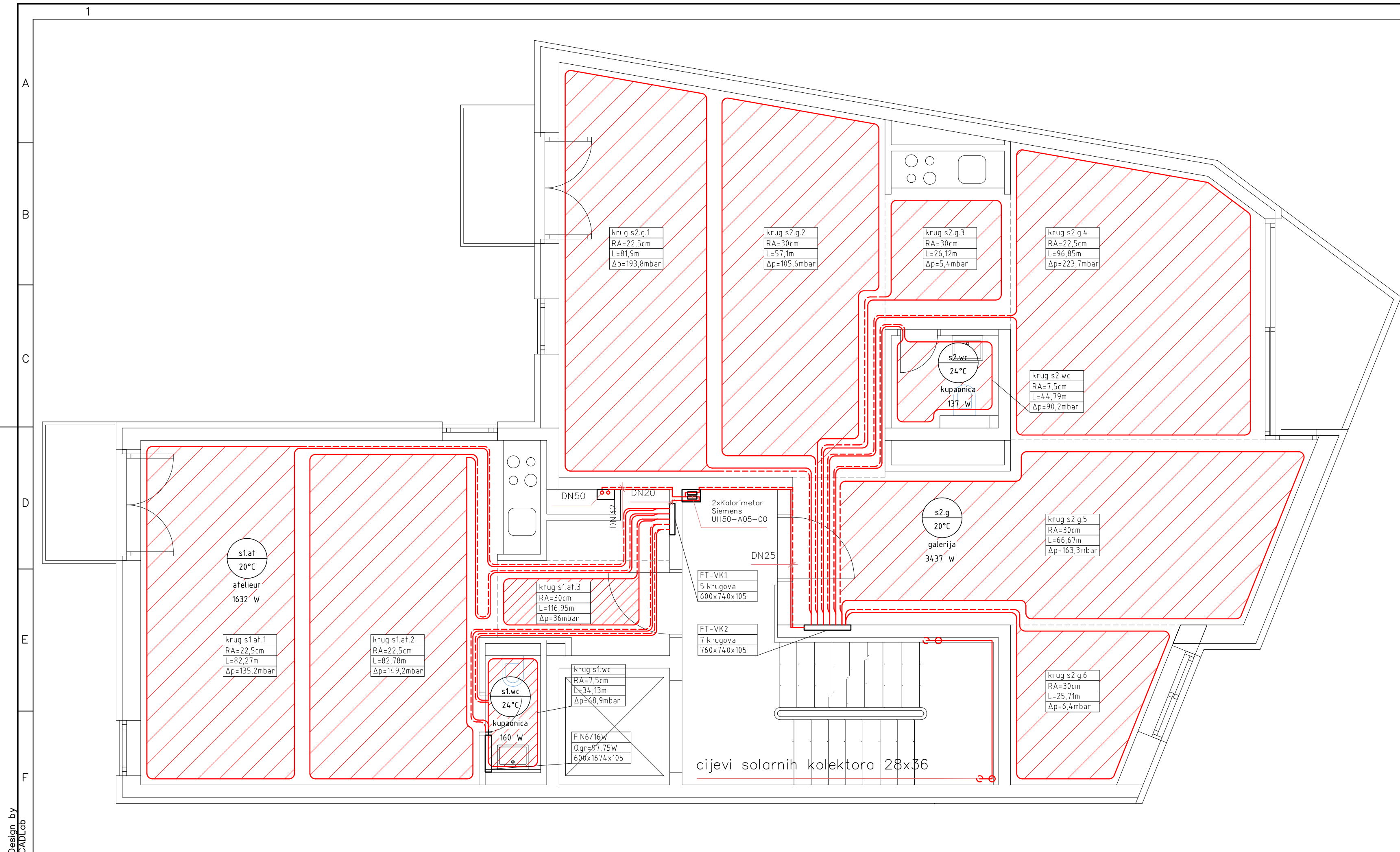
**Napomene:**

- cijevi sustava grijanja, solarnog sustava i vrelovoda potrebno je izolirati

|   |                                   |               |           |            |
|---|-----------------------------------|---------------|-----------|------------|
| Projektao   | Datum                             | Ime i prezime | Potpis    |            |
| Razradio  | 9.2017.                           | Matija Đuksi  |           |            |
| Crtao   | 9.2017.                           | Matija Đuksi  |           |            |
| Pregledao   |                                   |               |           |            |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |                                   | Objekt broj:  |           |            |
|   |                                   | R. N. broj:   |           |            |
| Napomena:   |                                   |               |           | Kopija     |
| Materijal:  |                                   | Masa:         |           |            |
|   | Naziv:                            |               | Pozicija: | Format: A2 |
|   | Dispozicija opreme—tlocrt podruma |               |           | Listova: 1 |
| Mjerilo originala: 1:50                             | Crtež broj: 3                     |               |           | List: 1    |







Legenda:

- — cijevi toplovodnog grijanja— polaz
- - - — cijevi toplovodnog grijanja— povrat
- - - - — dilatacijske trake
- ▨ — krug podnog grijanja

Napomene:

- Sve cijevi podnog grijanja PE-Xc 18x2

| Projekтирао | Datum   | Ime i prezime | Potpis |
|-------------|---------|---------------|--------|
| Razradio    | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Crtao       | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Pregledao   |         |               |        |

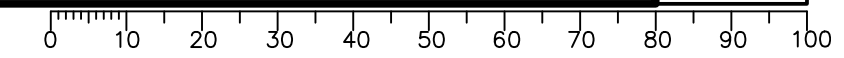


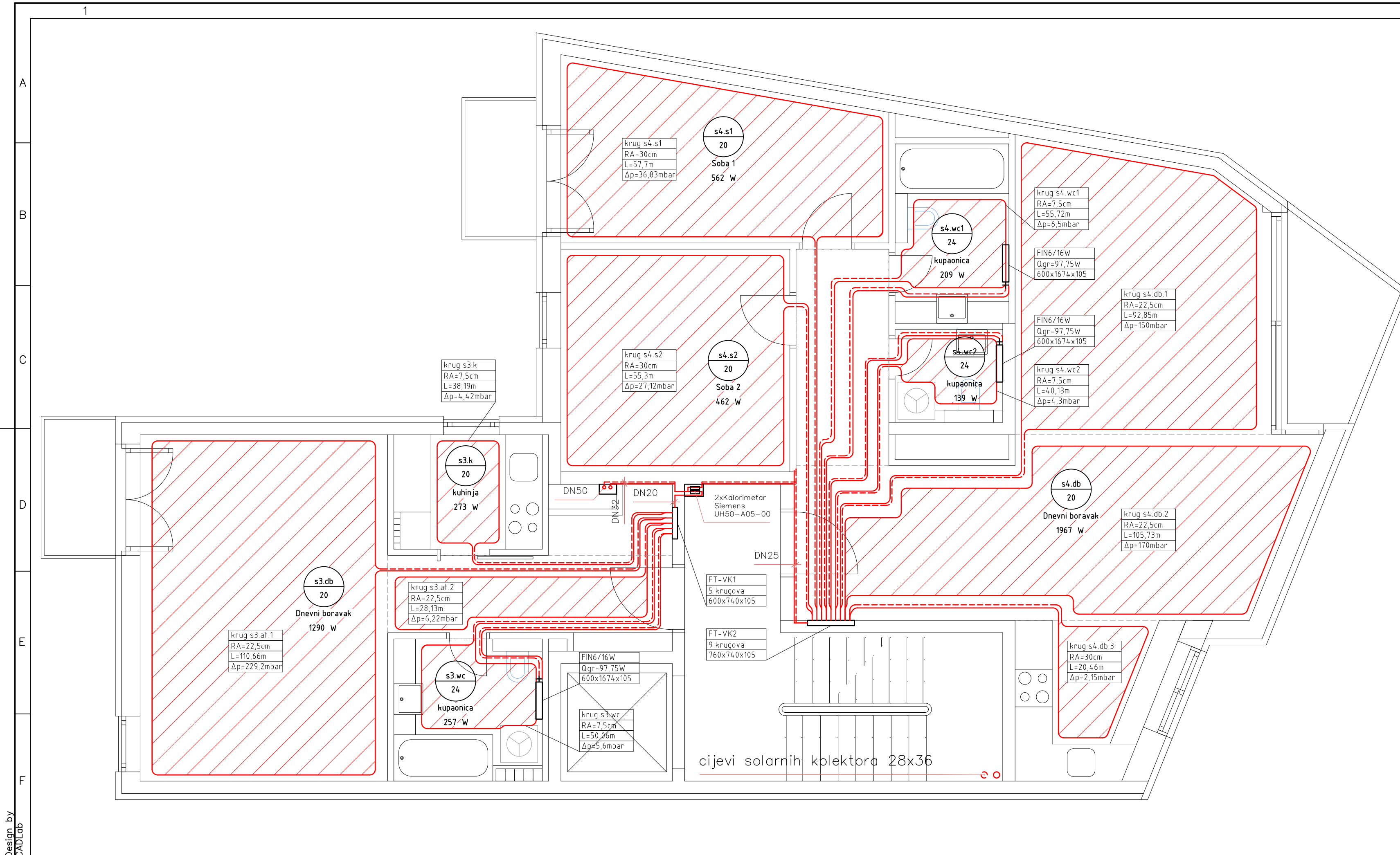
|   |              |
|---|--------------|
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja | Objekt broj: |
|   | R. N. broj:  |

