Projekt podnog i zidnog grijanja školske zgrade

Šanjek, David

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:769878

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

David Šanjek

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

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

Student:
David Šanjek

Zagreb, 2021.

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

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Darku Smoljanu, dipl. ing. na strpljenju i stručnim savjetima te Luki Hajsoku, mag. ing. mech. iz Daikin Hrvatska na informacijama o proizvodima te savjetima tijekom izrade završnog rada.

Također, zahvaljujem se i svojoj obitelji na omogućenom školovanju te na pruženoj podršci tijekom svih uspona i padova tijekom dosadašnjeg školovanja.

David Šanjek

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, brodostrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: **602 - 04 / 21 - 6 / 1**	
Ur.broj: **15 - 1703 - 21 -**	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **David Šanjek** Mat. br.: 0035212060

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Projekt podnog i zidnog grijanja školske zgrade**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Design of wall and floor heating for a school building**

Opis zadatka:
Potrebno je proračunati i projektirati sustav podnog i zidnog grijanja za potrebe školske zgrade površine 1400 m^2 prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Za potrebe grijanja treba predvidjeti niskotemperaturni sustav s grijanjem na dizalicu topline zrak/voda. Pripremu potrošne tople vode riješiti u izvedbi akumulacijskog sustava. Zgrada se nalazi na području grada Rijeke.

Na raspolaganju su energetski izvori:
- elektro-priključak 220/380V; 50Hz
- vodovodni priključak tlaka 5 bar

Rad treba sadržavati:
- toplinsku bilancu za zimsko razdoblje,
- hidraulički proračun cijevne mreže,
- tehničke proračune koji definiraju izbor opreme,
- tehnički opis sustava,
- funkcionalnu shemu spajanja i shemu automatske regulacije za potpuno automatski rad postrojenja,
- crteže kojima se definira raspored i montaža opreme.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
30. studenoga 2020.

Zadatak zadao:
Doc. dr. sc. Darko Smoljan

Datum predaje rada:
1. rok: 18 veljače 2021.
2. rok (izvanredni): 5. srpnja 2021.
3. rok: 23. rujna 2021.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 22.2. – 26.2.2021.
2. rok (izvanredni): 9.7.2021.
3. rok: 27.9. – 1.10.2021.

Predsjednik Povjerenstva:
V Soldo
Prof. dr. sc. Vladimir Soldo

SADRŽAJ

SADRŽAJ I
POPIS SLIKA III
POPIS TABLICA IV
POPIS PRILOGA V
POPIS OZNAKA VI
SAŽETAK IX
SUMMARY X
1.UVOD 1
1.1. Toplinska ugodnost 1
1.2. Sustavi grijanja i ogrjevna tijela 2
1.3. Opis zgrade 3
2.PRORAČUN PROJEKTNOG TOPLINSKOG OPTEREĆENJA ZA ZIMSKO RAZDOBLJE 5
2.1. Projektni transmisijski gubici topline 7
2.2. Projektni ventilacijski gubici topline 9
2.3. Projektni gubici topline zbog prekida grijanja 12
2.4. Projektni gubici topline prostorije P2 13
3.DIMENZIONIRANJE SUSTAVA GRIJANJA 18
3.1. Podno grijanje 18
3.2. Struktura poda kod podnog grijanja 22
3.3. Gustoća toplinskog toka podnog grijanja 25
3.4. Osnovna metoda toplinskih otpora 27
3.5. Općenito o dizalicama topline 30
3.6. Odabir dizalice topline u krugu grijanja 31
3.7. Odabir akumulacijskog spremnika u krugu grijanja 32
3.8. Dimenzioniranje cijevne mreže grijanja 33
3.9. Odabir pumpe u krugu grijanja 37
3.10. Odabir ekspanzijske posude u krugu grijanja 39
3.11. Električni grijači 43

4. DIMENZIONIRANJE SUSTAVA POTROŠNE TOPLE VODE (PTV) 44
4.1. Proračun potrošne tople vode (PTV) 44
4.2. Odabir dizalice topline u krugu potrošne tople vode 47
4.3. Odabir akumulacijskog spremnika u krugu potrošne tople vode 49
5. REGULACIJA 50
6. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA 51
LITERATURA 53

POPIS SLIKA

Slika 1.1. Odnos PMV i PPD indeksa [1] 2
Slika 1.2. Tlocrt prizemlja 3
Slika 1.3. Tlocrt kata 4
Slika 2.1. Sustavi ventilacije [1] 10
Slika 3.1. Razdioba temperature po visini prostorije [1] 18
Slika 3.2. Pužna petlja [9] 19
Slika 3.3. Serpentinska petlja [9] 20
Slika 3.4. Ugradnja serpetinske petlje na rešetkastu podlogu [9] 20
Slika 3.5. RAUTHERM S cijev 17x2 [9] 21
Slika 3.6. Razdjelnik s mjeračem protoka proizvođača Rehau [9] 21
Slika 3.7. Ormarić za razdjelnik [10] 22
Slika 3.8. Struktura poda kod podnog grijanja [13] 23
Slika 3.9. Izmijenjena toplina sustava podnog grijanja s obzirom na razmak cijevi [9] 24
Slika 3.10. Mreža toplinskih otpora [12] 29
Slika 3.11. Mreža ukupnih toplinskih otpora [12] 29
Slika 3.12. Shema rada dizalice topline 30
Slika 3.13. T-s dijagram ljevokretnog kružnog procesa [2] 30
Slika 3.14. Dizalica topline Daikin EWYT135B-SSA1 [6] 31
Slika 3.15. Centrometal CAS 801 [8] 32
Slika 3.16. Centrometal CAS 801 u presjeku [8] 32
Slika 3.17. Pumpa Grundfos MAGNA1 65-60 F [7] 38
Slika 3.18. Radne krivulje pumpe Grundfos MAGNA1 65-60 F [7] 39
Slika 3.19. Ekspanzijska posuda IMERA RV150 - 150l [10] 42
Slika 3.20. Električni grijač Glamox TPA 04 DT 400W [11] 43
Slika 4.1. Vanjska jedinica dizalice topline Daikin ERRQ011AY1 [6] 47
Slika 4.2. Unutarnja jedinica dizalice topline Daikin EKHBRD011ADY1 [6] 48
Slika 4.3. Akumulacijski spremnik Daikin EKHTS200AC [6] 49

POPIS TABLICA

Tablica 2.1. Unutarnje projektne temperature prostorija [4].....5
Tablica 2.2. Minimalni broj izmjena zraka prostorija [4] 6
Tablica 2.3. Ukupno toplinsko opterećenje.....17
Tablica 2.4. Minimalni broj izmjena zraka prostorija [4] 11
Tablica 2.5. Projektni transmisijski gubici topline prema vanjskom okolišu 13
Tablica 2.6. Projektni transmisijski gubici topline prema tlu.....13
Tablica 2.7. Projektna toplinska opterećenja u prizemlju 16
Tablica 2.8. Projektna toplinska opterećenja na katu.....17
Tablica 2.9. Ukupno toplinsko opterećenje.....17
Tablica 3.1. Tehnički podaci ormarića [10] 22
Tablica 3.2. Toplinski otpori podnih obloga [1] 23
Tablica 3.3. Tehnički podaci dizalice topline Daikin EWYT135B-SSA1 [6] 31
Tablica 3.4. Tehnički podaci akumulacijskog spremnika Centrometal CAS 801 [8].....32
Tablica 3.5. Dimenzioniranje cjevovoda.....36
Tablica 3.6. Kritična dionica u prizemlju.....37
Tablica 3.7. Kritična dionica na katu 38
Tablica 3.8. Ukupni pad tlaka kritične dionice kata.....38
Tablica 3.9. Ukupni volumen vode u sustavu 40
Tablica 3.10. Tehnički podaci ekspanzijske posude IMERA RV150 -150l [10].....42
Tablica 3.11. Tehnički podaci električnog grijača Glamox TPA 04 DT [11].....43
Tablica 4.1. Tehnički podaci vanjske jedinice dizalice topline Daikin ERRQ011AY1 [6].....47
Tablica 4.2. Tehnički podaci unutarnje jedinice dizalice topline Daikin EKHBRD011ADY1 [6] 48
Tablica 4.3. Tehnički podaci spremnika Daikin EKHTS200AC [6] 49

POPIS PRILOGA

Prilog A – Proračun projektnog toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje prema normi HRN EN 12831

Prilog B – Proračun podnog grijanja

Prilog C – Tlocrt prizemlja – podno grijanje

Prilog D – Tlocrt kata – podno grijanje

Prilog E – Shema spajanja i regulacije sustava grijanja i PTV-a

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
ϑ_e	°C	vanjska projektna temperatura
$\vartheta_{m,e}$	°C	srednja godišnja vanjska temperatura
$\vartheta_{int,i}$	°C	unutarnja projektna temperatura
$\vartheta_{u,i}$	°C	temperatura negrijanog prostora
$\vartheta_{su,i}$	°C	temperatura dobavnog zraka
$\phi_{T,i}$	W	projektni transmisijski gubici topline
$\phi_{V,i}$	W	projektni ventilacijski gubici topline
$\phi_{RH,i}$	W	projektni gubici topline zbog prekida grijanja
$\phi_{HL,i}$	W	ukupni projektni gubici topline
$H_{T,ie}$	W/K	koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu
$H_{T,iue}$	W/K	koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu
$H_{T,ig}$	W/K	stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu
$H_{T,ij}$	W/K	koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature
A	m^2	površina
U	W/m^2K	koeficijent prolaza topline
e_k , e_l	-	korekcijski faktor izloženosti
ψ	W/mK	linijski koeficijent prolaza topline linijskog toplinskog mosta
l_l	m	dužina linijskog toplinskog mosta
b_u	-	faktor smanjenja temperaturne razlike, uzima u obzir temperaturu negrijanog prostora i vanjsku projektnu
f_{g1}	-	korekcijski faktor za utjecaj godišnje oscilacije vanjske temperature
f_{g2}	-	faktor smanjenja temperaturne razlike, između godišnje srednje vanjske i vanjske projektne temperature
U_{eq}	W/m^2K	ekvivalentni koeficijent prolaza topline
G_w	-	korekcijski faktor za utjecaj podzemne vode
f_{ij}	-	faktor smanjenja temperaturne razlike, između temperature susjednog prostora i vanjske projektne temperature
$H_{V,i}$	W/K	koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka
V_i	m^3/h	protok zraka u grijani prostor
ρ_{zr}	kg/m^3	gustoća zraka
$c_{p,zr}$	J/kgK	specifični toplinski kapacitet zraka pri konstantnom tlaku
$V_{inf,i}$	m^3/h	maksimalni protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore
$V_{min,i}$	m^3/h	minimalni higijenski protok zraka
n_{min}	h^{-1}	minimalni broj izmjena zraka
e_i	-	koeficijent zaštićenosti

ε_i	-	korekcijski faktor za visinu
$V_{su,i}$	m^3/h	količina zraka dovođena mehaničkim sustavom ventilacije
$f_{V,i}$	-	faktor smanjenja temperaturne razlike, između temperature zraka koji se dobavlja i unutarnje projektne temperature
$V_{mech,inf,i}$	m^3/h	višak odvedenog zraka iz prostorije
V_{ex}	m^3/h	protok zraka iz prostorije uslijed eksfiltracije kroz zazore
f_{RH}	W/m^2	korekcijski faktor ovisan o vremenu zagrijavanja i pretpostavljenom padu temperature za vrijeme prekida
$\dot{m}$	kg/s	maseni protok
w	m/s	srednja brzina protoka
ρ	kg/m^3	gustoća
$p_1,\ p_2$	Pa	statički tlak
$z_1,\ z_2$	m	dinamički tlak
g	m/s^2	akceleracija sile teže
p_{din}	Pa	dinamički tlak
Δp_λ	Pa	linijski gubitak
λ	-	koeficijent trenja
L	m	duljina cijevi
Δp_ξ	Pa	lokalni gubitak
ξ	-	koeficijent lokalnog gubitka
R	Pa/m	jedinični pad tlaka
ν	m^2/s	kinematička viskoznost
η	Pa·s	dinamička viskoznost
d	m	unutarnji promjer cijevi
ε	-	relativna hrapavost
k	mm	apsolutna hrapavost
Re	-	Reynoldsov broj
$V_{n,min}$	l	minimalni volumen zatvorene ekspanzijske posude
V_e	l	volumen širenja vode
V_V	l	dodatni volumen
p_e	bar	krajnji projektni tlak
p_0	bar	primarni tlak ekspanzijske posude
V_A	l	ukupni volumen vode u sustavu
n	-	postotak širenja
$\dot{V}$	l/h	volumni protok
n_t	-	broj tuševa
φ	-	faktor istovremenosti
Φ_m	kW	maksimalna potreba za toplinskim tokom
c_w	kJ/kgK	specifični toplinski kapacitet vode
ρ_w	kg/m^3	gustoća vode
$\Delta\vartheta_w$	K	razlika temperature vode pri tuširanju i vode u vodovodu
Q	kWh	ukupna potrebna količina topline
z_B	h	broj sati pogona

$\phi_{D,PTV}$	kW	kapacitet dizalice topline potrošne tople vode
z_A	h	broj sati zagrijavanja
Q_{sprem}	kWh	kapacitet spremnika
V_{sprem}	l	volumen spremnika
ϑ_{sprem}	°C	temperatura vode u spremniku
$\vartheta_{H.W.}$	°C	temperatura vode u vodovodu
b	-	faktor dodatka zbog mrtvog prostora ispod površine spremnika
n_{50}	h^{-1}	broj izmjena zraka u prostoriji po satu pri razlici tlaka 50 Pa između prostorije i vanjskog okoliša
R_t	m^2K/W	toplinski otpor između polazne temperature ogrjevnog medija ϑ_v i prosječne temperature vodljivog sloja $\bar{\vartheta}_c$
R_z	m^2K/W	fiktivni toplinski otpor između polazne temperature ogrjevnog medija ϑ_v i prosječne temperature ogrijevnog medija
R_w	m^2K/W	toplinski otpor između fluida i stijenke cijevi
R_r	m^2K/W	toplinski otpor stijenke cijevi
R_x	m^2K/W	toplinski otpor između temperature vanjske stijenke cijevi i prosječne temperature vodljivog sloja
$\dot{m}_{H,sp}$	kg/s	maseni protok fluida u cijevi za potrebe grijanja
c	J/kgK	specifični toplinski kapacitet fluida
U_i	W/m^2K	koeficijent prolaza topline između vodljivog sloja i gornje, odnosno donje strane
ϑ_v	°C	polazna temperatura ogrjevnog medija
$\bar{\vartheta}_c$	°C	srednja temperatura vodljivog sloja
$\bar{\vartheta}_m$	°C	srednja temperatura ogrjevnog medija
q_1, q_1, q	W/m^2	gustoća toplinskog toka
α_B	-	faktor pokrivanja površine
α_U	-	faktor pokrivenosti
α_W	-	faktor razmaka između cijevi podnog grijanja
α_{WL}	-	faktor toplinske provodnosti vodljive ploče
α_K	-	korekcijski faktor kontakta
$\Delta\vartheta_H$	K	diferencijal temperature ogrjevnog medija i temperature u prostoriji
W	m	razmak između cijevi podnog grijanja
s_u	m	debljina cementnog estriha
λ_E	W/mK	toplinska provodnost cementnog estriha
D	m	vanjski promjer cijevi
$R_{\lambda,B}$	m^2K/W	toplinski otpor podne obloge
ϑ_I	°C	projektna unutarnja temperatura
ϑ_R	°C	povratna temperatura ogrjevnog medija

SAŽETAK

Tema završnog rada je projektiranje podnog i zidnog grijanja školske zgrade površine 1400 m^2 koja se nalazi na području grada Rijeke. Školska zgrada se sastoji od dvije etaže, prizemlja i kata. U svim prostorijama škole za potrebe grijanja predviđena su ogrjevna tijela podni paneli, podno grijanje s niskotemperaturnim režimom tople vode 38/32 °C. Kao izvor topline koristi se dizalica topline zrak – voda. Važno je napomenuti da se ventilacijski gubici djelomično pokrivaju predgrijavanjem vanjskog zraka prije ubacivanja u prostoriju. Proračun sustava mehaničke ventilacije nije proveden te nije dio ovog završnog rada. Također, proračun zidnog grijanja nije proveden jer nije bilo potrebe za njegovim ugrađivanjem. Prvo je pomoću računalnog programa IntegraCAD izračunato projektno toplinsko opterećenje svih prostorija i zgrade u cjelini za zimsko razdoblje prema normi HRN EN 12831. Zatim je radi usporedbe rezultata proveden „ručni“ proračun projektnog toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje jedne prostorije. Sa podacima projektnog toplinskog opterećenja svake prostorije za zimsko razdoblje je proveden proračun podnog grijanja. Nakon toga su odabrani kapacitet izvora topline koji je u ovom slučaju dizalica topline zrak – voda te spremnik vode u krugu podnog grijanja. Nadalje je odabrana pumpa te ekspanzijska posuda prema provedenim proračunima. Na kraju je prema odgovarajućim proračunima za potrebe potrošne tople vode odabrana zasebna dizalica topline zrak – voda te akumulacijski spremnik potrošne tople vode.

Proračun projektnog toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje te proračun podnog grijanja napravljeni su u računalnom programu IntegraCAD. Proračun cijevne mreže napravljen je „ručno“ u programu Excel. Crtež kojim se definira raspored i montaža opreme djelomično je napravljen u računalnom programu IntegraCAD, a djelomično u AutoCAD-u. Shema spajanja i regulacije napravljena je u AutoCAD-u.

Ključne riječi: IntegraCAD, AutoCAD, Excel, projektno toplinsko opterećenje za zimsko razdoblje, dizalica topline zrak – voda, potrošna topla voda, pumpa, ekspanzijska posuda

SUMMARY

The topic of the final work is the design of an underfloor and wall heating system for a school building of 1400 m^2 located in the city of Rijeka. The school building consists of two floors. In all rooms of the school building for heating purposes the floor heating panels are provided, underfloor heating with low temperature hot water regime 38/32 °C. Air – water heat pump is used as a heat source. It is important to note that ventilation losses are partially covered by preheating the outside air before entering rooms. The calculation of the mechanical ventilation system was not completed, and it is not part of this final work. Also, the calculation of the wall heating was not completed because there was no need to install it. First, the heat load for the winter period of all rooms and the school building was calculated according to a standard HRN EN 12831 by the computer software IntegraCAD. Then, in order to compare the results, a manual calculation of the design heat load for the winter period of one room was preformed. With the data of the heat load for the winter period of each room was calculated the underfloor heating. After that, the capacity of the heat source, which in this case is air – water heat pump and water tank in the underfloor heating circuit were selected. Furthermore, the pump and the expansion vessel were selected according to the performed calculations. In the end, for the needs of domestic hot water according to the appropriate calculations, separate air – water heat pump and storage tank for domestic hot water were selected.

The calculation of the heat load for the winter period and the calculation of the underfloor heating were made in the computer software IntegraCAD. The calculation of the pipe grid was made manually in Excel. The drawing defining the layout and assembly of the equipment was partially made in the computer software IntegraCAD, and partially in AutoCAD. The connection and the regulation scheme were made in AutoCAD.

Keywords: IntegraCAD, AutoCAD, Excel, heat load for the winter period, air – water heat pump, domestic hot water, pump, expansion vessel

1.UVOD

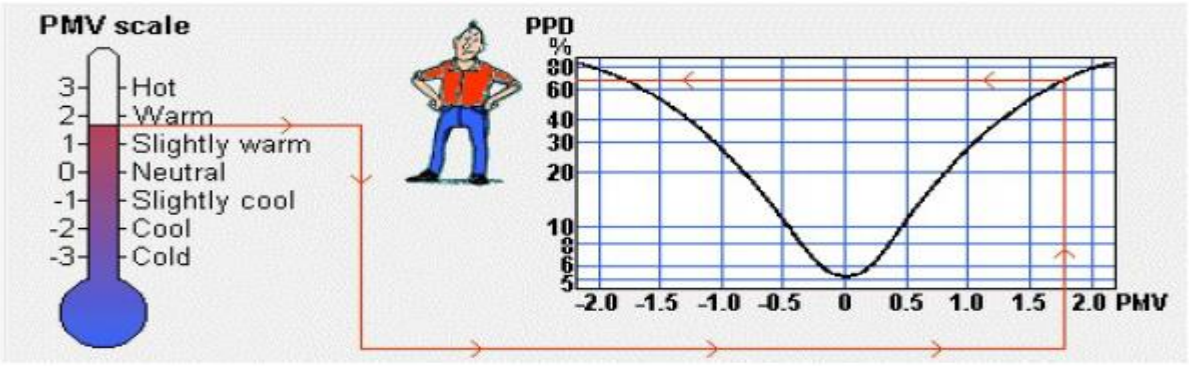
Osnovna zadaća GViK sustava, sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije je uspostavljanje i održavanje optimalnih uvjeta toplinske ugodnosti uz minimalnu moguću potrošnju energije. GViK sustavi uključuju procese: grijanje, hlađenje, ovlaživanje, odvlaživanje te ventilaciju. Od velike je važnosti da se ljudi u prostorima u kojima borave osjećaju ugodno. Povišenjem razine ugodnosti raste i produktivnost ljudi.

1.1. Toplinska ugodnost

Na razinu toplinske ugodnosti mogu utjecati različiti faktori, a neki od njih su:

1. temperatura zraka u prostoriji,
2. temperatura ploha prostorije,
3. vlažnost zraka,
4. strujanje zraka,
5. razina odjevenosti,
6. razina fizičke aktivnosti,
7. kvaliteta zraka,
8. buka,
9. namjena prostora,
10. starost osoba.

Toplinska ugodnost je rezultat zajedničkog djelovanja navedenih faktora. Tako je za različite namjene prostorija definirana i optimalna unutarnja temperatura prostorije. Razina toplinske ugodnosti se može izraziti pomoću dva indeksa: PMV i PPD. PMV, (eng. Predicted Mean Vote) predviđa subjektivno ocjenjivanje ugodnosti boravka u okolišu od strane grupe ljudi, određuje se iz složenih matematičkih izraza prema normi ISO7730. PPD, (eng. Predicted Precentage of Dissatisfied) predviđa postotak nezadovoljnih osoba, funkcija je PMV-a.



Slika 1.1. Odnos PMV i PPD indeksa [1]

1.2. Sustavi grijanja i ogrjevna tijela

Sustavi grijanje se mogu podijeliti prema ogrjevnom mediju na:

1) toplozračni sustavi,

2) zračno - vodeni sustavi,

3) toplovodni sustavi, (temperatura vode ≤ 105 °C),

4) vrelovodni sustavi, (temperatura vode > 105 °C),

5) parni sustavi.

Ogrjevno tijelo je element sustava grijanja za zagrijavanje prostora, odnosno izmjenjivač topline kojim se prenosi toplina s ogrjevnog medija, (vode, pare…) na zrak u prostoru. Postoje različite vrste ogrjevnih tijela koje se mogu podijeliti u sljedeće osnovne grupe:

1) člankasta ogrjevna tijela, (člankasti radijatori),

2) pločasta ogrjevna tijela, (pločasti radijatori, ogrjevne ploče),

3) konvektori,

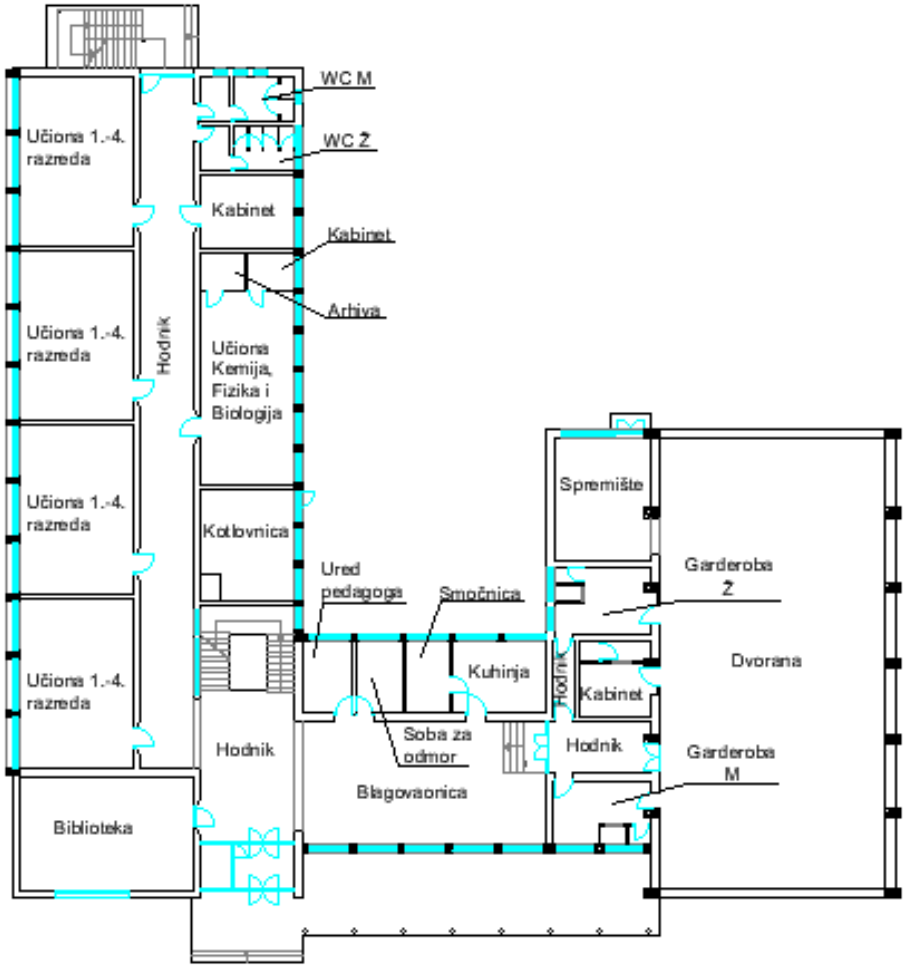
4) cijevni grijači, (cijevni registri, kupaonski i kuhinjski grijači),

5) panelni grijači, (podni, stropni i zidni paneli).

