

Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade

Vrdoljak-Colo, Roko

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:585723>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-26**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Roko Vrdoljak-Colo

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Igor Balen

Student:

Roko Vrdoljak-Colo

Zagreb, 2016.

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.

Roko Vrdoljak-Colo



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, brodogradnja i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

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

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Roko Vrdoljak - Colo** Mat. br.: 0035191535

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PROJEKT SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA STAMBENE ZGRADE**

Naslov rada na engleskom jeziku: **DESIGN OF HEATING AND COOLING SYSTEM FOR RESIDENTIAL BUILDING**

Opis zadatka:

Potrebno je izraditi projekt sustava za grijanje i hlađenje stambene zgrade s osam stanova na četiri etaže (Pr+2K+Pk) ukupne površine 550 m², prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Kao izvor topline predvidjeti dizalicu topline voda – voda, s crpnom i upojnom bušotinom za podzemnu vodu.

Za zgradu predvidjeti sustav podnog i zidnog grijanja i hlađenja. Instalacija niskotemperaturnog grijanja koristi se s temperaturnim režimom tople vode 35/30°C. Instalacija hlađenja koristi se s temperaturnim režimom rashladne vode 16/19°C. Zgrada se nalazi na području grada Splita.

Na raspolaganju su energetske izvori:

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

Rad treba sadržavati:

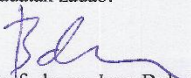
- pregled sustava grijanja i hlađenja stambenih zgrada s osnovnim shemama
- toplinsku bilancu za zimsko i ljetno razdoblje
- tehničke proračune koji definiraju izbor opreme
- tehnički opis funkcije sustava
- funkcionalnu shemu spajanja sustava
- crteže kojima se definira raspored i montaža opreme.

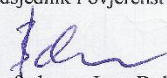
U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
25. studenog 2015.

Rok predaje rada:
1. rok: 25. veljače 2016
2. rok (izvanredni): 20. lipnja 2016.
3. rok: 17. rujna 2016.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 29.2., 02. i 03.03. 2016.
2. rok (izvanredni): 30. 06. 2016.
3. rok: 19., 20. i 21. 09. 2016.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Igor Balen

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	V
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	VI
POPIS OZNAKA	VII
SAŽETAK.....	IX
1. UVOD	1
1.1. POTROŠNJA ENERGIJE U ZGRADARSTVU.....	1
1.2. TOPLINSKA UGODNOST	3
2. PREGLED SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA U STAMBENIM ZGRADAMA	6
2.1. PODJELA SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA	6
2.2. OGRJEVNA/RASHLADNA TIJELA.....	7
2.3. IZVORI TOPLINSKOG I RASHLADNOG UČINA	10
2.4. ZRAČNI SUSTAV	14
3. TOPLINSKA BILANCA STAMBENE ZGRADE ZA ZIMSKO I LJETNO RAZDOBLJE.....	14
3.1. PRORAČUN TOPLINSKIH GUBITAKA PREMA HRN EN 12831	14
3.2. PRORAČUN TOPLINSKOG OPTEREĆENJA PREMA VDI 2078	18
4. DIMENZIONIRANJE POVRŠINSKOG GRIJANJA I HLAĐENJA	23
4.1. PODNO GRIJANJE.....	23
4.2. ZIDNO GRIJANJE	26
4.3. REZULTATI PRORAČUNA PODNOG I ZIDNOG GRIJANJA	27
4.4. PODNO HLAĐENJE	29
4.5. ZIDNO HLAĐENJE.....	30
4.6. REZULTATI PRORAČUNA PODNOG I ZIDNOG HLAĐENJA	30
4.7. ODABIR RAZDJELNIKA I RAZDJELNOG ORMARIĆA	33

5.	DIMENZIONIRANJE I ODABIR ZRAČNOG SUSTAVA	34
5.1.	LJETNI REŽIM RADA	34
5.2.	ZIMSKI REŽIM RADA	39
5.3.	DIMENZIONIRANJE KANALSKOG RAZVODA.....	43
6.	ODABIR DIZALICE TOPLINE VODA-VODA.....	48
7.	DIMENZIONIRANJE I ODABIR SPREMNIKA OGRJEVNE VODE.....	51
8.	DIMENZIONIRANJE CJEVOVODA I ODABIR PUMPE	52
8.1.	KRUG PODZEMNE VODE	52
8.2.	MEĐUKRUG.....	55
8.3.	KRUG ZGRADE	56
8.3.1.	DIMENZIONIRANJE CJEVOVODA KRUGA DIZALICA TOPLINE- SPREMNİK.....	56
8.3.2.	DIMENZIONIRANJE CJEVOVODA KRUGA POTROŠAČA.....	57
9.	DIMENZIONIRANJE I ODABIR EKSPANZIJSKE POSUDE.....	61
10.	TEHNIČKI OPIS FUNKCIJE SUSTAVA	63
10.1.	REGULACIJA	65
11.	ZAKLJUČAK	67
	LITERATURA.....	68
	PRILOZI.....	70
	Prilog 1 - Proračun toplinskih gubitaka prema normi HRN EN 12831	71
	Prilog 2 - Proračun toplinskog opterećenja prema smjernici VDI 2078	96
	Prilog 3 - Dimenzioniranje sustava podnog/zidnog grijanja	119
	Prilog 4 – Dimenzioniranje sustava podnog/zidnog hlađenja	127
	Prilog 5 - Funkcionalna shema spajanja sustava	135
	Prilog 6 - Tehnički crteži kojima se definira raspored i montaža opreme	136

POPIS SLIKA

Slika 1.1 - udio kućanstva i usluga u sektoru opće potrošnje u Republici Hrvatskoj 2014. godine [1].....	1
Slika 1.2 - udio ukupne potrošnje u zgradarstvu u 2014. godini u ukupnoj potrošnji isporučene energije [1].....	2
Slika 1.3 - potrošnja električne energije u pojedinim sektorima u 2014. godini [1].....	2
Slika 1.4 - PPD indeks kao funkcija PMV indeksa [4]	4
Slika 1.5 - optimalno stanje zraka prostora prema ASHRAE St.55 [5].....	5
Slika 2.1 - razdioba temperature po visini prostorije za različit položaj ogrjevnih tijela [2].....	8
Slika 2.2 - prikaz površinskog sustava grijanja i hlađenja	9
Slika 2.3 - proces rada dizalice topline [9].....	10
Slika 2.4 - indirektna izvedba dizalice topline voda-voda (Vaillant).....	13
Slika 4.1 - dijagram za proračun podnog grijanja [17]	24
Slika 4.2 - dijagram pada tlaka za PE-X cijevi [17].....	25
Slika 4.3 - način postavljanja cijevi zidnog grijanja u kupaonici [19].....	26
Slika 4.4 - Fonterra Side 12 Clip - sastav žbuke [19]	27
Slika 4.5 – razdjelnik „Uponor Vario PLUS“	33
Slika 4.6 - podžbukni ormarić „UFH2“, Uponor	33
Slika 5.1 – dijagram za korekciju stupnja povrata topline rekuperatora	36
Slika 5.2 - podstropna jedinica za pripremu zraka „MMD-VN502HEXE“ [12]	37
Slika 5.3 - prikaz hlađenja i odvlaživanja vanjskog zraka u h,x-dijagramu.....	38
Slika 5.4 – pločasti rekuperator topline.....	39
Slika 5.5 - prikaz pripreme vanjskog zraka za zimski režim rada u h,x-dijagramu	42
Slika 5.6 - protukišna rešetka „IGK-200“	43
Slika 5.7 - zrakotijesna zaklopka „ZTZ-C“	43
Slika 5.8 - regulator konstantnog protoka zraka „RKP-C“	44
Slika 5.9 - dijagram karakteristike rada ventilatora	44
Slika 5.10 - odsisni element za kupaonicu	45
Slika 5.11 - vanjska VRF jedinica, Toshiba.....	47
Slika 5.12 - daljinski upravljač „NRC-01HE“, Toshiba	47
Slika 6.1 - spoj modula „fluoCOLLECT VWW 19/4 SI“, Vaillant.....	49
Slika 6.2 - dizalica topline „flexoTHERM VWF 157/4“, Vaillant	50
Slika 6.3 - komponente modula „fluoCOLLECT VWW 19/4 SI“, Vaillant.....	50
Slika 7.1 – spremnik ogrjevne vode „Vaillant allSTOR VPS 300“	51
Slika 8.1 – prikaz radne točke potopne pumpe „Grundfos SP 5A-4“	54
Slika 8.2 - potopna pumpa „Grundfos SP 5A-4“	55
Slika 8.3 – prikaz radne karakteristike ugrađene pumpe na strani međukruga za nominalni protok (3,93 m ³ /h) [11]	56
Slika 8.4 – prikaz radne karakteristike ugrađene pumpe na strani zgrade za nominalni protok (2,9 m ³ /h)[11]	57
Slika 8.5 – prikaz numeriranih dionica kruga potrošača, grijanje.....	58
Slika 8.6 – prikaz numeriranih dionica kruga potrošača, pasivno hlađenje.....	59

Slika 8.7 – prikaz radne točke pumpe „Grundfos MAGNA3 32-40 F“	60
Slika 8.8 - pumpa kruga potrošača, „Grundfos MAGNA3 32-40 F“	61
Slika 9.1 - membranska ekspanzijska posuda „REFLEX NG 80 I“	62

POPIS TABLICA

Tablica 1.1 - skala PMV indeksa [4].....	4
Tablica 1.2 - unutarnje projektne temperature grijanih i hlađenih prostorija.....	5
Tablica 2.1 - ukupni koeficijenti prijelaza topline u ovisnosti o poziciji površinskog sustava i režimu rada [7].....	9
Tablica 3.1 – odabrani koeficijenti prolaza topline.....	15
Tablica 3.2 - ukupni projektni toplinski gubici zgrade	16
Tablica 3.3 - pregled toplinskih gubitaka po prostorijama.....	17
Tablica 3.4 – vršno toplinsko opterećenje pojedinih prostorija u različitim vremenskim trenucima.....	19
Tablica 3.5 - ukupno projektno toplinsko opterećenje zgrade za četiri kritična dana.....	20
Tablica 3.6 - ukupna toplinska opterećenja osam zona za četiri najtoplija dana/sata.....	21
Tablica 4.1 - instalirana snaga površinskog grijanja	28
Tablica 4.2 - instalirana snaga površinskog hlađenja.....	31
Tablica 5.1 – proračun stanja ubacivanog zraka za sezonu hlađenja	35
Tablica 5.2 - usvojeni protoci po zonama	36
Tablica 5.3 - izračun potrebnog kapaciteta hladnjaka.....	37
Tablica 5.4 - potreban kapacitet grijača za dogrijavanje zraka	41
Tablica 5.5 - dimenzioniranje kanalskog razvoda, kritične dionice.....	45
Tablica 6.1 - tehničke karakteristike dizalice topline „flexoTHERM VWF 157/4“ [11]	48
Tablica 7.1 - tehničke karakteristike spremnika ogrjevne vode „allSTOR VPS 300“.....	51
Tablica 8.1 - ukupan pad tlaka u krugu podzemne vode.....	53
Tablica 8.2 – ukupan pad tlaka u međukrugu	55
Tablica 8.3 - ukupan pad tlaka kruga dizalica topline-spremnik	56
Tablica 8.4 - ukupan pad tlaka za kritičnu dionicu kruga potrošača u režimu grijanja	58
Tablica 8.5 - ukupan pad tlaka za kritičnu dionicu kruga potrošača u režimu pasivnog hlađenja	59
Tablica 9.1 – ukupni volumen vode u sustavu, V_A	62

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

- CRTEŽ 1. Funkcionalna shema spajanja sustava
- CRTEŽ 2. Dispozicija opreme – tlocrt suterena
- CRTEŽ 3. Dispozicija opreme – tlocrt prizemlja
- CRTEŽ 4. Dispozicija opreme – tlocrt prvog kata
- CRTEŽ 5. Dispozicija opreme – tlocrt drugog kata
- CRTEŽ 6. Dispozicija opreme – tlocrt potkrovlja
- CRTEŽ 7. Dispozicija opreme zračnog sustava – tlocrt prizemlja
- CRTEŽ 8. Dispozicija opreme zračnog sustava – tlocrt odgovara prvom i drugom katu
- CRTEŽ 9. Dispozicija opreme zračnog sustava – tlocrt potkrovlja

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
$\vartheta_{i,z}$	$^{\circ}\text{C}$	unutarnja projektna temperatura grijanih prostorija
$\vartheta_{i,lj}$	$^{\circ}\text{C}$	unutarnja projektna temperatura hlađenih prostorija
φ	%	relativna vlažnost zraka
U	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	koeficijent prolaza topline
A_i	m^2	površina poda koja također obuhvaća $\frac{1}{2}$ debljine okolnog zida
$\Phi_{T,i}$	W	projektni transmisijski gubici topline prostorije
$\Phi_{V,i}$	W	projektni ventilacijski gubici topline prostorije
$\Phi_{RH,i}$	W	dodatna toplina za zagrijavanje koja u obzir uzima prekid grijanja
$\Phi_{HL,i}$	W	ukupno toplinsko opterećenje grijane prostorije
q_n	W/m^2	ukupno toplinsko opterećenje svedeno na jedinicu površine
Q_{suho}	W	osjetno toplinsko opterećenje
$Q_{\text{vlažno}}$	W	latentno toplinsko opterećenje
Q_{ukupno}	W	ukupno toplinsko opterećenje, zbroj osjetnog i latentnog
q_s	W/m^2	gustoća toplinskog toka
α_{uk}	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	ukupni koeficijent prijelaza topline
t_f	$^{\circ}\text{C}$	temperatura površine poda, zida ili stropa
t_i	$^{\circ}\text{C}$	osjetna temperatura prostorije
β_G	-	faktor grijanja
β_H	-	faktor hlađenja
Φ_K	W	toplinski tok kondenzacije
Φ_i	W	toplinski tok isparavanja
P	W	utrošena snaga za pogon kompresora
P_i	-	oznaka prostorije
$\Delta\theta_H$	K	srednja logaritamska temperaturna razlika
Φ_n	W	nazivni toplinski kapacitet
Φ_P	W	toplinski gubici /dobici kroz površinu poda
Φ_Z	W	toplinski gubici/dobici kroz površinu zida
Φ_{pr}	W	prepravljene toplinski gubici/dobici
$\Phi_{inst,p}$	W	ukupno instalirani učin podnog grijanja/hlađenja
$\Phi_{inst,z}$	W	ukupno instalirani toplinski učin zidnog grijanja/hlađenja
Φ_{inst}	W	ukupno instalirani toplinski učin u prostoriji
$\Phi_{ostatak}$	W	preostali rashladni učin koji se pokriva zračnim sustavom
V_H	m^3/s	potreban volumni protok zraka u svrhu hlađenja

$\Phi_{\text{ost,osj}}$	W	preostalo top. opterećenje koje je potrebno pokriti
ρ	kg/m ³	gustoća
c_p	J/kg	specifični toplinski kapacitet pri p=konst.
x_U	kg/kg	sadržaj vlage ubacivanog zraka
x_P	kg/kg	sadržaj vlage unutar prostorije
Φ_{lat}	W	latentno toplinsko opterećenje
r	J/kg	specifična toplina isparavanja
Φ_{osj}	W	projektno osjetno toplinsko opterećenje zone
$\Phi_{\text{površ}}$	W	instalirani kapacitet površinskog hlađenja
Φ_{hlad}	W	potreban rashladni kapacitet hladnjaka
h_R	J/kg	specifična entalpija zraka po izlasku iz rekuperatora
h_U	J/kg	specifična entalpija ubacivanog zraka
t_{11}	°C	odsisna, povratna struja zraka iz prostorija
t_{12}	°C	odsisna struja istrošenog zraka iz prostorije koja se odvodi u vanjski okoliš
t_{21}	°C	dobavna struja svježeg vanjskog zraka
t_{22}	°C	dobavna struja zagrijanog svježeg zraka koja se ubacuje u prostorije
Φ_{gr}	W	potreban toplinski učin grijača
ϑ_U	°C	temperatura zraka ubacivanja
ϑ_R	°C	temperatura zraka iza rekuperatora
V_{pv}	m ³ /s	potreban volumni protok podzemne vode
$\Phi_{\text{DT,r}}$	W	odvedeni toplinski tok od vode iz međukruga na isparivaču
Δp_{uk}	Pa	ukupni pad tlaka
Δp_h	Pa	svladavanje visinske razlike
Δp_λ	Pa	linijski pad tlaka
Δp_Z	Pa	lokalni pad tlaka u cjevovodu
Δp_a	Pa	pad tlaka u pločastom izmjenjivaču topline i armaturi

SAŽETAK

U ovom radu prikazuje se projektno rješenje sustava za grijanje, hlađenje i ventilaciju stambene zgrade. Zgrada se sastoji od četiri etaže ukupne površine 550 m² te je smještena na području grada Splita. Toplinski gubici zgrade izračunati su prema normi HRN EN 12831. Korišten je sustav podnog i zidnog grijanja. Kao izvor topline koristi se dizalica topline voda-voda s crpnom i upojnom bušotinom za podzemnu vodu. Temperaturni režim ogtjevne vode je 35/30°C. Dizalica topline u potpunosti pokriva sve toplinske gubitke, odnosno radi u monovalentom načinu rada.

Kako bi se odredilo toplinsko opterećenje za ljetne dane, korištena je smjernica VDI 2078. Za hlađenje se koriste postavljene cijevi u podu i zidu kroz koje prisilno cirkulira rashladna voda temperaturnog režima 16/19°C. Kao izvor rashladnog učina koristi se dizalica topline s funkcijom aktivnog hlađenja te je moguće pasivno hlađenje pomoću podzemne vode adekvatne temperature. Sustav je projektiran na način da se spriječi mogućnost izdvajanja vlage iz vlažnog zraka na cijevima ili unutrašnjim zidovima prostora.

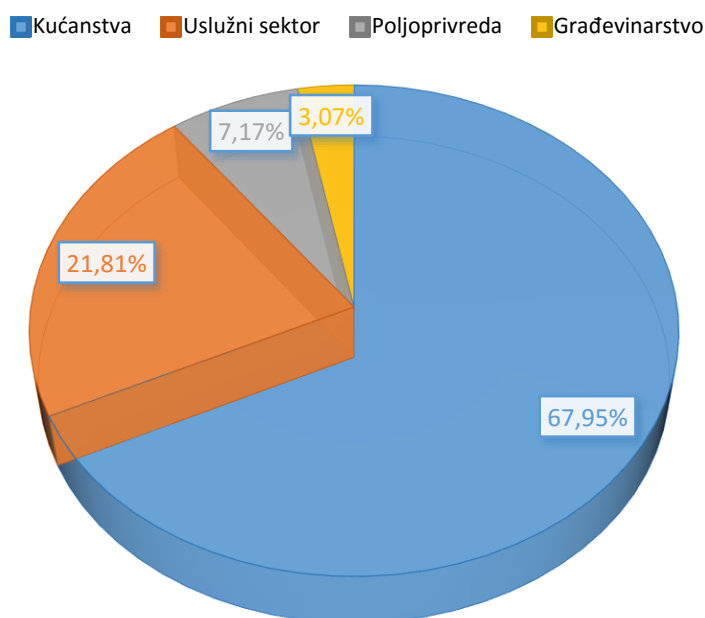
Instalirani kapacitet podnog/zidnog hlađenja nije dovoljan za pokrivanje punog kapaciteta toplinskog opterećenja, stoga se odabiru dodatne zonske zračne jedinice. U svakom stanu se nalazi po jedna zračna jedinica. Sustav za vrijeme grijanja vrši funkciju pokrivanja ventilacijskih zahtjeva, dok za režim hlađenja omogućuje pokrivanje preostalog osjetnog toplinskog opterećenja te ujedno odvlažuje vanjski zrak i pokriva unutrašnje latentne dobitke.

Uz tehničke proračune koji definiraju izbor opreme, prilaže se funkcionalna shema spajanja sustava te crteži koji definiraju raspored i montažu opreme.

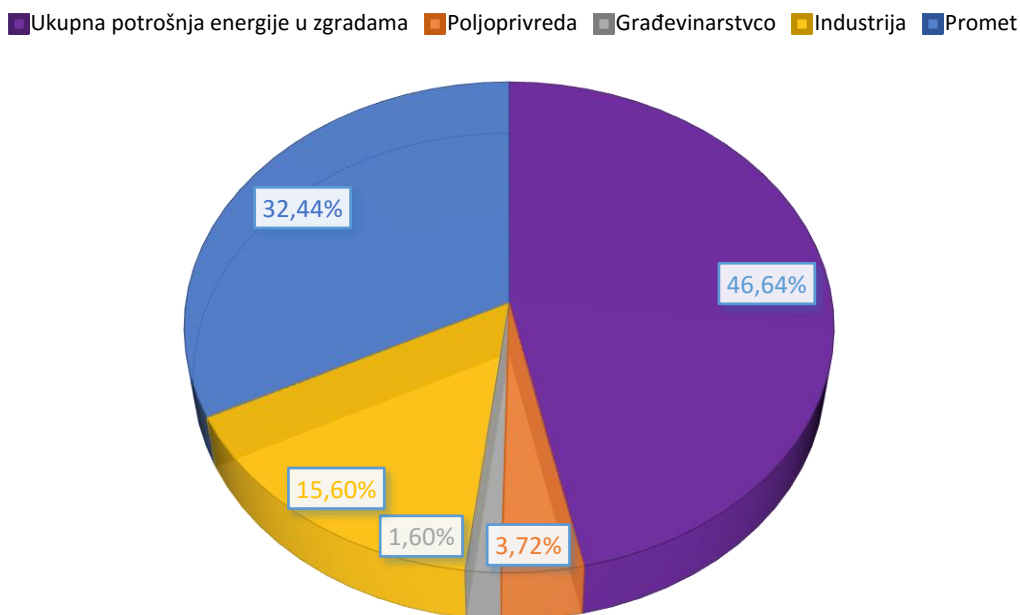
1. UVOD

1.1. POTROŠNJA ENERGIJE U ZGRADARSTVU

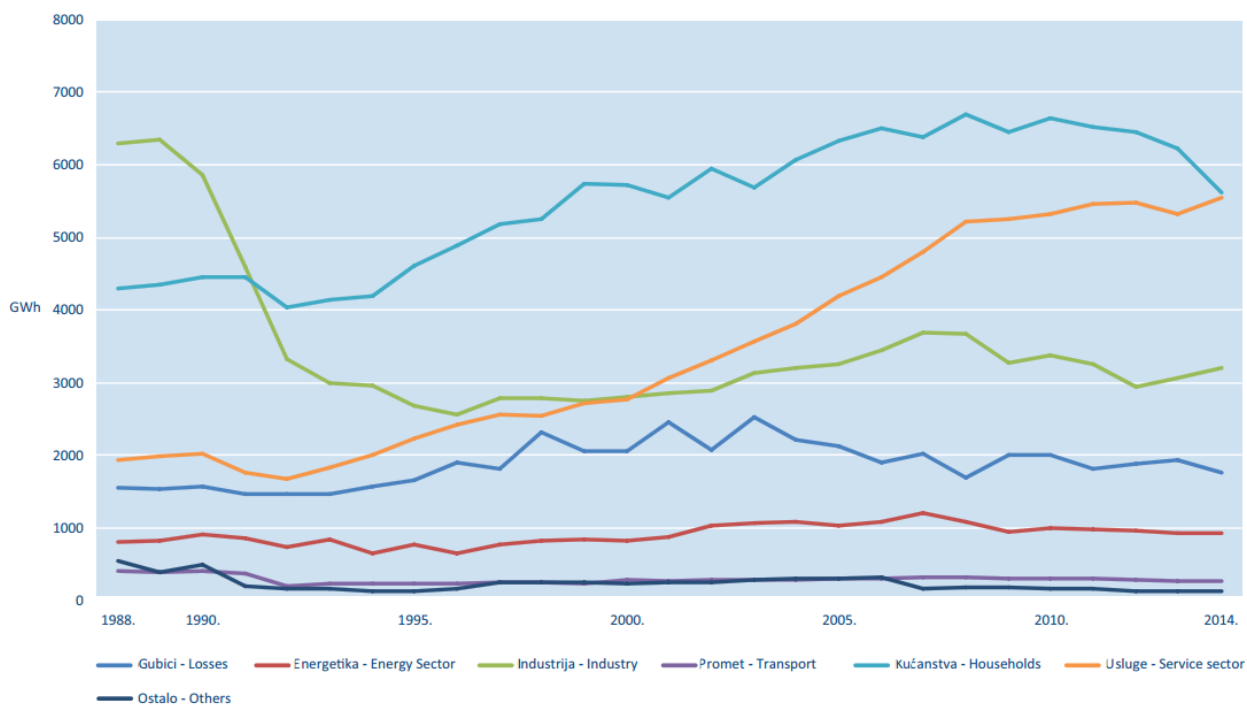
Ubrzani rast sveukupne potrošnje energije u svijetu već je doveo do zabrinutosti oko teškoće opskrbe, iscrpljenosti postojećih izvora energije i štetnog utjecaja na okoliš kao što su razgradnja ozona, globalno zatopljenje i klimatske promjene. Globalni doprinos stambenih i poslovnih zgrada u sveukupnoj potrošnji energije čini oko 40% u razvijenim zemljama te je zauzeo prvo mjesto u potrošnji (podaci za EU i SAD) ostavljajući iza sebe ostale velike sektore kao što su industrijski i prometni sektor. Rast broja stanovništva, veća potražnja za građevinskim uslugama i razinom ugodnosti stanovanja, povećanje vremena koje ljudi provode u zatvorenim prostorima dovode do trenda rasta potražnje za energijom u zgradarstvu što se može vidjeti na slici 1.3 gdje se prikazuju kućanstva kao najveći potrošači električne energije. Od ukupne potrošnje energije u zgradarstvu, otprilike 50% otpada na sustave grijanja, ventilacije i klimatizacije. Upravo zbog navedenih razloga, korištenje obnovljivih izvora energije te energetske učinkovite sustava od velikog je značaja [1].



Slika 1.1 - udio kućanstva i usluga u sektoru opće potrošnje u Republici Hrvatskoj 2014. godine [1]



Slika 1.2 - udio ukupne potrošnje u zgradarstvu u 2014. godini u ukupnoj potrošnji isporučene energije [1]



Slika 1.3 - potrošnja električne energije u pojedinim sektorima u 2014. godini [1]

1.2. TOPLINSKA UGODNOST

Tema toplinske ugodnosti je nezaobilazna tema budući da je krajnji cilj ovog rada a i općenito projektiranja sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije (GViK) zapravo postizanje što boljih toplinskih parametara za ugodniji boravak ljudi u zatvorenom prostoru. Toplinska ugodnost se definira kao stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo toplinskim stanjem okoliša. Za određeni skup stanja okoliša uvijek se javlja određeni postotak nezadovoljnih što dovodi do spoznaje da je osjećaj ugodnosti nužno individualan. Zadatak je projektirati GViK sustav koji ostvaruje takve parametre da odgovaraju najvećem mogućem broju osoba koje borave u tom prostoru. Toplinska ugodnost je posljedica zajedničkog djelovanja sljedećih osnovnih faktora [2]:

- Temperatura zraka u prostoriji
- Temperature plohe prostorije
- Vlažnost zraka
- Strujanje zraka
- Razina odjevenosti
- Razina fizičke aktivnosti
- Ostali faktori (buka, kvaliteta zraka...)

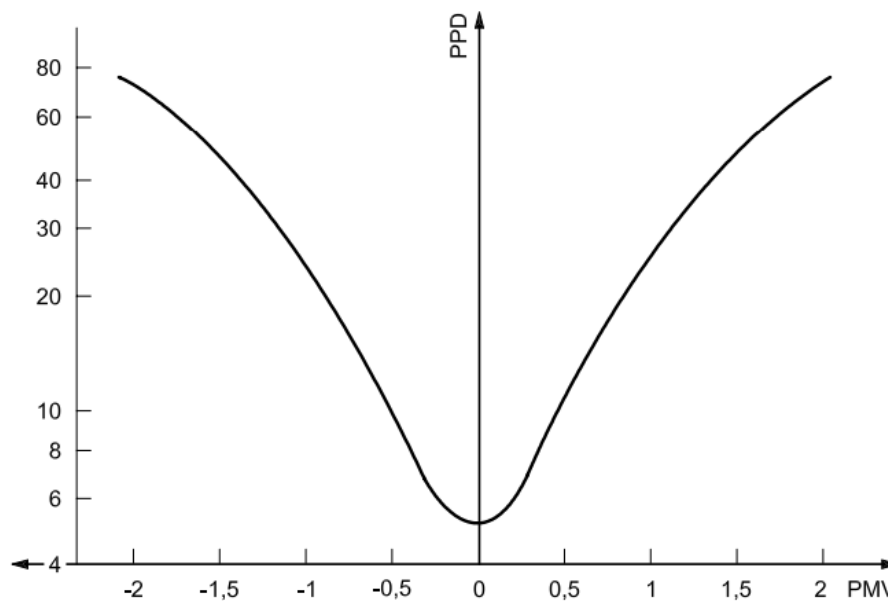
Kako bi vrednovali razinu toplinske ugodnosti postoje dva glavna matematička modela koje je razvio danski profesor i stručnjak za područje toplinske ugodnosti Povl Ole Fanger [3].

PMV indeks (*eng. Predicted Mean Vote*) predviđa subjektivno ocjenjivanje ugodnosti boravka u istom okolišu od strane grupe ljudi [2]. Određivanje se vrši prema normi ISO7730 gdje se koriste složeni matematički izrazi. Rezultat se prikazuje pomoću skale od sedam točaka gdje svaka točka određuje stanje ugodnosti (Tablica 1.1) [4].

Tablica 1.1 - skala PMV indeksa [4]

+3	Vruće
+2	Toplo
+1	Lagano toplo
0	Neutralno
-1	Svježe
-2	Prohladno
-3	Hladno

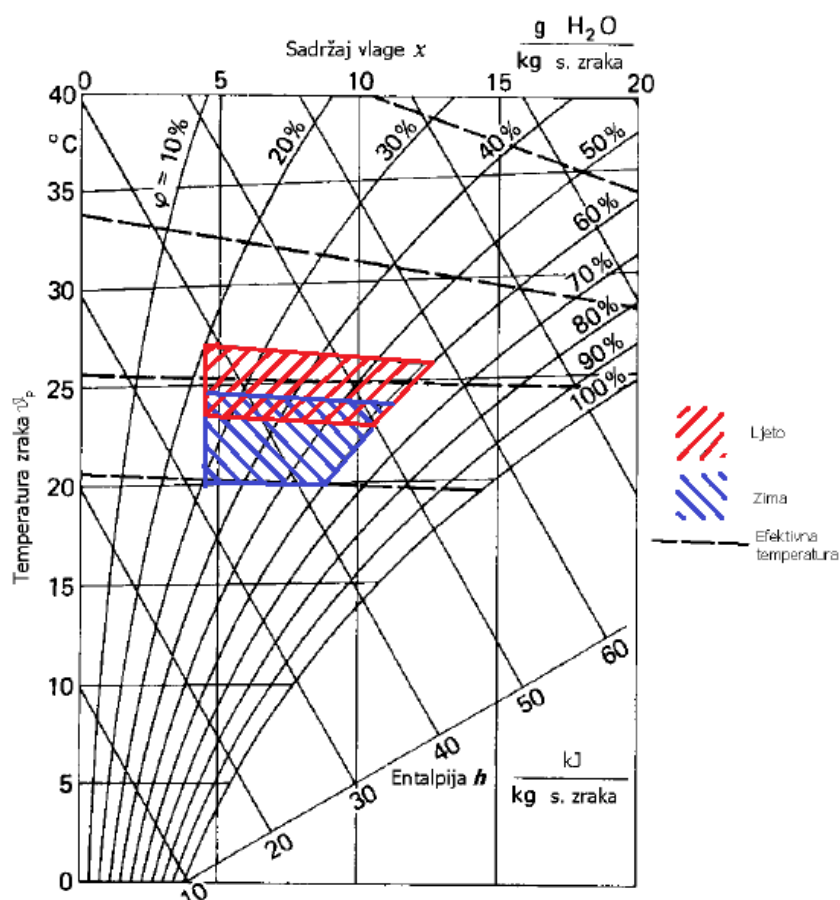
PPD indeks (eng. *Predicted Percentage of Dissatisfied*) predviđa postotak nezadovoljnih osoba [2]. Funkcija je PMV indeksa te se određuje iz jednostavnog matematičkog izraza prema normi ISO7730. Ovisnost se može prikazati i preko dijagrama (slika 1.4).



Slika 1.4 - PPD indeks kao funkcija PMV indeksa [4]

Prema standardu ASHRAE St.55 navodi se optimalno stanje zraka u zimskom i ljetnom razdoblju (Slika 1.5). Navedene temperature odnose se na srednje vrijednosti

za zrak prostorije te odgovaraju razini odjevenosti 0,5(ljeto) – 1(zima) clo. Navedeno odgovara razini fizičke aktivnosti lakog rada uz sjedenje 1 – 1,2 met [5].



Slika 1.5 - optimalno stanje zraka prostora prema ASHRAE St.55 [5]

Iz navedenog slijede pretpostavljene unutarnje projektne temperature za grijane i hlađene prostorije zadane ovim zadatkom (Tablica 1.2).

Tablica 1.2 - unutarnje projektne temperature grijanih i hlađenih prostorija

Namjena prostorije	$\vartheta_{i,z}$	$\vartheta_{i,lj}$	φ
	°C	°C	%
Predsoblje	20	24	50
Dnevna soba	20	24	50
Kuhinja	20	24	50
Kupaonica	24	-	50
Spavaće sobe	20	24	50

2. PREGLED SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA U STAMBENIM ZGRADAMA

2.1. PODJELA SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA

Sustavi grijanja se mogu podijeliti na nekoliko osnovnih načina:

- prema energentu
- prema načinu zagrijavanja
- prema izvedbi ogrjevnih tijela.

Podjela sustava grijanja prema načinu zagrijavanja u obzir uzima položaj izvora topline u odnosu na prostoriju koju je potrebno zagrijavati. Svi uređaji koji se danas koriste za grijanje prostorija dijele se na dvije osnovne grupe: lokalni (pojedinačni) i centralni. Lokalni ili pojedinačni omogućuju izravno zagrijavanje prostorije iz izvora topline koji je u njoj smješten. Jedan tipičan primjer jesu kamini te peći bilo električni, na plinska ili kruta goriva. Centralni sustavi grijanja omogućavaju posredno zagrijavanje prostorije pomoću ogrjevnih tijela kroz koje struji prikladni prijenosnik energije, odnosno ogrjevni medij (topla ili vrela voda, para, topli zrak) koji se zagrijava u izvoru topline smještenom na jednom mjestu u zgradi. Primjeri za to su: radijatorsko toplovodno centralno grijanje, podno grijanje, grijanje velikih prostora zračnim grijačima itd. [6]. Upravo se u ovom radu koristi sustav centralnog grijanja s dizalicom topline voda-voda koja u režimu grijanja koristi toplu vodu kao posredni medij (prijenosnik topline) u režimu 35/30°C. Prema izvedbi strujanja, koristi se prisilna cirkulacija ogrjevnog medija koja se ostvaruje pomoću pumpe. Generator topline odnosno dizalica topline je smještena u podrumu, dok su ogrjevna tijela smještena u pojedinačnim prostorijama.

Sustav centralnog grijanja sastoji se od [6]:

- generatora topline (dizalice topline)
- razvoda toplinske energije (razvod cijevne mreže)
- ogrjevnih tijela (podno/zidno grijanje)
- cirkulacijskih pumpi
- zaporne i regulacijske armature
- ekspanzijskog sustava
- sustava regulacije i upravljanja.

Odgovarajuće hlađenje prostorije može se također dobiti pomoću različitih sustava. Takve sustave možemo podijeliti u četiri osnovne skupine [5]:

- zračni sustavi
- zračno-vodeni sustavi
- vodeni sustavi
- neposredni s radnom tvari.

U ovom radu, koristiti će se podno/zidno hlađenje (vodeni sustav) s temperaturnim režimom rashladne vode 16/19°C, koje će biti u mogućnosti samo djelomično pokriti toplinsko opterećenje prostorija. Zbog potrebe ventilacije, postaviti će se zračna jedinica s freonskim izmjenjivačem u struji zraka. Navedena jedinica će također biti u funkciji pokrivanja preostalog rashladnog opterećenja. U usporedbi sa samo zračnim sustavom, ovakav sustav omogućuje značajno smanjenje dimenzija zračnih kanala, jer zrak ne preuzima većinsko hlađenje zgrade, čime se smanjuje njegov volumenski protok kroz zgradu. Budući da se postavlja podno/zidno grijanje, ostvaruje se mogućnost korištenja istih cijevi i za hlađenje. Na ovaj način dolazi se do određenih ušteda prilikom rada sustava budući da je voda, zbog svojeg većeg toplinskog kapaciteta, bolji medij kao prijenosnik topline od zraka.

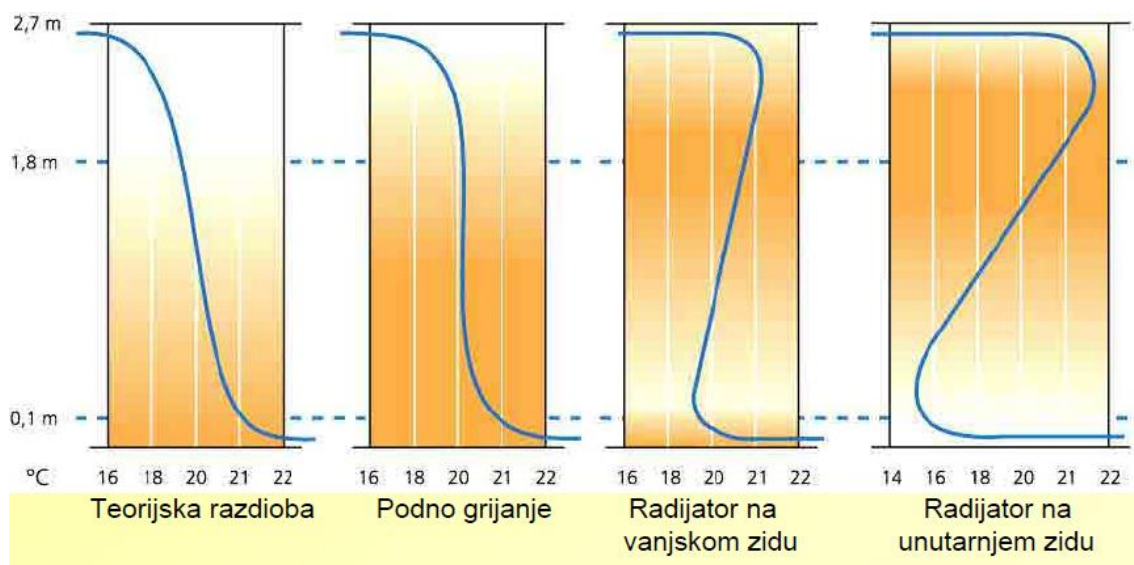
2.2. OGRJEVNA/RASHLADNA TIJELA

Ogrjevna/rashladna tijela su dijelovi sustava grijanja/hlađenja koji služe za izmjenu topline s plohamo prostorije, zrakom i osobama koje borave u prostoru. Omogućuju ostvarivanje uvjeta toplinske ugodnosti, odnosno omogućuju postizanje željenog toplinskog stanja unutarnjeg prostora. Kod centralnih su sustava grijanja/hlađenja izvedena kao zasebni elementi i do njih se pomoću cijevnog razvoda dovodi prikladan ogrjevni/rashladni medij zagrijan/ohlađen u jednoj ili više centralnih ogrjevnih/rashladnih jedinica smještenih na jednom mjestu za cijelu zgradu [6].