|           |        |
|-----------|--------|
| Napomena: | Kopija |
|-----------|--------|

|            |       |
|------------|-------|
| Materijal: | Masa: |
|------------|-------|

|                         |   |           |            |
|-------------------------|---|-----------|------------|
| Mjerilo originala 1: 50 | Naziv: Dispozicija opreme grijanja tlocrt 1. kata | Pozicija: | Format: A3 |
|                         | Crtež broj: 4                                     |           | Listova: 1 |
|                         |   |           | List: 1    |





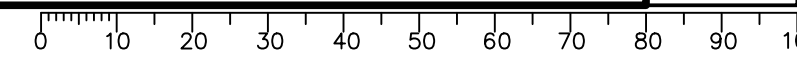
Legenda:

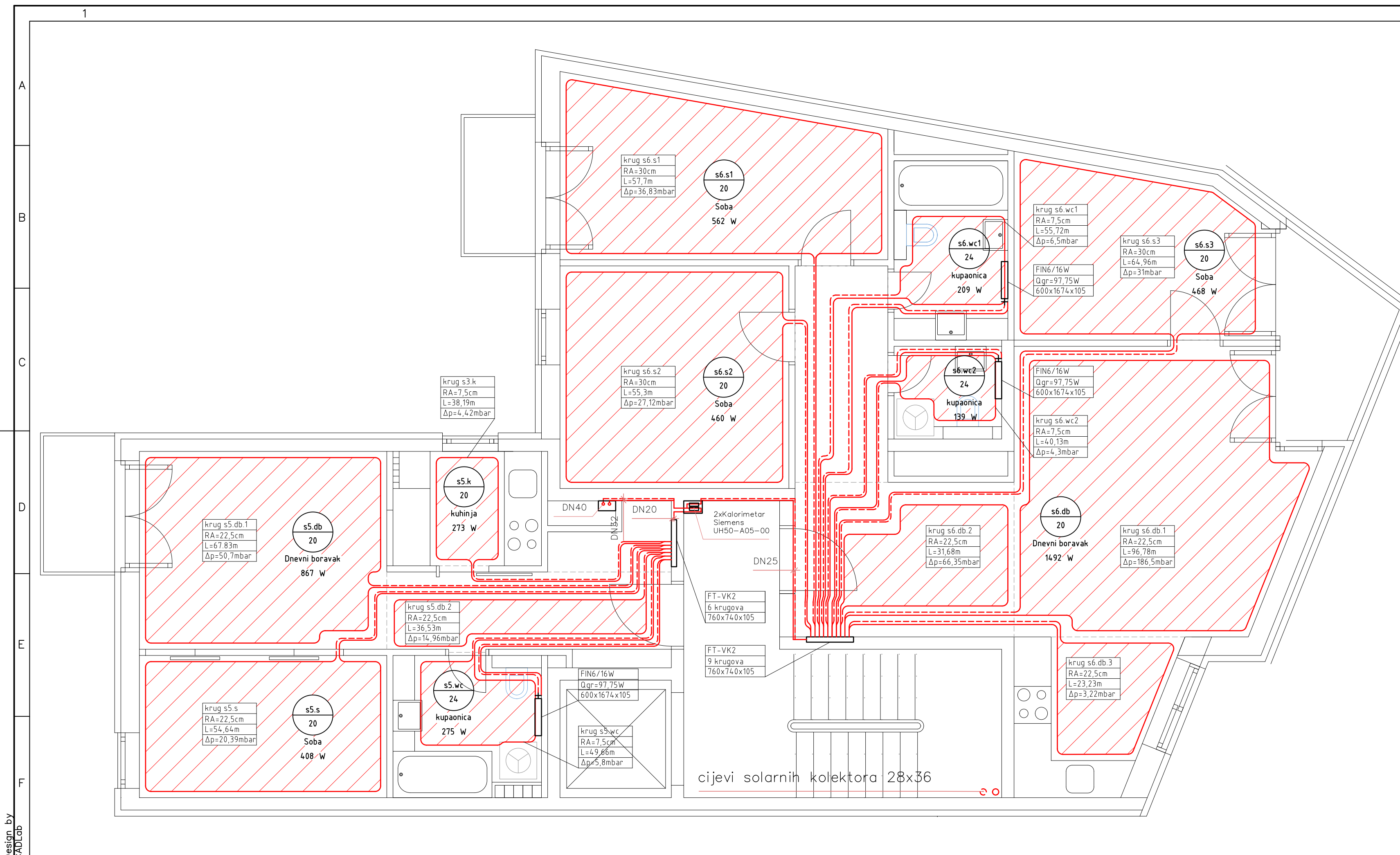
- — cijevi toplovodnog grijanja— polaz
- - - — cijevi toplovodnog grijanja— povrat
- - - - - — dilatacijske trake
- ▨ — krug podnog grijanja

Napomene:

- Sve cijevi podnog grijanja PE-Xc 18x2

|   |         |  |        |                                     |
|---|---------|--|--------|-------------------------------------|
| Projektirao   | Datum   | Ime i prezime                              | Potpis |                                     |
| Razradio  | 9.2017. | Matija Đuksi                               |        |                                     |
| Crtao   | 9.2017. | Matija Đuksi                               |        |                                     |
| Pregledao   |         |  |        |                                     |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |         | Objekt broj:                               |        |                                     |
|   |         | R. N. broj:                                |        |                                     |
| Napomena:   |         |  |        | Kopija                              |
| Materijal:  |         | Masa:                                      |        | Format: A3<br>Listova: 1<br>List: 1 |
| Mjerilo originala<br>1: 50                          |         | Naziv:                                     |        |                                     |
|   |         | Dispozicija opreme grijanja tlocrt 2. kata |        |                                     |
|   |         | Pozicija:                                  |        |                                     |
|   |         | Crtež broj: 5                              |        |                                     |