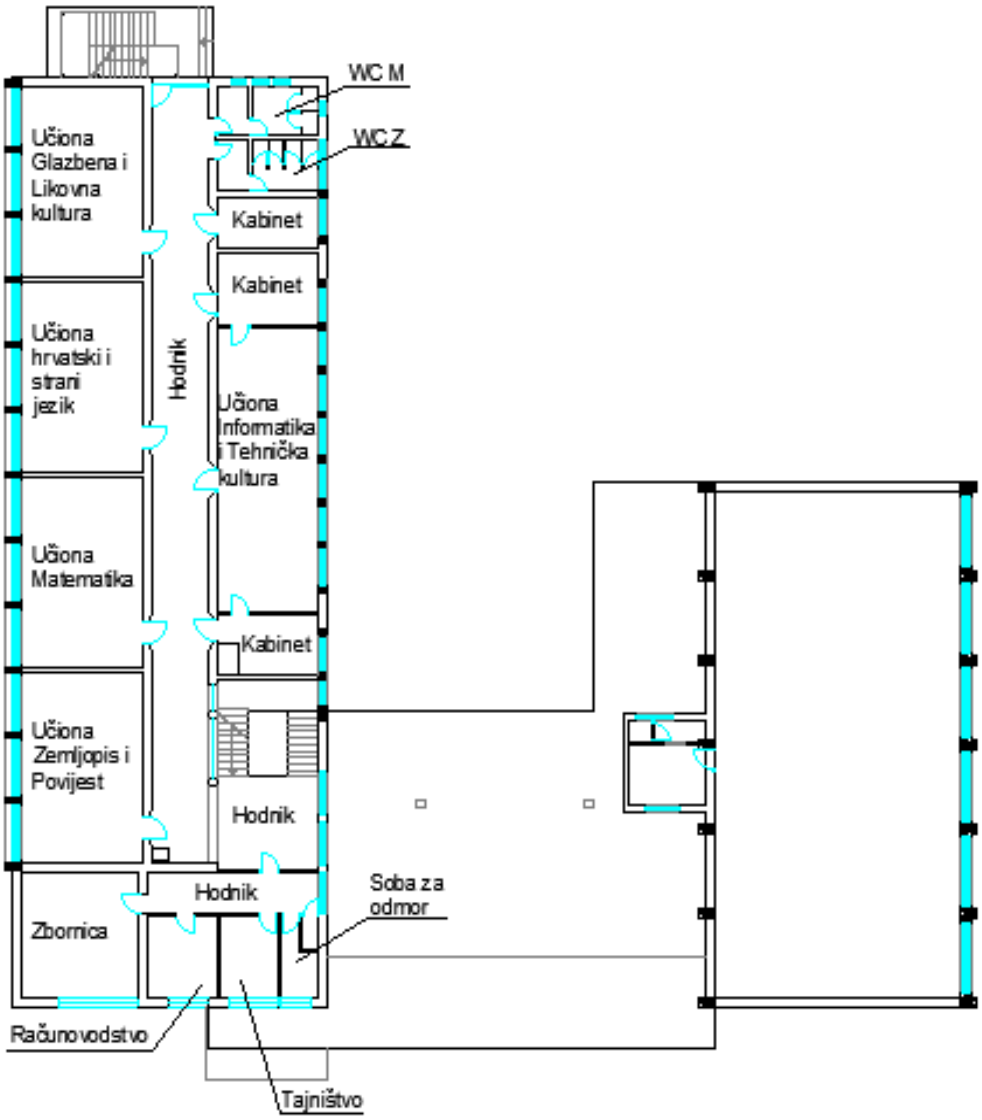
Detaljniji opis podnog grijanja razrađen je u poglavlju podno grijanje.

1.3. Opis zgrade

Školska zgrada je smještena na području Primorsko-goranske županije, grada Rijeka. Zgrada se sastoji od dvije etaže, prizemlja i kata. Ukupna površina obje etaže je 1400 m^2 . U prizemlju zgrade se nalaze učionice, biblioteka, ured pedagoga, kabineti, hodnici, blagovaonica, kuhinja, spremište, smočnica, garderobe, soba za odmor, arhiva, kotlovnica, dvorana te WC-i. Na katu zgrade se nalaze učionice, kabineti, hodnici, zbornica, računovodstvo, tajništvo, soba za odmor te WC-i. Prizemlje i kat povezani su negrijanim stubištem. U kotlovnici su smješteni: akumulacijski spremnik podnog grijanja, ekspanzijska posuda, pumpa te ventili. Također, u kotlovnici se nalazi sva oprema za potrebe potrošne tople vode, a to su unutarnja jedinica dizalice topline za potrebe potrošne tople vode, akumulacijski spremnik, pumpa, ekspanzijska posuda te ventili. Za potrebe grijanja zgrade u svim prostorijama, osim kotlovnice ugrađeno je podno grijanje. Važno je napomenuti da se ventilacijski gubici djelomično pokrivaju sustavom mehaničke ventilacije koji nije dio ovog završnog rada te se postiže projektno toplinsko opterećenje prostorije manje od 50 W/m^2.



Slika 1.2. Tlocrt prizemlja



Slika 1.3. Tlocrt kata

2.PRORAČUN PROJEKTNOG TOPLINSKOG OPTEREĆENJA ZA ZIMSKO RAZDOBLJE

Proračun projektnog toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje proveden je prema normi HRN EN 12831 [4]. Projektno toplinsko opterećenje za zimsko razdoblje svake prostorije te zgrade u cjelini provedeno je u računalnom programu IntegraCAD. Međutim, radi usporedbe u ovom djelu napravljen je „ručni“ proračun jedne prostorije. Prema podacima iz državnog hidrometeorološkog zavoda vanjska projektna temperatura za grad Rijeka iznosi ϑ_e = -8 °C, a srednja godišnja vanjska temperatura $\vartheta_{m,e}$ = 13 °C.

Tablica 2.1. Unutarnje projektne temperature prostorija [4]

Prostorija	ϑ_{int} [°C]
Garderobe	22
Učionice	20
Hodnici	20
Biblioteka	20
WC-i	20
Kabineti	20
Arhiva	20
Sobe za odmor	20
Blagovaonica	20
Ured pedagoga	20
Dvorana	20
Zbornica	20
Tajništvo	20
Računovodstvo	20
Kuhinja	18
Smočnica	18
Spremište	15

Tablica 2.2. Koeficijenti prolaza topline građevnih elemenata

Građevni element	U $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	Materijali	λ $\left[\frac{W}{mK}\right]$	Debljina [cm]
Vanjski zid	0,19	Žbuka Min. Vuna Beton Žbuka	0,7 0,4 2,33 0,7	1,5 20 20 0,5
Unutarnji zid (nosivi)	2,09	Žbuka Beton Žbuka	0,7 2,33 0,7	1,5 25 0,5
Unutarnji zid (debeli)	1,54	Žbuka Opeka Žbuka	0,7 0,64 0,7	0,5 20 0,5
Unutarnji zid (tanki)	2,24	Žbuka Opeka Žbuka	0,7 0,64 0,7	0,5 11 0,5
Pod	0,35	Min. vuna Beton	0,4 2,33	30 10
Strop	2,91	Žbuka Beton Žbuka	0,7 2,33 0,7	1,5 13 0,5
Krov	0,35	Žbuka Min. vuna Beton Žbuka	0,7 0,4 2,33 0,7	1,5 10 15 0,5
Vanjska vrata	0,3			
Unutarnja vrata	2			
Prozor	0,4			

Kako bi se moglo ugraditi podno grijanje projektno toplinsko opterećenje prostorije mora biti manje od 50 W/m^2 te su u ovom slučaju zbog velike površine prozora odabrani prozori visokog energetskog razreda. Odnosno odabrani su prozori s niskim koeficijentom prolaza topline što je vidljivo iz prethodne tablice.

2.1. Projektni transmisijski gubici topline

Projektni transmisijski gubici topline mogu se odrediti iz sljedećeg izraza.

$$\phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad [W] \tag{2.1}$$

U nastavku slijedi objašnjenje svakog člana prethodne jednadžbe.

1. Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu glasi

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad [W/K] \tag{2.2}$$

gdje su:

A_k – površina plohe „k“ (zid, prozor, vrata, strop, pod) kroz koju prolazi toplina $[m^2]$,

e_k, e_l – korekcijski faktor izloženosti koji uzima u obzir klimatske utjecaje kao vlažnost, temperatura, brzina vjetra. Određuje se na nacionalnoj razini, a ako vrijednosti nisu određene na nacionalnoj razini uzeti 1 [-],

U_k – koeficijent prolaza topline građevnog elementa „k“ $[W/m^2K]$,

l_l – dužina linijskog toplinskog mosta između vanjskog okoliša i prostorije [m],

ψ_l – linijski koeficijent prolaza topline linijskog toplinskog mosta „l“ $[W/K]$.

2. Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu glasi

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u \quad [W/K] \tag{2.3}$$

gdje je

b_u – faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir temperaturu negrijanog prostora i vanjsku projektnu temperaturu [-].

Faktor smanjenja temperaturne razlike se može odrediti na više načina, a jedan od njih je da nam je poznata temperatura negrijanog prostora.

$$b_u = \frac{\vartheta_{int,i} - \vartheta_u}{\vartheta_{int,i} - \vartheta_e} \quad [-] \tag{2.4}$$

3. Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu glasi

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{eq,k} \right) \cdot G_w \ [W/K] \tag{2.5}$$

gdje su:

f_{g1} – korekcijski faktor za utjecaj godišnje oscilacije vanjske temperature, predloženo 1,45 [-],

f_{g2} – faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir razliku između godišnje srednje vanjske i vanjske projektne temperature [-],

$$f_{g2} = \frac{\vartheta_{int,i} - \vartheta_{m,e}}{\vartheta_{int,i} - \vartheta_e} \quad [-] \tag{2.6}$$

$U_{eq,k}$ – ekvivalentni koeficijent prolaza topline iz tablica i dijagrama prema tipologiji poda, u ovom slučaju iznosi 0,15 $[W/m^2K]$,

G_w – korekcijski faktor za utjecaj podzemne vode, s obzirom da je udaljenost poda od vode veća od 1 m uzima se vrijednost 1 [-].

4. Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature glasi

$$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot f_{ij} \cdot U_k \ [W/K] \tag{2.7}$$

gdje je

f_{ij} – faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir razliku između temperature susjednog prostora i vanjske projektne temperature [-].

$$f_{ij} = \frac{\vartheta_{int,i} - \vartheta_{ads}}{\vartheta_{int,i} - \vartheta_e} \ [-] \tag{2.8}$$

2.2. Projektni ventilacijski gubici topline

Projektni ventilacijski gubici topline mogu se odrediti iz sljedećeg izraza

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \ [W] \tag{2.9}$$

gdje su:

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

$\vartheta_{int,i}$ – unutarnja projektna temperatura grijanog prostora (°C),

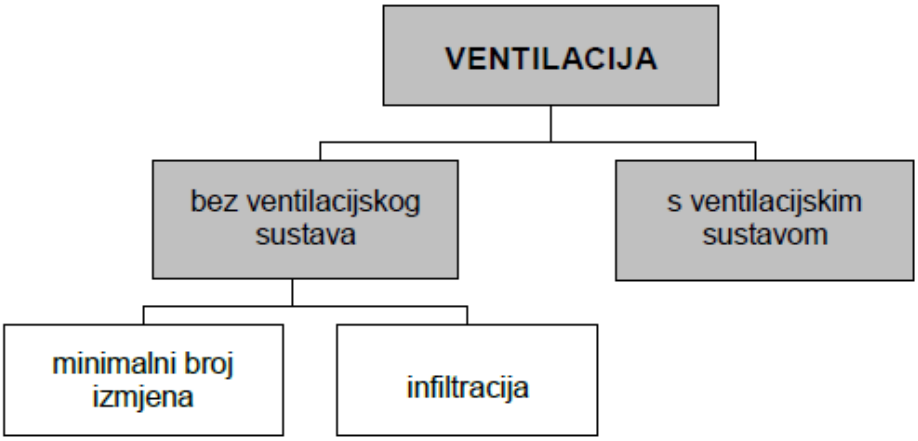
ϑ_e – vanjska projektna temperatura (°C).

Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka izračunava se iz sljedećeg izraza

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho_{zr} \cdot c_{p,zr} = V_i \cdot 0{,}34 \ [W/K] \tag{2.10}$$

gdje je

V_i – protok zraka u grijani prostor $[m^3/h]$.



Slika 2.1. Sustavi ventilacije [1]

Protok zraka bez ventilacijskog sustava glasi

$$V_i = \max (V_{inf,i}, V_{min,i}) \tag{2.11}$$

gdje su:

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

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

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_z \tag{2.12}$$

V_z – volumen prostorije izračunat prema unutarnjim dimenzijama, (volumen zraka) $[m^3]$,

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

Tablica 2.3. Minimalni broj izmjena zraka prostorija [4]

Tip prostorije	n_{min} $[h^{-1}]$
Učionice, biblioteka, blagovaonica, dvorana, zbornica	2
Kuhinja, WC-i	1,5
Hodnici, garderobe, ured pedagoga, računovodstvo, tajništvo	1
Kabineti, spremište, smočnica, sobe za odmor, arhiva	0,5

Dok se maksimalni protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore izračunava iz sljedećeg izraza

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_z \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad [m^3/h] \tag{2.13}$$

gdje su:

n_{50} – broj izmjena zraka u prostoriji po satu pri razlici tlaka od 50 Pa između prostorije i vanjskog okoliša $[h^{-1}]$,

e_i – koeficijent zaštićenosti, uzima u obzir utjecaj vjetra odnosno zaštićenost zgrade i broj otvora prema okolišu [-],

ε_i – korekcijski faktor za visinu, uzima u obzir različit odnos tlakova sa povećanjem visine iznad okolnog tla [-].

Protok zraka s ventilacijskim sustavom glasi

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i}\ f_{V,i} + V_{mech,inf,i} \quad [m^3/h] \tag{2.14}$$

gdje su:

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

$V_{su,i}$ – količina zraka dovođena mehaničkim sustavom ventilacije $[m^3/h]$,

$V_{mech,inf,i}$ – višak odvedenog zraka iz prostorije $[m^3/h]$,

$f_{V,i}$ – faktor smanjenja temperaturne razlike [-],

$$f_{v,i} = \frac{\vartheta_{int,i} - \vartheta_{su,i}}{\vartheta_{int,i} - \vartheta_e} \ [-] \tag{2.15}$$

$\vartheta_{su,i}$ – temperatura dobavnog zraka, može biti viša od temperature u prostoriji (°C).

Višak odvedenog zraka za prostoriju može se odrediti iz sljedećeg izraza.

$$V_{mech,inf,i} = V_{mech,inf} \cdot \left(\frac{V}{\sum V}\right) \ [m^3/h] \tag{2.16}$$

Dok se višak odvedenog zraka za cijelu zgradu može odrediti iz izraza

$$V_{mech,inf,i} = \max (V_{ex} - V_{su}, 0) \ [m^3/h] \tag{2.17}$$

gdje je

V_{ex} – protok zraka iz prostorije uslijed eksfiltracije kroz zazore $[m^3/h]$.

2.3. Projektni gubici topline zbog prekida grijanja

Prostori s prekidima grijanja zahtijevaju dodatnu toplinu za zagrijavanje do unutarnje projektne temperature prostorije nakon što se ona snizi u periodu prekida grijanja.

Toplina zagrijavanja ovisi o nekoliko faktora, a to su:

1) toplinski kapacitet građevnih elemenata,

2) vrijeme zagrijavanja,

3) temperaturni pad tijekom prekida grijanja,

4) svojstva sustava regulacije.

Izraz prema kojem se izračunavaju projektni gubici zbog prekida grijanja glasi

$$\phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \ [W] \tag{2.18}$$

gdje su:

A_i – površina poda grijanog prostora sa 1/2 debljine zidova $[m^2]$,

f_{RH} – korekcijski faktor ovisan o vremenu zagrijavanja i pretpostavljenom padu temperature za vrijeme prekida grijanja $[W/m^2]$.

Ukupni projektni gubici topline dobivaju se iz sljedećeg izraza.

$$\phi_{HL,i} = \phi_{T,i} + \phi_{V,i} + \phi_{RH,i} \ [W] \tag{2.19}$$

U nastavku slijedi „ručni“ proračun projektnog toplinskog opterećenja jedne prostorije, (P2 učiona 1. – 4. razreda) te usporedba dobivene vrijednosti s računalnim program IntegraCAD.

2.4. Projektni gubici topline prostorije P2

Tablica 2.4. Projektni transmisijski gubici topline prema vanjskom okolišu

Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu [W/K]					
Oznaka	Građevinski element	A $[m^2]$	U $[W/m^2K]$	e [-]	$A \cdot U \cdot e$ [W/K]
VZ	Vanjski zid	12,55	0,19	1	2,385
PR	Prozor	13,81	0,4	1	5,524
$\sum A \cdot U \cdot e$					7,909

$$H_{T,ie} = 7{,}909 \text{ W/K}$$

Tablica 2.5. Projektni transmisijski gubici topline prema tlu

Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu [W/K]							
Oznaka	Građevinski element	f_{g1} [-]	f_{g2} [-]	A $[m^2]$	U_{eq} $[W/m^2K]$	G_w [-]	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot A \cdot U_{eq} \cdot G_w$ [W/K]
P	Vanjski zid	1,45	0,25	54	0,15	1	2,936
$\sum f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot A \cdot U_{eq} \cdot G_w$							2,936

$$f_{g2} = \frac{20 - 13}{20 - (-8)} = 0{,}25$$

$$H_{T,ig} = 2{,}936 \text{ W/K}$$

$$\phi_{T,P2} = (7{,}909 + 2{,}936) \cdot (20\text{-}(\text{-}8))$$

$$\phi_{T,P2} = 304 \text{ W}$$

Nadalje slijedi proračun projektnih ventilacijskih gubitaka topline prostorije P2.

Protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zazore glasi

$$V_{inf,P2} = 2 \cdot 145{,}8 \cdot 3 \cdot 0{,}021$$

$$V_{inf,P2} = 17{,}496 \text{ m}^3/\text{h}$$

Količina zraka dovođena mehaničkim sustavom ventilacije glasi

$$V_{su,P2} = 291{,}6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_{v,P2} = \frac{20 - 9}{20 - (-8)} = 0{,}393$$

$$V_{P2} = 17{,}496 + 291{,}6\ 0{,}393$$

$$V_{P2} = 132{,}095 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,P2} = 0{,}34 \cdot V_{P2}$$

$$H_{V,P2} = 0{,}34 \cdot 132{,}095$$

$$H_{V,P2} = 44{,}912 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,P2} = 44{,}912 \cdot (20\text{-}(\text{-}8))$$

$$\phi_{V,P2} = 1258 \text{ W}$$

Projektni gubici topline prostorije P2 zbog prekida grijanja glase

$$\phi_{RH,P2} = 54 \cdot 16$$

$$\phi_{RH,P2} = 864 \text{ W}$$

Ukupni projektni gubici topline prostorije P2 glase

$$\phi_{HL,P2} = 304 + 1258 + 864$$

$$\phi_{HL,P2} = 2426 \text{ W}$$

Rezultat „ručnog“ proračuna projektnog toplinskog opterećenja za zimski period prostorije, (P2 učiona 1. – 4. razreda) iznosi 2426 W, dok u računalnom programu IntegraCAD za tu istu prostoriju iznosi 2503 W. Iz gore navedenog je vidljivo da je razlika ta dva iznosa zanemariva te ide u korist sigurnosti. Nadalje su dani podaci projektnog toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje dobiveni pomoću računalnog programa IntegraCAD.

Tablica 2.6. Projektna toplinska opterećenja u prizemlju

K1	Prizemlje								
P	Prostorija	A [m^2]	ϑ_{int} (°C)	ϑ_{su} (°C)	ϕ_T [W]	ϕ_V [W]	ϕ_{RH} [W]	ϕ_{HL} [W]	ϕ_{HL}/ A [W/m^2]
P1	Učiona 1. - 4. razreda	54	20	10	353	1241	864	2458	45
P2	Učiona 1. - 4. razreda	54	20	9	298	1341	864	2503	46
P3	Učiona 1. - 4. razreda	54	20	9	298	1341	864	2503	46
P4	Učiona 1. - 4. razreda	54,5	20	9	299	1353	872	2524	46
P5	Biblioteka	54,5	20	10	437	1169	872	2478	45
P6	Hodnik	39,9	20	-8	196	1147	637,6	1980	49
P7	Blagovaonica	78,6	20	15	1271	1086	1258,2	3615	46
P8	Garderoba M	17,6	22	19	449	136	282,1	867	49
P9	Hodnik	15,3	20	-5	149	351	244,5	744	48
P10	Kabinet	15,3	20	-8	150	197	245,1	592	38
P11	Hodnik	5,01	20	5	82	69	80,2	231	46
P12	Garderoba Ž	18,4	22	19	406	142	294,4	842	45
P13	Spremište	33,7	15	-8	486	484	539,7	1509	44
P14	Dvorana	287,8	20	21	5984	1908	4316,	12208	42
P15	Kuhinja	18,6	18	12	373	234	297,8	904	48
P16	Smočnica	9,3	18	-8	141	137	148,6	426	45
P17	Soba za odmor	9,3	20	19	284	33	149,4	466	49
P18	Ured pedagoga	9,9	20	10	186	122	159,7	467	46
P19	Kotlovnica	Nije grijana prostorija							
P20	Učiona Kemija, Fizika i Biologija	50,8	20	10	428	1168	813,1	2409	47
P21	Kabinet	4,7	20	-8	57	75	75,7	207	43
P22	Arhiva	4,54	20	-8	0	58	72,6	130	28
P23	Kabinet	19,6	20	2	129	253	314,1	696	35
P24	WC Ž	11,5	20	5	68	273	183,8	524	45
P25	WC M	11	20	11	167	188	176,3	531	48
P26	Hodnik	100,93	20	-2	212	2038	1614,9	3864	38
	Ukupno prizemlje							45678	

Tablica 2.7. Projektna toplinska opterećenja na katu

K2	Kat								
P	Prostorija	A [m^2]	ϑ_{int} (°C)	ϑ_{su} (°C)	ϕ_T [W]	ϕ_V [W]	ϕ_{RH} [W]	ϕ_{HL} [W]	ϕ_{HL}/ A [W/m^2]
P27	Učiona Glazbena i Likovna kultura	54	20	14	796	845	864	2505	46
P28	Učiona hrvatski i strani jezik	54	20	14	756	845	864	2465	45
P29	Učiona Matematika	54	20	14	756	845	864	2465	45
P30	Učiona Zemljopis i Povijest	54,5	20	14	764	853	872	2489	45
P31	Zbornica	34,2	20	14	591	482	547,4	1620	47
P32	Hodnik	16,2	20	5	239	273	258,7	770	47
P33	Računovodstvo	13,3	20	8	208	187	212,2	607	45
P34	Tajništvo	11,1	20	8	182	157	177,8	516	46
P35	Soba za odmor	7,4	20	16	202	36	117,9	355	48
P36	Hodnik	23,2	20	8	342	363	371,4	1076	46
P37	Hodnik	100,9	20	5	989	1390	1614,9	3993	39
P38	Kabinet	12,5	20	18	369	50	199,5	618	49
P39	Učiona Informatika i Tehnička kultura	67,1	20	15	1206	927	1073,6	3206	47
P40	Kabinet	16,9	20	-8	240	270	270,7	780	46
P41	Kabinet	12,2	20	-8	179	194	194,4	567	46
P42	WC Ž	11,5	20	10	164	194	183,8	541	47
P43	WC M	11	20	17	263	96	176,3	535	48
	Ukupno kat							25108	

Tablica 2.8. Ukupno toplinsko opterećenje

Razina	ϕ_{HL}[W]
Prizemlje	45678
Kat	25108
Ukupno	70786

Iz provedenih proračuna proizlazi da projektno toplinsko opterećenje zgrade u zimskom periodu iznosi 70786 W. Važno je napomenuti da se ventilacijski gubici djelomično pokrivaju predgrijavanjem vanjskog zraka prije ubacivanja u prostoriju. Proračun sustava mehaničke ventilacije nije proveden te nije dio ovog završnog rada.

3.DIMENZIONIRANJE SUSTAVA GRIJANJA

3.1. Podno grijanje

Jedno od toplinski najugodnijih ogrjevnih tijela su podni panelni grijači. Osnovni mehanizam izmjene topline kod podnog grijanja je zračenje, 60 – 75%. Koristi se u niskotemperaturnim sustavima grijanja sa polaznom temperaturom ogrjevnog medija, (vode) do 40 °C. Podno grijanje kao i sva druga ogrjevna tijela ima svoje prednosti i nedostatke.

Prednosti podnog grijanja:
1) nema vidljivih ogrjevnih tijela,

2) povoljan profil temperature,

3) niske temperature medija,

4) visok stupanj toplinske ugodnosti,

5) mogućnost primjene izvora topline visoke učinkovitosti (kondenzacijski kotao, dizalica topline).

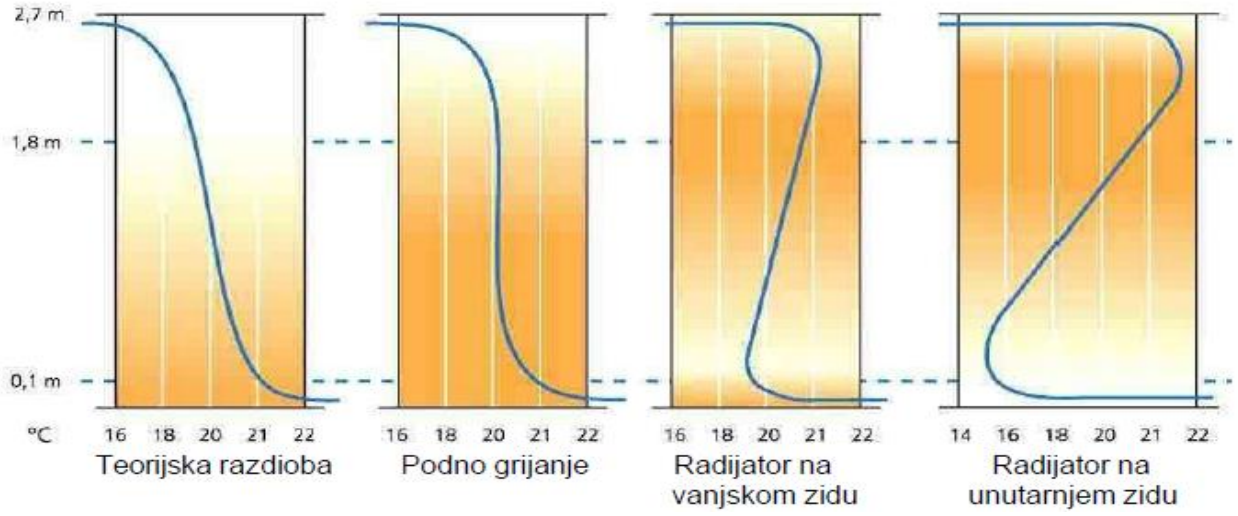
Dok su nedostaci:

1) veliki sadržaj vode u petljama podnog grijanja što uzrokuje sporu regulaciju,

2) skup popravak kod oštećenja,

3) visoka cijena.