S obzirom na izvedbu, način izmjene topline i korišteni ogrjevni medij, postoji nekoliko osnovnih vrsta ogrjevnih tijela u stambenim zgradama [2]:

- člankasta ogrjevna tijela (člankasti radijatori)
- pločasta ogrjevna tijela (pločasti radijatori, ogrjevne ploče)
- cijevni grijači (cijevni registri, kupaonski i kuhinjski grijači)
- površinski sustavi grijanja (podno,zidno i stropno grijanje).

Na ogrjevna tijela se postavljaju određeni zahtjevi kao što su ravnomjerna razdioba temperature po prostoru, visoka učinkovitost, mala masa, jednostavna ugradnja, jednostavno čišćenje i održavanje, postojanost na visoku temperaturu, visok tlak i koroziju, izgled koji se uklapa u interijer i niska cijena [2]. U ovom radu koristit će se površinski sustav grijanja i hlađenja (Slika 2.2). Osnovni mehanizam prijenosa topline kod ovakvih sustava je zračenjem. Upravo na ovaj način nam je omogućeno da unatoč nižim temperaturama zraka zimi ili višim temperaturama zraka ljeti, ljudi u prostoriji i dalje imaju osjet toplinske ugodnosti budući da se dio topline upravo zračenjem prenosi/odvodi direktno na/od ljudi [7]. Bitno je reći da površinsko hlađenje pokriva samo osjetna toplinska opterećenja ali ne i latentna. Primjena podnog grijanja omogućuje ravnomjernu razdiobu temperature po visini prostorije što za posljedice ima visoku toplinsku ugodnost. Bitno je da temperaturni gradijent unutar zone boravka odnosno između glave i nogu osobe koja boravi u prostoru bude manji od 3°C [2]. Na slici 2.1 možemo vidjeti razdiobe temperatura po visini za različita ogrjevna tijela i njihov položaj.



Slika 2.1 - razdioba temperature po visini prostorije za različit položaj ogrjevnih tijela [2]

Sustavi površinskog grijanja/hlađenja mogu biti postavljeni na različite plohe unutar prostorije. Ovisno o tome na kojoj se poziciji postavljaju, te ovisno o tome da li želimo grijati ili hladiti prostor, dobivamo različitu teorijsku gustoću toplinskog toka. Najpovoljnije je za grijanje koristiti površine poda dok za hlađenje površine stropa. Razlog je u fizikalnoj pojavi uzgona toplog zraka koji se zbog manje gustoće uzdiže prema gore dok hladniji zrak, zbog svoje veće gustoće, struji prema dolje. Upravo zbog tog slučaja imamo varijacije konvektivnog koeficijenta prijelaza topline dok je koeficijent prijelaza topline zračenjem uglavnom konstantan [7]. U sljedećoj tablici se prikazuju ukupni koeficijenti prijelaza topline u ovisnosti o poziciji te o tome da li se radi o grijanju ili hlađenju.

Tablica 2.1 - ukupni koeficijenti prijelaza topline u ovisnosti o poziciji površinskog sustava i režimu rada [7]

Ukupni koeficijent prijelaza topline W/m ² •K	Pod		Zid		Strop	
	Grijanje	Hlađenje	Grijanje	Hlađenje	Grijanje	Hlađenje
	11	7	8	8	6	11

Gustoća toplinskog toka se može izračunati prema sljedećoj jednadžbi :

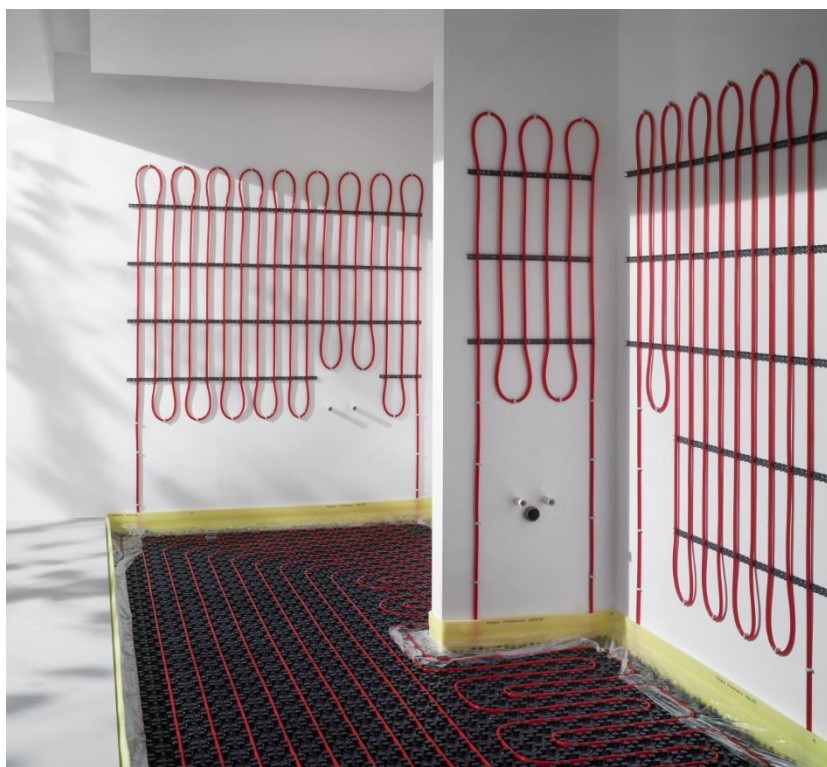
$$q_s = \alpha_{uk} \cdot (t_f - t_i)$$

q_s – gustoća toplinskog toka, W/m²

α_{uk} – ukupni koeficijent prijelaza topline, W/m²•K

t_f – temperatura površine poda, zida ili stropa, °C

t_i – osjetna temperatura prostorije, °C

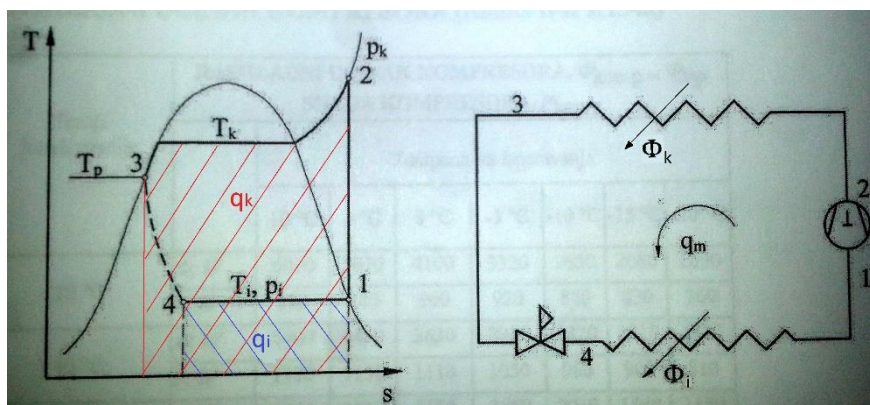


Slika 2.2 - prikaz površinskog sustava grijanja i hlađenja

2.3. IZVORI TOPLINSKOG I RASHLADNOG UČINA

Kao izvor toplinskog učina u konvencionalnim sustavima uglavnom se koriste različite izvedbe kotlova dok se kao izvor rashladnog učina koriste uređaji koji rade po principu lijevokretnog procesa. U ovom projektu, glavni izvor topline za vrijeme grijanja biti će dizalica topline voda-voda (monovalentni način rada) dok će se rashladni učin za ljetni režim dobivati aktivnim ili pasivnim hlađenjem pomoću podzemne vode prihvatljive temperature i pomoćnim zračnim sustavom. S obzirom na način rada izvora toplinskog/rashladnog učina, može se napraviti podjela na monovalentni i bivalentni način rada. Monovalentni način rada podrazumijeva pokrivanje cjelokupne potrebe zgrade za toplinom, odnosno dizalica topline je jedini izvor topline u sustavu grijanja. Bivalentni način rada podrazumijeva da se tijekom sezone hlađenja pokriva samo jedan dio potrebe zgrade dizalicom topline dok se ostatak nadoknađuje iz dodatnog izvora [8].

S obzirom na izvor dodatne energije za ostvarivanje lijevokretnog kružnog procesa, koristit će se kompresijske dizalice topline kod kojih se proces radne tvari omogućuje dovođenjem mehaničkog rada pomoću kompresora. Dizalica topline je uređaj koji omogućuje prijenos (toplinske) energije iz sustava (toplinskog spremnika) niže temperature razine u sustav (toplinski spremnik) više temperature razine korištenjem dodatne energije (rada) pomoću lijevokretnog kružnog procesa prikladne radne tvari. Zahvaljujući tom svojstvu, dizalice topline su vrlo prikladne kao izvori toplinskog i rashladnog učina u sustavima grijanja, pripreme potrošne tople vode, ventilacije i klimatizacije [8]. Jednostavan princip rada (lijevokretni proces) prikazan je na slici 2.3.



Slika 2.3 - proces rada dizalice topline [9]

Slika 2.3 na lijevoj strani prikazuje jednostavan lijevokretni proces u T-s dijagramu dok shema s desne strane ilustrativno prikazuje način rada s četiri osnovne komponente sustava. Osnovne komponente kompresijske dizalice topline jesu dva izmjenjivača topline (isparivač i kondenzator), kompresor i ekspanzijski ventil. Proces

započinje u točki 1 gdje radna tvar u stanju suhozasićene ili pregrijane pare ulazi u kompresor i biva komprimirana na stanje točke 2. Radna tvar se u tom trenutku nalazi u pregrijanom stanju te mora predati svoju latentnu i osjetnu toplinu u kondenzatoru. Izobaran proces osjetnog hlađenja i kondenzacije prikazan je od točke 2 do točke 3. U tom trenutku se toplina predaje toplinskom spremniku čija je temperatura niža od temperature kondenzacije. Po izlasku iz kondenzatora (točka 3) radna tvar nalazi se u kapljevitom stanju. Od točke 3 do točke 4 slijedi proces prigušivanja radne tvari na ekspanzijskom ventilu pri čemu radna tvar ulazi u zasićeno područje. Slijedi ulazak u isparivač (izmjenjivač topline) gdje radna tvar, budući da je niže temperature od toplinskog izvora, preuzima toplinu od okolišnjeg medija (vode) te isparava do stanja suhozasićene ili pregrijane pare (točka 1). Time smo zatvorili ciklus koji se uzastopno ponavlja. Površina ispod T-s dijagrama zapravo predstavlja specifičnu toplinu. Tako površina ispod krivulje od točke 2 do točke 3 predstavlja predanu specifičnu toplinu dok površina ispod pravca od točke 4 do točke 1 predstavlja preuzetu specifičnu toplinu na radnu tvar. Kada dizalica topline radi kao izvor toplinskog učina tada nam je koristan toplinski tok koji se predaje od radne tvari prema toplinskom spremniku niže temperature (ogrjevna voda, zrak..). Ista dizalica topline može raditi i kao izvor rashladnog učina. To joj omogućuje četveroputni ventil koji obrne proces protoka radne tvari gdje ono što je prije bio kondenzator postaje isparivač i obratno. U tom trenutku, govori se o korisnom rashladnom toplinskom toku. Kako bi definirali kolika je efikasnost rada dizalice topline, uvodimo jednadžbu koja daje omjer između korisnog toplinskog toka i uložene snage za dobivanje tog toplinskog toka. Korisnost iskazujemo pomoću faktora grijanja i faktora hlađenja [14] (u engleskom jeziku poznato kao COP *eng. coefficient of performance* i EER *eng. energy efficiency ratio*).

$$\beta_G = \frac{\Phi_k}{P} \quad \beta_H = \frac{\Phi_i}{P}$$

β_G – faktor grijanja

β_H – faktor hlađenja

Φ_K – toplinski tok kondenzacije, W

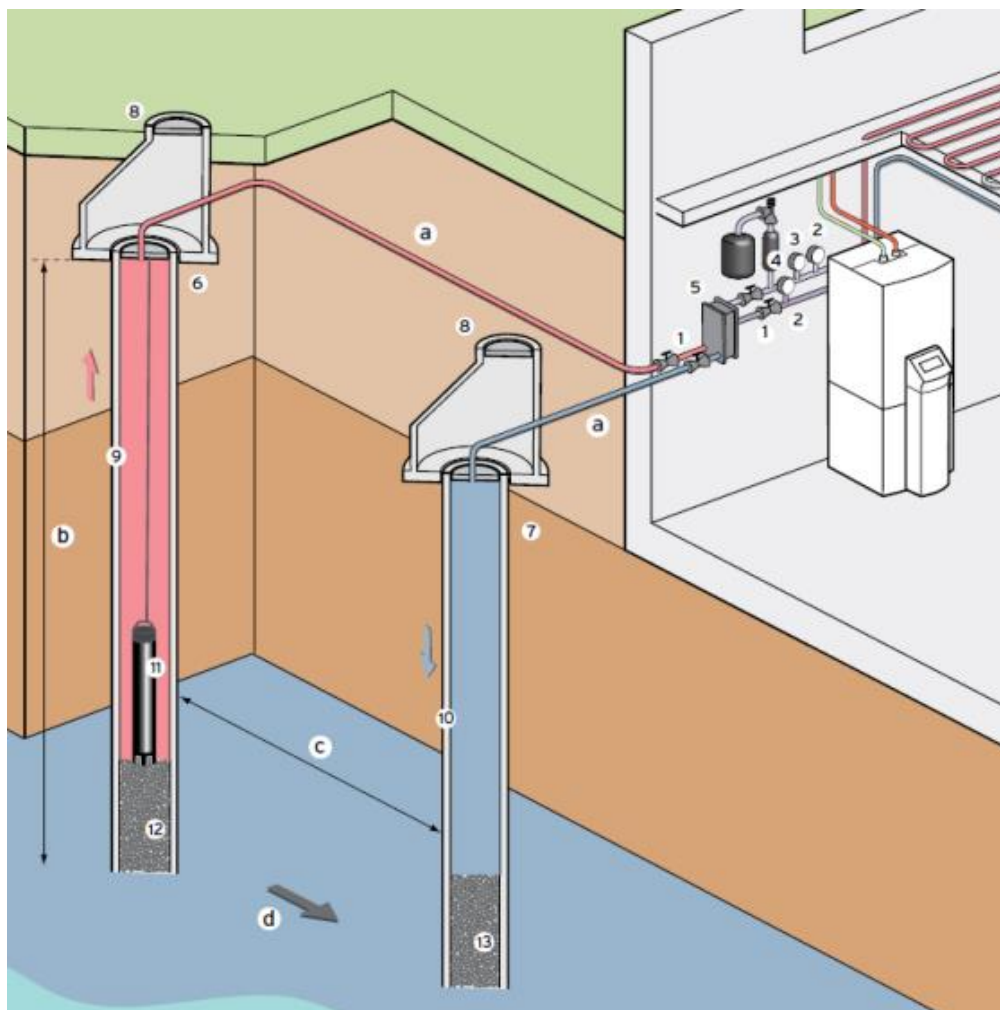
Φ_i – toplinski tok isparavanja, W

P – utrošena snaga za pogon kompresora, W

Toplinska bilanca kompresijske dizalice topline opisana je sljedećom osnovnom jednadžbom:

$$\Phi_K = \Phi_i + P$$

Kao toplinski izvor (za grijanje) ili toplinski ponor (za hlađenje) uglavnom se koristi okolišni zrak, zemlja i voda. U ovom radu ograničit ćemo se upravo na dizalice topline koje koriste podzemnu vodu te zrak kao prirodni izvor/ponor. Odabrana dizalica topline voda-voda će za vrijeme zimskih mjeseci uzimati toplinu od podzemne vode i prenositi ju na ogrjevnu vodu toplinskog kruga zgrade. Proces je obratan za vrijeme hlađenja gdje će se toplina od vode koja cirkulira kroz zgradu prenositi na podzemnu vodu. Također će se koristiti dizalica topline zrak-zrak koja radi po istom principu samo sa zrakom kao toplinskim izvorom/ponorom (više u poglavlju 2.4). Dizalica topline voda-voda ističe se u odnosu na ostale po nešto višem faktoru grijanja i faktoru hlađenja što omogućuju povoljne temperature podzemne vode tijekom godine. Kako bi se ostvarila bolja efikasnost, bitna je što manja razlika između temperatura kondenzacije i isparavanja radne tvari. Navedene temperature upravo ovise o temperaturama dostupnih toplinskih spremnika kojima se toplina predaje odnosno od kojih se toplina uzima. Temperatura podzemne vode se malo mijenja ovisno o dobu godine i dubini, a najčešće iznosi 8-14°C. Izvedba dizalice topline voda-voda može biti direktna i indirektna. Direktna je kada se podzemna voda dovodi direktno u isparivač dok je indirektna kada između isparivača i podzemne vode postoji međukrug u kojem se nalazi medij kontroliranog kemijskog sastava. S termodinamičkog pogleda povoljnija je opcija direktne izvedbe no zbog upitne kakvoće podzemne vode sigurnija je indirektna izvedba kako bi očuvali izmjenjivačke površine unutar dizalice topline. U ovom radu odabrana je indirektna izvedba (Slika 2.4).



Slika 2.4 - indirektna izvedba dizalice topline voda-voda (Vaillant)

- 1 – zaporni ventil
- 2 – prikaz temperature
- 3 – prikaz tlaka
- 4 – kompenzacijska posuda
- 5 – pločasti izmjenjivač topline
- 6 – crpni bunar
- 7 – upojni bunar
- 8 – pokrov s odzračivačem
- 9/10 – transportna cijev, otporna na koroziju
- 11 – potopna pumpa
- 12/13 – filtrirajući element

2.4. ZRAČNI SUSTAV

Zračni sustav se u ovom radu koristi za pokrivanje ventilacijskih zahtjeva kao i onih vezanih za pokrivanje toplinskih opterećenja. Potrebno je kontrolirati relativnu vlažnost zraka unutar prostorije kako bi se spriječila kondenzacija na površinama zidova i poda. Ulogu prijenosnika toplinskog/rashladnog učina preuzima zrak. Zrak kao takav prolazi kroz centralnu jedinicu zračnog sustava gdje se može zagrijavati, hladiti, odvlaživati ili ovlaživati. Ovisno o tome koliko od navedenih procesa se vrši za pripremu zraka, sustav možemo podijeliti na ventilacijski, sustav djelomične klimatizacije i sustav klimatizacije[5].

Korišteni sustav biti će podstropna zračna jedinica s freonskim izmjenjivačem. Zračna jedinica se sastoji od ventilatora, filtera, rekuperatora i izmjenjivača s direktnom ekspanzijom (freonski izmjenjivač) te će raditi sa 100% vanjskim zrakom. Za vrijeme zimskih mjeseci toplina će se uzimati od vanjskog zraka i prenositi na zrak koji se dobavlja u prostorije. U ljetnom režimu rada, toplina će se odvoditi od zraka koji se dobavlja u prostorije te će se prenositi na vanjski zrak. Sustav je u razdvojenoj izvedbi (*eng. split*) te se sastoji od jedne vanjske VRF (*eng. variable refrigerant flow*) jedinice koja se spaja na osam izmjenjivača s direktnom ekspanzijom. Izmjenjivači su smješteni u unutarnjim zračnim jedinicama (jedan izmjenjivač u svakoj unutarnjoj zračnoj jedinici). U vanjskoj VRF jedinici se nalazi kompresor koji omogućuje varijabilan protok radne tvari prema izmjenjivačima.

3. TOPLINSKA BILANCA STAMBENE ZGRADE ZA ZIMSKO I LJETNO RAZDOBLJE

3.1. PRORAČUN TOPLINSKIH GUBITAKA PREMA HRN EN 12831

Prije dimenzioniranja sustav površinskog grijanja, potrebno je odrediti projektne toplinske gubitke pojedine prostorije. Toplinski gubici računaju se prema normi HRN EN 12831. Postupak proračuna se sastoji od nekoliko koraka, no prije nego što se krene računati potrebno je odrediti ulazne parametre. Prije svega, potrebno je odrediti vrijednosti vanjske projektne temperature i srednje godišnje vanjske temperature. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (u daljnjem tekstu Tehnički propis) sadrži prilog E u kojem se nalaze tablični prikazi meteoroloških veličina, položaja i visina za klimatski mjerodavne meteorološke postaje. Budući da je projektom zadana stambena zgrada na lokaciji Splita, uzimaju se vrijednosti s postaje Split, Marjan. Iz tabličnog prikaza očitane su vrijednosti vanjske projektne temperature od -3°C te srednje godišnje temperature od 16.6°C . Sljedeći je korak određivanje koje se od prostorija griju, a koje ne te određivanje unutarnjih projektne temperatura[15]. Unutar stambene zgrade, stubište i

podrum neće biti grijani dok će se grijati stanovi u prizemlju, na prvom, drugom katu te u potkrovlju. Unutarnje projektne temperature pojedinih prostorija navedene su već prethodno u poglavlju toplinske ugodnosti (Tablica 1.2).

Za daljnji proračun, nužno je poznavanje fizikalnih i toplinskih svojstava ovojnice zgrade koje dobivamo od nadležnog arhitekta ili inženjera građevinarstva. Bitno je pridržavati se Tehničkog propisa koji propisuje najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza topline U [$W/m^2 \cdot K$] građevnih dijelova novih zgrada i postojećih zgrada nakon rekonstrukcije. Bitna pojava, koju također treba uzeti u obzir, jesu toplinski mostovi. Toplinski most je manje područje u ovojnici zgrade (obično fasada), kroz koje je toplinski tok povećan radi promjene materijala, debljine ili geometrije građevnog dijela [16]. Postavljanje izolacije na ovojnici kuće (zidovi, krov, pod) pomaže pri izoliranju toplinskih mostova. Izolacijom toplinskih mostova želimo izbjeći i kondenzaciju koja se može pojaviti na pojedinim dijelovima konstrukcije. Budući da nemamo uvid u postojanje mogućih toplinskih mostova, odnosno 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, a svi građevni dijelovi vanjske ovojnice zgrade zadovoljavaju glede najviše dozvoljenih vrijednosti koeficijenta prolaska topline U [$W/m^2 \cdot K$]. Utjecaj toplinskih mostova uzeti će se u obzir povećanjem U , svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za $\Delta U_{TM} = 0,05 W/m^2 \cdot K$. U tablici 3.1 možemo vidjeti odabrane koeficijente prolaza topline za pojedine građevne dijelove zgrade kojima je već dodan ΔU_{TM} .

Tablica 3.1 – odabrani koeficijenti prolaza topline

KOEFIČIJENTI PROLAZA TOPLINE ($+\Delta U_{TM} = 0,05 W/m^2 \cdot K$)			
Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$W/m^2 \cdot K$
Unutarnji zid s grijanim prostorom	UZG=	0,5	$W/m^2 \cdot K$
Unutarnji zid s negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$W/m^2 \cdot K$
Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$W/m^2 \cdot K$
Pod prema tlu	PT=	0,3	$W/m^2 \cdot K$
Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5	$W/m^2 \cdot K$
Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3	$W/m^2 \cdot K$
Prozori, balkonska vrata	P=	1,15	$W/m^2 \cdot K$
Vrata vanjska	VRV=	1,85	$W/m^2 \cdot K$
Vrata unutarnja	VRU=	2	$W/m^2 \cdot K$

Određeni su svi potrebni ulazni parametri. Dimenzije prostorija su poznate iz projekta. Budući da će se koristiti sustav mehaničke ventilacije, također je potrebno pretpostaviti određene ulazne parametre koji će se kasnije kod odabira ventilacijskog sustava dodatno provjeriti. Dobava se postavlja u dnevnoj sobi i u dvije spavaće sobe dok se odsis smješta u kuhinju i kupaonicu. Na vratima kupaonice postavlje se otvor za prestrujavanje zraka te se iz tog razloga kod ventilacijskih gubitaka računa sa 20°C zraka infiltriranog iz predsoblja. U današnjim modernim zgradama transmisijski toplinski gubici kroz vanjske zidove i krov jesu tek nešto viših vrijednosti od onih uzrokovanih mehaničkom ventilacijom budući da se radi o dobro izoliranim građevnim elementima. Upravo kod takvih zgrada postoji izražen utjecaj ventilacijskih gubitaka, odnosno udio u ukupnim toplinskim gubicima postaje sve veći. Riječ je o situaciji gdje se vanjski zrak nakon rekuperatora direktno ubacuje u prostoriju i gdje je kao takav niže temperaturne vrijednosti od zraka u prostoriji. U prilogu 1 se nalazi detaljan proračun za prostorije u stanovima a u tablicama 3.2 i 3.3 se navode isključivo krajnje bilance za pojedine prostorije i stanove.

Tablica 3.2 - ukupni projektni toplinski gubici zgrade

Naziv stana	Toplinski gubici W
Stan 1	1876
Stan 2	1876
Stan 3	1776
Stan 4	1776
Stan 5	1776
Stan 6	1776
e.2	1540
e.3	1540
Σ	13936

Tablica 3.3 - pregled toplinskih gubitaka po prostorijama

STAN 1 i 2	Naziv prostorije	A_i m ²	$\vartheta_{i,z}$ °C	$\Phi_{T,i}$ W	$\Phi_{V,i}$ W	$\Phi_{RH,i}$ W	$\Phi_{HL,i}$ W
		predsoblje	6,85	20	47	4	75
	kuhinja i dnevni boravak	22,14	20	284	226	244	753
	kupaonica	5,53	24	124	76	61	261
	spavaća soba 5	10,17	20	136	74	112	322
	spavaća soba 6	11,54	20	204	83	127	414
	Σ			795	462	619	1876
STAN 3 i 4	predsoblje	6,85	20	36	4	75	116
	kuhinja i dnevni boravak	22,14	20	247	226	244	717
	kupaonica	5,53	24	108	76	61	244
	spavaća soba 5	10,17	20	119	74	112	305
	spavaća soba 6	11,54	20	185	83	127	395
	Σ			695	462	619	1776
STAN 5 i 6	predsoblje	6,85	20	36	4	75	116
	kuhinja i dnevni boravak	22,14	20	247	226	244	717
	kupaonica	5,53	24	108	76	61	244
	spavaća soba 5	10,17	20	119	74	112	305
	spavaća soba 6	11,54	20	185	83	127	395
	Σ			695	462	619	1776
POTKROVLJE	e.2/e.3	59,79	20	559	323	658	1540

A_i – površina poda koja također obuhvaća 1/2 debljine okolnog zida, m²

$\vartheta_{i,z}$ – unutarnja projektna temperatura grijanih prostorija, °C

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

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

$\Phi_{RH,i}$ – dodatna toplina za zagrijavanje koja u obzir uzima prekid grijanja, W

$\Phi_{HL,i}$ – ukupno toplinsko opterećenje grijane prostorije, W

3.2. PRORAČUN TOPLINSKOG OPTEREĆENJA PREMA VDI 2078

Proračun toplinskog opterećenja za ljetne mjesece odnosno za dane kada je potrebno prostor hladiti vrši se prema smjernici VDI 2078. Naime, proračun toplinskog opterećenja razlikuje se u svome pristupu od proračuna toplinskih gubitaka za vrijeme grijanja. Ovdje je potrebno uzeti u obzir efekt toplinskog spremnika građevnih dijelova zgrade. Bitno je također razlikovati toplinske dobitke od toplinskog opterećenja. Jedan od primjera jesu toplinski dobici sunčevog zračenja koji se ne prikazuju u istom vremenskom trenutku kao toplinsko opterećenje. Dobici od sunca postaju toplinsko opterećenje u trenutku kada zidovi (ili ostali element izloženi direktno sunčevom zračenju) poprime temperature više od unutarnjeg zraka pri čemu dolazi do konvektivnog prijenosa topline na unutarnji zrak. Upravo ovaj efekt značajno utječe na dimenzioniranje opreme stoga nije zanemariv. Toplinsko opterećenje možemo podijeliti u dvije skupine : vanjsko i unutarnje. Tipični izvori unutarnjeg toplinskog opterećenja jesu ljudi, rasvjeta, električni uređaji (npr. računala) dok su izvori vanjskog toplinskog opterećenja infiltracija toplog i vlažnog zraka, dobici provođenjem kroz zidove i krov, solarni toplinski dobici kroz ostakljenja te dobici provođenjem kroz ostakljenja...[5]

Izračunavanje projektnog toplinskog opterećenja treba provesti za nekoliko sati za redom u projektnom danu (najtoplijem danu) kako bi se pronašao maksimalni zbroj svih komponenata toplinskog opterećenja. Za proračun se koristio program „IntegraCAD“. Pomoću navedenog računalnog programa postupak proračuna je uvelike olakšan. Na temelju najtoplijih dana u ljetnim mjesecima pronalazi se onaj koji daje najveća toplinska opterećenja. Na samom početku potrebno je odabrati jednu od četiri ponuđenih zona unutar programa. Odabrana je 4. zona budući da je to najtoplija zona i najbliže odgovara podacima iz grada Splita. Za svaku prostoriju u stanovima, potrebno je odrediti njenu orijentaciju zbog nezanemarivog utjecaja Sunca. Navode se dodatno izvori vanjskih i unutarnjih dobitaka. Dobici od osoba su uzeti u obzir jedino u dnevnom boravku budući da je vrijeme boravka u spavaćim sobama kratko, odnosno dominantno je u noćnim satima kada se ne javljaju najveća opterećenja te je stoga zanemarivo. Odabrana je unutarnja projektna temperatura od 24°C i 50% vlažnosti kako bi se učinkovito spriječila kondenzacija vlage iz vlažnog zraka na izmjenjivačkim površinama, razdjelniku i cijevima. Iz proračuna toplinskog opterećenja prema smjernici VDI 2078 vidljivo je da su dobici latentne topline unutar prostorija stana mali. Međutim, kako bi se došlo do stanja zraka od 24°C i 50% relativne vlažnosti i dalje je potreban određeni rashladni kapacitet koji će odvlažiti topli vanjski zrak i dovesti ga do stanja ubacivanja. Bitno je navesti da se kupaonica ne hladi budući da je velik izvor latentnog opterećenja pri čemu može doći do izdvajanja kondenzata i time pojave plijesni i uništavanja zidova. Cijeli ispis proračuna nalazi se u prilogu 2. U tablici 3.4 se prikazuju vršna opterećenja prostorija dok se u tablici 3.5 prikazuje ukupno projektno toplinsko opterećenje cijele zgrade.

Tablica 3.4 – vršno toplinsko opterećenje pojedinih prostorija u različitim vremenskim trenucima

Rekapitulacija po prostorijama				
	Qsuho	Qvlažno	Qukupno	Datum i vrijeme
Prizemlje	W	W	W	
S1 Stan \ P1 Predsoblje	178	0	178	23. Srpanj 19h
S1 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1439	142	1581	21. Lipanj 17h
S1 Stan \ P3 Spavaća soba	437	0	437	24. Kolovoz 15h
S1 Stan \ P4 Spavaća soba	762	0	762	24. Kolovoz 15h
S2 Stan \ P1 Predsoblje	178	0	178	23. Srpanj 19h
S2 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1283	142	1425	21. Lipanj 17h
S2 Stan \ P3 Spavaća soba	233	0	233	21. Lipanj 7h
S2 Stan \ P4 Spavaća soba	555	0	555	21. Lipanj 8h
Prvi kat				
S3 Stan \ P1 Predsoblje	150	0	150	23. Srpanj 19h
S3 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1379	142	1521	21. Lipanj 17h
S3 Stan \ P3 Spavaća soba	410	0	410	24. Kolovoz 15h
S3 Stan \ P4 Spavaća soba	729	0	729	24. Kolovoz 15h
S4 Stan \ P1 Predsoblje	150	0	150	23. Srpanj 19h
S4 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1223	142	1365	21. Lipanj 17h
S4 Stan \ P3 Spavaća soba	206	0	206	21. Lipanj 7h
S4 Stan \ P4 Spavaća soba	524	0	524	21. Lipanj 8h
Drugi kat				
S5 Stan \ P1 Predsoblje	150	0	150	23. Srpanj 19h
S5 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1379	142	1521	21. Lipanj 17h
S5 Stan \ P3 Spavaća soba	410	0	410	24. Kolovoz 15h
S5 Stan \ P4 Spavaća soba	729	0	729	24. Kolovoz 15h
S6 Stan \ P1 Predsoblje	150	0	150	23. Srpanj 19h
S6 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1223	142	1365	21. Lipanj 17h
S6 Stan \ P3 Spavaća soba	206	0	206	21. Lipanj 7h
S6 Stan \ P4 Spavaća soba	524	0	524	21. Lipanj 8h
Potkrovlje				
P1 e.2	1563	139	1702	23. Srpanj 15h
P2 e.3	1563	139	1702	23. Srpanj 15h

Tablica 3.5 - ukupno projektno toplinsko opterećenje zgrade za četiri kritična dana

	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K1 Prizemlje \ S1 Stan \ P1 Predsoblje	176	176	174	174
K1 Prizemlje \ S1 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1581	1547	1344	1217
K1 Prizemlje \ S1 Stan \ P3 Spavaća soba	295	302	389	353
K1 Prizemlje \ S1 Stan \ P4 Spavaća soba	492	505	669	595
K1 Prizemlje \ S2 Stan \ P1 Predsoblje	176	176	174	174
K1 Prizemlje \ S2 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1425	1385	1093	997
K1 Prizemlje \ S2 Stan \ P3 Spavaća soba	140	141	139	134
K1 Prizemlje \ S2 Stan \ P4 Spavaća soba	209	213	211	195
K2 Prvi kat \ S3 Stan \ P1 Predsoblje	148	148	146	146
K2 Prvi kat \ S3 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1521	1487	1284	1157
K2 Prvi kat \ S3 Stan \ P3 Spavaća soba	268	275	362	326
K2 Prvi kat \ S3 Stan \ P4 Spavaća soba	461	474	637	563
K2 Prvi kat \ S4 Stan \ P1 Predsoblje	148	148	146	146
K2 Prvi kat \ S4 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1365	1325	1034	938
K2 Prvi kat \ S4 Stan \ P3 Spavaća soba	113	114	112	107
K2 Prvi kat \ S4 Stan \ P4 Spavaća soba	177	181	179	163
K3 Drugi kat \ S5 Stan \ P1 Predsoblje	148	148	146	146
K3 Drugi kat \ S5 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1521	1487	1284	1157
K3 Drugi kat \ S5 Stan \ P3 Spavaća soba	268	275	362	326
K3 Drugi kat \ S5 Stan \ P4 Spavaća soba	461	474	637	563
K3 Drugi kat \ S6 Stan \ P1 Predsoblje	148	148	146	146
K3 Drugi kat \ S6 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1365	1325	1034	938
K3 Drugi kat \ S6 Stan \ P3 Spavaća soba	113	114	112	107
K3 Drugi kat \ S6 Stan \ P4 Spavaća soba	177	181	179	163
K4 Potkrovlje \ P1 e.2	1643	1643	1694	1694
K4 Potkrovlje \ P2 e.3	1643	1643	1694	1694
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	16182	16035	15381	14319

Dobiveni rezultati iz tablice 3.4 su potrebni kako bi mogli dimenzionirati površinsko hlađenje i kako bi mogli odrediti dodatni volumni protok zraka koji kao pomoćni sustav pokriva manjak kapaciteta sustava podnog hlađenja. Tablica 3.5 ukazuje na to da je projektni dan 21. lipnja u 17h. To je dan kada u istom vremenskom trenutku, zbroj ukupnog toplinskog opterećenja svih prostorija daje najveću vrijednost te je to ujedno i potrebni minimalni rashladni kapacitet koji zbrojno izvori rashladnog učina moraju dati.

Za potrebe proračuna zonskih zračnih sustava nužno je podijeliti stambenu zgradu u osam zona gdje svaka zona predstavlja jedan stan. Projektno toplinsko opterećenje za svaki stan prikazano je u tablici 3.6. Priprema zraka će se vršiti za svaki stan zasebno u zasebnim jedinicama koje će se nalaziti na podstropnom mjestu u stanovima. Iz tablica je izostavljeno predsoblje budući da na tom mjestu u stanu neće biti postavljeni isturjni otvori.