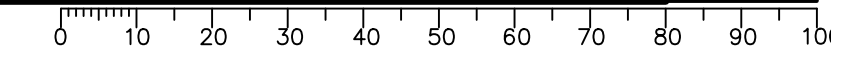


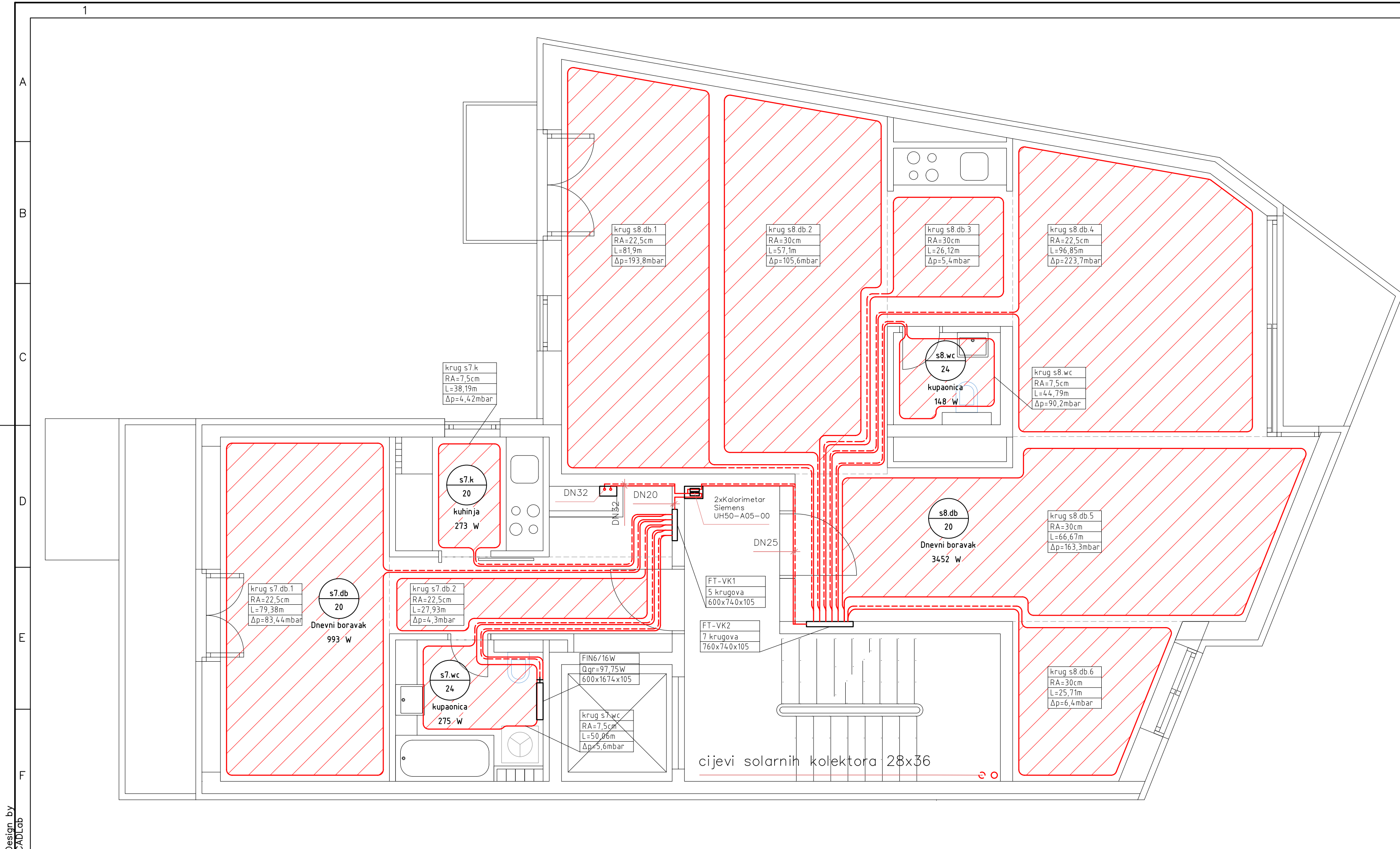
- Legenda:
- — cijevi toplovodnog grijanja— polaz
  - - - — cijevi toplovodnog grijanja— povrat
  - — dilatacijske trake
  - ▨ — krug podnog grijanja

Napomene:

- Sve cijevi podnog grijanja PE-Xc 18x2

|   |         |   |        |            |
|---|---------|---|--------|------------|
| Projektirao   | Datum   | Ime i prezime                                     | Potpis |            |
| Razradio  | 9.2017. | Matija Đuksi                                      |        |            |
| Crtao   | 9.2017. | Matija Đuksi                                      |        |            |
| Pregledao   |         |   |        |            |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |         | Objekt broj:                                      |        |            |
|   |         | R. N. broj:                                       |        |            |
| Napomena:   |         |   |        | Kopija     |
| Materijal:  |         | Masa:   |        | Format: A3 |
| Mjerilo originala 1:50                              |         | Naziv: Dispozicija opreme grijanja tlocrt 3. kata |        | Listova: 1 |
|   |         |   |        | List: 1    |
| Crtež broj:6  |         |   |        |            |





Legenda:

- — cijevi toplovodnog grijanja— polaz
- - - — cijevi toplovodnog grijanja— povrat
- - - — dilatacijske trake
- ▨ — krug podnog grijanja

Napomene:

- Sve cijevi podnog grijanja PE-Xc 18x2

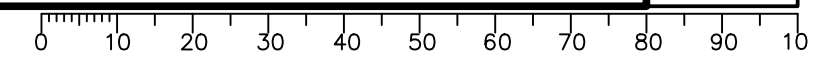
|             |         |               |        |
|-------------|---------|---------------|--------|
| Projektirao | Datum   | Ime i prezime | Potpis |
| Razradio    | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Crtao       | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Pregledao   |         |               |        |