Od svih ogrjevnih tijela podno grijanje daje najbližu razdiobu temperature po visini prostorije teorijskoj razdiobi. Visoka toplinska ugodnost rezultat je ravnomjerne razdiobe temperature zraka u prostoru.



Slika 3.1. Razdioba temperature po visini prostorije [1]

Materijali cijevi koji se koristi kod petlji podnog grijanja su bakar te polietilen. Bakar se koristi kog podnog grijanja vanjskih prostora kao što su trgovi, dok se polietilen koristi kod unutarnjih prostora. Važno je napomenuti da temperature poda ne smiju biti previsoke, te su one propisane normom EN 1264. Pa su maksimalne temperature poda:

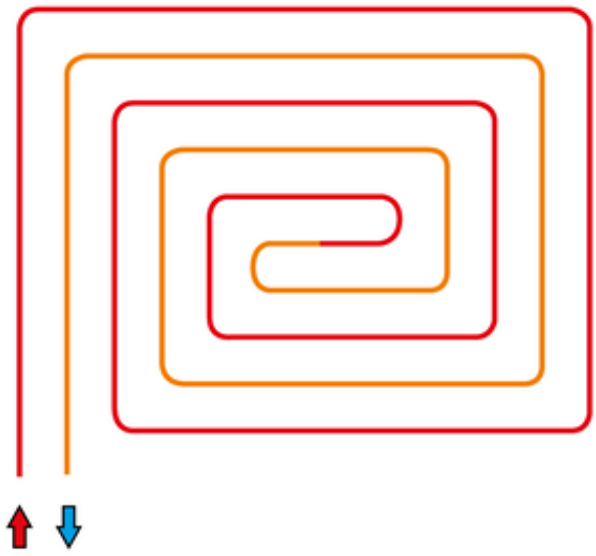
1) 27 °C kod prostora za duži boravak,

2) 29 °C kod prostora za kraći boravak,

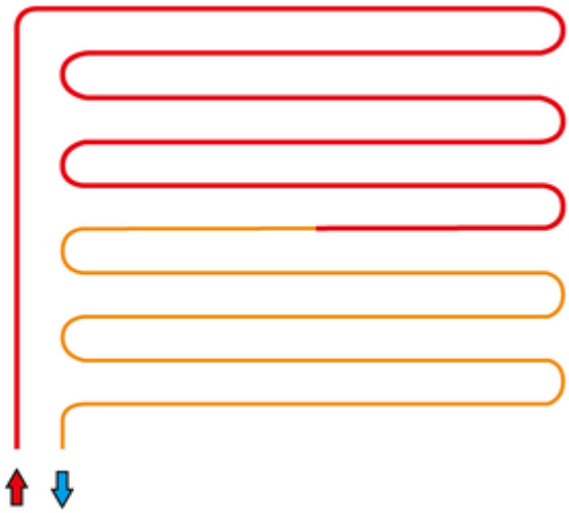
3) 33 °C u kupaonicama,

4) 35 °C kod rubnih zona.

Jedan od glavnih zahtjeva podnog grijanja je da projektno toplinsko opterećenje prostorije bude manje od 50 W/m^2. Postizanje upravo takvog projektnog toplinskog opterećenja ostvaruje se ugradnjom toplinske izolacije od mineralne vune ili stiropora te ugradnjom vrata i prozora niskih koeficijenata prolaza topline. Postoje dvije različite izvedbe postavljana petlji podnog grijanja, to su pužna i serpentinska petlja.

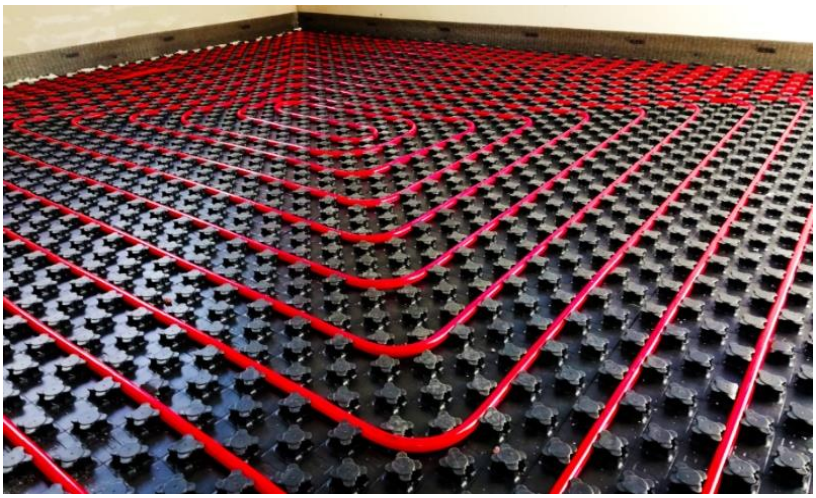


Slika 3.2. Pužna petlja [9]



Slika 3.3. Serpentinska petlja [9]

Proračun podnog grijanja proveden je pomoću računalnog programa IntegraCAD. Prema izračunatom projektnom toplinskom opterećenju prostorije proračunava se potrebni broj petlji podnog grijanja po prostoriji, razmak između cijevi te promjer i duljina cijevi, protok vode kroz cijevi te temperatura poda. Nakon toga se odabire razdjelnik sa traženim brojem krugova petlji podnog grijanja te ormarići traženih dimenzija. Važno je reći da se na isti razdjelnik spajaju petlje podnog grijanja koje imaju sličan pad tlaka u petlji. Za velike fluktacije pada tlaka nije moguće izbalansirati sustav podnog grijanja na tom razdjelniku. U ovom slučaju koristi se niskotemperaturni režim sa temperaturom polaza tople vode od 38 °C te povrata od 32 °C. Također, koristi se serpentinska petlja zbog ravnomjerne raspodjele temperature poda prostorije.



Slika 3.4. Ugradnja serpetinske petlje na rešetkastu podlogu [9]

Petlja podnog grijanja postavlja se na rešetkaste podloge koje su ujedno i izolacija prema tlu. Za cijev podnog grijanja odbrana je polietilenska cijev RAUTHERM S cijev 17x2.



Slika 3.5. RAUTHERM S cijev 17x2 [9]

Odabrani su razdjelnici s mjeračem protoka proizvođača Rehau.



Slika 3.6. Razdjelnik s mjeračem protoka proizvođača Rehau [9]

Razdjelnici su smješteni u ormariću koji se nalaze u zidu. Ormarići se bira prema dimenzijama razdjelnika, dok dimenzija razdjelnika ovisi o broju krugova koji se mogu spojiti na taj razdjelnik. Odabrani su ormarići proizvođača Termometal.

Tablica 3.1. Tehnički podaci ormarića [10]

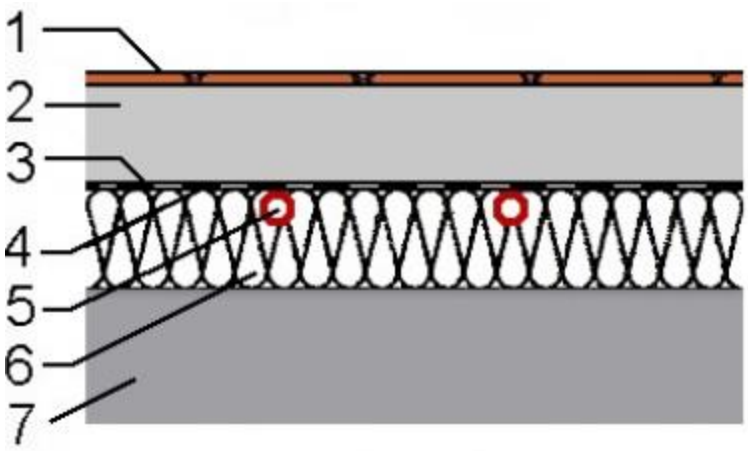
Tip ormarića	1	2	3	4
Broj krugova razdjelnika	do 3 kruga	do 5 krugova	do 10 krugova	do 12 krugova
Visina [mm]	708	708	708	708
Širina [mm]	513	598	898	1198
Dubina [mm]	110	110	110	110
Masa [kg]	11,81	12,97	18,3	22,92



Slika 3.7. Ormarić za razdjelnik [10]

3.2. Struktura poda kod podnog grijanja

Postoje različite izvedbe strukture poda kod podnog grijanja. A to su: tip A kod kojeg su cijevi podnog grijanja ugrađene u cementni estrih ili beton, tip B kod kojeg su cijevi podnog grijanja ugrađene u rešetkastu podlogu, tip C kod kojeg su cijevi podnog grijanja između dva sloja cementnog estriha, tip D kod kojeg cijevi podnog grijanja nisu pojedinačne, već se ovaj sustav sastoji od širokih plastičnih panela, tip G kod kojeg se cijevi podnog grijanja ugrađuju u drvenu konstrukciju. U ovom slučaju koristi se tip B kod kojeg se cijevi podnog grijanja ugrađuju u rešetkastu podlogu kako što je vidljivo na sljedećoj slici.



Slika 3.8. Struktura poda kod podnog grijanja [13]

Dok su oznake slojeva sljedeće:

1 – podna obloga,

2 – cementni estrih,

3 – polietilenska folija,

4 – toplinski vodljiva ploča,

5 – cijevi podnog grijanja,

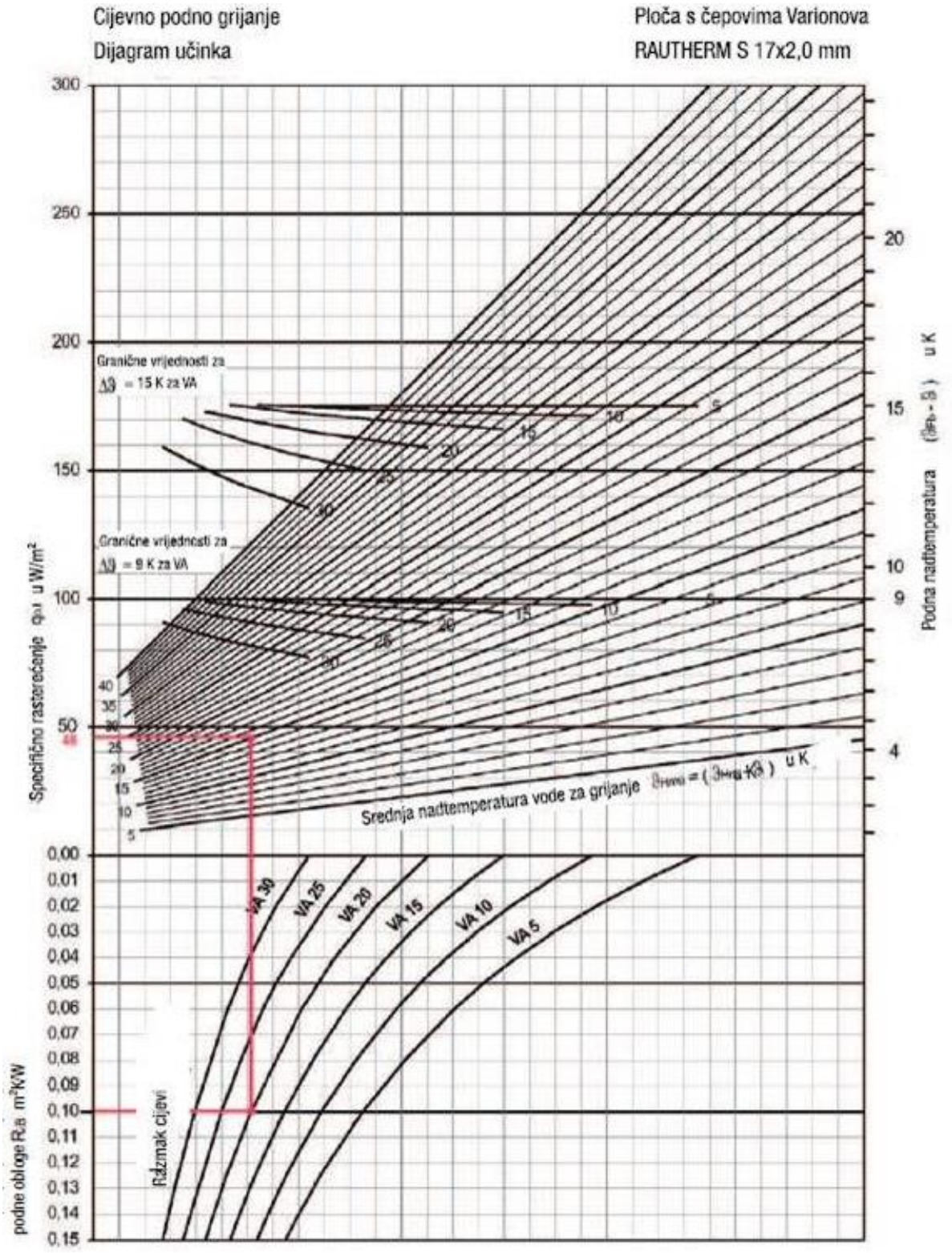
6 – toplinska izolacija,

7 – struktura poda zgrade.

Svaki od navedenih slojeva predstavlja određeni otpor provođenju topline. Važno je ograničenje ukupnog toplinskog otpora podne obloge na najviše 0,15 m^2K/W.

Tablica 3.2. Toplinski otpori podnih obloga [1]

Podna obloga	Toplinski otpor $[m^2K/W]$
Čisti estrih	0
Pločice 10 mm	0,02
PVC obloga 6 mm	0,04
Parket 12 mm	0,06
Tepih 5 mm	0,08
Tepih 8 mm	0,10



Slika 3.9. Izmijenjena toplina sustava podnog grijanja s obzirom na razmak cijevi [9]

3.3. Gustoća toplinskog toka podnog grijanja

Nadalje slijedi izraz za gustoću toplinskog toka podnog grijanja za tip B kod kojeg se cijevi podnog grijanja postavljaju na rešetkastu podlogu na koju se nakon ugradnje cijevi stavlja cementni estrih. Faktorom α_U prikazana je promjena debljine s_u te toplinske vodljivosti λ_E cementnog estriha, dok promjer cijevi nema utjecaja. Slijedi izraz za gustoću toplinskog toka

$$q = B \cdot \alpha_B \cdot \alpha_W{}^{m_W} \cdot \alpha_U \cdot \alpha_{WL} \cdot \alpha_K \cdot \Delta\vartheta_H \quad [W/m^2] \tag{3.1}$$

gdje su:

$B = B_0 = 6{,}5\ W/m^2K$, navedena vrijednost vrijedi za toplinsku provodnost cijevi $\lambda_R = \lambda_{R,0} = 0{,}35\ W/mK$ i debljine stijenke cijevi $s_R = s_{R,0} = (d_a - d_i)/2 = 0{,}002$ m,

$m_W = 1 - \frac{W}{0{,}075}$ [-], gdje je W razmak između cijevi podnog grijanja pri čemu je $0{,}050\ m \leq W \leq 0{,}0450$ m,

α_B – faktor pokrivanja površine [-],

α_U – faktor pokrivenosti [-],

α_W – faktor razmaka između cijevi podnog grijanja, $\alpha_W = f(s_u/\lambda_E)$ [-],

α_{WL} – faktor toplinske provodnosti vodljive ploče, $\alpha_{WL} = f(K_{WL}, W, D)$ [-],

α_K – korekcijski faktor kontakta, $\alpha_K = f(W)$ [-],

$\Delta\vartheta_H$ – diferencijal temperature ogrjevnog medija i temperature u prostoriji [K],

W – razmak između cijevi podnog grijanja [m],

s_u – debljina cementnog estriha [m],

λ_E – toplinska provodnost cementnog estriha [W/mK],

D – vanjski promjer cijevi [m].

Diferencijal temperature u prostoriji glasi

$$\Delta\vartheta_H = \frac{\vartheta_V - \vartheta_R}{\ln\left(\frac{\vartheta_V - \vartheta_I}{\vartheta_R - \vartheta_I}\right)}\ [K] \tag{3.2}$$

gdje su:

ϑ_V – polazna temperatura ogrjevnog medija [°C],

ϑ_R – povratna temperatura ogrjevnog medija [°C],

ϑ_I – projektna unutarnja temperatura [°C].

Faktor pokrivanja površine α_B glasi

$$\alpha_B = \frac{1}{1 + B \cdot \alpha_U \cdot \alpha_W{}^{m_W} \cdot \alpha_{WL} \cdot \alpha_K \cdot R_{\lambda,B} \cdot \bar{f}(W)} \; [-] \tag{3.3}$$

gdje su:

$\bar{f}(W) = 1 + 0{,}44 \cdot \sqrt{W}$,

$R_{\lambda,B}$ – toplinski otpor podne obloge [m^2K/W].

Faktor pokrivenosti α_U glasi

$$\alpha_U = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_{u,0}}{\lambda_{u,0}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_u}{\lambda_E}} \; [-] \tag{3.4}$$

gdje su:

α = 10,8 W/m^2K,

$\lambda_{u,0}$ = 1 W/mK,

$s_{u,0}$ = 0,045 m,

λ_E = 1,2 W/mK.

Karakteristična vrijednost K_{WL} glasi

$$K_{WL} = \frac{s_{WL} \cdot \lambda_{WL} + b_u \cdot s_u \cdot \lambda_E}{0{,}125} \; [-] \tag{3.5}$$

gdje su:

$s_{WL} \cdot \lambda_{WL}$ – umnožak debljine i toplinske provodnosti toplinski vodljivog materijala [W/K],

b_u = f(W) [-],

$s_u \cdot \lambda_E$ – umnožak debljine i toplinske provodnosti cementnog estriha [W/K].

Ograničenja ove metode su: pozicija cijevi podnog grijanja, razmak između cijevi podnog grijanja mora biti u rasponu $0{,}050\ \text{m} \leq W \leq 0{,}0450\ \text{m}$ te omjer debljine i toplinske provodnosti cementnog estriha mora biti u rasponu $0{,}01 \leq s_u/\lambda_E \leq 0{,}0792$.

3.4. Osnovna metoda toplinskih otpora

Kod ove se metode koriste „linearni“ toplinski otpori. Značajni parametri koji utječu na prijenos topline su: promjer cijevi, debljina stijenke cijevi, materijal cijevi, razmak između cijevi, protok vode u cijevi te toplinski otpor vodljivog sloja. Svi navedeni parametri uključeni su u virtualni toplinski otpor R_t.

Virtualni toplinski otpor izračunava se prema sjedećem izrazu

$$R_t = R_z + R_w + R_r + R_x \quad [m^2K/W] \tag{3.6}$$

gdje su:

R_t – toplinski otpor između polazne temperature ogrjevnog medija ϑ_v i prosječne temperature vodljivog sloja $\bar{\vartheta}_c$ $[m^2K/W]$,

R_z – fiktivni toplinski otpor između polazne temperature ogrjevnog medija ϑ_v i prosječne temperature ogrjevnog medija $[m^2K/W]$,

R_w – toplinski otpor između fluida i stijenke cijevi $[m^2K/W]$,

R_r – toplinski otpor stijenke cijevi $[m^2K/W]$,

R_x – toplinski otpor između temperature vanjske stijenke cijevi i prosječne temperature vodljivog sloja $[m^2K/W]$.

Za stacionarno stanje je toplinski otpor R_t glasi

$$R_t = \frac{1}{\dot{m}_{H,sp} \cdot c \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{1}{\left(Rw + R_r + R_x + \frac{1}{U_1 + U_2}\right) \cdot \dot{m}_{H,sp} \cdot c}\right)\right]} - \frac{1}{U_1 + U_2} \tag{3.7}$$

gdje su:

$\dot{m}_{H,sp}$ – maseni protok fluida u cijevi za potrebe grijanja $[kg/s]$,

c – specifični toplinski kapacitet fluida $[J/kgK]$,

U_i – koeficijent prolaza topline između vodljivog sloja i gornje, odnosno donje strane $[W/m^2K]$.

Za stacionarno stanje toplinski tokovi u susjedni prostor određeni su sljedećim jednadžbama:

$$q_1 = \frac{1}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_t + R_2 \cdot R_t} \cdot [R_t \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1) + R_2 \cdot (\vartheta_v - \vartheta_1)] \ [W/m^2] \tag{3.8}$$

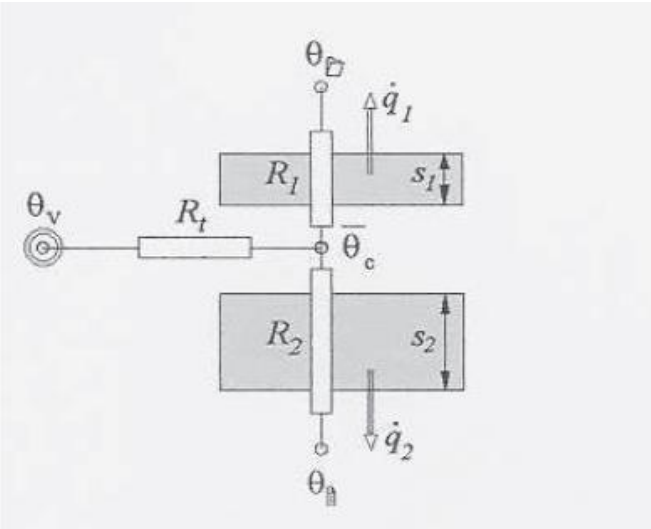
$$q_2 = \frac{1}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_t + R_2 \cdot R_t} \cdot [R_t \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_2) + R_1 \cdot (\vartheta_v - \vartheta_2)] \ [W/m^2] \tag{3.9}$$

gdje su:

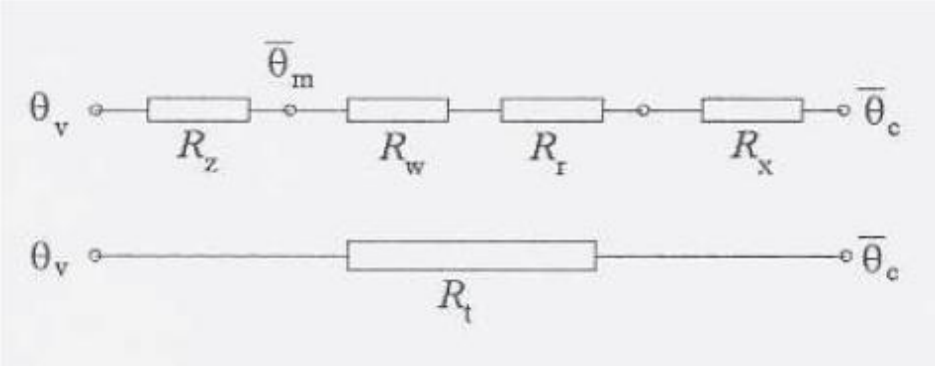
ϑ_v – polazna temperatura ogrjevnog medija [°C],

$\bar{\vartheta}_c$ – srednja temperatura vodljivog sloja [°C],

$\bar{\vartheta}_m$ – srednja temperatura ogrjevnog medija [°C].



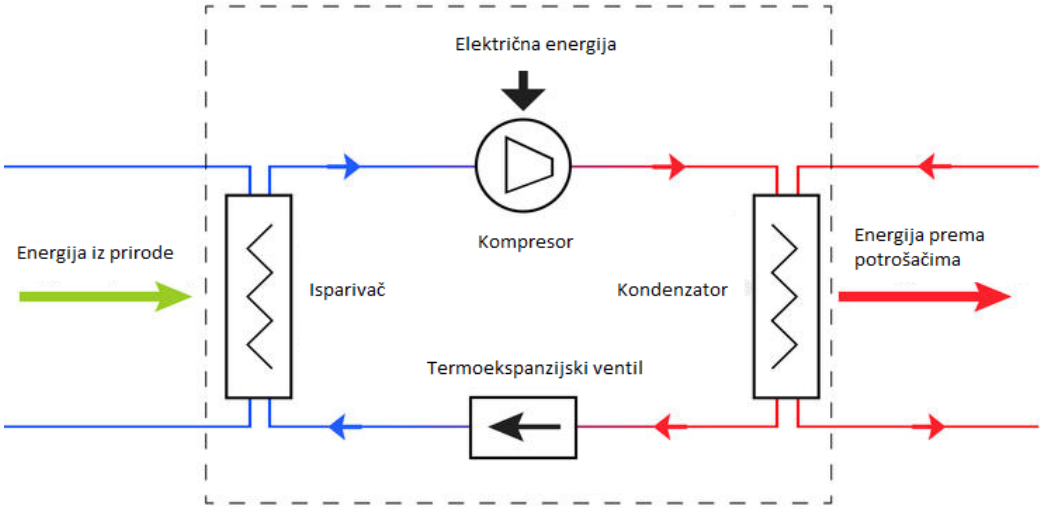
Slika 3.10. Mreža toplinskih otpora [12]



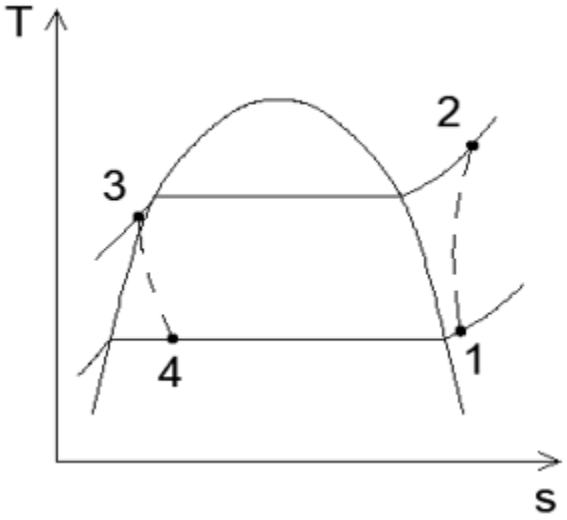
Slika 3.11. Mreža ukupnih toplinskih otpora [12]

3.5. Općenito o dizalicama topline

Dizalice topline ili toplinske pumpe rade na principu ljevokretnog kružnog procesa. Osnovni elementi dizalice topline su kompresor, termoekspanzijski ventil, isparivač te kondenzator. Dizalice topline se mogu koristiti kod grijanja i hlađenja zgrada te zagrijavanja potrošne tople vode. Kod dizalica topline bitan nam je koeficijent COP, (coefficient of performance) koji nam govori koliko kW toplinske energije dobijemo po utrošenom jednom kW električne energije. Zrak, voda ili tlo može poslužiti kao ogrjevni toplinski spremnik isparivaču kod grijanja te kao rashladni toplinski spremnik kondenzatoru kod hlađenja.