Tablica 3.6 - ukupna toplinska opterećenja osam zona za četiri najtoplija dana/sata

Zona 1	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K1 Prizemlje \ S1 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1521	1487	1285	1158
K1 Prizemlje \ S1 Stan \ P3 Spavaća soba	268	275	362	326
K1 Prizemlje \ S1 Stan \ P4 Spavaća soba	453	466	631	557
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	2242	2228	2278	2041

Zona 2	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K1 Prizemlje \ S2 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1365	1325	1034	938
K1 Prizemlje \ S2 Stan \ P3 Spavaća soba	113	114	112	107
K1 Prizemlje \ S2 Stan \ P4 Spavaća soba	170	174	173	157
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	1648	1613	1319	1202

Zona 3	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K2 Prvi kat \ S3 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1521	1487	1284	1157
K2 Prvi kat \ S3 Stan \ P3 Spavaća soba	268	275	362	326
K2 Prvi kat \ S3 Stan \ P4 Spavaća soba	453	466	631	557
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	2242	2228	2277	2040

Zona 4	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K2 Prvi kat \ S4 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1365	1325	1034	938
K2 Prvi kat \ S4 Stan \ P3 Spavaća soba	113	114	112	107
K2 Prvi kat \ S4 Stan \ P4 Spavaća soba	169	173	173	157
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	1647	1612	1319	1202

Zona 5	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K3 Drugi kat \ S5 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1521	1487	1284	1157
K3 Drugi kat \ S5 Stan \ P3 Spavaća soba	268	275	362	326
K3 Drugi kat \ S5 Stan \ P4 Spavaća soba	453	466	631	557
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	2242	2228	2277	2040

Zona 6	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K3 Drugi kat \ S6 Stan \ P2 Dnevni boravak/kuhinja	1365	1325	1034	938
K3 Drugi kat \ S6 Stan \ P3 Spavaća soba	113	114	112	107
K3 Drugi kat \ S6 Stan \ P4 Spavaća soba	169	173	173	157
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	1647	1612	1319	1202

Zona 7	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K4 Potkrovlje \ P1 e.2	1643	1643	1694	1694
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	1643	1643	1694	1694

Zona 8	21.lipanj	23.srpanj	24.kolovoz	22.rujan
K4 Potkrovlje \ P2 e.3	1643	1643	1694	1694
Sat	17	17	16	16
Ukupno (W)	1643	1643	1694	1694

4. DIMENZIONIRANJE POVRŠINSKOG GRIJANJA I HLAĐENJA

4.1. PODNO GRIJANJE

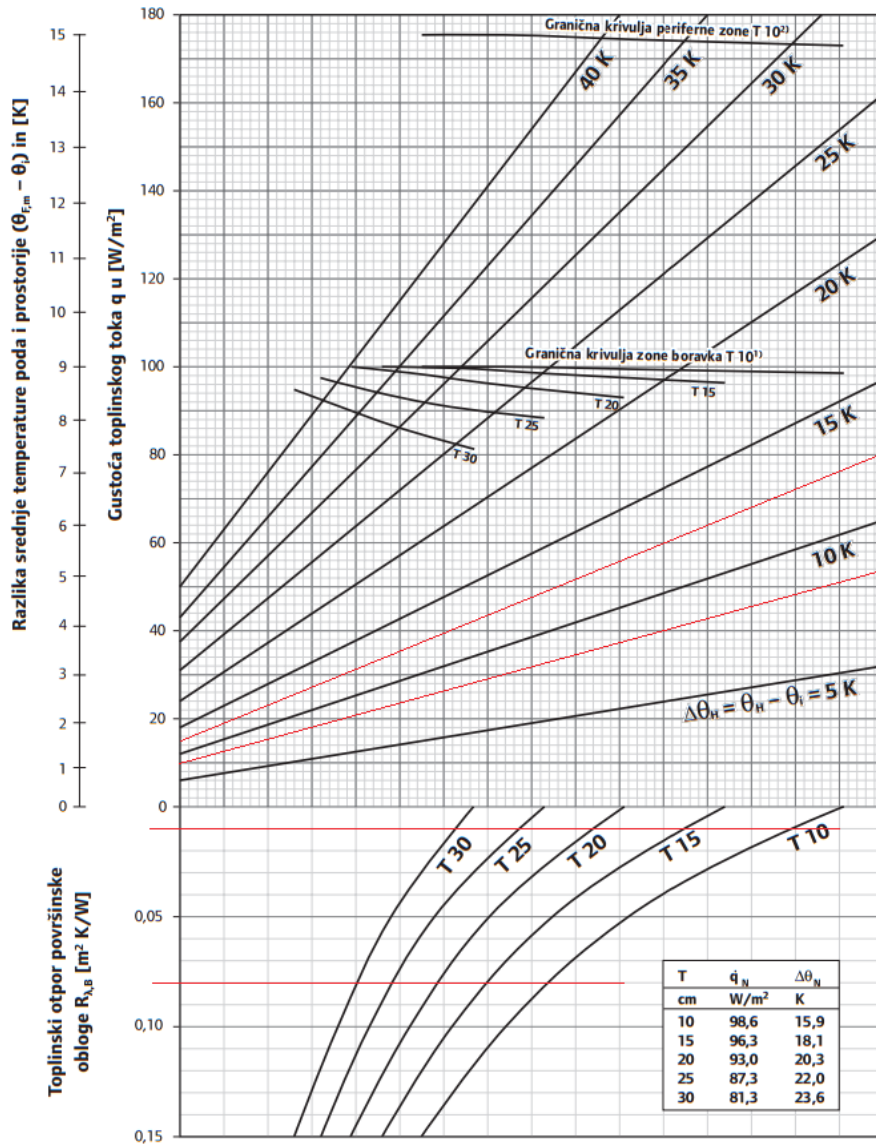
Kao ogrjevno tijelo koristiti će se petlje podnog grijanja. Ovo poglavlje se bavi problematikom dimenzioniranja podnog grijanja. U tehničkoj dokumentaciji proizvođača priloženi su dijagrami iz kojih se može odrediti gustoća toplinskog toka u ovisnosti o toplinskom otporu podne obloge, razmaku između cijevi i logaritamskoj srednjoj temperaturnoj vrijednosti između temperature polaznog voda, povratnog voda i projektne temperature unutar prostorije[17]. Odabrane su cijevi proizvođača „Uponor“ budući da nudi rješenja kako za podno grijanje tako i za hlađenje. Sustav površinskog grijanja biti će u mokroj izvedbi, odnosno cijevi će se nalaziti u cementnom estrihu. Odabrane su PE-X cijevi dimenzija $\phi 14 \times 2$ mm koje posjeduju barijeru protiv difuzije kisika. Cijevi će biti pozicionirane uz pomoć „Uponor Tecto“ ploče za pozicioniranje. Dužina cijevi u krugu grijanja ne smije biti veća od 120 m. Debljina cementnog estriha iznad cijevi biti će 45 mm dok je koeficijent toplinske vodljivosti istog $1,2 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Prilikom dimenzioniranja bitno je pridržavati se osnovnih uvjeta toplinske ugodnosti koji ograničavaju temperaturu poda. Treba se uzeti u obzir fiziološka granica za maksimalnu temperaturu površine poda. Iznos toplinskog kapaciteta na površini poda izračunava se uzimanjem u obzir razlike između srednje površine temperature poda i temperature unutar prostorije. Maksimalna temperatura površine poda odgovara graničnoj gustoći toplinskog toka, koja se određuje prema HRN EN 1264. Ova granična vrijednost se prikazuje u dijagramu za proračun kao teoretska računaska vrijednost[17]. Maksimalne površinske temperature prema HRN EN 1264:

- $29 \text{ }^\circ\text{C}$ u boravišnoj zoni
- $35 \text{ }^\circ\text{C}$ u rubnoj zoni
- $33 \text{ }^\circ\text{C}$ u kupaonicama

Važno je također korigirati toplinske gubitke dobivene prema normi HRN EN 12831 [18]. Naime, ukoliko imamo po proračunu toplinske gubitke kroz pod odnosno zid, a na podu odnosno zidu postavljamo cijevi za površinsko grijanje, te gubitke treba oduzeti od ukupnih gubitaka prostorije. Nužno je postaviti dilatacijske trake radi toplinskih naprezanja cementnog estriha. Kroz rub dilatacijske zone prolaze samo dvije cijevi koje treba uvući u zaštitnu cijev (bužir). Nakon toga se dilatacijski spoj izvodi lijepljenjem posebne ravne dilatacijske T-trake na foliju na mjestu gdje nema ploče za pozicioniranje cijevi. T-traka je visine 100mm, debljine 10 mm i izrađena od polietilenske spužve. Daljni postupci polaganja cijevi mogu se pronaći u tehničkoj dokumentaciji proizvođača [17]. Dimenzioniranje je provedeno grafičkim postupkom prema dijagramu na slici 4.1. Sa slike 4.2 očitavani su jedinični padovi tlaka u ovisnosti o protoku i dimenziji cijevi.

Dijagram za proračun sustva: Uponor Tecto ploča za pozicioniranje PE-Xa cijevi 14 x 2 mm u cementnom estrihu

($s_u = 45$ mm sa $\lambda_u = 1,2$ W/mK, razni razmaci cijevi (T) i temperaturne razlike ogrijevnog medija ($\Delta\theta_{H,i}$))



¹⁾ Granična krivulja vrijedi za $\theta_{f,max}$ 29 °C kao i za $\theta_{f,max}$ 33 °C

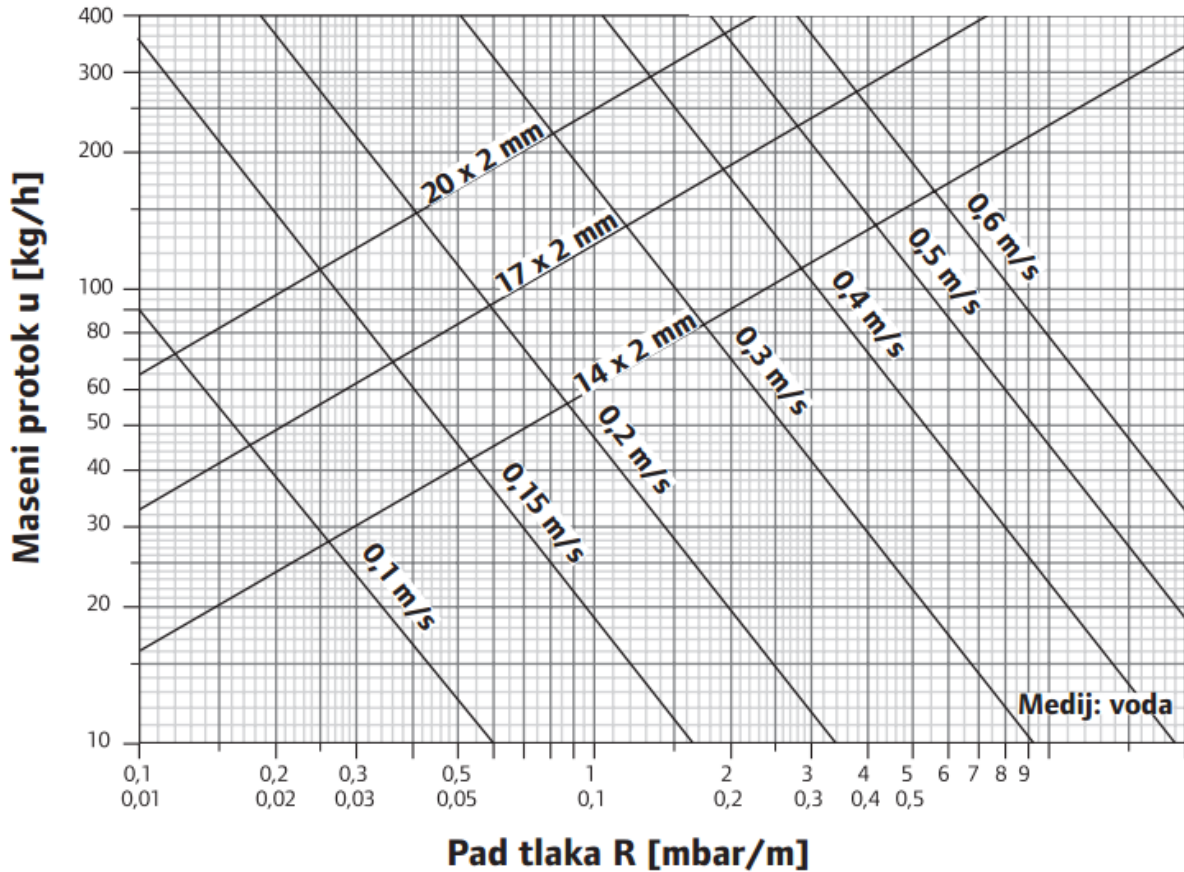
²⁾ Granična krivulja vrijedi za $\theta_{f,max}$ 35 °C

Napomena: Prema EN 1264, kupaonice, tuševi, WC, itd., trebaju biti isključeni iz procjene projektantske temperature polazne vode. Granične krivulje se ne mogu premašiti. Računska temperatura

polazne vode ne može se pretpostaviti da je viša od sljedeće: $\theta_{v,des} = \Delta\theta_{H,g} + \theta_i + 2,5$ K. $\Delta\theta_{H,g}$ će prema graničnoj krivulji rezultirati manjim razmakom cijevi u zoni boravka.

Slika 4.1 - dijagram za proračun podnog grijanja [17]

Dijagram pada tlaka za Uponor PE-Xa cijevi



Napomena:

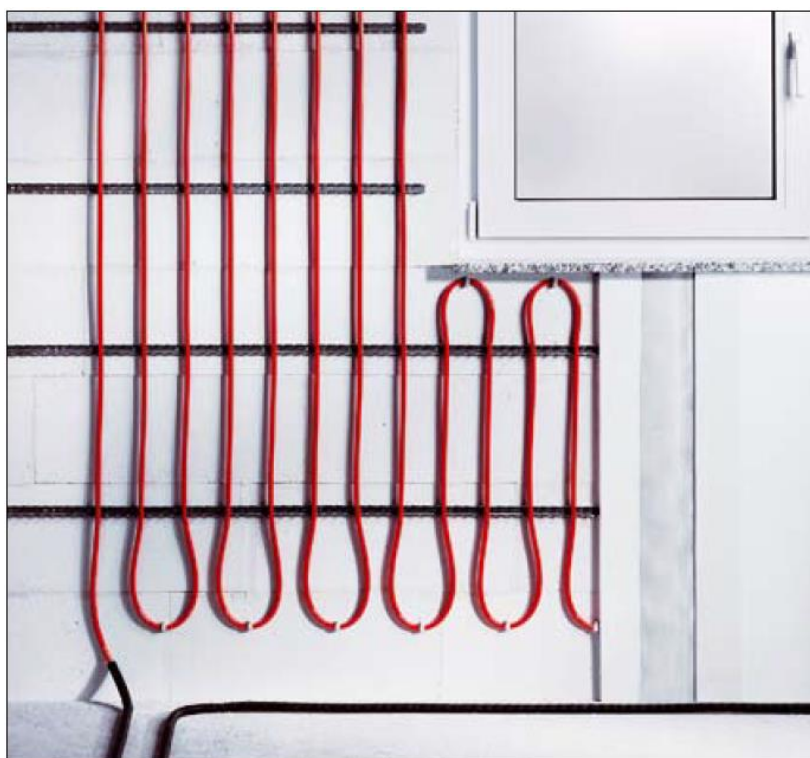
Ne smije se premašiti preporučeni maksimalni pad tlaka od 250 mbar (25 kPa) po krugu.

Slika 4.2 - dijagram pada tlaka za PE-X cijevi [17]

4.2. ZIDNO GRIJANJE

Podno grijanje nije dovoljno za pokrivanje toplinskih gubitaka u kupaonici. Iz tog razloga nužno je osmisliti dodatno rješenje. Prvi izbor je bio cijevni kupaonski radijator koji bi ujedno dobro poslužio za sušenje ručnika. Međutim, temperaturni režim 35/30°C daje vrlo mali učin. Cijevni grijač koji po katalogu za stanje 90/70/20°C daje 1204 W takav isti za stanje 35/30/24°C daje jedva 100 W. Ovakvo rješenje, sa zadanim temperaturnim režimom, također nije dovoljno.

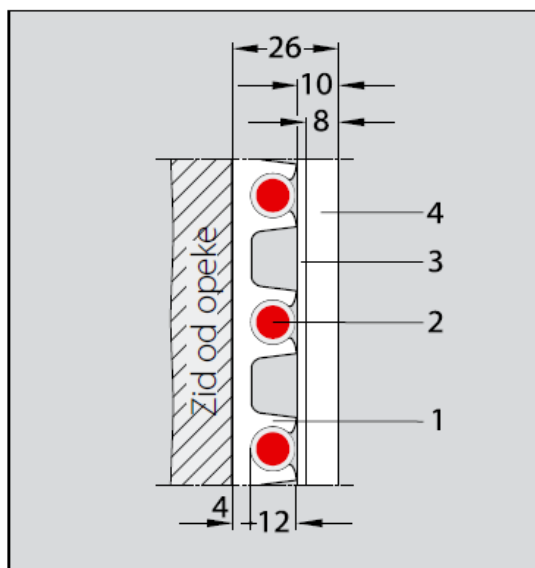
Drugo rješenje je postaviti zidno grijanje. Odabire se sustav zidnog grijanja „Fonterra Side 12 Clip“. Kao mokri sustav, prikladan je za žbukanje gipsanom, vapnenom i cementnom žbukom. Sustav je pogodan za montiranje na masivnim zidovima od opeke, betona. Stezne šine se montiraju na zid te se u njih polaže polibuten-cijev $\phi 12 \times 1,3$ mm za grijanje u obliku meandra (Slika 4.3). Maksimalna veličina zidnog registra je 6 m². Nužan je pokrivni sloj žbuke od najmanje 10 mm uz upotrebu tkanine za armiranje radi izbjegavanja stvaranja pukotina. Zidni registar se uz odgovarajući spojni element izravno priključuje na razdjelnik ogrjevnog kruga [19].



Slika 4.3 - način postavljanja cijevi zidnog grijanja u kupaonici [19]

Fiksiranje cjevovoda u području lukova se vrši pomoću objemice s čavlom. Razmak između cijevi je 10 cm dok je maksimalna duljina ogrjevnog kruga prema preporuci 80 m [19].

Fonterra Side 12 Clip - sastav žbuke



- ① Stezna šina 12
- ② PB 12 grijaća cijev 12 x 1,3
- ③ Tkanina za armiranje
- ④ Žbuka za zid

Slika 4.4 - Fonterra Side 12 Clip - sastav žbuke [19]

4.3. REZULTATI PRORAČUNA PODNOG I ZIDNOG GRIJANJA

U tablici 4.1 daje se prikaz instalirane snage površinskog grijanja dok se u prilogu 3 mogu pronaći zasebni proračuni za podno i zidno grijanje po stanovima. Računska tablica je napravljena pomoću „Microsoft Excel“ programa gdje su izračunate sve potrebne veličine.

Tablica 4.1 - instalirana snaga površinskog grijanja

INSTALIRANA SNAGA POVRŠINSKOG GRIJANJA									
P_i	$\vartheta_{i,z}$	$\Delta\theta_H$	Φ_n	Φ_p	Φ_z	Φ_{pr}	$\Phi_{inst,p}$	$\Phi_{inst,z}$	Φ_{inst}
-	°C	K	W	W	W	W	W	W	W
STAN 1 i 2									
1.1/2.1	20	12,33	126	10	0	116	125	0	125
1.2/2.2	20	12,33	416	20	0	396	402	0	402
1.3/2.3	20	12,33	337	16	0	321	321	0	321
1.4/2.4	24	8,25	261	17	33	211	115	101,25	216
1.5/2.5	20	12,33	322	17	0	305	360	0	360
1.6/2.6	20	12,33	414	19	0	395	449	0	449
								Σ	1873
STAN 3 i 4									
3.1/4.1	20	12,33	116	0	0	116	125	0	125
3.2/4.2	20	12,33	396	0	0	396	402	0	402
3.3/4.3	20	12,33	321	0	0	321	321	0	321
3.4/4.4	24	8,25	244	0	33	211	115	101,25	216
3.5/4.5	20	12,33	305	0	0	305	360	0	360
3.6/4.6	20	12,33	395	0	0	395	459	0	449
								Σ	1873
STAN 5 i 6									
5.1/6.1	20	12,33	116	0	0	116	125	0	125
5.2/6.2	20	12,33	396	0	0	396	402	0	402
5.3/6.3	20	12,33	321	0	0	321	321	0	321
5.4/6.4	24	8,25	244	0	33	211	115	101,25	216
5.5/6.5	20	12,33	305	0	0	305	360	0	360
5.6/6.6	20	12,33	395	0	0	395	449	0	449
								Σ	1873
e.2 i e.3									
e.2a/e.3a	20	12,33	567	0	0	567	588	0	588
e.2b/e.3b	20	12,33	631	0	0	631	653	0	653
e.2c/e.3c	20	12,33	342	0	0	342	354	0	354
								Σ	1594

P_i – oznaka prostorije

$\vartheta_{i,z}$ – unutarnja projektna temperatura grijanih prostorija, °C

$\Delta\theta_H$ – srednja logaritamska temperaturna razlika, K

Φ_n – nazivni toplinski kapacitet, W

Φ_P – toplinski gubici kroz površinu poda na koju se postavljaju cijevi podnog grijanja, W

Φ_Z – toplinski gubici kroz površinu zida na koju se postavljaju cijevi zidnog grijanja, W

Φ_{pr} – prepravljani toplinski gubici, W

$\Phi_{inst,p}$ – ukupno instalirani toplinski učin podnog grijanja, W

$\Phi_{inst,z}$ – ukupno instalirani toplinski učin zidnog grijanja, W

Φ_{inst} – ukupno instalirani toplinski učin u prostoriji, W

4.4. PODNO HLAĐENJE

Odabir podnog hlađenja javlja se kao logičan slijed budući da se za primjenu grijanja već postavljaju cijevi u pod. Međutim, sa zadanim temperaturnim režimom i s cijevima dimenzioniranim za podno grijanje, nije moguće ostvariti puni odnosno zahtjevani rashladni učin. To znači da će se uspjeti pokriti samo određeni postotak od ukupno potrebnog rashladnog učina, dok će se ostatak nadoknaditi putem zračnog sustava. Odabran je zračni sustav budući da je u interesu također kontrolirati relativnu vlažnost unutar prostora. Odvlaživanje vanjskog zraka se postiže na način da se zrak ohladi na stijenkama izmjenjivača čija je temperatura niža od temperature rosišta vlažnog zraka. Kako bi se iskoristio već ohlađen zrak, ubacivati će se direktno u prostoriju i na taj način pokriti ostatak osjetnog toplinskog opterećenja.

Sustavi površinskog hlađenja su popularan izbor zadnjih desetak godina upravo iz razloga što ostvaruju vrlo dobru toplinsku ugodnost, daju veću fleksibilnost što se tiče uređivanja unutrašnjosti interijera, smanjuju pogonske troškove i troškove održavanja te omogućuju učinkovitiju kontrolu ventilacijskih zahtjeva budući da priprema zraka za pokrivanje osjetnih opterećenja nije primarna zadaća [7]. Kako voda ima veći toplinski kapacitet od zraka, sustav površinskog hlađenja koji koristi pumpu za cirkulaciju vode ostvaruje manju potrošnju energije za isti toplinski tok koji preda kao i zračni sustav [7]. Ovakav sustav može osobi koja boravi u prostoru pružiti iste uvjete toplinske ugodnosti pri nešto višim temperaturama unutarnjeg zraka, budući da se jedan dio topline od ljudi odaje zračenjem prema hladnijim ploham.

Iz tehničke dokumentacije proizvođača „Uponor“ određuje se raspoloživi rashladni učin prema zadanom temperaturnom režimu 16/19°C. Bitno je također paziti da temperature poda ne budu ispod onih određenih uvjetima toplinske ugodnosti i osobito da ne budu niže od temperature rosišta. Željeni uvjeti u prostorijama jesu 24°C i 50% relativne vlažnosti pri čemu je temperatura rosišta 13°C što je za 3°C niže od temperature polaza rashladne vode čime u potpunosti eliminiramo stvaranje kondenzata na površinama te spojnim cijevima na razdjelniku.

4.5. ZIDNO HLAĐENJE

Iako prvobitno nije zamišljeno postavljanje dodatnih cijevi u zidove, kasnija saznanja u proračunu (tijekom proračuna zračnog sustava u poglavlju 5.) dovela su do promjene te odluke. Naime, prilikom proračuna toplinskih opterećenja prema VDI 2078 za svaku zonu (stan) posebno, može se vidjeti da stanovi neparnog broja tj. stanovi okrenuti prema jugozapadnoj strani imaju veća toplinska opterećenja u usporedbi sa stanovima parnog broja tj. stanovima okrenutim prema sjeveroistočnoj strani svijeta. Upravo je tu nastao problem gdje bi stanovi s većim opterećenjem trebali zračnu jedinicu većeg kapaciteta i dimenzija za koju nema mjesta u podstropnom području. Kako bi sveli zračni sustav na jednake kapacitete za sve stanove, odlučeno je postaviti dodatne cijevi u zidove prostorija s najvećim zahtjevima za rashladnim učinkom. To su prostorije dnevnog boravka i sobe broj 6 u stanovima neparnog broja (stan 1,3 i 5). Cijevi se postavljaju u zidove na isti način kao što je to objašnjeno u poglavlju zidnog grijanja.

4.6. REZULTATI PRORAČUNA PODNOG I ZIDNOG HLAĐENJA

Kao i u prethodnim proračunima, tako je i ovaj napravljen uz pomoć „Microsoft Excel“ programskog alata. U ovom proračunu postoji ograničenje već postavljenom duljinom petlje odnosno razmakom cijevi koja je dimenzionirana za pokrivanje cjelokupnih toplinskih gubitaka u zimskom režimu. Budući da su također zadane temperature polaza i povrata rashladne vode (16/19°C), nismo u mogućnosti na temelju povećanja protoka ostvariti veće rashladne učine jer bi izlazna temperatura rashladnog medija bila niža te time i sama površina poda što uzrokuje neugodnost kod osobe koja hoda u tom prostoru. Ostatak potrebnog rashladnog učina će se pokriti zračnim sustavom. U tablici 4.2 prikazuju se instalirane snage površinskog hlađenja po prostorijama.

Tablica 4.2 - instalirana snaga površinskog hlađenja

INSTALIRANA SNAGA POVRŠINSKOG HLAĐENJA										
P	T_i	$\Delta\theta_H$	$\Phi_{n,c}$	Φ_P	Φ_Z	Φ_{pr}	$\Phi_{inst,p}$	$\Phi_{inst,z}$	Φ_{inst}	$\Phi_{ostatak}$
-	°C	K	W	W	W	W	W	W	W	W
STAN 1										
1.1	24	6,38	178	18	0	160	58	0	58	102
1.2	24	6,38	800	33	0	767	206	216	422	345
1.3	24	6,38	639	26	0	613	165	0	165	448
1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	24	6,38	437	27	0	410	184	0	184	226
1.6	24	6,38	762	31	6	725	234	216	450	275
STAN 2										
2.1	24	6,38	178	18	0	160	48	0	48	112
2.2	24	6,38	708	33	0	675	206	0	206	469
2.3	24	6,38	575	26	0	549	165	0	165	384
2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	24	6,38	233	27	0	206	184	0	184	22
2.6	24	6,38	555	31	0	524	234	0	234	290
STAN 3										
3.1	24	6,38	150	0	0	150	58	0	58	92
3.2	24	6,38	760	0	0	760	206	216	422	338
3.3	24	6,38	619	0	0	619	165	0	165	454
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	24	6,38	410	0	0	410	184	0	184	226
3.6	24	6,38	729	0	6	723	234	216	450	273
STAN 4										
4.1	24	6,38	150	0	0	150	48	0	48	102
4.2	24	6,38	680	0	0	680	206	0	206	474
4.3	24	6,38	543	0	0	543	165	0	165	378
4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	24	6,38	206	0	0	206	184	0	184	22
4.6	24	6,38	524	0	0	524	234	0	234	290

STAN 5

5.1	24	6,38	150	0	0	150	58	0	58	92
5.2	24	6,38	760	0	0	760	206	216	422	338
5.3	24	6,38	619	0	0	619	165	0	165	454
5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.5	24	6,38	410	0	0	410	184	0	184	226
5.6	24	6,38	729	0	6	723	234	216	450	273

STAN 6

6.1	24	6,38	150	0	0	150	48	0	48	102
6.2	24	6,38	680	0	0	680	206	0	206	474
6.3	24	6,38	543	0	0	543	165	0	165	378
6.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.5	24	6,38	206	0	0	206	184	0	184	22
6.6	24	6,38	524	0	0	524	234	0	234	290

e.2

e.2a	24	6,38	576	0	0	576	303	0	303	273
e.2b	24	6,38	640	0	0	640	337	0	337	303
e.2c	24	6,38	347	0	0	347	183	0	183	164

e.3

e.3a	24	6,38	576	0	0	576	303	0	303	273
e.3b	24	6,38	640	0	0	640	337	0	337	303
e.3c	24	6,38	347	0	0	347	183	0	183	164

P – oznaka prostorije

T_i – unutarnja projektna temperatura, °C

$\Delta\theta_H$ – srednja logaritamska temperaturna razlika, K

Φ_n – nazivni toplinski kapacitet, W

Φ_P – toplinsko opterećenje kroz površinu poda na koju se postavljaju cijevi podnog hlađenja, W

Φ_Z – toplinsko opterećenje kroz površinu zida na koju se postavljaju cijevi zidnog hlađenja, W

Φ_{pr} – prepravljeno toplinsko opterećenje, W

$\Phi_{inst,p}$ – ukupno instalirani rashladni učin podnog hlađenja, W

$\Phi_{inst,z}$ – ukupno instalirani rashladni učin zidnog hlađenja, W

Φ_{inst} – ukupno instalirani rashladni učin u prostorij, W

$\Phi_{ostatak}$ – preostali rashladni učin koji se pokriva zračnim sustavom, W

Prostorije x.4 nemaju prikazane podatke budući da se radi o kupaonici koja je velik izvor latentne topline te se ta prostorija ne hladi kako ne bi došlo do kondenzacije na plohama prostorije.

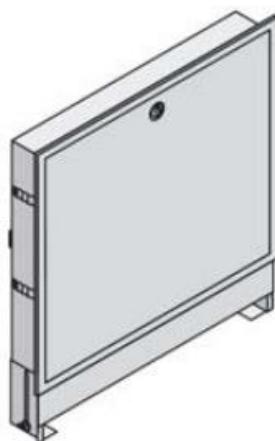
4.7. ODABIR RAZDJELNIKA I RAZDJELNOG ORMARIĆA

Cijevne petlje polaza/povrata se spajaju na razdjelnik/sabirnik koji se nalazi montiran u predsoblju. Odabire se modularni plastični razdjelnik „Uponor Vario PLUS“ (Slika 4.5) koji će u stanu 1,3 i 5 biti u izvedbi za spajanje 8 petlji, u stanu 2,4 i 6 u izvedbi za spajanje 6 petlji dok će se u potkrovlju za prostorije e.2 i e.3 postaviti izvedba za 3 petlje.



Slika 4.5 – razdjelnik „Uponor Vario PLUS“

U sustavima površinskog grijanje/hlađenja mora se izvesti postupak balansiranja protoka, kako bi bili sigurni da će svi krugovi biti opskrbljeni s potrebnim protocima vode. Za razdjelnike s indikatorom protoka, kakav je upravo i odabran, balansiranje se provodi podešavanjem protoka (0-4 l/min) za svaki pojedinačni krug. U slučaju razdjelnika s vijcima za balansiranje, podešavanje se provodi okretanjem odgovarajućih vijaka prema tablici proizvođača[17]. Razdjelnik se postavlja u podžbukni ormarić. Odabran je podžbukni ormarić naziva „UFH2“ (Slika 4.6) od proizvođača „Uponor“. Ormarić je dimenzija 910x710x120mm.



Slika 4.6 - podžbukni ormarić „UFH2“, Uponor

5. DIMENZIONIRANJE I ODABIR ZRAČNOG SUSTAVA

Kako bi se pravilno dimenzionirao sustav za pripremu zraka u ljetnom i zimskom režimu, potrebno je prvo odrediti smjernicu po kojoj će se odrediti potreban volumni protok ubačenog zraka u prostorije. Iako je prvotna ideja bila da se zrak uvodi isključivo za potrebe ventilacije, nedostatak kapaciteta sustava podnog hlađenja ljeti, doveo je do situacije da se potrebni volumni protok proračunava prema zahtjevima za nadoknadu preostalog rashladnog kapaciteta.

5.1. LJETNI REŽIM RADA

Pregledom različitih rješenja od različitih proizvođača, krenulo se u smjeru odabira zasebne jedinice za svaki stan. Kako bi se mogla odabrati zasebna jedinica potrebno je doći do volumnih protoka i potrebnog kapaciteta hladnjaka. Ponovljen je proračun prema smjernici VDI 2078 gdje se kao jedna zona promatrala jedna stambena jedinica (ukupno osam zona). U poglavlju 3.2 (Tablica 3.6) mogu se vidjeti vrijednosti projektnih toplinskih opterećenja za svaku zonu (stan) zasebno. U proračunu je izostavljeno predsoblje budući da se radi o mjestu u kojem ljudi ne borave te ga nema potrebe dodatno klimatizirati. Treba imati na umu da je navedenim vrijednostima u tablici 3.6 pribrojeno i latentno opterećenje. Potreban volumni protok računamo na temelju osjetnog toplinskog opterećenja prostorije stoga je od ukupnog iznosa prikazanog u tablici potrebno oduzeti latentnu toplinu. Nakon oduzete latentne topline od projektnog toplinskog opterećenja zone, potrebno je uzeti u obzir najveći učin koji može dati površinsko hlađenje u tom zadanom vremenskom trenutku. Na temelju preostalog osjetnog opterećenja, kojeg je potrebno zadovoljiti, određuje se volumni protok prema sljedećem izrazu:

$$\dot{V}_H = \frac{\Phi_{ost,osj}}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta\vartheta}$$

\dot{V}_H – volumni protok zraka potreban za pokrivanje preostalog rashladnog opterećenja prostorije, m^3/s

$\Phi_{ost,osj}$ – preostalo osjetno toplinsko opterećenje koje je potrebno pokriti, W

ρ – gustoća zraka pri srednjoj temperaturnoj vrijednosti, $1,21 \text{ kg}/m^3$

c_p – specifični toplinski kapacitet, $1005 \text{ J}/\text{kg}\cdot\text{K}$

$\Delta\vartheta$ – razlika između temperature prostorije i temperature zraka koji se sustavom ubacuje u prostoriju, $6 \text{ }^\circ\text{C}$

Uz volumni protok te poznato latentno toplinsko opterećenje i stanje zraka prostora u h,x-dijagramu, može se odrediti potreban sadržaj vlage ubacivanog zraka. Sadržaj vlage ubacivanog zraka računa se prema sljedećoj relaciji:

$$x_U = x_P - \frac{\Phi_{lat}}{\dot{V}_{rashl} \cdot \rho \cdot r}$$

x_U – sadržaj vlage ubacivanog zraka, kg/kg

x_P – sadržaj vlage unutar prostorije, kg/kg

Φ_{lat} – latentno toplinsko opterećenje, W

r – specifična toplina isparavanja, J/kg

Proračun, prema navedenim postupcima, je odrađen uz pomoć „Microsoft Excel“ alata te se rezultati mogu vidjeti u tablici 5.1.

Tablica 5.1 – proračun stanja ubacivanog zraka za sezonu hlađenja

Datum	ZONA	Φ_{osj} W	$\Phi_{površ}$ W	$\Phi_{ost,osj}$ W	V_H m ³ /h	Φ_{lat} W	x_P g/kg	x_U g/kg	ϑ_U °C
24.kol	STAN 1	2136	1221	915	451	142	9,4	9,0	18
21.lip	STAN 2	1506	521	985	486	142	9,4	9,1	18
24.kol	STAN 3	2135	1221	914	451	142	9,4	9,0	18
21.lip	STAN 4	1505	521	984	486	142	9,4	9,1	18
24.kol	STAN 5	2135	1221	914	451	142	9,4	9,0	18
21.lip	STAN 6	1505	521	984	486	142	9,4	9,1	18
23.srp	e.2	1555	823	732	361	139	9,4	8,9	18
23.srp	e.3	1555	823	732	361	139	9,4	8,9	18

Φ_{osj} – projektno osjetno toplinsko opterećenje zone, W

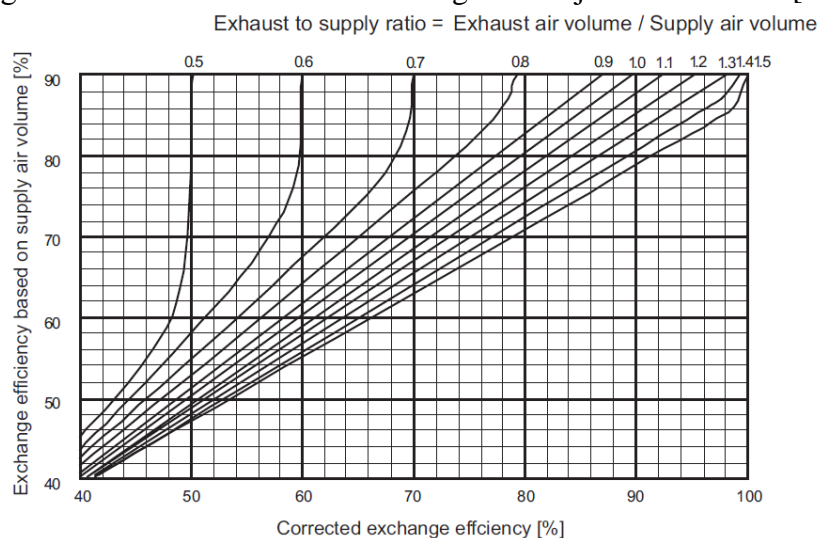
$\Phi_{površ}$ – instalirani kapacitet površinskog hlađenja, W

ϑ_U – temperatura ubacivanog zraka, °C

Tablica 5.2 - usvojeni protoci po zonama

ZONA	V _{dobava} m ³ /h	V _{odsis} m ³ /h
STAN 1	450	350
STAN 2	500	500
STAN 3	450	350
STAN 4	500	500
STAN 5	450	350
STAN 6	500	500
e.2	400	400
e.3	400	400

Za prikaz procesa u h,x-dijagramu te za određivanje potrebnog kapaciteta hladnjaka, bitno je pronaći stanje zraka po izlasku iz rekuperatora. Stupanj povrata topline je na temelju tehničke dokumentacije odabranog tipa sustava očitao i on iznosi $\Phi_2=72\%$ [20]. Međutim, kako neće biti jednaki volumni protoci dobave i odsisa za stanove neparnog broja (stan 1,3 i 5), potrebno je napraviti korekciju navedenog iznosa. Uz pomoć dijagrama sa slike 5.1 dolazi se do korigirane vrijednosti od 66% [20].



Slika 5.1 – dijagram za korekciju stupnja povrata topline rekuperatora

Dostupni su svi podaci za određivanje potrebnog kapaciteta hladnjaka. Potreban kapacitet hladnjaka računa se prema sljedećoj jednažbi:

$$\Phi_{hlad} = \dot{V}_H \cdot \rho \cdot (h_R - h_U)$$

Φ_{hlad} – potreban rashladni kapacitet hladnjaka, W

h_R – specifična entalpija zraka po izlasku iz rekuperatora, J/kg

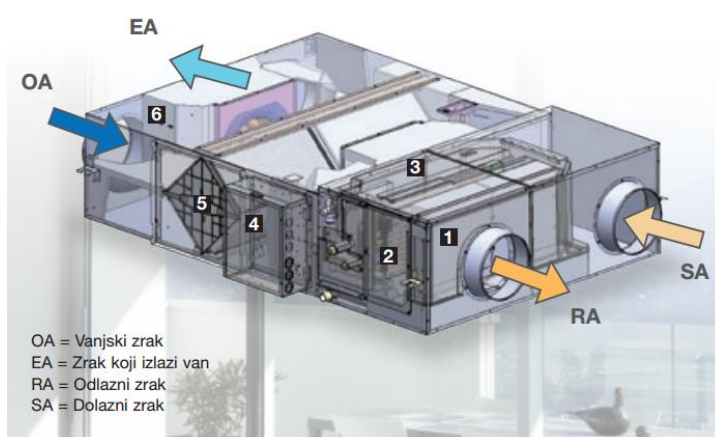
h_U – specifična entalpija ubacivanog zraka, J/kg

Izlazna temperatura nakon rekuperatora, količina vraćenog osjetnog toplinskog toka pomoću rekuperatora te potreban kapacitet hladnjaka izračunati su u tablici 5.3.