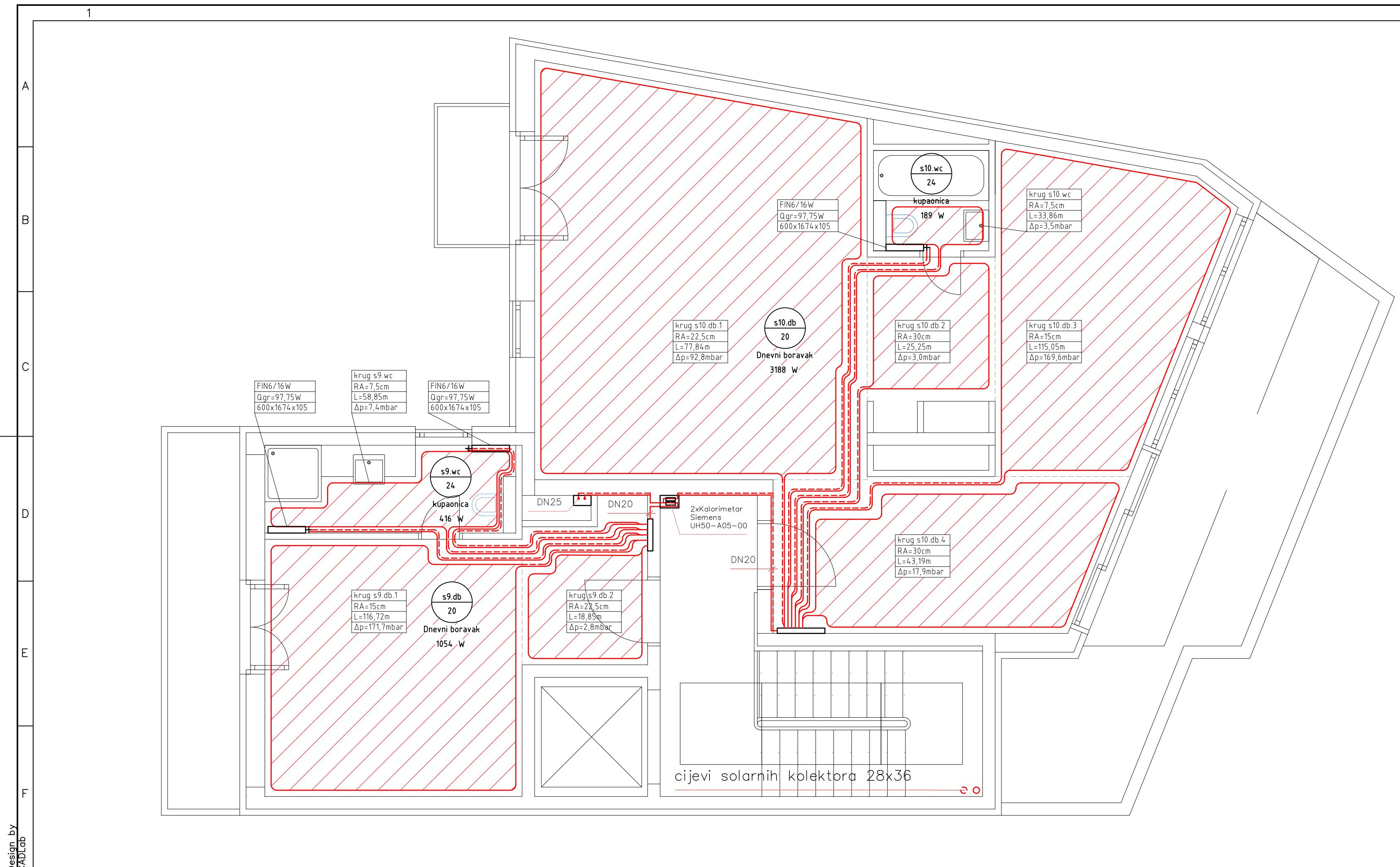


|   |              |
|---|--------------|
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja | Objekt broj: |
|   | R. N. broj:  |

|            |        |
|------------|--------|
| Napomena:  | Kopija |
| Materijal: | Masa:  |

|                        |   |           |            |
|------------------------|---|-----------|------------|
| Mjerilo originala 1:50 | Naziv: Dispozicija opreme grijanja tlocrt 4. kata | Pozicija: | Format: A3 |
|                        | Crtež broj: 7                                     |           | Listova: 1 |
|                        |   |           | List: 1    |

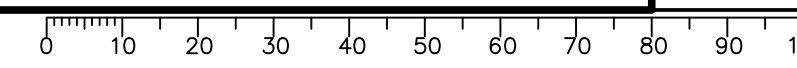


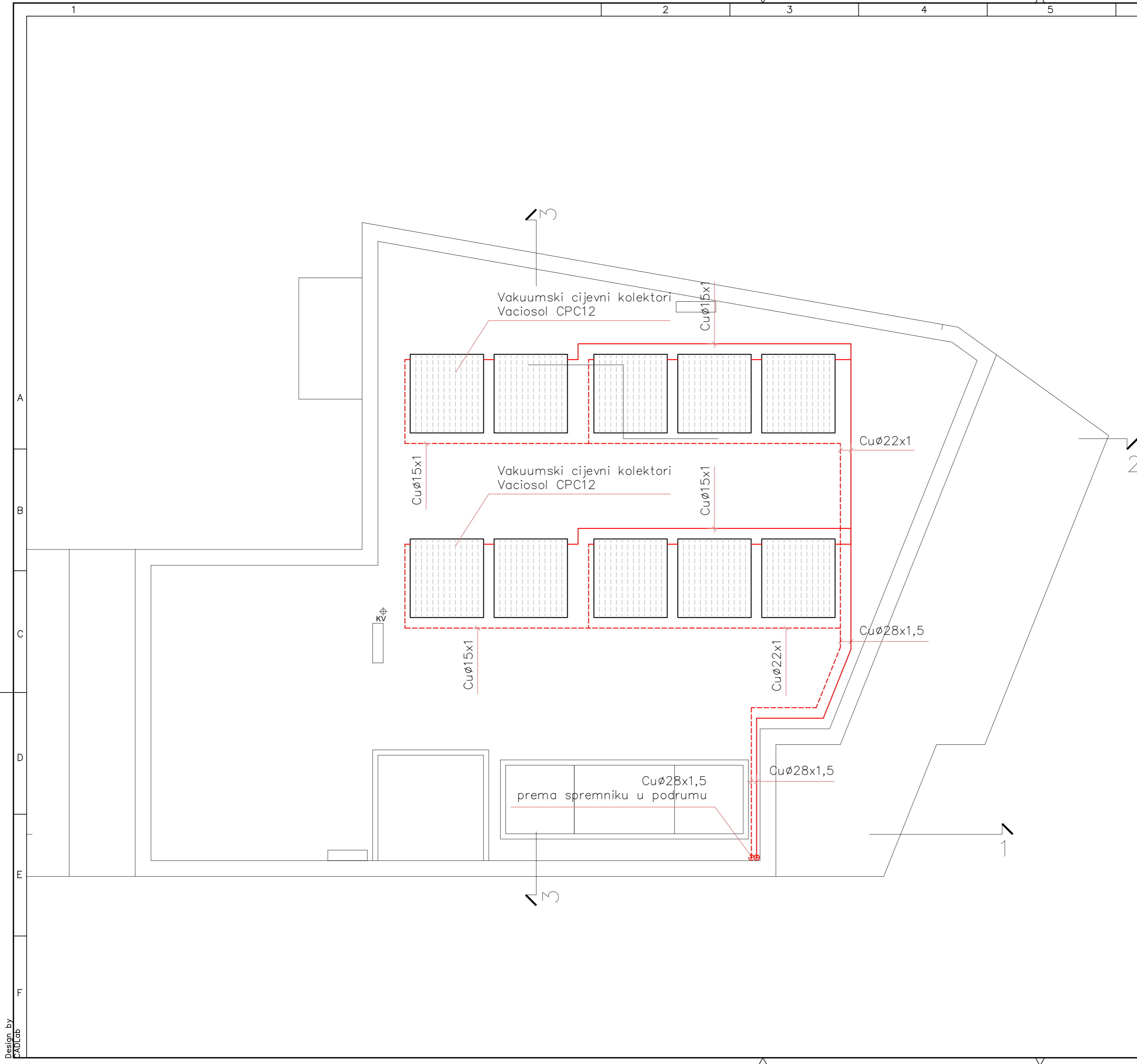


- Legenda:
- — cijevi toplovodnog grijanja— polaz
  - - - — cijevi toplovodnog grijanja— povrat
  - - - - - — dilatacijske trake
  - ▨ — krug podnog grijanja

Napomene:  
 — Sve cijevi podnog grijanja PE-Xc 18x2

|   |  |               |           |            |
|---|--|---------------|-----------|------------|
| Projektirao   | Datum  | Ime i prezime | Potpis    |            |
| Razradio  | 9.2017.  | Matija Đuksi  |           |            |
| Crtao   | 9.2017.  | Matija Đuksi  |           |            |
| Pregledao   |  |               |           |            |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |  | Objekt broj:  |           |            |
|   |  | R. N. broj:   |           |            |
| Napomena:   |  |               |           | Kopija     |
| Materijal:  |  | Masa:         |           | ▨          |
| Mjerilo originala<br>1:50                           | Naziv:<br>Dispozicija opreme grijanja tlocrt 5. kata |               | Pozicija: | Format: A3 |
|   | Crtež broj: 8  |               |           | Listova: 1 |
|   |  |               |           | List: 1    |