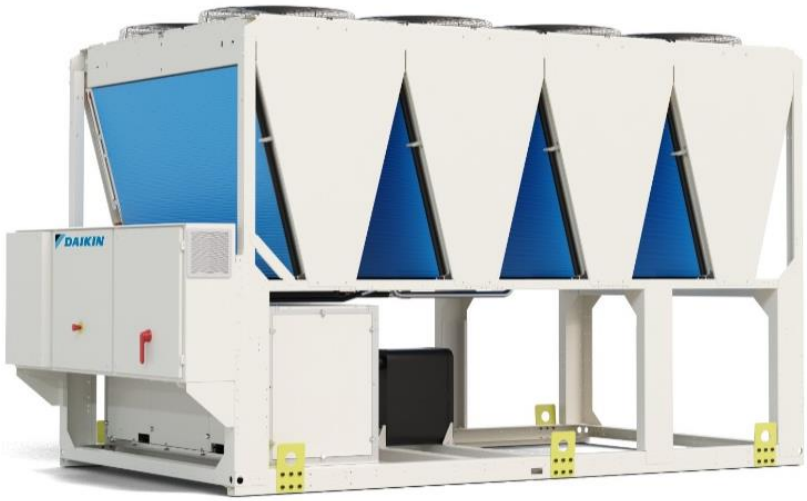
Slika 3.12. Shema rada dizalice topline



Slika 3.13. T-s dijagram ljevokretnog kružnog procesa [2]

3.6. Odabir dizalice topline u krugu grijanja

Dizalica topline koristi osim električne energije i besplatnu toplinsku energiju iz okoliša zagrijavajući vodu u akumulacijskom spremniku koja se koristi za podno grijanje. Projektno toplinsko opterećenje školske zgrade dobiveno pomoću računalnog programa IntegraCAD iznosi 70786 W. Upravo prema tome je odabrana dizalica topline zrak – voda Daikin EWYT135B-SSA1. Ova dizalica topline koristi se u temperaturnom režimu 38/32 °C pri vanjskoj projektnoj temperaturi -8 °C zbog čega ova dizalica topline mora raditi s 20% glikola.



Slika 3.14. Dizalica topline Daikin EWYT135B-SSA1 [6]

Tablica 3.3. Tehnički podaci dizalice topline Daikin EWYT135B-SSA1 [6]

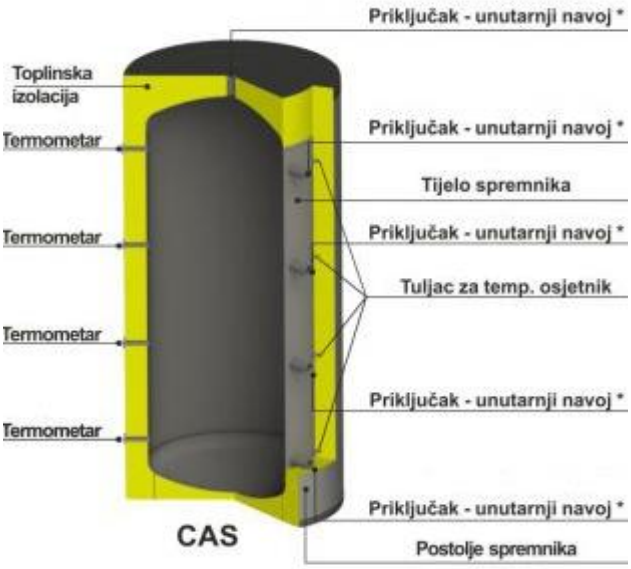
Grijanje		Hlađenje	
Ogrjevni učin	88,55 kW	Rashladni učin	117,8 kW
Ulazna snaga	36,06 kW	Ulazna snaga	44,37 kW
COP	2,456	EER	3,25
Temperaturni režim	38/32 °C	Temperaturni režim	12/7 °C
Vanjska temperatura	-8 °C	Vanjska temperatura	35 °C
Protok vode	3,69 l/s	Protok vode	5,95 l/s
Pad tlaka vode	16,2 kPa	Pad tlaka vode	38,5 kPa
Radna tvar		R32, etilen glikol 20%	
Jačina zvuka		81 dB	
Broj ventilatora		8	
Vrsta kompresora		spiralni	
Izmjenjivač topline na strani vode		pločasti	
Masa		954 kg	
Dužina / širina / visina		3426 / 1211 /1801 mm	

3.7. Odabir akumulacijskog spremnika u krugu grijanja

Akumulacijski spremnik nam služi kao spremnik toplinske energije u slučaju grijanja te kao spremnik rashladne energije u slučaju hlađenja. Upravo pohranom toplinske energije u akumulacijski spremnik postiže se stabilnost rada sustava podnog grijanja na način da kompresor dizalice topline ne radi konstantno, već se on povremeno pali kad voda u akumulacijskom spremniku pande ispod zadane vrijednosti. Iz dizalice topline izlazi zagrijana voda koja se pohranjuje u akumulacijskom spremniku, a iz spremnika se voda dalje pomoću pumpe šalje u petlje podnog grijanja. Odabir akumulacijskog spremnika izvršen je tako da se osigura 10 litara po jednom kW projektnog toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje. S obzirom da projektno toplinsko opterećenje u zimskom periodu iznosi 70786 W, treba nam spremnik od 707,9 litara. Međutim, ne postoji spremnik tog izračunatog volumena te uzimamo prvi veći standardni akumulacijski spremnik. Izabran je spremnik Centrometal CAS 801 volumena 740 litara.



Slika 3.15. Centrometal CAS 801 [8]



Slika 3.16. Centrometal CAS 801 u presjeku [8]

Tablica 3.4. Tehnički podaci akumulacijskog spremnika Centrometal CAS 801 [8]

Volumen	740 l
Unutarnji promjer tijela spremnika	790 mm
Vanjski promjer tijela spremnika	990 mm
Ukupna visina	1750 mm
Max. radni tlak	3 bar
Max. radna temperatura	100 °C
Debljina toplinske izolacije	100 mm
Masa praznog spremnika	110 kg
Priključak	6/4"

3.8. Dimenzioniranje cijevne mreže grijanja

U ovom dijelu je provedeno dimenzioniranje cijevne mreže od akumulacijskog spremnika do razdjelnika podnog grijanja. Dimenzioniranje cijevne mreže provedeno je „ručno“.

Nadalje slijede osnovne jednadžbe za proračun cijevne mreže.

Jednadžba kontinuiteta pri stacionarnom stanju glasi

$$\dot{m} = \rho_1 \cdot w_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot w_2 \cdot A_2 = \rho \cdot w \cdot A \ [kg/s] \tag{3.10}$$

gdje su:

$\dot{m}$ – maseni protok [kg/s],

ρ – gustoća [kg/m^3],

w – srednja brzina protoka [m/s],

A – površina poprečnog presjeka [m^2].

Pri čemu je volumni protok jednak sljedećem izrazu.

$$\dot{V} = w \cdot A \ [m^3/s] \tag{3.11}$$

Proširena Bernoulijeva jednadžba glasi

$$p_1 + p_{1din} + \Delta p_{pum} + \rho \cdot g \cdot z_1 = p_2 + p_{2din} + \Delta p_\lambda + \Delta p_\xi + \rho \cdot g \cdot z_2 \ [Pa] \tag{3.12}$$

gdje su:

p_1, p_2 – statički tlak [Pa],

z_1, z_2 – geodetska visina [m],

g – akceleracija sile teže [m/s^2].

Izraz za dinamički tlak jednak je sljedećem izrazu.

$$p_{din} = \frac{\rho \cdot w^2}{2} \text{ [Pa]} \tag{3.13}$$

Izraz za linijske gubitke glasi

$$\Delta p_{\lambda} = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \text{ [Pa]} \tag{3.14}$$

gdje su:

Δp_{λ} – linijski gubitak [Pa],

λ – koeficijent trenja [-],

L – duljina cijevi [m].

Dok izraz za lokalne gubitke glasi:

$$\Delta p_{\xi} = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \text{ [Pa]} \tag{3.15}$$

gdje su:

Δp_{ξ} – lokalni gubitak [Pa],

ξ – koeficijent lokalnog gubitka [-].

Proširena Bernoulijeva jednadžba za zatvoreni cirkulacijski krug glasi

$$\Delta p_{pum} = \Delta p_{\lambda} + \Delta p_{\xi}$$

$$\Delta p_{pum} = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} + \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}$$

$$\Delta p_{pum} = \frac{\rho \cdot w^2}{2} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{L}{d} + \sum \xi \right) \text{ [Pa]} \tag{3.16}$$

Sređivanjem izraza za proširenu Bernoulijevu jednadžbu za zatvoreni cirkulacijski krug vidljivo je da je prirast tlaka koji predaje pumpa fluidu jednak zbroju linijskih i lokalnih gubitaka.

Za potrebe proračuna uvodi se jedinični pad tlaka koji je jednak sljedećem izrazu.

$$R = \frac{\Delta p_{\lambda}}{L} \text{ [Pa/m]} \tag{3.17}$$

Preporučena vrijednost jediničnog pada tlaka je između 30 i 100 Pa/m kako se ne bi čuli šumovi u cijevima prilikom strujanja.

Koeficijent trenja λ ovisi o Reynoldsovom broju i relativnoj hrapavosti. Pri čemu izraz za Reynoldsov broj glasi

$$Re = \frac{d \cdot w}{\nu} = \frac{d \cdot w \cdot \rho}{\eta} \text{ [-]} \tag{3.18}$$

gdje su:

Re – Reynoldsov broj [-],

ν – kinematička viskoznost [m^2/s],

η – dinamička viskoznost [Pa·s],

d – unutarnji promjer cijevi [m].

Relativna hrapavost definirana je sljedećim izrazom.

$$\varepsilon = \frac{k}{d} \text{ [-]} \tag{3.19}$$

gdje su:

ε – relativna hrapavost [-],

k – apsolutna hrapavost [mm].

Koeficijent trenja može se izračunati ili očitati iz Moody-jeva dijagrama. Nadalje slijedi izraz za koeficijent trenja.

$$\lambda = \frac{1{,}325}{\left[\ln\left(\frac{\varepsilon}{3{,}7} + \frac{5{,}74}{\mathrm{Re}^{0{,}9}}\right)\right]^2} \quad [-] \tag{3.20}$$

Tablica 3.5. Dimenzioniranje cjevovoda

Dionica	Dužina dionice	Toplina	Vodena vrijednost	Maseni protok	DN	R	v
-	m	W	W/°C	kg/s	mm	Pa/m	m/s
D1	16	71585	11930,8	3,041	80	36	0,54
D2	4,9	29673	4945,5	1,274	50	75	0,59
D3	1,3	7458	1243	0,308	32	36	0,31
D4	5,3	5046	841	0,167	25	70	0,36
D5	9,2	2412	402	0,141	20	60	0,28
D6	2	22215	3702,5	0,966	50	45	0,45
D7	1,2	8448	1408	0,3	32	45	0,35
D8	1,9	4587	764,5	0,195	25	60	0,34
D9	5,7	3861	643,5	0,105	25	45	0,29
D10	18,9	13767	2294,5	0,665	40	50	0,41
D11	7	417	69,5	0,015	10	36	0,14
D12	5	13350	2225	0,65	40	50	0,41
D13	4,8	9951	1658,5	0,509	40	30	0,31
D14	6,8	4980	830	0,256	25	65	0,35
D15	10,5	4971	828,5	0,253	25	65	0,35
D16	9,1	3399	566,5	0,141	25	33	0,24
D17	1,8	1647	274,5	0,073	20	30	0,19
D18	5,7	1752	292	0,069	20	33	0,2
D19	6,2	41912	6985,3	1,768	65	30	0,44
D20	4,8	9993	1665,5	0,469	40	30	0,31
D21	6,6	4959	826,5	0,205	25	65	0,35
D22	10,5	5034	839	0,264	25	70	0,36
D23	17,5	31919	5319,8	1,299	60	30	0,42
D24	1,1	6582	1097	0,34	32	30	0,28
D25	0,8	4095	682,5	0,224	25	45	0,29
D26	2,6	3171	528,5	0,164	25	30	0,23
D27	0,5	924	154	0,059	15	45	0,2
D28	6,3	2487	414,5	0,117	20	60	0,28
D29	13,5	25337	4222,8	0,959	50	55	0,5
D30	10,6	1059	176,5	0,051	15	55	0,22
D31	9	24278	4046,3	0,908	50	50	0,47

D32	10,7	5610	935	0,237	25	80	0,39
D33	4	18668	3111,3	0,671	50	30	0,36
D34	10,7	1487	247,8	0,033	15	100	0,3
D35	15,7	17181	2863,5	0,638	40	80	0,52
D36	9,9	906	151	0,025	15	45	0,2
D37	7,6	1723	287,2	0,082	20	30	0,19
D38	10,2	14552	2425,3	0,531	40	60	0,45
D39	9	6097	1016,2	0,219	25	100	0,44
D40	15,3	8455	1409,2	0,312	32	45	0,35
D41	16,2	2358	393	0,083	20	55	0,27
D42	11,4	6097	1016,2	0,229	25	100	0,44

3.9. Odabir pumpe u krugu grijanja

Tablica 3.6. Kritična dionica u prizemlju

D	Dužina dionice	Toplina	Vodena vrijednost	DN	R	v	∑ξ	R· l	Z	R· l + Z
-	m	W	W/°C	mm	Pa/m	m/s	-	Pa	Pa	Pa
1	16	71585	11930,8	80	36	0,54	5	576	729	1305
19	6,2	41912	6985,3	65	30	0,44	3,5	186	338,8	524,8
23	17,5	31919	5319,8	60	30	0,42	1	525	88,2	613,2
29	13,5	25337	4222,8	50	55	0,5	1,25	742,5	156,3	898,8
31	9	24278	4046,3	50	50	0,47	0,5	450	55,2	505,2
33	4	18668	3111,3	50	30	0,36	0,5	120	32,4	152,4
35	15,7	17181	2863,5	40	80	0,52	3	1256	405,6	1661,6
38	10,2	14552	2425,3	40	60	0,45	6	612	607,5	1219,5
40	15,3	8455	1409,2	32	45	0,35	3,5	688,5	214,4	902,9
42	11,4	6097	1016,2	25	100	0,44	4	1140	387,2	1527,2
∑										9310,6
Pad tlaka u petlji podnog grijanja + ventili										18250
=										27561

$$Z = \sum\xi \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \ [Pa] \tag{3.21}$$

Tablica 3.7. Kritična dionica na katu

D	Dužina dionice	Toplina	Vodena vrijednost	DN	R	v	∑ξ	R·l	Z	R·l + Z
-	m	W	W/°C	mm	Pa/m	m/s	-	Pa	Pa	Pa
1	16	71585	11930,8	80	36	0,54	5	576	729	1305
2	4,9	29673	4945,5	50	75	0,59	3,5	367,5	609,2	976,7
6	2	22215	3702,5	50	45	0,45	0,5	90	50,6	140,6
10	18,9	13767	2294,5	40	50	0,41	0,5	945	42	987
12	5	13350	2225	40	50	0,41	0,5	250	42	292
13	4,8	9951	1658,5	40	30	0,31	3,75	144	180,2	324,2
14	6,8	4980	830	25	65	0,35	2	442	122,5	564,5
∑										4590
Pad tlaka u petlji podnog grijanja + ventili										24750
=										29340

S obzirom da kritična dionica na katu ima veći pad tlaka, što je vidljivo iz gore navedenih tablica daljnji proračun kod odabira pumpe proveden je s tom vrijednošću.

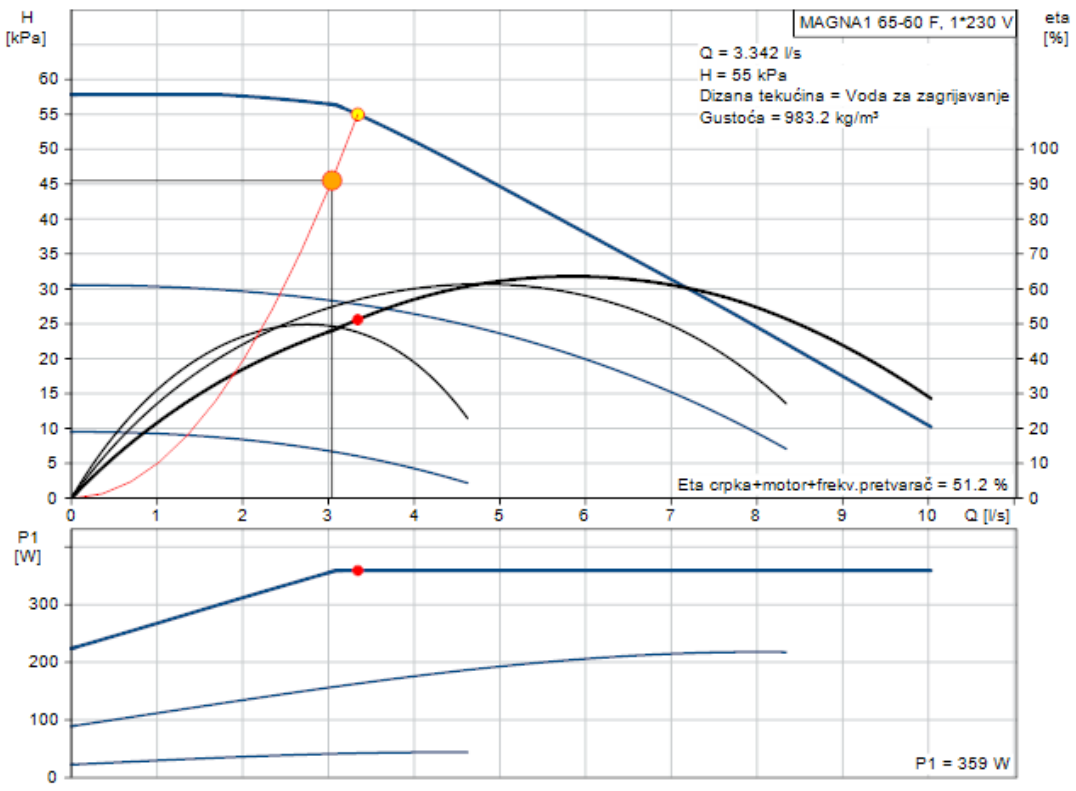
Tablica 3.8. Ukupni pad tlaka kritične dionice kata

Pad tlaka kritične dionice kata	29340 Pa
Pad tlaka na izmjenjivaču topline	16200 Pa
Ukupni pad tlaka	45540 Pa

Cirkulacijska pumpa se bira pomoću web aplikacije proizvođača Grundfos na temelju ukupnog pada tlaka koji u ovom slučaju iznosi 45540 Pa te na temelju ukupnog protoka koji iznosi 3,041 l/s. Odabrana je pumpa Grundofs, MAGNA1 65-60 F.



Slika 3.17. Pumpa Grundfos MAGNA1 65-60 F [7]



Slika 3.18. Radne krivulje pumpe Grundfos MAGNA1 65-60 F [7]

3.10. Odabir ekspanzijske posude u krugu grijanja

Ekspanzijska pouda je neophodna u sustavima grijanja i hlađenja te vrši više funkcija. Osnovne funkcije ekspanzijske posude su:

1) kompenzacija promjene volumena ogrjevnog medija kao posljedice promjene temperature,

2) održavanje tlaka u sustavu unutar zadanih granica, što uključuje održavanje minimalnog tlaka i sprječavanje prekoračenja najvećeg dozvoljenog radnog pretlaka,

3) sprječavanje manjka ogrjevnog medija tijekom pogona sustava preko dodatnog volumena, zalihe vode.

Postoje dvije osnovne izvedbe ekspanzijske posude, a to su:

1) otvorena ekspanzijska posuda, danas se rijetko koristi,

2) zatvorena ekspanzijska posuda.

Tablica 3.9. Ukupni volumen vode u sustavu

Volumen vode u petljama podnog grijanja	1341 l
Volumen vode u cijevima od spremnika do razdjelnika	408,9 l
Volumen vode u akumulacijskom spremniku	740 l
Ukupni volumen vode u sustavu	2489,9 l

Prije određivanja volumena ekspanzijske posude potrebno je odabrati sigurnosni ventil. Odabran je sigurnosni ventil s tlakom otvaranja od 3 bara. U nastavku slijedi proračun zatvorene ekspanzijske posude. Slijedi izraz za minimalni volumen zatvorene ekspanzijske posude koji glasi

$$V_{n,min} = (V_e + V_V) \cdot \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} \text{ [l]} \tag{3.22}$$

gdje su:

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

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

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

p_e – krajnji projektni tlak, povezan sa točkom otvaranja sigurnosnog ventila – kod sustava koji rade pri tlakovima manjim od 5 bar procjenjuje se na 0,5 bar ispod tlaka sigurnosnog ventila, a kod sustava koji rade pri tlaku iznad 5 bar procjenjuje se na 10% ispod tlaka sigurnosnog ventila [bar],

p_0 – primarni tlak ekspanzijske posude, tlak prilikom isporuke [bar].

Izraz za volumen širenja vode glasi

$$V_e = \frac{n \cdot V_A}{100} \text{ [l]} \tag{3.23}$$

gdje su:

V_A – ukupni volumen vode u sustavu [l],

n – postotak širenja [-].

Ukupni volumen vode u sustavu, što je vidljivo iz tablice na prethodnoj strani iznosi V_A = 2489,9 litara. Dok je postotak širenja očitan iz tablice te za temperaturu od 38 °C iznosi n = 0,72.

$$V_e = \frac{0{,}72 \cdot 2489{,}9}{100}$$

$$V_e = 17{,}93 \text{ l}$$

$$V_V = \frac{0{,}5}{100} \cdot V_A \text{ [l]} \tag{3.24}$$

$$V_V = \frac{0{,}5}{100} \cdot 2489{,}9$$

$$V_V = 12{,}45 \text{ l}$$

$$p_e = 3 - 0{,}5$$

$$p_e = 2{,}5 \text{ bar}$$

Za primarni tlak ekspanzijske posude odabran je prema iskustvenoj vrijednosti za visinu instalacije, $p_0 = 1{,}5$ bar.

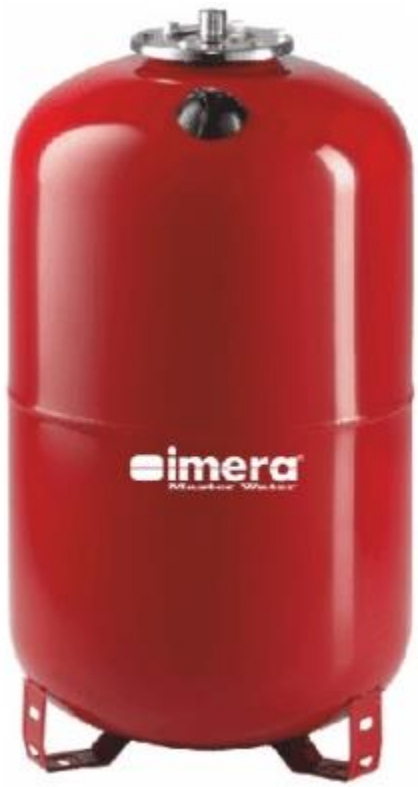
$$V_{n,min} = (17{,}93 + 12{,}45) \cdot \frac{2{,}5 + 1}{2{,}5 - 1{,}5}$$

$$V_{n,min} = 106{,}33 \text{ l}$$

S obzirom da ne postoji ekspanzijska posuda volumena od 106,33 litara koji je dobiven proračunom uzima se prva veća standardna vrijednost. Odabrana je zatvorena ekspanzijska posuda IMERA RV150 - 150 l proizvođača Zilio.

Tablica 3.10. Tehnički podaci ekspanzijske posude IMERA RV150 -150l [10]

Visina	795 mm
Promjer	550 mm
Masa	21 kg
Dimenzija priključka	1"
Radni tlak	1,5 bar
Maksimalni tlak	8 bar
Maksimalna radna temperatura	100 °C
Minimalna radna temperatura	-10 °C



Slika 3.19. Ekspanzijska posuda IMERA RV150 - 150l [10]

3.11. Električni grijači

U prostorijama malih površina te visoke temperature kao što su garderobe i WC-i nije moguće samo podnim grijanjem pokrivati projektna toplinska opterećenja. Zbog tog razloga ugrađeni su još električni grijači koji dodatno osiguravaju održavanje unutarnje projektne temperature. Za svaku od tih prostorija ugrađen je električni grijač Glamox TPA 04 DT 400W.

Tablica 3.11. Tehnički podaci električnog grijača Glamox TPA 04 DT [11]

Snaga	400 W
Duljina	503 mm
Visina	350 mm



Slika 3.20. Električni grijač Glamox TPA 04 DT 400W [11]

4. DIMENZIONIRANJE SUSTAVA POTROŠNE TOPLE VODE (PTV)

4.1. Proračun potrošne tople vode (PTV)

Postoje tri osnovne izvedbe pripreme potrošne tople vode, a to su:

1) akumulacijski sustav,

2) protočni sustav,

3) kombinirani sustav.

Prednost akumulacijskog sustava prema protočnom je raspolaganje s većom količinom zagrijane vode. Dok je nedostatak prostor za smještaj akumulacijskog spremnika te skuplja investicija. U ovom slučaju potrošna topla voda koristi se u garderobama za tuširanje, kuhinji te WC-ima. Proračun potrošne tople vode provest će se prema priručniku Recknagel-Sprenger [5]. Ovaj proračun uzima u obzir velika izljevna mjesta dok se manja izljevna mjesta mogu zanemariti. Uzima se da potrošnja vode pri jednom tuširanju iznosi 50 litara te se obave dva tuširanja po satu.