Tablica 5.3 - izračun potrebnog kapaciteta hladnjaka

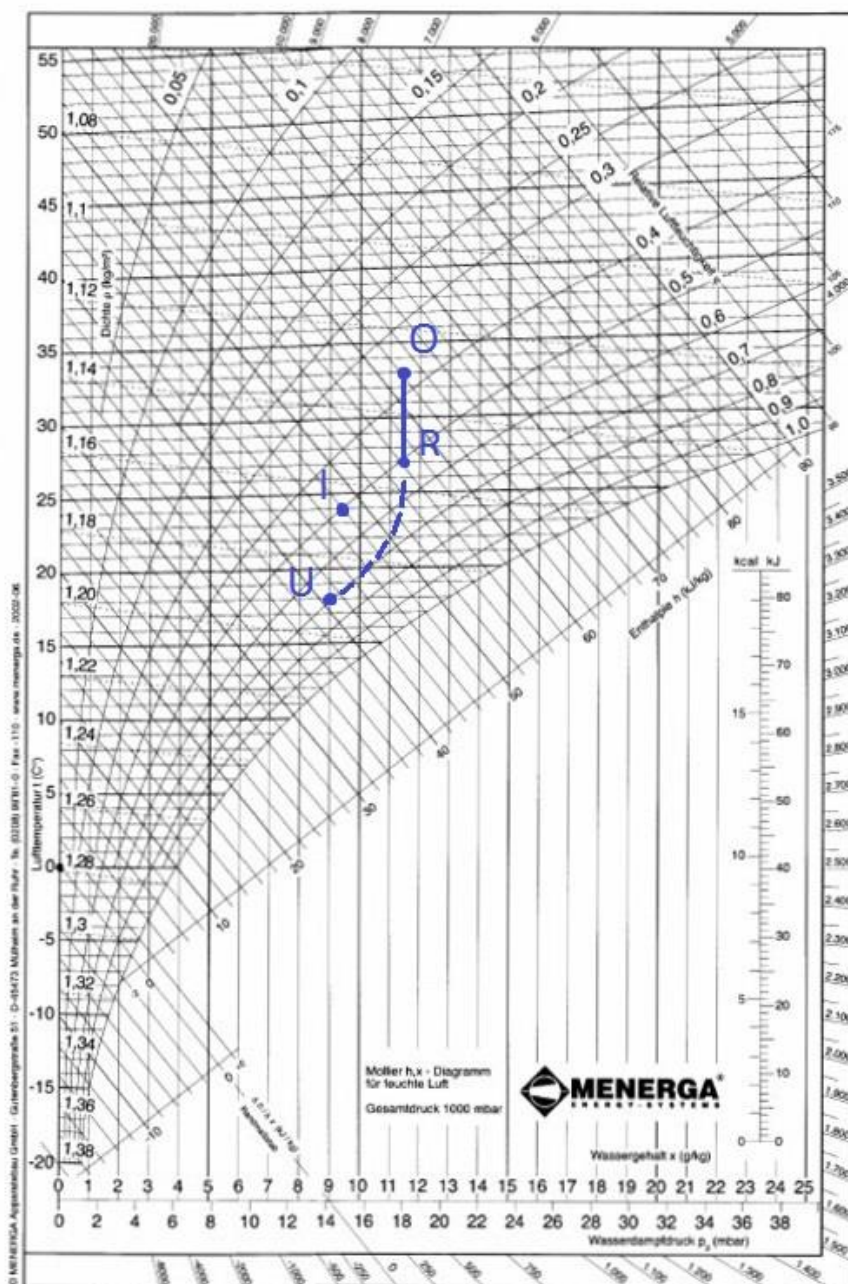
Datum	ZONA	ϑ_R °C	Φ_{povrat} W	h_R kJ/kg	h_U kJ/kg	Φ_{hlad} W
24.kol	STAN 1	27,1	903	56,16	41	2293
21.lip	STAN 2	26,5	1094	55,6	41,3	2403
24.kol	STAN 3	27,1	903	56,16	41	2293
21.lip	STAN 4	26,5	1094	55,6	41,3	2403
24.kol	STAN 5	27,1	903	56,16	41	2293
21.lip	STAN 6	26,5	1094	55,6	41,3	2403
23.srp	e.2	26,5	876	55,6	40,8	1990
23.srp	e.3	26,5	876	55,6	40,8	1990

Na temelju kapaciteta hladnjaka i nominalnog protoka zraka odabrana je zračna zonska jedinica za pripremu zraka tipa „MMD-VN502HEXE“ od proizvođača „TOSHIBA“ s rashladnim učinkom od 2,8 kW (Slika 5.2). Uređaj se sastoji od pločastog rekuperatora, izmjenjivača s direktnim isparavanjem, filtera i dva ventilatora (usis i odsis). Preko radijalnog ventilatora jedinica usisava vanjski zrak. Vanjska struja zraka prolazi kroz rekuperator, zatim hladnjak te se uvodi u sistem zračnih kanala. Istodobno, drugi radijalni ventilator isisava zrak iz prostorije, zrak prolazi kroz rekuperator i ispuhuje se prema van. MIMOILAŽENJEM zračnih struja unutar rekuperatora dolazi do izmjene osjetne topline. Freonski izmjenjivač (izmjenjivač s direktnom ekspanzijom) je povezan s vanjskom jedinicom koja omogućuje varijabilan protok radne tvari u ovisnosti o opterećenju, tzv. VRF sustav (*eng. variable refrigerant flow*).



Slika 5.2 - podstropna jedinica za pripremu zraka „MMD-VN502HEXE“ [12]

Proces hlađenja i odvlaživanja vanjskog zraka prikazan je u h,x-dijagramu:



Slika 5.3 - prikaz hlađenja i odvlaživanja vanjskog zraka u h,x-dijagramu

O – stanje vanjskog zraka

R – stanje zraka nakon rekuperatora

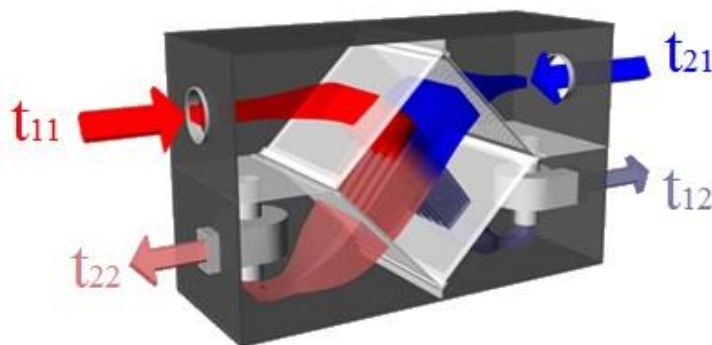
U – stanje ubacivanog zraka

I – stanje unutarnjih prostorija

5.2. ZIMSKI REŽIM RADA

U zimsko doba, odnosno u sezoni grijanja, zračni sustav će vršiti primarno ulogu ventilacije gdje će se održavati kvaliteta zraka unutar prostora. Sustav se regulira pomoću centralnog upravljača na kojemu se može ručno prebaciti sustav na ventilacijski način rada. Ukoliko je temperatura zraka po izlasku iz rekuperatora (Slika 5.4) preniska za ubacivanje u prostor, postoji mogućnost preokretanja rada vanjske jedinice pri čemu će raditi u funkciji grijanja. Vanjski zrak će se pritom dodatno zagrijavati na freonskom izmjenjivaču koji se nalazi u struji zraka. Na taj način će se ujedno pokrивati dio ventilacijskih gubitaka. Protoci po prostorijama su ograničeni na protoke koji su dobiveni za pokrivanje rashladnog toplinskog opterećenja. Ventilatori su u mogućnosti raditi s tri brzine. Zrak prolaskom kroz rekuperator prima na sebe dio osjetne topline unutrašnjeg zraka. Stupanj povrata osjetne topline izražen na strani vanjskog zraka iznosi $\Phi_2=72\%$ (osim za stanove 1,3 i 5 gdje stupanj povrata osjetne topline iznosi $\Phi_2=66\%$). Iz navedenog podatka možemo izračunati temperaturu dobavnog zraka iza rekuperatora.

$$\Phi_2 = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$



Slika 5.4 – pločasti rekuperator topline

t_{11} – odsisna, povratna struja zraka iz prostorija, °C

t_{12} – odsisna struja istrošenog zraka iz prostorije koja se odvodi u vanjski okoliš, °C

t_{21} – dobavna struja svježeg vanjskog zraka, °C

t_{22} – dobavna struja zagrijanog svježeg zraka koja se ubacuje u prostorije, °C

$$0,66 = \frac{t_{22} - (-3)}{20 - (-3)}$$

$$t_{22} = -3 + 0,66 \cdot (20 + 3)$$

$$t_{22} = 12,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dobivena temperatura izlaznog zraka za vrijeme najnižih vanjskih temperatura nije pogodna za direktno ubacivanje (izračunata izlazna temperatura odgovara za stanove 1,3 i 5). Iz tog razloga potrebno će biti zagrijati zrak preko kondenzatora u struji zraka. Vanjska VRF jedinica će u zimsko doba obrnuti način rada i omogućiti za sve zone zagrijavanje zraka. Ostatak ventilacijskih gubitaka će pokriti sustav površinskog grijanja. Kapacitet grijača potreban za zagrijavanje ubacivanog zraka može se izračunati prema sljedećim jednadžbama:

$$\Phi_{gr} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (\vartheta_U - \vartheta_R)$$

$$\Phi_{gr} = \frac{450}{3600} \cdot 1,21 \cdot 1005 \cdot (18 - 12,2)$$

$$\Phi_{gr} \approx 882 \text{ W}$$

Φ_{gr} – potreban toplinski učin grijača, W

V – volumni protok za jednu zonu, m^3/s

ρ – gustoća zraka za srednju vrijednost navedenih temperatura, kg/m^3

ϑ_U – izlazna temperatura nakon grijača, temperatura ubacivanja, $^\circ\text{C}$

ϑ_R – ulazna temperatura, $^\circ\text{C}$

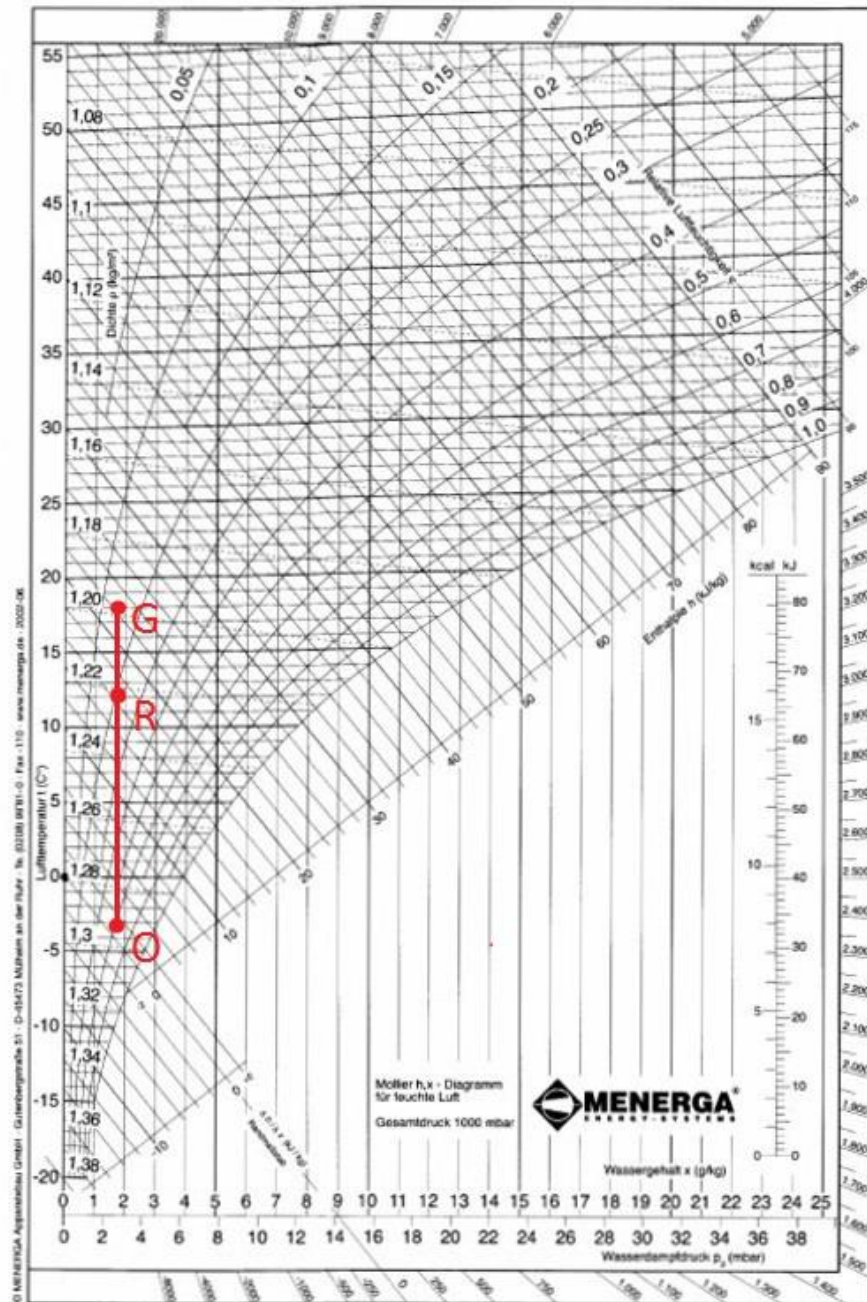
Prikazani primjer je izračunat za stanove 1, 3 i 5. Za svaku zonu (stan) i njezin protok dobave prikazani su zasebno rezultati u tablici 5.4.

Tablica 5.4 - potreban kapacitet grijača za dogrijavanje zraka

ZONA	V m ³ /h	Φ _{grijač} W
STAN 1	450	882
STAN 2	500	750
STAN 3	450	882
STAN 4	500	750
STAN 5	450	882
STAN 6	500	750
e.2	400	600
e.3	400	600

Odabrana tipska jedinica „MMD-VN502HEXE“ ima već tvornički ugrađen izmjenjivač s kapacitetom grijanja od 3,2 kW što je i više nego dovoljno kapaciteta za potrebno dogrijavanje zraka.

Ovaj proces možemo prikazati u Mollierovom h,x-dijagramu :



Slika 5.5 - prikaz pripreme vanjskog zraka za zimski režim rada u h,x-dijagramu

- O – projektno vanjsko zimsko stanje zraka
- R – stanje zraka po izlasku iz rekuperatora
- G – stanje zraka nakon dogrijavanja

5.3. DIMENZIONIRANJE KANALSKOG RAZVODA

Dobava zraka vršit će se preko okruglog kanalskog razvoda. Dovod zraka smješten je u dnevnom boravaku i dvije sobe. Odsis je smješten u kupaonici i kuhinji. U donjem predjelu vrata kupaonice postaviti će se prestrujna rešetka koja će omogućiti prestrujavanje zraka iz predsoblja. Na usisu vanjskog zraka i ispuhu unutrašnjeg zraka prema van, postavljena je protukišna rešetka koja se spaja na cijev $\phi 200$ mm. Odabran je model „IGK-200“ proizvođača „Systemair“ (Slika 5.6). Pad tlaka za odabrane protoke iznosi 60 Pa.



Slika 5.6 - protukišna rešetka „IGK-200“

Iza protukišne rešetke se postavlja zaklopka „ZTZ-C“ proizvođača „Klima oprema“ (Slika 5.7). Zaklopka se nalazi ili u potpuno otvorenom ili u potpuno zatvorenom položaju. Kada se zračni sustav uključi preko daljinskog upravljača, zaklopka se automatski otvara pomoću elektromehaničkog pogona. Obrnut je slučaj pri gašenju jedinice kada se zaklopka u potpunosti zatvara prema vanjskom okolišu.



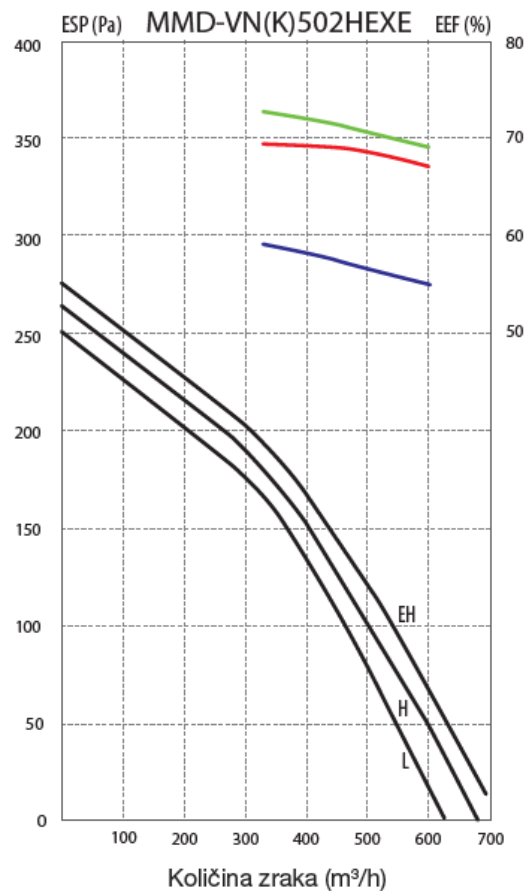
Slika 5.7 - zrakotijesna zaklopka „ZTZ-C“

Pri izlasku iz (dobava) i ulasku u (odsis) zračnu jedinicu, volumni protok zraka će se namjestiti pomoću regulatora konstantnog protoka „RKP-C“ također proizvođača „Klima oprema“ (Slika 5.8). Bitno je pridržavati se uputa proizvođača o mjestu ugradnje.



Slika 5.8 - regulator konstantnog protoka zraka „RKP-C“

Konačan protok zraka ovisit će o broju okretaja ventilatora te padu tlaka koji je nametnut u kanalnoj jedinici prema dijagramu na slici 5.9.



Slika 5.9 - dijagram karakteristike rada ventilatora

Na samom kraju kanalskog razvoda nalaze se istrujni i odsisni otvori. U dnevnom boravku postavljaju se istrujni i odsisni otvori proizvođača „Systemair“, naziv modela „SINUS-BR“. U spavaćim sobama postavljaju se istrujni otvori modela „DLV“ proizvođača „Helios“. Istrujni i odsisni otvori u potkrovlju biti će od proizvođača „Trox“ nazivnog modela „DLQL-500x500“. Zračni ventil „ZOV“ ,za odsis zraka, biti će postavljen u kupaonicu (Slika 5.10).



Slika 5.10 - odsisni element za kupaonicu

Sljedeći korak je dimenzioniranje kanala. U programu „AutoCAD“ napravljena je inicijalna skica koja definira raspored i montažu zračnog sustava. Kanali su podjeljeni po dionicima te su dimenzionirani na način da je približno jednak zbroj padova tlaka za svaku razvodnu granu kanala. Upravo je to jedan od bitnih preduvjeta pravilne raspodjele volumnog protoka do svih prostorija. U tablici 5.5 daje se prikaz proračuna dimenzija kanala kritičnih dionica. U stupcu „Ukupno“,uzeti su u obzir padovi tlaka na istrujnim/odsisnim otvorima.

Tablica 5.5 - dimenzioniranje kanalskog razvoda, kritične dionice

STAN 1,3 i 5 - dobavni kanal prema dnevnom boravku													
Dionica	l m	V _H m ³ /h	V _s m ³ /s	φD mm	A m ²	v' m/s	R Pa/m	RL Pa	Σζ -	p _{din} Pa	Z Pa	RL+Z Pa	Ukupno Pa
1	1,66	450	0,1250	200	0,0314	4,0	1,08	1,8	0,2	9,6	1,9	4	66
4	2,75	270	0,0750	160	0,0201	3,7	1,27	3,5	0,5	8,4	4,2	8	61
												Σ	127

STAN 1,3 i 5 - odsisni kanal od kupaonice													
Dionica	l m	V _H m ³ /h	V _s m ³ /s	φD mm	A m ²	v' m/s	R Pa/m	RL Pa	Σζ -	p _{din} Pa	Z Pa	RL+Z Pa	Ukupno Pa
1	2,01	350	0,0972	200	0,0314	3,1	0,69	1,4	0,4	5,8	2,3	4	45
3	0,7	80	0,022	125	0,0123	1,8	0,47	0,3	4,3	2,0	8,5	8,9	28,9
Σ													74

STAN 2,4 i 6 - dobavni kanal prema dnevnom boravku													
Dionica	l m	V _H m ³ /h	V _s m ³ /s	φD mm	A m ²	v' m/s	R Pa/m	RL Pa	Σζ -	p _{din} Pa	Z Pa	RL+Z Pa	Ukupno Pa
1	1,66	500	0,1389	200	0,0314	4,4	1,31	2,2	0,2	11,8	2,4	5	72
4	0,7	420	0,1167	200	0,0314	3,7	0,95	0,7	0,2	8,3	1,7	2	57
Σ													129

STAN 2,4 i 6 - odsisni kanal od dnevnog boravka													
Dionica	l m	V _H m ³ /h	V _s m ³ /s	φD mm	A m ²	v' m/s	R Pa/m	RL Pa	Σζ -	p _{din} Pa	Z Pa	RL+Z Pa	Ukupno Pa
1	1,475	500	0,1389	200	0,0314	4,4	1,31	1,9	0,2	11,8	2,4	4	71
3	2,95	420	0,117	200	0,0314	3,7	0,95	2,8	0,3	8,3	2,5	5,3	59,6
Σ													130

potkrovlje e.2 i e.3 - dobavni kanal													
Dionica	l m	V _H m ³ /h	V _s m ³ /s	φD mm	A m ²	v' m/s	R Pa/m	RL Pa	Σζ -	p _{din} Pa	Z Pa	RL+Z Pa	Ukupno Pa
1	2,76	400	0,1111	200	0,0314	3,5	0,87	2,4	0,2	7,6	1,5	4	105
Σ													105

potkrovlje e.2 i e.3 - odsisni kanal													
Dionica	l m	V _H m ³ /h	V _s m ³ /s	φD mm	A m ²	v' m/s	R Pa/m	RL Pa	Σζ -	p _{din} Pa	Z Pa	RL+Z Pa	Ukupno Pa
1	1,42	400	0,1111	200	0,0314	3,5	0,87	1,2	0,2	7,6	1,5	3	104
Σ													104

Uz osam unutarnjih jedinica za pripremu zraka, potrebno je dodatno nabaviti vanjsku jedinicu. Odabrana vanjska jedinica je model „MMY- MAP0806HT8P-E“ iz serije „SMMS-e“ (Slika 5.11). Učin hlađenja je 22,4 kW a toplinski učin 25 kW. Maksimalan broj unutarnjih jedinica koji se mogu spojiti je osamnaest. Na nju se spaja osam unutarnjih izmjenjivača s direktnom ekspanzijom s rashladnim učinkom od 2,8 kW i ogrjevnim učinkom od 3,2 kW.



Slika 5.11 - vanjska VRF jedinica, Toshiba

Unutarnjom jedinicom se upravlja pomoću upravljača „NRC-01HE“ (Slika 5.12). Navedeni daljinski upravljač omogućuje odabir načina rada sustava, podešavanje temperature te promjenu broja okretaja ventilatora za provjetravanje.



Slika 5.12 - daljinski upravljač „NRC-01HE“, Toshiba

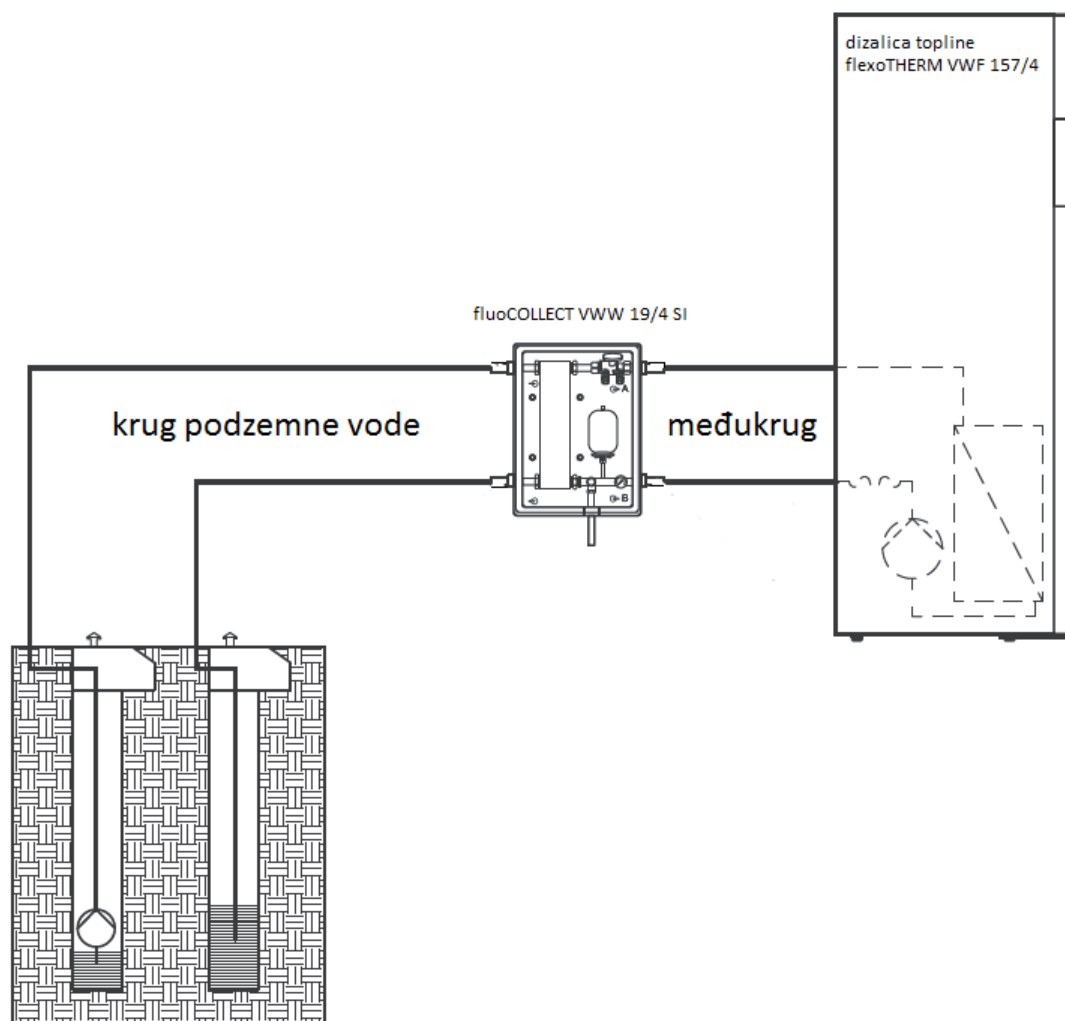
6. ODABIR DIZALICE TOPLINE VODA-VODA

Odabir dizalice topline vrši se prema instaliranom kapacitetu površinskog grijanja. Instalirani kapacitet površinskog grijanja iznosi 14,4 kW. Pregledom ponude na tržištu dostupnih proizvoda, odabrana je dizalica topline voda-voda od proizvođača „Vaillant“, model „flexoTHERM VWF 157/4“ (Slika 6.2). Navedena dizalica topline ima opciju aktivnog hlađenja koja se ostvaruje preokretanjem smjera toka radne tvari uz pomoć četveroputnog ventila. Postoji mogućnost izvedbe pasivnog hlađenja koje u slučaju povoljne temperature podzemne vode, može u potpunosti pokriti instalirani kapacitet podnog/zidnog hlađenja. Pri tome neće biti potrebe za radom kompresora dizalice topline. No, u slučaju aktivnog hlađenja, instalirani maksimalni kapacitet podnog/zidnog hlađenja iznosi 7,7 kW što odabrana dizalica topline s rashladnim kapacitetom od 13,7 kW može pokriti. Tehničke karakteristike odabrane dizalice topline navedne su u tablici 6.1.

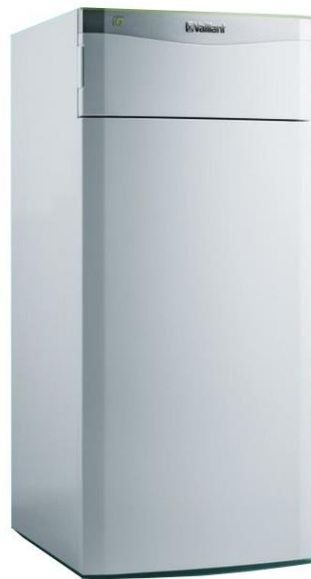
Tablica 6.1 - tehničke karakteristike dizalice topline „flexoTHERM VWF 157/4“ [11]

Ogrjevna snaga W10/W35	16,8 kW
Potrošnja električne struje W10/W35	3,1 kW
Koeficijent iskorištenosti (COP) W10/W35	5,4
Sadržaj vode međukruga u dizalici topline	4,5 l
Maks. preostala visina crpenja kod $\Delta T=3K$	980 mbar
Sadržaj vode kruga grijanja u dizalici topline	5,8 l
Maks. preostala visina crpenja kod $\Delta T=5K$	560 mbar
Nominalni protok ogrjevnog voda za $\Delta T=5K$	2920 l/h
Min. temperatura polaznog voda pogona grijanja	25 °C
Maks. zadana temperatura polaznog voda pogona grijanja	75 °C
Min. temperatura polaznog voda pogona hlađenja	5 °C
Priključak polaznog/povratnog voda grijanja	G 1 1/2"
Priključak polaznog/povratnog voda izvora topline	G 1 1/2"
Priključak ekspanzijske posude za grijanje	G 3/4"
Tip rashladnog sredstva	R410a
Sadržaj rashladnog sredstva u krugu dizalice topline	3,05 kg
Dimenzije proizvoda, visina	1183 mm
Dimenzije proizvoda, širina	595 mm
Dimenzije proizvoda, dubina	600 mm

Kako bi se izbjegao direktan dovod podzemne vode u izmjenjivač dizalice topline, nudi se dodatan modul koji omogućuje indirektno spajanje naziva „fluoCOLLECT VWW 19/4 SI“. Navedeni modul je kompaktna jedinica koja u kućištu sadrži pločasti izmjenjivač topline, komplet zapornih ventila (s dva priključka za punjenje međukruga), ekspanzijsku posudu, manometar i sigurnosni ventil (Slika 6.3). Osim kruga podzemne vode i toplinskog kruga u zgradi, dobivamo još jedan krug (međukrug) koji kao posrednik povezuje krug podzemne vode i krug radne tvari unutar dizalice topline (Slika 6.1). Međukrug je moguće napuniti rasolinom ili vodom kontroliranog kemijskog sastava. Svrha međukruga je zaštititi izmjenjivačke površine dizalice topline od vode nepovoljnog kemijskog sastava iz podzemnih slojeva. U slučaju da se rasolina nalazi u međukrugu, bilo bi potrebno ugraditi dodatni izmjenjivač topline za potrebe pasivnog hlađenja. Razlog je taj što se rasolina iz međukruga i voda u krugu zgrade ne mogu miješati. Stoga, kako bi se izbjegla dodatna ugradnja novog izmjenjivača između kruga u kojem je rasolina i kruga na strani zgrade, odabrana je voda kao medij u međukrugu. U tom slučaju, izvedba pasivnog hlađenja je pojednostavljena. Voda iz međukruga se jednostavno može preusmjeriti pomoću troputnog ventila u krug zgrade.



Slika 6.1 - spoj modula „fluoCOLLECT VWW 19/4 SI“, Vaillant



Slika 6.2 - dizalica topline „flexoTHERM VWF 157/4“, Vaillant



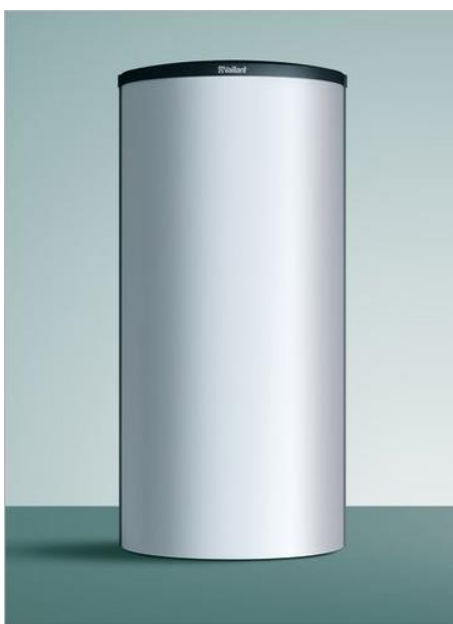
Slika 6.3 - komponente modula „fluoCOLLECT VWW 19/4 SI“, Vaillant

7. DIMENZIONIRANJE I ODABIR SPREMNIKA OGRJEVNE VODE

Uporaba spremnika ogrjevne vode je jednostavan način za poboljšanje rada sustava dizalice topline. Korištenje spremnika smanjuje nepotrebnu učestalost uključivanja kompresora. Uskladištena toplinska energija na jednom mjestu omogućuje lakše pokrivanje vršnih opterećenja. U slučaju prestanka rada dizalice topline, dostupna je određena zaliha tople vode koja još neko vrijeme može cirkulirati i isporučiti toplinsku energiju u stanove. Spremnik se dimenzionira prema literaturi [8], gdje se navodi da prema uputama proizvođača volumen spremnika obično treba iznositi 20 do 30 litara po kilovatu instalirane snage dizalice topline ili prema normi DIN 4579, 10 do 20 litara po kilovatu. Prema tome, odabran je spremnik „allSTOR VPS 300“ proizvođača „Vaillant“ (Slika 7.1). Karakteristike navedenog spremnika navode se u tablici 7.1.

Tablica 7.1 - tehničke karakteristike spremnika ogrjevne vode „allSTOR VPS 300“

Nazivni volumen	303 l
Vanjski promjer(s izolacijom)	780 mm
Visina(s izolacijom)	1833 mm
Težina(prazan)	70 kg
Težina(pogonsko stanje)	373 kg
Maksimalni radni tlak	3 bar
Maks. temperatura ogrjevne vode	95 °C
Priključak polaznog/povratnog voda grijanja	R 1 1/2"



Slika 7.1 – spremnik ogrjevne vode „Vaillant allSTOR VPS 300“

8. DIMENZIONIRANJE CJEVOVODA I ODABIR PUMPE

U ovom poglavlju se rješava problematika cijevnih mreža. Cijevnu mrežu možemo podijeliti na tri osnovna kruga:

- krug podzemne vode
- međukrug
- krug zgrade
 - krug dizalica topline-spremnik
 - krug potrošača

Za svaki od navedenih krugova, proračunava se kritična dionica kako bi dobili vrijednosti pada tlaka te time odabrali adekvatnu pumpu odnosno provjerili da li već postojeće ugrađene pumpe u dizalici topline zadovoljavaju kriterije visine dobave.

8.1. KRUG PODZEMNE VODE

Krug podzemne vode započinje u crpnom bunaru gdje potopna pumpa dobavlja vodu prema izmjenjivaču topline. U izmjenjivaču topline, podzemna voda predaje ili prima toplinu (ovisno o tome da li se radi o režimu grijanja ili hlađenja). Nakon izlaska iz izmjenjivača topline, voda se vraća ponovno u podzemni tok preko upojnog bunara. Preporučuje se minimalan razmak od 15 metara između crpnog i upojnog bunara [8]. Proračun pada tlaka dionice vrši se prema poznatim jednadžbama iz mehanike fluida. Obično se proračun vrši tako što se sustav promatra kao otvoreni. To znači da dodatno treba uzeti u obzir razliku visine na koju pumpa dobavlja podzemnu vodu. Proračun će se vršiti prema preporuci u literaturi [8], gdje je u obzir uzeta maksimalna visina na koju pumpa dobavlja vodu u strojarnici, budući da nisu poznati detalji razlike razina između crpne i upojne bušotine.