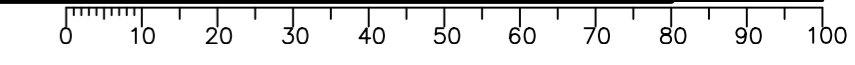


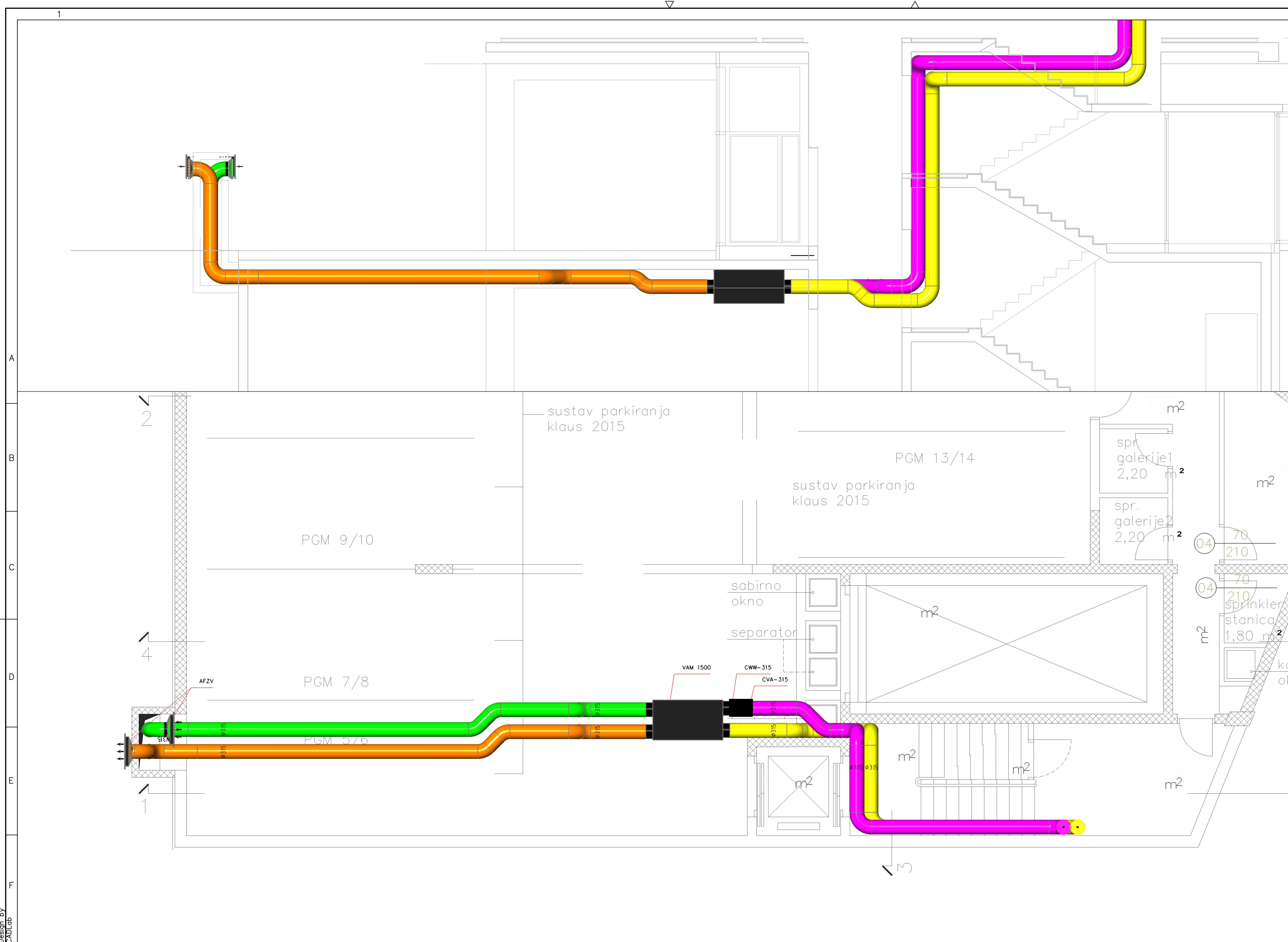


Legenda:  
 — cijevi zagrijane vode  
 - - - - - cijevi nezagrijane vode

Napomene:  
 - kolektori su orijentirani prema jugu pod nagibom od 45° od horizontalne plohe  
 - bakrene cijevi su izolirane izolacijom Armaflex HT debljine:  
 - Cuø15x1 – 24mm  
 - Cuø22x1 – 24mm  
 - Cuø28x1,5 – 36mm

|   |         |                                   |        |            |
|---|---------|-----------------------------------|--------|------------|
| Projektirao   | Datum   | Ime i prezime                     | Potpis |            |
| Razradio  | 9.2017. | Matija Đuksi                      |        |            |
| Crtao   | 9.2017. | Matija Đuksi                      |        |            |
| Pregledao   |         |                                   |        |            |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |         | Objekt broj:                      |        |            |
|   |         | R. N. broj:                       |        |            |
| Napomena:   |         |                                   |        | Kopija     |
| Materijal:  |         | Masa:                             |        |            |
|   |         | Naziv:                            |        | Pozicija:  |
| Mjerilo originala 1:50                              |         | Dispozicija opreme – tlocrt krova |        | Format: A2 |
|   |         | Crtež broj: 9                     |        | Listova: 1 |
|   |         |                                   |        | List: 1    |





- LEGENDA:
- Tlačni kanal
  - Odsisni kanal
  - Kanal vanjskog zraka
  - Kanal istrošenog zraka

|             | Datum   | Ime i prezime | Potpis |
|-------------|---------|---------------|--------|
| Projektirao | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Razradio    | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Crtao       | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Pregledao   |         |               |        |



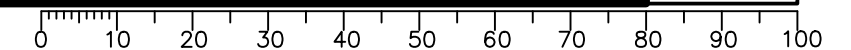
Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja      Objekt broj:  
R. N. broj:

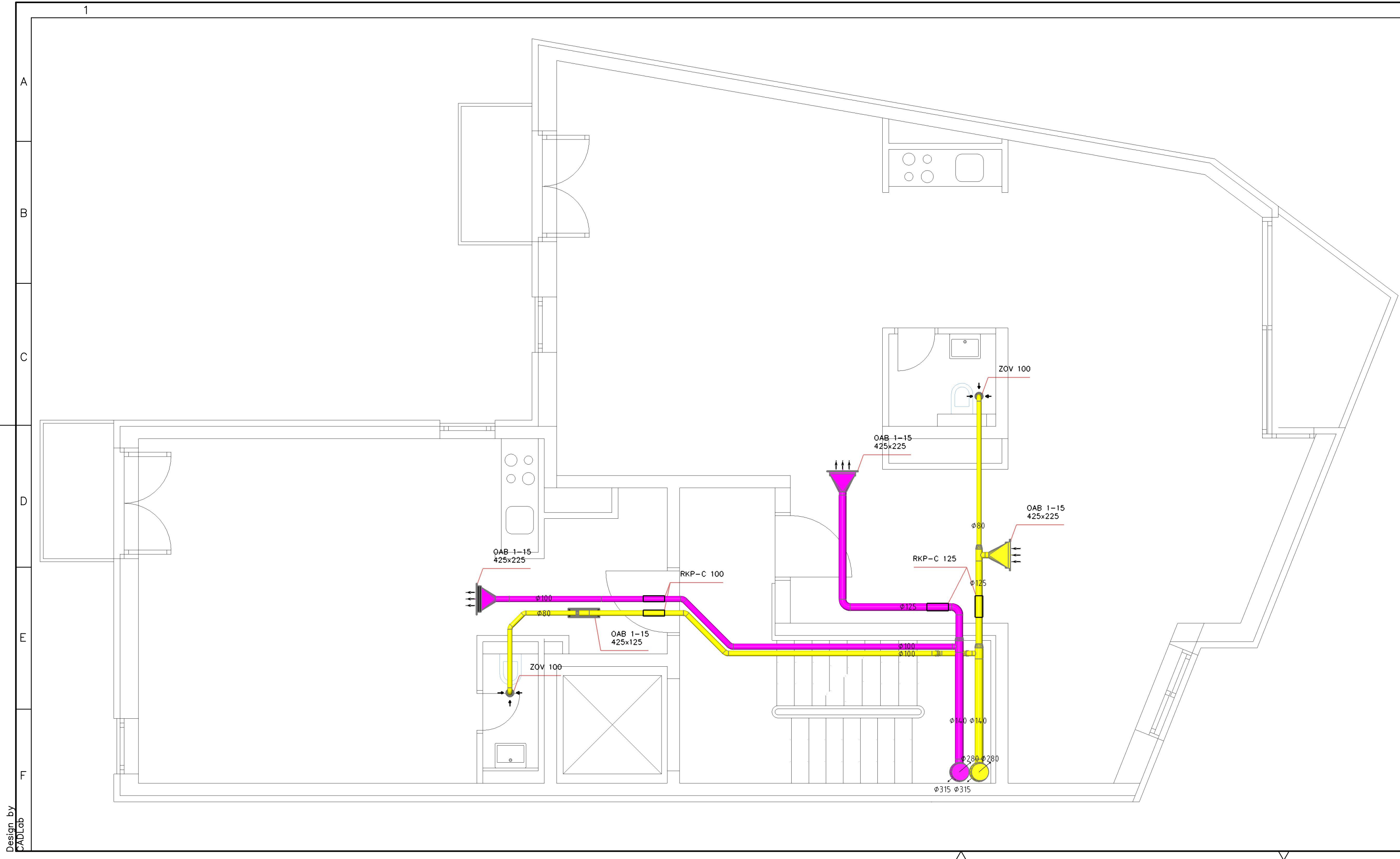
Napomena: Kopija

Materijal:      Masa:      Naziv:      Pozicija:      Format: A2

Mjerilo originala 1:50      Dispozicija opreme ventilacije presjek i tlocrt podruma      Listova: 1

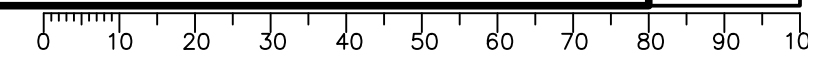
Crtež broj: 10      List: 1





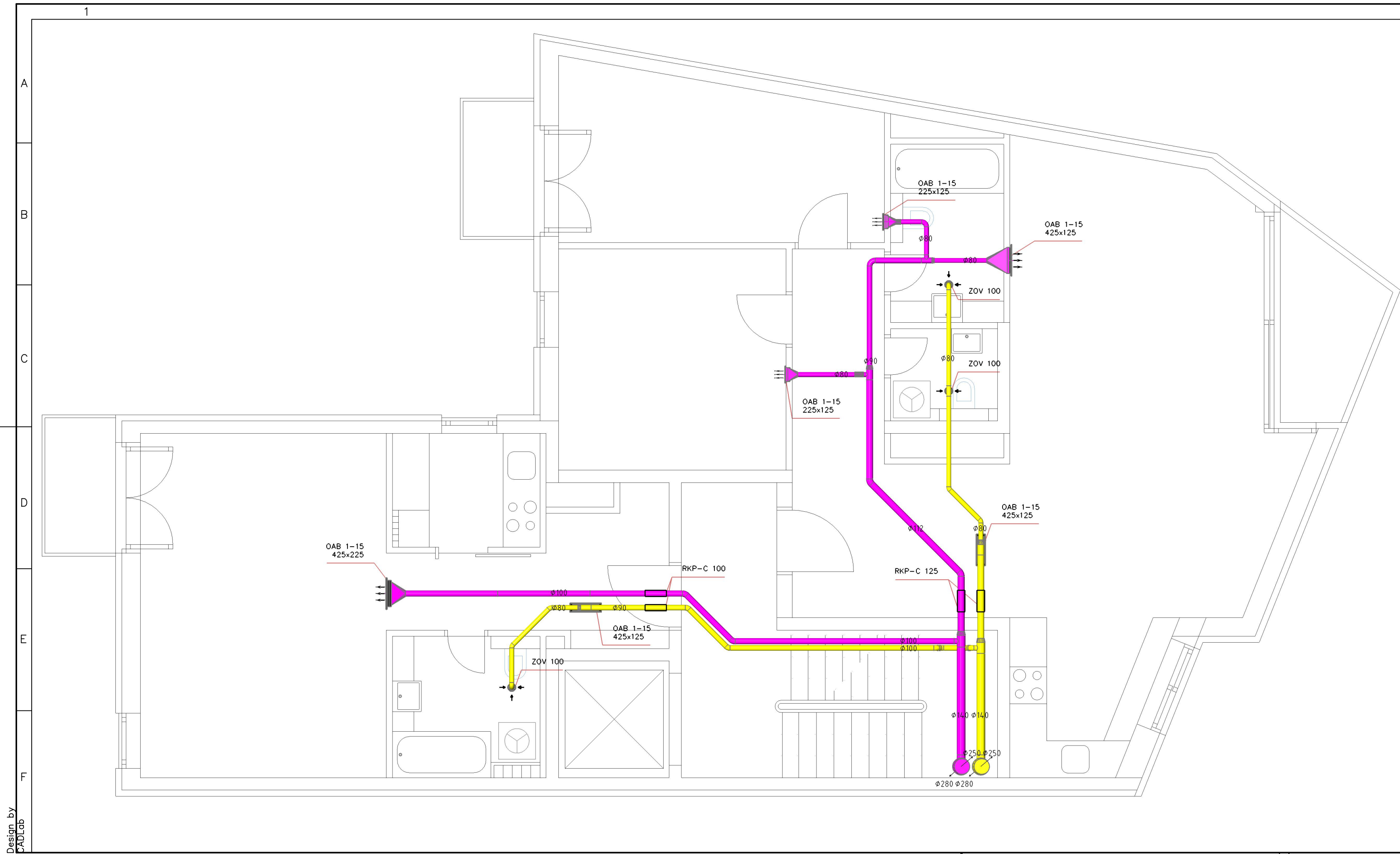
- LEGENDA:
- - Tlačni kanal
  - - Odsisni kanal
  - - Kanal vanjskog zraka
  - - Kanal istrošenog zraka

|  |         |               |              |            |
|--|---------|---------------|--------------|------------|
| Projektirao  | Datum   | Ime i prezime | Potpis       |            |
| Razradio   | 9.2017. | Matija Đuksi  |              |            |
| Crtao  | 9.2017. | Matija Đuksi  |              |            |
| Pregledao  |         |               |              |            |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja  |         |               | Objekt broj: |            |
| Napomena:  |         |               | R. N. broj:  |            |
| Materijal:   |         | Masa:         | Kopija       |            |
| Mjerilo originala 1:50                               |         |               |              |            |
| Naziv: Dispozicija opreme ventilacije tlocrt 1. kata |         |               | Pozicija:    | Format: A3 |
| Crtež broj: 11                                       |         |               |              | Listova: 1 |
|  |         |               |              | List: 1    |