Izraz za volumni protok vode glasi

$$\dot{V} = 2 \cdot 50 \cdot n_t \cdot \varphi \ \text{[l/h]} \tag{4.1}$$

gdje su:

$\dot{V}$ – volumni protok [l/h],

n_t – broj tuševa, 4 tuša ukupno [-],

φ – faktor istovremenosti, uzima se 1 [-].

$$\dot{V} = 2 \cdot 50 \cdot 4 \cdot 1$$

$$\dot{V} = 400 \text{ l/h}$$

$$\dot{V} = 1,11 \cdot 10^{-4} \ \text{m}^3/\text{s}$$

Maksimalna potreba za toplinskim tokom računa se prema izrazu

$$\phi_m = \rho_w \cdot \dot{V} \cdot c_w \cdot \Delta\vartheta_w \quad [kW] \tag{4.2}$$

gdje su:

ϕ_m – maksimalna potreba za toplinskim tokom [kW],

c_w – specifični toplinski kapacitet vode, uzima se 4,2 [kJ/kgK] [3],

ρ_w – gustoća vode, uzima se 1000 [kg/m^3],

$\Delta\vartheta_w$ – razlika temperature vode pri tuširanju i vode u vodovodu [K].

$$\phi_m = 1000 \cdot 1,11 \cdot 10^{-4} \cdot 4,2 \cdot (40 - 10)$$

$$\phi_m = 14 \text{ kW}$$

Ukupna potrebna količina topline računa se prema izrazu

$$Q = z_B \cdot \phi_m \quad [kWh] \tag{4.3}$$

gdje su:

Q – ukupna potrebna količina topline [kWh],

z_B – broj sati pogona, uzima se 1 [h].

$$Q = 1 \cdot 14$$

$$Q = 14 \text{ kWh}$$

Kapacitet dizalice topline za zagrijavanje potrošne tople vode računa se prema izrazu

$$\phi_{D,PTV} = \frac{z_B \cdot \phi_m}{z_B + z_A} \quad [kW] \tag{4.4}$$

gdje su:

$\phi_{D,PTV}$ – kapacitet dizalice topline potrošne tople vode [kW],

z_A – broj sati zagrijavanja, uzima se 1 [h].

$$\phi_{D,PTV} = \frac{1 \cdot 14}{1 + 1}$$

$$\phi_{D,PTV} = 7 \text{ kW}$$

Kapacitet spremnika računa se prema izrazu

$$Q_{sprem} = z_A \cdot \phi_{D,PTV} = z_B \cdot (\phi_m - \phi_{D,PTV}) \text{ [kWh]} \quad (4.5)$$

gdje je

Q_{sprem} – kapacitet spremnika [kWh].

$$Q_{sprem} = 1 \cdot 7$$

$$Q_{sprem} = 7 \text{ kWh}$$

Dok se volumen spremnika računa prema izrazu

$$V_{sprem} = \frac{Q_{sprem} \cdot b \cdot 3600}{c_w \cdot (\vartheta_{sprem} - \vartheta_{H.W.})} \text{ [l]} \quad (4.6)$$

gdje su:

V_{sprem} – volumen spremnika [l],

ϑ_{sprem} – temperatura vode u spremniku, uzima se 60 [°C],

$\vartheta_{H.W.}$ – temperatura vode u vodovodu, uzima se 10 [°C],

b – faktor dodatka zbog mrtvog prostora ispod površine spremnika, uzima se 1,1 [-].

$$V_{sprem} = \frac{7 \cdot 1{,}1 \cdot 3600}{4{,}2 \cdot (60 - 10)}$$

$$V_{sprem} = 132\ \text{l}$$

4.2. Odabir dizalice topline u krugu potrošne tople vode

Kao izvor topline za zagrijavanje potrošne tople vode koristi se zasebna dizalica topline zrak-voda u split izvedbi. Za vanjsku jedinicu odabrana je Daikin ERRQ011AY1. U vanjskoj jedinici se nalazi isparivač i kompresor.



Slika 4.1. Vanjska jedinica dizalice topline Daikin ERRQ011AY1 [6]

Tablica 4.1. Tehnički podaci vanjske jedinice dizalice topline Daikin ERRQ011AY1 [6]

Ogrjevni učin	11 kW
Ulazna snaga	4,71 kW
COP	2,34
Dužina	900 mm
Širina	320 mm
Visina	1345 mm
Masa	120 kg
Kompresor	hermetički zabrtvljen spiralni kompresor
Radna tvar	R-410A

Za unutarnju jedinicu odabrana je Daikin EKHBRD011ADY1. U unutrašnjoj jedinici nalazi se kondenzator koji predaje toplinski tok izmjenjivaču koji zagrijava potrošnu toplu vodu. Također, u unutrašnjoj jedinici nalazi se i pumpa te ekspanzijska posuda.



Slika 4.2. Unutarnja jedinica dizalice topline Daikin EKHBRD011ADY1 [6]

Odabrana unutarnja jedinica dizalice topline već ima na strani vode ugrađenu ekspanzijsku posudu te pumpu stoga nije potrebno zasebno ugrađivati ekspanzijsku posudu te pumu u krugu potrošne tople vode.

Tablica 4.2. Tehnički podaci unutarnje jedinice dizalice topline Daikin EKHBRD011ADY1 [6]

Dužina	600 mm
Širina	695
Visina	705 mm
Masa	147 kg
Radna tvar	R-134a
Pumpa	87 W
Ekspanzijska posuda	12 l

4.3. Odabir akumulacijskog spremnika u krugu potrošne tople vode

S obzirom da volumen spremnika potrošne tople vode dobiven proračunom ne postoji odabrani je prvi veći standardni spremnik. Odabran je akumulacijski spremnik Daikin EKHTS200AC volumena 200 litara.



Slika 4.3. Akumulacijski spremnik Daikin EKHTS200AC [6]

Tablica 4.3. Tehnički podaci spremnika Daikin EKHTS200AC [6]

Volumen	200 l
Dužina	600 mm
Širina	695 mm
Visina	1335 mm
Masa praznog spremnika	70 kg
Materijal	nehrđajući čelik, EN 1.4521
Gubitak topline	50 W
Razred energetske učinkovitosti	B

5. REGULACIJA

Regulacija temperature u prostorijama veoma je važna kako bi se postigla željena temperatura u prostorijama. Također, važno je i održavanje željene temperature vode u spremniku potrošne tople vode. Regulacija temperature vode u spremniku potrošne tople vode se vrši na način da kad temperatura u akumulacijskom spremniku padne ispod donje granične vrijednosti dizalica topline se uključuje te radi do trenutka kad temperatura u akumulacijskom spremniku dosegne gornju graničnu vrijednost. Regulacija temperature u prostorijama može se vršiti promjenom protoka te promjenom temperaturne razlike vode polaza i povrata. U ovom slučaju se regulacija temperature u prostorijama vrši promjenom protoka vode u petljama podnog grijanja. Za potrebe regulacije koristi se digitalni regulator. Na digitalni regulator spojeni su:

1) osjetnik vanjske temperature,

2) osjetnici temperature u akumulacijskom spremniku PTV-a,

3) unutarnja jedinica dizalice topline zrak - voda u krugu PTV-a,

4) osjetnici temperature u spremniku vode podnog grijanja,

5) pumpa u krugu podnog grijanja,

6) dizalica topline zrak - voda u krugu podnog grijanja,

7) Rehau BA kontrolne jedinice.

Rehau BA kontrolne jedinice smještene su u razdjelnim ormarićima te predstavljaju osnovni regulacijski element. Kontrolne jedinice žično su spojene sa aktuatorima, ventilima s elektrotermičkim pogonom koji su ugrađeni u povratni vod svake petlje podnog grijanja. Na ovaj se način mijenja protok kroz svaku petlju podnog grijanja, odnosno toplinski učin prema informaciji koju kontrolna jedinica dobije iz odgovarajućeg termostata. Kod uobičajene regulacije se protok u potpunosti pušta kad temperatura u prostoriji padne ili u potpunosti zatvara kad temperatura u prostoriji poraste. Na ovaj način se održava konstantna temperatura te se mijenja protok vode u petljama podnog grijanja. Kod ovog sustava ventili i dalje mogu biti zatvoreni ili otvoreni, ali je skraćeno vrijeme između njihove izmjene. U zbornici je smješten temperaturni regulator Rehau RF TD kojim se mogu upravljati termostati u ostalim prostorijama. U svakoj od preostalih prostorija ugrađen je bežični termostat Rehau TA na kojem se odabire željena unutarnja temperatura prostorije. Da bi se omogućila komunikacija između bežičnih termostata Rehau TA te temperaturnog regulatora Rehau RF TD potreban nam je primatelj bežičnih signala, Rehau RC koji je žično spojen s temperaturnim regulatorom Rehau RF TD. Unutar razdjelnog ormarića nalaze se još i automatski balansirajući ventili koji omogućuju pravilnu raspodjelu protoka.

6. TEHNIČKI OPIS SUSTAVA

U potpunosti je proveden proračun te dimenzioniranje podnog grijanja, potrošne tople vode te sve potrebne opreme školske zgrade smještene u okolici grada Rijeke. Prvo je proveden proračun projektnog toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje zgrade prema normi HRN EN 12831 u računalnom programu IntegraCAD. Projektno toplinsko opterećenje za zimsko razdoblje iznosi 70786 W. Napravljen je i „ručni“ proračun prostorije P2, učione 1 .- 4. razreda radi usporedbe rezultata dobivenih u IntegraCAD-u. Dobiveni rezultati „ručnim“ postupkom poklapaju se s rezultatima dobivenih u IntegraCAD-u. Nadalje je proveden proračun podnog grijanja s niskotemperaturnim režimom rada 38/32 °C u IntegraCAD-u te su odabrani razdjelnici i ormarići podnog grijanja. Za cijev petlji podnog grijanja odabrana je RAUTHERM S cijev 17x2. Unutar razdjelnog ormarića nalaze se razdjelnici s mjeračem protoka, automatski balansirajući ventili, Rehau BA kontrolne jedinice te aktuatori. Prema projektnom toplinskom opterećenju odabrana je niskotemperaturna dizalica topline zrak-voda Daikin EWYT135B-SSA1 ogrjevnog učina 88,55 kW. Radi stabilnijeg rada sustava i dizalice topline ugrađen je akumulacijski spremnik Centrometal CAS 801 volumena 740 litara u krugu grijanja kako dizalica topline ne bi radila konstantno, već bi se palila kad bi temperatura vode u akumulacijskom spremniku pala ispod granične vrijednosti. Nadalje je provedeno dimenzioniranje cijevne mrže od akumulacijskog spremnika do razdjelnika te izračunat maksimalni pad tlaka, pad tlaka u kritičnoj dionici. Prema maksimalnom padu tlaka od 45540 Pa te ukupnom protoku od 3,041 l/s odabrana je pomoću web aplikacije Grundfos pumpa Grundfos MAGNA1 65-60 F u krugu grijanja. Kako bi sustav grijanja radio bez poteškoća proveden je proračun zatvorene ekspanzijske posude prema ukupnom volumena vodu u sustavu te je odabrana zatvorena ekspanzijska posuda IMERA RV150 - 150l volumena 150 litara. Za slučaj da podno grijanje ne uspije pokriti projektna toplinska opterećenja zimi u prostorije garderobe te WC-a ugrađeni su električni grijači Glamox TPA 04 DT snage 400 W. Priprema potrošne tople vode izvedena je u obliku akumulacijskog sustava. Potrošna topla voda koristi se u garderobama za tuširanje, te kuhinji i WC-ima. Proračun PTV-a proveden je prema priručniku Recknagel – Sprenger. Prema traženom toplinskom kapacitetu od 7 kW za zagrijavanje PTV-a odabrana je visokotemperaturna Daikin dizalica topline zrak-voda ogrjevnog učina 11 kW pri čemu je za vanjsku jedinicu odabrana Daikin ERRQ011AY1 te za unutarnju Daikin EKHBRD011ADY1. Dok je za akumulacijski spremnik odabran Daikin EKHTS200AC volumena 200 litara. Za sustav regulacije koristi se digitalni regulator na koji su spojeni: Rehau BA kontrolne jedinice, osjetnik vanjske temperature, osjetnik temperature polaznog voda kruga grijanja i PTV-a te sigurnosni graničnik temperature polaznog voda. Nadalje se koriste aktuatori, mijenjaju protok kroz petlje podnog grijanja te su žično spojeni s kontrolnim jedinicama. U svaku prostoriju je postavljen bežični termostat Rehau TA kojima se može upravljati s centralne jedinice Rehau RF TD smještene u zbornici. Za povezivanje centralne jedinice te bežičnih termostata koristi se primatelj bežičnih signala Rehau RC koji je žično spojen sa centralnom jedinicom. Dok se regulacija željene temperature vode od 60 °C u akumulacijskom spremniku PTV-a postiže na način da kad temperatura vode padne ispod granične vrijednosti uključuje se dizalica topline koja se gasi kad temperatura voda u spremniku dosegne željenu temperaturu. Nadalje važno je napomenuti da se gubici mehaničke ventilacije djelomično pokrivaju predgrijavanjem vanjskog zraka prije

ubacivanja u prostoriju. Proračun sustava mehaničke ventilacije nije dio ovog završnog rada. Također, proračun zidnog grijanja nije proveden jer nije bilo potrebe za njegovim ugrađivanjem.

LITERATURA

[1] I. Balen, D. Smoljan: Podloge za predavanja iz kolegija „Termotehnika (KGH)“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

[2] A. Galović: Termodinamika 1, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2016.

[3] B. Halasz, A. Galović, I. Boras: Toplinske tablice, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2013.

[4] Norma HRN EN 12831

[5] Recknagel – Sprenger: Grijanje i klimatizacija, 2004.

[6] https://www.daikin.hr/hr_hr/kupci.html

[7] https://www.grundfos.com/hr

[8] https://www.centrometal.hr/

[9] https://www.rehau.com/hr-hr

[10] https://termometal.hr/

[11] https://stipsa.eu/

[12] Norma HRN EN ISO 11855-2

[13] Jan Babiak, Bjarne W. Olesen, Dušan Petraš: Low temperature heating and high temperature cooling, 2013.

Prilog A – Proračun projektnog toplinskog opterećenja za zimsko razdoblje prema normi HRN EN 12831

Projekt: Osnovna škola u Rijeci

Toplinski gubici

Kat 1			**Prostorija:**				**P1 Učiona 1.-4. razred**												
Duljina (m)			54,00				T (m)				5,00								
Širina (m)			1,00				Gw				1,00								
Površina (m²)			54,00				f g1				1,45								
Visina (m)			2,70				Broj otvora				3								
Volumen (m³)			145,80				e i				0,03								
Oplošje (m²)			405,00				f vi				0,36								
Visina iznad tla (m)			0,40				V ex (m³/h)				0,00								
Theta int, i (°C)			20				V su (m³/h)				0,00								
Theta e (°C)			- 8				V su,i (m³/h)				291,60								
f RH			16,00				n min (1/h)				2,00								
Korekcijski faktor - fh,i			1,00																

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	2,01	2,85	5,73	+	5,73	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,089	30
VZ	okolici	hor.	1	14,09	1,00	14,09	+	14,09	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,677	75
PR	okolici	hor.	1	7,89	1,75	13,81	-	13,81	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,524	154
P	zemlji (pod)	hor.	1	54,00	1,00	54,00		54,00	16,66	6,48	0,00	0,350	0,17	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	3,328	93

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	26	Phi T,i (W)	353
Phi V,min (W)	292	Phi V,i (W)	1241
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1241
Phi V,su (W)	991	Phi (W)	2458
Phi RH (W)	864	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 1		**Prostorija:**		**P2 Učiona 1.-4. razred**	
Duljina (m)	54,00	T (m)	5,00		
Širina (m)	1,00	Gw	1,00		
Površina (m²)	54,00	f g1	1,45		
Visina (m)	2,70	Broj otvora	3		
Volumen (m³)	145,80	e i	0,03		
Oplošje (m²)	405,00	f vi	0,39		
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00		
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00		
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	291,60		
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00		
Korekcijski faktor - fh,i	1,00				

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	12,55	1,00	12,55	+	12,55	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,385	66
PR	okolici	hor.	1	7,89	1,75	13,81	-	13,81	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,524	154
P	zemlji (pod)	hor.	1	54,00	1,00	54,00		54,00	9,25	11,68	0,00	0,350	0,14	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	2,740	76

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	26	Phi T,i (W)	298
Phi V,min (W)	292	Phi V,i (W)	1341
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1341
Phi V,su (W)	1091	Phi (W)	2503
Phi RH (W)	864	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1		**Prostorija:**		**P3 Učiona 1.-4. razred**	
Duljina (m)	54,00	T (m)	5,00		
Širina (m)	1,00	Gw	1,00		
Površina (m²)	54,00	f g1	1,45		
Visina (m)	2,70	Broj otvora	3		

Volumen (m³)	145,80	e i	0,03
Oplošje (m²)	405,00	f vi	0,39
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	291,60
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	12,55	1,00	12,55	+	12,55	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,385	66
PR	okolici	hor.	1	7,89	1,75	13,81	-	13,81	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,524	154
P	zemlji (pod)	hor.	1	54,00	1,00	54,00		54,00	9,25	11,68	0,00	0,350	0,14	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	2,740	76

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	26	Phi T,i (W)	298
Phi V,min (W)	292	Phi V,i (W)	1341
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1341
Phi V,su (W)	1091	Phi (W)	2503
Phi RH (W)	864	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1	**Prostorija:**	**P4 Učiona 1.-4. razred**	
Duljina (m)	54,50	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	54,50	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	3
Volumen (m³)	147,15	e i	0,03
Oplošje (m²)	408,70	f vi	0,39
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	294,30
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	12,67	1,00	12,67	+	12,67	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,407	67
PR	okolici	hor.	1	7,89	1,75	13,81	-	13,81	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,524	154
P	zemlji (pod)	hor.	1	54,50	1,00	54,50		54,50	9,42	11,57	0,00	0,350	0,14	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	2,766	77

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	27	Phi T,i (W)	299
Phi V,min (W)	294	Phi V,i (W)	1353
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1353
Phi V,su (W)	1101	Phi (W)	2524
Phi RH (W)	872	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1	**Prostorija:**	**P5 Biblioteka**	
Duljina (m)	54,50	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	54,50	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	147,15	e i	0,02
Oplošje (m²)	408,70	f vi	0,36
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	294,30
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	6,83	2,85	19,47	+	19,47	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,699	103
VZ	okolici	hor.	1	23,24	1,00	23,24	+	23,24	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,416	123
PR	okolici	hor.	1	3,90	1,70	6,63	-	6,63	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,652	74

VZ	okolici	hor.	1	0,37	2,85	1,05		1,05	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,199	5
P	zemlji (pod)	hor.	1	54,50	1,00	54,50		54,50	20,43	5,34	0,00	0,350	0,17	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	3,359	94
UZ-D	negrijanoj prostoriji	hor.	1	2,40	2,85	6,84		6,84	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	15	1,00	0,18	0,00	0,00	0,00	1,307	36

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	18	Phi T,i (W)	437
Phi V,min (W)	294	Phi V,i (W)	1169
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1169
Phi V,su (W)	1000	Phi (W)	2478
Phi RH (W)	872	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 1	**Prostorija:**	**P6 Hodnik**	
Duljina (m)	39,85	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	39,85	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	107,60	e i	0,02
Oplošje (m²)	300,29	f vi	1,00
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	107,60
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
V-V	negrijanoj prostoriji	hor.	1	1,55	2,00	3,10	-	3,10	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	15	1,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,166	4
PR	negrijanoj prostoriji	hor.	1	3,40	2,00	6,80	-	6,80	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	15	1,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,486	13
P	zemlji (pod)	hor.	1	39,85	1,00	39,85		39,85	4,95	16,10	0,00	0,350	0,13	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	1,878	52
UZ-D	negrijanoj prostoriji	hor.	1	4,21	1,00	4,21		4,21	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	- 8	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4,505	126

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	13	Phi T,i (W)	196
Phi V,min (W)	108	Phi V,i (W)	1147
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1147
Phi V,su (W)	1024	Phi (W)	1980
Phi RH (W)	638	Phi/A (W/m²)	49
Phi/V (W/m³)	18		

Kat 1	**Prostorija:**	**P7 Blagovaonica**	
Duljina (m)	78,64	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	78,64	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	5
Volumen (m³)	212,33	e i	0,03
Oplošje (m²)	587,34	f vi	0,18
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	424,68
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	19,16	1,00	19,16	+	19,16	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,640	101
PR	okolici	hor.	1	11,25	1,75	19,69	-	19,69	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,876	220
UZ-S	grijanoj prostoriji	hor.	1	3,80	2,70	10,26		10,26	0,00	0,00	0,00	1,540	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 1,129	0
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	5,03	2,70	13,58		13,58	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	18	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	1,038	29
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	2,60	2,70	7,02		7,02	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	15	1,00	0,00	0,18	0,00	0,00	1,341	37
P	zemlji (pod)	hor.	1	78,64	1,00	78,64		78,64	13,08	12,02	0,00	0,350	0,14	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	3,991	111
K-D	okolici	hor.	1	78,64	1,00	78,64		78,64	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,524	770

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	38	Phi T,i (W)	1271
Phi V,min (W)	425	Phi V,i (W)	1086
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1086
Phi V,su (W)	722	Phi (W)	3615
Phi RH (W)	1258	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1	**Prostorija:**	**P8 Garedroba M**	
Duljina (m)	17,63	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	17,63	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	2
Volumen (m³)	47,60	e i	0,03
Oplošje (m²)	135,86	f vi	0,10
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	22	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	47,60
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor -	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	13,30	1,00	13,30	+	13,30	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,527	75
PR	okolici	hor.	1	4,36	0,65	2,83	-	2,83	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,132	34
P	zemlji (pod)	hor.	1	17,63	1,00	17,63		17,63	5,43	6,49	0,00	0,350	0,17	- 8	1,00	0,00	0,00	0,30	0,00	1,304	39
UZ-S	grijanoj prostoriji	hor.	1	3,80	2,70	10,26		10,26	0,00	0,00	0,00	1,540	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	1,053	31
K-D	okolici	hor.	1	17,63	1,00	17,63		17,63	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,170	185
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	12,99	1,00	12,99		12,99	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,927	27
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	1,00	2,00	2,00	-	2,00	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,267	8
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,240	7

UZ-DB	grijanoj prostoriji	hor.	1	9,65	1,00	9,65		9,65	0,00	0,00	0,00	2,100	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	1,351	40

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	9	Phi T,i (W)	449
Phi V,min (W)	48	Phi V,i (W)	136
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	136
Phi V,su (W)	49	Phi (W)	867
Phi RH (W)	282	Phi/A (W/m²)	49
Phi/V (W/m³)	18		

Kat 1	**Prostorija:**	**P9 Hodnik**	
Duljina (m)	15,28	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	15,28	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	0
Volumen (m³)	41,26	e i	0,00
Oplošje (m²)	118,47	f vi	0,89
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	41,26
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor -	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	12,51	1,00	12,51	+	12,51	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 0,956	0
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 0,257	0
P	zemlji (pod)	hor.	1	15,28	1,00	15,28		15,28	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,000	0
K-D	okolici	hor.	1	15,28	1,00	15,28		15,28	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,348	149

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	149

Phi V,min (W)	41	Phi V,i (W)	351
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	351
Phi V,su (W)	351	Phi (W)	744
Phi RH (W)	244	Phi/A (W/m²)	48
Phi/V (W/m³)	18		

Kat 1	**Prostorija:**	**P10 Kabinet**	
Duljina (m)	15,32	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	15,32	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	0
Volumen (m³)	41,36	e i	0,00
Oplošje (m²)	118,77	f vi	1,00
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	20,68
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
K-D	okolici	hor.	1	15,32	1,00	15,32	+	15,32	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,362	150
P	zemlji (pod)	hor.	1	15,32	1,00	15,32	+	15,32	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,000	0
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	3,80	2,70	10,26		10,26	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	22	0,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 0,784	0

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	150
Phi V,min (W)	21	Phi V,i (W)	197
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	197
Phi V,su (W)	197	Phi (W)	592
Phi RH (W)	245	Phi/A (W/m²)	38
Phi/V (W/m³)	14		

Kat 1	**Prostorija:**	**P11 Hodnik**	
Duljina (m)	5,01	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	5,01	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	0
Volumen (m³)	13,53	e i	0,00
Oplošje (m²)	42,47	f vi	0,54
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	13,53
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
P	zemlji (pod)	hor.	1	5,01	1,00	5,01	+	5,01	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,000	0
K-D	okolici	hor.	1	5,01	1,00	5,01	+	5,01	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,753	49
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 0,257	0
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	1,58	1,00	1,58		1,58	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 0,121	0
UZ-S	grijanoj prostoriji	hor.	1	4,01	2,70	10,83		10,83	0,00	0,00	0,00	1,540	0,00	18	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	1,191	33

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	82
Phi V,min (W)	14	Phi V,i (W)	69
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	69
Phi V,su (W)	69	Phi (W)	231
Phi RH (W)	80	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1	**Prostorija:**	**P12 Garderoba Ž**	
Duljina (m)	18,40	T (m)	5,00

Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	18,40	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	3
Volumen (m³)	49,68	e i	0,03
Oplošje (m²)	141,56	f vi	0,10
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	22	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	49,68
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	8,86	1,00	8,86	+	8,86	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,683	50
PR	okolici	hor.	1	2,80	0,75	2,10	-	2,10	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,840	25
K-D	okolici	hor.	1	18,40	1,00	18,40		18,40	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,440	193
P	zemlji (pod)	hor.	1	18,40	1,00	18,40		18,40	3,73	9,87	0,00	0,350	0,15	- 8	1,00	0,00	0,00	0,30	0,00	1,201	36
UZ-S	grijanoj prostoriji	hor.	1	1,41	1,00	1,41		1,41	0,00	0,00	0,00	1,540	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,145	4
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,240	7
UZ-DB	grijanoj prostoriji	hor.	1	3,60	2,70	9,72		9,72	0,00	0,00	0,00	2,100	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	1,361	40
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,240	7
UZ-S	grijanoj prostoriji	hor.	1	5,11	2,70	13,80		13,80	0,00	0,00	0,00	1,540	0,00	20	1,00	0,00	0,07	0,00	0,00	1,417	42

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	9	Phi T,i (W)	406
Phi V,min (W)	50	Phi V,i (W)	142
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	142
Phi V,su (W)	51	Phi (W)	842
Phi RH (W)	294	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 1	**Prostorija:**	**P13 Spremište**	
Duljina (m)	33,73	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	33,73	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	2
Volumen (m³)	91,07	e i	0,03
Oplošje (m²)	255,00	f vi	1,00
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	15	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	45,54
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	7,39	2,97	21,95	+	21,95	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,170	95
PR	okolici	hor.	1	2,95	1,20	3,54	-	3,54	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,416	32
V-V	okolici	hor.	1	1,40	2,00	2,80	-	2,80	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,840	19
VZ	okolici	hor.	1	11,48	1,00	11,48		11,48	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,181	50
UZ-S	grijanoj prostoriji	hor.	1	5,11	2,70	13,80		13,80	0,00	0,00	0,00	1,540	0,00	22	1,00	0,00	- 0,30	0,00	0,00	- 6,468	0
P	zemlji (pod)	hor.	1	33,73	1,00	33,73		33,73	13,39	5,04	0,00	0,350	0,17	- 8	1,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,723	16
K-D	okolici	hor.	1	33,73	1,00	33,73		33,73	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,806	271