Proračun protoka vršit će se prema potrebnom dovedenom toplinskom toku isparivaču za režim grijanja. Razlog je što se u to vrijeme javlja veći toplinski tok kojeg je potrebno dovesti od onoga kojeg je potrebno odvoditi za vrijeme hlađenja (promjena temperature podzemne vode u izmjenjivaču je jednaka). Potreban volumni protok vode može se izračunati prema sljedećoj jednadžbi :

$$\dot{V}_{pv} = \frac{\Phi_{DT,r}}{\rho \cdot c_w \cdot \Delta\vartheta_w}$$

V_{pv} – potreban volumni protok podzemne vode, m^3/s

$\Phi_{DT,r}$ – odvedeni toplinski tok od vode iz međukruga na isparivaču, W

$$\Phi_{DT,r} = \Phi_{DT} - P$$

$$\Phi_{DT,r} = 16,8 - 3,1 = 13,7 \text{ kW}$$

$$\dot{V}_{pv} = \frac{13,7 \cdot 10^3 \cdot 3600}{1000 \cdot 4187 \cdot 3} = 3,926 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dimenzioniranje kruga podzemne vode vršit će se prema dobivenom protoku. Odabrana cijev za transport vode do izmjenjivača je polietilenska cijev PE 80 dimenzija $\phi 50 \times 4,6$. Pad tlaka je izračunat prema sljedećem izrazu:

$$\Delta p_{uk} = \Delta p_h + \Delta p_\lambda + \Delta p_z + \Delta p_a$$

Δp_{uk} – ukupni pad tlaka, Pa

$\Delta p_h = \rho gh$ – svladavanje visinske razlike, Pa

Δp_λ – linijski pad tlaka, Pa

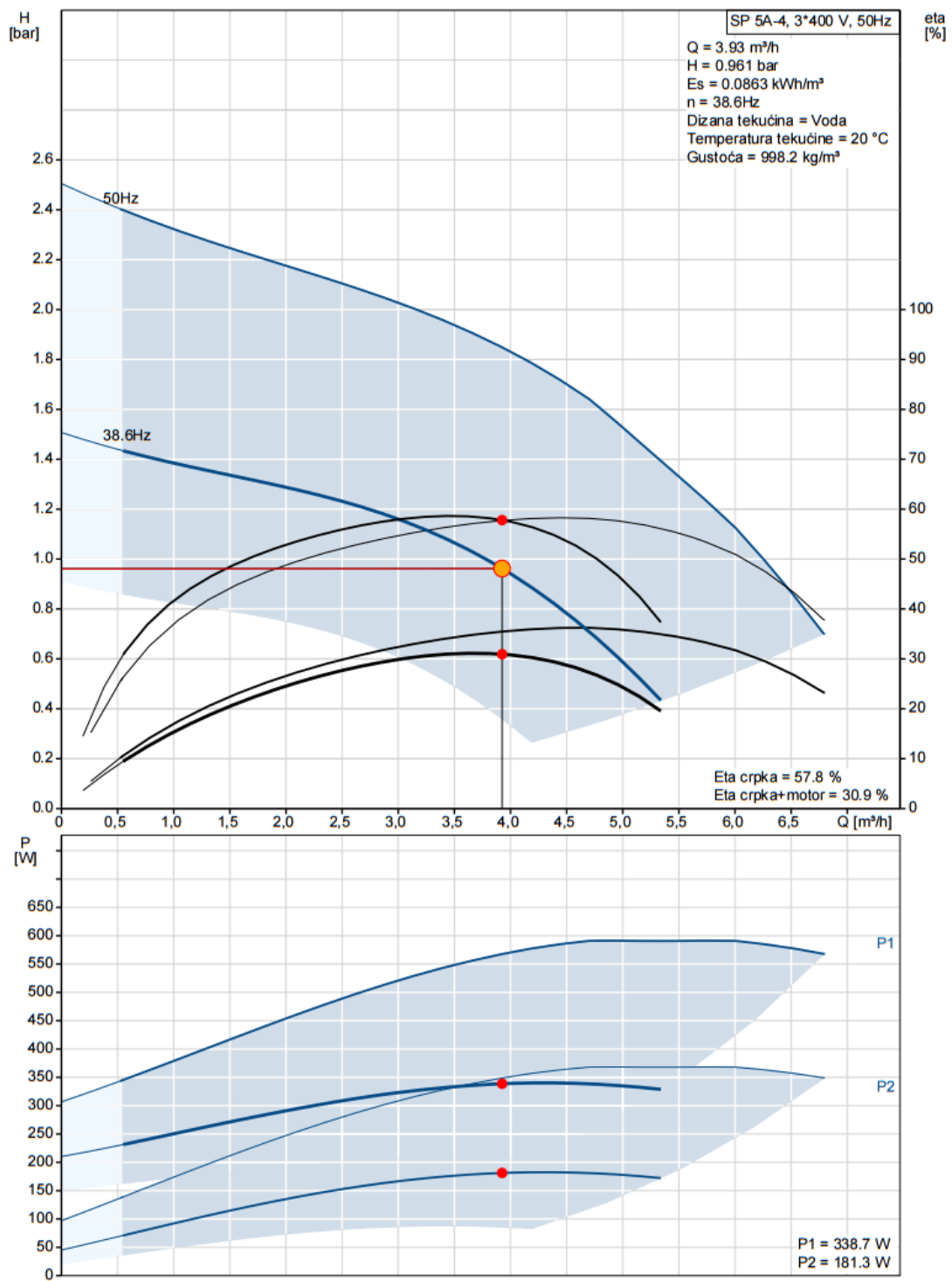
Δp_z – lokalni padovi tlaka u cjevovodu, Pa

Δp_a – pad tlaka u izmjenjivaču i armaturi, Pa

Tablica 8.1 - ukupan pad tlaka u krugu podzemne vode

Dionica	ρ kg/m ³	g m/s ²	h m	Δp_h Pa	λ -	L m	ϕ_{du} m	Q m ³ /h	v m/s	Δp_λ Pa	R Pa/m	$\Sigma \zeta$ -	Δp_z Pa	Δp_a Pa	Δp_{UK} Pa
1	1000	9,81	6	58860	0,02	33,43	0,0408	3,9264	0,83	5702	171	1,5	522	31000	96084

Prema rezultatima iz tablice 8.1, potrebna je pumpa s visinom dobave od 9,79 m i protokom 3,93 m³/h. Izračunate su sve vrijednosti potrebne za odabir pumpe. Odabir pumpe se vrši uz pomoć „Grundfos“ web aplikacije gdje unosom tražene karakteristike pumpe dobivamo na prijedlog više pumpi koje odgovaraju unesenim (traženim) vrijednostima. Odabrana je potopna pumpa „Grundfos SP 5A-4“ (Slika 8.2). Na slici 8.1 daje se prikaz radne točke pumpe.



Slika 8.1 – prikaz radne točke potopne pumpe „Grundfos SP 5A-4“



Slika 8.2 - potopna pumpa „Grundfos SP 5A-4“

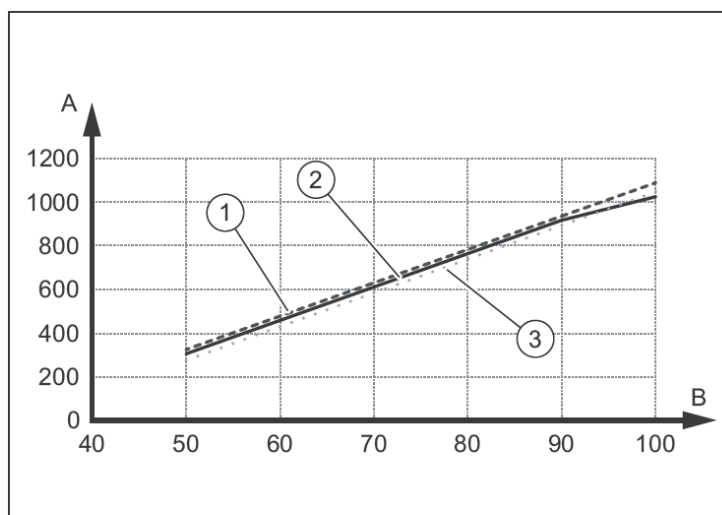
8.2. MEĐUKRUG

Kao što je već rečeno, u međukrugu će se kao posredni medij koristiti voda. Duljina spoja između pločastog izmjenjivača topline i dizalice topline je dva metra dok su korištene cijevi dimenzija DN 40. U međukrugu se prisilna cirkulacija ostvaruje uz pomoć već ugrađene pumpe unutar dizalice topline. Potrebno je provjeriti da li je raspoloživa visina dobave pumpe dovoljna za svladavanje otpora u ovom krugu. Pod stupcem „ukupno“ u tablici 8.2 uzeti su u obzir padovi tlaka na izmjenjivaču i armaturi.

Tablica 8.2 – ukupan pad tlaka u međukrugu

Dionica	Dužina dionice m	Toplina W	Vodena vrijednost W/°C	Protok vode kg/s	DN	Unutarnji promjer mm	v m/s	R Pa/m	R*L Pa	$\Sigma\zeta$	Z Pa	RL+Z Pa	Ukupno Pa
1	4	13700	4567	1,09	40	41,25	0,85	200	800	4,6	1662	2462	32462

Potrebna je pumpa s visinom dobave od 3,3 m i protokom 3,93 m³/h. Maksimalno dostupna visina dobave ugrađene pumpe iznosi 9,98 m za nominalni protok od 3,93m³/h. Regulacija pumpe održava konstantan protok te se prilagođava nametnutim vanjskim otporima. Pumpa će za nametnuto stanje raditi sa oko 50% ukupno dostupne snage što se može vidjeti iz dijagrama na slici 8.3.



- | | | | |
|---|------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Izvor topline, zrak | A | Preostala visina crpenja u hPa (mbar) |
| 2 | Izvor topline, zemlja | B | Snaga rada crpke u % |
| 3 | Izvor topline, podzemne vode | | |

Slika 8.3 – prikaz radne karakteristike ugrađene pumpe na strani međukruga za nominalni protok ($3,93 \text{ m}^3/\text{h}$) [11]

8.3. KRUG ZGRADE

Krug zgrade možemo podijeliti na dva kruga, krug dizalica topline-spremnik i krug potrošača.

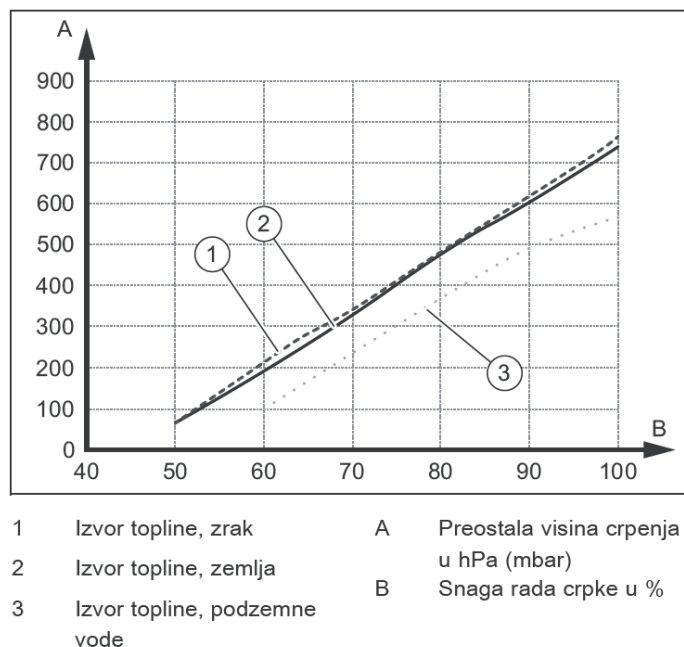
8.3.1. DIMENZIONIRANJE CJEVOVODA KRUGA DIZALICA TOPLINE-SPREMNIK

Krug dizalica topline-spremnik obuhvaća kratku dionica u kojoj prisilnu cirkulaciju ostvaruje pumpa ugrađena unutar dizalice topline. Potrebno je ponovno provjeriti da li ugrađena pumpa s dostupnom visinom dobave odgovara nametnutim otporima (Tablica 8.3).

Tablica 8.3 - ukupan pad tlaka kruga dizalica topline-spremnik

Dionica	Dužina dionice m	Toplina W	Vodena vrijednost $\text{W}/^\circ\text{C}$	Protok vode kg/s	DN	Unutarnji promjer mm	v m/s	R Pa/m	$R*L$ Pa	$\Sigma\zeta$	Z Pa	RL+Z Pa
1	2,5	16800	3360	0,8042	32	35,75	0,8	220	550	4,6	1464	2014

Potrebna je pumpa s visinom dobave od 0,21 m i protokom 2,9 m³/h. Maksimalno dostupna visina dobave ugrađene pumpe za nominalni protok od 2,9 m³/h iznosi 5,7m. Pumpa će raditi sa oko 55% od ukupno dostupne snage. Dijagram na slici 8.4 prikazuje ovisnost postotka snage s kojom pumpa radi o vanjskom padu tlaka u cjevovodu i priključnim elementima za nominalni protok od 2,9 m³/h.



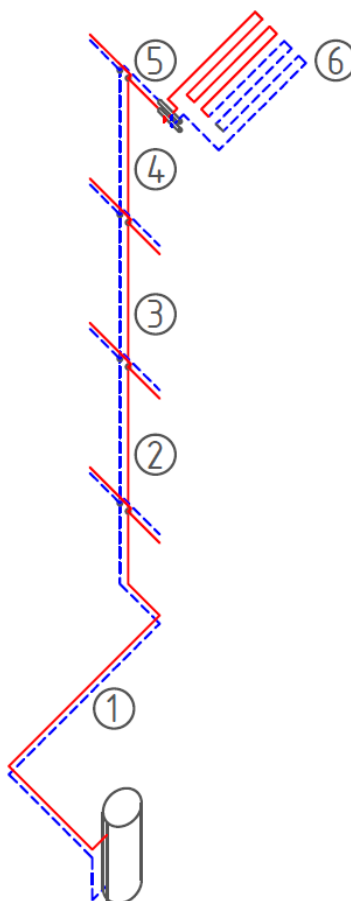
Slika 8.4 – prikaz radne karakteristike ugrađene pumpe na strani zgrade za nominalni protok (2,9 m³/h)[11]

8.3.2. DIMENZIONIRANJE CJEVOVODA KRUGA POTROŠAČA

Cjevovod kruga potrošača će se dimenzionirati i provjeriti za način rada u pasivnom hlađenju i grijanju. Razlog su, na prvi pogled, slični ukupni padovi tlaka po dionicama. Izmjenjeni maksimalni toplinski tok vode u krugu potrošača je za vrijeme hlađenja 7,7 kW dok za način grijanja on iznosi 14,4 kW. Promjena temperature vode za vrijeme hlađenja je 3°C dok je za vrijeme grijanja 5°C što u konačnici rezultira nešto većim potrebnim protokom za vrijeme grijanja. Proračuni dionica za oba režima pokazali su da nešto veći pad tlaka u izmjenjivaču čini dionice za način rada u pasivnom hlađenju kritičnim. Nešto veći protok i manji pad tlaka za vrijeme grijanja te manji protok i veći pad tlaka za vrijeme hlađenja u konačnici rezultiraju gotovo jednakom potrebnom snagom pumpe. U tablicama 8.4 i 8.5, prikazana su oba proračuna. Numerirane dionice mogu se pronaći na slikama 8.5 i 8.6. Dionica 6 je podna petlja s najvećim padom tlaka u stanu u potkrovlju. U dionici 1' pod stupcem „Ukupno“ uzet je u obzir pad tlaka u izmjenjivaču topline.

Tablica 8.4 - ukupan pad tlaka za kritičnu dionicu kruga potrošača u režimu grijanja

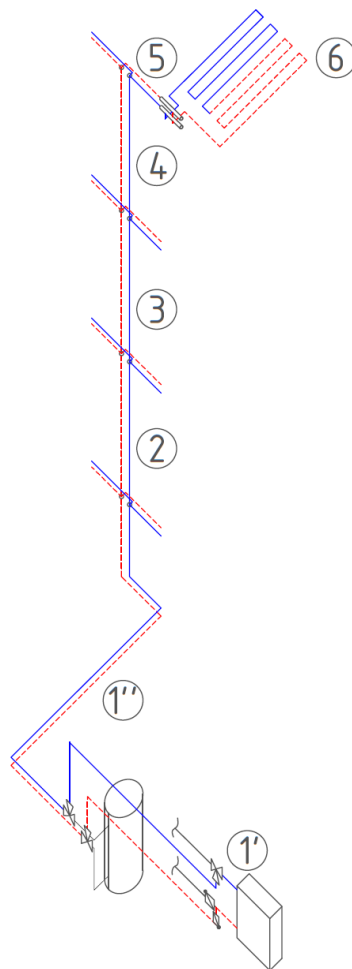
Dionica	Dužina dionice m	Toplina W	Vodena vrijednost W/°C	Protok vode kg/s	DN	Unutarnji promjer mm	v m/s	R Pa/m	R*L Pa	$\Sigma\zeta$	Z Pa	RL+Z Pa
1	22,5	14426	2885,2	0,6906	32	35,75	0,7	170	3825	7,5	1828	5653
2	5,8	10680	2136	0,5112	32	35,75	0,55	100	580	3	451	1031
3	5,7	6934	1386,8	0,3319	32	35,75	0,36	45	256,5	3	193	450
4	5,7	3188	637,6	0,1526	25	27	0,3	45	256,5	3	134	391
5	1,8	1594	318,8	0,0763	20	21,25	0,24	40	72	4	115	187
6	71,2	653	130,6	0,0313	-	10	0,4	295	20990	-	-	20990
											Σ	28702



Slika 8.5 – prikaz numeriranih dionica kruga potrošača, grijanje

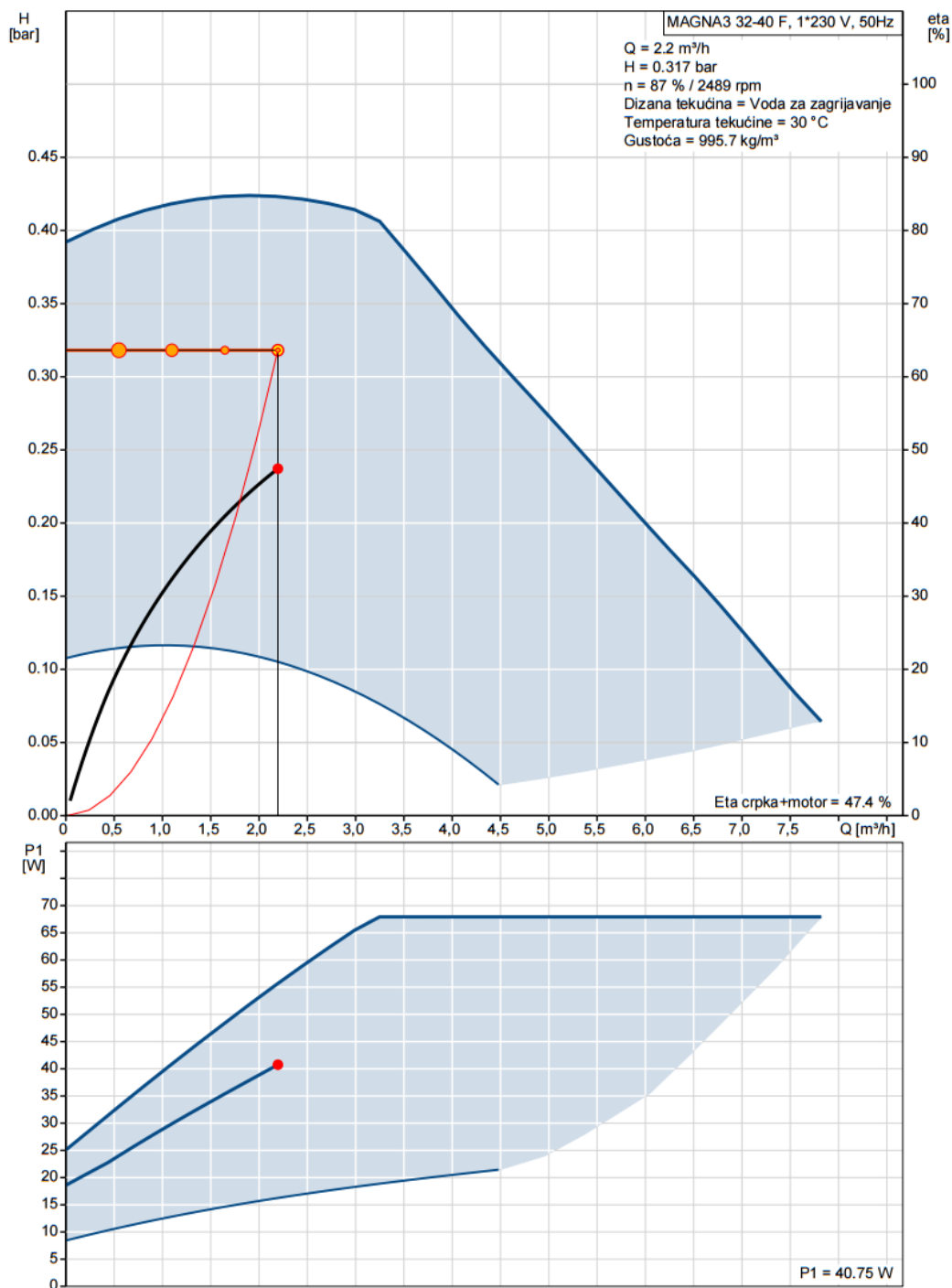
Tablica 8.5 - ukupan pad tlaka za kritičnu dionicu kruga potrošača u režimu pasivnog hlađenja

Dionica	Dužina dionice m	Toplina W	Vodena vrijednost W/°C	Protok vode kg/s	DN	Unutarnji promjer mm	v m/s	R Pa/m	R*L Pa	$\Sigma\zeta$	Z Pa	RL+Z Pa	Ukupno Pa
1'	1	7669	2556	0,6119	40	41,25	0,48	65	65	4	458	523	9523
1''	28	7669	2556	0,6119	32	35,75	0,65	140	3920	3	631	4551	4551
2	5,8	5622	1874	0,4485	32	35,75	0,46	75	435	3	316	751	751
3	5,7	3634	1211	0,2899	32	35,75	0,3	33	188,1	3	134	322	322
4	5,7	1646	549	0,1313	25	27	0,24	33	188,1	3	86	274	274
5	1,8	823	274	0,0657	20	21,25	0,19	28	50,4	4	72	122	122
6	71,2	337	67,4	0,0268	-	10	0,34	225	16010	-	-	16010	16010
												Σ	31553



Slika 8.6 – prikaz numeriranih dionica kruga potrošača, pasivno hlađenje

Prema rezultatima iz tablice 8.5, potrebna je pumpa s visinom dobave od 3,22 m i protokom 2,2 m³/h. Pumpa se odabire uz pomoć web aplikacije proizvođača „Grundfos“. Odabrana je pumpa „Grundfos MAGNA3 32-40 F“ (Slika 8.8), koja se spaja pomoću priрубnice DN 32. Na slici 8.7 daje se prikaz radne točke pumpe.



Slika 8.7 – prikaz radne točke pumpe „Grundfos MAGNA3 32-40 F“



Slika 8.8 - pumpa kruga potrošača, „Grundfos MAGNA3 32-40 F“

9. DIMENZIONIRANJE I ODABIR EKSPANZIJSKE POSUDE

Za krug zgrade, potrebno je dimenzionirati i odabrati ekspanzijsku posudu. Ekspanzijska posuda se koristi radi održavanja tlaka u sustavu unutar zadanih granica, što uključuje podešavanje minimalnog tlaka i sprječavanje prekoračenja najvećeg dozvoljenog radnog pretlaka. Također sudjeluje u kompenzaciji promjene volumena ogrjevnog medija kao posljedica promjene temperature. Omogućuje pokrivanje manjka ogrjevnog/rashladnog medija tijekom pogona sustava preko dodatne zalihe vode [2]. Koristit će se membranska ekspanzijska posuda. Prije proračuna minimalnog potrebnog volumena ekspanzijske posude, potrebno je odabrati odgovarajući sigurnosni ventil. Nazivni tlak otvaranja sigurnosnog ventila se odabire obično kao 10% iznad najvećeg radnog tlaka u sustavu. Odabran je sigurnosni ventil od 3 bara , DN 20. Proračun minimalnog volumena membranske ekspanzijske posude nalazi se u nastavku.

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

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

V_e – volumen širenja vode izazvan povišenjem temperature vode od 10°C do maksimalne temperature polaznog voda dizalice topline od 75°C, l

V_V – dodatni volumen, uzima se oko 0,5% volumena vode u instalaciji, minimalno 3 litre, l

p_e – projektni krajnji tlak, povezan s točkom otvaranja sigurnosnog ventila (kod sustava koji rade pri tlakovima manjim od 5 bara procjenjuje se na 0,5 bara ispod tlaka sigurnosnog ventila), bar

p_o – primarni tlak ekspanzijske posude (tlak plina prilikom isporuke), bar

Tablica 9.1 – ukupni volumen vode u sustavu, V_A

	Volumen l
dizalica topline	5,8
spremnik ogrjevnice vode	303
cijevi	45
razdjelnik/sabirnik	16
podne/zidne petlje	196,7
Σ	567

$$V_e = \frac{n \cdot V_A}{100} = \frac{2,56 \cdot 567}{100} = 14,52 \text{ l}$$

n – postotak širenja (dobije se linearnom interpolacijom između tabličnih vrijednosti za najvišu moguću temperaturu polaza dizalice topline koja iznosi 75°C), %

V_A – ukupni volumen vode u sustavu, l

$$V_{n,min} = (14,52 + 3) \cdot \frac{2,5 + 1}{2,5 - 1,5} = 61,3 \text{ l}$$

Odabrani volumen membranske ekspanzijske posude trebao bi biti veći ili jednak izračunatoj vrijednosti. Odabire se membranska ekspanzijska posuda od 80 litara, proizvođača „REFLEX“ (Slika 9.1).



Slika 9.1 - membranska ekspanzijska posuda „REFLEX NG 80 l“

10. TEHNIČKI OPIS FUNKCIJE SUSTAVA

Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade obuhvaća osam stanova na četiri etaže. Ukupna površina, prema zadanoj arhitektonskoj podlozi, iznosi 550 m². Prizemlje, prvi i drugi kat te potkrovlje jesu grijane/hlađene etaže dok podrum ostaje negrijan/nehlađen. Unutar stanova, sve su prostorije grijane dok se za vrijeme hlađenja kupaonica ne hladi. Kao izvor topline koristi se dizalica topline voda-voda „flexoTHERM VWF 157/4“ s crpnom i upojnom bušotinom za podzemnu vodu. Dizalica topline koristi radnu tvar R410a. Instalirana ogrjevna snaga dizalice topline iznosi 16,8 kW pri temperaturi vode međukruga 10 °C i temperaturi polaznog voda grijanja 35 °C. Temperature polaza odnosno povrata vode u krugu zgrade za period grijanja iznose 35/30°C dok za potrebe hlađenja rashladna voda cirkulira u režimu 16/19°C. Promjena temperature vode u međukrugu iznosi 3°C za ljetni i zimski režim rada. Podzemna voda, za ljetni i zimski režim rada, također mijenja svoju temperaturu za 3°C. Iz bušotine dubine 6 metara, crpi se podzemna voda uz pomoć potopne pumpe „Grundfos SP 5A-4“. Pumpa ima u sebi ugrađen protupovratni ventil, stoga ga nije potrebno zasebno ugrađivati kao armaturni element. Transport vode vrši se kroz cijev PE80 ϕ 50x4,6 mm. Podzemna voda se po povratku iz izmjenjivača vraća u podzemni tok preko upojne bušotine. Razmak između crpne i upojne bušotine iznosi 15 metara. Kako bi se zaštitio izmjenjivač topline unutar dizalice topline, odabran je indirektan sustav. Indirektan sustav podrazumijeva dodatni pločasti izmjenjivač topline. Modul „fluoCOLLECT VWW 19/4 SI“ dolazi s već instaliranim i dimenzioniranim komponentama koje olakšavaju izvedbu indirektnog sustava. Modul sadrži pločasti izmjenjivač topline, membransku ekspanzijsku posudu, sigurnosni ventil te ventile za punjenje i pražnjenje međukruga. Dizalica topline dolazi s ugrađene dvije pumpe, koje imaju dovoljnu visinu dobave da omogućuje cirkulaciju vode u međukrugu i krugu dizalica topline-spremnik. Priprema rashladne vode može se vršiti na dva načina : pasivno i aktivno. Ukoliko je temperatura podzemne vode dovoljno niska za pripremu najviše 16°C vode u međukrugu, koristi se postavka pasivnog hlađenja. U slučaju da je temperatura vode po izlasku iz izmjenjivača (na strani zgrade) niža od 16°C, moguće je postići 16°C uz pomoć troputnog miješajućeg ventila. Kompresor dizalice topline nije u funkciji tijekom navedenog načina rada čime se ostvaruju značajne uštede. U funkciji je jedino cirkulacijska pumpa koja omogućava cirkuliranje vode iz kruga zgrade kroz pločasti izmjenjivač topline. Krug zgrade se spaja na međukrug uz pomoć troputnih ventila koji preusmjeravaju tok vode. Ukoliko se pomoću pasivnog hlađenja ne može ostvariti temperatura polaza od najviše 16°C, dizalica topline uključuje kompresor, troputni ventili zatvaraju međukrug te kreće način aktivnog hlađenja. Funkcija aktivnog hlađenja dizalice topline je omogućena ugradnjom četveroputnog ventila koji mijenja smjer toka radne tvari. U tom trenutku, kondenzator preuzima funkciju isparivača i obratno. Uz dizalicu topline nalazi se spremnik ogrjevne vode „allSTOR VPS 300“ volumena 303 litre. Ogrjevna/rashladna voda se prema stanovima doprema s jednom polaznom vertikalom. Cirkulaciju u krugu potrošača omogućava pumpa „Grundfos MAGNA3 32-40 F“. Ukupno instalirani ogrjevni kapacitet podnog grijanja iznosi 14,4 kW dok rashladni učin iznosi 7,7 kW. Stanovi s brojem 1,3 i 5 (pogledati crtež 1.) imaju ugrađeno osam petlji. Stanovi s parnim brojem, 2,4 i 6 imaju po šest cijevnih petlji dok je

svaka prostorija u potkrovlju pokrivena s tri petlje. Svaki stan ima po jedan razdjelnik/sabirnik i podžbukni ormarić. Broj priključaka odgovara broju cijevnih petlji. Cijevi se direktno spajaju na razdjelnik „Uponor Vario PLUS“ koji je smješten u podžbuknom ormariću „UFH2“ u predsoblju. Polaz cijevnih petlji se spaja na razdjelnik. Na sabirnik, koji je pozicioniran iznad razdjelnika, spaja se povrat cijevi. Podno grijanje/hlađenje izvedeno je s PE-X cijevima dimenzija $\phi 14 \times 2$ mm, dok se za zidno grijanje/hlađenje koriste cijevi dimenzija $\phi 12 \times 1,3$ mm. Hidraulički balans kruga potrošača od velike je važnosti. Voda ima tendenciju toka prema mjestima manjeg otpora što dovodi do smanjenog protoka u stanove na najvišim katovima. Kako bi se omogućila ravnomjerna raspodjela protoka po svim stanovima, u ormariću se ugrađuje automatski balansirajući ventil „Danfoss ASV-PV“ DN20 koji održava konstantnu razliku tlaka na strani potrošača. Ventil se ugrađuje u povratni vod s osjetnikom u polazu. Također se unutar ormarića, na povratni vod, ugrađuje kalorimetar „Siemens WSM5“ DN20. Kalorimetar mjeri protok i razliku temperature polaza i povrata, odnosno mjeri potrošnju toplinske energije. Služi kako bi se efikasno riješilo pitanje naplate potrošene toplinske/rashladne energije. Kalorimetar je okrenut prema hodniku gdje je ostavljen mali prozorčić za očitavanje ispisa. Zasebno brojilo električne energije mjeri potrošnju dizalice topline. Raspodjela troškova potrošnje električne energije vrši se prema udjelu potrošene toplinske energije pojedinih stanova u ukupnoj potrošenoj toplinskoj energiji svih stanova.

Za ventiliranje i pokrivanje preostalog rashladnog opterećenja, koristi se jedinica za pripremu 100% vanjskog zraka „Toshiba MMD-VN502HEXE“. Uređaj se sastoji od ventilatora za odsis i dobavu zraka, filtera, rekuperatora i izmjenjivača s direktnom ekspanzijom. Rashladni kapacitet izmjenjivača iznosi 2,8 kW a u slučaju potrebe grijanja vanjskog zraka, dostupan kapacitet iznosi 3,2 kW. Protoci dobave i odsisa su konstantni, ali se vrijednosti razlikuju ovisno o pojedinom stanu. Ljeti se zrak hladi uz pomoć povrata topline preko rekuperatora te se ujedno dodatno hladi i odvlažuje na izmjenjivaču topline. Održavano stanje unutar prostorija iznosi 24°C i 50% relativne vlažnosti zraka što odgovara temperaturi rosišta od 13°C . S ovakvim uvjetima unutar prostorije, eliminiralo se moguće stvaranje kondenzata na cijevima polaza temperature 16°C ili površinama unutar stana. Zračna jedinica bi u zimskom režimu trebala preuzeti ulogu isključivo ventilacije odnosno održavanja kvalitete zraka unutar prostorije. Ukoliko se nakon rekuperatora ne postigne prihvatljiva temperatura zraka, predlaže se postavljanje jedinice na rad sa 18°C gdje će se ubacivani zrak dodatno zagrijati na izmjenjivaču i tako pokriti dio ventilacijskih gubitaka. Stupanj povrata osjetne topline ovisi o volumnim protocima struja zraka dobave i odsisa te iznosi 66% ili 72% ,ovisno o stanu (pogledati poglavlje 5.) Također postoji mogućnost slobodnog hlađenja. U ljetnim noćima kada je vanjska temperatura niža od unutarnje temperature, jedinica izvana usisava svježiji zrak radi hlađenja unutarnjih prostorija. Akumulirana toplina noću se odvodi van, pa se tako u jutarnjim satima smanjuje opterećenje uređaja. Dovod besplatne energije izvana koristi se i u prijelaznom razdoblju u proljeće i jesen kako bi se štedjela energija, zapravo uvijek kada to dopuštaju vremenski uvjeti. Svježiji vanjski zrak struji kroz filterski element i bez obrade dospijeva u kanalni razvod. Odsisni zrak vodi se pored rekuperatora i bez obrade ispuhuje van[12]. Osam unutarnjih zračnih

jedinica spojeno je na jednu vanjsku VRF jedinicu modela „SMMS-e“ koja omogućuje učin hlađenja od 22,4 kW te toplinski učin od 25 kW. U sustavu se koristi radna tvar R410a.

10.1. REGULACIJA

Sustav „Smatrix“ proizvođača „Uponor“ može učinkovito kontrolirati proces grijanja i hlađenja u krugu potrošača. Odabrana je skupina proizvoda „Uponor Smatrix Wave PLUS“. Regulacija se vrši promjenom protoka kroz cijevne petlje. Kada osjetna temperatura u prostoru padne/poraste ispod/iznad zadane vrijednosti za režim grijanja/hlađenja, ventili petlje se uz pomoć aktuatora automatski otvaraju puštajući tako veći protok. Obratan je slučaj ukoliko dođe do porasta/pada osjetne temperature za režim grijanja/hlađenje gdje se ventili zatvaraju kako bi se smanjio protok kroz sustav. Funkcija automatskog balansiranja osigurava da svaka prostorija dobije točno pravu količinu ogrjevnog/rashladne energije. Automatsko balansiranje je funkcija prema kojoj sustav izračunava stvarnu energetske potrebu pojedinačnih prostorija i podešava izlaznu snagu svakog kruga prema njezinoj duljini. Kontroler „Uponor Smatrix Wave PLUS X-165“, upravlja izlazima pokretača (aktuatora) korištenjem signala modulacije širine impulsa (*PWM, eng. pulse-width modulation*). Bežični kontroler za površinsko grijanje i hlađenje šalje radiosignale sobnim termostatima i sensorima te prima radiosignale iz njih kako bi upravljao elektrotermičkim pogonima. Elektrotermički pogoni su povezani žičano s kontrolerom. Sučelje „Uponor Smatrix Wave PLUS I-167“ oblikovano je za prikaz informacija sustava korisniku te za programiranje svih relevantnih postavki sustava za podno grijanje/hlađenje. Dodirna ploča ima korisnički prilagođenu navigaciju usmjeravanja za pojednostavljeno programiranje. U hlađenim prostorima relativna vlažnost zraka može postati problem. Sa sensorima vlage ugrađenim u sobne termostate, pruža se visoka zaštita za izbjegavanje kondenzacije. Hlađenje se isključuje na osnovi pojedinih soba kada se dosegne granična vrijednost relativne vlažnosti. Hlađenje će ponovno početi kada relativna vlažnost padne ispod histereze postavljene na sučelju. Sobni osjetnik „Uponor Smatrix Wave PLUS D+RH T-167“ radi kao bežični senzor te prenosi vrijednosti kontroleru. Postoje četiri različita načina rada koja se postavljaju u izborniku postavki. Sobni osjetnik se postavlja na način rada pod imenom „RFT“ te mjeri osjetnu temperaturu, relativnu vlažnost zraka i temperaturu površine poda. Funkcija grijanja ili hlađenja uključuje se odnosno isključuje u ovisnosti o postavljenim vrijednostima na sobnim termostatima. Uponor se služi pomakom temperature u odnosu na postavljenu temperaturu kod prebacivanja između grijanja i hlađenja. Zadana vrijednost pomaka postavljena je na 2 °C i upotrebljava se za povećanje postavljene vrijednosti temperature kod prebacivanja na hlađenje. Kod vraćanja na grijanje vrijednost se upotrebljava za smanjenje postavljene vrijednosti. Dakle, kada temperatura u sobi dosegne vrijednost koja je za 2°C veća od postavljene, sustav se prebacuje na način rada hlađenja. Sustav se vraća na grijanje kada se dosegne temperatura koja je za 2°C niža od postavljene. Postavke se rade na sučelju I-167. Također se postavljaju minimalne (hlađenje) i maksimalne (grijanje) temperature poda. Za režim hlađenja, u potpunosti se zatvaraju petlje prema kupaonici te se ta prostorija ne hladi budući da je velika opasnost od izdvajanja vlage

iz vlažnog zraka po zidovima. Sustav automatizacije je konstruiran na način da se može spojiti preko kontrolera sa sustavom dizalice topline. Na taj način sustav „Smatrix“ povećava učinkovitost i smanjuje pogonske troškove grijanja budući da se primjenjuje dinamička krivulja grijanja. Integracijski modul na kontroleru „komunicira“ s dizalicom topline te omogućuje smanjenje odnosno povećanje učina grijanja/hlađenja u ovisnosti o trenutnom stanju u prostorijama[10].

Sustav dizalice topline je opremljen regulatorom sustava, koji je vođen prema vremenskim uvjetima. Regulator mijenja zadanu temperaturu polaznog voda ovisno o vanjskoj temperaturi. Dakle, riječ je o atmosferskom regulatoru s montiranim vanjskim osjetnikom temperature. Osjetnik temperature mjeri vanjsku temperaturu i proslijeđuje izmjerene vrijednosti regulatoru. Kod niskih vanjskih temperatura regulator povećava temperaturu polaznog voda sustava za grijanje. Kada vanjska temperatura poraste, regulator snižava temperaturu polaznog voda[11]. Dodatno se regulator proširuje primjenom hidrauličkog modula VR 70. Na dodatni modul spojena je cirkulacijska pumpa kruga potrošača, troputni miješajući ventil, sigurnosni graničnik temperature i osjetnik temperature polaza. U spremniku su postavljeni osjetnici temperature koji mjere temperaturu povrata vode (grijanje) i temperaturu u gornjem području spremnika ogrjevnog voda. Troputnim razdjelnim ventilima (između kruga potrošača i međukruga) upravlja se u načinu rada hlađenja. Ovisno o temperaturi na polazu i postavljenoj vrijednosti vode, sustav može raditi u pasivnom ili aktivnom načinu. Mogući nedostatak vode sprječava se stalnim nadzorom tlaka unutar dizalice topline na strani ogrjevnog voda i vode međukruga. Kada tlak padne ispod minimalne vrijednosti (0,5 bara), analogni osjetnik tlaka isključuje dizalicu topline. Prilikom ponovnog postizanja radnog tlaka, regulator sustava ponovno uključuje dizalicu topline. Funkcija zaštite od smrzavanja sprječava smrzavanje isparivača (za vrijeme grijanja) kada se prekorači donja granica temperature vode u međukrugu. Izlazna temperatura se unutar dizalice topline stalno mjeri. Ako izlazna temperatura vode padne ispod određene vrijednosti, kompresor se automatski privremeno isključuje s dojavom o statusu na zaslonu. Potopna pumpa spaja se direktno na regulator dizalice topline koji njome upravlja. Postavljeni temperaturni osjetnici na strani podzemne vode omogućuju prikaz temperature polaza i povrata no ne sudjeluju u izvršenju funkcija[11].

Zračnom jedinicom „Toshiba“ upravlja se poprilično jednostavno, preko upravljača „NRC-01HE“. Navedeni daljinski upravljač omogućuje odabir načina rada sustava, podešavanje temperature te promjenu broja okretaja ventilatora za provjetravanje. Postavkom automatskog načina rada, uređaj automatski optimizira svoj rad[20]. Na vanjskoj jedinici se tijekom instalacije namješta po kojem prioritetu se prekreće sustav za rad u grijanju odnosno hlađenju. Ukoliko je većina unutarnjih jedinica postavljena na način rada hlađenja, vanjska jedinica će također raditi u funkciji hlađenja. Ostale unutarnje jedinice, koje su postavljene na način rada grijanja, neće grijati. Obrnuta je situacija ukoliko većina unutarnjih jedinica radi u režimu grijanja. U tom slučaju će vanjska jedinica omogućiti grijanje, dok unutarnje jedinice, koje su postavljene na način rada hlađenja, neće hladiti[21].

11. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu izrađen je projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade s osam stanova na četiri etaže. Osim grijanja i hlađenja, dimenzioniran je i zračni sustav koji pokriva ventilacijske zahtjeve, zahtjeve za održavanje relativne vlažnosti unutar prostorija te također pokriva dio osjetnog toplinskog opterećenja. Instalirani kapacitet površinskog grijanja iznosi 14,4 kW (režim ogrjevnog vode 35/30°C) dok te iste cijevi za režim hlađenja mogu dati rashladni učin od 7,7 kW (režim rashladne vode 16/19°C). Za potpuno pokrivanje toplinskih gubitaka te za djelomično pokrivanje osjetnih toplinskih opterećenja, instalirana je dizalica topline voda-voda ogrjevnog učina 16,8 kW i rashladnog učina 13,7 kW. Kako bi se zadovoljili ventilacijski zahtjevi i kako bi se pokrio preostali dio toplinskog opterećenja, u svaki stan je ugrađena podstropna zračna jedinica s izmjenjivačem s direktnom ekspanzijom. Nazivni ogrjevni učin iznosi 3,2 kW dok rashladni učin iznosi 2,8 kW. Osam unutarnjih zračnih jedinica spojeno je na jednu vanjsku VRF jedinicu ogrjevnog učina 25 kW i učina hlađenja 22,4 kW. Investicijski je trošak za izvedbu sustava s dizalicom topline voda-voda veći nego za slučaj konvencionalnih sustava (npr. izvedba sustava s plinskim kondenzacijskim kotlom). Međutim, niži pogonski troškovi ostvaruju isplativost ovakvih sustava kroz nekoliko godina[22]. Veliki udio u ukupnim troškovima čine radovi bušenja i izrade bunara. Bunari s dubinama većim od 15 metara upitne su isplativosti (kod primjene za stambene zgrade), budući da bi troškovi izrade bunara, potrebne pumpe i transporta vode mogli biti previsoki[13].

U ovom radu nije uzeta u obzir ekonomska isplativost danog rješenja. Kao zamjenu postojećem zračnom sustavu, moguće je razmotriti izvedbu s jednom centralnom jedinicom u podrumu na koju su spojeni svi stanovi preko razvodnih kanala. Regulacija bi se vršila promjenom protoka zraka pomoću VAV ventila ugrađenim u kanale prije ulaska u prostorije.

Za sezonu hlađenja, odabrana temperatura unutarnjih prostorija može se odabrati i kao nešto viša (npr. 26°C). Sustav površinskog hlađenja omogućuje da unatoč višim temperaturama zraka u prostoru i dalje postoji osjećaj toplinske ugodnosti, budući da se dio topline zračenjem odvodi od ljudi. S odabranom višom temperaturom od 26°C, moguće je smanjiti potrebni rashladni kapacitet za 3,36% .

LITERATURA

- [1] Energetski institut Hrvoje Požar: Energija u Hrvatskoj 2014. - godišnji energetski pregled, Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2015.
- [2] I. Balen: Podloge za predavanja iz kolegija „Grijanje“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.
- [3] Wikipedia, Thermal comfort, [internet], <raspoloživo na : https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_comfort> , [pristupljeno 03. kolovoza, 2016.].
- [4] EN ISO 7730:2005, Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.
- [5] I. Balen: Podloge za predavanja iz kolegija „Klimatizacija“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.
- [6] B. Labudović, Z.Paić, R.Vuk: Priručnik za grijanje, Energetika marketing, 2005.
- [7] Uponsor: Radiant cooling design manual, 2013.
- [8] Skupina autora: Osnove primjene dizalica topline, Energetika marketing, 2009.
- [9] V. Soldo, M. Grozdek: Podloge za predavanja iz kolegija „Hlađenje i dizalice topline“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.
- [10] Uponsor: Smatrix - tehničke informacije.
- [11] Vaillant: Upute za instaliranje i održavanje flexoTHERM dizalica topline.
- [12] Toshiba: Katalog rješenja za pripremu zraka „Air to Air“.
- [13] Viessmann: Technical guide „Vitocal 300“.
- [14] A. Galović: Termodinamika 1, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2013.
- [15] Podloge za vježbe iz kolegija „Grijanje“: Metoda proračuna toplinskog opterećenja prema HRN EN 12831
- [16] Wikipedia, Toplinski most, [internet], <raspoloživo na : https://hr.wikipedia.org/wiki/Toplinski_most> , [pristupljeno 04.kolovoza 2016.].
- [17] Uponsor: Grijanje i hlađenje u objektu - tehničke smjernice.
- [18] Herz: Grijanje i hlađenje prostora za pod, zid i strop.
- [19] Viega: Tehnika primjene, svezak III: Površinsko grijanje/hlađenje „Fonterra“.
- [20] Toshiba: Air to Air Heat exchanger with DX-coil, engineering handbook.
- [21] Toshiba: Guideline for startup of VRF systems

- [22] M. Grozdek: Tehnoekonomska analiza primjene dizalica topline, [internet], <raspoloživo na:<http://geothermalmapping.fsb.hr/wp-content/uploads/2015/02/Tehnoekonomska-analiza-dizalica-topline-IPA-radionica-Zadar.pdf> > , [pristupljeno 10.rujna 2016.]

PRILOZI

Prilog 1 - Proračun toplinskih gubitaka prema normi HRN EN 12831

Prilog 2 - Proračun toplinskog opterećenja prema smjernici VDI 2078

Prilog 3 - Dimenzioniranje sustava podnog/zidnog grijanja

Prilog 4 - Dimenzioniranje sustava podnog/zidnog hlađenja

Prilog 5 - Funkcionalna shema spajanja sustava

Prilog 6 - Tehnički crteži kojima se definira raspored i montaža opreme

Prilog 7 - CD-R disk

Prilog 1 - Proračun toplinskih gubitaka prema normi HRN EN 12831

PRIZEMLJE

STAN 1 i 2

Oznaka prostorije		1.1/2.1		Koefficienti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25		$\Phi_{T,i} =$	47 W
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5		$\Phi_{V,i} =$	4 W
Volumen prostorije	$V_{int} =$	14,49 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35		$\Phi_{RH,i} =$	75 W
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	6,85 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5		$\Phi_{HL,i} =$	126 W
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5 h ⁻¹		Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koefficient zaštice	$e_i =$	0,01		Prozori, balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$e_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} = 46,5853 \text{ W}$		
1.1) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} = 0 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$		
-	-	m	m	m ²	W/m ² ·K	-	W/K		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$							0		
1.2) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} = 2,0254 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$		
-	-	m	m	m ²	W/m ² ·K	-	W/K		
vanjska vrata	SI	1	2,1	-2,1	1,85	0,2174	0,8446		
unutarnji zid	SI	2,625	2,9	5,5125	0,35	0,2174	0,4194		
unutarnji zid	JI	1,425	2,9	4,1325	0,35	0,2174	0,3144		
pod	horiz.	-	-	6,8544	0,3	0,2174	0,4470		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$							2,0254		
1.3) Stacionarni koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} = 0 \text{ W/K}$		
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} = 0 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
-	-	m	m	m ²	W/m ² ·K	-	W/K		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$							0		
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} = 4,48219 \text{ W}$		
2.1) Koefficient ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} = 0,1949 \text{ W/K}$		
V_i	0,5798	m ³ /h		$V_{inf,i}$	$V_{su,i} + f_{v,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{v,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		0,579792	0	0	20	0	0
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} = 75,3982 \text{ W}$		
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
6,85438	11								

Oznaka prostorije		1.2_1.3/2.2_2.3		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25		$\Phi_{T,i} =$	284 W
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5		$\Phi_{V,i} =$	226 W
Volumen prostorije	$V_{int} =$	47,66 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35		$\Phi_{RH,i} =$	244 W
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	22,14 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5		$\Phi_{HL,i} =$	753 W
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	1,5 h ⁻¹		Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,03		Prozori,balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} = 283,608 \text{ W}$		
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} = 10,8869 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
balkonska vrata	SZ	1,4	2,1	-2,94	1,15	1	3,381		
vanjski zid	SZ	4,5	2,9	10,11	0,25	1	2,5275		
vanjski zid	JZ	2,675	2,9	7,7575	0,25	1	1,939		
vanjski zid	SZ	1,025	2,9	2,9725	0,25	1	0,743		
prozor	JZ	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,104		
vanjski zid	JZ	1,975	2,9	4,7675	0,25	1	1,192		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						10,8869			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} = 1,4439 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K		
pod	horiz.	-	-	22,14	0,3	0,2174	1,4439		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						1,4439			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} = 0 \text{ W/K}$		
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} = 0 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						0			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} = 225,715 \text{ W}$		
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} = 9,8137 \text{ W/K}$		
V_i	29,1972829	m ³ /h		$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		5,719022	23,47826	0	18	0,086957	270
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} = 243,54 \text{ W}$		
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
22,14	11								

Oznaka prostorije		1.4/2.4		Koefficienti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	24 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$\Phi_{T,i} =$	124 W	
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5	$\Phi_{V,i} =$	76 W	
Volumen prostorije	$V_{int} =$	11,565 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$\Phi_{RH,i} =$	61 W	
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	5,53 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$\Phi_{HL,i} =$	261 W	
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	1,5 h ⁻¹		Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koefficient zaštitenosti	$e_i =$	0,02		Prozori, balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTNI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} =$	124,337 W	
1.1) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} =$	2,1519 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$		
		m	m	m ²	W/m ² ·K	-	W/K		
prozor	JZ	0,8	1	-0,8	1,15	1	0,92		
vanjski zid	JZ	1,975	2,9	4,928	0,25	1	1,2319		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						2,1519			
1.2) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} =$	0,553 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$		
		m	m	m ²	W/m ² ·K	-	W/K		
pod	horiz.	-	-	5,53	0,3	0,3333	0,553		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						0,553			
1.3) Stacionarni koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} =$	0 W/K	
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} =$	1,9002 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
		m	m	m ²	W/m ² ·K	-	W/K		
unutarnji zid-soba	JI	2,675	2,9	7,7575	0,5	0,1481	0,5746		
vrata-hodnik	SI	0,7	2,1	-1,4700	2	0,1481	0,4356		
unutarnji zid-hodnik	SI	1,975	2,9	4,2575	0,5	0,1481	0,3154		
unutarnji zid-kuhinja	SZ	2,675	2,9	7,7575	0,5	0,1481	0,5746		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						1,9002			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} =$	75,6197 W	
2.1) Koefficient ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} =$	2,8007 W/K	
V_i	8,3326	m ³ /h		$V_{inf,i}$	$V_{su,j} \cdot f_{v,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{v,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		0,9252	7,407407	0	20	0,148148	50
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} =$	60,83 W	
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
5,53	11								

Oznaka prostorije			1.5/2.5		Koefficienti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C	Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$\Phi_{T,i} =$	136 W			
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C	Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5	$\Phi_{V,i} =$	74 W			
Volumen prostorije	$V_{int} =$	21,52 m ³	Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$\Phi_{RH,i} =$	112 W			
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	10,17 m ²	Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$\Phi_{HL,i} =$	322 W			
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5 h ⁻¹	Pod prema tlu	PT=	0,3					
Faktor izloženosti	$e_k =$	1	Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5					
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹	Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3					
Koefficient zaštićenosti	$e_i =$	0,02	Prozori, balkonska vrata	P=	1,15					
Korekcijski faktor za visinu	$e_i =$	1	Vrata vanjska	VRV=	1,85					
			Vrata unutarnja	VRU=	2					
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI						$\Phi_{T,i} = 136,007 \text{ W}$				
1.1) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu						$H_{T,ie} = 5,2503 \text{ W/K}$				
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K			
vanjski zid	SZ	1,625	2,9	4,7125	0,25	1	1,1781			
prozor	JZ	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,104			
vanjski zid	JZ	2,8	2,9	7,16	0,25	1	1,790			
vanjski zid	JL	1,625	2,9	4,7125	0,25	1	1,178			
-	-	-	-	-	-	-	-			
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						5,2503				
1.2) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu						$H_{T,iue} = 0,6631 \text{ W/K}$				
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K			
pod	horiz.	-	-	10,17	0,3	0,2174	0,663098			
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						0,6631				
1.3) Stacionarni koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu						$H_{T,ig} = 0 \text{ W/K}$				
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w						
-	-	-	-	-						
1.4) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature						$H_{T,ij} = 0 \text{ W/K}$				
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K			
-	-	-	-	-	-	-	-			
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						0				
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI						$\Phi_{V,i} = 73,8125 \text{ W}$				
2.1) Koefficient ventilacijskih toplinskih gubitaka						$H_{V,i} = 3,2092 \text{ W/K}$				
V_i	9,54798696	m ³ /h		$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$	
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h	
c_p	1005	J/kgK		1,7219	7,826087	0	18	0,086957	90	
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA						$\Phi_{RH,i} = 111,843 \text{ W}$				
A_i	f_{RH}									
m ²	W/m ²									
10,1675	11									

Oznaka prostorije			1.6			Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{Tm}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)			TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C	Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$\Phi_{T,i} =$	204 W			
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C	Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5	$\Phi_{v,i} =$	83 W			
Volumen prostorije	$V_{int} =$	24,06 m ³	Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$\Phi_{RH,i} =$	127 W			
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	11,54 m ²	Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$\Phi_{HL,i} =$	414 W			
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5 h ⁻¹ (-1)	Pod prema tlu	PT=	0,3					
Faktor izloženosti	$e_k =$	1	Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5					
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹ (-1)	Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3					
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,03	Prozori, balkonska vrata	P=	1,15					
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1	Vrata vanjska	VRV=	1,85					
			Vrata unutarnja	VRU=	2					
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI						$\Phi_{T,i} =$		204,313 W		
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu						$H_{T,ie} =$		7,5955 W/K		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K			
balkonska vrata	JZ	0,8	2,2	-1,76	1,15	1	2,024			
vanjski zid	JZ	2,525	2,9	5,5625	0,25	1	1,3906			
prozor	Jl	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,1040			
vanjski zid	Jl	4,1	2,9	10,93	0,25	1	2,7325			
vanjski zid	Sl	0,475	2,9	1,3775	0,25	1	0,3444			
-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-			
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						7,596				
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu						$H_{T,iue} =$		1,2877 W/K		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K			
unutarnji zid	Sl	2,425	2,9	7,0325	0,35	0,2174	0,5351			
pod	horiz.	-	-	11,54	0,3	0,2174	0,7526			
-	-	-	-	-	-	-	-			
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						1,2877				
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu						$H_{T,ig} =$		0 W/K		
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w						
-	-	-	-	-						
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature						$H_{T,ij} =$		0 W/K		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K			
-	-	-	-	-	-	-	-			
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						0				
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI						$\Phi_{v,i} =$		82,8166 W		
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka						$H_{v,i} =$		3,6007 W/K		
V_i	10,7127	m ³ /h	$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{v,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{v,i}$	$V_{su,i}$		
ρ	1,204	kg/m ³	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h		
c_p	1005	J/kgK	2,8866	7,826087	0	18	0,086957	90		
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA						$\Phi_{RH,i} =$		126,94 W		
A_i	f_{RH}									
m ²	W/m ²									
11,54	11									

	Naziv prostorije	Transmisijski gubici topline	Ventilacijski gubici topline	Toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja	Toplinsko opterećenje
		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
		W	W	W	W
1. STAN	1.1-hodnik	47	4	75	126
	1.2_1.3-kuhinja,dnevni	284	226	244	753
	1.4-kupaonica	124	76	61	261
	1.5-spavaća soba	136	74	112	322
	1.6-spavaća soba	204	83	127	414
2. STAN	2.1-hodnik	47	4	75	126
	2.2_2.3-kuhinja,dnevni	284	226	244	753
	2.4-kupaonica	124	76	61	261
	2.5-spavaća soba	136	74	112	322
	2.6-spavaća soba	204	83	127	414
	UKUPNO	1590	925	1237	3752

PRVI KAT

STAN 3 i 4

Oznaka prostorije		3.1/4.1		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$			Vanjski zidovi	VZ = 0,25			$\Phi_{T,i} = 36 \text{ W}$	
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e = -3 \text{ }^\circ\text{C}$			Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG = 0,5			$\Phi_{V,i} = 4 \text{ W}$	
Volumen prostorije	$V_{int} = 14,4948 \text{ m}^3$			Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN = 0,35			$\Phi_{RH,i} = 75 \text{ W}$	
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i = 6,8544 \text{ m}^2$			Pod prema grijanom stanu	PGS = 0,5			$\Phi_{HL,i} = 116 \text{ W}$	
Broj izmjena zraka	$n_{min} = 0,5 \text{ h}^{-1}$			Pod prema tlu	PT = 0,3				
Faktor izloženosti	$e_k = 1$			Strop prema grijanom stanu	SGS = 0,5				
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} = 2 \text{ h}^{-1}$			Strop prema potkrovlju	SPTK = 0,3				
Koeficijent zaštićenosti	$e_i = 0,01$			Prozori, balkonska vrata	P = 1,15				
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i = 1$			Vrata vanjska	VRV = 1,85				
				Vrata unutarnja	VRU = 2				
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI								$\Phi_{T,i} = 35,9494 \text{ W}$	
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu								$H_{T,ie} = 0 \text{ W/K}$	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m^2	U_k $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$							0		
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu								$H_{T,iue} = 1,5630 \text{ W/K}$	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m^2	U_k $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K		
vanjska vrata	SI	1	2,1	-2,1	1,85	0,2174	0,8446		
unutarnji zid	SI	2,625	2,85	5,3813	0,35	0,2174	0,4094		
unutarnji zid	JI	1,425	2,85	4,0613	0,35	0,2174	0,3090		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$							1,5630		
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu								$H_{T,ig} = 0 \text{ W/K}$	
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature								$H_{T,ij} = 0 \text{ W/K}$	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m^2	U_k $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$							0		
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI								$\Phi_{V,i} = 4,48219 \text{ W}$	
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka								$H_{V,i} = 0,1949 \text{ W/K}$	
V_i	0,579792	m^3/h		$V_{inf,i}$	$V_{su,i} + f_{v,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{v,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m^3		m^3/h	m^3/h	m^3/h	$^\circ\text{C}$	-	m^3/h
c_p	1005	J/kgK		0,579792	0	0	20	0	0
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA								$\Phi_{RH,i} = 75,3982 \text{ W}$	
A_i	f_{RH}								
m^2	W/m^2								
6,85438	11								

Oznaka prostorije	3.2 3.3/4.2 4.3	Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE		
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int}= 20 \text{ }^\circ\text{C}$	Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$\Phi_{T,i}= 247 \text{ W}$			
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e= -3 \text{ }^\circ\text{C}$	Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5	$\Phi_{V,i}= 226 \text{ W}$			
Volumen prostorije	$V_{int}= 47,6585 \text{ m}^3$	Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$\Phi_{RH,i}= 244 \text{ W}$			
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i= 22,14 \text{ m}^2$	Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$\Phi_{HL,i}= 717 \text{ W}$			
Broj izmjena zraka	$n_{min}= 1,5 \text{ h}^{-1}$	Pod prema tlu	PT=	0,3				
Faktor izloženosti	$e_k= 1$	Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5				
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50}= 2 \text{ h}^{-1}$	Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3				
Koeficijent zaštićenosti	$e_i= 0,03$	Prozori,balkonska vrata	P=	1,15				
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i= 1$	Vrata vanjska	VRV=	1,85				
		Vrata unutarnja	VRU=	2				
1) PROJEKTNI TRANSMISIJSKI GUBICI				$\Phi_{T,i}= 247,473 \text{ W}$				
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu				$H_{T,ie}= 10,7597 \text{ W/K}$				
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m^2	U_k $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K	
balkonska vrata	SZ	1,4	2,1	-2,94	1,15	1	3,381	
vanjski zid	SZ	4,5	2,85	9,885	0,25	1	2,47125	
vanjski zid	JZ	2,675	2,85	7,62375	0,25	1	1,906	
vanjski zid	SZ	1,025	2,85	2,92125	0,25	1	0,730	
prozor	JZ	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,104	
vanjski zid	JZ	1,975	2,85	4,66875	0,25	1	1,167	
-	-	-	-	-	-	-	-	
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k)=$					10,75969			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu				$H_{T,iue}= 0 \text{ W/K}$				
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m^2	U_k $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K	
-	-	-	-	-	-	-	-	
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u)=$					0			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu				$H_{T,ig}= 0 \text{ W/K}$				
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w				
-	-	-	-	-				
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature				$H_{T,ij}= 0 \text{ W/K}$				
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m^2	U_k $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K	
-	-	-	-	-	-	-	-	
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij})=$					0			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI				$\Phi_{V,i}= 225,715 \text{ W}$				
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka				$H_{V,i}= 9,8137 \text{ W/K}$				
V_i	29,1973	m^3/h	$V_{inf,i}$	$V_{su,i} + f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m^3	m^3/h	m^3/h	m^3/h	$^\circ\text{C}$	-	m^3/h
c_p	1005	J/kgK	5,719022	23,47826	0	18	0,086957	270
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA				$\Phi_{RH,i}= 243,54 \text{ W}$				
A_i	f_{RH}							
m^2	W/m^2							
22,14	11							

Oznaka prostorije		3.4/4.4		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	24 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$\Phi_{T,i} =$	108 W	
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5	$\Phi_{V,i} =$	76 W	
Volumen prostorije	$V_{int} =$	11,565 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$\Phi_{RH,i} =$	61 W	
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	5,53 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$\Phi_{HL,i} =$	244 W	
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	1,5 h ⁻¹		Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,02		Prozori, balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} =$	108,007 W	
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} =$	2,1272 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
prozor	JZ	0,8	1	-0,8	1,15	1	0,92		
vanjski zid	JZ	1,975	2,85	4,829	0,25	1	1,2072		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						2,1272			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} =$	0 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						0			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} =$	0 W/K	
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} =$	1,8731 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
unutarnji zid-soba	JL	2,675	2,85	7,6238	0,5	0,1481	0,5647		
vrata-hodnik	SI	0,7	2,1	-1,4700	2	0,1481	0,4356		
unutarnji zid-hodnik	SI	1,975	2,85	4,1588	0,5	0,1481	0,3081		
unutarnji zid-kuhinja	SZ	2,675	2,85	7,6238	0,5	0,1481	0,5647		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						1,8731			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} =$	75,6197 W	
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} =$	2,8007 W/K	
V_i	8,3326	m ³ /h	$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$	
ρ	1,204	kg/m ³	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h	
c_p	1005	J/kgK	0,9252	7,4074	0	20	0,1481	50	
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} =$	60,83 W	
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
5,53	11								

Oznaka prostorije		3.5/4.5		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25		$\Phi_{T,i} =$	119 W
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5		$\Phi_{V,i} =$	74 W
Volumen prostorije	$V_{int} =$	21,5238 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35		$\Phi_{RH,i} =$	112 W
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	10,1675 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5		$\Phi_{HL,i} =$	305 W
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5 h ⁻¹ (-1)		Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹ (-1)		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,02		Prozori,balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTNI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} = 119,016 \text{ W}$		
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} = 5,1746 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
vanjski zid	SZ	1,625	2,85	4,6313	0,25	1	1,1578		
prozor	JZ	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,104		
vanjski zid	JZ	2,8	2,85	7,02	0,25	1	1,755		
vanjski zid	JL	1,625	2,85	4,6313	0,25	1	1,158		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						5,1746			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} = 0 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						0			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} = 0 \text{ W/K}$		
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} = 0 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						0			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} = 73,8125 \text{ W}$		
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} = 3,2092 \text{ W/K}$		
V_i	9,547986957	m ³ /h		$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{v,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{v,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		1,7219	7,826087	0	18	0,086957	90
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} = 111,843 \text{ W}$		
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
10,1675	11								

Oznaka prostorije		3.6/4.6		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$\Phi_{T,i} =$	185 W	
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5	$\Phi_{V,i} =$	83 W	
Volumen prostorije	$V_{int} =$	24,0552 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$\Phi_{RH,i} =$	127 W	
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	11,54 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$\Phi_{HL,i} =$	395 W	
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5 h ⁻¹ (-1)		Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹ (-1)		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,03		Prozori, balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTNI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} =$	184,75 W	
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} =$	7,5068 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
balkonska vrata	JZ	0,8	2,2	-1,76	1,15	1	2,024		
vanjski zid	JZ	2,525	2,85	5,4363	0,25	1	1,3591		
prozor	JL	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,1040		
vanjski zid	JL	4,1	2,85	10,725	0,25	1	2,6813		
vanjski zid	SI	0,475	2,85	1,3538	0,25	1	0,3384		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						7,507			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} =$	0,5259 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K		
unutarnji zid	SI	2,425	2,85	6,9113	0,35	0,2174	0,5259		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						0,5259			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} =$	0 W/K	
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} =$	0 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						0			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} =$	82,8166 W	
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} =$	3,6007 W/K	
V_i	10,71271096	m ³ /h		$V_{in,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{v,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		2,886624	7,826087	0	18	0,086957	90
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} =$	126,94 W	
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
11,54	11								

	Naziv prostorije	Transmisijski gubici topline	Ventilacijski gubici topline	Toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja	Toplinsko opterećenje
		$\Phi_{\tau,i}$	$\Phi_{v,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
		W	W	W	W
3. STAN	3.1-hodnik	36	4	75	116
	3.2_3.3-kuhinja,dnevni	247	226	244	717
	3.4-kupaonica	108	76	61	244
	3.5-spavaća soba	119	74	112	305
	3.6-spavaća soba	185	83	127	395
4. STAN	4.1-hodnik	36	4	75	116
	4.2_4.3-kuhinja,dnevni	247	226	244	717
	4.4-kupaonica	108	76	61	244
	4.5-spavaća soba	119	74	112	305
	4.6-spavaća soba	185	83	127	395
	UKUPNO	1390	925	1237	3552

DRUGI KAT

STAN 5 i 6

Oznaka prostorije		5.1/6.1		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20	°C	Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$\Phi_{T,i} =$	36 W	
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3	°C	Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5	$\Phi_{V,i} =$	4 W	
Volumen prostorije	$V_{int} =$	14,4948	m ³	Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$\Phi_{RH,i} =$	75 W	
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	6,8544	m ²	Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$\Phi_{HL,i} =$	116 W	
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5	h ⁻¹	Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2	h ⁻¹	Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,01		Prozori,balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTNI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} =$	35,9494 W	
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} =$	0 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						0			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} =$	1,5630 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$		
vanjska vrata	SI	1	2,1	-2,1	1,85	0,2174	0,8446		
unutarnji zid	SI	2,625	2,85	5,3813	0,35	0,2174	0,4094		
unutarnji zid	JI	1,425	2,85	4,0613	0,35	0,2174	0,3090		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						1,5630			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} =$	0 W/K	
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} =$	0 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina	visina	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						0			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} =$	4,48219 W	
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} =$	0,1949 W/K	
V_i	0,5798	m ³ /h	$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$	
ρ	1,204	kg/m ³	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h	
c_p	1005	J/kgK	0,579792	0	0	20	0	0	
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} =$	75,3982 W	
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
6,85438	11								

Oznaka prostorije		5.2 5.3/6.2 6.3		Koefficienti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25		$\Phi_{T,i} =$	247 W
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5		$\Phi_{V,i} =$	226 W
Volumen prostorije	$V_{int} =$	47,6585 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35		$\Phi_{RH,i} =$	244 W
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	22,14 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5		$\Phi_{HL,i} =$	717 W
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	1,5 h ⁻¹		Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koefficient zaštićenosti	$e_i =$	0,03		Prozori,balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} =$		247,473 W
1.1) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} =$		10,7597 W/K
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
balkonska vrata	SZ	1,4	2,1	-2,94	1,15	1	3,381		
vanjski zid	SZ	4,5	2,85	9,885	0,25	1	2,47125		
vanjski zid	JZ	2,675	2,85	7,62375	0,25	1	1,906		
vanjski zid	SZ	1,025	2,85	2,92125	0,25	1	0,730		
prozor	JZ	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,104		
vanjski zid	JZ	1,975	2,85	4,66875	0,25	1	1,167		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						10,75969			
1.2) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} =$		0 W/K
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						0			
1.3) Stacionarni koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} =$		0 W/K
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koefficient transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} =$		0 W/K
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						0			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} =$		225,715 W
2.1) Koefficient ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} =$		9,8137 W/K
V_i	29,1973	m ³ /h		$V_{infi,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		5,719022	23,47826	0	18	0,086957	270
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} =$		243,54 W
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
22,14	11								

Oznaka prostorije		5.4/6.4		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	24	°C	Vanjski zidovi	VZ=	0,25		$\Phi_{T,i} =$	108 W
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3	°C	Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5		$\Phi_{V,i} =$	76 W
Volumen prostorije	$V_{int} =$	11,565	m ³	Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35		$\Phi_{RH,i} =$	61 W
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	5,53	m ²	Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5		$\Phi_{HL,i} =$	244 W
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	1,5	h ⁻¹	Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2	h ⁻¹	Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,02		Prozori,balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTNI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} = 108,007 \text{ W}$		
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} = 2,1272 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
prozor	JZ	0,8	1	-0,8	1,15	1	0,92		
vanjski zid	JZ	1,975	2,85	4,829	0,25	1	1,2072		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						2,1272			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} = 0 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						0			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} = 0 \text{ W/K}$		
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} = 1,8731 \text{ W/K}$		
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
unutarnji zid-soba	JL	2,675	2,85	7,6238	0,5	0,1481	0,5647		
vrata-hodnik	SI	0,7	2,1	-1,4700	2	0,1481	0,4356		
unutarnji zid-hodnik	SI	1,975	2,85	4,1588	0,5	0,1481	0,3081		
unutarnji zid-kuhinja	SZ	2,675	2,85	7,6238	0,5	0,1481	0,5647		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						1,8731			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} = 75,6197 \text{ W}$		
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} = 2,8007 \text{ W/K}$		
V_i	8,33	m ³ /h		$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{v,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{v,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		0,9252	7,407407	0	20	0,148148	50
3) TOPLINA ZA ZAGRIVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} = 60,83 \text{ W}$		
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
5,53	11								

Oznaka prostorije		5.5/6.5		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE		
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25		$\Phi_{T,i} =$	119 W	
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5		$\Phi_{V,i} =$	74 W	
Volumen prostorije	$V_{int} =$	21,5238 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35		$\Phi_{RH,i} =$	112 W	
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	10,1675 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5		$\Phi_{HL,i} =$	305 W	
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5 h ⁻¹ (-1)		Pod prema tlu	PT=	0,3				
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5				
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹ (-1)		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3				
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,02		Prozori,balkonska vrata	P=	1,15				
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85				
				Vrata unutarnja	VRU=	2				
1) PROJEKTNI TRANSMISIJSKI GUBICI								$\Phi_{T,i} =$	119,016 W	
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu								$H_{T,ie} =$	5,1746 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K			
vanjski zid	SZ	1,625	2,85	4,6313	0,25	1	1,1578			
prozor	JZ	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,104			
vanjski zid	JZ	2,8	2,85	7,02	0,25	1	1,755			
vanjski zid	JL	1,625	2,85	4,6313	0,25	1	1,158			
-	-	-	-	-	-	-	-			
						$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$	5,1746			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu								$H_{T,iue} =$	0 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K			
-	-	-	-	-	-	-	-			
						$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$	0			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu								$H_{T,ig} =$	0 W/K	
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w						
-	-	-	-	-						
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature								$H_{T,ij} =$	0 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K			
-	-	-	-	-	-	-	-			
						$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$	0			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI								$\Phi_{V,i} =$	73,8125 W	
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka								$H_{V,i} =$	3,2092 W/K	
V_i	9,547986957	m ³ /h	$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$		
ρ	1,204	kg/m ³	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h		
c_p	1005	J/kgK	1,7219	7,826087	0	18	0,086957	90		
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA								$\Phi_{RH,i} =$	111,843 W	
A_i	f_{RH}									
m ²	W/m ²									
10,1675	11									

Oznaka prostorije		5.6/6.6		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20	°C	Vanjski zidovi	VZ=	0,25	$\Phi_{T,i} =$	185 W	
Projektna vanjska temp.	$\Theta_e =$	-3	°C	Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5	$\Phi_{V,i} =$	83 W	
Volumen prostorije	$V_{int} =$	24,0552	m ³	Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35	$\Phi_{RH,i} =$	127 W	
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	11,54	m ²	Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5	$\Phi_{HL,i} =$	395 W	
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5	h ⁻¹ (-1)	Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2	h ⁻¹ (-1)	Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,03		Prozori, balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI							$\Phi_{T,i} =$	184,75 W	
1.1) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu							$H_{T,ie} =$	7,5068 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
balkonska vrata	JZ	0,8	2,2	-1,76	1,15	1	2,024		
vanjski zid	JZ	2,525	2,85	5,4363	0,25	1	1,3591		
prozor	JL	0,8	1,2	-0,96	1,15	1	1,1040		
vanjski zid	JL	4,1	2,85	10,725	0,25	1	2,6813		
vanjski zid	SI	0,475	2,85	1,3538	0,25	1	0,3384		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$						7,507			
1.2) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu							$H_{T,iue} =$	0,5259 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K		
unutarnji zid	SI	2,425	2,85	6,9113	0,35	0,2174	0,5259		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_u) =$						0,5259			
1.3) Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu							$H_{T,ig} =$	0 W/K	
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature							$H_{T,ij} =$	0 W/K	
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$						0			
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI							$\Phi_{V,i} =$	82,8166 W	
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka							$H_{V,i} =$	3,6007 W/K	
V_i	10,71271096	m ³ /h		$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		2,886624	7,826087	0	18	0,086957	90
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA							$\Phi_{RH,i} =$	126,94 W	
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
11,54	11								

	Naziv prostorije	Transmisijski gubici topline	Ventilacijski gubici topline	Toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja	Toplinsko opterećenje
		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
		W	W	W	W
5. STAN	5.1-hodnik	36	4	75	116
	5.2_5.3-kuhinja,dnevni	247	226	244	717
	5.4-kupaonica	108	76	61	244
	5.5-spavaća soba	119	74	112	305
	5.6-spavaća soba	185	83	127	395
6. STAN	6.1-hodnik	36	4	75	116
	6.2_6.3-kuhinja,dnevni	247	226	244	717
	6.4-kupaonica	108	76	61	244
	6.5-spavaća soba	119	74	112	305
	6.6-spavaća soba	185	83	127	395
	UKUPNO	1390	925	1237	3552

POTKROVLJE

STAN e.2 i e.3

Oznaka prostorije		e.2/e.3		Koeficijenti prolaza topline (+ $\Delta U_{TM}=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)				TOP. OPTEREĆENJE	
Projektna unutarnja temp.	$\Theta_{int} =$	20 °C		Vanjski zidovi	VZ=	0,25		$\Phi_{T,i} =$	559 W
Projektna vanjska temp.	$\Theta_{e} =$	-3 °C		Unutarnji zid sa grijanim prostorom	UZG=	0,5		$\Phi_{V,i} =$	323 W
Volumen prostorije	$V_{int} =$	73,1076 m ³		Unutarnji zid sa negrijanim prostorom	UZN=	0,35		$\Phi_{RH,i} =$	658 W
Površina poda (1/2 zidova)	$A_i =$	59,7913 m ²		Pod prema grijanom stanu	PGS=	0,5		$\Phi_{HL,i} =$	1540 W
Broj izmjena zraka	$n_{min} =$	0,5 h ⁻¹ (-1)		Pod prema tlu	PT=	0,3			
Faktor izloženosti	$e_k =$	1		Strop prema grijanom stanu	SGS=	0,5			
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	$n_{50} =$	2 h ⁻¹ (-1)		Strop prema potkrovlju	SPTK=	0,3			
Koeficijent zaštićenosti	$e_i =$	0,03		Prozori, balkonska vrata	P=	1,15			
Korekcijski faktor za visinu	$\epsilon_i =$	1,2		Vrata vanjska	VRV=	1,85			
				Vrata unutarnja	VRU=	2			
1) PROJEKTI TRANSMISIJSKI GUBICI								$\Phi_{T,i} =$	559,336 W
1.1) Koeficijent transmisivnog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu								$H_{T,ie} =$	24,1016 W/K
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K		
vanjski zid	SZ	-	-	5,5357	0,25	1	1,3839		
vanjski zid	JL	-	-	11,0069	0,25	1	2,7517		
vanjski zid	SZ	-	-	5,2056	0,25	1	1,301		
krov_1	horiz.	-	-	35,4249	0,25	1	8,856		
krov_2	horiz.	-	-	22,0613	0,25	1	5,5153		
krov_3	horiz.	-	-	13,1129	0,25	1	3,278		
pod	horiz.	-	-	4,0589	0,25	1	1,015		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot e_k) =$							24,1016		
1.2) Koeficijent transmisivnog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu								$H_{T,iue} =$	0,2174 W/K
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	bu -	$A_k \cdot U_k \cdot bu$ W/K		
vanjska vrata	SI	1	2,1	-2,1	1,85	0,2174	0,8446		
unutarnji zid	SI	2,625	2,85	5,4	0,35	0,2174	0,4094		
unutarnji zid	JL	1,425	2,85	4,1	0,35	0,2174	0,3090		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot bu) =$							1,5630		
1.3) Stacionarni koeficijent transmisivnog gubitka od grijanog prostora prema tlu								$H_{T,ig} =$	0 W/K
f_{g1}	f_{g2}	A_k	$U_{equiv,k}$	G_w					
-	-	-	-	-					
1.4) Koeficijent transmisivnog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature								$H_{T,ij} =$	0 W/K
Građevinski element	str.svijeta	dužina m	visina m	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	f_{ij} -	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ W/K		
-	-	-	-	-	-	-	-		
$\Sigma(A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) =$							0		
2) VENTILACIJSKI TOPLINSKI GUBICI								$\Phi_{V,i} =$	323,389 W
2.1) Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka								$H_{V,i} =$	14,0604 W/K
V_i	41,8318	m ³ /h		$V_{inf,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,i}$	$V_{mech,inf,i}$	$\vartheta_{su,i}$	$f_{V,i}$	$V_{su,i}$
ρ	1,204	kg/m ³		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	°C	-	m ³ /h
c_p	1005	J/kgK		10,52749	31,30435	0	18	0,086957	360
3) TOPLINA ZA ZAGRIJAVANJE ZBOG PREKIDA GRIJANJA								$\Phi_{RH,i} =$	657,704 W
A_i	f_{RH}								
m ²	W/m ²								
59,7913	11								

	Naziv prostorije	Transmisijski gubici topline	Ventilacijski gubici topline	Toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja	Toplinsko opterećenje
		$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
		W	W	W	W
POTKROVLJE	e.2	559	323	658	1540
	e.3	559	323	658	1540
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	UKUPNO	1118	646	1316	3080

Prilog 2 - Proračun toplinskog opterećenja prema smjernici VDI 2078

Projekt: Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade

Toplinski dobici

K1 Prizemlje \ S1 Stan		P1 Predsoblje											
Tip prostora	M - srednje	a (m)										5,64	
Orijentacija	nor. - normalno	b (m)										1,00	
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57	
Datum	21. Lipanj	V (m ³)										14,49	
T		4,30 O (m ²)										45,41	
		Ap (m)										5,64	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		91	91	91	91	91	91	91	102	171	164	166	167
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)		79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		170	172	172	174	176	177	178	178	91	91	91	91

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 178 (W) u 19 sati.