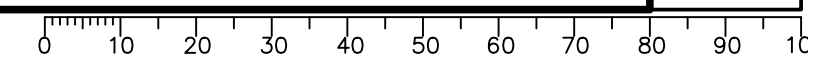
Design by CADLab



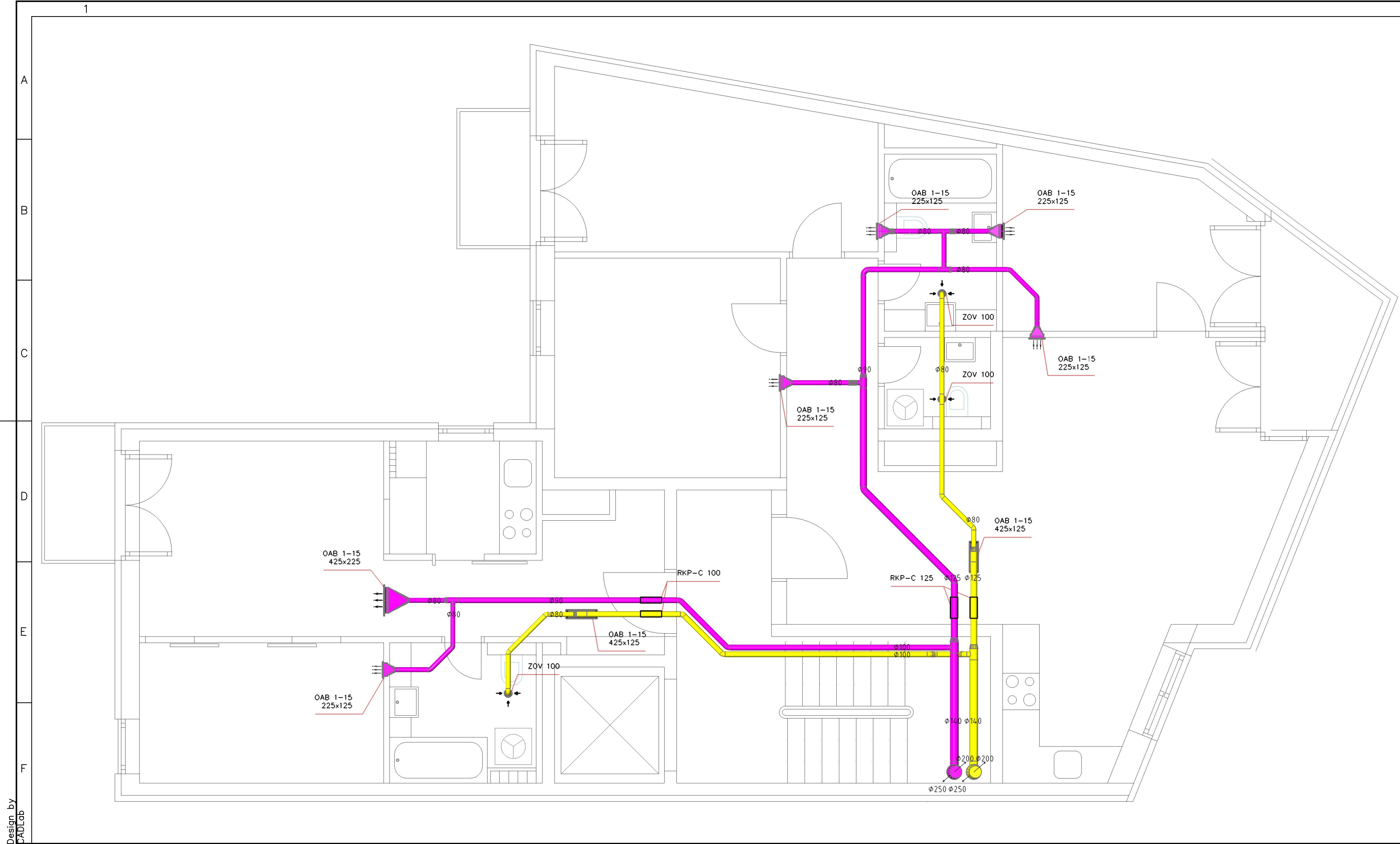


- LEGENDA:
- - Tlačni kanal
  - - Odsisni kanal
  - - Kanal vanjskog zraka
  - - Kanal istrošenog zraka

|   |   |               |              |            |
|---|---|---------------|--------------|------------|
| Projektirao   | Datum   | Ime i prezime | Potpis       |            |
| Razradio  | 9.2017.                                       | Matija Đuksi  |              |            |
| Crtao   | 9.2017.                                       | Matija Đuksi  |              |            |
| Pregledao   |   |               |              |            |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |   |               | Objekt broj: |            |
|   |   |               | R. N. broj:  |            |
| Napomena:   |   |               |              | Kopija     |
| Materijal:  |   | Masa:         |              |            |
|   | Naziv:  |               | Pozicija:    | Format: A3 |
|   | Dispozicija opreme ventilacije tlocrt 2. kata |               |              | Listova: 1 |
| Mjerilo originala 1:50                              | Crtež broj: 12                                |               |              | List: 1    |



Design by CADLab



- LEGENDA:
- - Tlačni kanal
  - - Odsisni kanal
  - - Kanal vanjskog zraka
  - - Kanal istrošenog zraka

|             |         |               |        |
|-------------|---------|---------------|--------|
| Projektirao | Datum   | Ime i prezime | Potpis |
| Razradio    | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Crtao       | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Pregledao   |         |               |        |

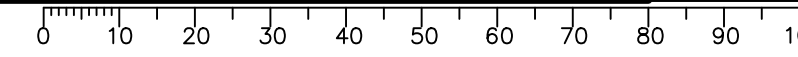


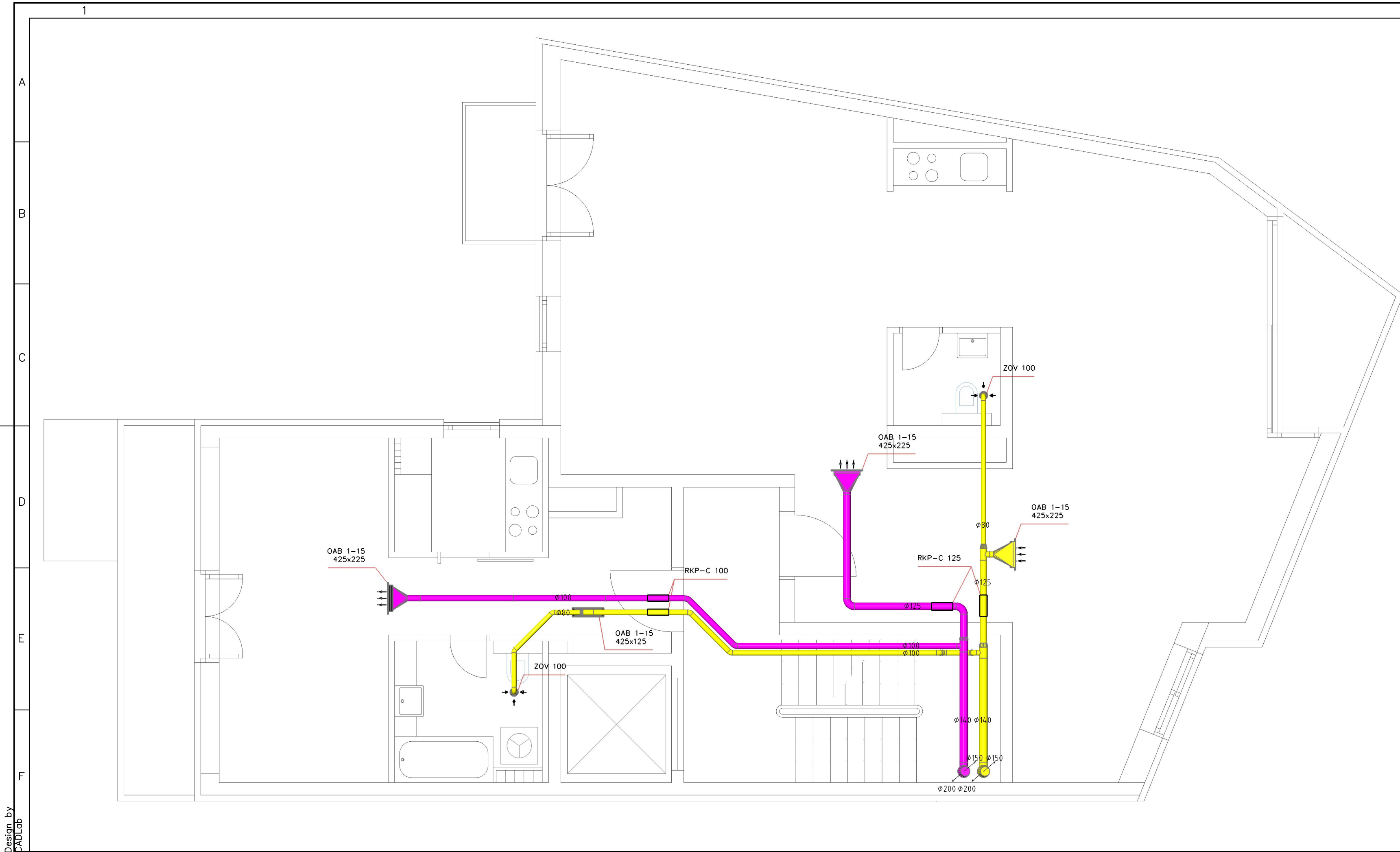
|   |              |
|---|--------------|
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja | Objekt broj: |
|   | R. N. broj:  |