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	16	Phi T,i (W)	486
Phi V,min (W)	46	Phi V,i (W)	484
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	484
Phi V,su (W)	356	Phi (W)	1509
Phi RH (W)	540	Phi/A (W/m²)	44
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 1	**Prostorija:**	**P14 Dvorana**

Duljina (m)	287,76	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	287,76	f g1	1,45
Visina (m)	6,40	Broj otvora	6
Volumen (m³)	1841,66	e i	0,03
Oplošje (m²)	4271,65	f vi	- 0,04
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	3683,32
f RH	15,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	12,89	6,67	85,98	+	85,98	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,336	457
VZ	okolici	hor.	1	109,77	1,00	109,77	+	109,77	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,856	584
PR	okolici	hor.	1	20,04	2,81	56,31	+	56,31	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,524	630
VZ	okolici	hor.	1	13,32	6,67	88,84	+	88,84	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,880	472
VZ	okolici	hor.	1	2,59	6,67	17,28	+	17,28	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,283	91
UZ-DB	grijanoj prostoriji	hor.	1	7,27	1,00	7,27	+	7,27	0,00	0,00	0,00	2,100	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 1,090	0
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 0,257	0
UZ-DB	grijanoj prostoriji	hor.	1	7,92	1,00	7,92		7,92	0,00	0,00	0,00	2,100	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 1,188	0
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	22	1,00	0,00	- 0,07	0,00	0,00	- 0,257	0
VZ	okolici	hor.	1	24,90	3,70	92,13		92,13	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,505	490
K-D	okolici	hor.	1	287,76	1,00	287,76		287,76	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,716	2820
P	zemlji (pod)	hor.	1	287,76	1,00	287,76		287,76	54,13	10,63	0,00	0,350	0,15	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	15,647	438

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	332	Phi T,i (W)	5984
Phi V,min (W)	3683	Phi V,i (W)	1908
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1908
Phi V,su (W)	- 1248	Phi (W)	12208

Phi RH (W)	4316	Phi/A (W/m²)	42
Phi/V (W/m³)	6		

Kat 1	**Prostorija:**	**P15 Kuhinja**	
Duljina (m)	18,61	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	18,61	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	2
Volumen (m³)	50,25	e i	0,03
Oplošje (m²)	143,11	f vi	0,23
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	18	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	75,38
f RH	16,00	n min (1/h)	1,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	4,44	1,75	7,77	-	7,77	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,108	80
VZ	okolici	hor.	1	7,17	1,00	7,17		7,17	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,362	35
P	zemlji (pod)	hor.	1	18,61	2,85	18,61		18,61	5,03	7,40	0,00	0,350	0,16	- 8	1,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,830	21
K-D	okolici	hor.	1	18,61	1,00	18,61		18,61	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,514	169
UZ-S	grijanoj prostoriji	hor.	1	3,75	2,70	10,13		10,13	0,00	0,00	0,00	1,540	0,00	20	1,00	0,00	- 0,08	0,00	0,00	- 1,200	0
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	1,05	2,00	2,10	-	2,10	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	20	1,00	0,00	- 0,08	0,00	0,00	- 0,323	0
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	11,32	1,00	11,32		11,32	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	20	1,00	0,00	- 0,08	0,00	0,00	- 0,932	0
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	15	1,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,415	10
UZ-T	grijanoj prostoriji	hor.	1	8,33	1,00	8,33		8,33	0,00	0,00	0,00	2,240	0,00	15	1,00	0,00	0,12	0,00	0,00	2,153	56

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	9	Phi T,i (W)	373
Phi V,min (W)	75	Phi V,i (W)	234

Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	234
Phi V,su (W)	154	Phi (W)	904
Phi RH (W)	298	Phi/A (W/m²)	48
Phi/V (W/m³)	18		

Kat 1	**Prostorija:**	**P16 Smočnica**	
Duljina (m)	9,29	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	9,29	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	25,08	e i	0,02
Oplošje (m²)	74,15	f vi	1,00
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	18	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	12,54
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor -	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	6,25	1,00	6,25	+	6,25	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,188	30
PR	okolici	hor.	1	2,20	0,67	1,47	-	1,47	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,588	15
UZ-T	grijanoj prostoriji	hor.	1	3,75	2,70	10,13		10,13	0,00	0,00	0,00	2,240	0,00	20	1,00	0,00	- 0,08	0,00	0,00	- 1,745	0
V-U	grijanoj prostoriji	hor.	1	0,90	2,00	1,80	-	1,80	0,00	0,00	0,00	2,000	0,00	18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0
UZ-T	grijanoj prostoriji	hor.	1	8,33	1,00	8,33		8,33	0,00	0,00	0,00	2,240	0,00	18	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	2,48	2,70	6,70		6,70	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	20	1,00	0,00	- 0,08	0,00	0,00	- 0,551	0
P	zemlji (pod)	hor.	1	9,29	1,00	9,29		9,29	2,60	7,15	0,00	0,350	0,16	- 8	1,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,414	10
K-D	okolici	hor.	1	9,29	1,00	9,29		9,29	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,251	84

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	3	Phi T,i (W)	141

Phi V,min (W)	13	Phi V,i (W)	137
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	137
Phi V,su (W)	111	Phi (W)	426
Phi RH (W)	149	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1	**Prostorija:**	**P17 Soba za odmor**	
Duljina (m)	9,34	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	9,34	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	25,22	e i	0,02
Oplošje (m²)	74,52	f vi	0,04
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	12,61
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	3,87	1,00	3,87	+	3,87	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,735	20
PR	okolici	hor.	1	2,22	1,75	3,88	-	3,88	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,552	43
UZ-T	grijanoj prostoriji	hor.	1	3,75	2,70	10,13		10,13	0,00	0,00	0,00	2,240	0,00	15	1,00	0,00	0,18	0,00	0,00	4,052	113
P	zemlji (pod)	hor.	1	9,34	1,00	9,34		9,34	2,61	7,16	0,00	0,350	0,16	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,542	15
K-D	okolici	hor.	1	9,34	1,00	9,34		9,34	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,269	91

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	3	Phi T,i (W)	284
Phi V,min (W)	13	Phi V,i (W)	33
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	33
Phi V,su (W)	4	Phi (W)	466
Phi RH (W)	149	Phi/A (W/m²)	49

Phi/V (W/m³)	18

Kat 1	**Prostorija:**	**P18 Ured pedagoga**	
Duljina (m)	9,98	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	9,98	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	26,95	e i	0,02
Oplošje (m²)	79,25	f vi	0,36
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	26,95
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	2,22	1,75	3,88	-	3,88	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,552	43
VZ	okolici	hor.	1	5,21	1,00	5,21		5,21	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,990	27
P	zemlji (pod)	hor.	1	9,98	1,00	9,98		9,98	3,06	6,52	0,00	0,350	0,17	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,615	17
K-D	okolici	hor.	1	9,98	1,00	9,98		9,98	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,493	97

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	3	Phi T,i (W)	186
Phi V,min (W)	27	Phi V,i (W)	122
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	122
Phi V,su (W)	92	Phi (W)	467
Phi RH (W)	160	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1	**Prostorija:**	**P20 Učiona Kemija, Fizikia i Biologija**	
Duljina (m)	50,82	T (m)	5,00

Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	50,82	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	5
Volumen (m³)	137,21	e i	0,03
Oplošje (m²)	381,47	f vi	0,36
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	274,42
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	14,39	1,00	14,39	+	14,39	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,734	76
PR	okolici	hor.	1	8,75	1,75	15,31	-	15,31	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,124	171
P	zemlji (pod)	hor.	1	50,82	1,00	50,82		50,82	10,42	9,75	0,00	0,350	0,15	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	2,763	77
UZ-S	grijanoj prostoriji	hor.	1	4,97	2,70	13,42		13,42	0,00	0,00	0,00	1,540	0,00	15	1,00	0,00	0,18	0,00	0,00	3,691	103

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	25	Phi T,i (W)	428
Phi V,min (W)	274	Phi V,i (W)	1168
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1168
Phi V,su (W)	933	Phi (W)	2409
Phi RH (W)	813	Phi/A (W/m²)	47
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1	**Prostorija:**	**P21 Kabinet**	
Duljina (m)	4,73	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	4,73	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	12,77	e i	0,02
Oplošje (m²)	40,40	f vi	1,00

Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	6,39
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ	okolici	hor.	1	2,90	1,00	2,90	+	2,90	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,551	15
PR	okolici	hor.	1	1,75	1,75	3,06	-	3,06	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,224	34
P	zemlji (pod)	hor.	1	4,73	1,00	4,73		4,73	2,09	4,53	0,00	0,350	0,17	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,291	8

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	2	Phi T,i (W)	57
Phi V,min (W)	6	Phi V,i (W)	75
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	75
Phi V,su (W)	61	Phi (W)	207
Phi RH (W)	76	Phi/A (W/m²)	43
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 1	**Prostorija:**	**P22 Arhiva**	
Duljina (m)	4,54	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	4,54	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	0
Volumen (m³)	12,26	e i	0,00
Oplošje (m²)	39,00	f vi	1,00
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	6,13
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
P	zemlji (pod)	hor.	1	4,54	1,00	4,54	+	4,54	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,000	0

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	0
Phi V,min (W)	6	Phi V,i (W)	58
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	58
Phi V,su (W)	58	Phi (W)	130
Phi RH (W)	73	Phi/A (W/m²)	28
Phi/V (W/m³)	10		

Kat 1	**Prostorija:**	**P23 Kabinet**	
Duljina (m)	19,63	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	19,63	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	2
Volumen (m³)	53,00	e i	0,03
Oplošje (m²)	150,66	f vi	0,64
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	26,50
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	3,50	1,75	6,13	-	6,13	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,452	68
VZ	okolici	hor.	1	5,84	1,00	5,84		5,84	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,110	31
P	zemlji (pod)	hor.	1	19,63	1,00	19,63		19,63	4,20	9,35	0,00	0,350	0,15	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	1,067	29

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	10	Phi T,i (W)	129
Phi V,min (W)	27	Phi V,i (W)	253
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	253
Phi V,su (W)	162	Phi (W)	696
Phi RH (W)	314	Phi/A (W/m²)	35
Phi/V (W/m³)	13		

Kat 1	**Prostorija:**	**P24 WC Ž**	
Duljina (m)	11,49	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	11,49	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	31,02	e i	0,02
Oplošje (m²)	90,43	f vi	0,54
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	46,53
f RH	16,00	n min (1/h)	1,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	2,40	0,70	1,68	-	1,68	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,672	18
VZ	okolici	hor.	1	5,87	1,00	5,87		5,87	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,115	31
P	zemlji (pod)	hor.	1	11,49	1,00	11,49		11,49	2,65	8,67	0,00	0,350	0,16	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,666	18

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	4	Phi T,i (W)	68
Phi V,min (W)	47	Phi V,i (W)	273
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	273
Phi V,su (W)	237	Phi (W)	524
Phi RH (W)	184	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 1	**Prostorija:**	**P25 WC M**	
Duljina (m)	11,02	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	11,02	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	4
Volumen (m³)	29,75	e i	0,03
Oplošje (m²)	86,95	f vi	0,32
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	44,63
f RH	16,00	n min (1/h)	1,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	14,70	1,00	14,70	+	14,70	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,793	78
PR	okolici	hor.	1	2,19	0,85	1,86	-	1,86	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,744	20
VZ	okolici	hor.	1	8,17	1,00	8,17		8,17	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,552	43
PR	okolici	hor.	1	0,75	0,85	0,64	-	0,64	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,256	7
P	zemlji (pod)	hor.	1	11,02	1,00	11,02		11,02	3,09	7,13	0,00	0,350	0,16	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,639	17

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	5	Phi T,i (W)	167
Phi V,min (W)	45	Phi V,i (W)	188
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	188
Phi V,su (W)	137	Phi (W)	531
Phi RH (W)	176	Phi/A (W/m²)	48
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 1	**Prostorija:**	**P26 Hodnik**	
Duljina (m)	100,93	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00

Površina (m²)	100,93	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	0
Volumen (m³)	272,51	e i	0,00
Oplošje (m²)	752,28	f vi	0,79
Visina iznad tla (m)	0,40	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	272,51
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
P	zemlji (pod)	hor.	1	100,93	1,00	100,93	+	100,93	3,18	63,48	0,00	0,350	0,12	- 8	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	4,390	122
UZ-D	grijanoj prostoriji	hor.	1	6,19	2,70	16,71	+	16,71	0,00	0,00	0,00	1,070	0,00	15	1,00	0,00	0,18	0,00	0,00	3,193	89

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	212
Phi V,min (W)	273	Phi V,i (W)	2038
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	2038
Phi V,su (W)	2038	Phi (W)	3864
Phi RH (W)	1615	Phi/A (W/m²)	38
Phi/V (W/m³)	14		

Kat 2	**Prostorija:**	**P27 Učiona Glazbena i Likovna kultura**	
Duljina (m)	54,00	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	54,00	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	3
Volumen (m³)	145,80	e i	0,03
Oplošje (m²)	405,00	f vi	0,21
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	291,60

f RH				16,00		n min (1/h)					2,00									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	2,01	2,97	5,97	+	5,97	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,134	31
VZ	okolici	hor.	1	15,25	1,00	15,25	+	15,25	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,898	81
PR	okolici	hor.	1	7,89	1,75	13,81	-	13,81	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,524	154
K-D	okolici	hor.	1	54,00	1,00	54,00		54,00	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,900	529

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	26	Phi T,i (W)	796
Phi V,min (W)	292	Phi V,i (W)	845
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	845
Phi V,su (W)	595	Phi (W)	2505
Phi RH (W)	864	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P28 Učiona hrvatski**	
Duljina (m)	54,00	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	54,00	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	3
Volumen (m³)	145,80	e i	0,03
Oplošje (m²)	405,00	f vi	0,21
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	291,60
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor -	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	13,66	1,00	13,66	+	13,66	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,595	72

PR	okolici	hor.	1	7,89	1,75	13,81	-	13,81	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,524	154
K-D	okolici	hor.	1	54,00	1,00	54,00		54,00	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,900	529

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	26	Phi T,i (W)	756
Phi V,min (W)	292	Phi V,i (W)	845
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	845
Phi V,su (W)	595	Phi (W)	2465
Phi RH (W)	864	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 2	**Prostorija:**	**P29 Učiona Matematika**	
Duljina (m)	54,00	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	54,00	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	3
Volumen (m³)	145,80	e i	0,03
Oplošje (m²)	405,00	f vi	0,21
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	291,60
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	13,66	1,00	13,66	+	13,66	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,595	72
PR	okolici	hor.	1	7,89	1,75	13,81	-	13,81	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,524	154
K-D	okolici	hor.	1	54,00	1,00	54,00		54,00	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,900	529

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	26	Phi T,i (W)	756
Phi V,min (W)	292	Phi V,i (W)	845

Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	845
Phi V,su (W)	595	Phi (W)	2465
Phi RH (W)	864	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 2	**Prostorija:**		**P30 Učiona Zemljopis i Povijest**		
Duljina (m)	54,50		T (m)	5,00	
Širina (m)	1,00		Gw	1,00	
Površina (m²)	54,50		f g1	1,45	
Visina (m)	2,70		Broj otvora	3	
Volumen (m³)	147,15		e i	0,03	
Oplošje (m²)	408,70		f vi	0,21	
Visina iznad tla (m)	3,37		V ex (m³/h)	0,00	
Theta int, i (°C)	20		V su (m³/h)	0,00	
Theta e (°C)	- 8		V su,i (m³/h)	294,30	
f RH	16,00		n min (1/h)	2,00	
Korekcijski faktor - fh,i	1,00				

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	14,17	1,00	14,17	+	14,17	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,692	75
PR	okolici	hor.	1	7,89	1,75	13,81	-	13,81	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,524	154
K-D	okolici	hor.	1	54,50	1,00	54,50		54,50	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,075	534

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	27	Phi T,i (W)	764
Phi V,min (W)	294	Phi V,i (W)	853
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	853
Phi V,su (W)	600	Phi (W)	2489
Phi RH (W)	872	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	16		

Kat 2	**Prostorija:**	**P31 Zbornica**	
Duljina (m)	34,21	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	34,21	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	92,37	e i	0,02
Oplošje (m²)	258,55	f vi	0,21
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	184,74
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
VZ	okolici	hor.	1	6,83	2,97	20,29	+	20,29	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,855	107
VZ	okolici	hor.	1	12,28	1,00	12,28	+	12,28	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,333	65
PR	okolici	hor.	1	3,90	1,90	7,41	-	7,41	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,964	83
K-D	okolici	hor.	1	34,21	1,00	34,21		34,21	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,973	335

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	11	Phi T,i (W)	591
Phi V,min (W)	185	Phi V,i (W)	482
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	482
Phi V,su (W)	377	Phi (W)	1620
Phi RH (W)	547	Phi/A (W/m²)	47
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P32 Hodnik**	
Duljina (m)	16,17	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	16,17	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1

Volumen (m³)	43,66	e i	0,02
Oplošje (m²)	125,06	f vi	0,54
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	43,66
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	1,93	1,75	3,38	-	3,38	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,352	37
VZ	okolici	hor.	1	2,71	2,97	8,05		8,05	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,530	42
K-D	okolici	hor.	1	16,17	1,00	16,17		16,17	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,660	158

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	5	Phi T,i (W)	239
Phi V,min (W)	44	Phi V,i (W)	273
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	273
Phi V,su (W)	223	Phi (W)	770
Phi RH (W)	259	Phi/A (W/m²)	47
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P33 Računovodstvo**	
Duljina (m)	13,26	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	13,26	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	35,80	e i	0,02
Oplošje (m²)	103,52	f vi	0,43
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	35,80
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	1,87	1,90	3,55	-	3,55	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,420	39
VZ	okolici	hor.	1	7,38	1,00	7,38		7,38	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,402	39
K-D	okolici	hor.	1	13,26	1,00	13,26		13,26	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,641	130

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	4	Phi T,i (W)	208
Phi V,min (W)	36	Phi V,i (W)	187
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	187
Phi V,su (W)	146	Phi (W)	607
Phi RH (W)	212	Phi/A (W/m²)	45
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P34 Tajništvo**	
Duljina (m)	11,11	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	11,11	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	30,00	e i	0,02
Oplošje (m²)	87,61	f vi	0,43
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	30,00
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	2,40	1,90	4,56	-	4,56	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,824	51
VZ	okolici	hor.	1	4,26	1,00	4,26		4,26	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,809	22
K-D	okolici	hor.	1	11,11	1,00	11,11		11,11	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,888	108

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	4	Phi T,i (W)	182
Phi V,min (W)	30	Phi V,i (W)	157
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	157
Phi V,su (W)	122	Phi (W)	516
Phi RH (W)	178	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P35 Soba za odmor**	
Duljina (m)	7,37	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	7,37	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	19,90	e i	0,02
Oplošje (m²)	59,94	f vi	0,14
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	9,95
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
PR	okolici	hor.	1	1,45	1,90	2,76	-	2,76	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,104	30
VZ	okolici	hor.	1	4,99	1,00	4,99		4,99	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,948	26
VZ	okolici	hor.	1	4,62	2,97	13,72		13,72	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,607	73
K-D	okolici	hor.	1	7,37	1,00	7,37		7,37	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,579	72

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	2	Phi T,i (W)	202
Phi V,min (W)	10	Phi V,i (W)	36
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	36

Phi V,su (W)	14	Phi (W)	355
Phi RH (W)	118	Phi/A (W/m²)	48
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P36 Hodnik**	
Duljina (m)	23,21	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	23,21	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	2
Volumen (m³)	62,67	e i	0,03
Oplošje (m²)	177,15	f vi	0,43
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	62,67
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor -	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	3,96	1,75	6,93	-	6,93	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,772	77
VZ	okolici	hor.	1	7,12	1,00	7,12		7,12	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,353	37
K-D	okolici	hor.	1	23,21	1,00	23,21		23,21	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,123	227

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	11	Phi T,i (W)	342
Phi V,min (W)	63	Phi V,i (W)	363
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	363
Phi V,su (W)	256	Phi (W)	1076
Phi RH (W)	371	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P37 Hodnik**

Duljina (m)	100,93	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	100,93	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	0
Volumen (m³)	272,51	e i	0,00
Oplošje (m²)	752,28	f vi	0,54
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	272,51
f RH	16,00	n min (1/h)	1,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
K-D	okolici	hor.	1	100,93	1,00	100,93	+	100,93	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,326	989

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	0	Phi T,i (W)	989
Phi V,min (W)	273	Phi V,i (W)	1390
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	1390
Phi V,su (W)	1390	Phi (W)	3993
Phi RH (W)	1615	Phi/A (W/m²)	39
Phi/V (W/m³)	14		

Kat 2	**Prostorija:**	**P38 Kabinet**	
Duljina (m)	12,47	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	12,47	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	33,67	e i	0,02
Oplošje (m²)	97,68	f vi	0,07
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	16,84

f RH				16,00		n min (1/h)					0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																
OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**
PR	okolici	hor.	1	1,75	1,75	3,06	-	3,06	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,224	34
VZ	okolici	hor.	1	5,88	1,00	5,88		5,88	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,117	31
K-D	okolici	hor.	1	12,47	1,00	12,47		12,47	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,365	122
S	grijanoj prostoriji	hor.	1	12,47	1,00	12,47		12,47	0,00	0,00	0,00	2,910	0,00	15	1,00	0,00	0,18	0,00	0,00	6,480	181

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	4	Phi T,i (W)	369
Phi V,min (W)	17	Phi V,i (W)	50
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	50
Phi V,su (W)	11	Phi (W)	618
Phi RH (W)	200	Phi/A (W/m²)	49
Phi/V (W/m³)	18		

Kat 2	**Prostorija:**	**P39 Učiona Informatika i Tehnička kultura**	
Duljina (m)	67,10	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	67,10	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	6
Volumen (m³)	181,17	e i	0,03
Oplošje (m²)	501,94	f vi	0,18
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	362,34
f RH	16,00	n min (1/h)	2,00
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	**Stijena prema**	**SS**	**Br**	**Duž. (m)**	**V/Š (m)**	**A (m²)**	**O**	**A' (m²)**	**P**	**B'**	**Z**	**U**	**Ueq**	**Theta u/as (°C)**	**ek**	**bu**	**fij**	**fg2**	**TM**	**H T,i (W/K)**	**Phi T,i (W)**

PR	okolici	hor.	1	10,50	1,75	18,38	-	18,38	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,352	205
VZ	okolici	hor.	1	22,07	1,00	22,07		22,07	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,193	117
K-D	okolici	hor.	1	67,10	1,00	67,10		67,10	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,485	657
S	grijanoj prostoriji	hor.	1	3,12	4,97	15,51		15,51	0,00	0,00	0,00	2,910	0,00	15	1,00	0,00	0,18	0,00	0,00	8,060	225

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	33	Phi T,i (W)	1206
Phi V,min (W)	362	Phi V,i (W)	927
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	927
Phi V,su (W)	616	Phi (W)	3206
Phi RH (W)	1074	Phi/A (W/m²)	47
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P40 Kabinet**	
Duljina (m)	16,92	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	16,92	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	45,68	e i	0,02
Oplošje (m²)	130,61	f vi	1,00
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	22,84
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	1,75	1,75	3,06	-	3,06	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,224	34
VZ	okolici	hor.	1	7,60	1,00	7,60		7,60	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,444	40
K-D	okolici	hor.	1	16,92	1,00	16,92		16,92	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,922	165

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	6	Phi T,i (W)	240
Phi V,min (W)	23	Phi V,i (W)	270
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	270
Phi V,su (W)	217	Phi (W)	780
Phi RH (W)	271	Phi/A (W/m²)	46
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P41 Kabinet**	
Duljina (m)	12,15	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	12,15	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	32,81	e i	0,02
Oplošje (m²)	95,31	f vi	1,00
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	16,41
f RH	16,00	n min (1/h)	0,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	1,75	1,75	3,06	-	3,06	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,224	34
VZ	okolici	hor.	1	4,96	1,00	4,96		4,96	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,942	26
K-D	okolici	hor.	1	12,15	1,00	12,15		12,15	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,253	119

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	4	Phi T,i (W)	179
Phi V,min (W)	16	Phi V,i (W)	194
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	194
Phi V,su (W)	156	Phi (W)	567
Phi RH (W)	194	Phi/A (W/m²)	46

Phi/V (W/m³)	17

Kat 2	**Prostorija:**	**P42 WC Ž**	
Duljina (m)	11,49	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00
Površina (m²)	11,49	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	1
Volumen (m³)	31,02	e i	0,02
Oplošje (m²)	90,43	f vi	0,36
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	46,53
f RH	16,00	n min (1/h)	1,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	2,40	0,70	1,68	-	1,68	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,672	18
VZ	okolici	hor.	1	6,19	1,00	6,19		6,19	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,176	32
K-D	okolici	hor.	1	11,49	1,00	11,49		11,49	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,022	112

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	4	Phi T,i (W)	164
Phi V,min (W)	47	Phi V,i (W)	194
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	194
Phi V,su (W)	158	Phi (W)	541
Phi RH (W)	184	Phi/A (W/m²)	47
Phi/V (W/m³)	17		

Kat 2	**Prostorija:**	**P43 WC M**	
Duljina (m)	11,02	T (m)	5,00
Širina (m)	1,00	Gw	1,00

Površina (m²)	11,02	f g1	1,45
Visina (m)	2,70	Broj otvora	4
Volumen (m³)	29,75	e i	0,03
Oplošje (m²)	86,95	f vi	0,11
Visina iznad tla (m)	3,37	V ex (m³/h)	0,00
Theta int, i (°C)	20	V su (m³/h)	0,00
Theta e (°C)	- 8	V su,i (m³/h)	44,63
f RH	16,00	n min (1/h)	1,50
Korekcijski faktor - fh,i	1,00		

OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m²)	O	A' (m²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PR	okolici	hor.	1	2,19	0,85	1,86	-	1,86	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,744	20
VZ	okolici	hor.	1	15,51	1,00	15,51		15,51	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,947	82
PR	okolici	hor.	1	0,75	0,85	0,64	-	0,64	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,256	7
VZ	okolici	hor.	1	8,54	1,00	8,54		8,54	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,623	45
K-D	okolici	hor.	1	11,02	1,00	11,02		11,02	0,00	0,00	0,00	0,350	0,00	- 8	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,857	108