K1 Prizemlje \ S1 Stan		P2 Dnevni boravak/kuhinja											
Tip prostora	M - srednje	a (m)										18,54	
Orijentacija	Z - zapadno	b (m)										1,00	
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57	
Datum	21. Lipanj	V (m³)										47,65	
T		4,30 O (m²)										137,52	
		Ap (m)										18,54	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	357	368	376	385
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	240	219	225	230
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		1	-3	-8	-15	-16	-11	-3	8	14	19	25	27
Zračenje (W)		0	0	0	0	12	22	34	43	54	63	81	131
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		60	56	51	44	55	70	90	180	724	728	766	832
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)		391	395	400	403	408	412	418	423	0	0	0	0
Rasvjeta (W)		237	243	245	251	255	258	261	263	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		30	34	36	38	37	38	36	29	23	17	15	13
Zračenje (W)		175	303	449	681	822	695	313	27	0	0	0	0
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		892	1034	1189	1432	1581	1462	1087	801	82	76	74	72

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 1581 (W) u 17 sati.

K1 Prizemlje \ S1 Stan		P3 Spavaća soba											
Tip prostora	M - srednje	a (m)										8,38	
Orijentacija	JZ - jugo - zapadno	b (m)										1,00	
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57	

Datum	21. Lipanj			V (m ³)			21,54					
T				4,30	O (m ²)			64,97				
				Ap (m)			8,38					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	16	14	12	10	8	8	9	10	10	10	10	12
Zračenje (W)	0	0	0	0	3	5	8	10	13	16	27	73
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	43	41	39	37	38	40	44	58	130	126	139	188
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	12	14	16	17	18	20	21	20	21	20	20	19
Zračenje (W)	112	232	268	244	165	79	20	1	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	230	354	392	371	295	212	155	135	48	47	47	46

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 392 (W) u 15 sati.

K1 Prizemlje \ S1 Stan		P4 Spavaća soba										
Tip prostora	M - srednje	a (m)	9,36									
Orijentacija	J - jug	b (m)	1,00									
Tip zračenja	ukupno	c (m)	2,57									
Datum	21. Lipanj	V (m ³)	24,06									
T			4,30									
			O (m ²)	71,97								
		Ap (m)		9,36								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sus. prostorije (W)	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	4	0	- 5	- 9	- 10	- 7	0	6	12	16	19	24
Zračenje (W)	0	0	0	0	14	55	130	219	279	283	243	240
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	56	52	47	43	56	100	182	288	423	424	389	392
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	28	30	36	39	39	39	37	31	23	18	16	13
Zračenje (W)	251	454	515	465	316	154	41	1	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	410	617	684	639	492	331	217	171	75	70	68	65

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 684 (W) u 15 sati.

K1 Prizemlje \ S2 Stan		P1 Predsoblje											
Tip prostora	M - srednje											a (m)	5,64
Orijentacija	nor. - normalno											b (m)	1,00
Tip zračenja	ukupno											c (m)	2,57
Datum	21. Lipanj											V (m ³)	14,49
T												O (m ²)	45,41
												Ap (m)	5,64
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		91	91	91	91	91	91	91	102	171	164	166	167
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	170	172	172	174	176	177	178	178	91	91	91	91

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 178 (W) u 19 sati.

K1 Prizemlje \ S2 Stan		P2 Dnevni boravak/kuhinja											
Tip prostora	M - srednje	a (m)										18,54	
Orijentacija	S - sjeverno	b (m)										1,00	
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57	
Datum	21. Lipanj	V (m ³)										47,65	
T		4,30 O (m ²)										137,52	
		Ap (m)										18,54	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	357	368	376	385
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	240	219	225	230
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		- 13	- 17	- 22	- 28	- 29	- 22	- 14	- 3	5	11	17	22
Zračenje (W)		0	0	0	0	68	181	229	191	117	79	82	84
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		46	42	37	31	98	218	274	317	778	736	759	780
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)		391	395	400	403	408	412	418	423	0	0	0	0
Rasvjeta (W)		237	243	245	251	255	258	261	263	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		27	32	36	36	34	34	30	21	12	4	1	- 1
Zračenje (W)		88	93	200	452	669	624	297	26	0	0	0	0
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		802	822	940	1201	1425	1387	1065	792	71	63	60	58

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 1425 (W) u 17 sati.

K1 Prizemlje \ S2 Stan		P3 Spavaća soba											
Tip prostora	M - srednje	a (m)										8,38	
Orijentacija	I - istočno	b (m)										1,00	
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57	
Datum	21. Lipanj	V (m ³)										21,54	
T		4,30 O (m ²)										64,97	
		Ap (m)										8,38	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		8	5	4	3	1	1	3	4	5	5	6	9
Zračenje (W)		0	0	0	0	59	164	203	158	76	32	28	26
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		35	32	31	30	87	192	233	200	188	137	136	138
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)		79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		10	13	16	16	16	18	17	15	15	13	12	11
Zračenje (W)		25	22	19	15	12	8	4	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		141	143	143	141	140	139	135	129	42	40	39	38

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 233 (W) u 7 sati.

K1 Prizemlje \ S2 Stan		P4 Spavaća soba										
Tip prostora	M - srednje	a (m)										9,36
Orijentacija	Jl - jugo - istočno	b (m)										1,00
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57

Datum	21. Lipanj				V (m ³)				24,06			
T	4,30				O (m ²)				71,97			
					Ap (m)				9,36			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 1	- 6	- 10	- 13	- 15	- 10	- 3	3	8	13	17	23
Zračenje (W)	0	0	0	0	117	345	489	489	394	312	245	155
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	51	46	42	39	154	387	538	555	534	450	389	306
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	27	30	36	38	38	37	34	28	20	14	11	9
Zračenje (W)	91	69	58	46	34	23	12	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	249	232	227	219	209	198	185	167	72	66	63	61

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 555 (W) u 8 sati.

K2 Prvi kat \ S3 Stan		P1 Predsoblje										
Tip prostora	M - srednje	a (m)	5,64									
Orijentacija	nor. - normalno	b (m)	1,00									
Tip zračenja	ukupno	c (m)	2,57									
Datum	21. Lipanj	V (m ³)	14,49									
T	4,30		O (m ²)	45,41								
			Ap (m)	5,64								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	63	63	63	63	63	63	63	74	143	136	138	139
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	142	144	144	146	148	149	150	150	63	63	63	63

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 150 (W) u 19 sati.

K2 Prvi kat \ S3 Stan		P2 Dnevni boravak/kuhinja											
Tip prostora	M - srednje											a (m)	19,05
Orijentacija	Z - zapadno											b (m)	1,00
Tip zračenja	ukupno											c (m)	2,57
Datum	21. Lipanj											V (m ³)	48,96
T												4,30 O (m ²)	141,15
												Ap (m)	19,05
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	357	368	376	385
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	240	219	225	230
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		0	-5	-8	-15	-16	-11	-4	7	14	18	25	27
Zračenje (W)		0	0	0	0	12	22	34	43	54	63	81	131
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		0	-5	-8	-15	-4	11	30	120	665	668	707	773

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	391	395	400	403	408	412	418	423	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	237	243	245	251	255	258	261	263	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	30	34	36	37	36	36	35	29	21	17	14	13
Zračenje (W)	175	303	449	681	822	695	313	27	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	833	975	1130	1372	1521	1401	1027	742	21	17	14	13

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 1521 (W) u 17 sati.

K2 Prvi kat \ S3 Stan		P3 Spavaća soba										
Tip prostora	M - srednje	a (m)	8,38									
Orijentacija	JZ - jugo - zapadno	b (m)	1,00									
Tip zračenja	ukupno	c (m)	2,57									
Datum	21. Lipanj	V (m ³)	21,52									
T		4,30 O (m ²)	64,94									
		Ap (m)	8,38									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	15	13	12	9	8	8	9	10	10	10	10	12
Zračenje (W)	0	0	0	0	3	5	8	10	13	16	27	73
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	15	13	12	9	11	13	17	31	103	99	112	161
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	12	14	16	17	18	20	20	20	20	19	19	19
Zračenje (W)	112	232	268	244	165	79	20	1	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	203	327	365	344	268	185	127	108	20	19	19	19

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 365 (W) u 15 sati.

K2 Prvi kat \ S3 Stan		P4 Spavaća soba												
Tip prostora	M - srednje											a (m)	9,36	
Orijentacija	J - jug											b (m)	1,00	
Tip zračenja	ukupno											c (m)	2,57	
Datum	21. Lipanj											V (m³)	24,06	
T												4,30	O (m²)	71,97
													Ap (m)	9,36
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)		4	0	- 5	- 9	- 10	- 7	0	6	10	16	19	24	
Zračenje (W)		0	0	0	0	14	55	130	219	279	283	243	240	
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)		25	21	16	12	25	69	151	257	390	393	358	361	
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)		27	30	34	38	39	38	36	31	23	18	16	13	
Zračenje (W)		251	454	515	465	316	154	41	1	0	0	0	0	
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)		378	586	651	607	461	299	185	140	44	39	37	34	

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 651 (W) u 15 sati.

K2 Prvi kat \ S4 Stan		P1 Predsoblje											
Tip prostora	M - srednje											a (m)	5,64

Orijentacija	nor. - normalno				b (m)	1,00							
Tip zračenja	ukupno				c (m)	2,57							
Datum	21. Lipanj				V (m ³)	14,49							
T	4,30				O (m ²)	45,41							
					Ap (m)	5,64							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70	
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76	
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)	63	63	63	63	63	63	63	74	143	136	138	139	
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90	
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0	
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)	142	144	144	146	148	149	150	150	63	63	63	63	

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 150 (W) u 19 sati.

K2 Prvi kat \ S4 Stan		P2 Dnevni boravak/kuhinja												
Tip prostora	M - srednje	a (m)	19,05											
Orijentacija	S - sjeverno	b (m)	1,00											
Tip zračenja	ukupno	c (m)	2,57											
Datum	21. Lipanj	V (m ³)	48,96											
T	4,30		O (m ²)	141,15										
			Ap (m)	19,05										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		

Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	35	357	368	376	385
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	35	240	219	225	230
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 14	- 18	- 22	- 28	- 29	- 23	- 14	- 3	5	10	17	22
Zračenje (W)	0	0	0	0	68	181	229	191	117	79	82	84
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	- 14	- 18	- 22	- 28	39	158	215	258	719	676	700	721
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	391	395	400	403	408	412	418	423	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	237	243	245	251	255	258	261	263	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	27	32	36	36	33	32	29	21	11	4	1	- 1
Zračenje (W)	88	93	200	452	669	624	297	26	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	743	763	881	1142	1365	1326	1005	733	11	4	1	- 1

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 1365 (W) u 17 sati.

K2 Prvi kat \ S4 Stan				P3 Spavaća soba								
Tip prostora	M - srednje			a (m)	8,38							
Orijentacija	I - istočno			b (m)	1,00							
Tip zračenja	ukupno			c (m)	2,57							
Datum	21. Lipanj			V (m ³)	21,52							
T				4,30	O (m ²)	64,94						
					Ap (m)	8,38						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	8	5	4	2	1	1	3	4	5	5	6	9
Zračenje (W)	0	0	0	0	59	164	203	158	76	32	28	26
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ukupno (W)	8	5	4	2	60	165	206	173	161	110	109	111
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	10	13	15	16	16	18	17	15	14	12	12	11
Zračenje (W)	25	22	19	15	12	8	4	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	114	116	115	114	113	112	108	102	14	12	12	11

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 206 (W) u 7 sati.

K2 Prvi kat \ S4 Stan		P4 Spavaća soba												
Tip prostora	M - srednje											a (m)	9,36	
Orijentacija	Jl - jugo - istočno											b (m)	1,00	
Tip zračenja	ukupno											c (m)	2,57	
Datum	21. Lipanj											V (m³)	24,06	
T												4,30	O (m²)	71,97
													Ap (m)	9,36
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)		-1	-6	-10	-13	-15	-10	-4	3	7	13	17	23	
Zračenje (W)		0	0	0	0	117	345	489	489	394	312	245	155	
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)		20	15	11	8	123	356	506	524	502	419	358	275	
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	

Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	27	30	35	37	37	36	33	28	20	14	11	8
Zračenje (W)	91	69	58	46	34	23	12	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	218	201	195	187	177	166	153	136	41	35	32	29

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 524 (W) u 8 sati.

K3 Drugi kat \ S5 Stan		P1 Predsoblje												
Tip prostora	M - srednje											a (m)	5,64	
Orijentacija	nor. - normalno											b (m)	1,00	
Tip zračenja	ukupno											c (m)	2,57	
Datum	21. Lipanj											V (m ³)	14,49	
T												4,30	O (m ²)	45,41
													Ap (m)	5,64
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zračenje (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)		63	63	63	63	63	63	63	74	143	136	138	139	
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zračenje (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)		142	144	144	146	148	149	150	150	63	63	63	63	

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 150 (W) u 19 sati.

K3 Drugi kat \ S5 Stan		P2 Dnevni boravak/kuhinja											
Tip prostora	M - srednje	a (m)										19,05	
Orijentacija	Z - zapadno	b (m)										1,00	
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57	
Datum	21. Lipanj	V (m ³)										48,96	
T		4,30 O (m ²)										141,15	
		Ap (m)										19,05	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	357	368	376	385
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	240	219	225	230
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		0	-5	-8	-15	-16	-11	-4	7	14	18	25	27
Zračenje (W)		0	0	0	0	12	22	34	43	54	63	81	131
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		0	-5	-8	-15	-4	11	30	120	665	668	707	773
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)		391	395	400	403	408	412	418	423	0	0	0	0
Rasvjeta (W)		237	243	245	251	255	258	261	263	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)		30	34	36	37	36	36	35	29	21	17	14	13
Zračenje (W)		175	303	449	681	822	695	313	27	0	0	0	0
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)		833	975	1130	1372	1521	1401	1027	742	21	17	14	13

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 1521 (W) u 17 sati.

K3 Drugi kat \ S5 Stan		P3 Spavaća soba											
Tip prostora	M - srednje	a (m)										8,38	
Orijentacija	JZ - jugo - zapadno	b (m)										1,00	
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57	
Datum	21. Lipanj	V (m ³)										21,52	

T	4,30				O (m ²)				64,94			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	15	13	12	9	8	8	9	10	10	10	10	12
Zračenje (W)	0	0	0	0	3	5	8	10	13	16	27	73
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	15	13	12	9	11	13	17	31	103	99	112	161
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	12	14	16	17	18	20	20	20	20	19	19	19
Zračenje (W)	112	232	268	244	165	79	20	1	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	203	327	365	344	268	185	127	108	20	19	19	19

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 365 (W) u 15 sati.

K3 Drugi kat \ S5 Stan**P4 Spavaća soba**

Tip prostora	M - srednje	a (m)	9,36
Orijentacija	J - jug	b (m)	1,00
Tip zračenja	ukupno	c (m)	2,57
Datum	21. Lipanj	V (m ³)	24,06

T	4,30				O (m ²)				71,97			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Transmisija (W)	4	0	- 5	- 9	- 10	- 7	0	6	10	16	19	24
Zračenje (W)	0	0	0	0	14	55	130	219	279	283	243	240
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	25	21	16	12	25	69	151	257	390	393	358	361
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	27	30	34	38	39	38	36	31	23	18	16	13
Zračenje (W)	251	454	515	465	316	154	41	1	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	378	586	651	607	461	299	185	140	44	39	37	34

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 651 (W) u 15 sati.

K3 Drugi kat \ S6 Stan		P1 Predsoblje												
Tip prostora	M - srednje											a (m)	5,64	
Orijentacija	nor. - normalno											b (m)	1,00	
Tip zračenja	ukupno											c (m)	2,57	
Datum	21. Lipanj											V (m³)	14,49	
T												4,30	O (m²)	45,41
													Ap (m)	5,64
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zračenje (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)		63	63	63	63	63	63	63	74	143	136	138	139	
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	142	144	144	146	148	149	150	150	63	63	63	63

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 150 (W) u 19 sati.

K3 Drugi kat \ S6 Stan		P2 Dnevni boravak/kuhinja												
Tip prostora	M - srednje											a (m)	19,05	
Orijentacija	S - sjeverno											b (m)	1,00	
Tip zračenja	ukupno											c (m)	2,57	
Datum	21. Lipanj											V (m ³)	48,96	
T												4,30	O (m ²)	141,15
													Ap (m)	19,05
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70	
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	357	368	376	385	
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	35	240	219	225	230	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)		- 23	- 27	- 31	- 36	- 36	- 29	- 19	- 7	2	9	16	22	
Zračenje (W)		0	0	0	0	68	181	229	191	117	79	82	84	
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)		- 23	- 27	- 31	- 36	32	152	210	254	716	675	699	721	
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90	
Osobe (W)		391	395	400	403	408	412	418	423	0	0	0	0	
Rasvjeta (W)		237	243	245	251	255	258	261	263	0	0	0	0	
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sus. prostorije (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Transmisija (W)		27	32	36	36	33	31	27	17	6	- 3	- 7	- 10	
Zračenje (W)		88	93	200	452	669	624	297	26	0	0	0	0	
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ukupno (W)		743	763	881	1142	1365	1325	1003	729	6	- 3	- 7	- 10	

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 1365 (W) u 17 sati.

K3 Drugi kat \ S6 Stan		P3 Spavaća soba													
Tip prostora	M - srednje	a (m)										8,38			
Orijentacija	I - istočno	b (m)										1,00			
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57			
Datum	21. Lipanj	V (m ³)										21,52			
T		4,30										O (m ²)		64,94	
												Ap (m)		8,38	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
Vanj. temp. (°C)		16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70		
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Rasvjeta (W)		0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76		
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sus. prostorije (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Transmisija (W)		8	5	4	2	1	1	3	4	5	5	6	9		
Zračenje (W)		0	0	0	0	59	164	203	158	76	32	28	26		
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ukupno (W)		8	5	4	2	60	165	206	173	161	110	109	111		
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Unutr. temp. (°C)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
Vanj. temp. (°C)		29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90		
Osobe (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Rasvjeta (W)		79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0		
Strojevi i uređaji (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sus. prostorije (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ostalo (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Transmisija (W)		10	13	15	16	16	18	17	15	14	12	12	11		
Zračenje (W)		25	22	19	15	12	8	4	0	0	0	0	0		
Infiltracija (W)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ukupno (W)		114	116	115	114	113	112	108	102	14	12	12	11		

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 206 (W) u 7 sati.

K3 Drugi kat \ S6 Stan		P4 Spavaća soba													
Tip prostora	M - srednje	a (m)										9,36			
Orijentacija	Jl - jugo - istočno	b (m)										1,00			
Tip zračenja	ukupno	c (m)										2,57			
Datum	21. Lipanj	V (m ³)										24,06			
T		4,30										O (m ²)		71,97	

	Ap (m)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	11	80	73	75	76
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 1	- 6	- 10	- 13	- 15	- 10	- 4	3	7	13	17	23
Zračenje (W)	0	0	0	0	117	345	489	489	394	312	245	155
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	20	15	11	8	123	356	506	524	502	419	358	275
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	79	81	81	83	85	86	87	87	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	27	30	35	37	37	36	33	28	20	14	11	8
Zračenje (W)	91	69	58	46	34	23	12	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	218	201	195	187	177	166	153	136	41	35	32	29

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 524 (W) u 8 sati.

K4 Potkrovlje**P1 e.2**

Tip prostora	M - srednje	a (m)	59,79
Orijentacija	JZ - jugo - zapadno	b (m)	1,00
Tip zračenja	ukupno	c (m)	1,22
Datum	21. Lipanj	V (m ³)	73,12
T		4,30 O (m ²)	268,28
		Ap (m)	59,79

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	35	357	368	376	385
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	83	560	511	525	538
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 55	- 91	- 120	- 150	- 149	- 151	- 99	- 11	112	251	387	503
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	8	- 28	- 57	- 87	- 86	- 88	- 36	170	1092	1193	1351	1489
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	391	395	400	403	408	412	418	423	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	553	567	573	587	595	602	609	615	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	595	649	666	641	577	482	366	254	168	80	29	- 20
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	1602	1674	1702	1694	1643	1559	1456	1355	231	143	92	43

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 1702 (W) u 15 sati.

K4 Potkrovlje		P2 e.3										
Tip prostora	M - srednje	a (m)	59,79									
Orijentacija	SI - sjevero - istočno	b (m)	1,00									
Tip zračenja	ukupno	c (m)	1,22									
Datum	21. Lipanj	V (m ³)	73,12									
T		4,30	O (m ²) 268,28									
			Ap (m) 59,79									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	16,10	15,40	14,60	14,00	14,10	15,90	18,60	21,40	23,90	26,00	27,50	28,70
Osobe (W)	0	0	0	0	0	0	0	35	357	368	376	385
Rasvjeta (W)	0	0	0	0	0	0	0	83	560	511	525	538
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	- 55	- 91	- 120	- 150	- 149	- 151	- 99	- 11	112	251	387	503
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	8	- 28	- 57	- 87	- 86	- 88	- 36	170	1092	1193	1351	1489
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Unutr. temp. (°C)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Vanj. temp. (°C)	29,70	30,40	30,80	30,80	30,20	29,50	28,10	25,90	22,90	21,00	20,00	18,90
Osobe (W)	391	395	400	403	408	412	418	423	0	0	0	0
Rasvjeta (W)	553	567	573	587	595	602	609	615	0	0	0	0
Strojevi i uređaji (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prolaz materijala kroz prostoriju (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sus. prostorije (W)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Ostalo (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmisija (W)	595	649	666	641	577	482	366	254	168	80	29	- 20
Zračenje (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltracija (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno (W)	1602	1674	1702	1694	1643	1559	1456	1355	231	143	92	43

Dnevni maksimum za 21. Lipanj iznosi 1702 (W) u 15 sati.

Prilog 3 - Dimenzioniranje sustava podnog/zidnog grijanja

PRORAČUN PODNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 1													
1.1	spojne cijevi	5,64	21	0,08	-	-	-	-	125	-	-	-	-
1.2	P-1.2	10,32	38	0,08	20	6	63,6	39	402	75,8341	0,27	1,5	95,4
1.3	P-1.3	8,23	39	0,08	20	3,1	47,3	39	321	53,5028	0,19	0,77	36,5
1.4	P-1.4	2,39	88	0,01	10	3	29,9	48	115	21,6103	0,08	0,165	4,9
1.5	P-1.5	8,38	36	0,08	15	4,6	65,0	43	360	68,0973	0,24	1,2	78,04
1.6	P-1.6	9,36	42	0,08	10	3,7	101,0	48	449	82,2214	0,29	1,7	171,7
PRORAČUN ZIDNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Φostatak	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 1													
1.1	-	-8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.2	-	-6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.4	Z-1.4	96,3	45	2,25	101,25	10	6,1	34,7	20,8417	0,08	0,14	5	
1.5	-	-55,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.6	-	-54,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

PRORAČUN PODNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 2													
2.1	spojne cijevi	5,64	21	0,08	-	-	-	-	125	-	-	-	-
2.2	P-2.2	10,32	38	0,08	20	6	63,6	39	402	75,83407	0,27	1,5	95,4
2.3	P-2.3	8,23	39	0,08	20	3,1	47,3	39	321	53,50281	0,19	0,77	36,5
2.4	P-2.4	2,39	88	0,01	10	3	29,9	48	115	21,28789	0,08	0,165	4,9
2.5	P-2.5	8,38	36	0,08	15	4,6	65,0	43	360	68,09735	0,24	1,2	78,04
2.6	P-2.6	9,36	42	0,08	10	3,7	101,0	48	449	82,22135	0,29	1,7	171,7
PRORAČUN ZIDNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Φ _{ostatak}	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 2													
2.1	-	-8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.2	-	-6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.4	Z-1.4	96,3	45	2,25	101,25	10	6,1	34,7	21,16408	0,09	0,14	5	
2.5	-	-55,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.6	-	-54,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

PRORAČUN PODNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 3													
3.1	spojne cijevi	5,64	21	0,08	-	-	-	-	125	-	-	-	-
3.2	P-3.2	10,32	38	0,08	20	6	63,6	39	402	74,5186	0,26	1,5	95,4
3.3	P-3.3	8,23	39	0,08	20	3,1	47,3	39	321	52,6258	0,19	0,77	36,5
3.4	P-3.4	2,39	88	0,01	10	3	29,9	48	115	21,6103	0,08	0,165	4,9
3.5	P-3.5	8,38	36	0,08	15	4,6	65,0	43	360	68,0973	0,24	1,2	78,04
3.6	P-3.6	9,36	42	0,08	10	3,7	101,0	48	449	81,4991	0,29	1,7	171,7
PRORAČUN ZIDNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Φ _{ostatak}	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 3													
3.1	-	-8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.2	-	-6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.4	Z-3.4	96,3	45	2,25	101,25	10	6,1	34,7	20,8417	0,08	0,14	5	
3.5	-	-55,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.6	-	-54,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

PRORAČUN PODNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 4													
4.1	spojne cijevi	5,64	21	0,08	-	-	-	-	125	-	-	-	-
4.2	P-4.2	10,32	38	0,08	20	6	63,6	39	402	75,83407	0,27	1,5	95,4
4.3	P-4.3	8,23	39	0,08	20	3,1	47,3	39	321	53,50281	0,19	0,77	36,5
4.4	P-4.4	2,39	88	0,01	10	3	29,9	48	115	21,28789	0,08	0,165	4,9
4.5	P-4.5	8,38	36	0,08	15	4,6	65,0	43	360	68,09735	0,24	1,2	78,04
4.6	P-4.6	9,36	42	0,08	10	3,7	101,0	48	449	82,22135	0,29	1,7	171,7
PRORAČUN ZIDNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Φ _{ostatak}	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 4													
4.1	-	-8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.2	-	-6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.4	Z-4.4	96,3	45	2,25	101,25	10	6,1	34,7	21,16408	0,09	0,14	5	
4.5	-	-55,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4.6	-	-54,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

PRORAČUN PODNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 5													
5.1	spojne cijevi	5,64	21	0,08	-	-	-	-	125	-	-	-	-
5.2	P-5.2	10,32	38	0,08	20	6	63,6	39	402	74,5186	0,26	1,5	95,4
5.3	P-5.3	8,23	39	0,08	20	3,1	47,3	39	321	52,6258	0,19	0,77	36,5
5.4	P-5.4	2,39	88	0,01	10	3	29,9	48	115	21,6103	0,08	0,165	4,9
5.5	P-5.5	8,38	36	0,08	15	4,6	65,0	43	360	68,0973	0,24	1,2	78,04
5.6	P-5.6	9,36	42	0,08	10	3,7	101,0	48	449	81,4991	0,29	1,7	171,7
PRORAČUN ZIDNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Φ _{ostatak}	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 5													
5.1	-	-8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.2	-	-6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.4	Z-3.4	96,3	45	2,25	101,25	10	6,1	34,7	20,8417	0,08	0,14	5	
5.5	-	-55,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.6	-	-54,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

PRORAČUN PODNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 6													
6.1	spojne cijevi	5,64	21	0,08	-	-	-	-	125	-	-	-	-
6.2	P-6.2	10,32	38	0,08	20	6	63,6	39	402	75,83407	0,27	1,5	95,4
6.3	P-6.3	8,23	39	0,08	20	3,1	47,3	39	321	53,50281	0,19	0,77	36,5
6.4	P-6.4	2,39	88	0,01	10	3	29,9	48	115	21,28789	0,08	0,165	4,9
6.5	P-6.5	8,38	36	0,08	15	4,6	65,0	43	360	68,09735	0,24	1,2	78,04
6.6	P-6.6	9,36	42	0,08	10	3,7	101,0	48	449	82,22135	0,29	1,7	171,7
PRORAČUN ZIDNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Φ _{ostatak}	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 6													
6.1	-	-8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.2	-	-6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.4	Z-6.4	96,3	45	2,25	101,25	10	6,1	34,7	21,16408	0,09	0,14	5	
6.5	-	-55,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6.6	-	-54,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

PRORAČUN PODNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
e.2													
e.2a	P-e.2a	18,96	30	0,08	30	1,5	66,2	31	588	101,0717	0,36	2,4	158,9
e.2b	P-e.2b	21,05	30	0,08	30	0,5	71,2	31	653	112,213	0,40	2,95	209,9
e.2c	P-e.2c	11,42	30	0,08	30	3,5	45,1	31	354	60,85092	0,22	1	45,1

PRORAČUN PODNOG GRIJANJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
e.3													
e.3a	P-e.3a	18,96	30	0,08	30	1,5	66,2	31	588	101,0717	0,36	2,4	158,9
e.3b	P-e.3b	21,05	30	0,08	30	0,5	71,2	31	653	112,213	0,40	2,95	209,9
e.3c	P-e.3c	11,42	30	0,08	30	3,5	45,1	31	354	60,85092	0,22	1	45,1

Prilog 4 – Dimenzioniranje sustava podnog/zidnog hlađenja

PRORAČUN PODNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 1													
1.1	spojne cijevi	5,64	28	0,08	-	-	-	-	58	-	-	-	-
1.2	P-1.2	10,32	74	0,08	20	6	63,6	20	206	62,61266	0,22	1,05	66,8
1.3	P-1.3	8,23	74	0,08	20	3,1	47,3	20	165	44,25584	0,16	0,575	27,2
1.4	P-1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	P-1.5	8,38	49	0,08	15	4,6	65	22	184	58,07977	0,21	0,95	61,8
1.6	P-1.6	9,36	77	0,08	10	3,7	101	25	234	70,1027	0,25	1,25	126,3
PRORAČUN ZIDNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Φ _{ostatak}	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 1													
1.1	-	102,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.2	Z-1.2	560,7	36	6	216	10	10,7	81,4	66,5059	0,27	1,6	130,24	
1.3	-	448,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.5	-	225,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.6	Z-1.6	491,0	36	6	216	10	7,2	74,4	65,0012	0,26	1,6	119,04	

PRORAČUN PODNOG HLAĐENJA

Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 2													
2.1	spojne cijevi	5,64	32	0,08	-	-	-	-	48	-	-	-	-
2.2	P-2.2	10,32	69	0,08	20	6	63,6	20	206	64,80516	0,23	1,1	69,9
2.3	P-2.3	8,23	70	0,08	20	3,1	47,3	20	165	45,71751	0,16	0,625	29,6
2.4	P-2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	P-2.5	8,38	28	0,08	15	4,6	65	22	184	58,07977	0,21	0,95	61,8
2.6	P-2.6	9,36	59	0,08	10	3,7	101	25	234	71,30642	0,25	1,35	136,4

PRORAČUN PODNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 3													
3.1	spojne cijevi	5,64	27	0,08	-	-	-	-	58	-	-	-	-
3.2	P-3.2	10,32	74	0,08	20	6	63,6	20	206	62,61266	0,22	1,05	66,8
3.3	P-3.3	8,23	75	0,08	20	3,1	47,3	20	165	44,25584	0,16	0,575	27,2
3.4	P-3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	P-3.5	8,38	49	0,08	15	4,6	65	22	184	58,07977	0,21	0,95	61,8
3.6	P-3.6	9,36	77	0,08	10	3,7	101	25	234	70,1027	0,25	1,25	126,3
PRORAČUN ZIDNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Φ _{ostatak}	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 3													
3.1	-	92,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.2	Z-1.2	553,7	36	6	216	10	10,7	81,4	66,5059	0,27	1,6	130,24	
3.3	-	454,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.5	-	225,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.6	Z-1.6	489,0	36	6	216	10	7,2	74,4	65,0012	0,26	1,6	119,04	

PRORAČUN PODNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 4													
4.1	spojne cijevi	5,64	27	0,08	-	-	-	-	48	-	-	-	-
4.2	P-4.2	10,32	66	0,08	20	6	63,6	20	206	64,80516	0,23	1,1	69,9
4.3	P-4.3	8,23	66	0,08	20	3,1	47,3	20	165	45,71751	0,16	0,625	29,6
4.4	P-4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	P-4.5	8,38	25	0,08	15	4,6	65	22	184	58,07977	0,21	0,95	61,8
4.6	P-4.6	9,36	56	0,08	10	3,7	101	25	234	71,30642	0,25	1,35	136,4

PRORAČUN PODNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 5													
5.1	spojne cijevi	5,64	27	0,08	-	-	-	-	58	-	-	-	-
5.2	P-5.2	10,32	74	0,08	20	6	63,6	20	206	62,61266	0,22	1,05	66,8
5.3	P-5.3	8,23	75	0,08	20	3,1	47,3	20	165	44,25584	0,16	0,575	27,2
5.4	P-5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.5	P-5.5	8,38	49	0,08	15	4,6	65	22	184	58,07977	0,21	0,95	61,8
5.6	P-5.6	9,36	77	0,08	10	3,7	101	25	234	70,1027	0,25	1,25	126,3
PRORAČUN ZIDNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Φ _{ostatak}	q _{inst,z.}	A _z	Φ _{inst,z}	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _m	v	R	Δp	
-	-	W	W/m ²	m ²	W	cm	m	m	kg/h	m/s	mbar/m	mbar	
STAN 5													
5.1	-	92,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.2	Z-5.2	553,7	36	6	216	10	10,7	81,4	66,5059	0,27	1,6	130,24	
5.3	-	454,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.5	-	225,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.6	Z-5.6	489,0	36	6	216	10	7,2	74,4	65,0012	0,26	1,6	119,04	

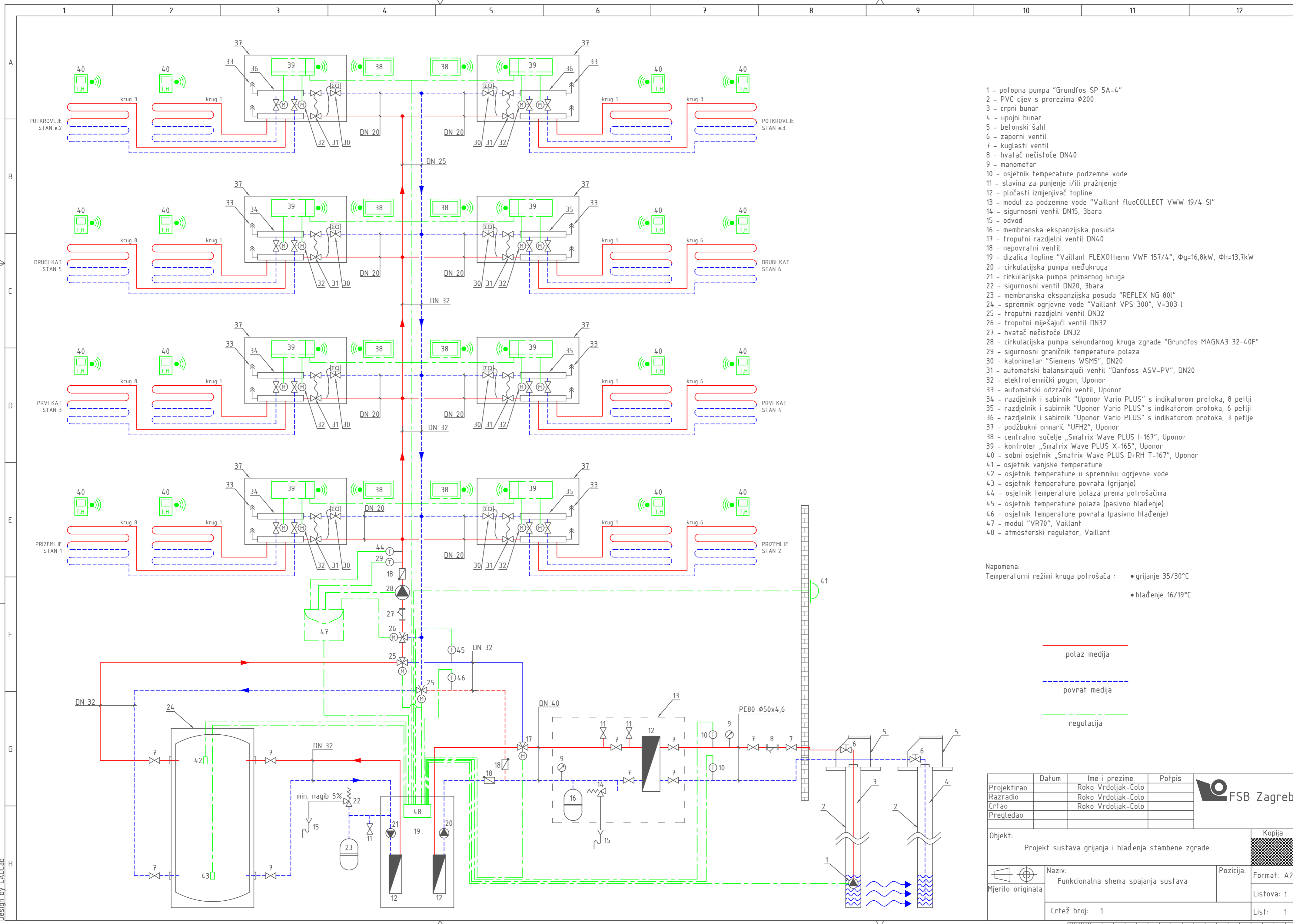
PRORAČUN PODNOG HLAĐENJA

Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
STAN 6													
6.1	spojne cijevi	5,64	27	0,08	-	-	-	-	48	-	-	-	-
6.2	P-6.2	10,32	66	0,08	20	6	63,6	20	206	64,80516	0,23	1,1	69,9
6.3	P-6.3	8,23	66	0,08	20	3,1	47,3	20	165	45,71751	0,16	0,625	29,6
6.4	P-6.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.5	P-6.5	8,38	25	0,08	15	4,6	65	22	184	58,07977	0,21	0,95	61,8
6.6	P-6.6	9,36	56	0,08	10	3,7	101	25	234	71,30642	0,25	1,35	136,4

PRORAČUN PODNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
e.2													
e.2a	P-e.2a	18,96	30	0,08	30	1,5	66,2	16	303	86,9434	0,31	1,9	125,8
e.2b	P-e.2b	21,05	30	0,08	30	0,5	71,2	16	337	96,5273	0,34	2,25	160,1
e.2c	P-e.2c	11,42	30	0,08	30	3,5	45,1	16	183	52,3449	0,19	0,75	33,8

PRORAČUN PODNOG HLAĐENJA													
Prostorija	Oznaka	Ap	q _{potreb.}	R _T	T	L _{spoj.}	L _{uk}	q _{inst,p}	Φ _{inst,p}	q _m	v	R	Δp
-	-	m ²	W/m ²	m ² K/W	cm	m	m	W/m ²	W	kg/h	m/s	mbar/m	mbar
e.3													
e.3a	P-e.3a	18,96	30	0,08	30	1,5	66,2	16	303	86,9434	0,31	1,9	125,8
e.3b	P-e.3b	21,05	30	0,08	30	0,5	71,2	16	337	96,5273	0,34	2,25	160,1
e.3c	P-e.3c	11,42	30	0,08	30	3,5	45,1	16	183	52,3449	0,19	0,75	33,8