|           |        |
|-----------|--------|
| Napomena: | Kopija |
|-----------|--------|

|            |       |
|------------|-------|
| Materijal: | Masa: |
|------------|-------|

|                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| <br>Mjerilo originala<br>1: 50 | Naziv:<br>Dispozicija opreme ventilacije tlocrt 3. kata | Pozicija:<br>Format: A3<br>Listova: 1<br>List: 1 |
|                                | Crtež broj: 13  |  |





LEGENDA:

- Tlačni kanal
- Odsisni kanal
- Kanal vanjskog zraka
- Kanal istrošenog zraka

|             | Datum   | Ime i prezime | Potpis |
|-------------|---------|---------------|--------|
| Projektirao | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Razradio    | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Crtao       | 9.2017. | Matija Đuksi  |        |
| Pregledao   |         |               |        |



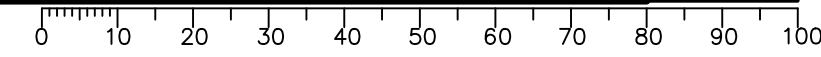
|   |              |
|---|--------------|
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja | Objekt broj: |
|   | R. N. broj:  |

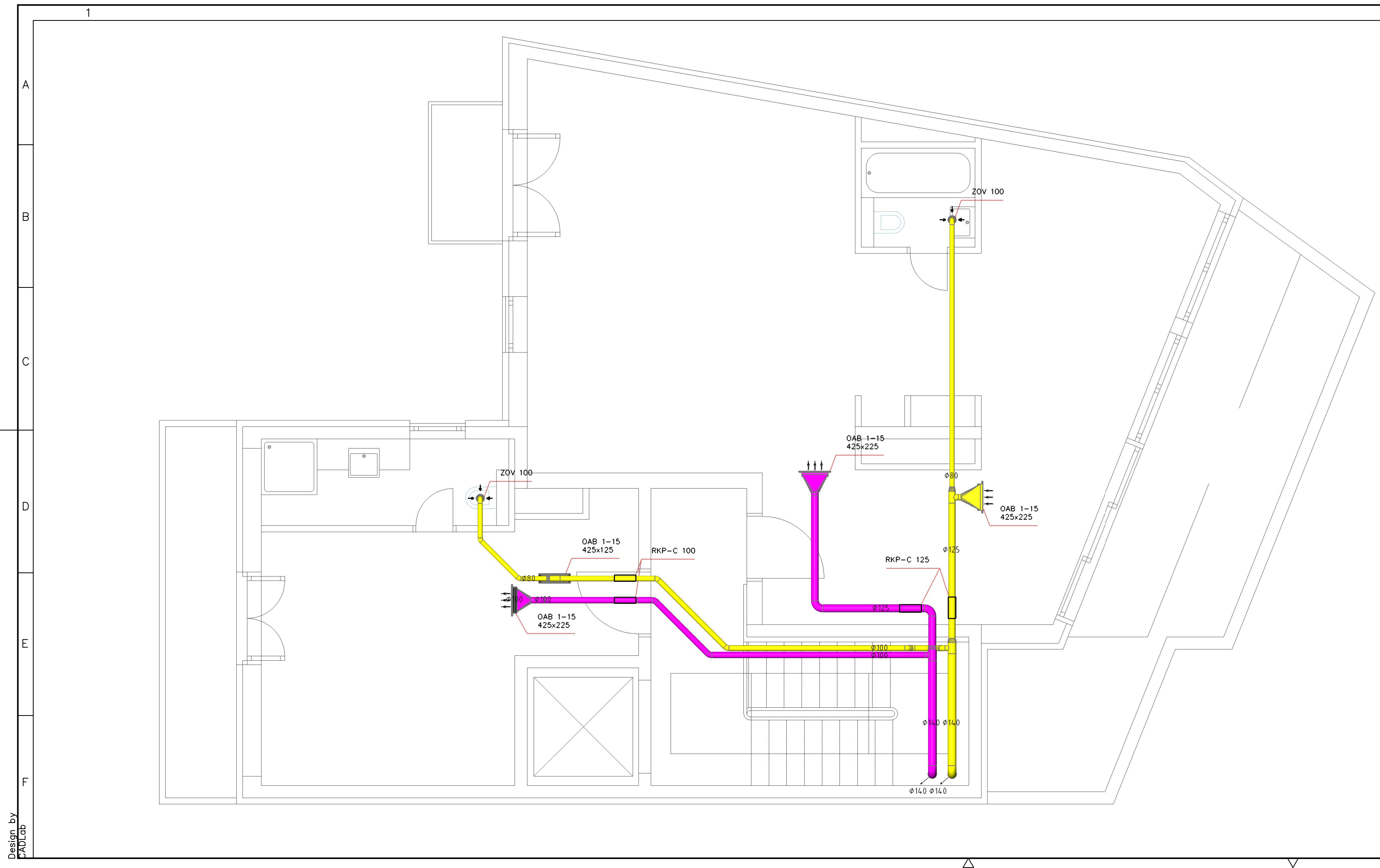
|           |        |
|-----------|--------|
| Napomena: | Kopija |
|-----------|--------|

|            |       |
|------------|-------|
| Materijal: | Masa: |
|------------|-------|

|                                |  |                                       |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|
| <br>Mjerilo originala<br>1: 50 | Naziv:<br>Dispozicija opreme ventilacije<br>tlocrt 4. kata | Pozicija:<br>Format: A3<br>Listova: 1 |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|

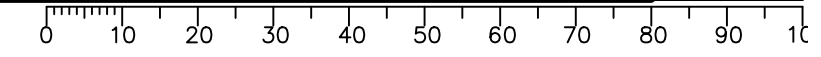
|                |         |
|----------------|---------|
| Crtež broj: 14 | List: 1 |
|----------------|---------|





- LEGENDA:
- - Tlačni kanal
  - - Odsisni kanal
  - - Kanal vanjskog zraka
  - - Kanal istrošenog zraka

|   |         |   |        |            |
|---|---------|---|--------|------------|
| Projektirao   | Datum   | Ime i prezime                                 | Potpis |            |
| Razradio  | 9.2017. | Matija Đuksi                                  |        |            |
| Crtao   | 9.2017. | Matija Đuksi                                  |        |            |
| Pregledao   |         |   |        |            |
| Objekt: Zgrada grijana sustavom daljinskog grijanja |         | Objekt broj:                                  |        |            |
| Napomena:   |         | R. N. broj:                                   |        |            |
| Materijal:  |         | Masa:   | Kopija |            |
| Naziv:  |         | Pozicija:                                     |        | Format: A3 |
| Mjerilo originala 1:50                              |         | Dispozicija opreme ventilacije tlocrt 5. kata |        | Listova: 1 |
| Crtež broj: 15                                      |         | List: 1                                       |        |            |



Design by CADLab