Rezultati proračuna

Phi V,inf (W)	5	Phi T,i (W)	263
Phi V,min (W)	45	Phi V,i (W)	96
Phi V,mech,inf	0	Phi V,mech (W)	96
Phi V,su (W)	46	Phi (W)	535
Phi RH (W)	176	Phi/A (W/m²)	48
Phi/V (W/m³)	18		

Prilog B – Proračun podnog grijanja

Projekt: Osnovna škola u Rijeci

Podno grijanje

G1-Instalacija grijanja \ Ulaz na Kat 1 (1.1)

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

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,5	(°C)
Broj priključaka	6	
Uk. površina petlji	127,3	(m²)
Uk. duljina cijevi	636,5	(m)
Instalirani učin	5860	(W)
Uk. instalirani učin	6869	(W)
Uk. volumen medija	84,48	(l)
Uk. protok	909,50	(kg/h)
	23,70	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
Kat 1 \ P1 Učiona 1.-4. razred																	
337	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	23,2	822	1212	155,5	0,3	16,9	1,50
338	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	17,2	822	1147	147,2	0,3	14,5	0,50
339	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	7,9	822	1048	134,4	0,3	11,3	0,50
337X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,4	200	24,4	45,6	6,7	11,8		108					
337X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,3	200	24,4	45,6	6,7	11,4		104					
338X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,8	200	24,4	45,6	6,7	8,9		81					

338X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,4	45,6	6,7	8,3	76
339X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,4	45,6	6,7	4,0	37
339X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,4	45,6	6,7	3,9	35
194X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,4	200	24,5	46,4	6,3	12,0	112
194X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,3	200	24,5	46,4	6,3	11,4	106
195X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,8	200	24,5	46,4	6,3	8,9	82
195X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,5	46,4	6,3	8,3	77
196X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,5	46,4	6,3	3,8	36
196X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,5	46,4	6,3	3,8	35

Kat 1 \ P2 Učiona 1.-4. razred

194	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,4	6,3	90,0	23,5	835	1235	168,5	0,4	19,4	2,50
195	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,4	6,3	90,0	17,2	835	1165	159,0	0,3	16,6	1,50
196	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,4	6,3	90,0	7,6	835	1062	144,9	0,3	12,9	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 06 (1.1).2

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,7	(°C)
Broj priključaka	6	
Uk. površina petlji	127,9	(m²)
Uk. duljina cijevi	639,3	(m)

Instalirani učin	5932	(W)
Uk. instalirani učin	6954	(W)
Uk. volumen medija	84,85	(l)
Uk. protok	948,80	(kg/h)
	24,33	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
197X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,4	200	24,5	46,4	6,3	11,9		111					
197X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,3	200	24,5	46,4	6,3	11,4		106					
198X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,8	200	24,5	46,4	6,3	8,8		81					
198X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,6	200	24,5	46,4	6,3	8,2		76					
199X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,5	46,4	6,3	4,1		38					
199X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,5	46,4	6,3	3,9		37					
1100X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,4	200	24,5	46,4	6,3	12,0		111					
1100X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,3	200	24,5	46,4	6,3	11,5		106					
1101X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,8	200	24,5	46,4	6,3	8,9		83					
1101X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,5	46,4	6,3	8,4		78					
1102X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,5	46,4	6,3	3,8		36					
1102X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,5	46,4	6,3	3,8		35					

Kat 1 \ P3 Učiona 1.-4. razred

197	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,4	6,3	90,0	23,3	835	1233	168,2	0,4	19,4	2,50
198	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,4	6,3	90,0	17,0	835	1164	158,8	0,3	16,5	1,00
199	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,4	6,3	90,0	8,0	835	1066	145,5	0,3	13,0	0,50

Kat 1 \ P4 Učiona 1.-4. razred

1100	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	200	24,5	46,4	6,3	90,8	23,5	843	1243	169,6	0,4	19,8	2,50
1101	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	200	24,5	46,4	6,3	90,8	17,3	843	1177	160,6	0,3	17,1	1,50
1102	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	200	24,5	46,4	6,3	90,8	7,6	843	1071	146,1	0,3	13,2	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 03 (1.1).3

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	30,3	(°C)
Broj priključaka	3	
Uk. površina petlji	37,3	(m²)
Uk. duljina cijevi	236,4	(m)
Instalirani učin	1929	(W)
Uk. instalirani učin	2207	(W)
Uk. volumen medija	31,38	(l)
Uk. protok	247,50	(kg/h)
	7,01	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1111X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,9	250	23,9	39,7	7,3	3,4		34					
1111X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,0	250	23,9	39,7	7,3	4,0		40					
340X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,3	50	25,8	61,1	8,1	6,1		19					
340X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,3	50	25,8	61,1	8,1	6,5		20					
341X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,6	100	25,2	55,0	7,8	5,6		31					
341X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,6	100	25,2	55,0	7,8	6,0		33					
Kat 1 \ P22 Kabinet																	
1111	B	Parket (hrast)	17	0,076	19,6	300	23,5	35,4	7,3	64,8	7,4	696	903	106,3	0,2	5,6	2,50
Kat 1 \ P24 WC Ž																	
340	B	Keramičke pločice	17	0,012	7,0	100	26,9	74,9	8,1	70,0	12,6	524	633	67,2	0,1	3,0	0,25
Kat 1 \ P25 WC M																	
341	B	Keramičke pločice	17	0,012	7,0	100	27,0	75,9	7,8	70,0	11,6	532	671	74,0	0,2	3,4	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 02 (1.1).4

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	29,2	(°C)
Broj priključaka	2	
Uk. površina petlji	10,2	(m²)
Uk. duljina cijevi	72,7	(m)
Instalirani učin	469	(W)
Uk. instalirani učin	547	(W)
Uk. volumen medija	9,65	(l)
Uk. protok	53,50	(kg/h)
	0,55	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1113X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,4	100	25,3	55,5	7,6	3,7		20					
1113X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,4	100	25,3	55,5	7,6	3,9		22					
1112X3	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,1	50	24,9	51,2	11,4	2,0		5					
1112X4	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,1	50	24,9	51,2	11,4	2,0		5					
Kat 1 \ P21 Kabinet																	
1113	B	Parket (hrast)	17	0,076	4,7	150	24,7	49,3	7,6	31,2	7,6	233	322	36,5	0,1	0,4	2,50
Kat 1 \ P22 Arhiva																	

1112	B	Parket (hrast)	17	0,076	4,5	150	24,0	40,4	11,4	30,0	3,9	184	225	17,0	0,0	0,2	0,25

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 04 (1.1).5

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	32,3	(°C)
Broj priključaka	3	
Uk. površina petlji	60,6	(m²)
Uk. duljina cijevi	303,1	(m)
Instalirani učin	2878	(W)
Uk. instalirani učin	3374	(W)
Uk. volumen medija	40,23	(l)
Uk. protok	508,90	(kg/h)
	26,67	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1114X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,5	200	24,6	47,5	5,7	12,3		117					
1114X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,3	200	24,6	47,5	5,7	11,7		111					
1115X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,8	200	24,6	47,5	5,7	9,2		87					
1115X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,6	47,5	5,7	8,6		82					
1116X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	200	24,6	47,5	5,7	3,7		35					
1116X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	200	24,6	47,5	5,7	3,6		34					

Kat 1 \ P20 Učiona Kemija, Fizikia i Biologija

1114	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,9	200	24,6	47,5	5,7	84,7	24,0	804	1210	182,5	0,4	21,4	2,50
1115	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,9	200	24,6	47,5	5,7	84,7	17,8	804	1141	172,1	0,4	18,2	1,50
1116	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,9	200	24,6	47,5	5,7	84,7	7,2	804	1023	154,3	0,3	13,5	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 02 (1.1).6

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,4	(°C)
Broj priključaka	2	
Uk. površina petlji	22,5	(m²)
Uk. duljina cijevi	148,6	(m)
Instalirani učin	1221	(W)
Uk. instalirani učin	1418	(W)
Uk. volumen medija	19,72	(l)
Uk. protok	184,70	(kg/h)
	6,59	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.

1133X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,6	150	25,0	52,7	6,0	4,1		32					
1133X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	150	25,0	52,7	6,0	4,4		35					
1134X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,0	150	24,8	49,9	7,3	6,5		49					
1134X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,9	150	24,8	49,9	7,3	6,1		46					
Kat 1 \ P17 Soba za odmor																	
1134	B	Parket (hrast)	17	0,076	9,3	150	23,4	57,2	7,3	61,6	12,6	534	723	85,1	0,2	4,0	1,00
Kat 1 \ P18 Ured pedagoga																	
1133	B	Parket (hrast)	17	0,076	10,0	150	25,0	52,7	6,0	65,9	8,5	525	695	99,6	0,2	5,2	2,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 03 (1.1).7

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	24,8	(°C)
Broj priključaka	3	
Uk. površina petlji	33,3	(m²)
Uk. duljina cijevi	272,1	(m)
Instalirani učin	1655	(W)
Uk. instalirani učin	1818	(W)
Uk. volumen medija	36,11	(l)
Uk. protok	118,00	(kg/h)
	1,63	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.

1160X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,4	200	23,8	39,1	10,0	6,8		53				
1160X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,5	200	23,8	39,1	10,0	7,3		57				
1161X1	X	PVC obloge	17	0,010	0,5	100	22,4	22,9	17,1	5,1		12				
1161X2	X	PVC obloge	17	0,010	0,5	100	22,4	22,9	17,1	5,4		12				
1162X1	X	PVC obloge	17	0,010	0,7	100	22,4	22,9	17,1	7,2		17				
1162X2	X	PVC obloge	17	0,010	0,8	100	22,4	22,9	17,1	7,6		17				
Kat 1 \ P15 Kuhinja																
1161	B	PVC obloge	17	0,010	9,3	100	22,8	49,7	17,1	93,1	10,5	463	531	26,7	0,1	0,9	0,50
1162	B	PVC obloge	17	0,010	9,3	100	22,8	49,7	17,1	93,1	14,8	463	543	27,3	0,1	1,0	0,50
Kat 1 \ P16 Smočnica																
1160	B	Keramičke pločice	17	0,012	9,3	200	23,7	60,4	10,0	46,5	14,1	561	744	64,0	0,1	1,2	2,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 03 (1.1).8

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	27,5	(°C)
Broj priključaka	3	

Uk. površina petlji	21,8	(m²)
Uk. duljina cijevi	192,5	(m)
Instalirani učin	959	(W)
Uk. instalirani učin	1096	(W)
Uk. volumen medija	25,56	(l)
Uk. protok	90,20	(kg/h)
	0,83	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1190X1	X	Keramičke pločice	17	0,076	0,1	100	25,5	58,1	6,5	0,7		4					
1190X2	X	Keramičke pločice	17	0,076	0,1	100	25,5	58,1	6,5	0,6		3					
1188X1	X	Laminat	17	0,053	0,6	100	23,5	35,1	14,6	5,7		20					
1188X2	X	Laminat	17	0,053	0,6	100	23,5	35,1	14,6	5,8		20					
1189X1	X	Laminat	17	0,053	0,1	100	23,5	35,1	14,6	0,8		3					
1189X2	X	Laminat	17	0,053	0,1	100	23,5	35,1	14,6	0,7		3					
Kat 1 \ P10 Kabinet																	
1188	B	Laminat	17	0,053	7,7	100	23,8	39,3	14,6	76,6	11,5	301	394	23,2	0,0	0,6	2,50
1189	B	Laminat	17	0,053	7,7	100	23,8	39,3	14,6	76,6	1,6	301	353	20,8	0,0	0,5	0,50
Kat 1 \ P11 Hodnik																	

1190	B	Keramičke pločice	17	0,012	5,0	200	25,7	60,7	6,5	25,0	1,2	304	349	46,2	0,1	0,4	1,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 02 (1.1).9

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,9	(°C)
Broj priključaka	2	
Uk. površina petlji	35,5	(m²)
Uk. duljina cijevi	162,1	(m)
Instalirani učin	1843	(W)
Uk. instalirani učin	2101	(W)
Uk. volumen medija	21,52	(l)
Uk. protok	295,50	(kg/h)
	16,54	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1193X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,6	200	24,3	43,9	7,6	2,9		26					
1193X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,5	200	24,3	43,9	7,6	2,4		21					
1194X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,8	200	24,7	48,5	5,1	3,8		37					
1194X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,7	200	24,7	48,5	5,1	3,7		36					

Kat 1 \ P8 Garedroba M

1193	B	Keramičke pločice	17	0,012	17,6	200	26,7	49,4	7,6	88,2	5,3	870	1059	119,8	0,3	8,9	0,50
Kat 1 \ P9 Hodnik																	
1194	B	Keramičke pločice	17	0,012	15,3	250	25,3	55,8	5,1	61,1	7,5	853	1042	175,7	0,4	12,6	2,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 02 (1.1).10

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	30,0	(°C)
Broj priključaka	2	
Uk. površina petlji	56,6	(m²)
Uk. duljina cijevi	200,6	(m)
Instalirani učin	2514	(W)
Uk. instalirani učin	2800	(W)
Uk. volumen medija	26,63	(l)
Uk. protok	300,00	(kg/h)
	21,84	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1254X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,5	300	23,2	31,8	9,6	4,9		48					
1254X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,4	300	23,2	31,8	9,6	4,6		44					
1256X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,8	250	24,0	41,4	6,3	3,2		33					

1256X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,7	250	24,0	41,4	6,3	3,0		31				
Kat 1 \ P12 Garderoba Ž																
1256	B	Keramičke pločice	17	0,012	18,4	250	26,4	45,9	6,3	73,6	6,2	845	1052	143,5	0,3	10,3	0,50
Kat 1 \ P13 Spremište																
1254	B	Parket (hrast)	17	0,076	33,7	300	19,3	44,9	9,6	111,3	9,5	1513	1748	156,5	0,3	18,3	2,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 03 (1.1).11

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	27,5	(°C)
Broj priključaka	3	
Uk. površina petlji	109,5	(m²)
Uk. duljina cijevi	361,4	(m)
Instalirani učin	4121	(W)
Uk. instalirani učin	4636	(W)
Uk. volumen medija	47,96	(l)
Uk. protok	379,50	(kg/h)
	18,25	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.

343X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	2,9	300	23,0	30,3	10,5	9,6		88					
343X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	3,0	300	23,0	30,3	10,5	10,0		92					
344X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,3	300	23,0	30,3	10,5	1,1		10					
344X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,4	300	23,0	30,3	10,5	1,5		13					
345X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,0	300	23,0	30,3	10,5	3,2		30					
345X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,9	300	23,0	30,3	10,5	3,0		27					
Kat 1 \ P26 Hodnik																	
343	B	Keramičke pločice	17	0,012	33,6	300	23,8	38,2	10,5	111,0	19,6	1287	1655	135,5	0,3	15,5	2,50
344	B	Keramičke pločice	17	0,012	33,6	300	23,8	38,2	10,5	111,0	2,5	1287	1471	120,4	0,3	11,1	0,50
345	B	Keramičke pločice	17	0,012	33,6	300	23,8	38,2	10,5	111,0	6,2	1287	1510	123,6	0,3	11,8	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 03 (1.1).12

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,3	(°C)
Broj priključaka	3	
Uk. površina petlji	61,1	(m²)
Uk. duljina cijevi	305,5	(m)
Instalirani učin	2788	(W)
Uk. instalirani učin	3270	(W)
Uk. volumen medija	40,54	(l)
Uk. protok	419,50	(kg/h)
	18,13	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.

346X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,4	45,6	6,7	8,6		79				
346X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,4	45,6	6,7	8,5		78				
347X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,1	200	24,4	45,6	6,7	5,8		52				
347X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,1	200	24,4	45,6	6,7	5,7		52				
348X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,5	200	24,4	45,6	6,7	2,3		21				
348X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,4	200	24,4	45,6	6,7	2,0		19				

Kat 1 \ P5 Biblioteka

346	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	200	24,4	45,6	6,7	90,8	17,2	829	1156	148,3	0,3	14,8	2,50
347	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	200	24,4	45,6	6,7	90,8	11,4	829	1095	140,5	0,3	12,8	1,50
348	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	200	24,4	45,6	6,7	90,8	4,3	829	1019	130,7	0,3	10,5	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 05 (1.1).13

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,0	(°C)
Broj priključaka	5	
Uk. površina petlji	134,1	(m²)
Uk. duljina cijevi	476,6	(m)
Instalirani učin	6199	(W)
Uk. instalirani učin	6984	(W)

Uk. volumen medija		63,25	(l)	
Uk. protok		853,50	(kg/h)	
		28,39	(kPa)	

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
349X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	2,1	250	23,8	38,7	7,9	8,3		80					
349X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	2,1	250	23,8	38,7	7,9	8,5		82					
350X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	2,2	250	23,8	38,7	7,9	8,8		85					
350X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	2,3	250	23,8	38,7	7,9	9,1		88					
351X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,8	300	23,6	36,5	6,6	6,0		66					
351X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,7	300	23,6	36,5	6,6	5,8		64					
353X3	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,0	300	23,6	36,5	6,6	3,2		35					
353X4	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,9	300	23,6	36,5	6,6	3,0		33					
352X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,8	300	23,6	36,5	6,6	2,6		29					
352X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,7	300	23,6	36,5	6,6	2,4		27					
Kat 1 \ P6 Hodnik																	
349	B	Keramičke pločice	17	0,012	19,9	250	24,8	49,8	7,9	79,7	16,8	993	1304	141,9	0,3	12,3	0,50

350	B	Keramičke pločice	17	0,012	19,9	250	24,8	49,8	7,9	79,7	17,9	993	1317	143,3	0,3	12,7	0,50

Kat 1 \ P7 Blagovaonica

351	B	Keramičke pločice	17	0,012	26,2	300	24,4	46,1	6,6	86,5	11,8	1208	1507	196,3	0,4	22,0	2,50
352	B	Keramičke pločice	17	0,012	26,2	300	24,4	46,1	6,6	86,5	5,1	1208	1421	185,1	0,4	18,5	1,50
353	B	Keramičke pločice	17	0,012	26,2	300	24,4	46,1	6,6	86,5	6,2	1208	1435	186,9	0,4	19,0	2,00

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 07 (1.1).14

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	29,6	(°C)
Broj priključaka	7	
Uk. površina petlji	170,8	(m²)
Uk. duljina cijevi	853,8	(m)
Instalirani učin	7234	(W)
Uk. instalirani učin	7990	(W)
Uk. volumen medija	113,32	(l)
Uk. protok	817,50	(kg/h)
	18,25	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
355X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,1	42,4	8,4	4,2		35					

355X3	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,9	200	24,1	42,4	8,4	4,4	37
354X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	3,2	200	24,1	42,4	8,4	15,8	134
354X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	3,2	200	24,1	42,4	8,4	16,1	136
357X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,5	200	24,1	42,4	8,4	2,6	22
357X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,6	200	24,1	42,4	8,4	2,9	24
356X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,7	200	24,1	42,4	8,4	13,5	115
356X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,8	200	24,1	42,4	8,4	13,8	117
359X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	200	24,1	42,4	8,4	3,6	31
358X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,8	200	24,1	42,4	8,4	14,0	119
358X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,9	200	24,1	42,4	8,4	14,5	123
360X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,9	200	24,1	42,4	8,4	14,5	123
360X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,9	200	24,1	42,4	8,4	14,3	121

Kat 1 \ P14 Dvorana

354	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	31,9	871	1268	129,7	0,3	14,7	2,50
355	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	8,6	871	1036	106,0	0,2	8,7	0,50
356	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	27,3	871	1223	125,1	0,3	13,4	2,00
357	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	5,5	871	1006	102,9	0,2	8,0	0,25
358	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	28,5	871	1234	126,3	0,3	13,7	2,50
359	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	3,6	871	987	101,0	0,2	7,6	0,25

360	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	28,8	871	1236	126,5	0,3	13,8	2,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 07 (1.1).15

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	29,6	(°C)
Broj priključaka	7	
Uk. površina petlji	165,5	(m²)
Uk. duljina cijevi	827,6	(m)
Instalirani učin	7012	(W)
Uk. instalirani učin	7729	(W)
Uk. volumen medija	109,85	(l)
Uk. protok	790,90	(kg/h)
	17,03	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
361X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,1	200	24,1	42,4	8,4	5,4		46					
361X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,1	200	24,1	42,4	8,4	5,6		47					
363X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,5	200	24,1	42,4	8,4	2,5		21					
363X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,5	200	24,1	42,4	8,4	2,6		22					
362X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,7	200	24,1	42,4	8,4	13,6		115					
362X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,8	200	24,1	42,4	8,4	13,8		117					

365X3	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,6	200	24,1	42,4	8,4	3,0		26				
364X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,7	200	24,1	42,4	8,4	13,7		116				
364X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,8	200	24,1	42,4	8,4	14,2		120				
366X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,9	200	24,1	42,4	8,4	14,4		122				
366X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,8	200	24,1	42,4	8,4	14,1		119				
367X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,5	200	24,1	42,4	8,4	2,7		23				
367X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,5	200	24,1	42,4	8,4	2,4		21				

Kat 1 \ P14 Dvorana

361	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	11,0	871	1060	108,5	0,2	9,2	0,50
362	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	27,4	871	1223	125,1	0,3	13,4	2,50
363	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	5,1	871	1002	102,5	0,2	7,9	0,25
364	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	27,9	871	1227	125,6	0,3	13,5	2,50
365	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	3,0	871	981	100,4	0,2	7,5	0,25
366	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	28,5	871	1233	126,2	0,3	13,7	2,50
367	B	Parket (hrast)	17	0,076	20,6	200	24,1	42,4	8,4	102,8	5,2	871	1003	102,6	0,2	8,0	0,25

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 06 (2.1).1

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,6	(°C)
Broj priključaka	6	
Uk. površina petlji	127,7	(m²)
Uk. duljina cijevi	638,3	(m)

Instalirani učin	5888	(W)
Uk. instalirani učin	6903	(W)
Uk. volumen medija	84,72	(l)
Uk. protok	921,60	(kg/h)
	24,75	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1257X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,4	200	24,5	46,6	6,2	12,2		114					
1257X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,3	200	24,5	46,6	6,2	11,7		109					
1258X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,8	200	24,5	46,6	6,2	9,0		84					
1258X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,5	46,6	6,2	8,4		79					
1259X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,5	46,6	6,2	3,9		36					
1259X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	200	24,5	46,6	6,2	3,7		35					
1260X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,5	200	24,4	45,6	6,7	12,5		114					
1260X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,4	200	24,4	45,6	6,7	11,8		108					
1261X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,8	200	24,4	45,6	6,7	9,2		84					
1261X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,4	45,6	6,7	8,5		78					
1262X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	200	24,4	45,6	6,7	3,7		34					
1262X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	200	24,4	45,6	6,7	3,6		33					

Kat 1 \ P27 Učiona Glazbena i Likovna kultura

1257	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,6	6,2	90,0	23,9	838	1244	172,5	0,4	20,3	2,50
1258	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,6	6,2	90,0	17,4	838	1174	162,7	0,3	17,3	1,50
1259	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,5	46,6	6,2	90,0	7,6	838	1066	147,8	0,3	13,3	0,50

Kat 1 \ P28 Učiona hrvatski i strani jezik

1260	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	24,3	822	1223	156,9	0,3	17,3	1,00
1261	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	17,8	822	1154	148,0	0,3	14,8	0,50
1262	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	7,3	822	1042	133,7	0,3	11,2	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 06 (2.1).2

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	30,3	(°C)
Broj priključaka	6	
Uk. površina petlji	124,0	(m²)
Uk. duljina cijevi	716,2	(m)
Instalirani učin	5666	(W)
Uk. instalirani učin	6644	(W)
Uk. volumen medija	95,07	(l)

Uk. protok				739,70	(kg/h)												
				20,45	(kPa)												
P	**Tip**	**Obloga**	**D (mm)**	**RlaB (m²K/W)**	**A (m²)**	**T (mm)**	**tp (°C)**	**q (W/m²)**	**Δt (°C)**	**l (m)**	**ld (m)**	**Qi(k) (W)**	**Quk (W)**	**m (kg/h)**	**w (m/s)**	**Δp (kPa)**	**Poz. vent.**
1263X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,5	200	24,4	45,6	6,7	12,3		113					
1263X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,3	200	24,4	45,6	6,7	11,7		107					
1264X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,8	200	24,4	45,6	6,7	9,0		82					
1264X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,7	200	24,4	45,6	6,7	8,4		76					
1265X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	200	24,4	45,6	6,7	3,8		35					
1265X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	200	24,4	45,6	6,7	3,7		33					
1266X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,4	150	24,4	45,7	9,2	9,4		65					
1266X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,4	150	24,4	45,7	9,2	9,2		64					
1267X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,9	150	24,4	45,7	9,2	6,0		42					
1267X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,9	150	24,4	45,7	9,2	5,8		40					
1268X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,5	150	24,4	45,7	9,2	3,6		25					
1268X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,5	150	24,4	45,7	9,2	3,6		25					

Kat 1 \ P29 Učiona Matematika

1263	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	24,0	822	1221	156,6	0,3	17,2	2,50
1264	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	17,3	822	1149	147,4	0,3	14,6	1,50
1265	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,0	200	24,4	45,6	6,7	90,0	7,5	822	1043	133,8	0,3	11,2	0,50

Kat 1 \ P30 Učiona Zemljopis i Povijest

1266	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	150	24,4	45,7	9,2	119,9	18,6	831	1127	105,3	0,2	10,7	0,25
1267	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	150	24,4	45,7	9,2	119,9	11,8	831	1071	100,1	0,2	9,3	0,25
1268	B	Parket (hrast)	17	0,076	18,2	150	24,4	45,7	9,2	119,9	7,1	831	1033	96,5	0,2	8,5	0,25

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 04 (2.1).3

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	32,2	(°C)
Broj priključaka	4	
Uk. površina petlji	69,7	(m²)
Uk. duljina cijevi	398,0	(m)
Instalirani učin	3464	(W)
Uk. instalirani učin	4020	(W)
Uk. volumen medija	52,82	(l)
Uk. protok	591,00	(kg/h)
	22,10	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1312X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,3	200	24,6	47,5	5,7	6,7		64					
1313X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,6	200	24,6	47,5	5,7	8,2		77					
1313X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,6	200	24,6	47,5	5,7	7,8		74					
1315X3	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,6	150	24,9	51,4	6,6	3,9		30					
1315X4	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,6	150	24,9	51,4	6,6	3,9		30					
1314X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,1	150	25,1	53,5	5,6	1,0		8					
1314X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,2	150	25,1	53,5	5,6	1,2		10					
Kat 1 \ P31 Zbornica																	
1312	B	Parket (hrast)	17	0,076	17,1	200	24,6	47,5	5,7	85,5	6,7	812	1027	154,9	0,3	13,6	1,00
1313	B	Parket (hrast)	17	0,076	17,1	200	24,6	47,5	5,7	85,5	16,0	812	1131	170,5	0,4	17,7	2,50
Kat 1 \ P32 Hodnik																	
1314	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,2	150	25,1	53,5	5,6	106,7	2,2	865	992	152,3	0,3	15,6	2,00