Prilog 5 - Funkcionalna shema spajanja sustava

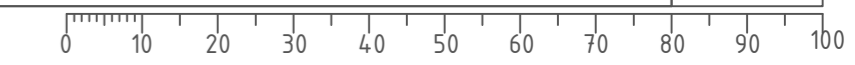


- 1 - potopna pumpa "Grundfos SP 5A-4"
- 2 - PVC cijev s prorezima Ø200
- 3 - crpni bunar
- 4 - upojni bunar
- 5 - betonski šaht
- 6 - zaporni ventil
- 7 - kuglasti ventil
- 8 - hvatač nečistoće DN40
- 9 - manometar
- 10 - osjetnik temperature podzemne vode
- 11 - slavina za punjenje i/ili pražnjenje
- 12 - pločasti izmjenjivač topline
- 13 - modul za podzemne vode "Vaillant fluoCOLLECT VWV 19/4 SI"
- 14 - sigurnosni ventil DN15, 3bara
- 15 - odvod
- 16 - membranska ekspanzijska posuda
- 17 - troputni razdjelni ventil DN40
- 18 - nepovratni ventil
- 19 - dizalica topline "Vaillant FLEXotherm VWF 157/4", Φg=16,8kW, Φh=13,7kW
- 20 - cirkulacijska pumpa međukruga
- 21 - cirkulacijska pumpa primarnog kruga
- 22 - sigurnosni ventil DN20, 3bara
- 23 - membranska ekspanzijska posuda "REFLEX NG 80l"
- 24 - spremnik ogrjevnje vode "Vaillant VPS 300", V=303 l
- 25 - troputni razdjelni ventil DN32
- 26 - troputni miješajući ventil DN32
- 27 - hvatač nečistoće DN32
- 28 - cirkulacijska pumpa sekundarnog kruga zgrade "Grundfos MAGNA3 32-40F"
- 29 - sigurnosni graničnik temperature polaza
- 30 - kalorimetar "Siemens WSM5", DN20
- 31 - automatski balansirajući ventil "Danfoss ASV-PV", DN20
- 32 - elektrotermički pogon, Uponor
- 33 - automatski odzračni ventil, Uponor
- 34 - razdjelnik i sabirnik "Uponor Vario PLUS" s indikatorom protoka, 8 petlji
- 35 - razdjelnik i sabirnik "Uponor Vario PLUS" s indikatorom protoka, 6 petlji
- 36 - razdjelnik i sabirnik "Uponor Vario PLUS" s indikatorom protoka, 3 petlji
- 37 - podžbukni ormarić "UFH2", Uponor
- 38 - centralno sučelje „Smatrix Wave PLUS I-167“, Uponor
- 39 - kontroler „Smatrix Wave PLUS X-165“, Uponor
- 40 - sobni osjetnik „Smatrix Wave PLUS D+RH T-167“, Uponor
- 41 - osjetnik vanjske temperature
- 42 - osjetnik temperature u spremniku ogrjevnje vode
- 43 - osjetnik temperature povrata (grijanje)
- 44 - osjetnik temperature polaza prema potrošačima
- 45 - osjetnik temperature polaza (pasivno hlađenje)
- 46 - osjetnik temperature povrata (pasivno hlađenje)
- 47 - modul "VR70", Vaillant
- 48 - atmosferski regulator, Vaillant

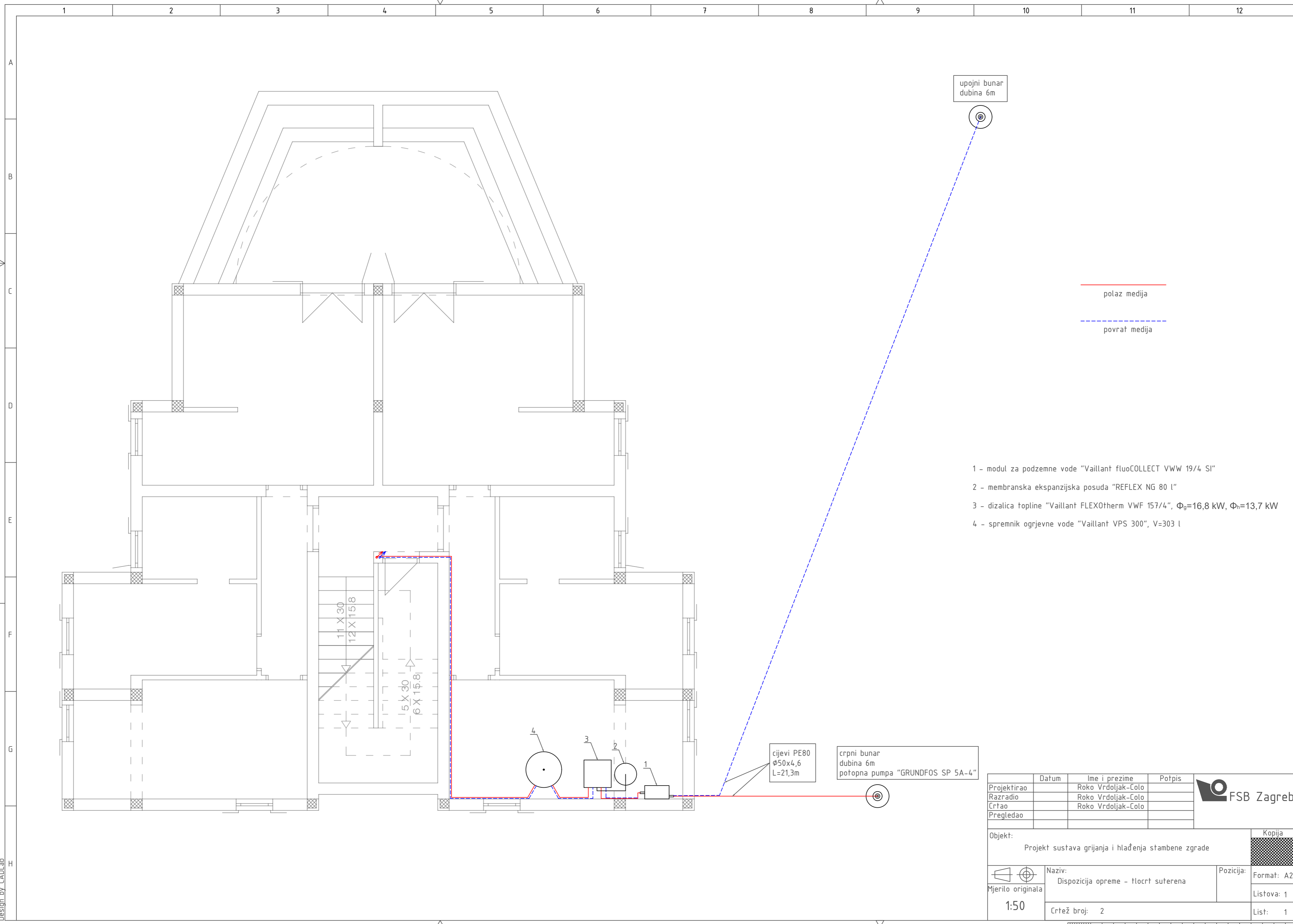
Napomena:
 Temperaturni režimi kruga potrošača : • grijanje 35/30°C
 • hlađenje 16/19°C

— polaz medija
 - - - - - povrat medija
 — regulacija

Projekтираo	Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao		Roko Vrdoljak-Colo		
Objekt: Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				Kopija
Naziv: Funkcionalna shema spajanja sustava				Format: A2
Mjerilo originala				Listova: 1
Crtež broj: 1				List: 1



Prilog 6 - Tehnički crteži kojima se definira raspored i montaža opreme



upojni bunar
dubina 6m

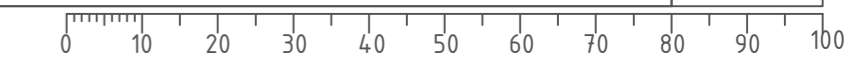
polaz medija
povrat medija

- 1 - modul za podzemne vode "Vaillant fluoCOLLECT VWV 19/4 SI"
- 2 - membranska ekspanzijska posuda "REFLEX NG 80 l"
- 3 - dizalica topline "Vaillant FLEXotherm VWF 157/4", $\Phi_g=16,8$ kW, $\Phi_h=13,7$ kW
- 4 - spremnik ogrevne vode "Vaillant VPS 300", V=303 l

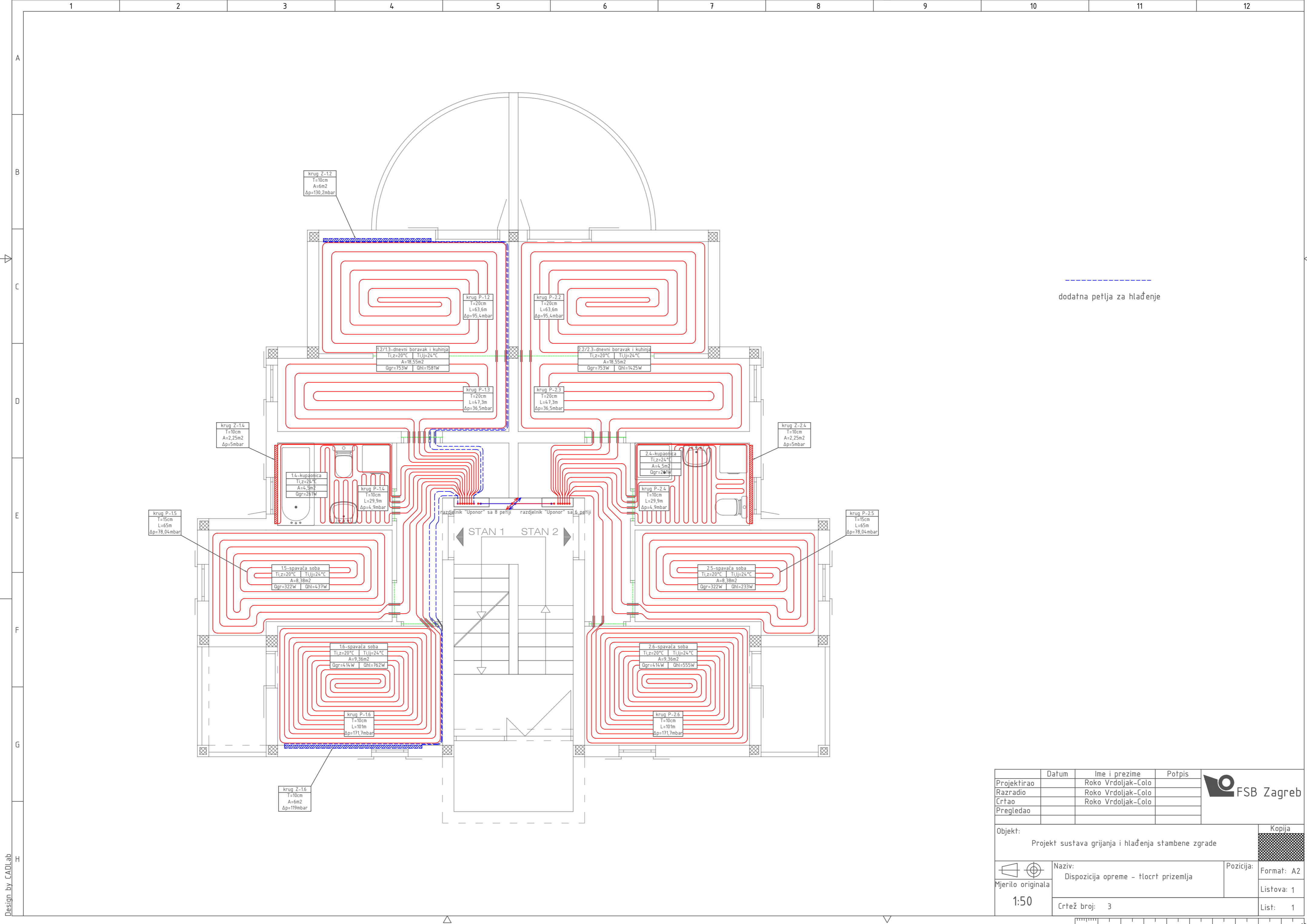
cijevi PE80
 $\phi 50 \times 4,6$
L=21,3m

crni bunar
dubina 6m
potopna pumpa "GRUNDFOS SP 5A-4"

Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao				
Objekt:				Kopija
Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				
Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija:	Format: A2
1:50	Dispozicija opreme - tlocrt suterena			Listova: 1
	Crtež broj: 2			List: 1

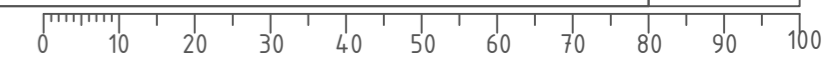


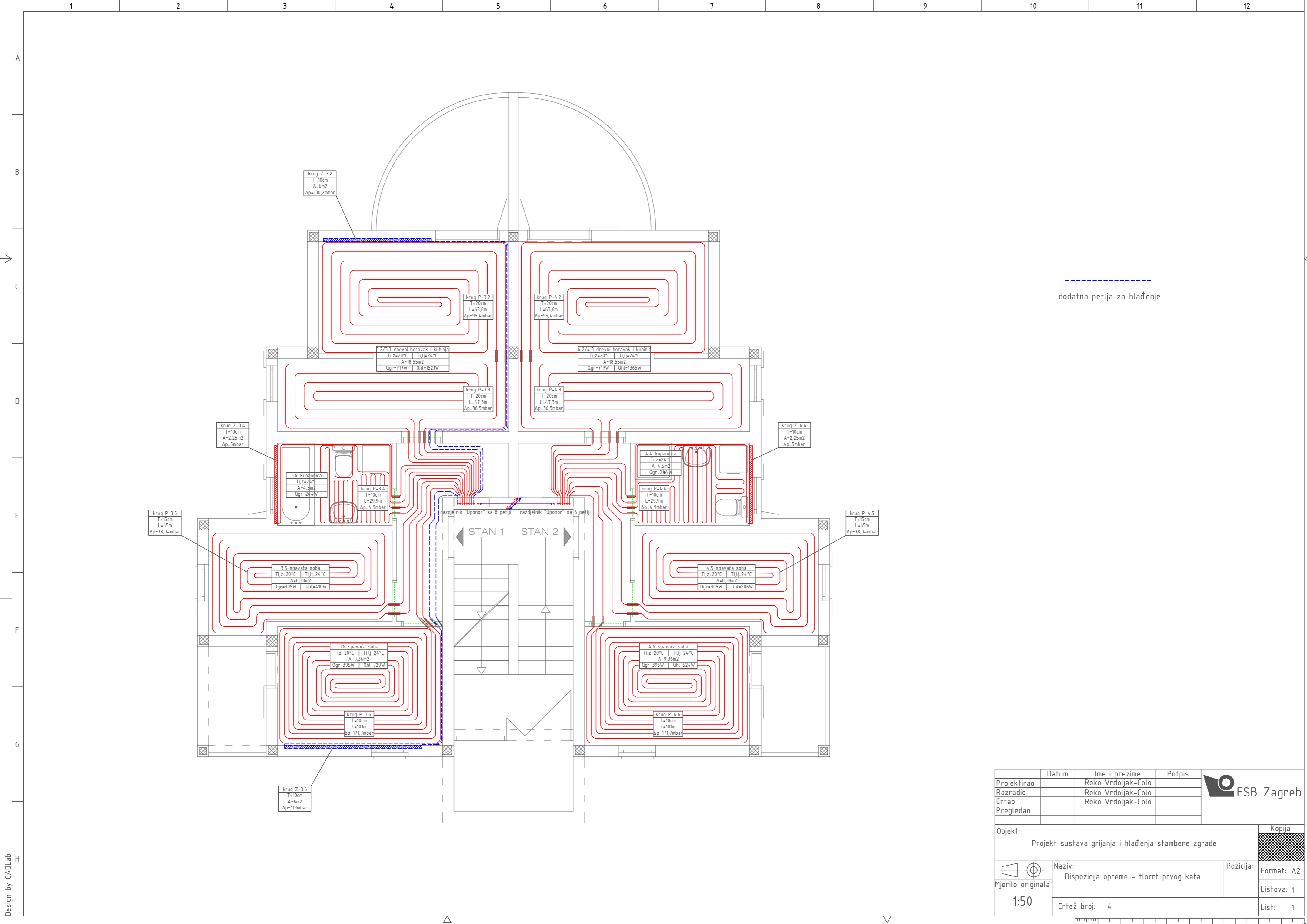
Design by CADLab



dodatna petlja za hlađenje

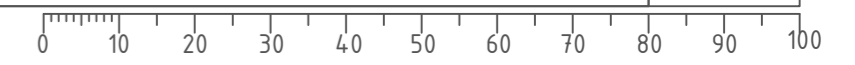
Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao				
Objekt: Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				Kopija
 Mjerilo originala	Naziv: Dispozicija opreme - tlocrt prizemlja	Pozicija:	Format: A2	
1:50	Crtež broj: 3		Listova: 1	List: 1



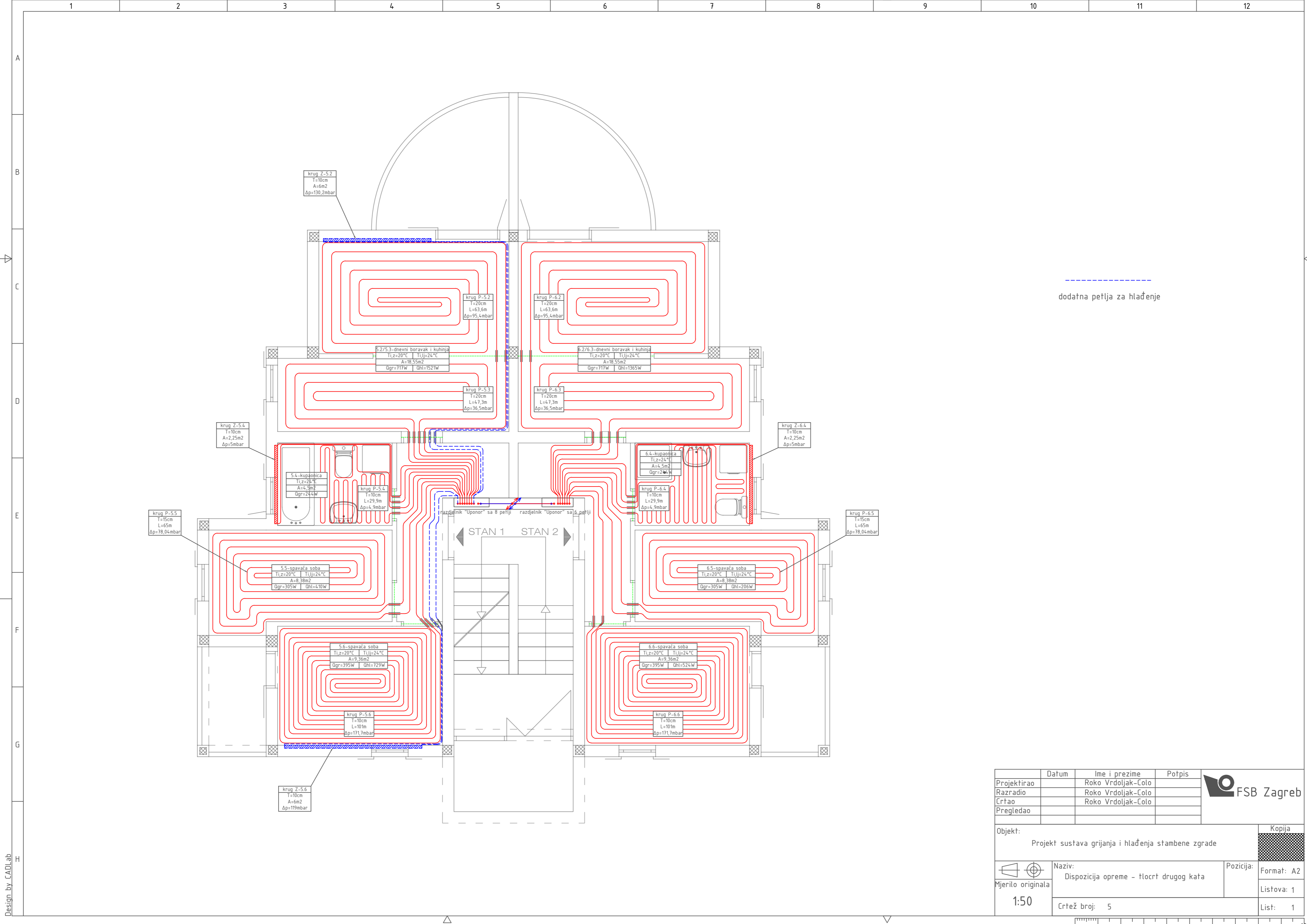


dodatna petlja za hlađenje

Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao		Roko Vrdoljak-Colo		
Objekt: Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				Kopija
 Mjerilo originala	Naziv: Dispozicija opreme - tlocrt prvog kata	Pozicija:	Format: A2	
1:50	Crtež broj: 4		Listova: 1	List: 1

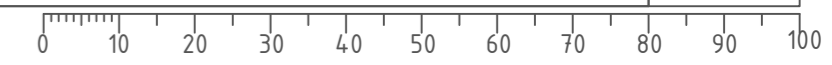


Design by CADLab

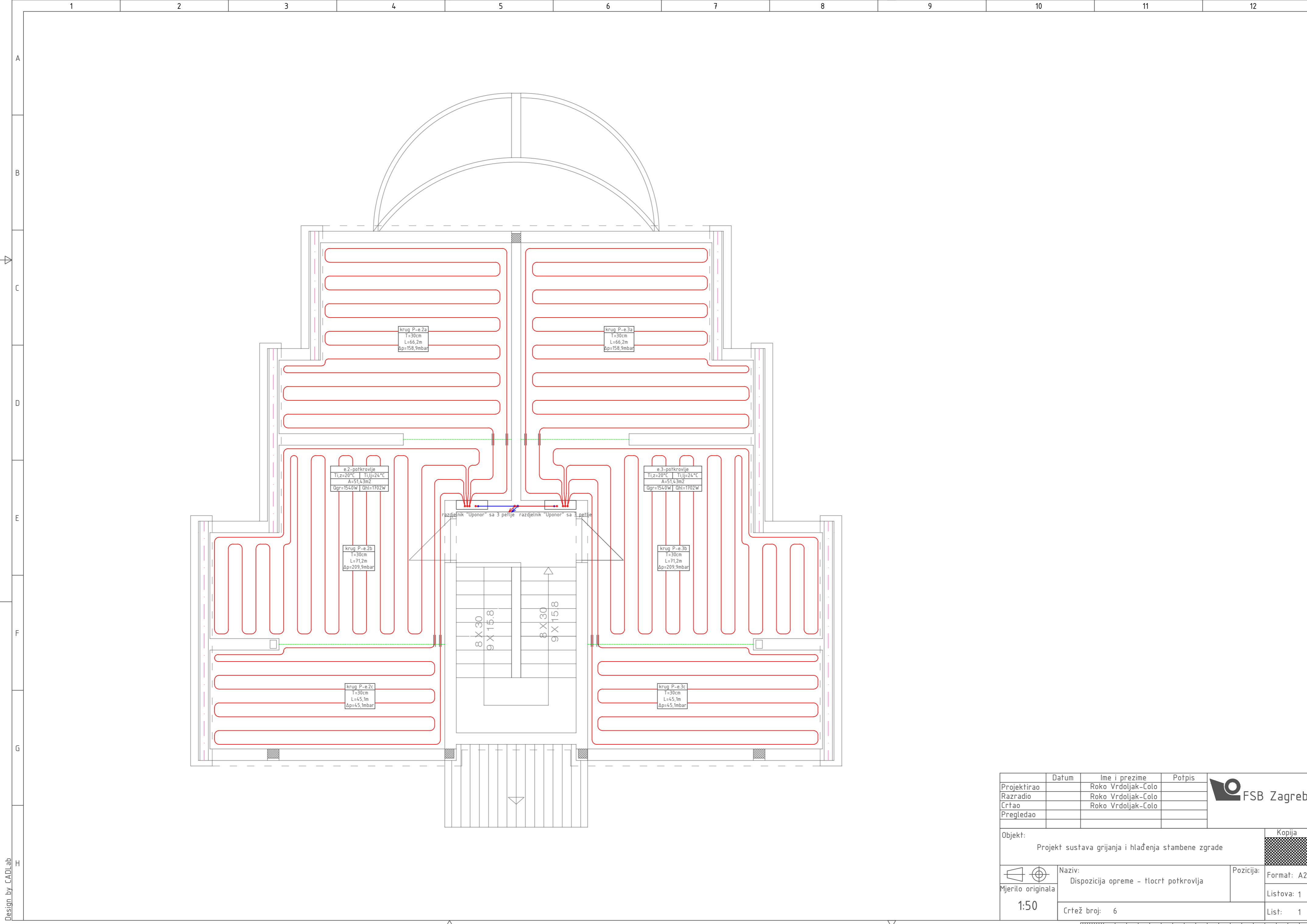


dodatna petlja za hlađenje

Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao		Roko Vrdoljak-Colo		
Objekt: Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				Kopija
Naziv: Dispozicija opreme - tlocrt drugog kata			Pozicija:	Format: A2
Mjerilo originala: 1:50			Crtež broj: 5	Listova: 1
				List: 1

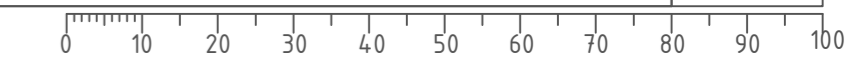


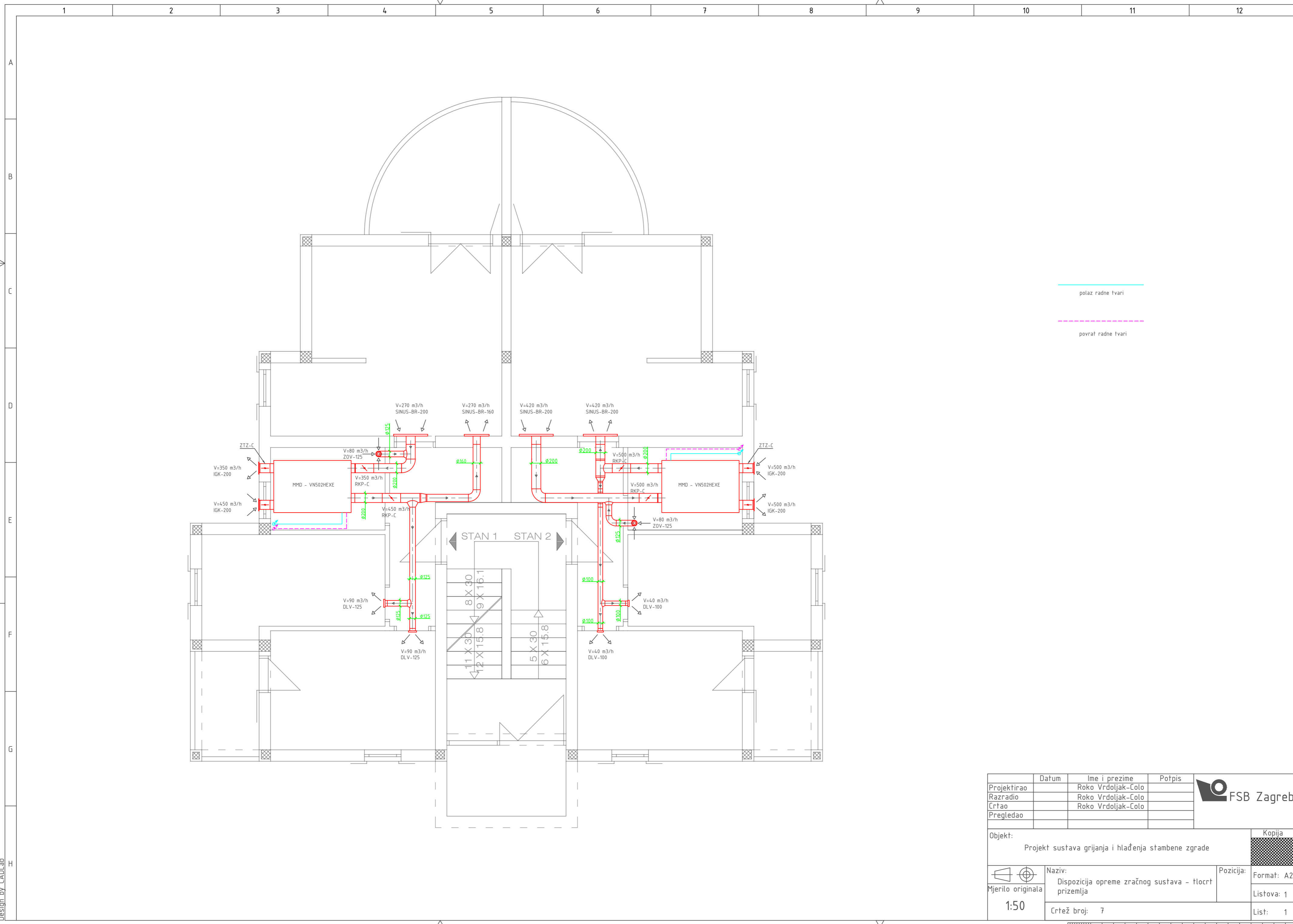
Design by CADLab



Design by CADLab

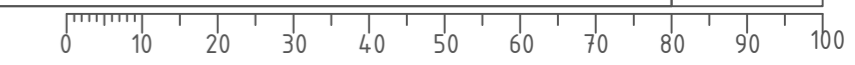
	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao		Roko Vrdoljak-Colo		
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao				
Objekt:				Kopija
Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				
 Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija:	Format: A2
	Dispozicija opreme - tlocrt potkrovlja			Listova: 1
1:50	Crtež broj: 6			List: 1



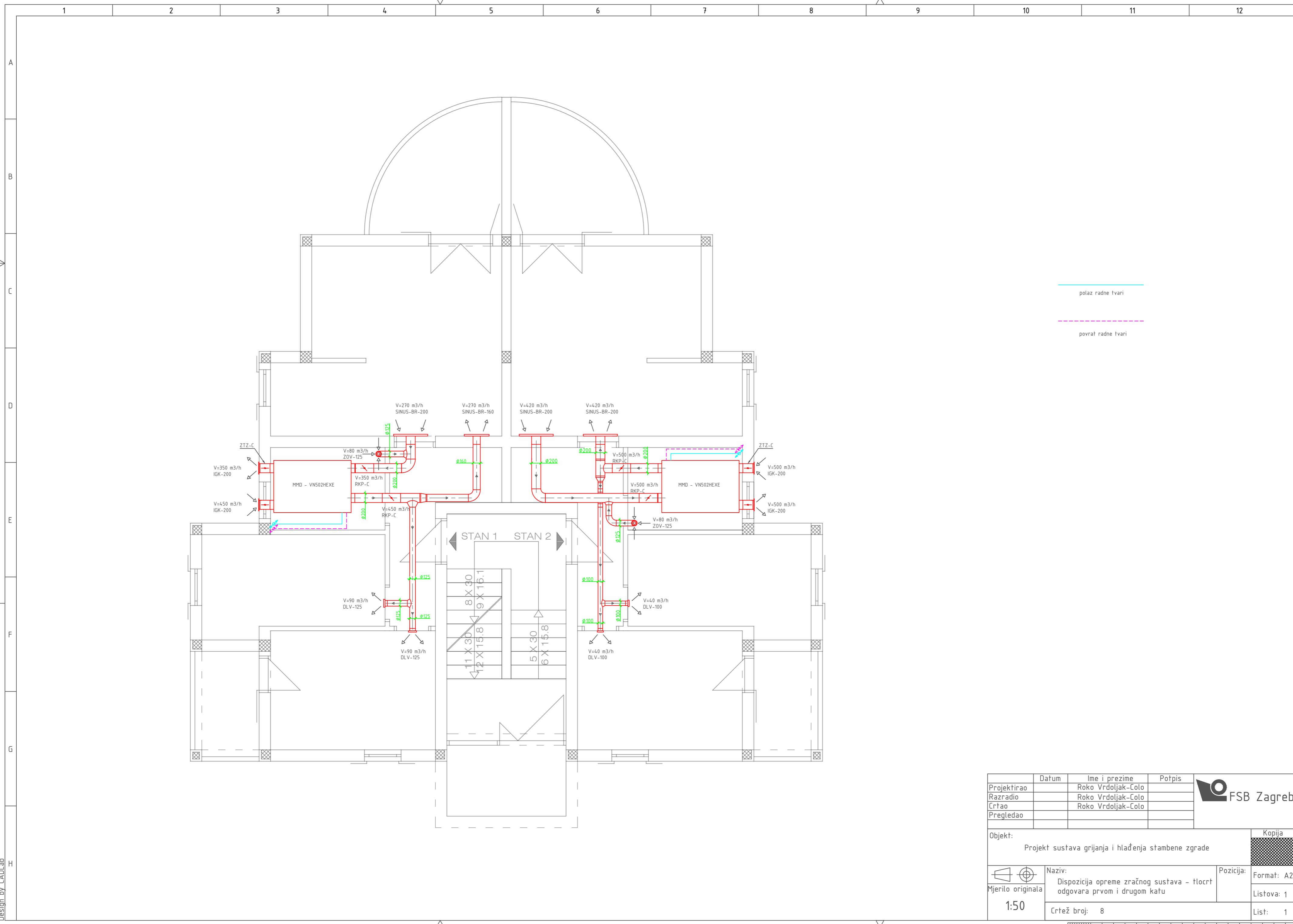


— polaz radne tvari
 - - - povrat radne tvari

Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao		Roko Vrdoljak-Colo		
Objekt:				Kopija
Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				
 Mjerilo originala 1:50	Naziv:		Pozicija:	Format: A2
	Dispozicija opreme zračnog sustava - tlocrt prizemlja			Listova: 1
Crtež broj: 7				List: 1



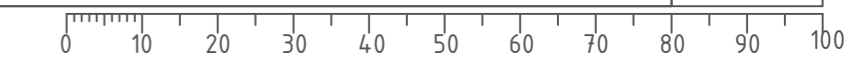
Design by CADLab



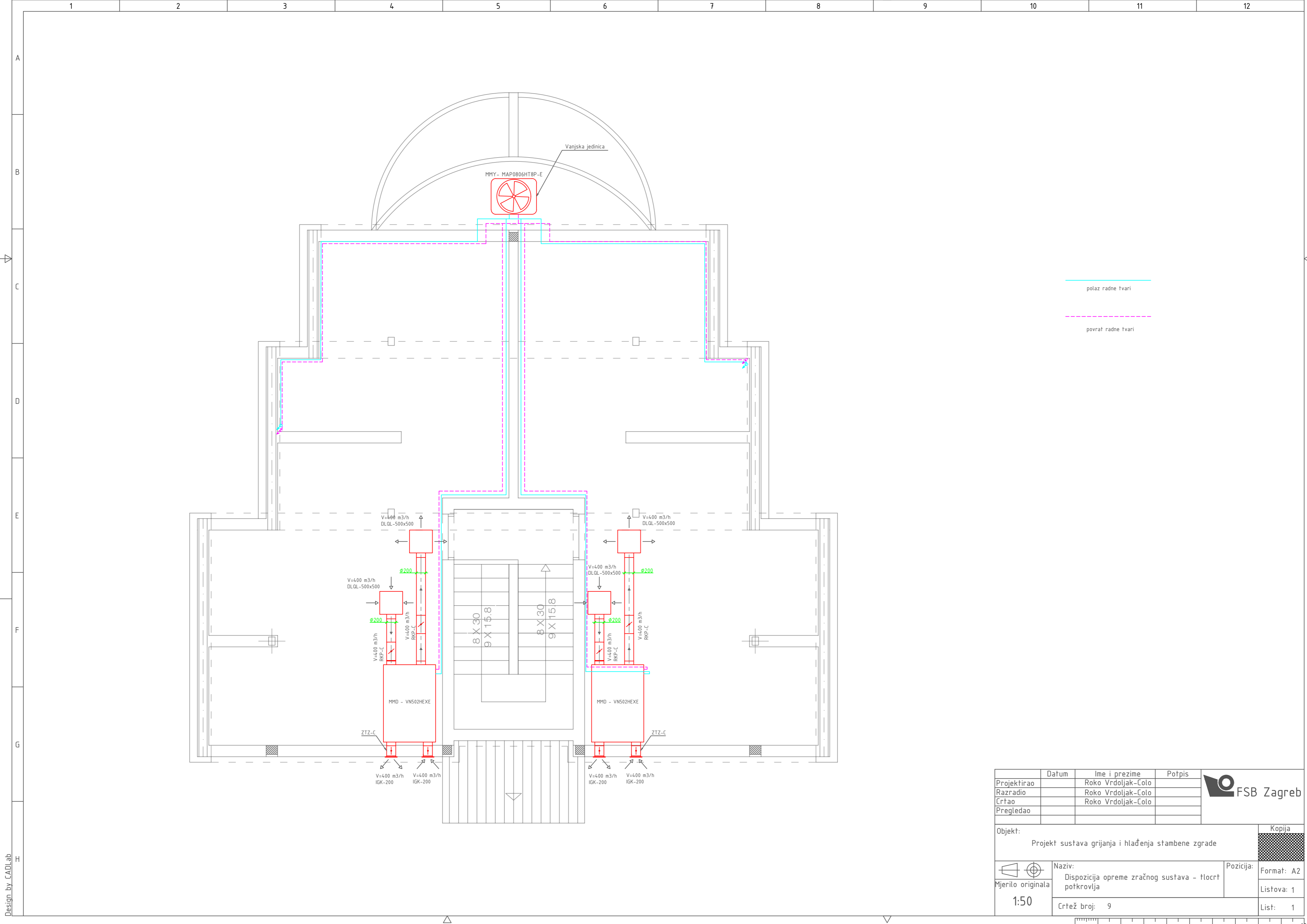
polaz radne tvari

povrat radne tvari

Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao		Roko Vrdoljak-Colo		
Objekt:				Kopija
Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				
		Naziv:	Pozicija:	Format: A2
Mjerilo originala		Dispozicija opreme zračnog sustava - tlocrt odgovara prvom i drugom katu		Listova: 1
1:50		Crtež broj: 8		List: 1



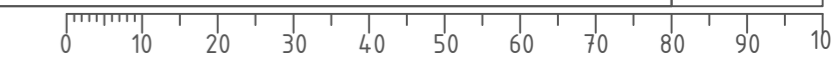
Design by CADLab



polaz radne tvari

povrat radne tvari

Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Razradio		Roko Vrdoljak-Colo		
Crtao		Roko Vrdoljak-Colo		
Pregledao		Roko Vrdoljak-Colo		
Objekt:				Kopija
Projekt sustava grijanja i hlađenja stambene zgrade				
Mjerilo originala		Naziv:		Pozicija:
1:50		Dispozicija opreme zračnog sustava - tlocrt potkrovlja		Format: A2
		Crtež broj: 9		Listova: 1
				List: 1



Design by CADLab