Kat 1 \ P33 Računovodstvo

1315	B	Parket (hrast)	17	0,076	13,3	150	24,9	51,4	6,6	87,5	7,8	682	870	113,3	0,2	8,3	0,25

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 02 (2.1).4

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	32,2	(°C)
Broj priključaka	2	
Uk. površina petlji	25,1	(m²)
Uk. duljina cijevi	122,6	(m)
Instalirani učin	1252	(W)
Uk. instalirani učin	1448	(W)
Uk. volumen medija	16,27	(l)
Uk. protok	213,80	(kg/h)
	8,33	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1317X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,4	150	25,1	53,9	5,4	9,2		75					
1317X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,4	150	25,1	53,9	5,4	9,1		74					
1316X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,9	200	24,5	46,6	6,2	9,7		90					
1316X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,9	200	24,5	46,6	6,2	9,6		89					

Kat 1 \ P34 Tajništvo

1316	B	Parket (hrast)	17	0,076	11,1	200	24,5	46,6	6,2	55,5	19,3	517	817	113,3	0,2	6,5	2,50

Kat 1 \ P35 Soba za odmor

1317	B	Keramičke pločice	17	0,012	7,4	250	25,2	55,2	5,4	29,5	18,3	407	631	100,5	0,2	3,4	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 04 (2.1).5

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	29,0	(°C)
Broj priključaka	4	
Uk. površina petlji	140,4	(m²)
Uk. duljina cijevi	463,5	(m)
Instalirani učin	5585	(W)
Uk. instalirani učin	6297	(W)
Uk. volumen medija	61,52	(l)
Uk. protok	601,10	(kg/h)
	23,31	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1318X5	X	Keramičke pločice	17	0,012	3,0	300	23,6	36,0	6,9	9,8		107					
1318X6	X	Keramičke pločice	17	0,012	3,1	300	23,6	36,0	6,9	10,4		113					

1319X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	3,2	300	23,1	31,3	9,9	10,5		99				
1319X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	3,1	300	23,1	31,3	9,9	10,3		97				
1320X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,9	300	23,1	31,3	9,9	2,9		28				
1320X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,0	300	23,1	31,3	9,9	3,4		32				
1321X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,1	300	23,1	31,3	9,9	3,5		33				
1321X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	1,0	300	23,1	31,3	9,9	3,2		30				
Kat 1 \ P36 Hodnik																
1318	B	Keramičke pločice	17	0,012	23,2	300	24,4	45,5	6,9	76,6	20,1	1056	1443	179,7	0,4	18,6	2,50
Kat 1 \ P37 Hodnik																
1319	B	Keramičke pločice	17	0,012	33,6	300	23,9	39,5	9,9	111,0	20,7	1330	1723	149,6	0,3	18,5	2,50
1320	B	Keramičke pločice	17	0,012	33,6	300	23,9	39,5	9,9	111,0	6,3	1330	1563	135,7	0,3	13,9	0,50
1321	B	Keramičke pločice	17	0,012	33,6	300	23,9	39,5	9,9	111,0	6,7	1330	1568	136,1	0,3	14,0	0,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 06 (2.1).6

Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	30,6	(°C)
Broj priključaka	6	
Uk. površina petlji	105,8	(m²)
Uk. duljina cijevi	703,4	(m)
Instalirani učin	5159	(W)

Uk. instalirani učin	6047	(W)
Uk. volumen medija	93,36	(l)
Uk. protok	702,00	(kg/h)
	15,91	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1332X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,9	200	24,4	45,3	6,9	9,7		88					
1332X3	X	Parket (hrast)	17	0,076	2,0	200	24,4	45,3	6,9	10,0		91					
368X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,6	100	25,8	61,3	5,1	6,1		37					
368X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,6	100	25,8	61,3	5,1	6,2		38					
1328X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,4	150	24,6	47,8	8,3	9,0		65					
1328X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,4	150	24,6	47,8	8,3	8,9		65					
1329X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,0	150	24,6	47,8	8,3	6,7		49					
1329X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	1,0	150	24,6	47,8	8,3	6,6		48					
1330X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,3	150	24,6	47,8	8,3	1,9		14					
1331X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	150	24,6	47,8	8,3	5,3		39					
1331X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,8	150	24,6	47,8	8,3	5,2		38					

Kat 1 \ P38 Kabinet

368	B	Parket (hrast)	17	0,076	10,0	100	25,8	61,3	5,1	100,0	12,2	613	807	136,0	0,3	13,2	2,50

Kat 1 \ P39 Učiona Informatika i Tehnička kultura

1328	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,8	150	24,6	47,8	8,3	110,7	18,0	802	1093	113,2	0,2	11,2	1,00
1329	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,8	150	24,6	47,8	8,3	110,7	13,4	802	1053	109,1	0,2	10,2	0,50
1330	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,8	150	24,6	47,8	8,3	110,7	1,9	802	957	99,1	0,2	7,8	0,25
1331	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,8	150	24,6	47,8	8,3	110,7	10,5	802	1030	106,7	0,2	9,6	0,50

Kat 1 \ P40 Kabinet

1332	B	Parket (hrast)	17	0,076	16,9	200	24,4	45,3	6,9	84,6	19,7	766	1107	137,9	0,3	12,6	2,50

REHAU-razdjeljivač s mjeračem protoka HKV-D 03 (2.1).7

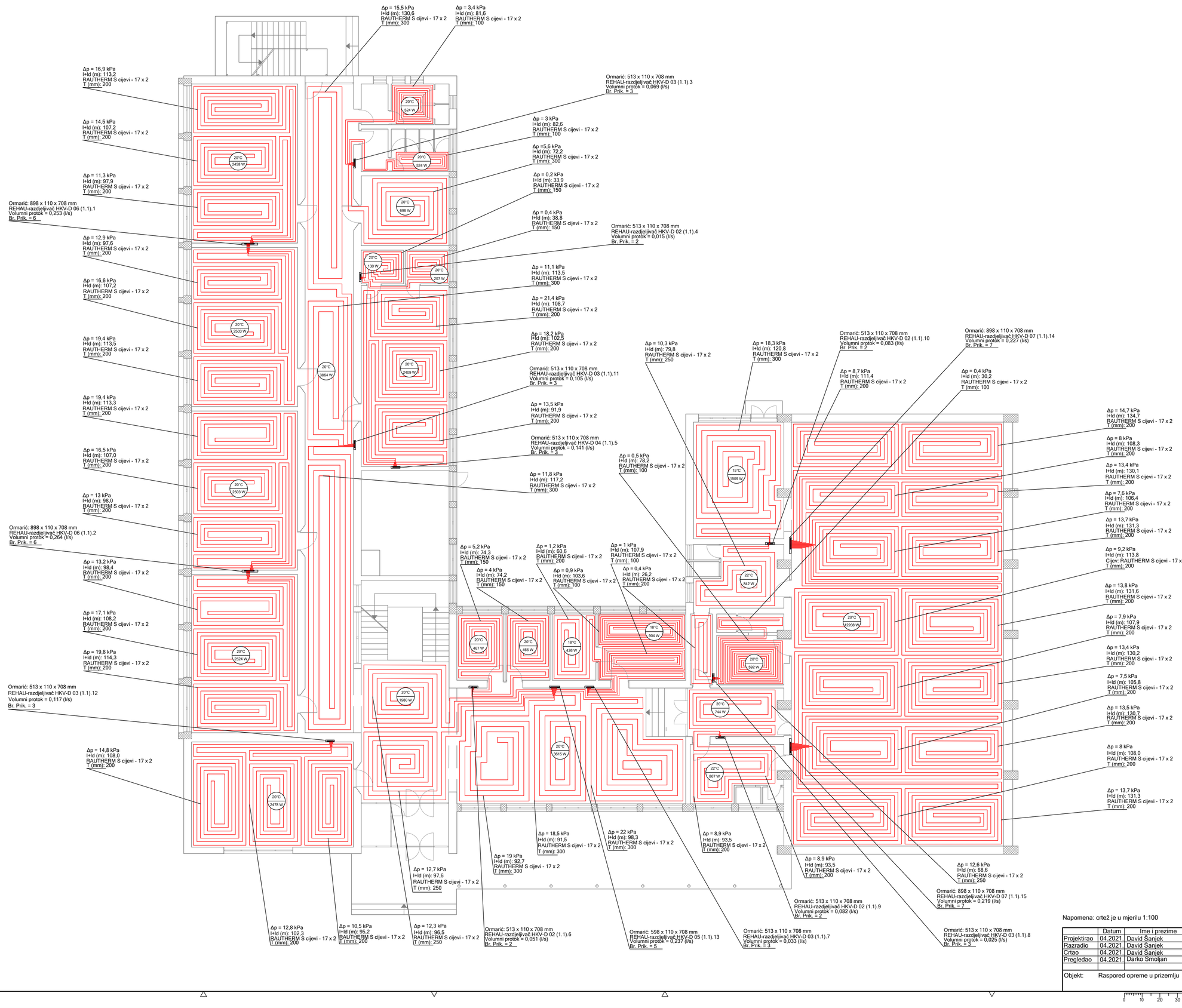
Temperatura polazne vode	38,0	(°C)
Temperatura povratne vode	31,1	(°C)
Broj priključaka	3	
Uk. površina petlji	29,9	(m²)
Uk. duljina cijevi	231,5	(m)
Instalirani učin	1845	(W)
Uk. instalirani učin	2108	(W)

Uk. volumen medija			30,73	(l)	
Uk. protok			262,30	(kg/h)	
			6,56	(kPa)	

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m²K/W)	A (m²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
1333X1	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,6	200	24,5	46,7	6,1	3,1		29					
1333X2	X	Parket (hrast)	17	0,076	0,7	200	24,5	46,7	6,1	3,7		34					
369X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,6	100	25,3	56,2	7,3	5,9		33					
369X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,7	100	25,3	56,2	7,3	6,6		37					
370X1	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,6	100	25,3	55,5	7,6	5,5		31					
370X2	X	Keramičke pločice	17	0,012	0,6	100	25,3	55,5	7,6	6,0		34					
Kat 1 \ P41 Kabinet																	
1333	B	Parket (hrast)	17	0,076	12,1	200	24,5	46,7	6,1	60,8	6,8	568	740	104,3	0,2	5,1	2,50
Kat 1 \ P42 WC Ž																	
369	B	Keramičke pločice	17	0,012	7,0	100	27,1	77,6	7,3	70,0	12,4	543	691	81,4	0,2	4,1	1,00
Kat 1 \ P43 WC M																	

370	B	Keramičke pločice	17	0,012	7,0	100	27,1	76,6	7,6	70,0	11,6	536	677	76,6	0,2	3,7	0,50

Prilog C – Tlocrt prizemlja – podno grijanje



Napomena: crtež je u mjerilu 1:100

	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	04.2021.	David Šanjek	
Razradio	04.2021.	David Šanjek	
Crtao	04.2021.	David Šanjek	
Pregledao	04.2021.	Darko Smoljan	

FSB Zagreb

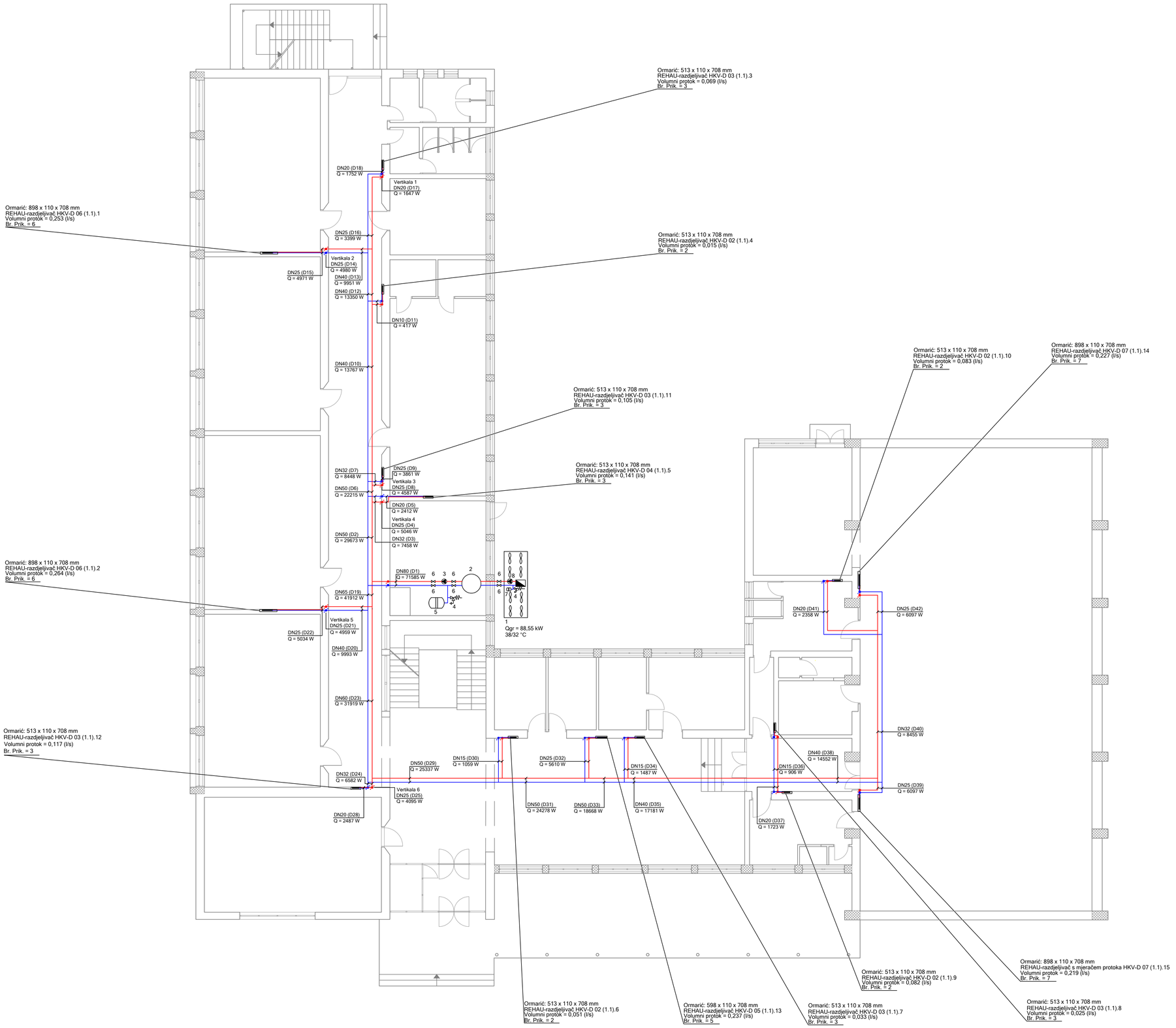
Objekt: Raspored opreme u prizemlju

Objekt broj:

R. N. broj:

Design by CADLab

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



1 Dizalica topline zrak - voda Daikin EWYT135B-SSA1
2 Akumulacijski spremnik Centrometal CAS 801
3 Pumpa Grundfos MAGNA1 65-60
4 Sigurnosni ventil
5 Ekspanzijska posuda IMERA RV150 - 150l
6 Zaporni ventil
7 Ekspanzijska posuda dizalice topline zrak - voda Daikin EWYT135B-SSA1
8 Pumpa dizalice topline zrak - voda Daikin EWYT135B-SSA1

Polaz 38 °C za podno grijanje

Povrat 32 °C za podno grijanje

Napomena: crtež je u mjerilu 1:100

	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	04.2021.	David Šanjek	
Razradio	04.2021.	David Šanjek	
Crtao	04.2021.	David Šanjek	
Pregledao	04.2021.	Darko Smoljan	

FSB Zagreb

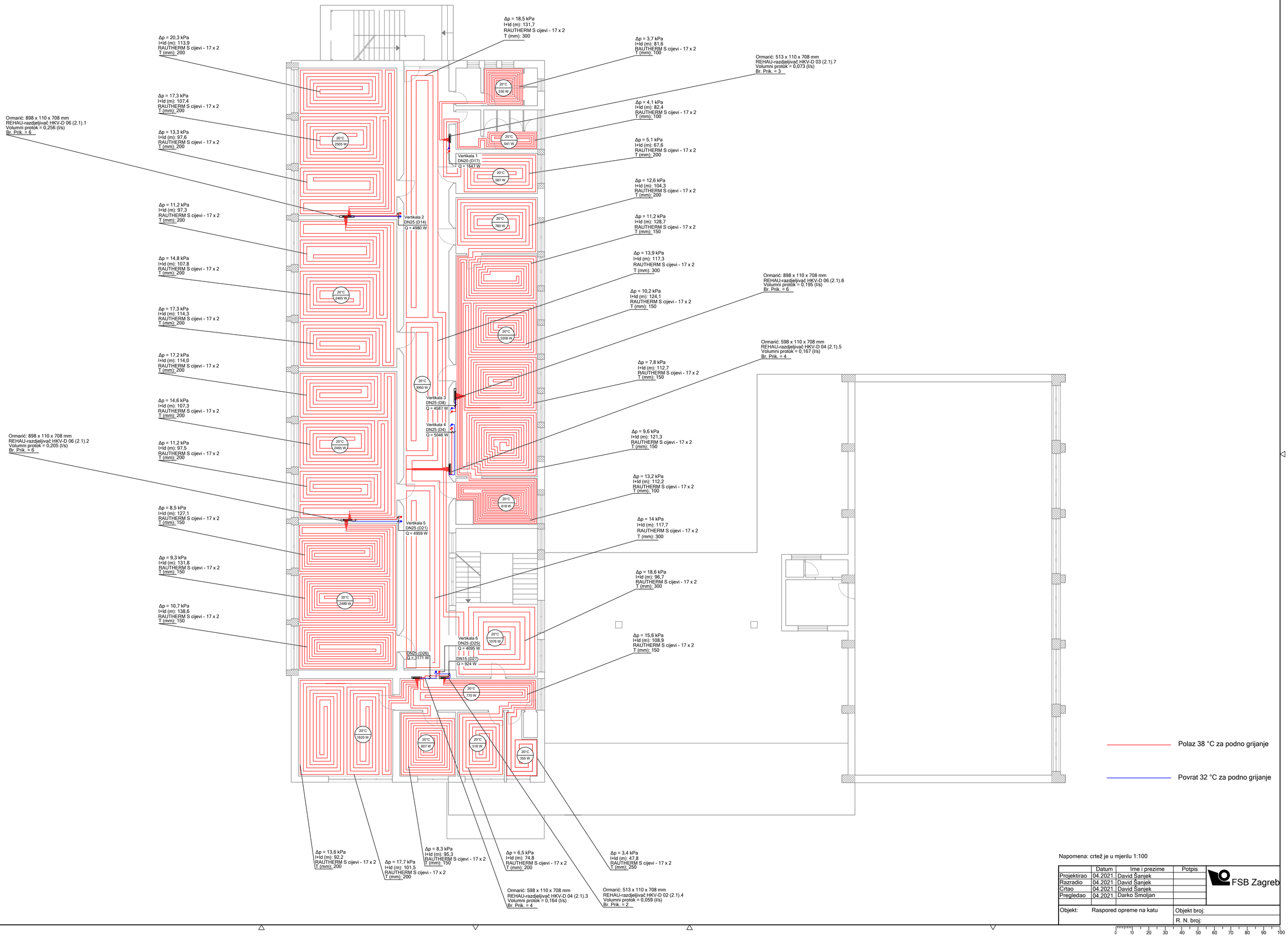
Objekt: Cjevovod od dizalice topline do razdjelnih ormarića u prizemlju

Objekt broj:

R. N. broj:

Design by CADLab

Prilog D – Tlocrt kata – podno grijanje



Napomena: crtež je u mjerilu 1:100

	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	04.2021.	David Šanjek	
Razradio	04.2021.	David Šanjek	
Crtao	04.2021.	David Šanjek	
Pregledao	04.2021.	Darko Smoljan	

FSB Zagreb

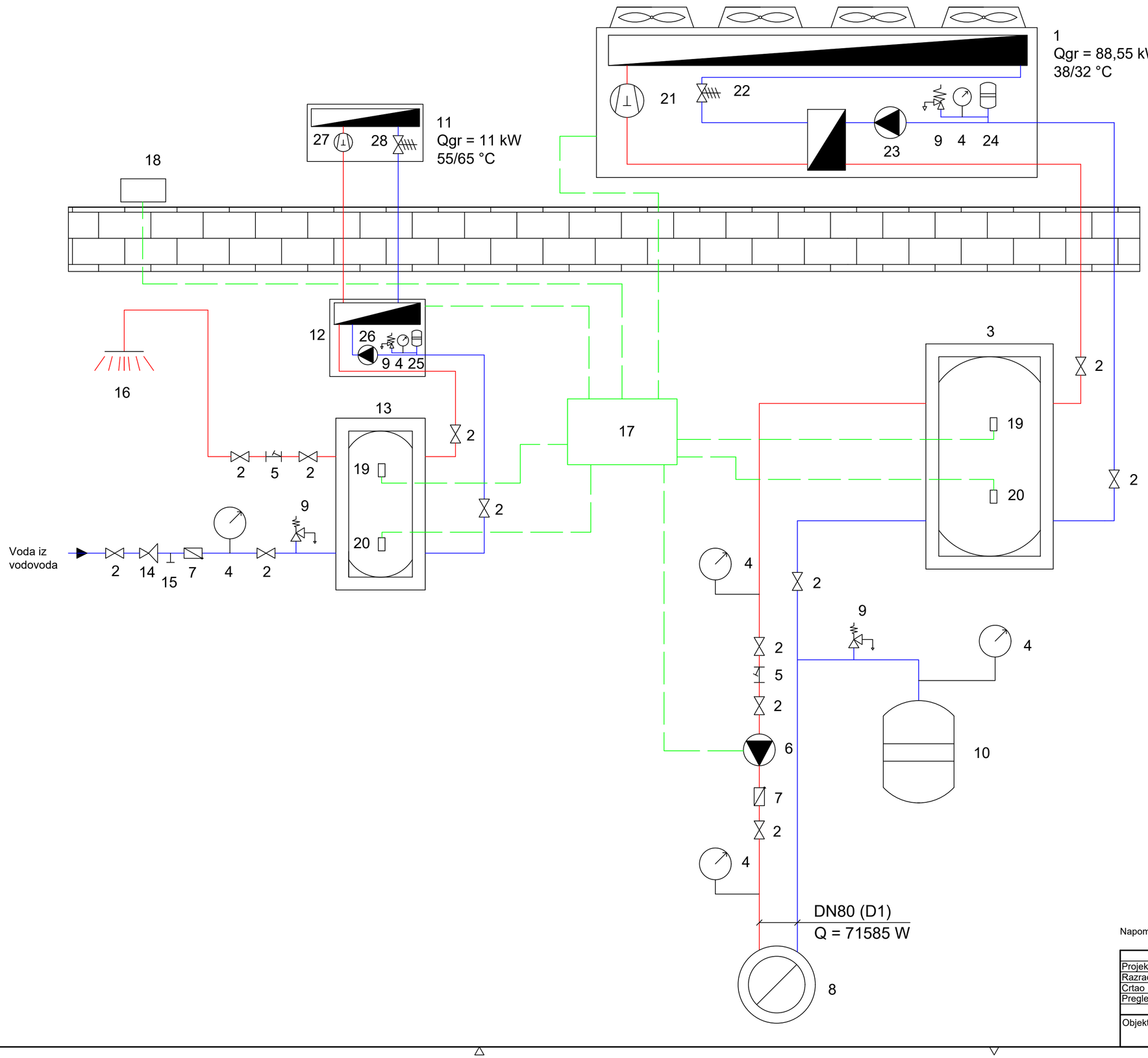
Objekt: Raspored opreme na katu

Objekt broj:

R. N. broj:

Design by CADLab

Prilog E – Shema spajanja i regulacije sustava grijanja i PTV-a



1 Dizalica topline zrak - voda
Daikin EWYT135B-SSA1
2 Zaporni ventil
3 Akumulacijski spremnik Centrometal CAS 801
4 Manometar
5 Hvatač nečistoća
6 Pumpa Grundfos MAGNA1 65-60 F
7 Nepovratni ventil
8 Trošila
9 Sigurnosni ventil
10 Ekspanzijska posuda IMERA RV150 - 150l
11 Vanjska jedinica dizalice topline zrak - voda
Daikin ERRQ011AY1
12 Unutarnja jedinica dizalice topline zrak - voda
Daikin EKHBRD011ADY1
13 Akumulacijski spremnik PTV-a
Daikin EKHTS200AC
14 Redukcijski ventil
15 Ispitni ventil
16 Trošila PTV-a
17 Digitalni regulator
18 Osjetnik vanjske temperature
19 Osjetnik temperature u gornjem dijelu spremnika
20 Osjetnik temperature u donjem dijelu spremnika
21 Kompresor dizalice topline zrak - voda
Daikin EWYT135B-SSA1
22 Termoekspanzijski ventil dizalice topline zrak - voda Daikin EWYT135B-SSA1
23 Pumpa dizalice topline zrak - voda
Daikin EWYT135B-SSA1
24 Ekspanzijska posuda dizalice topline zrak - voda
Daikin EWYT135B-SSA1
25 Ekspanzijska posuda unutarnje jedinice dizalice topline zrak - voda Daikin EKHBRD011ADY1
26 Pumpa unutarnje jedinice dizalice topline zrak - voda Daikin EKHBRD011ADY1
27 Kompresor vanjske jedinice dizalice topline zrak - voda Daikin ERRQ011AY1
28 Termoekspanzijski ventil vanjske jedinice dizalice topline zrak - voda Daikin ERRQ011AY1

Polaz 38 °C za podno grijanje te zagrijani PTV

Povrat 32 °C za podno grijanje te hladna voda iz vodovoda

Ožičenje

Napomena: crtež je u mjerilu 1:20

	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	04.2021.	David Šanjek	
Razradio	04.2021.	David Šanjek	
Crtao	04.2021.	David Šanjek	
Pregledao	04.2021.	Darko Smoljan	

FSB Zagreb

Objekt: Shema spajanja i regulacije sustava grijanja i PTV-a

Objekt broj:

R. N. broj:

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Design by CADLab